

A cura di  
**Dario Furlanetto**

IL FIUME  
**OGGLIO**

**TRA INFRASTRUTTURA IDRAULICA E GIARDINO**

**Ridare dignità al fiume ed imparare a rispettarlo**



# Sommario

## INTRODUZIONI

---

- **Il Fiume Oglio al centro della Valle Camonica**  
*di Oliviero Valzelli* pag. **5**
- **La Fondazione Cariplo per il Fiume Oglio**  
*di Sonia Cantoni* pag. **6**
- **"Ridare dignità al Fiume Oglio"**  
*di Alessio Picarelli* pag. **8**
- **Un patto per l'acqua**  
*di Gioia Gibelli - Portavoce della Rete del "Manifesto per il Po"* pag. **9**
- **Oglio sopralacuale: verso un "Contratto di Fiume"?**  
*di Dario Fossati - Responsabile della difesa del suolo di Regione Lombardia* pag. **11**

## Parte Prima - IL FIUME

---

- **Presentazione**  
*di Dario Furlanetto - Direttore Parco Adamello* pag. **15**
- **I servizi ecosistemici resi dal fiume: la ricerca dell'equilibrio nel loro governo e gestione**  
*di Dario Zocco - Direttore dell'Ente di gestione delle Aree protette del Po vercellese-alessandrino* pag. **21**
- **Il Fiume Oglio nella storia della Valle Camonica: appunti**  
*di Simone Signaroli - Servizio archivistico comprensoriale di Valle Camonica* pag. **25**
- **Eventi alluvionali del Fiume Oglio in Valle Camonica**  
*di Fabio Luino - IRPI - CNR Torino* pag. **31**
- **La qualità delle acque del Fiume Oglio**  
*di Valeria Marchesi, Massimo Paleari e Laura Tremolada - Arpa Lombardia* pag. **47**
- **Il Fiume Oglio e l'agricoltura di fondovalle: irrigazione, reflui, paesaggio**  
*di Guido Calvi - Comunità Montana di Valle Camonica - Parco Adamello* pag. **65**

## Parte Seconda - IL PROGETTO

---

- **Indagini sul Fiume Oglio ante operam e post operam: conoscere e capire per progettare con coscienza**  
*di Cesare Puzzi - Società GRAIA srl* pag. **73**
  
- **Interventi di riqualificazione forestale e spondale lungo il Fiume Oglio**  
*di Alessandro Ducoli e Gianbattista Sangalli*  
*Servizio foreste e bonifica montana di Valle Camonica* pag. **79**
  
- **La rivoluzione vegetale lungo il Fiume Oglio: specie indigene e nuovi arrivi**  
*di Enzo Bona - Centro Studi Naturalistici Bresciani* pag. **97**
  
- **Interventi a favore dell'ittiofauna attuati lungo il corso del Fiume Oglio**  
*di Roberto Bendotti e Cesare Puzzi - Società GRAIA srl* pag. **105**
  
- **I gamberi di fiume: bioindicatori e specie bandiera**  
*di Anna Maria Bonettini - Parco Adamello* pag. **111**
  
- **Fitodepurazione ed ecosistemi filtro: strumenti semplici e poco costosi al servizio della qualità delle acque del fiume**  
*di Roberto Bendotti, Enzo Bona e Massimo Sartorelli* pag. **123**
  
- **Reinventare paesaggi.**  
**Tre esplorazioni progettuali lungo il Fiume Oglio in Valle Camonica**  
*di Anna Lambertini e Lorenzo Nofroni - Università degli Studi di Firenze*  
*Dipartimento di architettura / Landscape Design Lab* pag. **141**
  
- **Oglio e pubblica fruizione: il fiume ritrovato**  
*di Attilio Cristini, Gianpietro Bolis e Marta Panisi* pag. **151**

## Parte Terza - ALCUNE CONCLUSIONI

---

- **I ponti sul Fiume Oglio: un indice di invasività antropica?**  
*di Luca Dorbolò e Dario Furlanetto* pag. **169**
  
- **Dalla valutazione integrata agli indirizzi per una futura equilibrata gestione del Fiume Oglio sopralacuale**  
*di Laura Turconi - IRPI - CNR Torino* pag. **181**
  
- **Energia idroelettrica e fiumi: alleati o nemici?**  
*di Giancarlo Gusmaroli e Alessandra Gelmini - CIRF* pag. **195**
  
- **Il Fiume Oglio "bene comune" - la necessità di riappropriarsi del fiume e della sua storia da parte dei cittadini**  
*di Dario Furlanetto* pag. **213**

**ALLEGATI** pag. **223**

## Il Fiume Oglio al Centro della Valle Camonica

di Oliviero Valzelli

*Presidente BIM e Comunità Montana di Valle Camonica*

*Parco Adamello*

Quando, oramai otto anni fa, iniziò il lavoro di progettazione e ripristino del corso del Fiume Oglio, nessuno si sarebbe aspettato che l'iniziativa avrebbe avuto tale successo.

Certo, appariva a tutti utile presidiare il corso del fiume, leggerne in modo completo e non frammentario le dinamiche, contribuire per quanto possibile al miglioramento della qualità delle acque; ciò che sfuggiva al comune sentire, e che invece il progetto realizzato ha messo in luce con forza, era la potenzialità dello stesso quale grande corridoio ecologico e possibile "Giardino dei Camuni", vero e proprio ambito territoriale di grande significato per la valorizzazione del paesaggio dell'intero fondovalle ma ancor di più per la fruizione sportiva, didattica e culturale della popolazione.

Un vero "Central Park" della Valle Camonica, un corridoio che non solo serve a connettere ecosistemi ma che unisce anche paesi e persone, utilizzando e valorizzando spazi pubblici demaniali e costruendo un grande percorso di mobilità dolce, ciclabile e sentieristica, che unisce nel suo centro l'intera Valle.

Il riconoscimento del valore e dell'impegno profuso nella realizzazione del progetto, non solo sul piano economico ma anche per le energie positive impiegate in ambito scientifico e tecnico, ha avuto riscontri di portata nazionale con il riconoscimento dato alla Comunità Montana di Valle Camonica dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MiBACT) nel 2017 - in occasione della V Edizione del Premio del Paesaggio del Consiglio d'Europa - dove il progetto di "Riqualificazione ecologica, paesaggistica e funzionale del Fiume Oglio prelacuale" è stato riconosciuto di alto valore ecologico e di sostenibilità ambientale.

Un apprezzamento che ha trovato conferma anche nel recente riconoscimento della Valle Camonica - Alto Sebino quale "Riserva della Biosfera" (luglio 2018).

Con il lavoro effettuato dai tecnici della Comunità Montana-Parco dell'Adamello, a cui va il mio ringraziamento per l'opera svolta, sono state gettate le basi per la realizzazione di un grande sistema di gestione e governo del centro della Valle Camonica, non solo del fiume, ma anche del paesaggio sia agricolo sia urbano. Ciò in prospettiva non può che valorizzare anche gli aspetti turistici ed economici che ruotano intorno alla Valle.

Spetterà ora agli Amministratori ed ai cittadini tutti continuare nell'opera di tutela e valorizzazione del Fiume Oglio a beneficio nostro e delle future generazioni.

# La Fondazione Cariplo per il Fiume Oglio

di Sonia Cantoni

“Il fiume modella le sponde e le sponde guidano il fiume”, è una bella citazione di Gregory Bateson che ben rappresenta la complessità dei sistemi (naturali e antropizzati) che dell’acqua vivono, con l’acqua convivono, non sempre pacificamente. In condizioni naturali l’acqua del fiume è un formidabile serbatoio di biodiversità e svolge la funzione strategica di corridoio ecologico per le specie, sia acquatiche sia terrestri. Questo complesso di risorse rappresenta il fattore di produzione di beni e servizi ecosistemici essenziali per la regolazione del clima, per lo sviluppo sostenibile dei territori, per la vita e il benessere delle comunità. Ma è anche un capitale a rischio: inquinamento, siccità, esondazioni sono fenomeni legati all’acqua che si manifestano con effetti di crescente, devastante intensità. Trovano origine nella gestione incontrollata dei processi di produzione e consumo dei beni, nello spreco di suolo, di acqua, di materie prime e di energia, nei rifiuti e nelle sostanze clima-alteranti che vengono immessi nell’ambiente. E troppo spesso le comunità si trovano impreparate ad affrontare questi fenomeni.

6

Ecco perché la tutela della biodiversità, la creazione e la manutenzione dei corridoi ecologici, sia terrestri che fluviali, sono obiettivi di interesse prioritario per l’Area Ambiente della Fondazione Cariplo.

Grazie al confronto con gli esperti del settore e più in generale con i soggetti portatori di interessi diffusi in materia ambientale, negli anni la Fondazione ha sviluppato un approccio evolutivo ai temi della protezione della natura: l’impegno iniziale, di tutela della biodiversità nei “nodi” della rete ecologica (con la consapevolezza della strategicità delle “aree umide” e, più in generale, dei territori che vivono del/con l’acqua), è stato poi rivolto al potenziamento e al ripristino dei corridoi ecologici terrestri e fluviali, quali elementi di collegamento funzionali a preservare la vitalità degli ecosistemi e quindi i beni e i servizi che da questi si originano. Come conoscere e far conoscere (e riconoscere) il valore spesso trascurato e raramente contabilizzato di questi beni e servizi, diffusamente considerati come disponibili e quindi fuori da ogni logica di mercato, è tema di grande attualità. L’attribuzione di un corretto valore economico a tali servizi, ad esempio attraverso schemi di PES (Pagamenti per i Servizi Ecosistemici), potrebbe garantire una più corretta gestione e il mantenimento degli ecosistemi, attraverso meccanismi di governance partecipati. Potrebbe anche contribuire a incentivare la creazione di nuovi mercati e addirittura far ripensare gli attuali sistemi di welfare.

Dal 2004 - grazie ai bandi “Gestione sostenibile delle acque” (2004-2006), “Tutelare la qualità delle acque” (2008-2011), “Tutelare e valorizzare la biodiversità” (2007-2011) e dal 2012 al 2016 con il bando “Realizzare le connessioni ecologiche” - sono stati finanziati oltre 250 progetti in Lombardia e nelle due province di Novara e del Verbano Cusio Ossola in Piemonte, con un impegno di risorse di 54 milioni di euro. Dal 2017 con il bando “Capitale naturale” la Fondazione Cariplo continua a sostenere progetti di vasta scala di conservazione della biodiversità e di connessione ecologica, ma sollecita anche l’elaborazione di studi di fattibilità per identificare e valorizzare i servizi ecosistemici e la sperimentazione di schemi operativi di PES.

I progetti naturalistici promossi e sostenuti negli anni, tra questi la pianificazione, progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione fluviale e miglioramento di habitat presenti lungo il corso

del fiume Oglio, sono raccolti in “UbiGreen”, la mappa on line dal 2015 con l’obiettivo di valorizzare le iniziative realizzate sul territorio e di condividere le conoscenze generate e i risultati acquisiti.

Dalla fine 2017 UbiGreen è inserito nel nuovo portale che raggruppa tutte le banche dati attivate dall’Area ambiente e dove sono rappresentati 2117 progetti, finanziati per complessivi 90 milioni di euro e relativi agli altri obiettivi di intervento in campo ambientale della Fondazione: promuovere l’agricoltura gestita con i criteri dell’agroecologia, il turismo responsabile e sostenibile, un’economia basata sulle risorse naturali e sulla “chiusura dei cerchi”, sviluppare la consapevolezza dei rischi e la capacità di resilienza delle comunità. Sono tutti obiettivi sinergici con la tutela del capitale naturale, il presidio e la cura del territorio, del fiume e delle sue sponde.

Le attività di monitoraggio e valutazione sui risultati e sull’efficacia degli strumenti di erogazione dedicati ai temi naturalistici, le “lesson learned” dalle iniziative che la Fondazione ha gestito direttamente e attraverso le organizzazioni non profit attive sul territorio, hanno confermato l’importanza di cogliere altre opportunità, per meglio affrontare e reagire ai rischi connessi alla perdita di biodiversità dei nostri territori: gli aspetti culturali e percettivi del paesaggio possono costituire gli elementi complementari della rete ecologica, attribuendo valori addizionali ai componenti biotici e abiotici di un ecosistema e delle connessioni tra diversi ecosistemi, e vanno conosciuti anch’essi, conservati e valorizzati in modo sostenibile per il bene comune,

Da qui altre iniziative che hanno guardato all’importanza di creare reti di mobilità dolce lungo i corsi d’acqua, per conoscere il nostro patrimonio naturale, per fruire della bellezza del paesaggio: proposte culturali e di svago, ma anche incentivi per nuova economia e per nuova occupazione, opportunità di benessere per l’individuo e per la comunità.

La Fondazione Cariplo ha sostenuto “Vento”, il progetto di ciclovia che collega Venezia con Torino lungo il Po e nel 2014 ha lanciato Brezza, il bando che ha contribuito prima alla redazione di studi di fattibilità operativa e poi alla realizzazione di dorsali e piste cicloturistiche lungo gli affluenti del fiume Po. Tra i progetti finanziati con maggior successo la ciclovia dell’Oglio, sostenuta anche dalla Fondazione della Comunità Bresciana.

“Il Fiume”, un capitale naturale il cui valore strategico va ben oltre le sue acque e le sue sponde, i territori che attraversa e le comunità locali che direttamente sollecita, è un bene comune di portata ampia, che può vivere solo grazie all’azione sinergica tra amministrazioni pubbliche, associazioni di rappresentanza degli interessi diffusi, mondo della ricerca, enti che promuovono lo sviluppo sostenibile, e alla partecipazione dei cittadini.

La Fiera della Sostenibilità nella Natura Alpina, nelle sue sette edizioni annuali a partire dal 2012 è stata un’ottima occasione per comunicare e leggere in termini di sistema le numerose buone pratiche di governance e di cura di una valle che vive del e con il suo fiume Oglio.

Questo grande corridoio ecologico va conosciuto e difeso dalle minacce dell’uomo, ma può trovare il giusto sostegno proprio in una comunità consapevole, responsabile e attiva. Come dimostra il recente importante riconoscimento scientifico internazionale della Valle Camonica – Alto Sebino come MAB, Riserva della Biosfera.

La Fondazione Cariplo è orgogliosa di aver contribuito a promuovere e a sostenere questo impegno e continuerà a diffondere il valore di questa esperienza.

## “Ridare dignità al Fiume Oglio”

di Alessio Piccarelli

Oltre che un grande e composito territorio, il distretto idrografico del fiume Po è un grande contenitore di buone pratiche.

Questa bellissima iniziativa dedicata al fiume Oglio ne è un chiaro esempio.

Un progetto che ha come titolo “Ridare dignità al fiume ed imparare a rispettarlo” esprime in poche e semplici parole concetti e obiettivi che occupano interi scaffali di librerie specializzate e che hanno prodotto decine di leggi e linee guida comunitarie, nazionali e regionali.

Le politiche ambientali che integrano con maggior successo la difesa del territorio e la salvaguardia dei corsi d'acqua si basano proprio sul concetto di “dignità del fiume”, di conoscenza e riconoscenza della sua complessità e di rispetto del suo dominio naturale, anche quando questo confligga con gli interessi immediati dell'uomo.

Dare “dignità al fiume” significa riconoscerne un valore che va ben oltre a quello che si attribuisce alle cose materiali. Perché il fiume è a tutti gli effetti un soggetto vivo, intrinsecamente legato all' uomo e alle comunità che vi si sono sviluppate e che devono alle sue acque molto del proprio benessere. Troppo spesso ci si accorge del valore del fiume quando le azioni sconsiderate dell'uomo, ne hanno alterato l'equilibrio ambientale e la funzionalità idraulica, rendendone difficile la convivenza con la sua stessa comunità.

Viene così il tempo di invertire la rotta e avviare un percorso, spesso lungo e faticoso, di riavvicinamento dell'uomo alla natura. Un percorso virtuoso è sempre possibile, come ci viene ben raccontato in questo libro.

# Un patto per l'acqua

di Gioia Gibelli

Portavoce della Rete del "Manifesto per il Po"

Circa il 95% delle risorse idriche del pianeta è costituito da acqua salata. L'acqua dolce è in gran parte conservata nelle calotte polari e nei ghiacciai. Buona parte dell'acqua dolce disponibile è inquinata. Poco più dello 0,5% di tutte le risorse idriche possono essere utilizzate come acqua potabile.

Il consumo di acqua mondiale raddoppia ogni 20 anni, due volte più veloce della crescita della popolazione. L'acqua, peraltro, non è disponibile nella stessa quantità in tutto il globo: ci sono paesi ricchi d'acqua e paesi terribilmente poveri. I Cambiamenti Climatici probabilmente aumenteranno le differenze, perché le zone piovose della Terra stanno diventando sempre più umide e le aree siccitose diventano sempre più secche.

L'interazione fra caratteristiche climatiche, idrologiche ed orografiche e gli insediamenti umani determina una grande variabilità di situazioni. Le tendenze attuali indicano che, entro il 2025, un terzo della popolazione non avrà accesso all'acqua potabile. Verosimilmente le zone ricche di acqua dolce saranno quelle in cui tenderà a concentrarsi la maggior parte della popolazione mondiale. Che ci piaccia o no. Il nostro è uno tra i Paesi più ricchi d'acqua del mondo: questo fatto, che ci piaccia o no, ci attribuisce ingenti responsabilità sulla gestione della risorsa.

Ma l'acqua non è disponibile nella stessa quantità in tutte le parti d'Italia. L'Italia detiene un primato: è il Paese che consuma più acqua in Europa, il terzo al mondo dopo Canada e Stati Uniti.

Sono le regioni del Nord, incentrate sulla pianura Padana, che possono godere di risorse abbondanti, circa il doppio del necessario, e regolarmente disponibili, mentre al Sud tale disponibilità è ridotta.

La Pianura Padana è dunque uno dei luoghi più ricchi di acqua al mondo, attraversata da una densissima rete di fiumi, torrenti e canali, che confluiscono nel più grande: il Po. Di questa rete straordinaria, fa parte il Fiume Oglio, uno dei segmenti di questa grande rete, connotata da corsi d'acqua che per forma, dimensione, paesaggi attraversati sviluppano una grandissima diversità: ognuno ha una propria importanza. Tutti insieme costituiscono una ricchezza immensa, non apprezzata per i suoi reali valori. I Fiumi hanno formato i paesaggi che attraversano e che ci accolgono. Solcano le montagne, formano le valli, ricaricano le falde che garantiscono le riserve d'acqua, hanno determinato la vita e la prosperità di popolazioni padane antiche e recenti. Fiumi che oggi, molto spesso, sono degradati, maltrattati, e diventano minacciosi perché manomessi. Se i fiumi e i loro territori sono maltrattati l'acqua, risorsa preziosissima che diventerà sempre più preziosa nei prossimi anni, smette di essere una risorsa e diventa una minaccia. I fiumi di tutto il mondo, in particolare quelli padani, hanno bisogno che le loro popolazioni tornino a capirli.

Sotto la Pianura Padana abbiamo un immenso deposito di acqua, ma è un giacimento di acqua malata, contaminata, non utilizzabile se non a costi alquanto elevati per la depurazione.

E se da un lato aumentano i bisogni di acqua, dall'altro si riduce progressivamente, anche nella fortunata Italia del Nord, la quantità di acqua disponibile, a causa dell'incuria del territorio che si riverbera nelle acque di superficie e sotterranee. Servirebbe un patto. Un patto per l'acqua, firmato da tutti. Perché l'acqua è a tutti indispensabile. Un patto per la difesa dell'acqua e per tornare a capire. A partire dai giovani e dai

bambini. Gli adulti sono ormai inquinati da comportamenti consolidati, troppo difficili da modificare, dall'abitudine al fatto che i fiumi si rigenerano da soli e dunque possono sopportare qualsiasi nefandezza. Ormai non è più così, i fiumi ora mostrano la loro sofferenza. Nell'acqua, nella biodiversità, nella cattiveria con cui si difendono quando piove oltre i limiti dettati dalla nostra ignoranza.

Lo sforzo non è tanto quello di ritrovare i comportamenti virtuosi di un tempo, ma di cercare i comportamenti che possono essere virtuosi oggi, nel rispetto dei fiumi e delle loro acque, in un mondo cambiato che continua a cambiare. In questo spirito, nel 2017, è stata fondata la rete "Manifesto per il PO", con l'obiettivo di riportare nell'agenda politica il tema delle acque e del Po, il fiume più grande e importante d'Italia, privo di un istituto unitario di tutela ambientale e paesaggistica in grado di operare efficacemente per la conservazione del suo paesaggio e, conseguentemente, della risorsa acqua. Il Po rappresenta e interseca uno straordinario insieme di risorse naturali e culturali che da un lato chiedono tutela e dall'altro possono innescare processi di sviluppo sostenibile, che sono efficacemente attuabili solo in modo coordinato. In questa prospettiva i sottoscrittori del Manifesto ritengono necessario individuare modalità di gestione innovative che, pur non mettendo in discussione le entità che operano con impegno, e i risultati positivi sul fiume e sui territori contermini, attuino un salto di scala e riaffermino l'unitarietà del Po e dei processi che lo vedono protagonista.

Il Po, come ricordato da taluni "è di tutti e non è di nessuno" e dunque la sua gestione è spezzettata, il territorio spesso abusato, l'alveo deprivato dell'acqua, i suoli e le acque pressati da un'agricoltura troppo spesso invasiva. Il Manifesto per il PO, vuole restituire al fiume la dignità che si merita e che molti gli riconoscono, e condividere l'idea che le risorse e la sostenibilità dello sviluppo richiedono strategie di medio/lungo periodo. Ad un anno circa dalla sua fondazione la rete, volontaria, nel percorso condiviso con i sottoscrittori, ha individuato 3 Obiettivi generali, da perseguire attraverso una serie di azioni, a vario grado di complessità e urgenza.

Gli Obiettivi possono essere sintetizzati come segue:

1. La costruzione di una rete delle informazioni e delle consapevolezze, attraverso il consolidamento di quanto esistente e la predisposizione di modalità e strumenti per lo sviluppo della rete informativa,
2. Sviluppare le forme di coinvolgimento, attraverso l'aumento degli attori strategici pubblici e privati, l'attuazione di iniziative volte ad accrescere conoscenza e consapevolezza da parte degli attori stessi e l'articolazione della rete attoriale.
3. Orientare il "Sistema Po" verso lo sviluppo di uno strumento di governance efficace, attraverso la ricognizione di esempi esistenti, il dibattito aperto, la sensibilizzazione dei decisori e il potenziamento del processo "bottom up", strettamente connesso con gli obiettivi 1 e 2.

In poco più di 1 anno di esistenza, la rete può vantare alcuni importanti risultati, quali *la stampa del Dossier Po*, concepito come documento aperto e strumento di diffusione della consapevolezza dei valori del Po; *l'allargamento notevole della Rete* a cui hanno aderito entità di importanza strategica. Ad oggi si conta una rappresentanza di circa 1.500.000 persone, esponenti della società civile, associazioni culturali, scientifiche, rappresentanze degli enti locali e delle professioni; un passo molto importante verso lo sviluppo di uno strumento efficace di governance, con la firma del *Protocollo d'intesa con l'Autorità di Bacino distrettuale del Po*, siglato a Parma il 29 maggio u.s..

La Rete del Manifesto è dunque, oggi, riferimento privilegiato per l'AdB nella definizione delle metodologie delle strategie che andranno sviluppate, nella organizzazione del sistema di attori che popolano i territori del Po e nella facilitazione dei rapporti tra AdB e stakeholders: la rete si pone come il "legame fluido" tra l'Ente e i territori. Contemporaneamente la Rete ha trovato nell'AdB il canale di comunicazione e possibile intesa con gli Enti territoriali (regioni, province, parchi). Si sono dunque poste basi importanti per sviluppare l'obiettivo generale sul quale si è costituito il Manifesto, ossia "dare una governance unitaria al fiume e al suo territorio", di cui tutti gli affluenti costituiscono arterie vitali, elementi fondanti dei paesaggi e delle risorse che questi custodiscono.

## Oglio sopralacuale: verso un “Contratto di Fiume”?

di Dario Fossati

Responsabile della difesa del suolo di Regione Lombardia

Da molti anni mi sto occupando della messa a punto di attività di prevenzione del dissesto idraulico ed idrogeologico sul territorio della Lombardia, un territorio bellissimo, fatto di grandi montagne, di dolci spazi collinari, di imponenti vallate, di grandi laghi e di altrettanto imponenti pianure. L'acqua, i torrenti ed i fiumi sono particolarmente presenti sul nostro territorio e ne costituiscono l'ossatura fondamentale, sono il principale agente geomorfologico dei luoghi e delle terre in cui abitiamo e che abbiamo ereditato dal nostro brevissimo passato. La vita degli uomini è un battito di ciglia rispetto al tempo geologico. La mia formazione culturale e professionale mi ha sempre portato a considerare i fiumi come elementi vivi o addirittura come “agenti viventi” che raccontano moltissimo dell'evoluzione dei territori che attraversano e che pazientemente modellano.

Nella nostra regione, gli 8500 Km di fiumi e torrenti del cosiddetto “reticolo principale” si trovano in “condizioni di vita” molto differenti tra loro; hanno infatti a che fare molto con il secondo agente che ne condiziona lo sviluppo e l'azione: l'uomo e le sue attività. La grande antropizzazione dei nostri territori, certamente una delle più rilevanti di tutta l'europa, ha ridotto molti fiumi e corsi d'acqua a semplici canali, qualche volta a veri e propri collettori che trasportano acqua degli scarichi più o meno depurati, ridotti e costretti tra opere artificiali di contenimento e di costrizione. Le nostre attività si sono sviluppate tantissimo e, inutile negarlo, hanno contribuito in modo determinante alla crescita ed al benessere economico delle popolazioni lombarde. Ma l'aver trascurato e qualche volta compromesso la vita di molti corsi d'acqua (si pensi ai corsi d'acqua nell'area metropolitana di Milano) ha portato ad un deciso peggioramento della qualità del nostro territorio, del nostro ambiente di vita, in ultima analisi, ad una diminuzione della qualità della nostra vita.

Mi pare di poter dire invece che il fiume Oglio sopralacuale non si trova in questa situazione, anzi, le analisi disponibili di ARPA Lombardia (*Rapporto triennale 2014-2016 “Stato delle acque superficiali – Bacino del fiume Oglio e Lago d'Iseo – pubblicato nel giugno 2018*) ci dicono che il fiume Oglio in Valle Camonica sta meglio di molti altri corsi d'acqua della Lombardia, avendo uno stato ecologico del suo corso e chimico-fisico delle sue acque generalmente classificabile come “buono”.

Ciò non significa che il fiume non abbia i suoi problemi: le molte opere trasversali di derivazione ne condizionano il trasporto solido in modo significativo, con abbassamenti dell'alveo non naturali; alcune opere idrauliche costruite nel recente passato sono vetuste e degradate, qualche volta inutili o da ripensare nella loro tipologia; l'ambito fluviale è spesso artificializzato e la piana alluvionale è oggetto di espansioni antropiche forti che non sempre si conciliano con le necessità del fiume di poter espandersi durante le piene più importanti, ampliando ed aumentando così il rischio di esondazione ed il danno che ne consegue.

Gli strumenti di pianificazione dell'assetto del fiume e della qualità delle sue acque (*Piano di Assetto Idrogeologico – PAI 2001; Piano di gestione del rischio alluvionale – PGRA – 2016; Piano di Gestione delle acque – PGA - 2015*) sono tutti abbastanza recenti ed offrono la possibilità di impostare e gestire politiche di sostenibilità ambientale che abbiano l'obiettivo di conciliare le esigenze antropiche con quelle mirate

alla salvaguardia del fiume e della sua tendenza geomorfologica evolutiva che, indipendentemente dalle nostre volontà, continua e continuerà pazientemente nel tempo.

Mi pare opportuno segnalare ed indicare quindi alcune linee di indirizzo che Regione Lombardia ha dato e verso cui far tendere le programmazioni di intervento sul fiume:

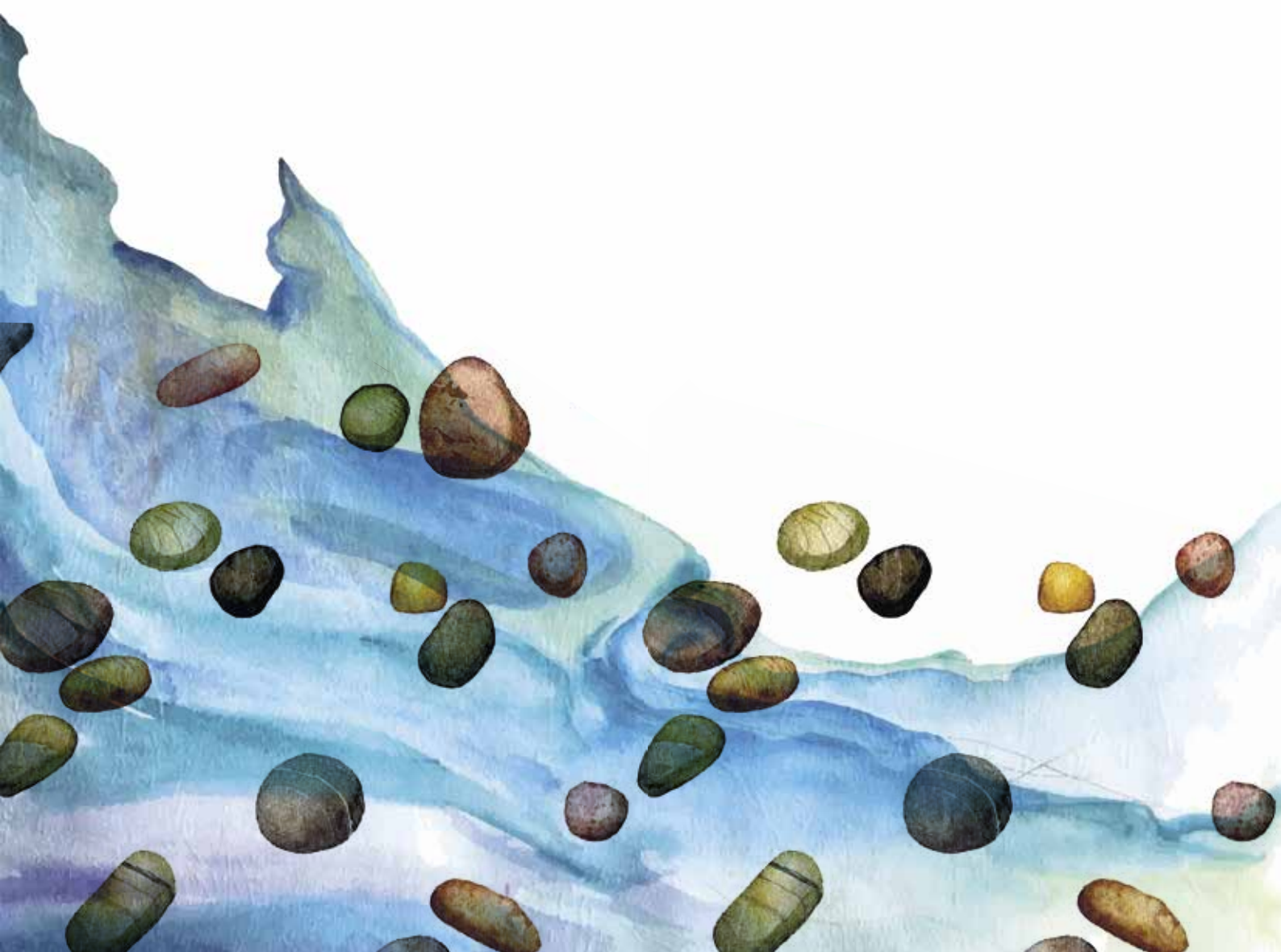
- diventa sempre più fondamentale il tema della manutenzione ordinaria e straordinaria del corso d'acqua, intesa non come mero mantenimento o ripristino delle opere esistenti ma come occasione di ripensamento delle opere, come revisione della tipologia delle stesse e come occasione di riqualificazione ecologica delle sponde e dell'alveo (es. sostituzioni dei muri d'argine con altre opere, laddove necessarie, meno impattanti ecologicamente ma altrettanto efficaci sotto l'aspetto della sicurezza idraulica; intervento sulle traverse che bloccano il trasporto solido e/o sostituzione con opere più moderne a scomparsa ovvero integrazione delle traverse esistenti con aperture e con scale di risalita della fauna ittica);
- manutenzione e gestione della vegetazione in alveo e sulle sponde, eliminando le specie infestanti ed idraulicamente poco compatibili (che vengono sradicate facilmente nel corso delle piene e che poi si accumulano sulle pile dei ponti e nelle opere idrauliche importanti), privilegiando l'impianto delle specie autoctone e più adatte a svolgere funzioni ecologiche ma anche idrauliche (divagazioni e rallentamenti della corrente);
- concentrare le opere di difesa spondale (argini e terrapieni opportunamente progettati e realizzati con le nuove tecnologie idrauliche) solo ed esclusivamente ove sono presenti o dove sono in previsione di sviluppo le attività antropiche già esistenti, liberando nel contempo, in altri luoghi, altri spazi vitali per il fiume e la sua dinamica geomorfologica e di esondazione, anche al fine di proteggere gli abitati. Lavorare insieme per salvaguardare le fasce fluviali dettate dal Piano di Assetto idrogeologico e dal PGRA e loro varianti in corso di attuazione;
- migliorare la qualità idromorfologica con una programmazione di opere di intervento che sappia guardare il fiume nel suo insieme anziché nel piccolo tratto o nel solo livello locale;
- migliorare ulteriormente la qualità delle acque intervenendo sui depuratori e sugli scarichi degli stessi mediante affinamenti depurativi locali (es. fitodepurazione) e creazione di aree umide contermini all'alveo.

La sfida è aperta e spetta a tutti, istituzioni statali, regionali e locali, cogliere le occasioni per tradurre gli obiettivi contenuti nei piani e programmi e nelle indicazioni regionali in progetti efficaci, in azioni concrete che portino al miglioramento ulteriore del fiume Oglio e del corridoio fluviale in cui scorre. Probabilmente è matura l'ipotesi di attivazione di un "Contratto di Fiume Oglio sopralacuale" nel quale sancire gli obiettivi di miglioramento e salvaguardia del fiume, mettendo al tavolo di lavoro tutti i soggetti istituzionali competenti in materia di acque e assetto idrogeologico e le associazioni del territorio, per una azione partecipata e coordinata con gli strumenti di pianificazione di bacino.

IL FIUME  
**OGLIO**  
TRA INFRASTRUTTURA IDRAULICA E GIARDINO

---

Parte Prima  
**IL FIUME**





# Capitolo I

## Presentazione

di Dario Furlanetto

*"I torrenti si svuotarono e i mille rivoli del fiume divennero un canalone e uno scolo; l'aria diventò veleno, i vilaggi sui monti vennero abbandonati come per una pestilenza, gli uccelli migratori sbagliarono stagione e gli orsi non andarono più in letargo. Venne anche il tempo in cui gli uomini divennero sordi a tutto questo perché già avevano dimenticato l'erba, le piante e gli animali con cui avevano vissuto per millenni. Tacquero per la vergogna di ammettere che tutto era già successo e che non avevano fatto nulla per impedirlo.*

*Eppure il fiume andava, era lì davanti ai miei occhi, carico di forza battesimale e rigeneratrice, in mezzo a tutto questo. Si faceva carico dei nostri veleni e della nostra imbecillità. Era insieme pazienza e furia vendicatrice. Rinasceva dopo ogni magra e ogni catastrofica piena. Sui suoi argini sentivo ancora fisarmoniche e vedevo nonni prendere i nipoti per mano e dire loro: ecco, questo è il tuo fiume".*

Paolo Rumiz da "Morimondo"

### 1.1 - Premessa

Il testo che qui andiamo a presentare fa seguito ad una prima pubblicazione di analisi sintetica dei lavori effettuati lungo il Fiume Oglio nel tratto Edolo – Breno, edita dalla Comunità Montana di Valle Camonica – Parco Adamello nel giugno 2016 con il titolo *"Il Fiume Oglio, grande giardino dei camuni"*.

La premessa di quel testo aveva un sottotitolo che così recitava, *"Oglio: ridare dignità al fiume ed imparare a rispettarlo"*, sottotitolo che abbiamo mantenuto anche in questa edizione perché sintetizza in modo completo il senso del lavoro che qui presentiamo.

Nel 2016, mentre lavoravamo al volume citato, non eravamo certi che i lavori di riqualificazione ambientale, paesaggistica e funzionale del Fiume Oglio avrebbero portato ai buoni risultati che qui, lasciateci dire con un poco di orgoglio, presentiamo.

Il testo precedente, infatti, riguardava un primo lotto di lavori, diretti dalla Comunità Montana di Valle Camonica – Parco Adamello e realizzati con il contributo finanziario del BIM di Valle Camonica e di Fondazione Cariplo, relativi al tratto Edolo – Breno del Fiume Oglio. I lavori durarono circa due anni ed a fine 2015 gli stessi potevano dirsi terminati.

Nel frattempo, con capofila il GAL di Valle Camonica – Val di Scalve e unico partner la Comunità Montana di

Valle Camonica – Parco Adamello, venne progettato e presentato un secondo lotto di lavori; anch'esso venne finanziato da BIM di Valle Camonica e Fondazione Cariplo e quindi realizzato negli anni 2016 -2017: il tratto di fiume interessato era quello tra Breno e Darfo Boario Terme.

Un terzo lotto di lavori, che ha avuto quale capofila la Comunità Montana di Valle Camonica – Parco Adamello e quali partner la Comunità Montana dei Laghi Bergamaschi ed i Comuni di Costa Volpino e Rogno, interamente finanziato da Fondazione Cariplo, è terminato nel 2018 ed ha riguardato il tratto di Fiume Oglio che va da Darfo Boario Terme sino al Lago di Iseo.

Se si tiene conto che i lavori di progettazione di questo grande intervento di "rinascita" del Fiume Oglio sono iniziati nel 2012, allora possiamo dire che per dare corpo all'intero progetto sono occorsi ben sette anni di lavori e oltre 1.600.000,00 Euro di investimento.

Sette anni di lavori, si badi bene, intensi e costituiti non solo da alcuni macro interventi, ma soprattutto da centinaia di medie e piccole azioni che di seguito meglio verranno descritte.

Preme però mettere subito in evidenza la filosofia che ha sostenuto progettazione e realizzazione degli interventi: il fiume è stato pensato e trattato come un unico corpo vivente, un corpo per molti versi in sofferenza a causa dell'abbandono e dei maltrattamenti subiti nel corso degli anni. Porre rimedio a ciò è stato l'obiettivo primario

sul quale ci siamo impegnati, obiettivo che possiamo affermare di avere in buona parte raggiunto.

Quanto fatto, comunque, non basterà da solo a sostenere la vita e la funzionalità del fiume, così come spiegheremo meglio nelle prossime pagine: occorre, infatti, che molte Istituzioni pubbliche e aziende private cambino atteggiamento culturale e metodi operativi nell'approccio con il fiume, cultura e modalità operative che, fino ad ora, sono state il frutto di decenni di incuria, abbandono o peggio, sciatta accondiscendenza a interessi di parte. Occorre, d'ora in poi, "lasciar riposare il fiume": smettere di scavare in alveo, smettere di costruire rigide arginate spesso inutili, smettere di impoverire e artificializzare il corso d'acqua con la costruzione di nuove centraline, smettere di riversare nelle sue acque reflui industriali ed agricoli.

Tutto ciò che è stato sopra elencato è teoricamente vietato o sottoposto a precise autorizzazioni, ma ciò che avviene nella realtà è una continua sottovalutazione del valore dei servizi ecosistemici resi dal fiume e una succube sopravvalutazione degli interessi privati che dal fiume traggono privilegi e capitali.

Il fiume è un Bene Comune, non solo le sue acque, ma anche le sabbie e le ghiaie, le rive, i boschi e le zone umide che lo circondano, le specie animali e vegetali che lo popolano. Questo Bene Comune è di proprietà dalla cittadinanza tutta e deve essere conosciuto, tutelato, ben gestito, vissuto e apprezzato.

Per questo, le pagine che seguiranno non tratteranno solamente dei lavori e delle altre azioni effettuate nel corso dei sette anni di impegno per risollevere il fiume dall'oblio nel quale era stato emarginato, ma con maggiore ambizione, cercheranno di raccontarci "chi è il Fiume Oglio". Incominceremo dalla valorizzazione dei servizi ecosistemici resi alla comunità, dalla sua storia nell'ambito della società camuna, anche relativamente alle piene ricorrenti e alla necessità di tenerne conto e non dimenticare, per proseguire sul ruolo svolto dal fiume nel settore agricolo quale dispensatore di acque di irrigazione ma anche quale recettore e collettore di acque di dilavamento di campi agricoli e centri urbani ed, infine, parleremo della qualità complessiva delle sue acque e dello stato di salute chimico e biologico attuale e del trend che lo caratterizzerà probabilmente in futuro.

Dopo la presentazione dettagliata degli interventi e delle azioni effettuate in questi sette anni, un'ultima serie di contributi chiuderà il cerchio delle conoscenze attuali del fiume: la storia ed una serie di valutazioni circa i ponti sul fiume, elementi utili per la società ma anche vincolanti per la dinamica complessiva del corso d'acqua, una riflessione sullo sfruttamento di sabbie e ghiaie ed una sulle centrali idroelettriche (grandi e piccole) che tanto

stanno influenzando sugli ecosistemi acquatici e sul paesaggio della nostra Valle.

Molti e qualificati sono i contributi a questo testo, resi da persone dotate di forte sensibilità civica e ambientale e di alta capacità e qualità tecnica e scientifica, persone che hanno collaborato alla stesura senza compenso alcuno ed in uno spirito di partecipazione attiva alle sorti del fiume.

A loro tutti va il nostro grazie.

Questo testo, proprio per la molteplicità di contributi che lo contraddistinguono, forse per la prima volta in Valle Camonica ci consente di tracciare un quadro abbastanza esaustivo circa lo stato del Fiume Oglio, dando anche indicazioni per una buona conduzione futura dello stesso. Crediamo così di aver fornito ad un pubblico vasto e non specializzato una lettura a tutto campo del Fiume Oglio prelacuale, un testo, per quanto possibile, comprensibile a tutti coloro che hanno a cuore la qualità della vita dei nostri territori e dei loro ecosistemi.

## 1.2 - Il Fiume Oglio: dati essenziali

Il Fiume Oglio costituisce, con i suoi 280 km di lunghezza, il secondo affluente per importanza del Po, nel quale sfocia dopo aver attraversato le Province di Brescia, Bergamo, Cremona e Mantova; il suo bacino sottende circa 6.360 kmq e rappresenta quasi il 10% del bacino padano. Il fiume rappresenta l'elemento naturalistico più importante del fondovalle alpino della Valle Camonica, che percorre per 81 km con una superficie di bacino imbrifero sotteso pari a 1.752 kmq.

L'Oglio nasce presso l'abitato di Ponte di Legno (a 1236 metri s.l.m.) dalla confluenza del Torrente Narcanello (le cui sorgenti sono nel Parco dell'Adamello, presso il Monte Castellaccio a 3104 metri s.l.m.) e il Torrente Frigidolfo (le cui sorgenti sono nel Parco Nazionale dello Stelvio, in Valle delle Messi, sulle pendici del Corno dei Tre Signori a 3360 metri s.l.m.) e si immette nel Lago di Iseo a quota 185 m.s.l.m.

Il corso dell'Oglio si estende in direzione Nord-Sud, circondato da importanti gruppi montani (Adamello, Re di Castello, Listino, Badile, Frerone, Blumone in sponda orografica sinistra; Gruppo dell'Ortles-Cevedale, Torsoleto, Venerocolo, Concarena, Pizzo Camino, Monte Altissimo nelle Orobie bresciane, in sponda orografica destra); una parte del suo bacino imbrifero è costituita da ghiacci perenni.

Il regime idrologico del fiume è tipicamente alpino, anche se l'andamento delle portate presenti negli alvei del corso

principale e dei torrenti laterali è fortemente alterato da numerose attività di derivazione a scopo idroelettrico. Il Fiume Oglio assolve, per quanto gli è possibile e consentito, a tutta la pluralità di funzioni proprie di un ecosistema fluviale. Tali funzioni si concretizzano attraverso una serie di servizi resi al territorio ed alle popolazioni locali, oggi spesso definiti con il termine di "Servizi Ecosistemici".

Purtroppo, una visione utilitaristica poco lungimirante, sedimentatasi soprattutto negli ultimi decenni, aveva portato a riconoscere al fiume in via prioritaria - se non unica - la funzione di collettamento delle acque arrivate al corso principale dalle sorgenti e dagli affluenti secondari, scaricandole verso valle. Oltre al collettamento delle acque "naturali" al fiume era stata spesso affidata anche la funzione di collettamento delle acque nere che, laddove non ancora depurate, causano pesanti ricadute sul suo ecosistema e di conseguenza, più a valle, sull'ecosistema lacuale e su tutti gli ambiti a questo sottesi, sino al Mare Adriatico.

A tale primaria visione, che per comodità definiremo di "collettore d'acque", si è aggiunta nel tempo quella legata all'utilizzo delle stesse a fini industriali, soprattutto per la produzione di energia, con la conseguente realizzazione delle opere a ciò necessarie: derivazioni, dighe, chiuse, traverse. L'artificializzazione del corso del fiume e la sua "ingegnerizzazione idraulica" hanno lasciato poco spazio ad una visione integrata e completa del ruolo e dei servizi ecosistemici resi al proprio territorio dal Fiume Oglio confinandone non solo il ruolo, ma persino la percezione, ai margini - se non nel "retrobottega" - del sistema territoriale e produttivo camuno.

Questa marginalizzazione si è tradotta in numerosi fenomeni di degrado delle aree perifluviali, dove sono cresciute discariche di varie dimensioni e natura, ovviamente non autorizzate, edifici, baracche e recinzioni abusivi, percorsi di motocross e quad con conseguente abbandono delle fasce boscate perifluviali, ovvero con il loro taglio abusivo e la loro trasformazione in pioppeti e coltivi.

Per disarticolare questa visione limitata e questo uso distorto del servizio reso dal fiume al proprio territorio e cercare di invertire le dinamiche che lo hanno causato, è nato questo progetto.

Infatti, un fiume efficiente e in equilibrio dinamico con l'ambiente che lo circonda rappresenta la principale innervazione ecosistemica, economica e sociale di un territorio, indispensabile per sostenerne la vita circostante, non solo quella delle popolazioni umane ma anche quella di tutti gli altri viventi.

Un fiume in equilibrio con i territori circostanti è, innanzitutto, un fiume geologicamente, idraulicamente e igienicamente sano e rappresenta un elemento strategico per

la sicurezza delle popolazioni e non un elemento naturale al quale essere indifferenti o del quale addirittura avere paura. Ma la sicurezza geologica, idraulica e igienica del fiume non può essere ottenuta solamente attraverso opere di ingegneria o di depurazione degli affluenti; sono molti gli interventi che rendono l'ecosistema fluviale "intrinsecamente sicuro" e solamente con grande sensibilità, attenzione e scientificità è possibile ricavare il meglio dai "servizi ecosistemici" che il fiume può e deve dare. Per meglio spiegare il concetto poc'anzi espresso utilizzeremo la metafora del sistema circolatorio del corpo umano. Il fiume può essere paragonato ad una "arteria" in grado di distribuire alle "cellule" dei tessuti territoriali che lo circondano linfa vitale ed energia ed altresì in grado, entro certi limiti, di assorbirne, come fa una "vena" nel corpo umano, le sostanze tossiche per poi depurarle. Una dose eccessiva di sostanze tossiche immesse in vena può uccidere un uomo, così come può uccidere un ecosistema fluviale. Anche sclerotizzazione e irrigidimento delle pareti venose e arteriose, per l'inserimento di anastomosi, l'avvento di occlusioni o l'eccesso di prelievo del fluido circolante, possono costituire alterazioni del sistema circolatorio che, se superano certi limiti vitali, possono arrivare ad uccidere un uomo. Allo stesso modo avviene se lungo un fiume si continua a costruire argini e traverse, a prelevare acque, a scaricare reflui: superato il limite di sopravvivenza (che nel fiume si definisce come DMV - Deflusso Minimo Vitale) il fiume biologicamente muore o tutt'al più viene trasformato in un canale, sterile e privo di vita.

Riconoscere le funzioni e i limiti dell'ecosistema fluviale significa poterlo gestire con efficienza economica ed ecosistemica, imparando ad utilizzare al meglio le sue risorse energetiche e biologiche, favorendo la distribuzione di acque sane e la raccolta di acque intossicate che, entro certi limiti, un fiume vitale è in grado di auto depurare.

Occorre dunque imparare a conoscere il fiume, iniziando dal comprendere quali sono i "servizi ecosistemici" che esso è in grado di fornire.

### 1.3 - Gli obiettivi generali del progetto di riqualificazione del Fiume Oglio

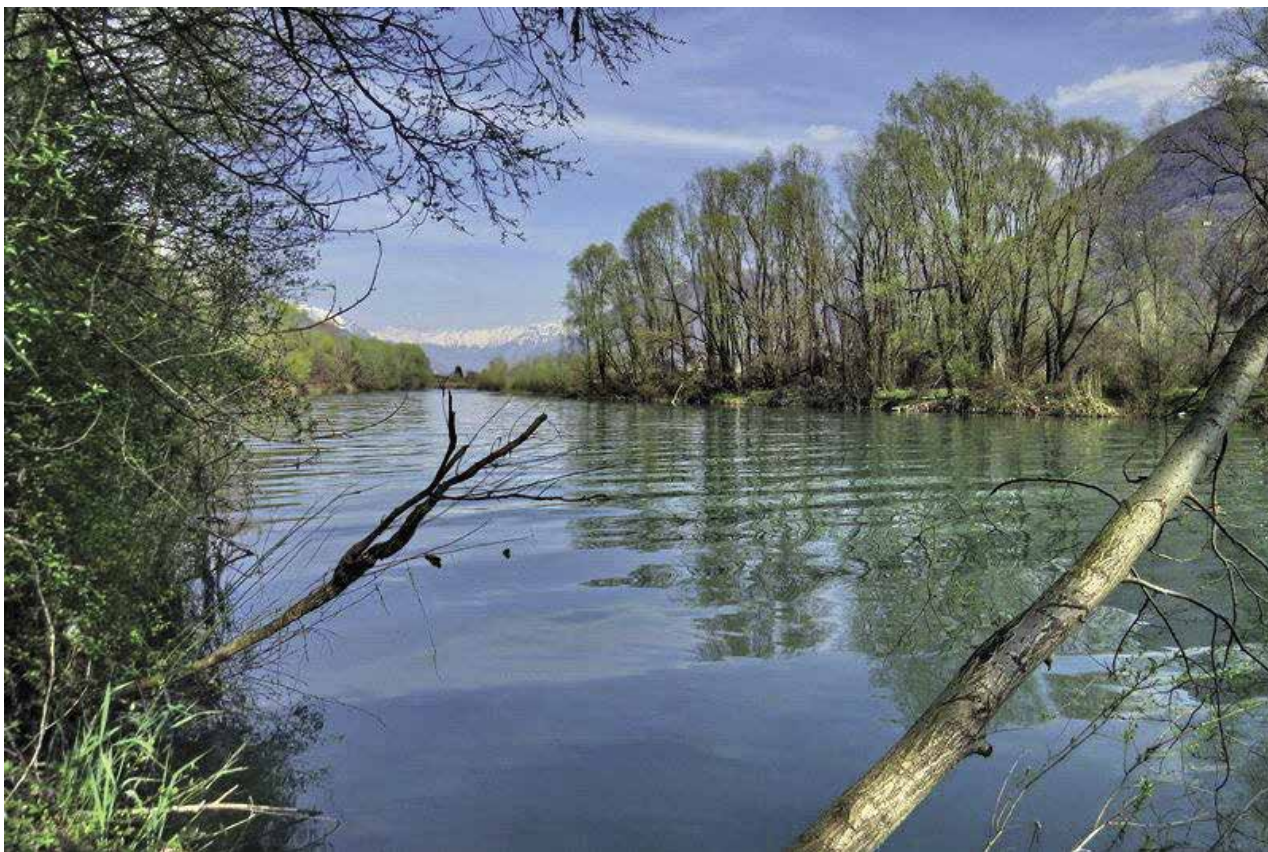
Il Fiume Oglio prelacuale, analogamente ad altri grandi fiumi dei fondovalle alpini, ha subito nel corso degli anni i molteplici effetti legati all'antropizzazione.

In particolare:



Ponte di Legno - Ufficio tecnico. Cartello degli anni '60.

- L'impatto causato da molti degli interventi effettuati in alveo e sulle sponde ai fini della "sicurezza idraulica". Tali interventi sono stati spesso eseguiti con poca attenzione all'ecosistema fluviale globalmente inteso, con il risultato di aver dato corpo a tratti fluviali fortemente artificializzati che, presi nel complesso, risultano persino idraulicamente pericolosi e sicuramente non funzionali al mantenimento dei servizi ecosistemici potenzialmente offerti dal fiume.
- Gli scarichi fognari che, in alcuni casi, ancora oggi insistono pesantemente sul fiume.
- L'attività agricola di prossimità che, dove ancora esercitata sul fondovalle e spesso pressata da altri usi dei suoli industriali e urbani, utilizza le aree coltivabili sino in fregio all'acqua, sottraendo al fiume le indispensabili "fasce tampone boscate" e in qualche caso anche occupando aree di alveo demaniale.
- Gli sbarramenti sul fiume spesso realizzati ad uso idroelettrico, che interrompono il corridoio ecologico fluviale principale, irregimentano il fiume e ne limitano la capacità autodepurativa (ad esempio: limitazione dell'ossigenazione, riscaldamento delle acque e alterazione della catena trofica con innesco di fenomeni di fermentazione anaerobica estranei ad un fiume libero).
- Le briglie e le traverse, spesso costruite per il contenimento dell'erosione di fondo, quasi sempre poco utili o rese necessarie a seguito di raddrizzamenti e restringimenti dell'alveo a monte (la velocità della corrente e quindi l'erosione del fondo dipendono dalla velocità dell'acqua e più si raddrizza e stringe il fiume dentro argini, più aumenta la velocità e la capacità erosiva delle acque, aumentando di pari passo la loro potenzialità distruttiva in caso di piena) che alterano il trasporto dei sedimenti e quasi sempre impediscono la percorribilità fluviale alla fauna ittica.
- Il totale abbandono o, peggio, lo sfruttamento selvaggio (tagli abusivi) delle aree forestali poste a margine del fiume con conseguente degrado estetico e aumento delle possibilità di erosione delle rive e quindi con aumento dell'insicurezza idraulica.
- Sottrazione di zone di divagazione e di espansione fluviale durante le piene; spesso nel corso degli anni sostituite da ripiene o scarichi di materiali, con aumento del degrado estetico, del rischio idraulico e con sottrazione di aree esondabili preziose e necessarie ad un corretto espletamento della dinamica fluviale.
- Realizzazione di aree industriali, di cava e deposito



di materiali, a ridosso dell'alveo principale del fiume o addirittura in zone che possono considerarsi alveo attivo dello stesso, fatti che costituiscono potenzialmente degli ostacoli al deflusso delle acque per la presenza di materiali che in caso di piena aumentano la forza distruttrice delle stesse.

Un ultimo e ulteriore elemento di minaccia, emblematico del sostanziale abbandono a se stesso nel quale il fiume era stato lasciato nel secolo scorso, è la mancanza di conoscenza, ovvero la scarsa conoscenza nel dettaglio, del fiume stesso. Infatti, se si escludono le meritorie analisi a scala di Bacino Padano dell'Autorità di Bacino del Po (oggi Distretto) e quelle di Arpa Lombardia, esistono solo informazioni frammentarie, legate ad alcune stazioni di monitoraggio o ad interventi eseguiti o programmati in modo puntuale, senza che mai una visione completa del fiume in un'ottica di bacino, prerequisito fondamentale per consentire di pianificare gli interventi di qualsiasi natura essi siano, sia stata effettuata a livello puntuale e di ecosistema.

Pur in tale quadro, fortunatamente, lungo l'Oglio sono rimasti alcuni tratti, anche significativi, nei quali il fiume, il bosco ripariale di cornice e la complessiva qualità

dell'ecosistema e del paesaggio fluviali appaiono ancora funzionali e conservati ad un buon livello e dove la funzionalità fluviale si esplica ancora con forza e qualità.

## 1.4 - Conclusioni

Per concludere questa breve presentazione è indispensabile ricordare che una gestione territoriale moderna, sensibile ed attenta agli equilibri naturali, oltretutto economici e sociali, deve saper riconoscere al fiume la pluralità di funzioni che è in grado di esercitare, enfatizzandone al massimo le potenzialità e utilizzando con saggezza e scientificità i luoghi e i beni disponibili.

Riappropriarsi, in primo luogo sul piano culturale, del Fiume Oglio e delle terre demaniali che lo circondano è stato un atto dovuto, non solo per ridare dignità al fiume e con esso all'intera Valle, ma anche per rendere sicuro e maggiormente sereno il nostro futuro, affinché non si debba tacere *"... per la vergogna di ammettere che tutto era già successo e che non avevamo fatto nulla per impedirlo..."*.



## Capitolo II

# I servizi ecosistemici resi dal fiume: la ricerca dell'equilibrio nel loro governo e gestione

di Dario Zocco

*Direttore dell'Ente di gestione delle Aree Protette del Po vercellese-alessandrino*

Abituati come siamo a considerare il genere umano il centro del mondo, quando ci poniamo di fronte a un'altra specie vivente – animale o vegetale che sia – a un habitat, a un ecosistema ma anche a un minerale o a qualunque altro elemento materiale, ci viene spontaneo pensare a quale uso possiamo farne. Adottiamo, cioè, lo stesso approccio utilitaristico che ci accompagna da quando l'*homo sapiens* ha fatto la sua comparsa su questo pianeta.

La spinta di fondo è stata sempre la stessa, dettata dalla volontà di accrescere la conoscenza tramite cui sfruttare le risorse disponibili per migliorare le nostre condizioni di vita. In realtà, spesso e volentieri si è poi proceduto con spinte disordinate in cui è prevalso l'interesse personalistico – di singoli e di *élite* – sul progresso collettivo.

Con il passare dei millenni, sono aumentate enormemente le capacità dell'uomo di incidere sul capitale naturale e di modificare le caratteristiche dell'ambiente a proprio vantaggio, mentre non si è evoluta a sufficienza la consapevolezza dei limiti di un tale sfruttamento.

A partire dagli anni '70 del secolo scorso hanno però cominciato a suonare alcuni campanelli d'allarme che hanno fatto diventare di dominio pubblico i temi dell'inquinamento urbano, del depauperamento delle risorse naturali (combustibili fossili *in primis*), della deforestazione, della scomparsa di specie animali, dell'effetto ser-

ra, dello scioglimento dei ghiacci, della cementificazione delle sponde fluviali, della perdita di biodiversità, ecc. Numerosi esponenti del mondo scientifico e movimenti che fanno capo all'associazionismo più sensibile alle tematiche ambientali si sono attivati per segnalare i rischi a cui stiamo andando incontro; e da più parti si sono invocati provvedimenti tesi a invertire la rotta, per indirizzare le politiche verso uno sviluppo rispettoso dei limiti fisici del pianeta, verso uno sviluppo che fosse sostenibile nel lungo periodo, che fosse "eco-compatibile", cioè proporzionato alle risorse e alle dimensioni della nostra casa (la Terra).

Seppure con molta, forse troppa, lentezza si sta cominciando a fare strada la consapevolezza di quanto sia importante assecondare le dinamiche naturali, piuttosto che contrastarle e forzarle verso un effimero tornaconto. Il cambio di prospettiva ha portato ad attribuire un valore al "Capitale Naturale", con ciò intendendo non solo quelle componenti ambientali intrinsecamente connesse fra loro (il suolo, le materie prime, l'aria, l'acqua, le foreste, la biodiversità, ecc.) ma anche quei fenomeni che naturalmente avvengono "a costo zero", da cui dipendono la vita e il benessere umano.

Solo da pochi anni si è cominciato a parlare di "servizi ecosistemici", intesi come i "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano" (definizione data dal *Millennium Ecosystem Assessment* nel 2005), che sono

alla base dell'economia anche se spesso non entrano ancora a pieno titolo nel valore monetario del prodotto di mercato che essi generano.

Certo, il riferimento ai servizi ecosistemici è sempre più diffuso nell'ambito della tutela ambientale, ma non sempre alle enunciazioni di principio fanno seguito comportamenti coerenti, soprattutto quando tali servizi non sono immediatamente percepiti da tutti.

Prendiamo come esempio i corsi d'acqua o, meglio, i bacini idrografici che sono l'ecosistema unitario di riferimento più corretto, poiché costituiti da un'asta fluviale principale, dai suoi affluenti (anche i più piccoli) e dal territorio che li comprende, cioè le pianure, le colline e i versanti montani, facendovi confluire tutta l'acqua che scende dal cielo sotto forma di pioggia, neve, grandine. Un approccio esclusivamente orientato verso lo sfruttamento delle risorse, per molti anni ci ha portato a vedere un bacino idrografico, e in particolar modo le fasce fluviali, come fornitore di: acqua da bere per uomini e animali, acqua per irrigare i campi e per trasportare merci, energia per alimentare macine e mulini, terreni da destinare al pascolo o da conquistare all'uso agricolo, legname da opera o da ardere, materiali inerti (massi, ghiaia e sabbia) per l'edilizia, selvaggina da cacciare, pesci da pescare, luoghi di svago, ecc. Come si può notare, si tratta di un elenco di carattere utilitaristico che comprende i benefici di cui ci siamo giovati, considerando come unico limite inevitabile la scarsità della risorsa.

Nei secoli, la maggiore efficienza tecnologica ha reso sempre più importante la capacità dell'uomo di trasformare l'ecosistema fluviale, al punto da consentirgli di superare i limiti di sfruttamento tollerabili dalla natura – cioè i limiti di sostenibilità ambientale o di compatibilità con gli equilibri ecologici – fino ad arrivare all'azzeramento della risorsa. Inoltre, così facendo si sono persi di vista i servizi ecosistemici meno immediatamente percepibili ma comunque fondamentali: la protezione dalle alluvioni, dalle frane, dalla siccità, la conservazione della biodiversità, l'autodepurazione delle acque, con risultati molto spesso controproducenti e talvolta devastanti.

Oggi ci sono gli strumenti e le conoscenze per evitare gli errori del passato, per cercare di riequilibrare situazioni quasi compromesse; tuttavia, parallelamente alla crescita di consapevolezza, tangibile anche a livello normativo – soprattutto dopo l'approvazione della legge sulla difesa del suolo (la legge n. 183 del 18/5/1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", con le successive modifiche e integrazioni) e l'istituzione delle Autorità di Bacino e poi di Distretto, con un approccio pianificatorio innovativo –

continuano a resistere pervicacemente convinzioni del tutto infondate sotto il profilo scientifico, ma radicate nell'immaginario collettivo.

Atteggiamenti prevenuti e un notevole bagaglio di preconcetti rendono molto difficile far comprendere come "funzionano" i corsi d'acqua, soprattutto quando si tratta di individuare servizi ecosistemici conseguenti a fenomeni che non avvengono in tempi brevi e in modo evidente ai nostri occhi:

il trasporto dei sedimenti – come ghiaia e sabbia – e del legname, dalle montagne al mare, per il ripascimento delle spiagge lungo le coste;

la modellazione del paesaggio, con quella sensazione di novità e di cambiamento incessante;

il mantenimento della biodiversità, che contraddistingue la successione degli habitat fluviali, in un continuo mix di zone umide e zone aride, dove si creano le condizioni di vita ideali per numerose specie vegetali e animali, chi in periodo riproduttivo, chi in migrazione e chi in svernamento;

l'autodepurazione delle acque, che può avvenire in modo efficace solo quando le sponde non sono cementificate e la vegetazione riparia svolge il suo naturale ruolo di fascia tampone o quando lanche, canali e stagni temporanei nelle golene (quegli spazi compresi fra la sponda del fiume e l'argine rilevato, destinate ad essere allagate in occasione delle piene) fungono da ecosistemi filtro, per le acque troppo ricche di fertilizzanti provenienti dai terreni agricoli;

la ricarica delle falde, resa possibile dalla capacità di invasare le acque di piena in aree golenali sufficientemente ampie e facilmente raggiungibili anche da eventi con tempi di ritorno piuttosto ravvicinati;

la mitigazione dei rischi alluvionali, in parte dipendente dalle stesse motivazioni appena espresse ma in parte indissolubilmente connessa al restringimento degli spazi a disposizione dei corsi d'acqua per accogliere le acque di piena, all'eccesso di escavazione dei sedimenti dagli alvei, alla sciagurata rettifica dei percorsi fluviali, al disinteresse della pubblica amministrazione verso le aree demaniali, alla costruzione di edifici in aree improprie, ecc.

Per molte delle voci elencate si possono trovare esempi di azioni virtuose, le cosiddette "buone pratiche", nei parchi e nelle riserve naturali (genericamente compresi sotto la voce "aree protette") ove gli Enti preposti alla loro gestione si sono prodigati e sono intervenuti, direttamente o indirettamente, per favorire l'aumento di potenzialità della fasce fluviali e degli stessi corsi d'acqua nel fornire gratuitamente e senza sosta favori così importanti. Una volta di più le aree protette hanno

perciò mostrato il loro ruolo di avanguardia, veri e propri "laboratori di futuro" (definizione mutuata da una mostra itinerante della Regione Piemonte) a cielo aperto, in cui sperimentare modalità di intervento da applicare anche al restante territorio, qualora se ne fosse verificata la bontà e l'efficacia.

A differenza delle aree protette poste in contesti montuosi, quelle di tipo prevalentemente fluviale sono caratterizzate da un'elevata tendenza al cambiamento morfologico, talvolta in tempi piuttosto brevi, e spesso sono collocate in contesti antropizzati, con tratti anche profondamente modificati rispetto alla loro connotazione originaria. Apparentemente una stranezza rispetto al principio ispiratore dei primi parchi nazionali, non solo in Italia, visti come luoghi in cui mantenere il più possibile inalterate le dinamiche naturali e l'elevata biodiversità già presente.

Un simile approccio funziona, però, quando siamo in presenza di aree con limitate infrastrutture e pochi insediamenti, dove l'uomo interviene, oltre che nel campo dello studio, della ricerca, della divulgazione e della fruizione, in quello della gestione faunistica (laddove strettamente necessario), con un occhio attento a vigilare sul territorio prevenire o reprimere eventuali abusi e a non rendere eccessiva la pressione turistica. Non funziona, invece, se ci poniamo l'obiettivo di salvaguardare la biodiversità presente anche nelle zone pianiziali e collinari, ma anche nei fondovalle alpini, dove i segni dell'antropizzazione sono più marcati e i corsi d'acqua hanno spesso subito trattamenti analoghi, manifestando risposte simili, magari su scala diversa. In tali contesti talvolta si ritrovano endemismi e rarità naturalistiche di importanza assoluta, come sottolineato dalle "liste rosse" che elencano le specie più esposte a rischio di riduzione, isolamento, estinzione.

Fortunatamente, a partire dagli anni Settanta del secolo scorso, soprattutto grazie alla lungimiranza e all'intuizione di alcune amministrazioni regionali (su tutte il Piemonte, la Lombardia, l'Emilia Romagna, la Toscana e il Lazio) prese il via la stagione dei parchi regionali che spostò l'attenzione anche sulle zone fino ad allora meno considerate e portò con sé, fra l'altro, l'istituzione di molte aree protette fluviali.

Nei parchi fluviali si riproponevano tutte le tematiche tradizionali, già citate in precedenza, ma alla conservazione delle emergenze naturalistico-ambientali si aggiungeva la necessità di affrontare altri argomenti, resi impellenti dalla pressione antropica cui erano sottoposte queste aree: il risanamento di aree degradate, il ripristino di habitat, la riforestazione, la ricostruzione di zone umide e altro ancora, tutte azioni che possono essere unificate sotto la voce "rinaturalizzazione". Ed

ecco, alla luce di quanto considerato finora, che emerge in tutta evidenza l'importanza di avere individuato i parchi fluviali come destinatari di questioni altrimenti affrontate poco o nulla da altri soggetti istituzionali. Ovviamente, il ragionamento fila se agli Enti-Parco sono attribuite risorse sufficienti, soprattutto in termini di personale dedicato, per assolvere a tutti i compiti assegnati.

Oggi ci si accorge che tenere da conto aspetti correlati con la cura del territorio e il rispetto delle sue componenti e dinamiche naturali, è un vantaggio anche per il benessere umano, poiché da essi deriviamo numerosi servizi di grande importanza. Ma come si può far fronte ai costi necessari?

Le esperienze vissute nelle aree protette negli ultimi decenni ci consentono di individuare alcuni percorsi "a costo zero" per le casse pubbliche locali o collegati a stanziamenti di risorse "ad hoc" provenienti in gran parte dall'Unione Europea, e i conseguenti servizi ecosistemici ottenuti (ripresi dall'elenco numerato riportato in apertura), così sintetizzabili:

interventi di mitigazione o di compensazione ambientale connessi a progetti di opere ricadenti nelle fasce fluviali o sul territorio circostante, sottoposte a procedure di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) o di Valutazione di Incidenza, a carico dei proponenti le opere stesse, orientati a favorire il cambio di destinazione dei terreni più esposti agli eventi di piena, verso usi più eco-compatibili, con la realizzazione di prati permanenti o di fasce boscate o di veri e propri boschi; (servizi ecosistemici 2, 3, 4, 5 e 6)

interventi di rinaturazione del territorio golenale, ottenuti indirizzando l'estrazione di sabbia e ghiaia, su terreni marginali per l'uso agricolo o su aree di scarso valore ambientale o degradate, verso il raggiungimento di un obiettivo specifico volto all'incremento di zone umide e alla ricostruzione degli habitat originari; (servizi ecosistemici 2, 3, 4, 5 e 6)

gestione delle aree demaniali più attenta agli abusi e più coerente con la normativa in vigore, dettata dall'Autorità di Bacino nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), evitando la "svendita" di quelle aree pubbliche ai privati; (servizi ecosistemici 3, 4 e 6)

attuazione dei Piani di Gestione dei Sedimenti delle diverse aste fluviali, redatti dall'Autorità di Bacino e dalle Regioni, in attuazione della Direttiva sulla Gestione dei Sedimenti; (servizi ecosistemici 1, 2, 4 e 6)

interventi di miglioramento ambientale e di ricostruzione o riqualificazione di habitat, tesi all'incremento della biodiversità, utilizzando le risorse derivanti dalle misure agro-ambientali contenute nei Piani di Sviluppo Rurale (PSR) regionali o appositamente destinate da

bandi europei (ad es. LIFE, INTERREG, ecc.), nazionali o regionali o da bandi di Fondazioni; (*servizi ecosistemici 3 e 4*)

interventi "non strutturali", a carico degli Enti locali (Regioni, Province e Comuni), in applicazione delle normative dettate dai Piani di Bacino, finalizzati a inserire nella pianificazione dei territori gli ecosistemi naturali (banalmente definiti anche "infrastrutture verdi"), a comprendere reti di strutture e aree progettate e gestite per proteggere l'ambiente e migliorare la qualità di vita dell'uomo (*servizi ecosistemici 2, 4 e 6*).

Fortunatamente esistono anche casi di gestione virtuosa di contesti fluviali al di fuori di parchi e riserve naturali, come nel caso del Fiume Oglio prelacuale dove, per una serie di fortunate coincidenze, si è di fatto intervenuti

come se si fosse in un'area protetta. Da qui il successo dell'operazione e la dimostrazione che i "laboratori di futuro" possono fare scuola.

Non ci resta, dunque, che seguire gli esempi ormai consolidati, le buone pratiche sperimentate in vari paesi europei ma anche in Italia, talvolta più vicino di quanto si pensi, a proposito degli argomenti trattati, se vogliamo poter fruire ancora a lungo, e magari sempre di più, dei benefici che una gestione oculata dei corsi d'acqua può riservarci.

Per riuscirci occorre, però, una crescita generalizzata del livello di consapevolezza rispetto al funzionamento dei sistemi naturali, che porti ad accorgersi dei rischi che si corrono se li si affronta come se fossero totalmente controllabili e manipolabili dall'uomo.



# Capitolo III

## Il Fiume Oglio nella storia della Valle Camonica: appunti

di Simone Signaroli  
*il leggio - società cooperativa sociale*

### 3.1 - Il Fiume Oglio e la Valle Camonica: alle origini di un discorso storico-geografico

Il Fiume Oglio attraversa la Valle Camonica e, una volta superatala, genera il lago d'Iseo e prosegue il proprio corso nella pianura, fino a confluire nel Po. Si tratta di una nozione comune, addirittura banale per chi conosce la geografia dell'Italia settentrionale. Eppure il suo tracciato è gravido di interesse per chi studia la storia di questa regione geografica.<sup>1</sup>

Da sempre l'alto corso del fiume, nel tratto a settentrione del lago, è stato interpretato come il fulcro unitario attorno al quale costruire una descrizione della Valle Camonica. Il primo testo a stampa che vada in questa direzione risale infatti ai primi decenni dopo l'introduzione della tipografia a caratteri mobili: si tratta di un passaggio della Italia illustrata dell'umanista forlivese

Biondo Flavio (1392-1463). Biondo percorre a ritroso il corso del fiume da Pisogne verso nord, enumerando i borghi più importanti e qualche affluente, fino a perdersi nella sorgente che era ignota all'autore, e viene lasciata di proposito nell'indeterminatezza quasi mitologica di un luogo inaccessibile e sconosciuto, come se si trattasse di un Nilo nelle Alpi:

«Verso nord, dove l'Oglio confluisce nel lago, si trova il borgo fortificato di Pisogne; a monte, all'altezza del torrente Grigna è collocato Bienno. Vengono poi Civitate e Breno. Dove il fiume abbia la propria sorgente è difficile da definire. Infatti, poiché dal lago Frigidolfo che si trova nelle Alpi scaturiscono due torrenti, quello a sinistra è detto pur esso Frigidolfo e confluisce nell'Oglio, ma a destra scorre il secondo, dal quale gli abitanti del luogo affermano che nasca lo stesso Oglio».<sup>2</sup>

---

1) Il presente testo fa tesoro dei saggi presenti in *Acque di Valle Camonica. Il Fiume Oglio tra Medio Evo ed età moderna*, Breno, Servizio archivistico comprensoriale di Valle Camonica, 2014, pubblicazione inserita in un progetto di ricerca cofinanziato dal Parco dell'Adamello e dalla Fondazione della Comunità Bresciana. Si vedano anche il precedente e importante *Civiltà d'acqua in Valle Camonica*, Breno, Banca di Valle Camonica, 2001.

---

2) *Biondo Flavio's Italia illustrata*, text, translation and commentary C.J. Castner, I, Binghampton 2005, p. 112: «Supra, ubi Ollius ipse lavum influit, est Pisognum castellum et, ubi torrente augetur Grinia, Buenum. Superius Civitale et Brenum. Ubi fontem habeat Ollius difficile est diffinire. Nam, quomodo a Frigidolfo lacu, qui est in Alpibus, torrentes decidant duo, qui ad sinistram est, Frigidolfum nomen retinens, Ollium influit, qui vero est ad dexteram in alium cadit torrentem, a quo Ollium habere initium incolae affirmant».



Tav. 1. Ph. Cluverius, *Italia antiqua* (1624), particolare di carta relativa alle Alpi centrali nell'età della romanizzazione.

La presenza di questo passo nell'opera di un umanista di Forlì non deve sorprendere: la Valle Camonica, tradizionalmente organizzata in una quarantina di comuni associati in una più complessa comunità relativamente indipendente, era entrata fra il 1427 e il 1428 nella Repubblica di Venezia, divenendo una delle terre del confine nord-occidentale della Terraferma, dove sarebbe rimasta quasi ininterrottamente fino al 1796; e Biondo proprio nel 1427 era stato al servizio del retto-  
 tore veneto di Brescia Pietro Loredan, assistendo da vicino alla trattativa che aveva portato all'inclusione della valle nella Serenissima.<sup>3</sup>

Nei decenni subito seguenti l'eredità di Biondo, vero fondatore della storiografia umanistica, è accolta da studiosi bresciani e veneziani tanto in opere pubblicate tipograficamente quanto in diari e resoconti rimasti a lungo manoscritti: ne sono un esempio rilevante Elia Capriolo, magistrato del Comune di Brescia autore dei *Chronica de rebus Brixianorum* (circa 1505), e il patrizio veneziano Marin Sanudo nel proprio *Itinerario per la Terraferma veneziana* (1483): il fiume assume sempre un ruolo primario nella configurazione tanto della valle quanto della pianura. Per non parlare, a un secolo di distanza, della descrizione dell'intero territorio offerta dal Catastico bresciano di Giovanni da Lezze (1610), o alle indagini antiquarie che interessano anche il sito romano della *Civitas Camunnorum* dell'olandese Phi-

lipus Cluverius nella sua ricostruzione della geografia classica dell'Italia antiqua (1624: tav. 1).<sup>4</sup>

Il Rinascimento e i secoli immediatamente seguenti, insomma, gettarono le basi di qualsiasi discorso storico-geografico sul corso del nostro fiume.<sup>5</sup>

### 3.2 - Guadi e ponti: legami di spazio e tempo

Naturalmente, la storia del rapporto tra il consorzio umano e il fiume in Valle Camonica va fatto risalire a tempi ben più antichi, rispetto al manifestarsi di una riflessione scritta su questo tema.

Un esempio al riguardo è offerto dal ruolo rivestito dagli attraversamenti del corso d'acqua, caso esemplare dell'intersezione tra la civiltà e l'elemento geografico.<sup>6</sup> È ben documentato l'interesse degli enti pubblici nella gestione dei ponti durante tutta l'età moderna, per giungere all'autentica esplosione numerica del secolo XX, quando alle tradizionali strutture in legno o pietra si aggiungono gli attraversamenti in cemento e acciaio ad uso ferroviario, stradale e infine ciclo-pedonale. Limitandoci all'età veneta, emblematico è l'impegno dei singoli comuni per mantenere costanti le linee di collegamento trasversali al corso d'acqua anche in assenza di strutture permanenti.

Per esempio il Comune di Rogno stipulò nel 1563 una convenzione per un servizio di trasporto pubblico su barca tra le due rive del fiume con il barcaiolo Francesco Celeri detto «Lichecus»; il contratto prevedeva al suo interno un dettagliato tariffario cui sarebbero stati sottoposti passeggeri e merci.<sup>7</sup>

Ma è ancora più rilevante l'impegno della comunità di valle per la manutenzione di ponti, sia di giurisdizione

4) E. Capriolo, *Chronica de rebus Brixianorum*, Brescia, Arundo Arundi [c. 1505]; M. Sanudo, *Itinerario per la Terraferma veneziana*, edizione critica e commento a cura di G.M. Varanini, Roma, Viella, 2014; Ph. Cluverius, *Italia antiqua*, Leiden, Elsevier, 1624.

5) In modo specifico per questo primo paragrafo rimando a S. Signaroli, *La Valle Camonica nella scienza antiquaria del primo Seicento*, «Aevum», 86 (2012), pp. 1071-1110.

6) Sulle intersezioni tra viabilità e fiume: *Viaggiare in Valle Camonica. Le comunicazioni stradali in una vallata alpina attraverso i secoli*, Breno, banca di Valle Camonica, 1997.

7) Il documento, nell'originale, si conserva oggi a Breno, Museo Camuno, Raccolta Putelli, pergamena 511. Si veda anche G. Maculotti, *Le vicinie di Rogno (1255-2015)*, [s.n.] 2015, pp. 47-52.

3) A. Brumana, *Schede dagli archivi bresciani: Biondo Flavio e Francesco Bracco*, «Italia medioevale e umanistica», 49 (2008), pp. 351-57.



Tav. 2. Gruppo di anatre e quadrupedi inciso su roccia a Cemmo (c. VII-VI secolo a.C.), da A. Marretta, *La roccia 12 di Seradina I* (2018).

comunitaria sia di proprietà di singoli comuni, qualora di interesse strategico per le comunicazioni commerciali com'era il caso del ponte sul Dezzo all'altezza di Corna di Darfo, che conduceva direttamente a Lovere e al territorio bergamasco. Dal 1492 al 1796, pur con diverse lacune, i verbali dei consigli della comunità contano ben 111 interventi diretti per la costruzione e manutenzione dei ponti su un totale di 250 provvedimenti, riguardanti ogni aspetto della gestione delle acque, dalla manutenzione degli argini ai rimborsi per i danni di alluvioni, dai condotti per fontane ai diritti di pesca.<sup>8</sup> Sulla stessa linea, come accennato, si può risalire a documenti molto più antichi, addirittura all'età del ferro, se è vero che una grande roccia istoriata da un complesso estremamente articolato di incisioni a Cemmo, databili al VII-VI secolo a.C., era strettamente correlata con la presenza di un guado sul fiume in corrispondenza di quello che sarebbe divenuto il ponte di San Roc-

co, come ha intuito l'editore del monumento (tav. 2).<sup>9</sup> In questo senso il fiume e le sue strutture di attraversamento possono costituire una linea di continuità che percorre l'intera storia del territorio, indipendentemente dalle fasi culturali e politiche che l'hanno popolato.

### 3.3 - L'acqua come risorsa comune: diritti collettivi e istanze particolari

In un saggio del 2014, Michele Pellegrini ha posto le basi per una seria riflessione sul ruolo dell'acqua come risorsa comune in Valle Camonica a partire dai secoli di passaggio dalla tarda antichità all'alto Medio Evo.<sup>10</sup>

8) I dati sono raccolti da I. Faiferri, *Scrivere sull'acqua. Le delibere del consiglio di Valle Camonica (1492-1796)*, in *Acque di Valle Camonica*, pp. 67-133.

9) A. Marretta, *La roccia 12 di Seradina I. Documentazione, analisi e interpretazione di un capolavoro dell'arte rupestre alpina*, Capo di Ponte, Edizioni del Parco di Seradina-Bedolina, 2018, pp. 274-76, 295-302.

10) M. Pellegrini, «*Insuper ripas fluminum Olei*». *Uomini, acque e terra tra medioevo ed età moderna*, in *Acque di Valle Camonica*, pp. 13-65.

Il percorso è problematico e accidentato, soprattutto per i secoli più risalenti, a causa della scarsità di documentazione scritta e per l'estrema fluidità del potere politico nell'Italia settentrionale: in generale ci troviamo infatti in un'epoca nella quale il potere del Regno italico, nominalmente presente, tende a delegare a privati e istituzioni (sia laiche sia ecclesiastiche) i propri diritti che non è in grado nei fatti di esercitare direttamente. Questa situazione riguarda anche il governo delle acque e si riflette, per quanto riguarda il nostro discorso, nella celebre donazione della Valle Camonica al monastero di San Martino di Tours, del 774, nella quale il sovrano Carlo Magno destina al cenobio transalpino tutti i beni pertinenti al fisco regio, afferma il documento, analogamente con quanto fatto per Sirmione sul lago di Garda. Poiché in quest'ultimo caso furono attribuiti a San Martino i diritti sul lago e sui corsi d'acqua, essi devono ritenersi implicitamente devoluti allo stesso monastero anche rispetto al Fiume Oglio per la Valle Camonica.<sup>11</sup>

Il monastero non fu però in grado di garantire una sua presenza stabile nella valle, se i successori di Carlo Magno scelsero diversi alleati, più vicini e incisivi, per trasmettere la propria autorità: nel caso della Valle Camonica il principale di questi fu il vescovo di Brescia, forse già a partire dal IX secolo.<sup>12</sup>

A secoli di distanza la forza del vescovo si faceva ancora sentire in modo sensibile, se solo si pensa agli interventi in materia anche di governo delle acque in Valle Camonica di Berardo Maggi, tra la fine del Due e l'inizio del Trecento.<sup>13</sup>

Eppure stava emergendo nel frattempo la nuova organizzazione collettiva dei comuni di valle, la cui comunità fu a partire dalla seconda metà del XII secolo progressivamente più forte, fino a poter intervenire a tutela e rivendicazione del controllo locale di risorse pubbliche. Ciò è vero per il Trecento, quando fu inviata una legazione autonoma della comunità di Valle Camonica alla corte dell'imperatore Enrico VII a Milano in funzione antibresciana, ma soprattutto nel XV secolo, in corrispondenza con l'ingresso della compagine amministrativa nella Repubblica di Venezia: fu in quel momento, per esempio, che la comunità erose

definitivamente il controllo vescovile sull'ospedale di Cividate-Malegno, conquistando per sé il diritto di nominarne gli amministratori.<sup>14</sup>

Nella stessa area, nel corso del secolo seguente, la comunità fu in grado di giocare appieno un ruolo di riferimento nell'amministrazione dell'acqua come bene collettivo, arginando le istanze di un singolo comune. Nel 1574 la collettività di Cividate realizzò una presa d'acqua poco a valle del ponte sull'Oglio (tav. 3), per alimentare alcuni mulini; ritenendo che la struttura danneggiasse la pesca, la navigazione di quel tratto di fiume e il transito delle zattere che permettevano la fluitazione del legname verso il lago, la comunità di valle intervenne facendo ripristinare la situazione precedente, a tutela degli interessi di chi viveva delle attività economiche legate al fiume, a nord e a sud della cittadina.<sup>15</sup>

Si tratta di una contesa che ha delle analogie con quella tra i pescatori di salmoni del fiume Solway in Scozia, che si trovarono nel XVIII secolo a soffrire la concorrenza della pesca «industriale» messa in atto alla foce del corso d'acqua, arrestando la risalita dei pesci verso le sorgenti, in una vicenda che è lo sfondo socio-economico del romanzo *Redgauntlet* di Walter Scott (1824), il primo grande interprete di questo tipo di conflitti nella storia della cultura occidentale.<sup>16</sup>

### 3.4 - Un territorio liquido: contese e confronti

I confronti sull'acqua non erano solo di tipo economico, ma potevano opporre anche compagini politiche che si affrontavano su una linea di confine, come avviene a sud del lago d'Iseo,<sup>17</sup> ma anche su una sorta di territorio liquido, com'è il caso della Valle Camonica, dove il fiume non fu mai un confine naturale.

Le locali liti di frontiera erano considerate dai magistrati di valle come un affare di grande importanza,

11) Pellegrini, «*Insuper ripas fluminum Olei*», pp. 15-17.

12) Pellegrini, «*Insuper ripas fluminum Olei*», p. 18.

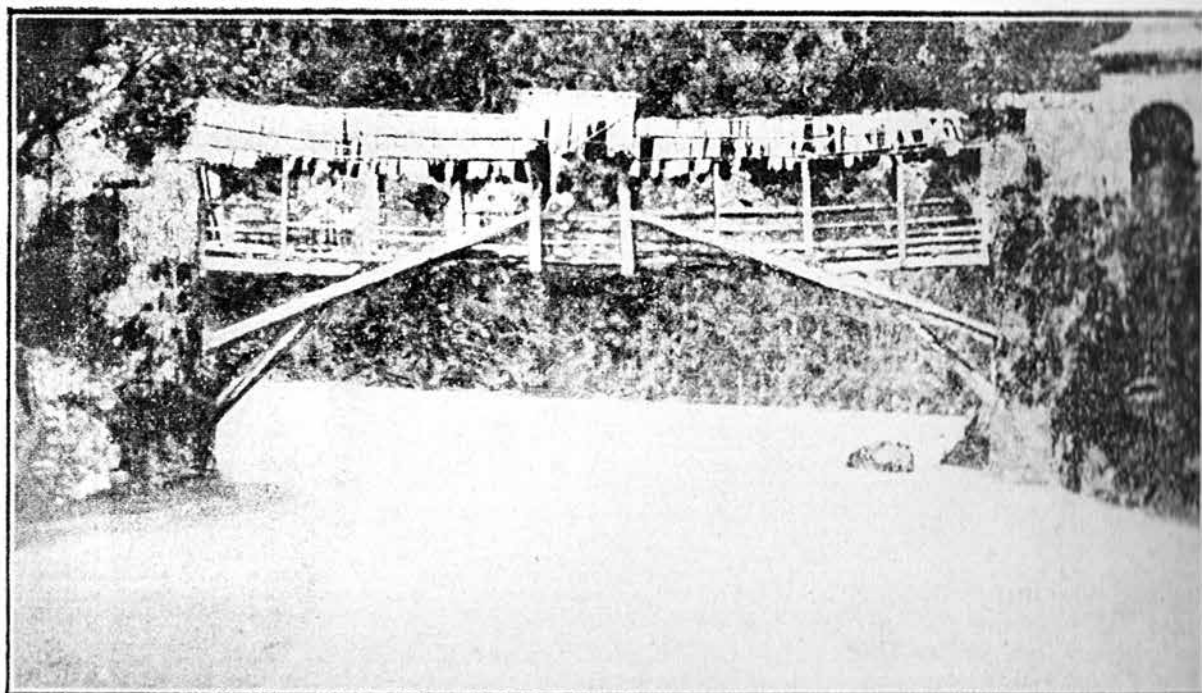
13) G. Archetti, *Berardo Maggi vescovo e signore di Brescia. Studi sulle istituzioni ecclesiastiche e sociali nella Lombardia orientale tra XIII e XIV secolo*, Brescia, Fondazione Civiltà Bresciana, 1994, in particolare pp. 296-300.

14) A. Scarpetta, *La visita pastorale di Bartolomeo Malipiero alla Valcamonica nel 1459*, «Brixia Sacra. Memorie storiche della diocesi di Brescia», III s., 18 (2013), pp. 91-211: 185.

15) *Acque di Valle Camonica*, pp. 9, 36, 69, 80-86.

16) W. Scott, *Redgauntlet*, Edinburgh, Constable, 1824.

17) Si veda in proposito il volume *Rive e rivali. Il Fiume Oglio e il suo territorio*, a cura di C. Boroni, S. Ogner, M. Pegrari, Roccafranca, La compagnia della stampa, 1999.



**Cividate:** Vecchio ponte ligneo sull'Oglio esistente certo nel 1657, probabilmente della forma medioevale e secondo i precetti che i documenti vescovili registravano nel 1234. (V. pag. 113, 114). Fu demolito il 9 luglio 1883. Fotografia *inedita*; Breno, Raccolta Putelli (fondo Vielmi).

Tav. 3. Il ponte di Cividate nella seconda metà del XIX secolo, da R. Putelli, *Intorno al castello di Breno* (1915).

da trattare a livello collettivo anche quando avrebbero dovuto coinvolgere, a rigore, un singolo comune. Per esempio nel 1656, quando il Comune di Bagolino in Val Sabbia aveva accusato il Comune di Breno «per estirpation d'un termine et taglio di paghere in contrata di Gaverò», la comunità non aveva esitato a intervenire a sostegno della vicina camuna per evitare pregiudizio «alla giurisdizione et alli nostri statuti».<sup>18</sup>

Analogamente, nel 1671 un caso, che si sarebbe detto a prima vista «di cronaca locale», ebbe la capacità di coinvolgere il gioco giurisdizionale della valle nei con-

fronti di Brescia e Bergamo, non trascurando la stessa Venezia. Nel febbraio di quell'anno fu rinvenuto nel fiume il cadavere di Giacomo Guadagni di Braone, un addetto alla fluitazione del legname.

Il cadavere era emerso vicino a Lovere, allo sbocco nel lago d'Iseo, dando luogo a una rapida serie di rivendicazioni: il podestà di Bergamo riteneva di avere l'autorità di istruire la pratica, in quanto Lovere apparteneva al proprio territorio; altrettanto faceva Brescia, nel cui distretto rientrava il lago e che esprimeva il capitano di Valle Camonica; infine, naturalmente, la Comunità di Valle Camonica, i cui deputati indirizzavano al proprio avvocato veneziano Rocco Fedeli Corniani una lettera riservata, con la quale esprimevano i propri dubbi circa la posizione bresciana e ribadivano con fermezza la titolarità di ogni giurisdizione sulle acque del fiume a nord del lago.

Le espressioni impiegate nella lettera sono particolarmente eloquenti e meritano di essere riportate per esteso:

18) Breno, Museo Camuno, Raccolta Putelli, reg. 11, f. 76r. Il provvedimento si inserisce in una contesa nata alla fine del Cinquecento, e ricostruita nelle sue linee fondamentali da O. Franzoni, *Segni di confine. Gli eventi*, Breno 1996, pp. 87-96. Per ulteriori notizie rimando a S. Signaroli, *Quando un fiume non è confine. Alcune note d'introduzione*, in *Acque di Valle Camonica*, pp. 7-11.

«Havendo noi scoperto in altre occasioni che la Città Illustrissima di Brescia ha preteso di poter comandar e dar legge circa la pescatione del nostro Fiume Oglio, che scorre per la Valcamonica, se bene in tal occasione habbia fatto retrattare simili comandi, come pure nel ponto di che si tratta della giurisditione per il cadavere che s'annegò nel Fiume Oglio et ritrovato alla ripa annessa a beni esistenti nel territorio di Lovere bergamasco (poiché, per di lei notitia, alla fine incirca di esso fiume, poco discosto dal lago, vi sono beni del sudetto territorio bergamasco).

«In questa occasione habbiamo novamente inteso che li pretesti dell'Illustrissima Città di Brescia siano perché l'Illustrissima Città sia assoluta patrona non solo del Fiume Oglio che scorre di sotto del lago, ma anche del Fiume Oglio che scorre per la Valcamonica di sopra del lago.

«Noi altresì concediamo bensì che il Fiume Oglio, che scorre per la Valcamonica, sia giurisditione del signor nostro Capitano di Valle, ma non già che l'Illustrissima Città sia patrona del Fiume Oglio, come pure le scritte che hora inviamo a Vostra Signoria Illustrissima tendono a comprobare tal verità.

«Onde svelando i nostri secreti a Vostra Signoria Illustrissima la preghiamo star allestito con la sua virtù e

prudenza a non assentire ad atti alcuni da quali potesse assumer l'Illustrissima Città di Brescia di comprobare simili loro pensieri, et in ogni caso, che scoprisse poter nascere a noi tal pregiudicio, vada scherzando e subterfuggendo con dilatione, o con altro che parerà alla prudenza di Vostra Signoria Illustrissima, alla quale replichiamo che noi intendemo che questo caso s'aspetti all'Illustrissimo nostro Capitano, come che tutti i casi simili dell'Oglio siano tutti sottoposti alla giurisditione sua, come ottenuta dal Serenissimo Principe l'anno 1440 per suoi benemeriti, ma non altrimenti. Perché l'Illustrissima Città di Brescia sia patrona del Fiume Oglio in Valcamonica, né meno vale la conseguenza: il Fiume Oglio è di giurisditione di Valcamonica, adunque l'Illustrissima Città è patrona del Fiume Oglio che scorre per la Valcamonica, et la di lei patronanza s'estende solo nel Fiume Oglio di sotto del lago.

«Tanto havemo voluto significar a Vostra Signoria Illustrissima con questa nostra contralettera per la gelosia che havemo, che con questa occasione ci potesse nascer qualche pregiudicio».<sup>19</sup>

L'acqua, come la terra, aveva un ruolo non secondario nelle rivendicazioni autonomistiche e nel confronto tra poteri locali e centrali, tra regioni montane e società urbana. E continua ad averlo tuttora.

---

19) Signaroli, *Quando un fiume non è confine*, p. 10.

## Capitolo IV

### Eventi alluvionali del Fiume Oglio in Valle Camonica

di Fabio Luino  
*IRPI - CNR Torino*

Il Fiume Oglio è il quinto fiume più lungo d'Italia: dalle sorgenti alla confluenza in Po misura circa 280 km, con un bacino idrografico di 6.649 km<sup>2</sup>. In particolare nel tratto pre-lacuale si estende per un'area di circa 1.500 km<sup>2</sup> e misura poco meno di 79 km dalla confluenza dei torrenti Narcanello-Frigidolfo (nell'abitato di Ponte di Legno) al Lago d'Iseo.

Come molte altre vallate alpine, anche la Valle Camonica è nota per aver sofferto grandi e dannose alluvioni, non solo a causa dell'azione del Fiume Oglio, ma anche di alcuni suoi tributari che talora possiedono bacini con superfici rilevanti.

#### 4.1 - La ricerca storica

La ricerca storica sulle alluvioni del Fiume Oglio è stata condotta partendo dalle collezioni presenti nell'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR di Torino (CNR IRPI): dapprima è stato consultato l'Archivio Storico, una collezione iniziata circa 50 anni fa, frutto di approfondite ricerche effettuate presso Enti pubblici operanti sul territorio (in particolare il Ministero dei Lavori Pubblici) e presso i principali archivi di Stato: si tratta solitamente di documenti inediti, conservati

in copia (Fig. 1). Successivamente è stata passata in rassegna l'emeroteca che conserva articoli di giornali a partire dal 1801. Infine, è stata consultata la vasta biblioteca che conserva testi di geomorfologia e idrologia, monografie sui diversi bacini fluviali, atti di convegni, lavori pubblicati dal Ministero dei Lavori Pubblici, ecc. Ultimata l'analisi storica all'interno dell'Istituto, è iniziata la ricerca delle sedi della ove potevano essere reperite altre documentazioni utili ai fini della ricerca. Sono state consultate online e fisicamente alcune biblioteche bresciane, in particolare la ricchissima Biblioteca Queriniana, sede di una vasta e preziosa documentazione (Fig. 2).

L'emeroteca, sezione staccata della Biblioteca Queriniana, contiene molte testate giornalistiche a tiratura nazionale e locale (circa una quindicina): le pagine dei giornali sono state microfilmate e coprono un ampio lasso di tempo. Negli articoli sono state ritrovate notizie molto utili, con informazioni puntuali, che sovente hanno consentito la validazione di dati fino ad allora incerti. Altre valide informazioni sulle piene del Fiume Oglio sono state rinvenute nella Biblioteca del Museo di Scienze Naturali di Brescia.

Successivamente si è passato in rassegna il vasto Archivio di Stato e Archivio Storico Civico di Brescia (Fig. 3). La ricerca ha consentito di raccogliere interessante materiale documentaristico (ad esempio molte relazioni



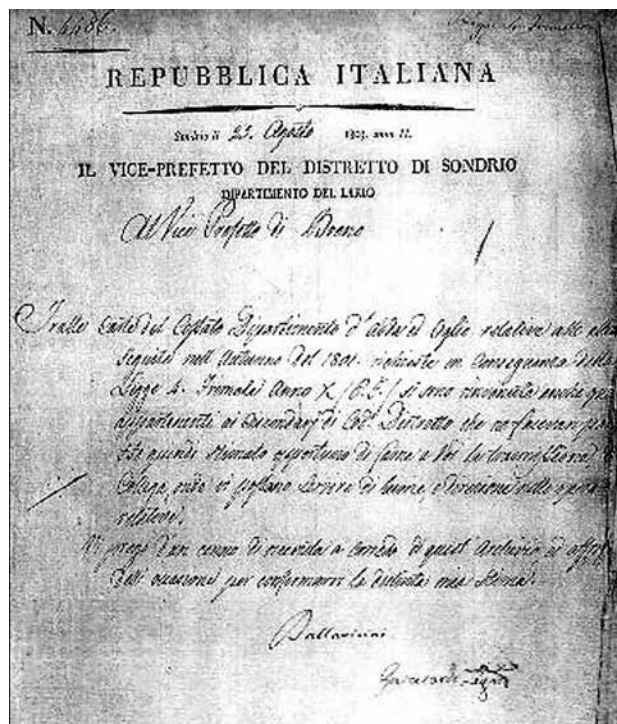
Figura 1 – A sinistra, particolare dell'Archivio Storico dell'IRPI di Torino; a destra, documento del Dipartimento del Serio inerente la piena del 20 ottobre 1812 conservato presso l'archivio.



Figura 2 – A sinistra, una sala di consultazione della Biblioteca Queriniana in Brescia; a destra, un articolo del Giornale di Brescia tratto dall'emeroteca. Esso descrive la situazione dell'Alta Valle Camonica dopo la disastrosa inondazione del settembre 1960.



Figura 3 – A sinistra, sala di consultazione dell'Archivio di Stato e Archivio Storico Civico di Brescia; a destra, uno dei documenti reperiti in tale archivio. Si tratta di un manoscritto della Repubblica Cisalpina del 1803 ove sono descritti i danni avvenuti in seguito all'inondazione del Fiume Oglio nell'autunno 1801.



del XIX secolo) redatto in lingua italiana, nonostante la Valle Camonica, in quel periodo, avesse subito differenti dominazioni straniere. È noto, infatti, che questa valle partecipò alle vicende storiche che coinvolsero tutto il Nord Italia e in particolare la Lombardia: dalla lunga dominazione della Repubblica Veneta, finita nel 1797, alla dominazione francese durante la quale la Valle Camonica fece parte della Repubblica Cisalpina. Nel 1803 fu assegnata al Dipartimento del Serio (BG): alla caduta del Regno Napoleonico (1815) la Valle Camonica entrò a far parte del Regno Lombardo-Veneto (sotto la dominazione austriaca) e dal 1861 del Regno d'Italia. Terminata la raccolta delle informazioni nelle suddette sedi è iniziata la ricerca presso gli archivi comunali del tratto pre-lacuale. Sono stati ritrovati e fotocopiati antichi manoscritti: si tratta solitamente di relazioni tecniche compilate da tecnici (agrimensori), che misuravano la superficie dei terreni alluvionati, quindi resi improduttivi, dando talvolta indicazioni anche sullo spessore del materiale depositato, sui cambiamenti planimetrici dell'alveo sul fondovalle, sui danni, ecc. Negli archivi comunali sono stati consultati anche i verbali della Giunta municipale e del Consiglio comunale con relative delibere, ma solamente a partire dal XIX secolo: sono manoscritti talora ricchi di informazioni sui danni subiti dal Comune. Interessanti rela-

zioni post-alluvione sullo stato dei ponti, delle strade e delle arginature, finalizzate alla loro ricostruzione (documentazione raccolta nelle cartelle denominate Acque e Strade, Pubblica sicurezza), sono state ritrovate e fotocopiate. Sono state successivamente passate in rassegna anche le piccole biblioteche civiche di Ponte di Legno, Vione, Edolo, Malonno, Capo di Ponte, Ceto, Breno, Civate, Camuno, e Darfo Boario, nonché le biblioteche del Parco dell'Adamello e della Comunità Montana Valle Camonica, situate in Breno. Vi sono testi di storia locale che solitamente descrivono il capoluogo e le frazioni dal punto di vista geografico e storico, talvolta anche dal punto di vista architettonico e/o urbanistico; ma all'interno vi è quasi sempre almeno un paragrafo inerente le calamità accadute nel territorio comunale (inondazioni, frane, terremoti, incendi, carestie, peste, ecc.). Sono stati anche contattati i fotografi di ogni centro abitato della valle al fine di recuperare qualche preziosa immagine di alluvioni pregresse o vecchie panoramiche utili per un confronto sulle variazioni intervenute successivamente nel contesto morfo-topografico. Di particolare interesse sono state le fotografie reperite presso alcuni fotografi professionisti (a Ponte di Legno, Edolo, Capo di Ponte e Malegno) e presso alcuni collezionisti privati. Nelle sede di Teleboario, inoltre, è stato ritrovato l'unico filmato RAI girato nei giorni

successivi la catastrofica inondazione del settembre 1960, ricco di spezzoni molto significativi, soprattutto quelli ripresi da elicottero.

## 4.2 - I risultati

La ricerca storica, ormai comunemente considerata come un indispensabile supporto allo studio delle inondazioni, ha permesso di raccogliere circa 400 segnalazioni di danni avvenuti in seguito alle piene del Fiume Oglio. Sono state ritrovate notizie a partire dal 1204, ma ovviamente quelle più antiche non possono che fornire informazioni non molto attendibili e poco precise, non indicando quasi mai con precisione l'area colpita.

A partire dal XVI secolo, invece, le informazioni sono divenute via via più dettagliate, anche se solitamente fanno riferimento a danni generici sul territorio comunale, senza indicazioni puntuali. Non si deve d'altronde

dimenticare che il fondovalle del Fiume Oglio, ancora nel Rinascimento, era costituito per lunghi tratti da una incolta e malsana palude: quindi, al fine di evitare malattie, invasioni e per sfuggire alle frequenti inondazioni del Fiume Oglio, i primi nuclei abitati erano sorti e si erano accresciuti per lo più sui versanti o al loro piede. Ma la necessità dell'approvvigionamento idrico li aveva "obbligati" talora a scelte pericolose, edificando l'abitato sui conoidi alluvionali dei tributari laterali: evitavano sì le piene dell'Oglio, ma dovevano sovente subire disastrose colate detritiche torrentizie dai tributari laterali.

Nella Tabella 1, in ordine cronologico, sono elencati gli eventi di piena esclusivamente del Fiume Oglio per i quali è stata raccolta almeno una segnalazione di danno. Compaiono anche informazioni relative alla data dell'evento (anno, mese e giorno), al comune coinvolto e le località danneggiate. Quando si ritrova la voce "territorio comunale" significa che la notizia ritrovata non riportava toponimi precisi dei luoghi colpiti. È anche bene sottolineare come alcuni toponimi siano scomparsi, altri mutati nel tempo.

Tabella 1 - Elenco cronologico delle piene con danni avvenute lungo l'asta del Fiume Oglio pre-lacuale, in base alla documentazione storica reperita (periodo 1501-2018).

ANNO	MESE O STAGIONE	GIORNO/I	COMUNE E LOCALITÀ COLPITA
1506	autunno		Darfo Boario T. (territorio comunale)
1521			Vione (fucine di Stadolina)
1534			Edolo (abitato)
1536	ottobre	27-29	Braone (abitato)
1540			Cividate Camuno (piana lungo Oglio)
1544			Esine (territorio comunale)
1614	ottobre	25	Territori comunali di Ponte di Legno, Vione, Vezza d'Oglio, Incudine, Edolo, Sonico, Malonno, Cedegolo, Ceto, Braone, Breno, Cividate Camuno, Esine, Darfo Boario T.
1615	agosto	15	Territori comunali di Braone, Breno, Cividate Camuno, Esine, Darfo Boario T.
1644	agosto	31	Esine (territorio comunale)
1659	settembre		Berzo Demo (abitato di Demo)
1676	maggio	30	Darfo Boario T. (abitato)
1707	ottobre		Capo di Ponte (abitato)
1738	ottobre/novembre	18/10-primi di novembre	Ponte di Legno (territorio comunale), Temù (territorio comunale), Vione (territorio comunale), Vezza d'Oglio (ponte di Davena), Incudine (territorio comunale), Edolo (territorio comunale), Sonico (territorio comunale), Malonno (territorio comunale), Cedegolo (territorio comunale), Breno (territorio comunale), Cividate Camuno (abitato), Esine (territorio comunale)
1739	dicembre	5-6	Ponte di Legno (territorio comunale), Temù (territorio comunale), Vione (territorio comunale), Vezza d'Oglio (territorio comunale), Incudine (territorio comunale), Edolo (territorio comunale), Sonico (territorio comunale), Malonno (territorio comunale), Ceto (territorio comunale), Braone (territorio comunale), Breno (territorio comunale), Cividate Camuno (territorio comunale), Esine (territorio comunale), Darfo Boario T. (abitato)
1745	settembre	2	Breno (abitato)

1757	agosto	30/8-1/9	<b>Ponte di Legno</b> (territorio comunale e Poia), <b>Temù</b> (territorio comunale), <b>Vione</b> (territorio comunale), <b>Veza d'Oglio</b> (territorio comunale), <b>Incudine</b> (territorio comunale), <b>Edolo</b> (territorio comunale), <b>Malonno</b> (territorio comunale), <b>Cedegolo</b> (territorio comunale), <b>Braone</b> (Strada Valeriana), <b>Breno</b> (territorio comunale), <b>Cividate Camuno</b> (abitato)
1758	luglio	22	<b>Berzo Demo</b> (territorio comunale), <b>Braone</b> (territorio comunale)
1761	ottobre	17	<b>Vione</b> (ponte di Stadolina)
1769	luglio		<b>Berzo Demo</b> (Piani di S. Zanone e Saletto), <b>Cividate Camuno</b> (Boveno, vecchio ponte in pietra sul F. Oglio), <b>Darfo Boario T.</b> (Contrada Attola, Montecchio)
1780	ottobre	4	<b>Cedegolo</b> (territorio comunale)
1789	autunno		<b>Sonico</b> (ponte di Dazza), <b>Capo di Ponte</b> (abitato)
1801	dicembre		<b>Ponte di Legno</b> (Sozzine, Poia), <b>Temù</b> (Pontagna, ponte della Fucina), <b>Vione</b> (ponte di Stadolina, strada tra Stadolina e il ponte), <b>Veza d'Oglio</b> (territorio comunale, Vaiana, Fontanacce e ponte di Davena), <b>Incudine</b> (territorio comunale), <b>Edolo</b> (territorio comunale)
1808	maggio		<b>Vione</b> (ponte sull'Oglio), <b>Darfo Boario T.</b> (territorio comunale)
1810	maggio (?)		<b>Darfo Boario T.</b> (Bessimo-nuova strada)
1812	ottobre	20	<b>Edolo</b> (territorio comunale), <b>Capo di Ponte</b> (territorio comunale)
1829	settembre	19	<b>Edolo</b> (Regia strada di Valcamonica presso località Rincolungo), <b>Sonico</b> (fra l'abitato e ponte Dazza), <b>Capo di Ponte</b> (Prati di Scianica), <b>Braone</b> (Brendibusio), <b>Cividate Camuno</b> (territorio comunale), <b>Darfo Boario T.</b> (ponte)
1836			<b>Edolo</b> (territorio comunale)
1837	giugno		<b>Capo di Ponte</b> (Str. Regia tra il Ponte di San Rocco e la piazza di Capo di Ponte)
1838	agosto	23	<b>Vione</b> (Regia strada di Valle Camonica nei pressi di Stadolina)
1839	settembre	2	<b>Temù</b> (Pontagna), <b>Vione</b> (ponte di Stadolina), <b>Incudine</b> (Fucina Gregorini), <b>Edolo</b> (Mu - sponda sx del F. Oglio), <b>Sonico</b> (abitato lungo l'Oglio, a valle del ponte di Dazza)
1844	giugno		<b>Vione</b> (ponte di Stadolina)
1845	agosto	fine	<b>Sonico</b> (loc. scoglio di Dazza), <b>Darfo Boario T.</b> (fra le località Rogno e Corna)
1846	maggio	15-17	<b>Capo di Ponte</b> (a monte del ponte di San Rocco), <b>Cividate Camuno</b> (Prateria di Cividate, nei pressi di Cogno)
1848	luglio		<b>Vione</b> (Ponte di Stadolina), <b>Edolo</b> (Regia Strada di Val Camonica tra Edolo e il Ponte San Brizio)
1850	agosto	14-15	<b>Vione</b> (Ponte di Stadolina)
1852	ottobre	4	<b>Vione</b> (territorio comunale), <b>Cividate Camuno</b> (territorio comunale)
1852	novembre	15-18	<b>Esine</b> (ponte)
1853	luglio	15	<b>Vione</b> (ponte di Stadolina)
1862	settembre	5	<b>Ceto</b> (Badetto), <b>Esine</b> (ponte in loc. Ceppata), <b>Darfo Boario T.</b> (territorio comunale)
1872	ottobre	6	<b>Ceto</b> (km 94 della SS 42 del Tonale)
1873	luglio	27	<b>Veza d'Oglio</b> (territorio comunale)
1878			<b>Vione</b> (territorio comunale), <b>Veza d'Oglio</b> (territorio comunale)
1879	giugno	19-20	<b>Darfo Boario T.</b> (Isola, Attola, Casino Boario)
1882	settembre	15-18	<b>Ponte di Legno</b> (territorio comunale), <b>Temù</b> (territorio comunale, Pontagna), <b>Edolo</b> (territorio comunale), <b>Capo di Ponte</b> (abitato), <b>Breno</b> (ponte della Madonna), <b>Esine</b> (nei pressi di Cogno), <b>Darfo Boario T.</b> (campagna di Darfo tra Bessimo ed Erbanno, sponda sx del F. Oglio presso Darfo, Montecchio, Attola grande)
1885	agosto	9-10	<b>Vione</b> (Stadolina di sotto, ponte Strada Nazionale a sud di Vione, Contrada Vallaro)
1887	giugno	2-3	<b>Darfo Boario T.</b> (Piazza del Porto, Montecchio)
1888	luglio	6-8	<b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio abitato)
1888	settembre	9-10	<b>Veza d'Oglio</b> (ponte Davena), <b>Esine</b> (ponte in loc. Ceppata), <b>Darfo Boario T.</b> (Casino Boario, piazza di Montecchio abitato)
1888	settembre	II <sup>a</sup> decade	<b>Darfo Boario T.</b> (a monte di Montecchio)

1888	ottobre	3-4	<b>Ponte di Legno</b> (Contrada S. Campello, S. Apollonia), <b>Vione</b> (ponte di Stadolina), <b>Veza d'Oglio</b> (Ponte Davena), <b>Edolo</b> (ponte della Strada Nazionale per Mu), <b>Sonico</b> (territorio comunale), <b>Malonno</b> (Strada Nazionale del Tonale), <b>Breno</b> (Calchera, Bosche, Calameto), <b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio abitato)
1889	ottobre	29	<b>Breno</b> (strade comunali), <b>Darfo Boario T.</b> (territorio comunale)
1890			<b>Esine</b> (Territorio comunale)
1892			<b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio e dintorni)
1900	agosto		<b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio)
1901	giugno	15	<b>Ponte di Legno</b> (nei pressi di Zoanno-San Campello), <b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio)
1906	novembre	7-8	<b>Malonno</b> (territorio comunale), <b>Capo di Ponte</b> (abitato), <b>Darfo Boario T.</b> (abitato, Casino Boario, Corna, Montecchio, Bessimo)
1911	agosto	21-23	<b>Ponte di Legno</b> (S. Apollonia, Precasaglio, Zoanno, Strada Nazionale del Tonale), <b>Temù</b> (Ponte della Fučina), <b>Incudine</b> (abitato, case presso la "Trattoria della Catterina"), <b>Edolo</b> (ponte ferroviario)
1914	agosto	16	<b>Darfo Boario T.</b> (Casino Boario)
1922			<b>Ponte di Legno</b> (Sozzine)
1926	maggio	16	<b>Cividate Camuno</b> (casello ferroviario, Prada e Boleno), <b>Darfo Boario T.</b> (abitato, chiesa di Montecchio, Attola, Bessimo, Via Albera, Via Manifatture)
1926	novembre	1-2	<b>Darfo Boario T.</b> (Via Manifatture, Stabilimenti del cotonificio, cabina elettrica di Attola)
1927	settembre	25	<b>Vione</b> (Strada Stadolina bassa), <b>Cedegolo</b> (Strada nazionale tra km 82 e 85), <b>Darfo Boario T.</b> (abitato)
1927	novembre	10	<b>Breno</b> (sponda sinistra tra Breno e Losine), <b>Esine</b> (pianura), <b>Darfo Boario T.</b> (abitato, Casino Boario, Montecchio, Fraz. Corna - Stab. Ledoga)
1928	ottobre	22	<b>Darfo Boario T.</b> (abitato, chiesa di Montecchio, Cotonificio Turati)
1928	novembre	1-3	<b>Darfo Boario T.</b> (abitato)
1931	ottobre	26	<b>Darfo Boario T.</b> (Via Manifatture)
1933	giugno	27	<b>Darfo Boario T.</b> (Casino Boario)
1933	ottobre	8-9	<b>Temù</b> (Centrale Enel), <b>Vione</b> (Ponte sull'Oglio, Gerù, a Sud di Cortaiolo), <b>Cividate Camuno</b> (Boleno, Lungoglio), <b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio)
1935	ottobre	3-5	<b>Ponte di Legno</b> (abitato, Sozzine, Ponte Sgaria, Cida)
1937	settembre	21-23	<b>Darfo Boario T.</b> (Montecchio)
1939	luglio	9-10 e 13	<b>Capo di Ponte</b> (Campivo)
1940	agosto	14	<b>Ponte di Legno</b> (confluenza T. Frigidolfo-T. Narcanello)
1942	settembre	27	<b>Ponte di Legno</b> (Via IV Novembre, Cida), <b>Vione</b> (Stadolina, segheria comunale)
1947	settembre	25-26	<b>Esine</b> (Saletti)
1948	settembre	4	<b>Ponte di Legno</b> (Cida, Via IV novembre)
1949	ottobre	24	<b>Darfo Boario T.</b> (strada Attola Grande)
1952	ottobre	25-26	<b>Cedegolo</b> (abitato), <b>Capo di Ponte</b> (abitato), <b>Ceto</b> (Isola e Badetto), <b>Breno</b> (Calameto), <b>Cividate Camuno</b> (abitato), <b>Esine</b> (Contrada Toroselle), <b>Darfo Boario T.</b> (Attola Grande, Bessimo Superiore, sponda sinistra a Montecchio)
1953	ottobre	16-17	<b>Darfo Boario T.</b> (territorio comunale)
1954	agosto	22	<b>Darfo Boario T.</b> (territorio comunale)

1960	settembre	16-17	<b>Ponte di Legno</b> (abitato, Sozzine, sponda sinistra T. Narcanello in loc. Cida, ponte Cida, Strada di Val Sozzine, ponte Sgaria, zona ponte di Poia, ponte dei Buoi), <b>Temù</b> (territorio comunale), <b>Vezza d'Oglio</b> (Vaiana, Davena, Fontanacce, a valle del ponte di Davena, Sottocroce, Nazet, a valle della confluenza con la Val Grande in sponda destra, ponte sull'Oglio di via Stella), <b>Incudine</b> (territorio comunale), <b>Edolo</b> (abitato, Via Ramus, Via Gelpi, SS n. 42), <b>Sonico</b> (Paissone, loc. Mollo, via Nazionale, zona Ditta Pasquini), <b>Malonno</b> (piana di Malonno, ponte delle Capre, ponte di Lorengo), <b>Berzo Demo</b> (Forno Allione, SS n.42 tra km 103,7 e km 104, S. Zanone), <b>Cedegolo</b> (abitato, Via Roma, Via Nazionale), <b>Capo di Ponte</b> (abitato, Via Parolari, Morandini, Seradina, ponte in ferro per Cemmo, Abitato, Via Italia, Strada comunale del Convento, Campivo, strada comunale Prada), <b>Ceto</b> (loc. Isola, Badetto), <b>Braone</b> (tratto di SS 42 tra Brendibusio e Badetto, zona tra Brendibusio e Gisole), <b>Breno</b> (Follo, presso il ponte Minerva, Spinera, Calameto, Bosche, Balote, Rana, Contrada Saletto, sponda sx c/o passerella pedonale), <b>Cividate Camuno</b> (zona ponte su F. Oglio, piazza del paese e Lungoglio, La Prada), <b>Esine</b> (Plemo, Sacca, Contrada Toroselle, SS presso ponte), <b>Darfo Boario T.</b> (Corna - Stab. Ledoga, Stab. Olcese, Attola Grande, Angone, Corna Rosse, Bessimo Superiore, impianto termale, Via Manifatture, asilo di Boario Terme, Chiesa di Boario Terme, sponda sinistra a Montecchio, chiesa di Darfo, Via Roccole, via M. d'Azeglio, Via Saletti, via Quarteroni, Corna - Via Lepetit, Montecchio - Via Giusti, Darfo - Via Ronchi, Darfo - Pzza Beveratore, Boario - Via Valeriana, Darfo - Via S. Cristoforo, Darfo - Via Ghezza, Darfo - Via Albera)
1960	ottobre	1	<b>Darfo Boario T.</b> (Bessimo superiore)
1963	novembre	5	<b>Capo di Ponte</b> (territorio comunale), <b>Esine</b> (territorio comunale)
1965	settembre	2-3	<b>Ponte di Legno</b> (ponte su Viale Venezia, Cida, zona a valle del ponte di Cida)
1966	novembre	3-5	<b>Ponte di Legno</b> (territorio comunale), <b>Temù</b> (Pontagna), <b>Sonico</b> (Via Nazionale), <b>Cividate Camuno</b> (Arca, Mazera, Canselone)
1976	settembre	13-14	<b>Cividate Camuno</b> (Prada)
1976	ottobre	2-3	<b>Cedegolo</b> (territorio comunale), <b>Capo di Ponte</b> (Ponte di ferro per Cemmo), <b>Ceto</b> (Fornaci), <b>Breno</b> (Calameto), <b>Cividate Camuno</b> (Prada, Borgo Olcese, Via Roma, Viale Vannia), <b>Esine</b> (territorio comunale), <b>Darfo Boario T.</b> (Bessimo, Montecchio)
1985	agosto	5-6	<b>Temù</b> (Pontagna, loc. Fucine)
1987	luglio	18-19	<b>Ponte di Legno</b> (territorio), <b>Temù</b> (Pontagna, loc. Fontane), <b>Veza d'Oglio</b> (Ponte Davena), <b>Sonico</b> (Greano), <b>Breno</b> (Calameto)
1987	agosto	23-25	<b>Ponte di Legno</b> (abitato), <b>Temù</b> (Pontagna), <b>Veza d'Oglio</b> (Casot), <b>Incudine</b> (territorio comunale),
1987	settembre	26-30	<b>Temù</b> (Pontagna)
1991	settembre	30	<b>Darfo Boario T.</b> (Bessimo - ponte sulla variante alla S.S. 42 del Tonale)
1993	ottobre	3-5	<b>Temù</b> (territorio comunale), <b>Veza d'Oglio</b> (abitato), <b>Berzo Demo</b> (S. Zanone c/o carrozzeria Toretto), <b>Braone</b> (Gisole), <b>Cividate Camuno</b> (a valle del canale Selm), <b>Darfo Boario T.</b> (Via Manifatture, sottopasso Terme)
1996	novembre	14-16	<b>Darfo Boario T.</b> (abitato)
1997	giugno	27	<b>Darfo Boario T.</b> (territorio comunale)
2013	ottobre	23	<b>Sonico</b> (loc. Mollo)
2018	novembre	28-30	<b>Malonno</b> (piana lungo Oglio), <b>Berzo Demo</b> (Forno Allione), <b>Ceto</b> (territorio comunale), <b>Braone</b> (territorio comunale), <b>Cividate Camuno</b> (centralina), <b>Esine</b> (presso Plemo, a monte della confluenza con il T. Resio)

### 4.3 - Considerazioni sui dati storici raccolti

Anche ad un occhio poco avvezzo alla lettura di dati storici, appare evidente come alcune inondazioni del Fiume Oglio pre-lacuale abbiano "toccato" solo alcuni territori comunali o abitati.

È doveroso sottolineare che nella ricostruzione storica degli eventi, molte sono le variabili in gioco, sia naturali, sia legate proprio alla ricerca storica. In oltre 500 anni di analisi gli eventi più gravi hanno colpito la quasi totalità del fondovalle, in particolare quello del settembre 1960, molto ben impresso nella memoria dei più anziani.

La maggior parte di quelli elencati nella tabella prece-



Figura 4 - Il centro di Capo di Ponte allagato il 26 ottobre 1952 (Archivio CNR IRPI Torino).

dente hanno colpito solo alcune zone: talora solo la parte alta della vallata (ad esempio: dicembre 1801, settembre 1839, agosto 1911, agosto 1987), alle volte solo la parte bassa (ad esempio: agosto 1615, novembre 1927, ottobre 1952) (Fig. 4). La piena di un corso d'acqua d'altronde può nascere in testata ed esaurirsi dopo un certo percorso (primo caso), oppure il corso d'acqua può progressivamente aumentare la propria portata ed iniziare ad esondare da un certo tratto di valle in poi. Questa "zonazione" potrebbe essere stata quindi condizionata dallo sviluppo dell'evento idrometeorologico stesso.

Differente è quando l'evento di piena con esondazione ha colpito solo alcuni territori comunali a "macchia di leopardo", come accadde nel luglio 1769, nel settembre 1829, nell'ottobre 1933 o nel novembre 1963. In questi casi la spiegazione, come si accennava in precedenza, potrebbe essere dovuta principalmente alla mancanza di dati storici: i documenti inerenti questi eventi potrebbero essere andati perduti negli archivi comunali dei centri abitati ubicati fra due o più paesi effettivamente colpiti. Pare difficile, infatti, pensare che se la piena dell'Oglio del 1829 abbia colpito i territori di Edolo, Sonico, Capo di Ponte, Braone, Civate Camuno e Darfo Boario Terme, non abbia anche solo marginalmente coinvolto i territori posti in mezzo, vale a dire Malonno, Cedegolo, Ceto, Breno ed Esine. È anche vero che il corso d'acqua possiede dei "punti deboli", ripetutamente colpiti nell'arco degli anni: interventi mirati in questi tratti potrebbero aver scongiurato l'esondazione in qualche territorio comunale.

Infine vi sono esondazioni che sono avvenute in uno o al massimo due comuni, anche distanti fra loro. In questi casi si può ipotizzare che l'evento idrometeorologico si sia concentrato su alcuni bacini laterali e la piena improvvisa del tributario abbia creato qualche problema di origine idraulica sul fondovalle dell'Oglio. La Valle Camonica è d'altronde ricca di torrenti laterali che negli ultimi 10.000 anni, vale a dire più o meno dalla fine dell'ultima glaciazione, hanno creato poderosi conoidi alluvionali con apporti solido-liquidi proprio durante questi eventi di colata detritico-torrentizia. L'ultimo caso eclatante è stato quello del T. Rabbia, avvenuto il 27 luglio 2012: il suo deposito ha colmato il fondovalle dell'Oglio, creando un lago effimero e una buona parte della sua miscela solido-liquida ha proseguito verso la piana di Malonno. Ma questo evento, come molti altri dei torrenti laterali, non fanno parte della Tabella 1 che comprende solo le piene del Fiume Oglio.

In base ai dati raccolti, gli eventi di piena del Fiume Oglio che hanno provocato danni in Valle Camonica risultano in totale 96 nell'arco di poco più di 500 anni

(mediamente uno ogni 5 anni e due mesi). Il numero è sensibilmente aumentato con il passare degli anni: da 6 eventi del XVI secolo, a 40 del XX secolo (Fig. 5). Tale fatto è dovuto principalmente a tre fattori: il primo riguarda la perdita dei documenti storici (trasferimenti, incendi, inondazioni, furti, ecc.) che non permette di avere una visione omogenea su un arco di cinque secoli; il secondo concerne l'incremento delle fonti d'informazione che ha permesso di raccogliere molti più dati soprattutto a partire dalla metà del XIX secolo; il terzo è determinato dall'aumento della pressione antropica sul fondovalle, con conseguente maggiore probabilità di coinvolgimento di zone urbanizzate durante le inondazioni (Figg. 6, 7, 8).

Prendendo in considerazione esclusivamente gli 85 eventi alluvionali precisamente datati (almeno anno e mese di accadimento), è emerso come la loro distribuzione sia concentrata nel periodo autunnale (57,6%). I mesi di ottobre (22 casi)(Fig. 9) e settembre (18) sono quelli in cui si è manifestata una maggior frequenza di piene (Fig. 10); segue il mese di agosto, nel quale si sono riscontrati 14 eventi originatisi nella maggior parte dei casi da violente piene torrentizie di alcuni tributari (ad esempio l'evento del 21-23 agosto 1911). Il territorio comunale di Darfo Boario risulta di gran lunga il più colpito dalle piene del Fiume Oglio (43 eventi con 88 segnalazioni), a causa della sua posizione (chiusura della valle) e della sua estensione areale (Fig. 11). Seguono i comuni di Vione, Ponte di Legno e Civate Camuno. Il primo è ubicato sul versante destro, elevato di oltre 250 m rispetto al fondovalle, ma la sua frazione Stadolina, e in particolare la zona di Stadolina

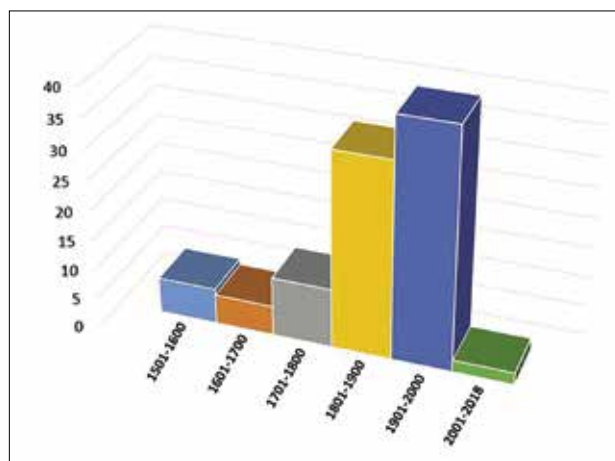


Figura 5 – Distribuzione secolare delle piene con danni nel bacino del Fiume Oglio pre-lacuale (periodo 1501-2018).

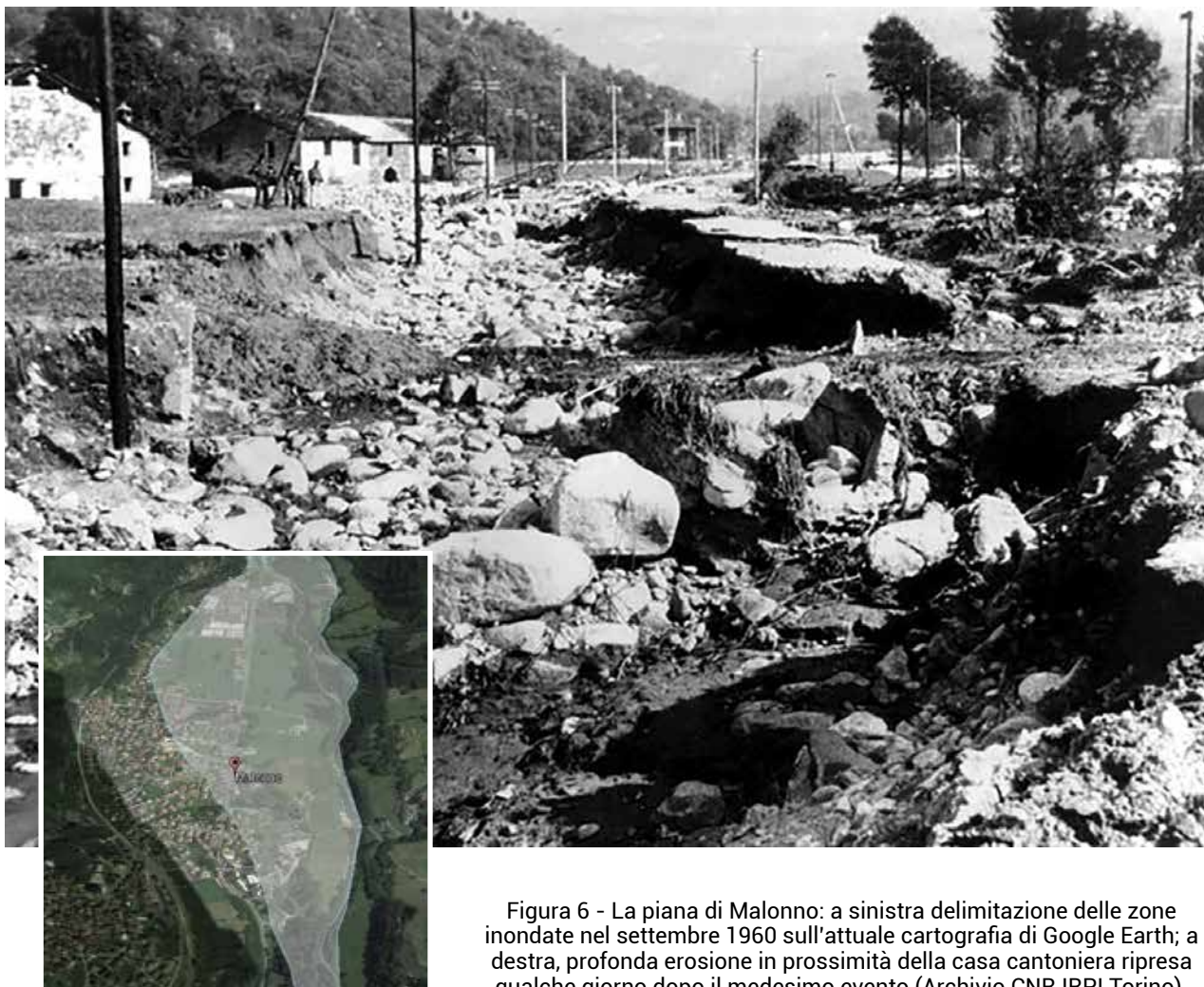


Figura 6 - La piana di Malonno: a sinistra delimitazione delle zone inondate nel settembre 1960 sull'attuale cartografia di Google Earth; a destra, profonda erosione in prossimità della casa cantoniera ripresa qualche giorno dopo il medesimo evento (Archivio CNR IRPI Torino).



Figura 7 - Capo di Ponte: a sinistra, 16 settembre 1960. In questa rara ed importante fotografia il F. Oglio sta esondando in Via Italia: l'acqua supererà il metro d'altezza nelle vie cittadine, provocando anche il crollo di alcune abitazioni e l'asportazione di ampie parti del manto stradale. A destra: situazione attuale. Il muro d'argine negli anni successivi l'evento del 1960 venne rialzato di circa 60 cm (freccia blu) (Archivio CNR IRPI Torino).



Figura 8 – Inondazione del 16-17 settembre 1960: Darfo Boario Terme completamente allagato ripreso dalla loc. Luine. A mala pena si distingue l'alveo del Fiume Oglio, evidenziato dalla freccia. Si noti, sulla sinistra della fotografia, il caratteristico tetto della Chiesa di Santa Maria delle Nevi, ultimata alcuni anni prima (Archivio CNR IRPI Torino).



Figura 9 - Il 24 ottobre 2013 una piena del Fiume Oglio erose circa 70 m della SS42 fra Sonico e Malonno, in loc. Mollo, isolando l'alta valle (Foto Zaina G.).

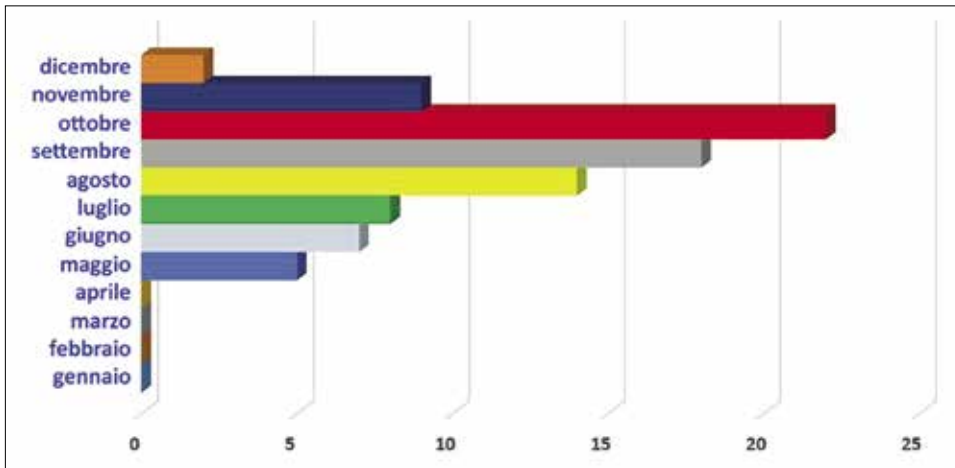


Figura 10 - Distribuzione mensile delle 85 piene, precisamente datate, che hanno provocato danni lungo l'asta del Fiume Oglio in Valle Camonica (1501-2018).

bassa (ponte, segheria, fucina), è ubicata sulle sponde del Fiume Oglio: per tale vicinanza è risultata spesso coinvolta da episodi alluvionali (13 segnalazioni). In base al numero di territori comunali colpiti e al numero di segnalazioni raccolte, è stato possibile classificare gli eventi alluvionali in differenti "livelli di criticità" (Fig. 12). Tale criterio non tiene conto, quindi, dell'entità dei danni provocati, in quanto essi risultano molto difficili da quantificare, soprattutto a distanza di molti anni. Il primo livello comprende l'evento alluvionale del settembre 1960, non paragonabile ai precedenti e ai successivi in termini di segnalazioni ed areale colpito:

88 segnalazioni distribuite in 16 territori comunali su 17 esaminati (non si sono ritrovati documenti per Vione). Al secondo livello di criticità appartengono quattro eventi alluvionali, tutti avvenuti prima del 1800: hanno coinvolto un numero di territori comunali variabile da 11 a 14, con un numero di segnalazioni compreso tra 12 e 14. Nel terzo livello ricadono cinque eventi di piena che hanno interessato fra 6 e 8 territori comunali, con un numero di segnalazioni variabili fra 10 e 12. Ad un quarto livello appartengono 9 eventi alluvionali che si sono manifestati in 4-6 territori comunali ed hanno avuto 3-7 segnalazioni.

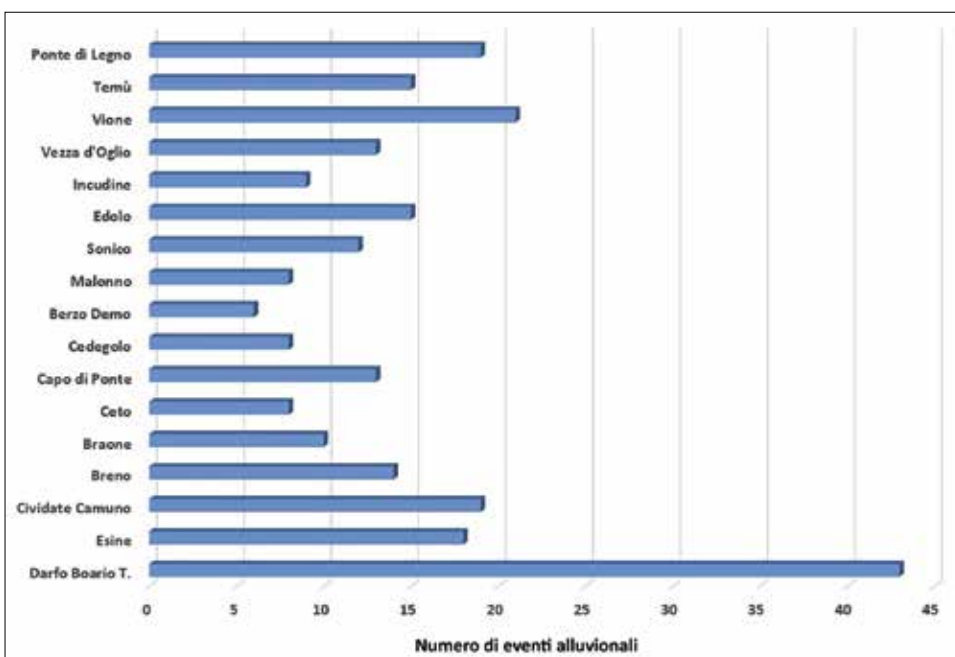


Figura 11 - Territori comunali di fondovalle della Valle Camonica coinvolti da eventi di piena con danni del Fiume Oglio dal 1501 ad oggi.

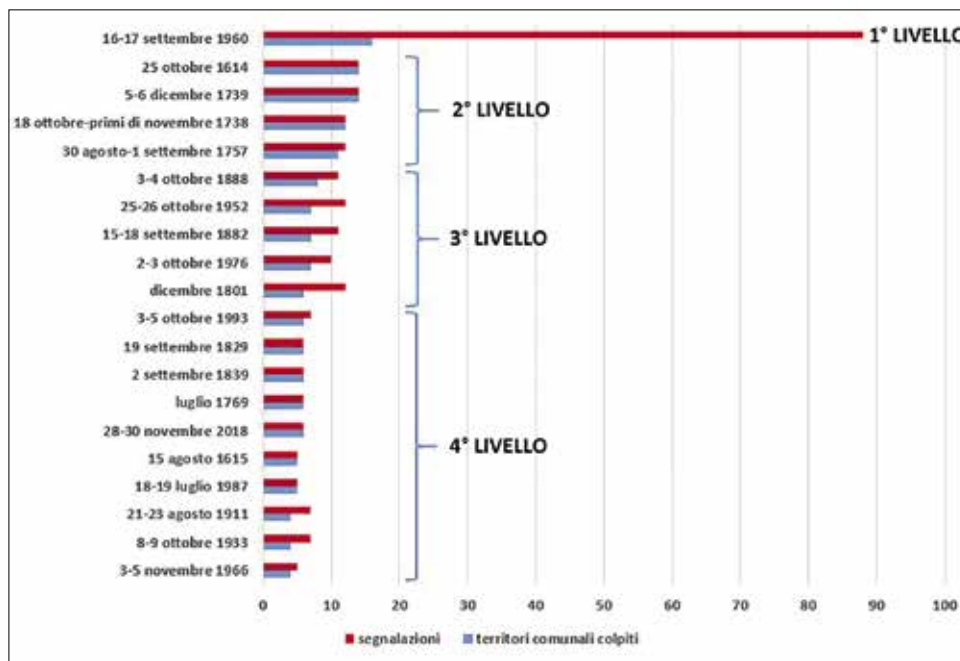


Figura 12 – Classificazione dei più gravi eventi di piena che hanno provocato danni dal 1501 ad oggi lungo l'asta del Fiume Oglio: la loro valutazione è avvenuta in funzione del numero di segnalazioni raccolte e in base al numero di territori comunali colpiti. Oltre a questi 4 livelli ve n'è un quinto ed ultimo livello che comprende i restanti 76 eventi alluvionali che hanno colpito meno di 4 territori comunali e per i quali si sono ritrovate meno di 3 segnalazioni.

## 4.4 - Quale futuro?

In questi anni si sente parlare molto di cambiamenti climatici in atto: vi sono scienziati che non ne sono ancora convinti totalmente, affermando che siamo di fronte ad un'alternanza ciclica normale già avvenuta in passato. Altri che, invece, sostengono che si sia già oltre il "punto di non ritorno", con un riscaldamento globale non solo dovuto a cause naturali, ma accelerato dall'intensa attività antropica e dall'impatto che questa ha sul clima a causa dell'immissione in atmosfera di grandi quantità di sostanze inquinanti. E quindi la ciclicità non sarebbe più la stessa, ma sarebbe inevitabilmente inficiata da nuovi fattori.

Alcuni studiosi affermano che "piova meno, ma peggio", nel senso che la quantità di precipitazioni sia in diminuzione, ma spalmata su meno giorni piovosi nell'arco dell'anno. In questo modo spiegherebbero quei violenti nubifragi che sembrano essere sempre più frequenti in questi ultimi anni (la Liguria ne ha subiti diversi). Come evolverà il clima nei prossimi decenni? Tante sono le ipotesi, ma nessuno ha certezze.

La storia ci viene sicuramente in aiuto. Nelle pagine precedenti abbiamo potuto leggere informazioni sulle numerose inondazioni che sono avvenute in Valle Camonica. E nei prossimi decenni che cosa ci aspetterà? Sia chiaro che i fenomeni alluvionali colpiranno ancora le nostre vallate e quindi anche la Valle Camonica: le

inondazioni, d'altronde, fanno parte del ciclo della vita e sono legate alle piogge in primis e poi anche ad altri fattori. Verranno probabilmente colpiti nuovamente i "punti deboli" della vallata, vale a dire quei luoghi frequentemente inondati in passato proprio per specifiche caratteristiche morfologiche del corso d'acqua e della vallata. Tutto ciò nonostante l'attenzione prestata dalle amministrazioni locali e dai cittadini stessi: d'altronde analizzando la storia delle piene di un corso d'acqua si può notare come i tratti fluviali ove sono avvenute le esondazioni e le zone su cui le acque si sono espanse siano quasi sempre le stesse. L'analisi storica dimostra anche che quando sono state colpite aree che mai prima erano state inondate, nella maggior parte dei casi ciò è stato provocato dalla presenza di nuove opere antropiche che hanno modificato il territorio e la sua naturale evoluzione.

Come prepararsi quindi ad un futuro incerto? Come convivere con il rischio presente nelle nostre aree? Che cosa dobbiamo conoscere della zona nella quale viviamo?

Senza accennare ai classici interventi sistematori lungo il corso d'acqua (scogliere, pennelli, risagomature, ecc.) che spesso vediamo, mi soffermerei su altri aspetti che ritengo molto importanti.

Innanzitutto, dovrà essere attuata una corretta pianificazione territoriale, vale a dire la fine dell'urbanizzazione incontrollata che tanto ha contraddistinto la nostra



Figura 13 – Ponte di Legno, Via Ettore Calvelli. Sulla sponda destra del Fiume Oglio, a pochi metri dal corso d'acqua, sono state realizzate villette a schiera con garage in sotterranea. Un innalzamento anche solo 50-60 cm del livello delle acque comporterebbe il riempimento dei garage (la cui rampa di ingresso sembra un chiaro invito..), con evidenti gravi danni per le autovetture dei proprietari e magari anche vittime.

penisola a partire dalla metà degli anni '50 del secolo scorso. Non si dovrà più edificare nelle zone non idonee da un punto di vista geo-idrologico, perché in questo modo non si fa altro che aumentare il rischio. Costruire una casa nuova a pochi metri da un corso d'acqua (Fig. 13), su un conoide alluvionale, ai piedi di una ripida parete rocciosa è sempre un azzardo: Madre Natura fa il suo corso e le conseguenze non ricadono quasi mai su chi ha autorizzato la costruzione dell'immobile, ma su chi lo ha comprato, sovente senza conoscere il rischio. Così come la copertura di un tratto di un corso d'acqua: spesso, con lo scopo di creare nuovi parcheggi, aree turistiche, magari un parco giochi, vengono tombati, cioè ricoperti, interi settori di un torrente. Ma tutti i nodi vengono al pettine e primo o poi la portata del torrente non defluirà al di sotto della copertura, ma a fianco e sopra di essa con danni gravissimi e magari anche vittime.

Purtroppo, nonostante le leggi vigenti, ancora ogni giorno si rilevano interventi sconsiderati dettati dal puro interesse economico di pochi a scapito dell'intera comunità. Fino a quando continueranno queste azioni pensate e realizzate da personaggi equivoci non potremo imboccare la giusta strada per una corretta pianificazione territoriale, che costituisce l'azione più idonea di riduzione del rischio a medio-lungo termine. Un secondo aspetto importante, che possiamo considerare come "intervento passivo", dovrà riguardare una rete di monitoraggio strumentale, creata ad hoc, a seconda dei processi geo-idrologici da affrontare. Le piene dell'Oglio non potranno essere evitate, ma

dovranno essere monitorate, vale a dire seguite in diretta mediante strumentazioni utili a misurare le precipitazioni e il conseguente incremento della portata del corso d'acqua principale in maniera tale da poter dare utili informazioni rapidamente a chiunque in caso di pericolo imminente. Tale aspetto è già ben gestito dall'Amministrazione Regionale, dalla cui rete i Comuni attingono informazioni in tempo reale. In caso di piena imminente una ormai ben organizzata Protezione Civile è in grado di dislocare sul territorio personale preparato che ha il compito soprattutto di far rispettare i divieti e le buone norme comportamentali (tipo vietare l'attraversamento di ponti esposti a rischio). Un caso particolare concerne i torrenti laterali (prevalentemente di competenza comunale), pericolosissimi soprattutto in estate (in concomitanza della massima affluenza turistica), a causa delle piene improvvise che sono sempre accompagnate da ingente trasporto solido. Gli affluenti laterali dovranno essere tenuti sotto osservazione mediante apposite centraline (magari dotate anche di videocamera) ubicate in una zona idonea ben al di sopra dell'apice del conoide in modo tale da poter azionare allarmi sonori e luminosi e prendere le opportune precauzioni (come ad esempio è stato fatto per il Torrente Rabbia): talora anche solo qualche decina di secondi possono essere fondamentali per mettersi in salvo. Per giungere a ciò la tecnologia sarà un mezzo fondamentale: il cellulare, oggetto dal quale ormai non ci separiamo mai, potrà essere il mezzo che avvertirà la popolazione presente nell'area coperta dalla cella telefonica del pericolo imminente mediante opportuni

messaggi. Tale soluzione è già ampiamente utilizzata in paesi tecnologicamente più avanzati e meglio organizzati dell'Italia.

Un terzo punto dovrà riguardare l'informazione e la comunicazione alla popolazione.

Gli abitanti delle zone a rischio spesso non conoscono a fondo il proprio territorio e di conseguenza la propria condizione. Le amministrazioni comunali, mediante l'aiuto di tecnici preparati (soprattutto geologi, ingegneri e forestali), debbono organizzare incontri con la popolazione. Essa deve sapere che convive con un pericolo che può tramutarsi facilmente in rischio qualora coinvolgesse la loro proprietà. La diffusione delle conoscenze con tutti i mezzi da parte di tecnici preparati appare come un passo fondamentale che riveste grande importanza per la prevenzione del rischio. Una maggiore consapevolezza del rischio presente sul proprio territorio favorisce il rispetto delle norme e dei vincoli, portando tutti a prendere decisioni informate su dove costruire, acquistare beni immobili o terreni

e dove localizzare nuove attività economiche. Questa attività di sensibilizzazione, volta alla conoscenza dei rischi e alle azioni preventive da attuare in caso di necessità, appare un passo strategico importantissimo. L'ultimo punto, come diretta conseguenza del precedente, dovrà riguardare le esercitazioni della popolazione. Sovente si muore per ignoranza del fenomeno: molti sono stati gli eventi nei quali un minimo di preparazione da parte della popolazione avrebbe consentito di evitare le vittime. Come già avviene da anni in alcuni paesi stranieri maggiormente evoluti (il Giappone, per esempio), sotto il coordinamento della Protezione Civile, sarà necessario organizzare delle simulazioni di eventi geo-idrologici: dopo aver adeguatamente istruito la popolazione, anche mediante norme di autoprotezione, sarà importante constatare se il messaggio sia stato ben recepito e se ognuno sappia come comportarsi nella fase parossistica del processo. È in gioco la vita di ogni singolo abitante e la protezione dell'individuo appare come il bene più importante da salvaguardare.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGOSTONI S., CERIANI M., DE ANDREA S., LAFFI R. (1992): "Carta del censimento dei dissesti della Regione Lombardia. Foglio Breno". A cura del CNR-GNDICI, Regione Lombardia e Università degli Studi di Milano, 5 tavole alla scala 1:25.000.
- ALIFRACO G., BOTTI C., CLERICI A., GIUGGIOLINI A., MANZINELLO T., MOGGIO P., PEREGO S. & TAGLIAVINI S. (1987): "Studio geomorfologico, idrogeologico, forestale ed idraulico del torrente Ogliolo di Monno". Convenzione tra l'Istituto di Geologia dell'Università di Parma e l'Amministrazione Provinciale di Brescia. Ed. Vannini, Brescia, 126 pp.
- AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BRESCIA (1967): "Piano generale di bonifica montana dell'alto bacino del Fiume Ogliolo". Ed. Geroldi, Brescia, 391 pp.
- ANGELINI G. (1929): "Le sistemazioni idraulico-forestali in Provincia di Brescia e la bonifica integrale". In «L'Alpe», 2, p. 79-84.
- BENDOTTI A. (a cura di) (1984): "L'acqua, la morte, la memoria. Il disastro del Gleno". Biblioteca comunale di Vilminore di Scalve, 43 pp.
- BERGALLI M. (1954): "Le alluvioni del Sebino dell'anno 1953". In «Rassegna dei Lavori Pubblici», I, Roma, p. 25-30.
- BERRUTI G. (1983): "Geomorfologia delle Valli di Pezzo, Viso, delle Messi e Canè (Alpi Bresciane a N della Linea del Tonale)". Monografia di «Natura Bresciana», n. 5, 96 pp.
- BERRUTI G. (1998): "Levandosi i fiumi sopra le rive". Ed. Grafo, Brescia, 142 pp.
- BIANCHI A., BONI A., CALLEGARI E., CASATI P., CASSINIS G., COMIZZOLI G., DAL PIAZ GB., DESIO A., GIUSEPPETTI G., MARTINA E., PASSERI L.D., SASSI F.P., ZANETTIN B. & ZIRPOLI G. (1971): "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Foglio 34 - BRENO". Nuova Tecnica Grafica, Roma, 134 pp.
- BRESCIANI C. (1923): "Come avvenne la rovina". In «Illustrazione Camuna», 20, n. 12, p. 10-12.
- BUIZZA G. (1955): "La regolazione del Lago d'Iseo". In «Atti dell'VIII Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani», Politecnico di Milano, 29-30-31 ottobre/1-2 novembre 1955, Tip. De Silvestri, Milano, p. 193-201.
- CARLESCHI G. (1988): "La situazione idrogeologica in Valcamonica". In «L'Aviolo», annuario della sezione di Edolo del CAI, p. 53-64.
- CAVARA O. (1923): "Il racconto dei testimoni". In «Illustrazione Camuna», 20, n. 12, p. 8-10.
- CERCHIA F. (1994): "Andamento della piena del fiume Po e affluenti nel circondario idraulico di Mantova e Brescia (23 settembre-19 ottobre 1993)". 140 pp.
- CERIANI M. & CARELLI M. (1999): "Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891-1990)". Relazione + 3 carte alla scala 1:250.000.
- COMANDINI A. (1902-1907): "L'Italia nei cento anni del secolo XIX, (1801-1900), giorno per giorno illustrata, 1826-1849". Ed. Vallardi, Milano, 1760 pp.
- CONTI G.P. (1989): "Ancora su Cedegolo come terra di alluvioni". In «Il Mulino», periodico della Biblioteca Comunale di Cedegolo, suppl. a «Mille voci» n. 7, p. 7-8.
- COZZAGLIO A. (1893): "Conoidi e bradisismi in Valle Camonica". Bollettino del CAI, Torino, 12, n. 11-12, p. 361-364, p. 394-395.
- COZZAGLIO A. (1895): "Paesaggi di Val Camonica".

- Impressioni e studi". Ed. Pavoni, Brescia, p. 30-37, 43-52, 141-144, 161-166.
- D'ALESSIO D. (1986): "Geologia e geomorfologia". In «Metodologie di analisi della marginalità nei territori della Valle Camonica» a cura di M. Polelli, CNR Prog. Finalizzato IPRA e Comunità Montana di Valle Camonica, p. 131-137.
  - DESIO A. (1943): "Bibliografia geologica lombarda". Vol. 1, Tip. Grassi, Lecco, 317 pp.
  - ERTANI L. (1996): "La valle Camonica attraverso la storia". A cura della Provincia di Brescia, 349 pp.
  - FRANZONI O. (1988): "Per castigo di Dio". Note per una mappa storica delle calamità in Valle Camonica (sec XIII-XIX), in «Quaderni camuni», 43, p. 195-244.
  - FRANZONI O. (1988): "Un purgatorio chiamato Valle Camonica". In «Cento 3», 2, p. 44-48.
  - GIANDOTTI M. (1945): "Alcune considerazioni idrologiche sull'Oglio prelacuale e sul Lago d'Iseo". In «Giornale del Genio Civile», p. 231-251.
  - GREPPI M. (1986): "Dinamica fluviale". In «Metodologie di analisi della marginalità nei territori della Valle Camonica», a cura di M. Polelli, CNR Prog. Finalizzato IPRA e Comunità Montana di Valle Camonica, p. 105-130.
  - GUELFI G.B. (1929): "Alluvione a Breno nel 1801". In «Illustrazione Camuna e Sebina», 26, n. 4, p. 23-24.
  - ISMES (1989): "Mappe di rischio idraulico di Adda, Brembo ed Oglio". Relazione e mappe allegare alla scala 1:2000-1:10.000.
  - LUINO F. (2002): "Identificazione delle aree soggette ad inondazione lungo l'asta del Fiume Oglio in Val Camonica". Atti del Convegno "Montagna e dissesto idrogeologico in Val Camonica", Darfo Boario Terme, 9 novembre 2002, p. 34-42.
  - LUINO F., BELLONI A., PADOVAN N. in collaboration with BASSI M., BOSSUTO P. & FASSI P. (2002): "Historical and geomorphological analysis as a research tool for the identification of flood-prone zones and its role in the revision of town planning: the Oglio basin (Valcamonica-Northern Italy). 9<sup>th</sup> Congress of the IAEG, Durban (South Africa), 16-20 September 2002, p. 191-200.
  - LUINO F., BASSI M., BOSSUTO P., FASSI P., BELLONI A. & PADOVAN N. (2002): "Individuazione a fini urbanistici delle zone potenzialmente inondabili. Ricerca storica e analisi geomorfologia. Fiume Oglio-Valcamonica". Quaderni Regionali di Ricerca n. 22 dell'I-ReR – Istituto Regionale di Ricerca della Lombardia, 80 pp.
  - MAIRONI DA PONTE G. (1803): "Osservazioni del Dipartimento del Serio". Tip. Da Alessandro Natali, Bergamo. Seconda edizione con aggiunta, ristampa 1990, Ed. Forni, Sala Bolognese, 410 pp.
  - MANZINELLO T., CASSIO G. & GABRIELI A. (1986): "Carta idrografica dell'alto bacino del Fiume Oglio; scala 1:50.000". Com. Montana Valle Camonica, Servizio Bonifica Montana, Breno.
  - MINISTERO LL. PP. (1881): "Relazione sui servizi idraulici pel biennio 1879-80". Presentata dal Ministro dei Lavori Pubblici Baccharini nella tornata 17 novembre 1881 alla Camera dei Deputati, Tip. Eredi Botta, Roma, 381 pp.
  - MINISTERO LL. PP. – Consiglio Superiore delle Acque (1924): "La diga del serbatoio sul torrente Gleno. Cenni illustrativi". In «Annali delle utilizzazioni delle acque», fasc. I, p. 67-68.
  - MINISTERO LL.PP. – Ufficio Idrografico del Po di Parma (1932): "Livellazioni di precisione per il rilievo dei corsi d'acqua. Oglio, Sarca, Mincio". Pubb. n.12 dell'Uff. Idrog. Del Po, fasc. 5, Roma.
  - MINISTERO LL.PP. (1939): "Statistica delle aree dei bacini idrografici: Oglio – Lago di Iseo – Cherio – Mella – Chiese". Vol. VII, parte I, Ist. Poligrafico dello Stato, Roma, p. 2-44 + tavole.
  - MINISTERO LL. PP. – Magistrato per il Po (1992): "Piano di bacino del Fiume Oglio: fase conoscitiva". L. 53/82.
  - PEDERSOLI G.S. (1973): "Il disastro del Gleno con documenti ed illustrazioni". Ed. Bibl. Civica "Manara Valgimigli" di Vilminore, Bergamo, 254 pp.
  - PEDERSOLI G.S. (1992): "La lunga alluvione (1960): cronaca e storia dopo trent'anni". Ed. Toroselle, Esine, 287 pp.
  - PREVITALI F., D'ALESSIO D., GALLI A. & TOSI L. (1992): "I suoli, i paesaggi fisici, il dissesto idrogeologico in Val Camonica e in Val di Scalve (Alpi Meridionali)". Cartografie in scala 1:100.000. Monografia di "Natura Bresciana", n. 17, Tip. F.lli Geroldi, Brescia, 75 pp.
  - PROVINCIA DI BRESCIA (1985): "Studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente". Brescia, 259 pp.
  - PROVINCIA DI BRESCIA & ISTITUTO DI GEOLOGIA DI PARMA (1987): "Studio geomorfologico, idrogeologico, forestale ed idraulico del T. Ogliolo di Monno". Brescia, 126 pp.
  - RAFFA U. (1961): "Le portate di piena probabili degli affluenti del Po". In «Annali Ideologici – parte II» a cura del Ministero LL.PP., Servizio Idrografico, Roma.
  - ROVERI E. (1961): "I conoidi attivi della Bassa Valle Camonica". In «Asfalti Bitumi Catrami», n. 6., p.477-488.
  - SCHIAVINATO G. (1948): "Studi geologici sulla regione compresa fra Ponte di Legno, Passo del Tonale e Passo di Gavia in alta Val Camonica. I scisti del Tonale". Acc. Naz. Lincei, Rend. Sc. Fis. Nat., vol. IV, fasc. 6, serie VIII, Roma.
  - SINA A. (1907): "L'inondazione del 1634 a Prestine di Valcamonica". Tip. Camuna, Breno, 19 pp.
  - TAGLIAVINI S. (1986): "Problematiche e zone di rischio geomorfologico e idrogeologico". In: Piano Territoriale della Comunità Montana Valle Camonica, Breno, p. 127-141.
  - TOSANA C. (1930): "Studio sul regime del Fiume Oglio nel tratto fra Cividate Camuno ed il Lago d'Iseo, in rapporto alle inondazioni di Erbanno, Esine, Boario e Darfo in Valle Camonica Prov. Di Brescia". Tipografia Camuna, Breno, 7 pp.
  - ZANINI E., SUSMEL L., AGOSTINI D., CERVATO A., FREGONI M., ROVERI E., GIOIA V. (1967): "Piano generale di Bonifica Montana dell'alto bacino dell'Oglio". Relazione e n. 5 carte tecniche: carta delle zone fitoclimatiche e precipitazione media annua, carta geolitologica, carta dei popolamenti attuali e della loro attitudine a miglioramento od a trasformazione, carta della viabilità dell'irrigazione e dei servizi, carta idrografica. Amministrazione Provinciale di Brescia, Tipo-lito F.lli Geroldi, Brescia, 392 pp.

# Capitolo V

## La qualità delle acque del Fiume Oglio

di Valeria Marchesi, Massimo Paleari e Laura Tremolada  
ARPA Lombardia

### 5.1 - Introduzione

ARPA Lombardia effettua il monitoraggio della qualità delle acque superficiali (fiumi e laghi) e sotterranee dal punto di vista ambientale in maniera sistematica sull'intero territorio regionale dal 2001 svolgendo in particolare azioni di programmazione e gestione del monitoraggio quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee, secondo le scadenze previste negli strumenti di pianificazione e mediante la Rete regionale di monitoraggio, effettuazione di sopralluoghi, misure e campionamenti, analisi degli elementi chimico-fisici e chimici e degli elementi biologici, proposta alla Regione di classificazione dello stato delle acque superficiali e sotterranee, pianificazione e realizzazione di monitoraggi d'indagine e di progetti relativi a problematiche o specificità territoriali, verifiche ed espressione di pareri nell'ambito di Piani di Monitoraggio Ambientale delle Grandi Opere e di VIA e VAS.

ARPA Lombardia ha contribuito nel 2010 alla predisposizione, con le altre Regioni ed Agenzie del bacino del fiume Po e nel 2015 all'aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po, strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le misure finalizzate a garantire la corretta utilizzazione delle acque ed il perseguimento degli scopi e degli obiettivi ambientali

stabiliti dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA). Ha inoltre contribuito alla stesura del Piano di Tutela delle Acque (PTA) che la Regione Lombardia ha individuato come strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità delle acque (Deliberazione n. 6990 del 31 luglio 2017)

Il presente documento contiene l'aggiornamento sullo stato di qualità dei corsi d'acqua ricadenti nel bacino idrografico del Fiume Oglio prelacuale a conclusione del triennio di monitoraggio 2014-2016 e una sintesi della sua evoluzione temporale.

### 5.2 - Monitoraggio e classificazione dello stato di qualità dei corsi d'acqua

Con l'entrata in vigore del D.Lgs.152/06 (recepimento della DIR 2000/60/CE, Direttiva Quadro Acque) e sulla base dei successivi Decreti Ministeriali (DM 131/08, DM 56/09, DM 260/2010 relativi alla caratterizzazione, il monitoraggio e la classificazione dei corpi idrici superficiali) adottati ai sensi dell'art. 17 del Decreto stesso, sono sensibilmente variati i precedenti criteri di impostazione del monitoraggio dei corsi d'acqua.

La DQA prevede un maggior numero di elementi biologici da monitorare ai quali fanno da supporto, oltre i parametri chimico-fisici e chimici, anche quelli idromorfologici, combinati in uno processo di classificazione che dipende dal contesto geografico naturale cui i corsi d'acqua appartengono.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua questo processo richiede, da un lato l'individuazione dei differenti tipi fluviali presenti all'interno di ciascuna Idroecoregione<sup>1</sup> in cui è suddiviso il territorio lombardo (5 Idroecoregioni - HER) e dall'altro la definizione delle condizioni di riferimento tipo-specifiche, che rappresentano uno stato corrispondente a condizioni indisturbate o con disturbi antropici molto lievi.

All'interno dei tipi fluviali sono stati individuati i Corpi Idrici, che costituiscono gli elementi distinti e significativi a cui fare riferimento per riportare e accertare la conformità con gli obiettivi ambientali. I criteri per l'identificazione dei Corpi Idrici tengono conto principalmente delle differenze dello stato di qualità, delle pressioni esistenti sul territorio e dell'estensione delle aree protette presenti.

Il processo di tipizzazione dei corsi d'acqua in Lombardia ha portato all'individuazione di 39 tipi fluviali a cui sono assegnati 458 tratti di acque correnti naturali. A seguito di tali attività in Regione Lombardia sono, allo stato attuale, identificati 679 Corpi Idrici fluviali di cui:

- 662 appartenenti al distretto del fiume Po;
- 12 appartenenti al distretto delle Alpi Orientali;
- 5 appartenenti ai bacini transfrontalieri (bacini dei fiumi Inn e Reno).

Sulla base delle informazioni sulle attività antropiche presenti nel bacino idrografico, sulle pressioni da esse provocate e sugli impatti prodotti, è stato possibile pervenire ad una previsione circa la capacità di ciascun Corpo Idrico di raggiungere o meno, nei tempi previsti

1) Definizione dei tipi fluviali secondo il D.M. 131/2008: Il primo passo per la tipizzazione dei corpi Idrici è consistito nella definizione delle Idro-Ecoregioni presenti nel bacino secondo il metodo proposto da CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts): per Idro-Ecoregioni si intendono quelle ampie aree territoriali all'interno delle quali la variabilità delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche è limitata. Il secondo passo è consistito nel riconoscimento dei tipi fluviali presenti all'interno di ogni Idro-Ecoregione; l'individuazione delle tipologie ha utilizzato semplici descrittori fra cui: origine, distanza dalla sorgente e influenza del bacino a monte per i corsi d'acqua perenni; persistenza e morfologia dell'alveo per i corsi d'acqua temporanei.

dalla normativa, gli obiettivi di qualità e suddividerli ai fini del monitoraggio nelle seguenti classi di rischio: Corpi Idrici a rischio, Corpi Idrici non a rischio, Corpi Idrici probabilmente a rischio.

Per ogni classe di rischio è prevista una diversa tipologia di monitoraggio:

il monitoraggio operativo - relativo ai Corpi idrici "a rischio" - realizzato per stabilire lo stato dei corpi idrici identificati "a rischio" di non soddisfare gli obiettivi ambientali, valutare qualsiasi variazione dello stato di tali corpi idrici risultante dai programmi di misure, classificare i corpi idrici;

il monitoraggio di sorveglianza - relativo ai Corpi idrici "non a rischio" e "probabilmente a rischio" - realizzato per la progettazione efficace ed effettiva dei futuri programmi di monitoraggio, la valutazione delle variazioni a lungo termine di origine naturale, la valutazione delle variazioni a lungo termine risultanti da una diffusa attività di origine antropica, per tenere sotto osservazione l'evoluzione dello stato ecologico dei siti di riferimento, per classificare i corpi idrici.

È inoltre previsto un monitoraggio di indagine qualora siano sconosciute le ragioni di eventuali superamenti, o quando il monitoraggio di sorveglianza indichi il probabile rischio di non raggiungere gli obiettivi e il monitoraggio operativo non sia ancora stato definito; o, ancora, per valutare l'ampiezza e gli impatti di un inquinamento accidentale.

Il primo ciclo triennale di monitoraggio operativo è stato avviato da ARPA Lombardia nel 2009 e si è concluso nel 2011. Il secondo ciclo triennale è iniziato nel 2012 ed è terminato nel 2014, anno in cui si è chiuso anche il primo ciclo sessennale del monitoraggio di sorveglianza 2009-2014, in tempo utile per la revisione del Piano di Gestione del distretto idrografico Padano 2015. Il secondo ciclo sessennale di monitoraggio copre il periodo 2014-2019, periodo in cui sono stati individuati due cicli di monitoraggio operativo 2014-2016 e 2017-2019.

Il DM 260/2010 specifica inoltre le frequenze di campionamento nell'arco del periodo di monitoraggio, diversificate per i vari elementi di qualità. Il ciclo del monitoraggio di sorveglianza dura almeno sei anni, mentre la durata di quello operativo è triennale.

Lo Stato di un Corpo Idrico superficiale è determinato dal valore più basso tra il suo Stato Ecologico e il suo Stato Chimico.

### 5.3 - Stato Ecologico

Lo Stato Ecologico è stabilito in base alla classe più bassa relativa agli elementi biologici (macrobenthos, macrofite, fitobenthos, fauna ittica) agli elementi chi-

mico-fisici a sostegno (indice LIMeco) e agli elementi chimici a sostegno. Le classi di Stato Ecologico sono cinque: ELEVATO (blu), BUONO (verde), SUFFICIENTE (giallo), SCARSO (arancione), CATTIVO (rosso).

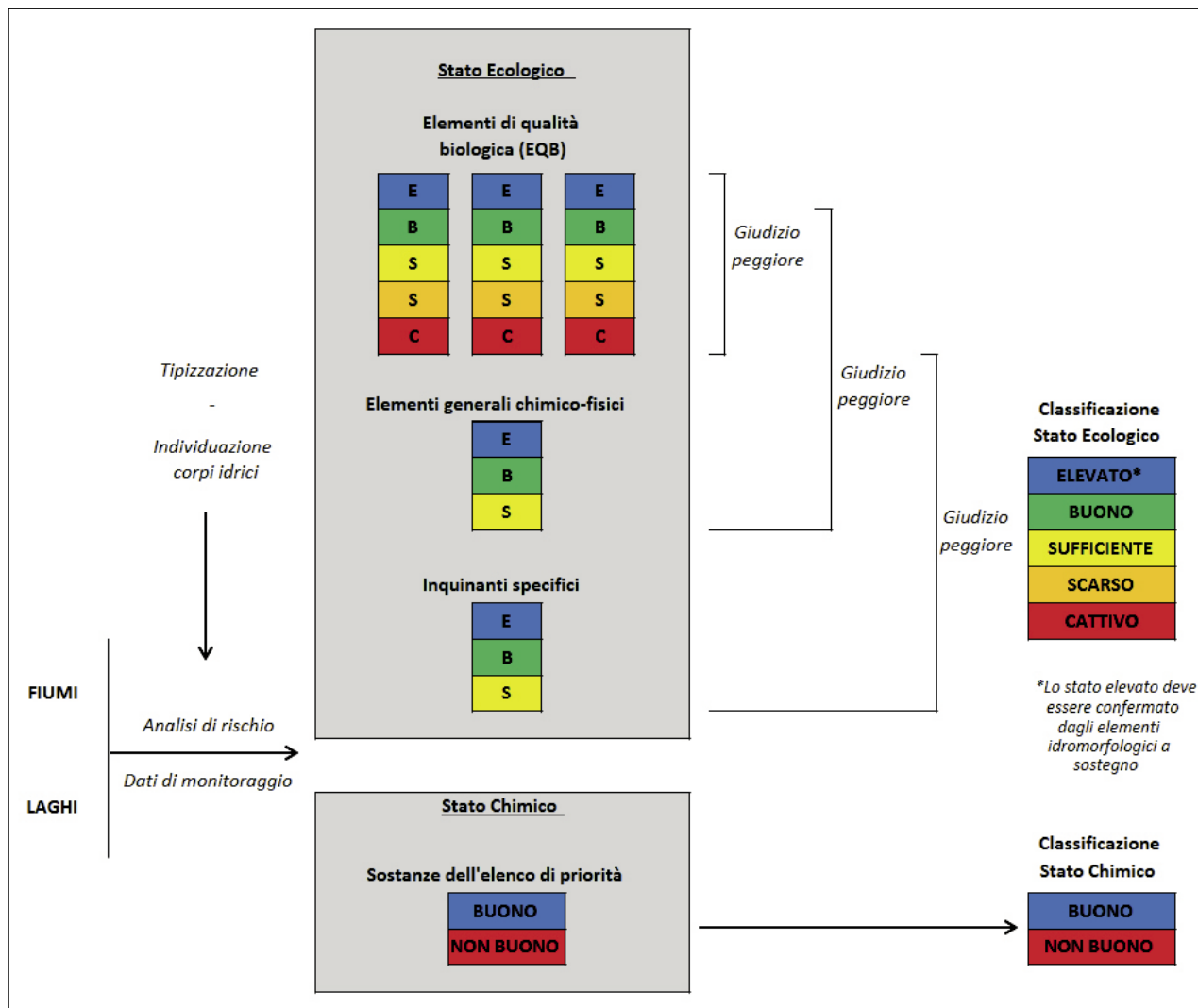


Fig. 1: Schema generale per la classificazione dello stato delle acque superficiali.

Gli elementi biologici utilizzati ai fini della classificazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua sono le macrofite, le diatomee, i macroinvertebrati bentonici e la fauna ittica.

EQB	Metodo di classificazione	Descrizione
Macrofite	IBMR - Indice Biologique Macrophytique en Rivière	L'indice IBMR è finalizzato alla valutazione dello stato trofico inteso in termini di intensità di produzione primaria.
Diatomee	ICMi - Indice Multimetrico di Intercalibrazione	L'indice ICMi si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS) e sull'Indice Trofico (TI).
Macroinvertebrati bentonici	Sistema MacrOper	Il sistema MacrOper è basato sul calcolo dell'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi). La classificazione dei fiumi molto grandi e/o non accessibili si ottiene dalla combinazione dei valori RQE ottenuti per gli indici STAR_ICMi e MTS (Mayfly Total Score).
Fauna ittica	ISECI - Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche	L'indice ISECI si basa sulla presenza e la condizione biologica (classi di età e consistenza demografica) delle specie indigene, sulla presenza di ibridi, di specie aliene e di specie endemiche.

Tab. 1: Elementi di qualità biologica (EQB) e metodi di classificazione dello Stato Ecologico per i corsi d'acqua

Gli elementi generali chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici da utilizzare ai fini della classificazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua sono i nutrienti e l'ossigeno disciolto. Per una migliore interpretazione del dato biologico, ma non per la classificazione, si tiene conto anche di temperatura, pH, alcalinità e conducibilità.

Elemento	Parametro	Indice	Descrizione
Ossigeno disciolto	100-OD% saturazione	LIM <sub>eco</sub>	Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo Stato Ecologico. Il LIM <sub>eco</sub> di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie stabilite dalla normativa, in base alla concentrazione osservata. Il LIM <sub>eco</sub> da attribuire ad un sito è la media dei LIM <sub>eco</sub> dei campionamenti effettuati durante l'anno.
Nutrienti	Azoto ammoniacale (N-NH <sub>4</sub> )		
	Azoto nitrico (N-NO <sub>3</sub> )		
	Fosforo totale		
Altri parametri	Temperatura	-	Sono utilizzati esclusivamente per una migliore interpretazione del dato biologico e non per la classificazione.
	pH		
	Alcalinità		
	Conducibilità		

Tab. 2: Elementi generali di qualità chimico-fisica e indice per la classificazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua

Per gli elementi biologici la classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ossia del rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento per il tipo a cui appartiene il Corpo Idrico in osservazione. Il 4 ottobre 2017 è stata approvata da parte della Commissione europea la Terza Decisione di Intercalibrazione ossia "Decisione della Commissione che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio

di intercalibrazione e che abroga la decisione 2013/480/UE" con cui vengono aggiornate le metodiche da utilizzare per la classificazione dello Stato Ecologico. Per questo rapporto, i dati degli elementi di qualità biologica raccolti nel triennio 2014-2016 sono stati valutati sulla base del D.M. 260/2010 non modificato dalla Terza Decisione di Intercalibrazione. Gli elementi chimici a sostegno degli elementi biologici sono gli inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità. Per ciascun inquinante specifico è stabilito (D.M.260/2010) uno standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA).

<b>Arsenico</b>	<b>Cromo totale</b>	<b>Mevinfos</b>
<b>Azinfos etile</b>	<b>2,4D</b>	<b>Ometoato</b>
<b>Azinfos metile</b>	<b>Demeton</b>	<b>Ossidemeton metile</b>
<b>Bentazone</b>	<b>3,4-Dicloroanilina</b>	<b>Paration etile</b>
<b>2-Cloroanilina</b>	<b>1,2 Diclorobenzene</b>	<b>Paration metile</b>
<b>3-Cloroanilina</b>	<b>1,3 Diclorobenzene</b>	<b>2,4,5T</b>
<b>4-Cloroanilina</b>	<b>1,4 Diclorobenzene</b>	<b>Toluene</b>
<b>Clorobenzene</b>	<b>2,4-Diclorofenolo</b>	<b>1,1,1Tricloroetano</b>
<b>2-Clorofenolo</b>	<b>Diclorvos</b>	<b>2,4,5-Triclorofenolo</b>
<b>3-Clorofenolo</b>	<b>Dimetoato</b>	<b>2,4,6-Triclorofenolo</b>
<b>4-Clorofenolo</b>	<b>Eptaclor</b>	<b>Terbutilazina (incluso metabolita)</b>
<b>1-Cloro-2-nitrobenzene</b>	<b>Fenitroton</b>	<b>Composti del Trifenilstagno</b>
<b>1-Cloro-3-nitrobenzene</b>	<b>Fention</b>	<b>Xileni</b>
<b>1-Cloro-4-nitrobenzene</b>	<b>Linuron</b>	<b>Pesticidi singoli</b>
<b>Cloronitrotolueni</b>	<b>Malation</b>	<b>Pesticidi totali</b>
<b>2-Clorotoluene</b>	<b>MCPA</b>	
<b>3-Clorotoluene</b>	<b>Mecoprop</b>	
<b>4-Clorotoluene</b>	<b>Metamidofos</b>	

Tab. 3: Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità: elementi chimici a sostegno degli elementi biologici -Tab.1/B DM 260/2010.

Il D. Lgs. 172/2015 ha introdotto alcune modifiche all'elenco delle sostanze presenti nella tabella 1/B che non sono da considerarsi per la valutazione dei dati relativi al triennio 2014-2016, classificato sulla base delle norme vigenti ante D. Lgs. 172/2015.



## 5.4 - Stato Chimico

Lo Stato Chimico è definito rispetto agli standard di qualità per le sostanze o gruppi di sostanze dell'elenco di priorità, previsti dal D.M.260/2010. Il Corpo Idrico che soddisfa tutti gli standard di qualità ambientale fissati dalla normativa espresso sia come valore medio annuo (SQA-MA) sia come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) ove definito è classificato in BUONO Stato Chimico (blu). In caso contrario, la classificazione evidenzierà il mancato conseguimento dello stato BUONO (rosso).

La presenza delle sostanze appartenenti all'elenco di priorità definisce lo Stato Chimico dei Corpi Idrici. Per ciascuna sostanza sono stabiliti uno standard di qualità ambientale.

Alaclor	P	Fluorantene	P
Alcani,C10-C13,cloro	PP	Idrocarburi policiclici aromatici:	PP
Antiparassitari del ciclodiene:	E	Benzo(a)pirene	
Aldrin		Benzo(b)fluorantene	
Dieldrin		Benzo(k)fluoranthene	
Endrin		Benzo(g,h,i)perylene	
Isodrin		Indeno(1,2,3-cd) pyrene	
Antracene	PP	Isoproturon	P
Atrazina	P	Mercurio e composti	PP
Benzene	P	Naftalene	P
Cadmio e composti	PP	Nichel e composti	P
Clorfenvinfos	P	4-Nonilfenolo	PP
Clorpirifos (Clorpirifos etile)	P	Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	P
DDT totale	E	Pentaclorobenzene	PP
p.p'-DDT	E	Pentaclorofenolo	P
1,2-Dicloroetano	P	Piombo e composti	P
Diclorometano	P	Simazina	P
Di(2-etilesilftalato)	P	Tetracloruro di carbonio	E
Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99, 100, 153 e 154)	PP	Tetracloroetilene	E
Diuron	P	Tricloroetilene	E
Endosulfan	PP	Tributilstagno e composti (Tributilstagno catione)	PP
Esaclorobenzene	PP	Triclorobenzeni	P
Esaclorobutadiene	PP	Triclorometano	P
Esaclorocicloesano	PP	Trifluralin	P

Tab. 4: Sostanze dell'elenco di priorità (PP: sostanza pericolosa prioritaria; P: sostanza prioritaria; E: altre sostanze (Tab.1/A, D.M. 260/2010).

Il D. Lgs. 172/2015 ha modificato gli Standard di Qualità di alcune sostanze presenti nella tabella 1/A (7 sostanze dell'elenco di priorità), stabilendo che gli stessi si devono applicare a partire dal 22 dicembre 2015. In sede di Autorità di bacino distrettuale del fiume Po si è comunque concordato, per garantire risultati confrontabili e omogenei a livello distrettuale, di classificare lo stato di qualità per il triennio 2014-2016 sulla base delle norme vigenti ante D. Lgs. 172/2015.

## 5.5 - Rete di monitoraggio del bacino del Fiume Oglio prelacuale

L'**Oglio Prelacuale** scorre con andamento nord-est sud-ovest fino a Malonno, in un fondovalle relativamente ampio. Da Malonno a Cedegolo forma una grande ansa

e quindi riprende con andamento prevalente nord-sud fino a Breno, dove il corso principale devia decisamente verso sud-ovest. A valle di Edolo il fondovalle è contraddistinto da sezioni relativamente ampie che si alternano a sezioni piuttosto strette e incassate. Da Civate Camuno all'immissione nel lago d'Iseo il fiume scorre con andamento sinuoso e struttura d'alveo monocursale in un fondovalle densamente urbanizzato e generalmente pianeggiante, morfologicamente diviso in due tronconi dal rilievo roccioso posto immediatamente a monte di Boario Terme in prossimità delle confluenze dei torrenti Grigna e Dezzo; da qui il corso d'acqua attraversa centri abitati con fabbricati molto vicini all'alveo incontrando sul percorso numerosi attraversamenti viari e varie opere di derivazione.

Nel bacino dell'Oglio Prelacuale, attraversato dal confine di due Idroecoregioni (02-Prealpi-Dolomiti; 03-Alpi Centro Orientali), sono stati individuati 50 Corpi Idrici tutti naturali in prevalenza a scorrimento superficiale (SS).

Il bacino del **Fiume Oglio Prelacuale** è campionato in **15** stazioni poste su altrettanti Corpi Idrici appartenenti a **11** corsi d'acqua, tutti in provincia di Brescia fatta eccezione per il Fiume Oglio monitorato a Costa Volpino (Bg). I Corpi Idrici sottoposti a monitoraggio di sorveglianza sono **10** (figura 3 punti viola), di cui 4

appartenenti alla rete nucleo per la valutazione delle variazioni a lungo termine dovute a fenomeni naturali ed i restanti **5** sottoposti a monitoraggio operativo (figura 3 punti neri).

Sul torrente Avio è stato individuato un tratto come sito di riferimento tipo-specifico (RIF).

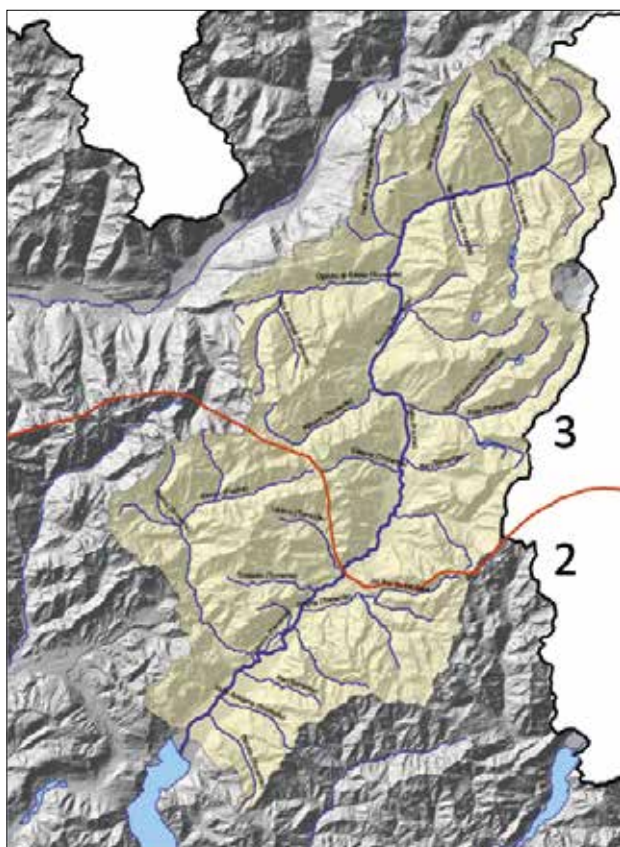


Fig. 2: Corpi Idrici individuati nel bacino dell'Oglio Prelacuale.

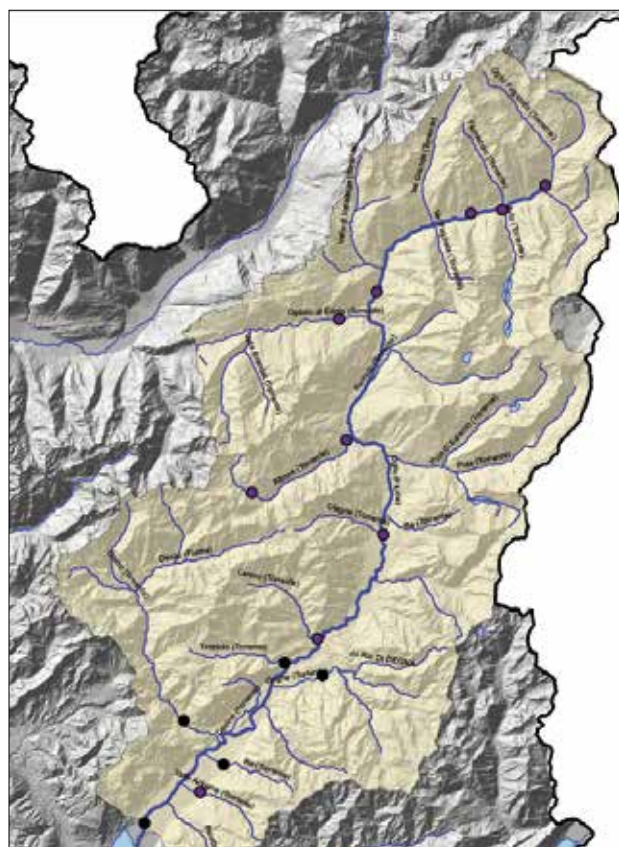


Fig. 3: Rete di monitoraggio dei Corpi Idrici del bacino dell'Oglio Prelacuale.



Tab.5: Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel bacino dell'Oglio prelacuale (SB: stato buono; RIF: sito di riferimento)

Corso d'acqua	Corpo idrico	Località	Prov.	Tipo di Monitoraggio 2009-2014	Tipo di Monitoraggio 2014-2016
Ogliolo di Edolo	dal Valle di Campo vecchio alla confluenza in Oglio	Edolo	BS	sorveglianza	sorveglianza
Oglio Frigidolfo	dalla sorgente del Frigidolfo fino alla confluenza del Narcanello	Ponte di Legno	BS	sorveglianza (SB)	sorveglianza (SB)
Oglio	dal Narcanello al depuratore di Vezza d'Oglio	Vione	BS	sorveglianza	sorveglianza
	da Vezza alla confluenza dell'Ogliolo di Edolo	Edolo	BS	operativo	sorveglianza
	dall'Ogliolo di Edolo alla confluenza del Lanico	Ceto	BS	operativo	sorveglianza
	dal Lanico alla immissione nel lago d'Iseo	Costa Volpino	BG	operativo	operativo
Trobiolo	dalla sorgente alla immissione in Oglio	Piancogno	BS	sorveglianza	operativo
Allione	dalla sorgente alla confluenza del Valle Vivione	Paisco Loveno	BS	sorveglianza (SB)	sorveglianza (SB)
	dal Valle Vivione alla immissione in Oglio	Berzo Demo	BS	sorveglianza (SB)	sorveglianza (SB)
Avio	dal confine Parco alla confluenza in Oglio	Temù	BS	sorveglianza (RIF)	sorveglianza (RIF)
Dezzo	dal Valle di Vo alla immissione in Oglio	Angolo Terme	BS	operativo	operativo
Grigna	dal Valle di Campolaro alla immissione in Oglio	Berzo Inferiore	BS	operativo**	operativo
Lanico	dalla sorgente alla immissione in Oglio	Malegno	BS	sorveglianza	sorveglianza
Re	dalla sorgente alla immissione in Oglio	Gianico	BS	sorveglianza	operativo
Valle Artogne	dal Valle Bassinale alla immissione in Oglio	Artogne	BS	sorveglianza	sorveglianza

\*\* nel sessennio 2009-2014 il torrente è stato monitorato nella stazione di Esine, in chiusura di Corpo Idrico.

La selezione dei **parametri sottoposti** ad analisi è stata effettuata in base all'analisi delle pressioni presenti sul territorio: l'Oglio prelacuale è un bacino montano interessato da una complessa rete di prelievi idroelettrici che alterano fortemente il regime di portata dei Corpi Idrici.

Il Fiume Oglio è interessato da diversi sbarramenti in alveo a servizio di centrali idroelettriche, con la presenza di due grandi vasche di carico facenti parte del complesso sistema dei laghi alpini di accumulo ad alta quota. Anche gli affluenti presentano diversi punti di presa di impianti minori, sia per la produzione di energia sia per l'approvvigionamento potabile dei centri abitati. Tali alterazioni si ripercuotono sul carico antropico del bacino che, se pur modesto rispetto ad altri territori lombardi, risulta comunque degno di attenzione; infatti gli scarichi, in prevalenza di origine civile, rappresentano, soprattutto nel periodo estivo, una percentuale non trascurabile della portata presente nel fiume alla

chiusura del bacino. Per contro sia il carico industriale sia quello derivante da attività agro-zootecniche non sono particolarmente rilevanti nel bacino e comunque risultano concentrati in chiusura di bacino.

Tutto ciò è così tradotto in termini di monitoraggio:

- nella stazione di chiusura del bacino a Costa Volpino vengono determinati mensilmente sia i parametri chimico-fisici sia quelli chimici comprensivi di Metalli, IPA, Pesticidi, VOC, Alofenoli e Alchifenoli;
- i parametri chimico-fisici e i metalli sono monitorati in tutte le stazioni della rete con frequenza minima trimestrale (frequenza 12 su Oglio da Vezza al lago, sul Grigna, sul Dezzo e Lanico);
- VOC e IPA sono rilevati mensilmente sul Fiume Oglio, Torrente Dezzo, Ogliolo, Grigna, Lanico e trimestralmente sull'Allione;
- Alofenoli e/o Alchifenoli sono monitorati trimestralmente sul Fiume Oglio, il Torrente, Lanico, Grigna, Ogliolo.

## 5.6 - Stato delle acque del bacino del Fiume Oglio prelacuale

Il monitoraggio condotto nel triennio 2014-2016 ha permesso di verificare l'evolversi dello stato delle acque, al fine di confermare o meno la situazione del sessennio 2009-2014. Si riporta nel seguito la sintesi dei risultati della classificazione dei Corpi Idrici del bacino del Fiume Oglio Prelacuale al termine del triennio 2014-2016.

### 5.6.1 Stato Ecologico

Complessivamente, lo **Stato Ecologico** nel bacino dell'Oglio Prelacuale è risultato ELEVATO in due stazioni (Torrente Allione-Paisco Loveno e Oglio Frigidolfo a Ponte di Legno), BUONO in 10 e SUFFICIENTE in 2. In termini di percentuale sui Corpi Idrici classificati, l'86% raggiunge lo Stato BUONO o ELEVATO e il rimanente 14% non scende al di sotto dello Stato SUFFICIENTE.

Di seguito si riporta la mappa dello Stato Ecologico 2014-2016 dei Corpi Idrici del bacino dell'Oglio Prelacuale, in cui, per completezza di informazione, viene visualizzato anche lo Stato Ecologico dei Corpi Idrici non sottoposti a monitoraggio, in quanto raggruppati (rete operativa) o rappresentati (rete di sorveglianza); questi sono stati classificati attribuendo lo Stato Ecologico risultante dai dati del monitoraggio effettuato sui Corpi Idrici rappresentativi del raggruppamento corrispondente.

### 5.6.2 Elementi chimici a sostegno

Lo stato degli **elementi-chimici a sostegno** degli elementi biologici è nella quasi totalità dei casi superiore al BUONO, considerata la presenza sporadica e comunque sempre al di sotto degli standard di qualità di metalli come Arsenico, Cromo, in taluni casi insieme ai VOC. Nel Corpo Idrico del Fiume Oglio in chiusura di bacino vengono rilevati, sempre in concentrazioni inferiori agli

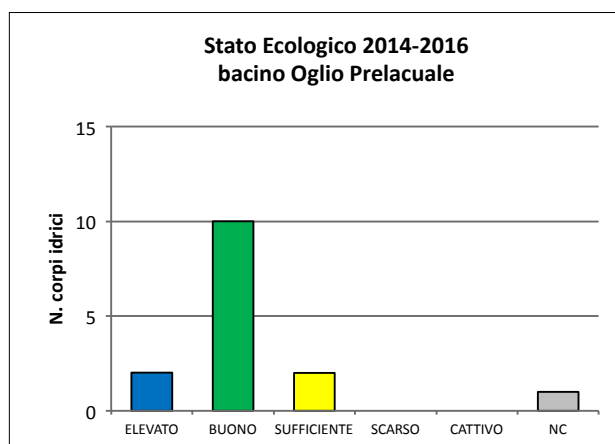
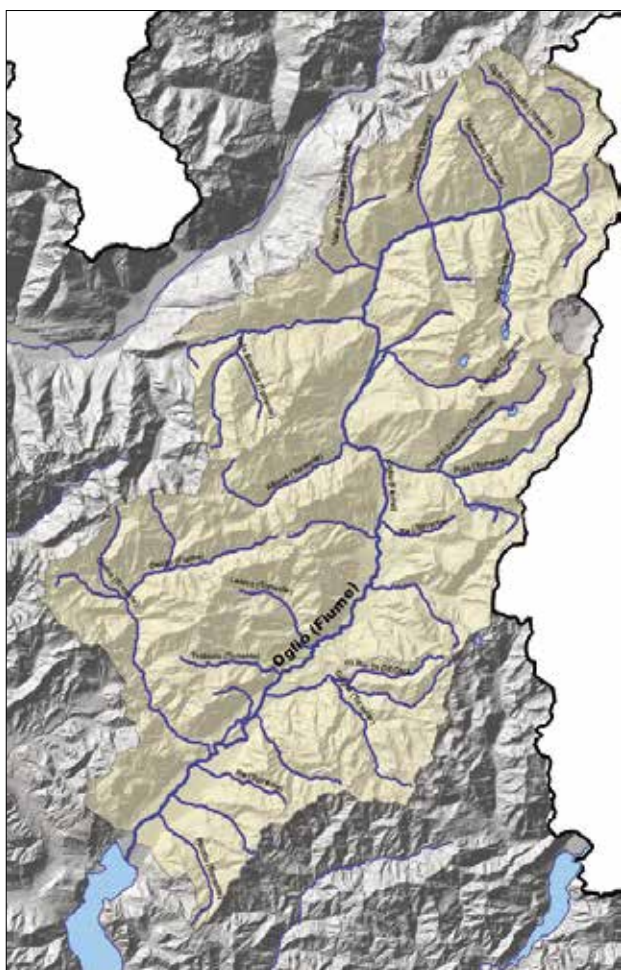


Fig. 4: Stato Ecologico dei Corpi Idrici nel bacino dell'Oglio Prelacuale (2014-2016).

standard di qualità anche pesticidi come Glifosate, Metolachlor, Terbutilazina (incluso metabolita).

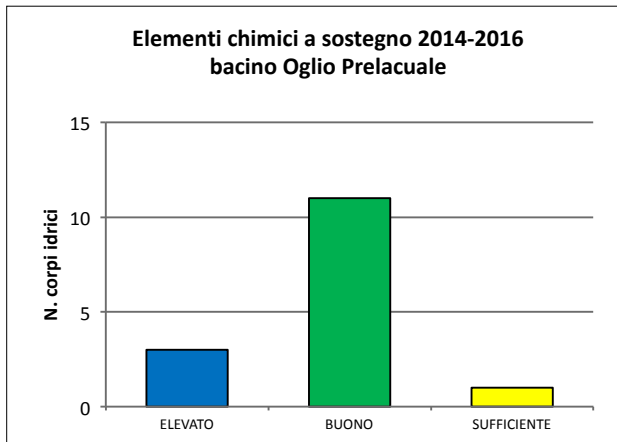


Fig. 5: Stato degli elementi chimici a sostegno dei Corpi Idrici nel bacino dell'Oglio Prelacuale (2014-2016).

### 5.6.3 Elementi chimico-fisici a sostegno – LIMeco

Anche per l'indice LIMeco, la totalità dei Corpi Idrici monitorati è in stato BUONO o ELEVATO.

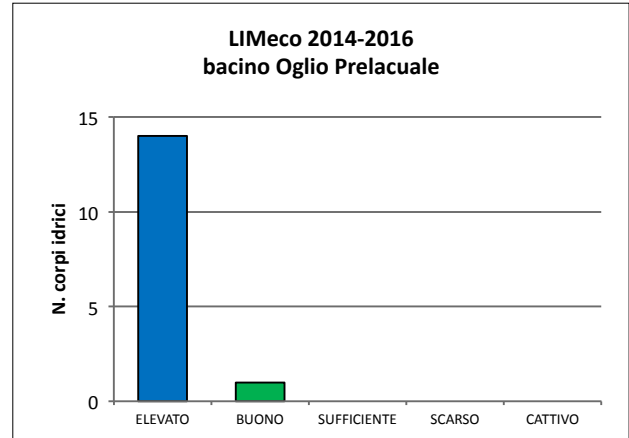


Fig 6a: Stato degli elementi chimico-fisici dei Corpi Idrici nel bacino dell'Oglio Prelacuale (2014-2016)

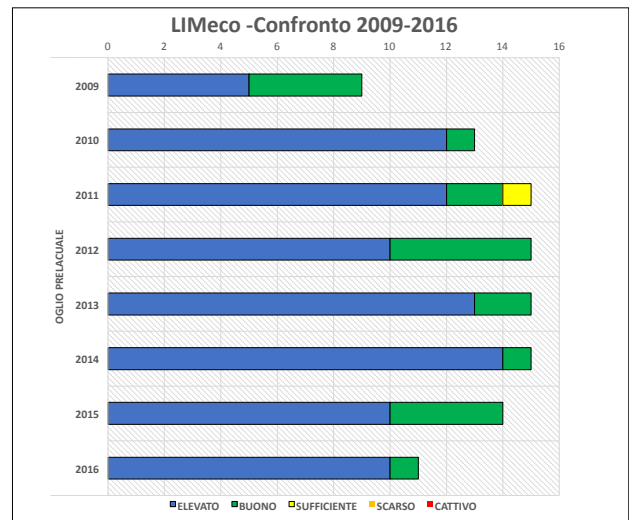
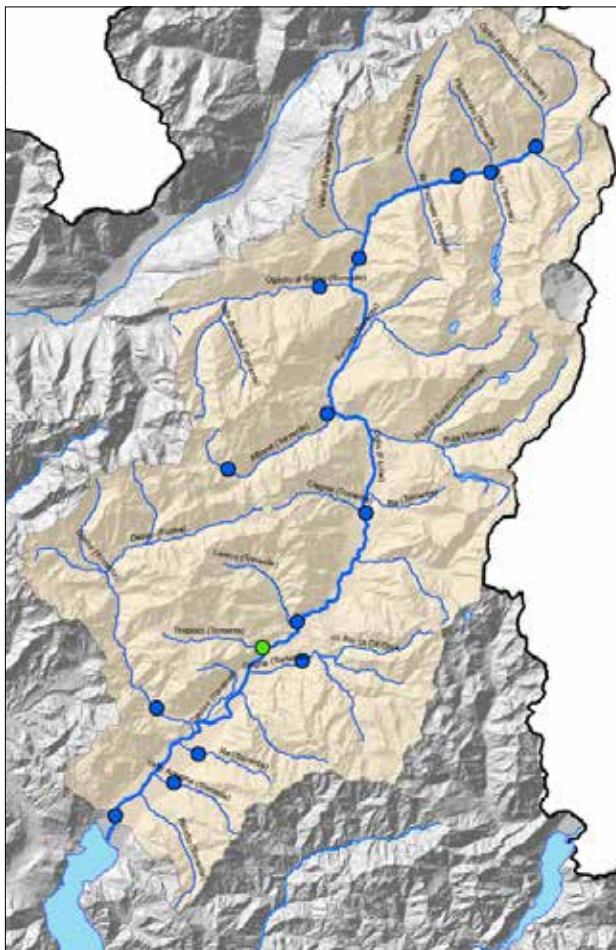


Fig. 7 : Stato degli elementi chimico-fisici dei Corpi Idrici nel bacino dell'Oglio Prelacuale: andamento dal 2009 (n°. stazioni).



### 5.6.4 Elementi di qualità Biologica (EQB)

Corpi Idrici naturali

I macroinvertebrati sono stati monitorati su tutti i Corpi Idrici fatta eccezione per il Torrente Re ove non è stato possibile eseguire il monitoraggio degli EQB, essendo il tratto quasi sempre in asciutta. In 10 Corpi Idrici sono stati monitorati insieme ad altri elementi biologici, le diatomee. Infine, le macrofite non sono state monitorate in quanto facoltative per le Idroecoregioni alpine come previsto dal DM 260/2010.

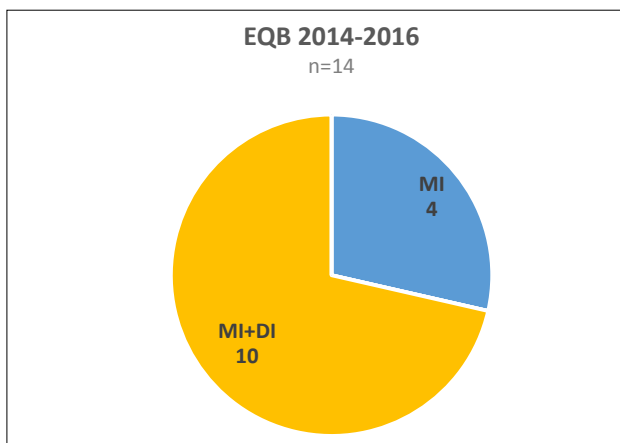


Fig. 8: Distribuzione del numero di Corpi Idrici naturali del bacino Oglio Prelacuale in base agli EQB monitorati nel triennio 2014-2016 (MI: macroinvertebrati; DI: diatomee).

Lo stato degli elementi biologici è ELEVATO o BUONO per 12 dei 14 Corpi Idrici monitorati. Risultano in stato SUFFICIENTE il Fiume Oglio in chiusura di bacino monitorato a Costa Volpino e il Torrente Trobiolo.

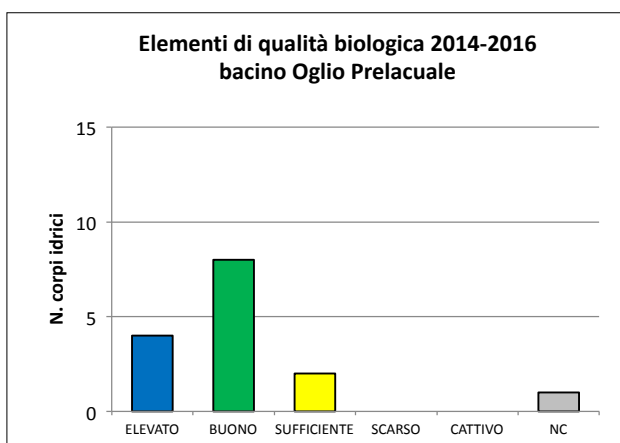


Fig.9: Distribuzione del numero di Corpi Idrici naturali nel bacino dell'Oglio Prelacuale in base allo stato degli elementi biologici nel triennio 2014-2016.

La distribuzione di classe è rimasta pressoché invariata rispetto al sessennio precedente 2009-2014. Il passaggio da stato SUFFICIENTE a BUONO per il torrente Dezzo e Grigna potrà essere confermato alla fine del secondo triennio 2017-2019. Si segnala inoltre che lo stato CATTIVO per gli EQB del torrente Trobiolo nel sessennio precedente 2009-2014 era da imputare alle macrofite. Le stesse non sono state più determinate nel 2014-2016 in quanto ritenute troppo penalizzanti per il Corpo Idrico, considerata anche la ridotta sensibilità di tale elemento biologico alle pressioni significative a cui lo stesso Corpo Idrico è soggetto (tipo scorrimento superficiale in Idroecoregione alpina); i macroinverte-

brati infatti monitorati in entrambi i periodi confermano lo stato SUFFICIENTE. I torrenti Allione e Oglio Frigidolfo passano da uno stato BUONO nel sessennio 2009-2014 a ELEVATO nel 2014-2016.

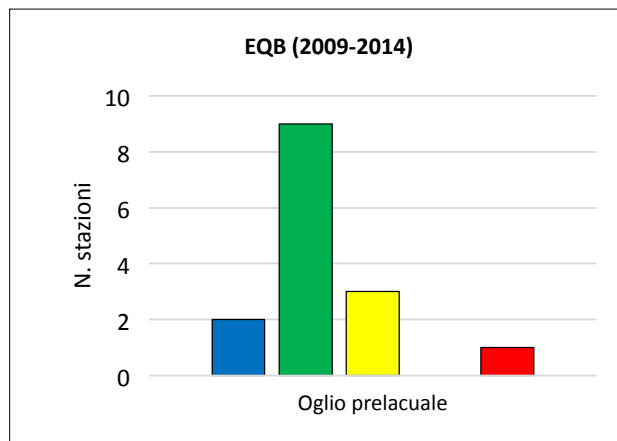
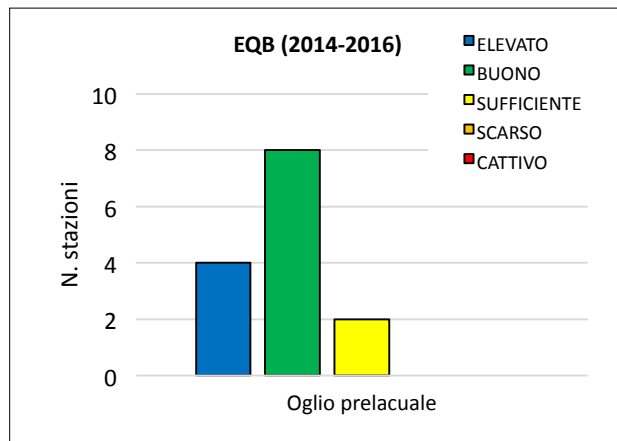
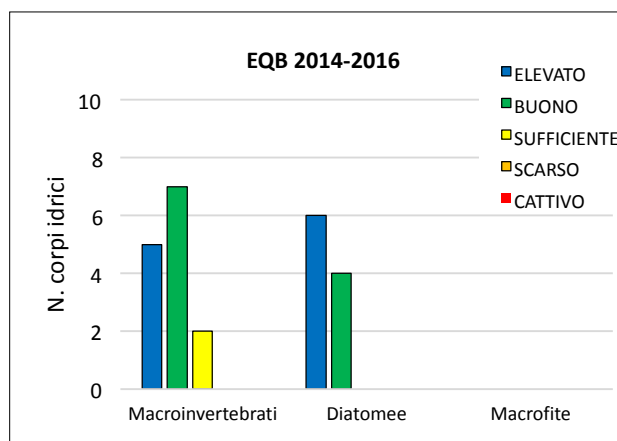


Fig.10: Distribuzione del numero di Corpi Idrici naturali nel bacino dell'Oglio Prelacuale in base allo stato degli elementi biologici nel triennio 2014-2016 e nel sessennio 2009-2014.

I macroinvertebrati sono l'elemento biologico che risulta maggiormente penalizzante nella classificazione dello stato biologico rispetto alle diatomee.



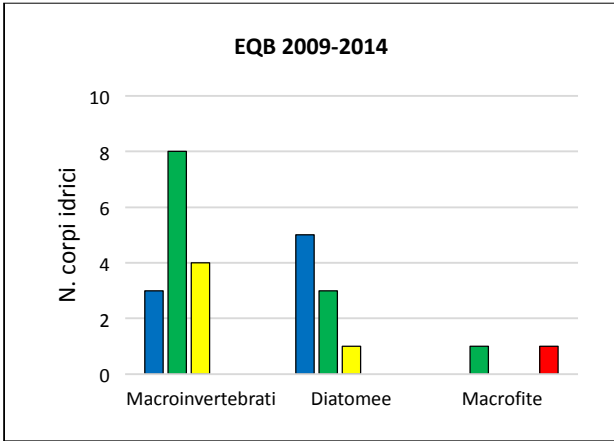


Fig. 11: Distribuzione del numero di Corpi Idrici naturali nel bacino dell'Oglio Prelacuale in base allo stato degli elementi biologici nel triennio 2014-2016 e nel sessennio 2009-2014.

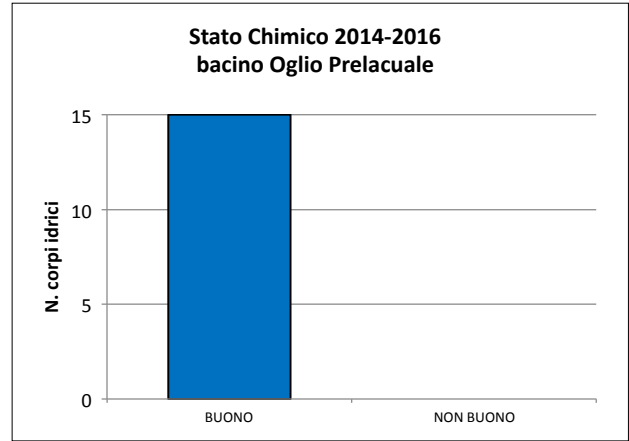
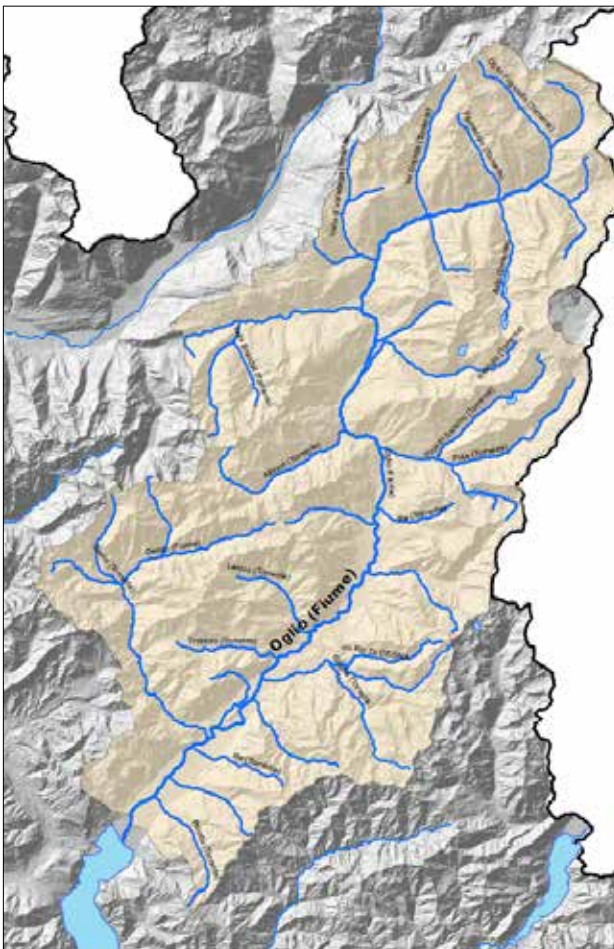


Fig. 12: Stato Chimico dei Corpi Idrici nel bacino dell'Oglio prelacuale (2014-2016).

### 5.6.5 Stato Chimico

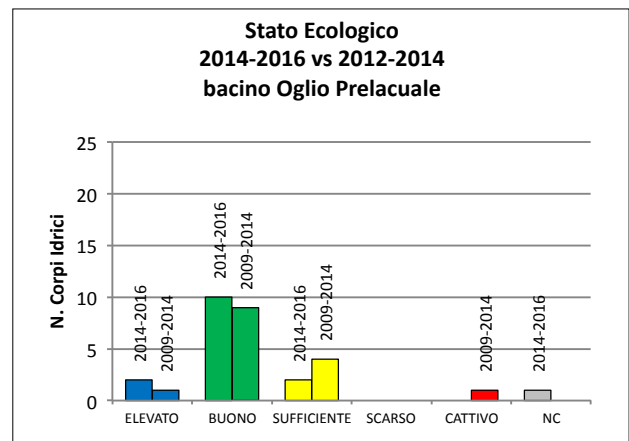
Lo Stato Chimico del triennio 2014-2016, definito sulla base della presenza di sostanze appartenenti all'elenco di priorità, è risultato BUONO per tutti i Corpi Idrici del bacino.

Di seguito si riporta la mappa dello Stato Chimico 2014-2016 dei Corpi Idrici nel bacino dell'Oglio Prelacuale, in cui, per completezza di informazione, viene visualizzato anche lo stato dei Corpi Idrici non sottoposti a monitoraggio, in quanto raggruppati (rete operativa) o rappresentati (rete di sorveglianza); questi sono stati classificati attribuendogli lo stesso Stato Chimico dei Corpi Idrici che rappresentano il raggruppamento.



### 5.6.6 Corsi d'acqua del bacino dell'Oglio prelacuale nel triennio 2014-2016 e confronto con il triennio 2009-2014

Rispetto al sessennio precedente si nota un leggero miglioramento dello Stato Ecologico per le classi ELEVATO (1 stazione in più) e BUONO (1 stazione in più), ed un passaggio dallo stato CATTIVO a SUFFICIENTE per il torrente Trobiolo a Piancogno. Un miglioramento è stato osservato anche per lo Stato Chimico, essendo diminuite le postazioni in classe NON BUONO (da 1 a nessuna).



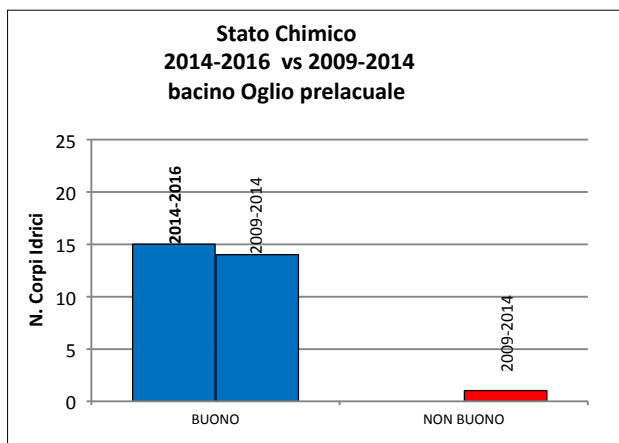


Fig. 13: Stato Ecologico e Chimico dei Corpi Idrici nel bacino del Fiume Oglio prelacuale (2014-2016) e confronto con sessennio 2009-2014.



Tab. 6: Stato dei corsi d'acqua del bacino dell'Oglio prelacuale nel triennio 2014-2016.

Corso d'acqua	Località	Prov.	Stato Elementi Biologici	LIMeco	Stato Chimici a sostegno	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO	
						Classe	Elementi che determinano la classificazione	Classe	Sostanze che determinano la classificazione
Allione	Paisco Loveno	BS	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	-	BUONO	
	Berzo Demo	BS	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	BUONO	arsenico-aclonifen	BUONO	
Avio	Temù	BS	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	BUONO	arsenico	BUONO	
Dezzo	Angolo Terme	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-arsenico	BUONO	
Grigna	Berzo Inferiore	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-arsenico-cromo-aclonifen	BUONO	
Lanico	Malegno	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-cromo	BUONO	
Oglio Frigidolfo	Ponte di Legno	BS	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	-	BUONO	
Ogliolo di Edolo	Edolo	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	diatomee-arsenico-1,1,1-tricloreetano-toluene	BUONO	
Oglio	Vione	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-arsenico-cromo	BUONO	
	Edolo	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-diatomee-arsenico-cromo	BUONO	
	Ceto	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-diatomee-arsenico-cromo	BUONO	
	Costa Volpino	BG	SUFFICIENTE	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	BUONO	
Re	Gianico	BS	NC	ELEVATO	SUFFICIENTE	NC		BUONO	
Trobiolo	Piancogno	BS	SUFFICIENTE	BUONO	ELEVATO	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	BUONO	
Valle Artogne	Artogne	BS	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati-diatomee-arsenico	BUONO	

Tab. 7: Esiti del monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino dell'Oglio prelacuale eseguito nel triennio 2014-2016 e confronto con sessennio 2009-2014.

Corso d'acqua	Località	Prov.	STATO ECOLOGICO 2014-2016	STATO CHIMICO 2014-2016	STATO ECOLOGICO 2009-2014	STATO CHIMICO 2009-2014
			Classe	Classe	Classe	Classe
Allione	Paisco Loveno	BS	ELEVATO	BUONO	ELEVATO	BUONO
	Berzo Demo	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Avio	Temù	BS	BUONO	BUONO	BUONO	NON BUONO
Dezzo	Angolo Terme	BS	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Grigna	Berzo Inferiore	BS	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Lanico	Malegno	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Oglio Frigidolfo	Ponte di Legno	BS	ELEVATO	BUONO	BUONO	BUONO
Ogliolo di Edolo	Edolo	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Oglio	Vione	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Edolo	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Ceto	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Costa Volpino	BG	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Re	Gianico	BS	NC	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Trobiolo	Piancogno	BS	SUFFICIENTE	BUONO	CATTIVO	BUONO
Valle Artogne	Artogne	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO

## 5.7 - CONSIDERAZIONI GENERALI

I Corpi Idrici superficiali del bacino dell'Oglio Prelacuale, allo stato attuale, si presentano, prevalentemente in **Stato Ecologico** BUONO o superiore.

Si rileva tuttavia come in questo bacino le numerose derivazioni fluviali possano comportare una modificazione idromorfologica tale da impattare sullo stato trofico dei Corpi Idrici e di conseguenza lo stato degli **elementi di qualità biologica (EQB)**, soprattutto macroinvertebrati.

I corpi idrici impattati da numerosi prelievi idrici sono soggetti ad un'alterazione complessiva dello spettro delle portate, tale da modificare la dinamicità del sistema fluviale e portare a una minor resilienza dell'ecosistema in presenza di apporti di inquinanti. Tutto questo si traduce in una possibile variazione negli anni dello stato degli EQB, come per i macroinvertebrati nel torrente Grigna e Dezzo.

Alcuni torrenti presentano inoltre alcune annualità in cui l'esiguità di acqua in alveo è stata tale da non per-

mettere il monitoraggio degli EQB, come nel caso del Torrente Re.

In altri, la presenza di varie tipologie di pressioni agisce sullo stato degli EQB producendo una certa instabilità tra le classi BUONO e SUFFICIENTE come per il Fiume Oglio in chiusura di bacino (Costa Volpino).

Fino all'abrogazione del D.Lgs. 152/1999, il metodo di riferimento per la valutazione dello stato macroinvertebrati è stato l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) che si basava sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza in taxa della comunità complessiva. Non prevedeva però una valutazione numerica dell'abbondanza di ogni singolo taxa rilevato, diversamente dall'indice STAR\_ICMi, introdotto dal DM 260/2010.

Ciò premesso, al semplice scopo di evidenziare come l'impatto idromorfologico sullo stato degli elementi biologici sia un segnale già evidenziato coi precedenti monitoraggi ai sensi dell'ex D.Lgs. 152/99, si riporta una sintesi degli indici I.B.E. e STAR\_ICMi per quei corsi d'acqua del bacino che presentano un'adeguata serie storica di dati.

Tab. 8: Serie storica degli indicatori I.B.E. e STAR\_ICMi di alcuni corsi d'acqua del bacino dell'Oglio Prelacuale.

Corso d'acqua	F. Oglio Costa Volpino		T. Ogliolo Edolo		F. Dezzo Angolo Terme		F. Grigna Esine	
	IBE	STAR_ICMi	IBE	STAR_ICMi	IBE	STAR_ICMi	IBE	STAR_ICMi
2001	3	-	2	-	3	-	4	-
2002	3	-	2	-	-	-	4	-
2003	-	-	3	-	-	-	4	-
2004	2	-	2	-	-	-	4	-
2005	2	-	2	-	2	-	4	-
2006	3	-	2	-	3	-	3	-
2007	3	-	2	-	3	-	4	-
2008	3	-	2	-	3	-	4	-
2009	-	SCARSO	-	ELEVATO	-	SUFFICIENTE	-	SCARSO
2010	-		-		-		-	
2011	-		-		-	-		
2012	-	SUFFICIENTE	-		-	SUFFICIENTE	-	BUONO
2013	-		-		-		-	
2014	-	SUFFICIENTE	-	ELEVATO	-	-	-	
2015	-		-		-	-	BUONO	-
2016	-		-		-	-		-

L'indice **LIMeco** è quasi sempre ELEVATO; tale indice introdotto dal DM 260/2010, si basa sulla valutazione dei soli nutrienti e dell'ossigeno disciolto, mentre sono esclusi dalla valutazione gli aspetti legati al carico organico (C.O.D. e B.O.D.5) e all'inquinamento microbiologico (*Escherichia coli*) previsti invece nel calcolo dell'indice **LIM** (Livello Inquinamento espresso dai Macrodescrittori) utilizzato da ARPA Lombardia fino al 2008 per la classificazione ai sensi dell'ex D. Lgs. 152/99. Occorre in ogni caso precisare che gli impatti idromorfologici presenti nel bacino poco influiscono sullo stato degli elementi chimico-fisici e chimici che concorrono alla determinazione dello Stato Ecologico. Se il sistema di calcolo del LIMeco si basa sull'attribuzione di un punteggio definito tra 0 e 1, risultante della media dei punteggi "istantanei" dei singoli campiona-

menti, a loro volta ottenuti come media dei punteggi dei singoli parametri assegnati in relazione alle concentrazioni rilevate, il LIM veniva invece calcolato sulla base del 75° percentile dei singoli Macrodescrittori e sulla somma dei loro singoli punteggi. Tra questi vi è il Macrodescrittore microbiologico *Escherichia coli*, importante per rilevare impatti dovuti a scarichi fognari e a criticità stagionali legate a variazioni di portata e/o grande afflusso turistico, non sempre registrati dagli indicatori che costituiscono il LIMeco. A supporto di quanto detto, senza nessuna valenza classificatoria, sono stati calcoli e posti a confronto, sempre per quei corsi d'acqua del bacino che presentano una adeguata serie storica, i due indicatori LIM e LIMeco a partire dal 2001, osservando come in generale il valore di LIM sia più basso rispetto al LIMeco.

Tab. 9: Serie storica degli indicatori LIM e LIMeco di alcuni corsi d'acqua del bacino dell'Oglio Prelacuale.

Corso d'acqua	F. Oglio Costa Volpino		T. Ogliolo Edolo		T. Dezzo Angolo Terme		T. Grigna Esine	
	LIM	LIMeco	LIM	LIMeco	LIM	LIMeco	LIM	LIMeco
2001	2	BUONO	2	BUONO	2	BUONO	2	BUONO
2002	2	BUONO	2	BUONO	2	BUONO	3	BUONO
2003	2	ELEVATO	2	BUONO	2	SUFFICIENTE	2	BUONO
2004	2	BUONO	2	BUONO	2	BUONO	3	ELEVATO
2005	2	ELEVATO	2	BUONO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2006	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2007	2	BUONO	2	ELEVATO	2	BUONO	2	ELEVATO
2008	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2009	2	BUONO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2010	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2011	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2012	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	BUONO
2013	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2014	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2015	2	ELEVATO	2	BUONO	2	ELEVATO	2	ELEVATO
2016	2	ELEVATO	2	ELEVATO	1	ELEVATO	-	-
2017	2	ELEVATO	-	-	1	ELEVATO	-	-

Lo stato di qualità relativo all'indice LIM pur mantenendosi quasi sempre di Livello 2 BUONO per i corsi d'acqua monitorati nel bacino dell'Oglio Prelacuale, rileva concentrazioni dei Macrodescrittori Azoto Ammoniacale e E.Coli anche di Livello Scadente o inferiore,

in particolare nei primi anni di monitoraggio. Di seguito un esempio dell'andamento dal 2001 del Macrodescrittore E.Coli (75° percentile) per i corsi d'acqua analizzati.

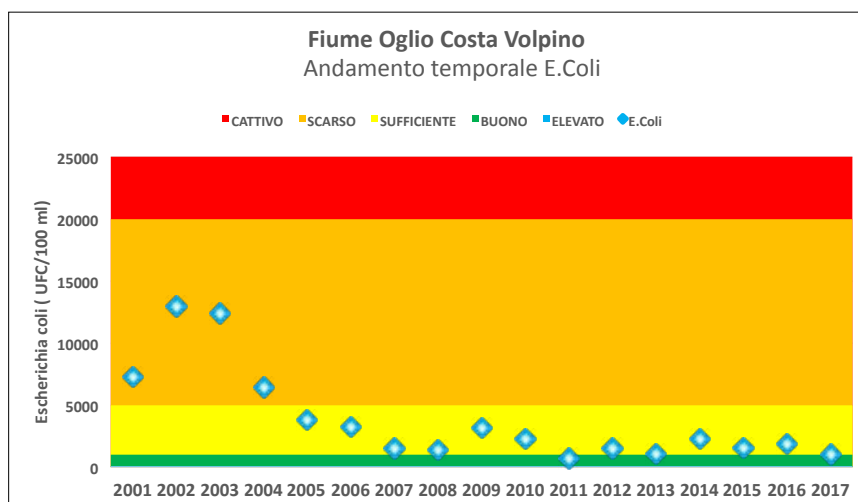
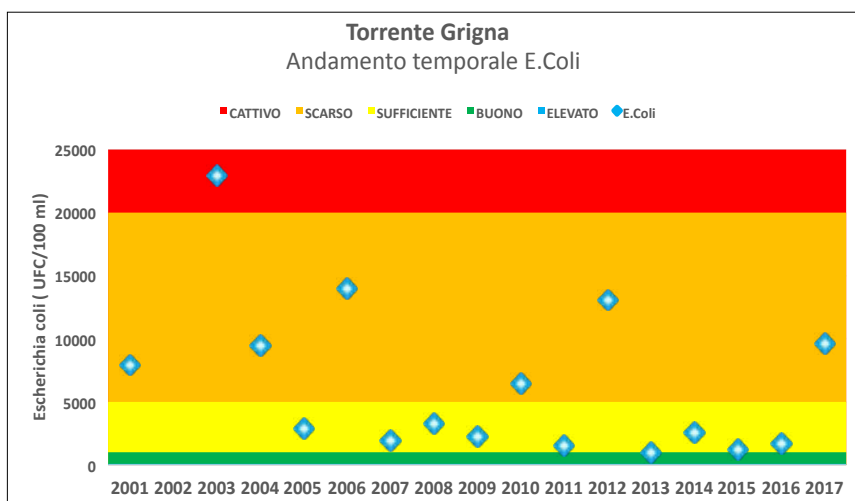
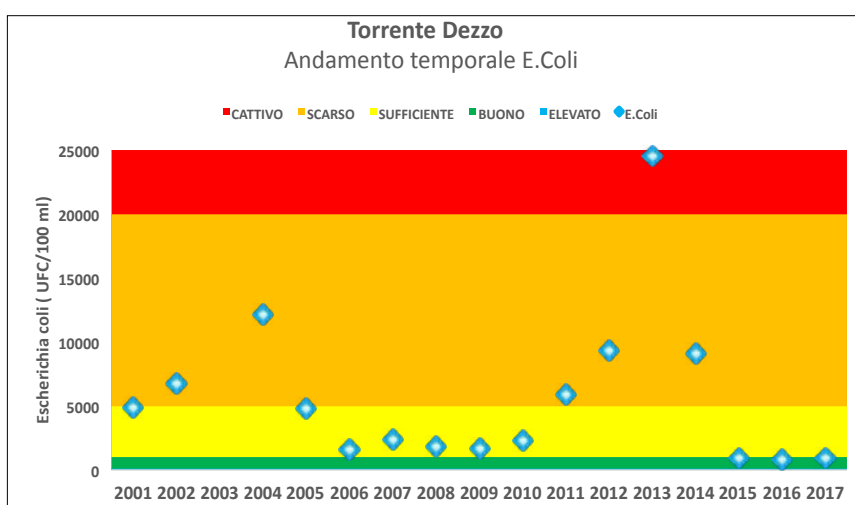
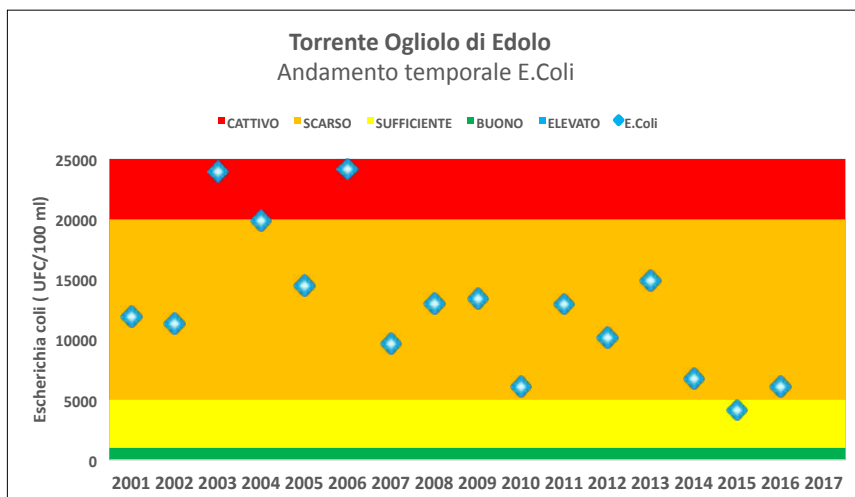


Fig. 14: Andamento temporale del Macrodescrittore LIM, E.coli da 2001 al 2017 (75° percentile).



Infine, per ciò che concerne lo **Stato Chimico** la presenza sia di un modesto carico industriale sia di quello derivante da attività agro-zootecniche trova riscontro nel BUONO Stato Chimico dei Corpi Idrici del bacino

dell'Oglio prelacuale in cui il riscontro di sostanze appartenenti all'elenco di priorità e/o di inquinanti specifici avviene comunque rispettando gli Standard di Qualità Ambientali fissati dal DM 260/2010.



## Capitolo VI

### Il Fiume Oglio e l'agricoltura di fondovalle: irrigazione, reflui, paesaggio

di Guido Calvi

*Comunità Montana di Valle Camonica - Parco Adamello*

#### 6.1 - Agricoltura di fondovalle e Fiume Oglio – quale interazione?

Per affrontare l'argomento dell'interazione possibile tra agricoltura di fondovalle e Fiume Oglio, occorre domandarsi innanzitutto quale è il senso che idealmente potrebbe avere e si vuole dare ad un rapporto di questo tipo. La prima considerazione da farsi è che l'agricoltura del fondovalle camuno non è diversa dall'agricoltura in genere, praticata anche in altre zone: è un'attività produttiva, esercitata da attori locali (fino a quando?), che utilizzano le risorse naturali per produrre qualcosa il cui prezzo è spesso stabilito a centinaia di chilometri di distanza.

Estremizzando, non è un progetto di territorio: è un settore economico utilizzatore delle risorse del territorio, per il quale la presenza del fiume non aggiunge significato all'attività.

È però opportuno superare questa visione, che ci porta ad affrontare due mondi diversi e contrapposti che condividono la stessa casa e dove il risultato del confronto tra produzione e tutela ambientale avrà esito condizionato solo dai rapporti di forza in campo (sull'uso dell'acqua o delle aree demaniali, sull'inquinamento puntuale o diffuso da agrofarmaci o da nitrati, sul taglio o il pascolo indiscriminato della vegetazione).

Del resto il fondovalle del Fiume Oglio può essere visto

come un'area relativamente omogenea e pianeggiante, dove la città diffusa camuna condivide il suo spazio vitale con un corpo naturale – il fiume – e con un'agricoltura che mantiene alcuni spazi aperti di connessione (in particolare nel tratto prelacuale).

Il fiume ed il suo alveo sono così un corpo naturale vivo, che attraversa e connette campagna e città ed arricchisce il paesaggio, ricco di biodiversità e con una dinamica complessa che merita di essere compresa e salvaguardata. Non solo, il fiume ed il suo alveo sono fruiti a scopo ludico e ricreativo da tante persone, portatori di diversi interessi che non necessariamente hanno a che fare con il mondo dell'agricoltura.

Se l'agricoltura è un elemento da tenere in questa visione, occorre allora investire per romperne l'isolamento economico e culturale, integrandola a medio-lungo termine in un progetto di territorio e rendendola partecipe e attore attivo del percorso di valorizzazione territoriale del fondovalle fluviale.

Gli spazi in gestione all'agricoltura, per la loro collocazione ed il loro carattere, si possono allora anche configurare come un ibrido tra verde urbano e spazio agricolo vero e proprio. Si tratta infatti di tessere di paesaggio agrario - nel senso che è compito dell'agricoltura mantenere questi spazi con le proprie pratiche - che contemporaneamente sono parte del paesaggio urbano della città diffusa, proprio perché diventano funzionali



Paesaggio a campi aperti lungo la ciclabile del Fiume Oglio, con presenza di alberi isolati.  
Paesaggio agrario camuno fruito da ciclisti, con elementi singoli di pregio.

allo sviluppo della stessa città, assolvendo alle esigenze di spazio vitale per la ricreazione, il benessere e lo sport dei cittadini – esigenze che spesso non trovano adeguata soddisfazione all'interno del tessuto urbano. Anche se nate per contesti cittadini di maggiori dimensioni, alcune suggestioni sembrano venire dalle teorie sui sistemi agricoli locali (local food systems). Un sistema agricolo locale è un gruppo collaborativo di soggetti che integra produzione, trasformazione, distribuzione, consumo e gestione dei reflui e dei rifiuti a livello locale, al fine di incrementare i benefici per l'ambiente, per l'economia e per la società di una determinata area.

Il senso da cogliere è che incrementando l'attenzione e l'interazione della città (in questo caso la difficoltà sta nel fatto che non c'è una città vera e propria, ma un insieme di piccoli comuni e un urbanizzato diffuso) verso la propria campagna, allora si possono incre-

mentare le occasioni e le risorse per allentare i vincoli economici della produzione agricola industrializzata e per inserire l'agricoltura a pieno titolo come risorsa territoriale. In questo modo agricoltura e territorio si possono sostenere vicendevolmente, godendo da una parte di maggiori occasioni di reddito e dall'altra di maggiori servizi a disposizione dei cittadini.

Si tratta certamente di un percorso lungo, con tante contraddizioni e non sempre e non del tutto alla portata degli attori locali e che richiede anche una capacità di programmazione e di intervento che si sviluppa nel corso di più anni e che sia in grado di abbracciare un comprensorio di tipo anche sovracomunale. Per non cadere nello sconforto che può derivare dalla sensazione di trovarsi di fronte a problematiche troppo grandi, si può comunque partire con attenzioni, progetti, rinforzi di comportamenti positivi di più semplice ed immediata attuazione.



Paesaggio bucolico nel centro della città di Darfo Boario Terme: piena, anche se non completa, integrazione natura-agricoltura-ambiente urbano.

## 6.2 - Recuperare consapevolezza sul valore dell'acqua in campagna

Negli ultimi 50 anni in quasi tutti i comuni del fondovalle camuno sono scomparsi gli acquedotti rurali, i consorzi e la conoscenza degli usi locali che si erano definiti per la gestione dell'acqua irrigua.

I motivi sono vari e vanno dalla semplice disattenzione, a diverse esigenze dell'agricoltura, alla realizzazione di infrastrutture o urbanizzazioni extra agricole che hanno coperto/interrotto/distruito i segni del passato. Il risultato è la scomparsa del sistema capillare dei canali di trasporto e distribuzione dell'acqua, la perdita della conoscenza dei sistemi irrigui locali e delle modalità di loro organizzazione e gestione, ma anche la perdita di quel mondo di biodiversità animale e ve-

getale che proprio nell'acqua dei canali trovava il suo habitat, così pure come della conoscenza dell'uso e dell'esistenza di queste risorse che invece caratterizzavano il territorio e che potrebbero continuare ad essere importanti per il futuro.

Oggi la falda si è abbassata e alcuni privati hanno anche sopperito in autonomia, con la costruzione di pozzi d'attingimento non solo ad uso irriguo. Oltre ai possibili abusi, ciò che si è persa è la gestione unitaria del sistema e quindi minori costi di produzione per le aziende, capacità di gestione coordinata del sistema irriguo e capacità di mantenere un valore condiviso e pubblico legato alla presenza dell'acqua.

In questo senso diventa importante qualsiasi intervento ed iniziativa che si ponga l'obiettivo di riportare e ricostruire la rete irrigua capillare, che deve però andare a servizio anche dell'agricoltura.

### 6.3 - Contrastare la semplificazione del paesaggio

Di pari passo con i canali irrigui ed i confini di campi e strade rurali vi sono sempre stati elementi del paesaggio agrario quali filari di vite maritata a noci o filari di noci o altri alberi da frutto campestri e tradizionali, i cui resti si vedono ancora oggi in alcuni lembi di campagna.

In particolare i filari di vite maritata sono elementi che danno una forte identità ai fondovalle alpini di area mediterranea, distinguendoli nettamente dai fondovalle fluviali a Nord delle Alpi dove la vite è del tutto inesistente. La presenza di questi filari e delle altre piante da frutto deve essere letta nell'ottica dell'azienda agricola tradizionale, dove ogni angolo di terra disponibile era utilizzato per diversificare la produzione ed avere un piccolo beneficio accessorio.

Rimane il fatto che si tratta di elementi identitari che devono essere innanzitutto ri-conosciuti e successivamente rivalutati.

Nessuna tecnica agricola si occupa ordinariamente oggi della riproposizione di filari di vite maritata in campagna

e così in ambito urbano o periurbano si assiste spesso all'introduzione di elementi vegetali del tutto avulsi dal contesto, a scopo di mascheramento o di improbabile abbellimento di alcune infrastrutture.

Da questo punto di vista non pare particolarmente difficoltoso un potenziale programma di collaborazione con le aziende agricole locali, finalizzato alla realizzazione di nuovi filari di noci o alberi da frutto campestri lungo i principali elementi lineari della campagna, così come iniziative per la sensibilizzazione all'utilizzo di elementi del paesaggio agrario per il mascheramento di elementi di disturbo infrastrutturali ed urbani.

Ad un livello di complessità superiore – che prevede l'esistenza di un disegno ordinatore di fondo – questi elementi possono anche essere pensati in funzione di dare continuità al corridoio ecologico del fiume, riproducendo quinte di vegetazione che si espandono nella campagna fornendo rifugio e alimentazione alla fauna selvatica del fondovalle.

Ad un livello ancora ulteriore – che prevede un coordinamento più puntuale con le aziende - queste piante campestri potrebbero comunque dare risorse alimentari riconosciute se non produzioni di pregio, con bassi



Esempio di filari di noce e pergole tradizionali di vite, ormai parte del decoro urbano ma sulla via dell'estinzione.

costi di gestione (da nuovi filari di vite maritata di uva americana si potrebbero per esempio realizzare dei succhi di frutta territoriali e a basso impatto ambientale).

## 6.4 - Diversificare l'attività agricola e aprire alla multifunzionalità

Tutte le azioni di diversificazione della produzione agricola, per esempio la transizione dalla coltivazione di mais da insilato con tecniche convenzionali alla coltivazione di mais da granella per consumo umano (meglio se con tecniche da agricoltura biologica), così come la produzione di ortaggi con tecniche a basso impatto ambientale o l'introduzione di prati o erbai in una sorta di avvicendamento colturale o a margine dei fossi principali, sono attività che consentono la diversificazione della produzione di fondovalle e che alleviano l'impatto di fertilizzanti ed erbicidi su un suolo sabbioso e delicato quale l'alluvionale del Fiume Oglio. Perché questo avvenga è necessario sviluppare per esempio una serie di iniziative dimostrative in collaborazione con le aziende agricole, grazie alle quali per un certo periodo di tempo testare per esempio la diversificazione colturale nelle aziende, risolvendo i problemi che passo dopo passo si possono presentare come conseguenza dell'introduzione di un nuovo sistema colturale, per il quale non si hanno in loco né le conoscenze operative, né le strutture di trasformazione o i macchinari eventualmente necessari. Non bisogna sottovalutare infatti che spesso uno degli ostacoli maggiori alla diversificazione della produzione agricola è dato dall'assenza in loco di strutture per la conservazione del prodotto, oppure la sua trasformazione. Tutte le iniziative che favoriscono l'aggregazione della produzione e la formazione di piccoli poli di trasformazione dei prodotti in chiave collettiva sono da favorire perché sono il perno di una possibile re-infrastrutturazione del territorio di tipo agricolo (per esempio mulini per la macinatura dei cereali, celle frigo per la conservazione, piccoli impianti di lavorazione e trasformazione dei frutti e della verdura, ecc.).

Analogamente bisogna pensare allo sviluppo della multifunzionalità in azienda agricola, ovvero alla possibilità che le aziende che operano nei pressi del fondovalle siano fruibili, per esempio, con punti di vendita diretta dei prodotti, capendo le necessità per offrire ospitalità in azienda a ciclisti, a pescatori, ai fruitori dello spazio rurale a vario titolo.

A maggior ragione queste sono attività da incentivare

e favorire perché oltre a rappresentare fonti alternative di reddito per le aziende (solo indirettamente legate alla produzione agricola vera e propria), consentono di portare persone all'interno delle stesse, rompendo l'isolamento culturale e fisico con il resto del territorio.

## 6.5 - Accompagnare la transizione

Le azioni di cui sopra per funzionare hanno la necessità di essere accompagnate.

Da una parte servono agricoltori che in prima persona si sentano coinvolti, siano consapevoli ed abbiano voglia di mettersi in gioco nonostante le contraddizioni del momento e le possibili difficoltà operative iniziali. Dall'altra parte è necessaria maggiore empatia e conoscenza dell'agricoltura di territorio, delle sue sfide e delle sue difficoltà che si possono tradurre per esempio in programmi di educazione ambientale-agricola fatta con le aziende, in uno sforzo per valorizzare e incentivare l'acquisto locale dei prodotti ottenuti, per evitare che lo sforzo di diversificazione ricada in una logica di produzione industrializzata generica e di mercato, vanificandolo.

Poi è importante stimolare e valorizzare gli agricoltori particolarmente attivi e sensibili e svolgere alcune campagne di sensibilizzazione dei cittadini, così come l'impegno delle amministrazioni nell'identificazione e nell'utilizzo e promozione dei prodotti locali che hanno appunto un valore aggiunto territoriale, affinché questi siano nei fatti sostenuti innanzitutto dal territorio di riferimento ed i maggiori costi di produzione coperti dal prezzo di vendita.

Infine anche in questo campo è necessario stimolare la formazione anche di tecnici ed esperti realmente tali, competenti e che nutrano empatia verso il mondo rurale considerato che c'è un mucchio di ricerca applicata e di studi da fare per capire come meglio gestire il territorio insieme agli agricoltori.

## 6.6 - Un problema di sistema?

Sullo sfondo rimane la necessità di indagare meglio il modello agro-zootecnico attuale presente nel fondovalle ed in montagna in generale.

A prima vista ciò che sembra emergere è che non avendo altra leva economica se non l'incremento della pro-



All'ombra del campanile della chiesa di Boario Terme, località Isola: quale tipologia di granaio si auspica per la città? (produzione agricola convenzionale e anonima o produzione a basso impatto più legata al territorio).

duzione giornaliera di latte, le aziende hanno espanso le proprie attività importando un modello colturale e di allevamento intensivo, cercando di utilizzare al meglio i terreni pianeggianti per la produzione di foraggio – tipicamente mais da insilato.

I terreni locali sono però piccoli e polverizzati: non si sono quasi mai raggiunte le economie di scala auspicabili e paragonabili alle aziende di Pianura, dove questo modello è stato sviluppato. Nei terreni così frazionati e distanti tra di loro, spesso la gestione dei reflui è difficoltosa, in un'area in cui le precipitazioni medie annue sono tra le più elevate della Lombardia e dove il ciclo colturale del mais non rende possibile l'impiego diffuso di colture intercalari.

Quindi alcune aziende agricole si sono trovate e si trovano in difficoltà nella gestione dell'allevamento, della base alimentare e dei reflui. E da qui nascono alcune perplessità relativamente all'approvvigionamento alimentare, alla tipicità delle produzioni, a quantitativi, tempi e metodi di smaltimento dei reflui – anche legati al fatto che troppo spesso i campi non sono distanti dalle abitazioni (peraltro queste ultime di recente realizzazione).

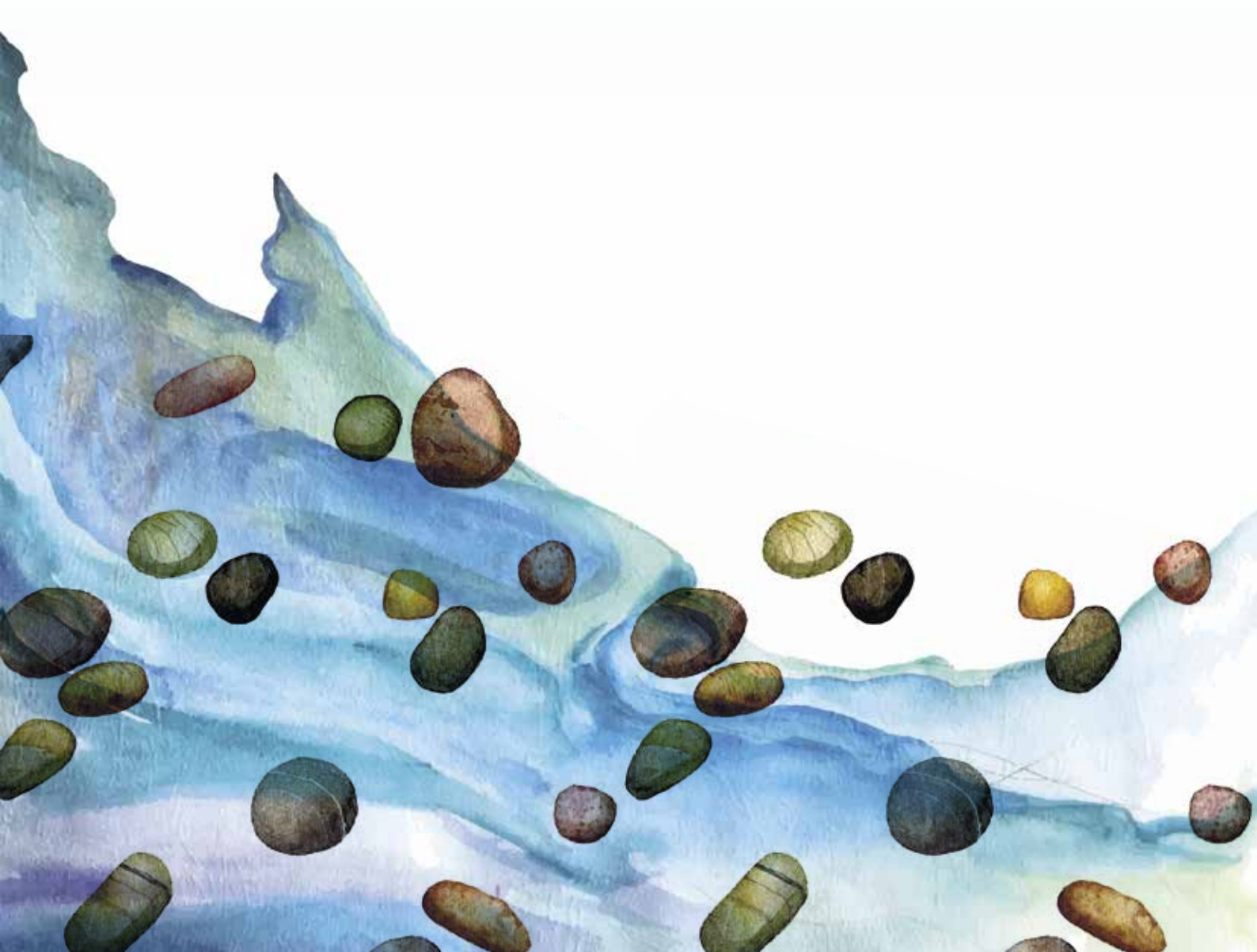
In questo caso c'è da chiedersi se di fronte ad un'area di superficie limitata ma naturalisticamente e socialmente rilevante, non sia possibile immaginare anche una diversa gestione e calibrazione di alcuni strumenti esistenti delle politiche agricole, orientandoli maggiormente per esempio al miglior bilanciamento del numero di capi allevati sulla superficie, all'adozione di avvicendamenti foraggeri, all'incentivo maggiore all'utilizzo del prato come base foraggiera, all'incremento della biodiversità in azienda, tarandoli sulla base delle caratteristiche reali delle aziende agricole e delle esigenze effettive di gestione ambientale.

Passi lenti e gradualmente comprendenti interventi culturali, interventi di paesaggio ma anche compensazioni e costruzione o riconoscimento di valore per la realizzazione e gestione di beni pubblici o ritenuti di interesse pubblico: uno spazio dove non sia solo (ma anche) la quantità di prodotto a condizionare le sorti economiche (quindi di vita) dell'azienda, – lasciando possibilmente ad ognuna di queste la ricerca di un nuovo mix ed equilibrio territoriale.

IL FIUME  
**OGLIO**  
TRA INFRASTRUTTURA IDRAULICA E GIARDINO

---

Parte Seconda  
**IL PROGETTO**





## Capitolo VII

### **Indagini sul Fiume Oglio *ante operam e post operam*: conoscere e capire per progettare con coscienza**

di Cesare Puzzi  
Soc. GRAIA srl

La progettazione ambientale è una attività particolarmente complessa e delicata, avendo la necessità di coinvolgere un numero di professionalità elevato in ragione delle diverse e complementari discipline che gli ecosistemi comprendono. Se si pensa di intervenire per migliorare la funzionalità ecosistemica del Fiume Oglio, su un tratto molto significativo che va da Edolo al Lago d'Iseo, e dunque per circa 60 Km di sviluppo lineare, è necessario raccogliere tutte le informazioni possibili relative a quell'ecosistema, senza le quali si rischierebbe di fare interventi inutili, inefficaci o addirittura dannosi.

La conoscenza di un ecosistema fluviale, e la successiva progettazione di interventi di riqualifica, prevede infatti il coinvolgimento di naturalisti, idrobiologi, geologi, forestali, botanici, ittiologi, faunisti, ingegneri idraulici, ingegneri ambientali, architetti paesaggisti, topografi ed altri eventuali specialisti se le circostanze lo richiedono. Solo una visione di insieme, che tenga conto di tutte le visioni particolari, può dare luogo a progetti efficaci. Per chi conosce gli ecosistemi fluviali, la semplice osservazione del fiume lungo il suo percorso è altamente informativa. Certamente va percorso tutto, poiché un corridoio fluviale deve essere tale per tutta la sua lunghezza, e non è pensabile trascurarne uno o più tratti a livello dei quali potrebbero esserci altrettante frammentazioni. L'obiettivo generale dei progetti sviluppati

lungo l'Oglio è infatti la connessione ecologica, e gli obiettivi particolari sono il miglioramento della connettività con la rimozione di ostacoli e di frammentazioni degli habitat mediante interventi puntuali.

Con la consapevolezza e l'obiettivo di voler conoscere nel dettaglio l'intero fiume da Edolo al Lago di Iseo, nel corso degli anni di attività (2013-2018) è stato applicato un metodo di valutazione fluviale molto articolato: l'IFF – Indice di Funzionalità Fluviale.

L'IFF è un indice che valuta le caratteristiche dell'habitat fluviale e ripario, ed è stato concepito per esprimere la qualità dell'ecosistema fluviale soprattutto in termini di livello di "funzionalità idrobiologica" del corso d'acqua, ossia delle sue capacità di riutilizzare la materia organica al suo interno. Infatti, quanto più tale processo è efficiente, tanto più abbondanti e diversificate sono le biocenosi fluviali ospitate, dal momento che un corso d'acqua costituisce un ecosistema aperto che dipende dall'apporto esterno di energia e materia. Un elevato livello di funzionalità fluviale implica, inoltre, una forte capacità di autodepurazione delle acque e quindi di resistenza all'inquinamento organico.

L'IFF inoltre valuta la capacità di un corso d'acqua di resistere all'inquinamento e di autodepurarsi attraverso una serie di parametri che riguardano l'ecosistema ripario e quello acquatico. L'ecosistema ripario funge da filtro naturale agli inquinanti provenienti dal bacino,

mentre l'ecosistema acquatico ha la capacità di degradare le sostanze inquinanti che vi afferiscono. Tali funzioni di filtro e depurazione sono tanto più efficienti quanto più il corso d'acqua e le sue rive si trovano in condizioni naturali.

La vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea lungo le sponde fluviali e nelle eventuali aree golenali, svolge infatti molteplici funzioni ecologiche a vantaggio dell'ecosistema e della biodiversità: gli apparati radicali sono in grado innanzitutto di dare stabilità alle sponde, prevenendo l'erosione e quindi limitando il trasporto di materiale limoso, sabbioso o ghiaioso del fiume; essi inoltre filtrano, poiché assorbendo l'acqua che arriva dal bacino scolante, fermano e metabolizzano anche le sostanze che in acqua sono disciolte, talora rappresentate anche da sostanze inquinanti che vengono in questo modo rese innocue; le radici, infine, se sono immerse in acqua (come fanno ad esempio i salici o gli ontani) rappresentano una splendida area di rifugio e primo nutrimento per la fauna acquatica, che si ripara dai predatori nell'intrigo delle radici e sulle quali trova un ottimo cibo, dato dalla crescita di batteri, alghe, muschi e altri microrganismi che si sviluppano su qualsiasi substrato sommerso (la patina "viscida" che percepiamo quando prendiamo qualcosa che è sommerso in acqua da un po').

Oltre agli apparati radicali, la vegetazione con il suo sviluppo di tronchi, rami e foglie svolge altre funzioni benefiche: consente ad animali di molte specie di trovare casa (uccelli, anfibi, rettili, mammiferi, invertebrati) e se la fascia di vegetazione è sufficientemente ampia e continua permette a tali specie di spostarsi facilmente, realizzandosi un corridoio ecologico; ha un ruolo di omeostasi termica sul fiume, poiché ombreggiando in estate previene l'eccessivo riscaldamento delle acque; procura energia e cibo alla fauna acquatica, poiché le foglie sono il primo elemento della catena alimentare dei corsi d'acqua e gli insetti alati terrestri ed acquatici nei loro vari stadi vitali gradiscono il fogliame; infine, ogni vegetale fissa l'anidride carbonica, che sta progressivamente surriscaldando il nostro amato Pianeta. Ecco perché la naturalità della vegetazione riparia è tanto importante ed è uno degli elementi principali dell'Indice di Funzionalità Fluviale.

Il grado di naturalità viene determinato attraverso una scheda, che si compone di 14 domande. Nel loro complesso queste domande consentono di indagare tutte le principali componenti dell'ecosistema fluviale, sia abiotiche che biotiche, per ciascuna delle quali vengono fornite 4 possibili risposte alternative con relativi punteggi. La compilazione della scheda deve essere riservata ad operatori di provata esperienza nel cam-

po dell'ecologia fluviale: infatti, benché sia apparentemente di facile applicazione, il metodo presuppone adeguata preparazione scientifica, nonché capacità di osservazione e di ragionamento da parte del rilevatore. Per applicare il metodo, l'operatore si deve recare sul corso d'acqua da indagare ed attribuire i punteggi sulla base delle osservazioni richieste dalla scheda a tratti omogenei rappresentativi del corso d'acqua.

Dalla somma dei singoli punteggi attribuiti si otterrà il punteggio finale per ciascuna sponda, che viene tradotto in una corrispondente classe di funzionalità fluviale o classe di qualità e nel rispettivo giudizio finale. All'intero Fiume Oglio prelacuale, a partire da Edolo, è stato dunque applicato l'indice IFF, rilevando il fiume in doppia sponda sia in fase *ante operam* che in fase *post operam*.

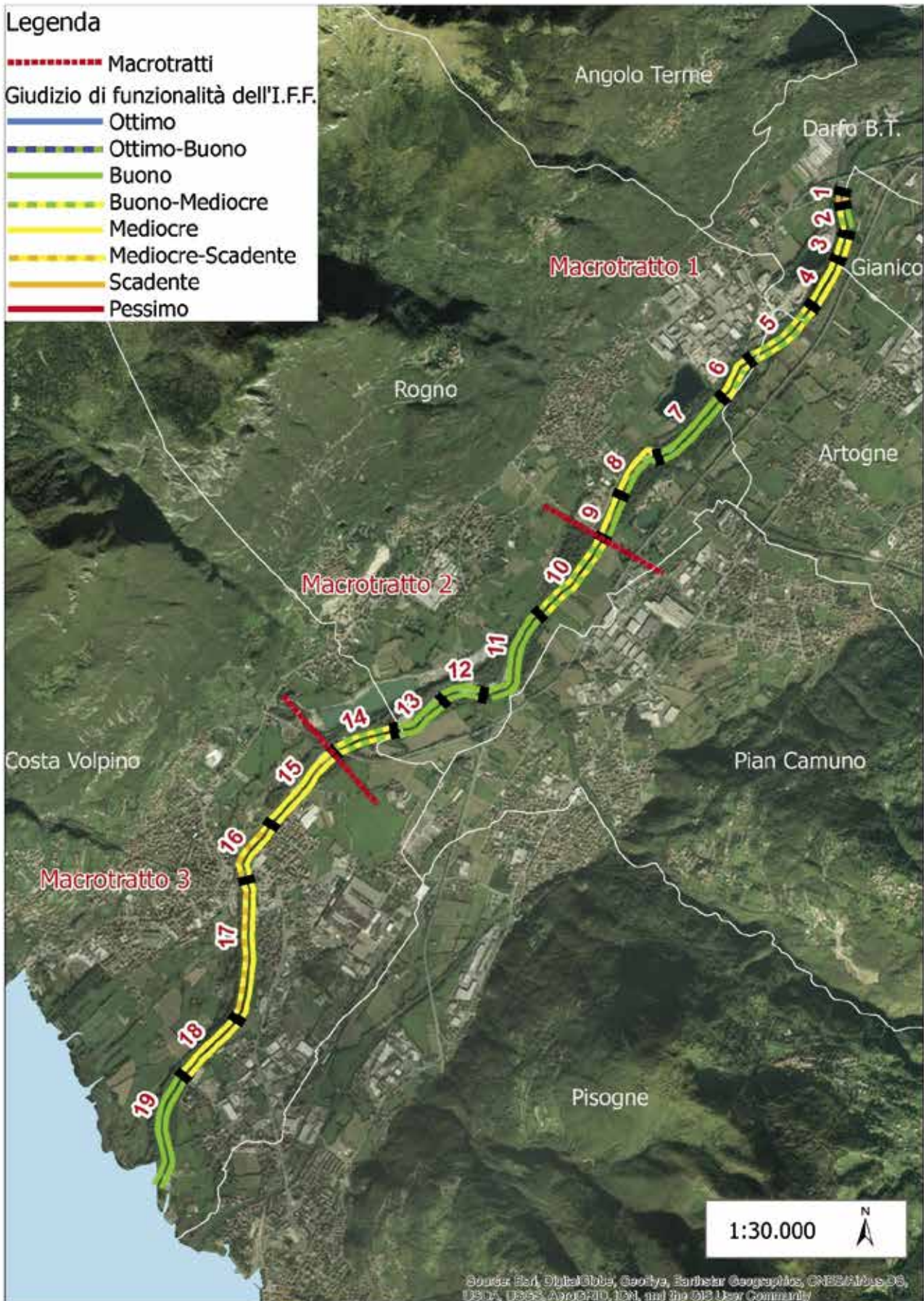
Il risultato di sintesi di questa importante attività di monitoraggio è un voluminoso quantitativo di schede compilate, e soprattutto una cartografia georeferenziata che consente di individuare la classe di funzionalità fluviale dei diversi tratti fluviali in modo immediato: ad ogni classe corrisponde un colore diverso e il colpo d'occhio cartografico è immediato.

A titolo esemplificativo, l'immagine seguente riporta i risultati dell'indice IFF del rilevamento ante operam sul tratto compreso fra Darfo e il Sebino, sovrapposto alla fotografia aerea. In questo tratto, per omogeneità e comodità, sono state individuate tre macroaree, ognuna delle quali composta da vari segmenti omogenei, ai quali è stato attribuito un punteggio ed una corrispondente classe di qualità, in doppia sponda. Qualora la classe di qualità si collochi al confine fra due classi si utilizza il tratteggio che alterna i colori delle due classi di qualità rilevate.

Questo tipo di restituzione grafica è stato fatto per l'intero tratto fluviale in oggetto, ripetendo il rilievo dopo la conclusione degli interventi di miglioramento funzionale. Ciò consente di disporre di un risultato ante operam, che fotografa la situazione di partenza, e del risultato post operam, che rivaluta il tutto alla luce degli interventi eseguiti.

Ora, poiché uno degli elementi di maggior rilevanza del progetto è rappresentato dall'acquisizione da parte della Comunità Montana di Valle Camonica delle aree ripariali di proprietà demaniale, è evidente che una buona parte del miglioramento funzionale del corridoio fluviale è stato realizzato grazie agli interventi di riqualifica e ricostruzione della fascia vegetazionale riparia.

Si tratta di interventi forestali di ampia portata, realizzati per la prima volta con un'ottica d'insieme valutando il fiume nel suo complesso e non per singoli brevi tratti. Ma sono interventi che, per loro stessa natura, hanno



| 75

Esempio di rappresentazione cartografica schematica dei giudizi di funzionalità generale - Ultimo tratto del Fiume Oglio.

bisogno di anni per potersi consolidare e per poter esprimere tutto il loro valore e la loro funzione in termini di recupero della connettività ecologica. Sono necessari gli anni che gli alberi e gli arbusti ripariali utilizzeranno per poter crescere e dare luogo a fasce vegetazionali ampie e rigogliose, in grado di adempiere alle molteplici funzioni che esse svolgono, come più sopra richiamato. Poiché sono necessari anni per avere i risultati più significativi, è evidente che il rilievo post-operam effettuato poco dopo il termine dei lavori potrà dare alcune informazioni, ma per essere pienamente informativo dovrebbe essere replicato dopo alcuni anni. Ci vorrebbe una sorta di post-post operam che dia tempo alla natura di fare il suo lavoro, dando luogo alla maturazione di formazioni boschive ripariali, e si potranno allora verificare più compiutamente i risultati raggiunti e confrontare i valori e le classi di qualità dell'IFF sia con la situazione ante operam, sia con la situazione dell'immediato post operam.

Per quanto riguarda i risultati complessivi dell'applicazione dell'indice IFF, relativamente ai tre tratti fluviali di pertinenza dei tre progetti cofinanziati da Fondazione Cariplo, è stato in sintesi rilevato uno stato mediocre, con tratti decisamente migliori, ma anche con alcune porzioni fluviali classificate "scadenti".

In particolare, per quanto riguarda i risultati ottenuti con l'applicazione dell'indice IFF negli oltre 31 Km di Fiume Oglio tra Edolo e Breno, si rileva come i punteggi più alti siano stati per lo più registrati nelle prime tre macroaree e precisamente da Edolo, a valle dell'abitato, sino a Cedegolo.

I punteggi IFF minori si osservano nelle zone di massima antropizzazione. Fortemente ridotta risulta essere la funzionalità dell'Oglio in corrispondenza dell'abitato di Edolo e Capo di Ponte, dove risulta pesantemente compromessa la fascia riparia, con argini per lo più artificiali. Penalizzata anche la funzionalità del fiume in corrispondenza dell'area industriale di Forno Allione, dove l'alveo è a tratti rimaneggiato con manufatti spondali che privano il fiume di una zona riparia funzionale. In questi tratti proprio per le caratteristiche dell'area attraversata dal corso d'acqua, pare molto difficoltoso intervenire con particolari azioni per migliorare le condizioni di funzionalità fluviale soprattutto per quanto riguarda la rinaturalizzazione spondale vista l'assenza fisica di spazio per eventuali interventi. All'altezza di Losine si registrano alcuni tratti del fiume con funzionalità scadente a causa di sponde artificiali e di una fascia riparia non funzionale. In questo caso l'idromorfologia del corso d'acqua è ben diversificata e l'unica criticità è rappresentata da una briglia invalicabile alla fauna ittica. I risultati ottenuti nei successivi 18 Km di fiume fra

Breno e Darfo rilevano come, in linea generale, il tratto di fiume indagato sia molto antropizzato e, anche nelle aree più naturali, è visibile lo sviluppo insediativo ed antropico. I segni antropici sono visibili sia nelle aree agricole, sia nelle aree prettamente urbanizzate, con lo sviluppo di abitati più o meno densi ed aree industriali. Il tratto presenta nel complesso una funzionalità "Mediocre", soprattutto in ragione del grado di urbanizzazione elevato dell'area. I giudizi migliori (con livello di funzionalità fluviale "Buono") si ottengono dove entrambe le sponde presentano una buona condizione della fascia perfluviale primaria e secondaria, continua ed ampia. I giudizi più critici (con livello di funzionalità fluviale "Scadente" o "Mediocre-scadente") sono attribuiti in presenza di condizioni critiche della fascia riparia perfluviale primaria o secondaria, che non risulta essere presente in modo continuo, che non risulta essere funzionale e significativa oppure è assente. In tutti i casi, è la vegetazione presente o meno sulle sponde che contribuisce, in modo significativo, ad influenzare la funzionalità fluviale del tratto.

In più tratti di indagine si riscontra la presenza di fenomeni erosivi evidenti, anche di rilevanti dimensioni, e sono molte le porzioni di sponda artificializzate per la presenza di argini di contenimento o scogliere realizzate per proteggere la sponda stessa dall'erosione. Nel complesso risulta buona la diversificazione idraulico-morfologica del fiume, soprattutto per l'alternanza di tratti a riffle e a run, che contribuiscono a differenziare l'habitat fluviale.

I risultati delle indagini relative al tratto terminale del fiume, per circa 9 Km tra Darfo Boario Terme e la sua immissione in lago, mostrano come la sponda sinistra versi in condizioni leggermente migliori della destra. I risultati dei singoli tratti evidenziano le zone meno funzionali del corso d'acqua.

Ai fini del miglioramento di funzionalità ecosistemica e di miglioramento della connessione ecologica, gli interventi eseguiti in questi anni di riforestazione e ricreazione della fascia vegetazionale riparia rappresentano il principale elemento di incremento di habitat, soprattutto in prospettiva futura, quando il tempo avrà dato modo alle ripiantumazioni di consolidarsi e svilupparsi. Anche la deframmentazione di alcune briglie, realizzata con la costruzione di passaggi per pesci di tipo "rustico", ossia rampe in massi ciclopici, ha favorito il riequilibrio della comunità ittica fluviale, particolarmente ricca di specie di importanza conservazionistica, che possono nuovamente percorrere liberamente gran parte del fiume e muoversi da o per il Lago di Iseo. I pesci hanno inoltre beneficiato degli interventi di miglioramento idromorfologico, rappresentati dalla diversificazione di

tratti fluviali banalizzati e impoveriti da pregresse estrazioni di inerti, che hanno banalizzato l'habitat acquatico. La posa di cluster di massi ciclopici ha permesso la creazione di tratti con aree di rifugio, e di possibile riproduzione, per i pesci dell'Oglio.

Altro intervento di assoluta importanza ai fini del recupero idromorfologico, ma con un ruolo anche di sicurezza idraulica, è stata la riapertura dei paleo alvei di foce, la cui chiusura aveva reso il tratto unicursale, limitando il mosaico ecosistemico che caratterizza l'importantissimo ecotono tipico del punto di passaggi lago/fiume. Migliorare questo assetto consentirà a tutte le componenti ecosistemiche di colonizzare con maggiore efficacia questo importantissimo punto di scambio tra acque lotiche ed acque lentiche, con lo sviluppo del canneto e della restante vegetazione acquatica con le relative funzioni ecologiche che esprimono.

I progetti di intervento puntuale sviluppati in questi anni sul fiume hanno dunque una loro ragione nella conoscenza del fiume, nel suo monitoraggio e nella individuazione delle criticità su cui intervenire.

Conoscere il fiume, applicare gli strumenti di indagine su base scientifica, poter quindi capire che cosa sia più opportuno fare, significa poter progettare con coscienza, nella consapevolezza che la natura ha grandissime potenzialità di recupero e che spesso è sufficiente innescare il processo di recupero per stimolare la resilienza che porta poi a moltiplicare gli effetti di interventi puntuali. Confidiamo dunque nel Fiume Oglio e nella sua resilienza, ricordandoci che va rispettato e tutelato, e che il recupero della sua naturalità unitamente ad una oculata gestione pianificatoria e territoriale rappresenta la migliore garanzia anche per la sicurezza idraulica della Valcamonica.



Fiume Oglio in Comune di Sonico.



# Capitolo VIII

## Interventi di riqualificazione forestale e spondale lungo il Fiume Oglio

di Alessandro Ducoli e Gianbattista Sangalli

### 8.1 - Il Fiume Oglio: gestire la vegetazione fluviale

La Regione Lombardia ha istituito la Rete Ecologica Regionale (RER) riconosciuta dal Piano Territoriale Regionale del gennaio 2010 come "infrastruttura prioritaria" e strumento di indirizzo pianificatorio. La RER si basa sul concetto di polifunzionalità, rappresentando il principale strumento per la difesa della biodiversità e, al contempo, per la fornitura di Servizi Ecosistemici (sin'ora unico esempio a livello nazionale), che possiamo riassumere in:

- **Qualità delle acque:** un fiume funzionale ed efficiente è in grado di autodepurarsi agendo come un depuratore naturale altamente efficace e in grado di affinare i livelli di depurazione antropica ottenuta con processi biochimici.
- **Sicurezza igienica:** un fiume con buone acque, oltre a rappresentare un vettore ecologico di grande significato estetico, rappresenta un elemento di sostegno ad attività economiche e ludiche tutt'altro che secondarie: agricoltura, itticoltura, pesca dilettantistica, rappresentano solo i punti d'inizio di una "filiera" dalla quale traggono giovamento numerosi altri elementi economici, con particolare riferimento al turismo.
- **Paesaggio:** un fiume ben conservato, ordinato

nelle sue componenti forestali di margine, percorribile a piedi, a cavallo o in bicicletta, rappresenta una "infrastruttura naturale" di pregio, in grado di riequilibrare, quasi da sola, l'intero fondovalle camuno, purtroppo costellato di interventi fortemente impattanti sul paesaggio e sui tessuti sociali.

- **Ecosistema fluviale:** il Fiume Oglio rappresenta la principale componente ecosistemica di fondovalle in grado di mantenere elevata la permeabilità ecologica dell'intera Valle Camonica con le altre vallate alpine e soprattutto con la pianura padana. Ciò significa, innanzitutto, sicurezza per le popolazioni animali e vegetali, contrasto alla penetrazione di specie esotiche potenzialmente invasive, se non addirittura pericolose per gli equilibri naturalistici e per le attività agricole locali (potenzialmente anche per la salute umana!), contrasto ai cambiamenti climatici (fondamentale la capacità termoregolatrice delle acque del fiume nel fondovalle e nell'ambito lacustre), elevazione della sicurezza biologica e quindi igienica per specie animali e vegetali (e anche per l'uomo).

L'artificializzazione del corso del fiume e la sua "ingegnerizzazione idraulica", attuata negli ultimi 50 anni, hanno lasciato poco spazio ad una visione integrata e completa del ruolo e dei servizi ecosistemici resi al proprio territorio dal Fiume Oglio. Si tratta di opere di



Lo straordinario valore ecologico delle aree golenali e dei collettori secondari del fiume (importanza ecologica della libera evoluzione naturale - Artogne).



Piancogno: la "chiusa" della Società Idroelettrica Lombarda s.r.l.

valore programmatico "straordinario" per le quali la sicurezza d'esercizio suggerisce, per la vegetazione che le accompagna, la funzione prevalente protettiva. Questo fatto, tuttavia, non deve escludere la necessità di valorizzazione multisistemica che abbiamo detto essere obiettivo assoluto della gestione della vegetazione fluviale.

## 8.2 - Le minacce all'integrità fluviale

Il Fiume Oglio prelacuale ha subito nel corso degli anni i molteplici effetti legati all'antropizzazione intensa della Valle Camonica con conseguenze che possiamo riassumere in:

- impatto causato da molti degli interventi effettuati in alveo e sulle sponde ai fini della **sicurezza idraulica**; tali interventi sono stati spesso eseguiti



Costa Volpino: pascolo non controllato (novembre 2017).

con poca attenzione all'ecosistema fluviale globalmente inteso, determinando ampi tratti fluviali artificializzati e non funzionali a esigenze di servizio multisistemico;

- **scarichi fognari** che, in alcuni casi, ancora oggi insistono pesantemente sul fiume;
- **attività agricola** che, dove ancora esercitata sul fondovalle, pressata da altri usi industriali e urbani dei suoli, utilizza le aree coltivabili sino in fregio al fiume, in qualche caso anche occupando aree demaniali;
- **sbarramenti del fiume** creati ad uso idroelettrico che interrompono il corridoio ecologico fluviale principale (alcuni anche di recente realizzazione);
- soglie di contenimento dell'erosione che quasi sempre impediscono la **percorribilità fluviale** alla fauna ittica;
- totale **abbandono** o, per contro, **sfruttamento selvaggio** delle aree forestali poste a margine del fiume con conseguente degrado estetico e aumento dell'insicurezza idraulica;
- aree adibite a deposito o **scarico di materiali**, con aumento del degrado estetico, del rischio idraulico e sottrazione di aree esondabili preziose per la dinamica fluviale;
- **aree di cava e di deposito**, in qualche caso poste a ridosso dell'alveo principale o addirittura in zone che possono considerarsi alveo attivo.

Un ultimo e ulteriore elemento di minaccia, esemplificativo del sostanziale abbandono nel quale il fiume è stato lasciato nell'ultimo secolo, è la mancanza, ovvero la scarsa conoscenza di dettaglio del fiume inteso

nella sua accezione globale di elemento portante di un ambito alpino, senza una visione ed un'ottica di bacino che consenta di pianificare gli interventi, di qualsiasi natura essi siano, ad un livello di ecosistema anziché di tratto puntuale.

Pur in tale quadro, fortunatamente, rimangono alcuni tratti anche significativi, in cui il fiume, il bosco ripariale e la complessiva naturalità dell'ecosistema si sono conservati ad un buon livello funzionale e paesaggistico. Questi aspetti rappresentano un'opportunità per dar corso ad una nuova politica di gestione dell'ecosistema fiume che il Parco dell'Adamello ha inteso programmare in un piano specifico che, partendo dal coinvolgimento diretto di tutte le più diverse tipologie di utenza (dalle amministrazioni comunali, alle associazioni di pescatori, fino ai turisti più o meno occasionali), prevede alcune azioni di breve, medio e lungo periodo:

- l'organizzazione dei dati e dei monitoraggi esistenti, con le necessarie integrazioni sui tratti mancanti, al fine di definire un quadro dello stato "ante operam" del tratto fluviale, con particolare attenzione allo stato di funzionalità ecologica delle sponde, allo stato della frammentazione fluviale, alla individuazione dei tratti maggiormente artificializzati;
- azione di ricognizione delle aree demaniali al fine di definirne le superfici le aree potenzialmente utili a supportare interventi di riassetto e riequilibrio della funzionalità fluviale (realizzazione di interventi di riforestazione ripariale, di mantenimento e ricostruzione di fasce tampone, recupero della funzionalità idraulica, qualitativa e paesaggistica del fiume);

- realizzazione di interventi di ricostruzione di boschi ripariali e di fasce spondali vegetate con funzioni di tampone al dilavamento delle aree agricole, di ricostruzione e mantenimento del corridoio ecologico principale di fondovalle e di miglioramento paesaggistico dell'insieme;
- realizzazione di interventi di diversificazione fluviale in tratti già banalizzati e di interventi di deframmentazione fluviale su rampe in corrispondenza di briglie di contenimento realizzate da Enti Pubblici;
- completamento, consolidamento e valorizzazione di un Sentiero fluviale;
- valutazione della possibile istituzione di nuove forme di tutela (PLIS e/o SIC) per i tratti maggiormente significativi dal punto di vista naturalistico ed ecosistemico del fiume.

### 8.3 - Gestire la vegetazione ripariale

I boschi ripariali sono formazioni più o meno stabili in cui l'elemento arboreo di maggior rilievo è certamente identificabile nella presenza di *Salix alba* e *Populus nigra*. La loro importanza forestale si può riassumere in tre punti principali:

- **Valore ecologico.** Formazioni di grande valore floristico (stazioni di *Equisetum* e *Arundeti*) e faunistico (anfibi, fauna ittica, avifauna acquatica e migratoria, ecc.).
- **Valore idrogeologico.** Trattandosi di formazioni durevoli inserite nel sistema dinamico dell'asta fluviale, sono elemento certo di stabilizzazione dell'alveo.
- **Valore paesaggistico.** Si tratta di "boschi di fondovalle" cresciuti a ridosso delle aree artigianali e degli insediamenti abitativi, per cui assumono un importante significato di "tamponi verdi".



Darfo Boario Terme: tamponi verdi tra l'abitato e il fiume (2015).



Darfo Boario Terme: tamponi verdi tra l'abitato e il fiume (2015).



Darfo Boario Terme: tamponi verdi tra l'abitato e il fiume (2016).

L'attuale configurazione forestale delle aree golenali e delle sponde del Fiume Oglio sta riguadagnando forme che, nonostante il sensibile condizionamento causato dalle numerose specie esotiche (*Ailanthus altissima* e *Buddleia davidii* in modo particolarmente negativo), appaiono fortemente naturali (*naturaliformi*). Tutto ciò, favorito tra le altre cose da quell'*abbandono* che spesso viene additato come tra i peggiori mali delle valli alpine, rende l'aspetto ecologico-paesaggistico dell'intera asta fluviale molto interessante sotto i più diversi aspetti. Occorre in tal senso ricordare che il fondovalle camuno è oggi ormai quasi interamente urbanizzato e la stragrande maggioranza delle antiche pianure alluvionali presenti è convertita in aree artigianali, residenziali e commerciali. A questo fatto si è aggiunta una consistente politica di "sicurezza idraulica" che, soprattutto negli anni '80 e '90 ha rimodellato e consolidato non pochi argini del fiume. Quanto appena espresso potrebbe suggerire, in termini di *vegetazione ripariale*, una situazione generale non certo favorevole, tuttavia ci si trova di fronte a elementi non di rado interessanti. Ed è proprio per tale motivo che si ritiene opportuno evidenziare la necessità di concretizzare una definitiva politica di pianificazione dei "boschi del fiume", ancora oggi chiamati "boschine" anche a testimonianza della non certo elevata considerazione di cui godono, affinché lo status attuale sia ricondotto a metodi gestionali che siano adeguati alla valorizzazione e consolidamento degli equilibri in atto. Vengono qui riassunti alcuni concetti fondamentali che occorre tenere in debita considerazione quando ci si trova a dover effettuare interventi che riguardino la vegetazione cresciuta in ambito fluviale (sia sugli argini che nelle ormai residuali aree golenali):

1. la vegetazione stabile rappresenta la migliore chiave di lettura delle condizioni di equilibrio dell'alveo;
2. la stabilità idraulica di un collettore dipende in misura tanto maggiore da quanto maggiore è la stabilità della vegetazione ripariale;
3. in condizioni naturali di regimi ordinari di piena la vegetazione spondale tende a raggiungere un proprio equilibrio fisionomico-strutturale (fase climax) intimamente legato all'equilibrio dinamico dell'alveo (sistema alveo-vegetazione);
4. la vegetazione fluviale stabile rappresenta un elemento certo per la sicurezza delle aree contigue al fiume (può rappresentare un obiettivo pericolo solo nel caso di occlusione localizzata favorita dall'accumulo di vegetazione morta e dalla presenza di specie con apparati radicali non consolidanti),
5. la non gestione, ovvero il taglio indiscriminato di aree più o meno circoscritte di vegetazione ripariale favorisce l'ingresso anche irreversibile di specie esotiche (con particolare magnitudo negativa: *Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*, *Buddleia davidii*, *Fallopia japonica*, *Lonicera japonica*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Prunus laurocerasus* e *Trachycarpus fortunei*; altre specie esotiche, ma meno "invasive" delle precedenti: *Parthenocissus tricuspidata*, *Platanus xhispanica*, *Robinia pseudoacacia* e *Rosa multiflora*).

I concetti riportati hanno lo scopo di mettere in chiara evidenza come sia delicato il tema legato alla gestione della vegetazione ripariale. Tale fatto è vero a maggior ragione se si considera l'imprescindibile importanza ecologico-biologica di questi "microecosistemi" a favore della fauna in generale. Tralasciando quest'ultimo aspetto, che richiederebbe approfondimenti dedicati,



Artogne: boschi ripariali inondati al campo volo (29 ottobre 2018).

si ritiene fondamentale puntualizzare alcuni elementi d'indirizzo per le più recenti politiche – troppo spesso non del tutto giustificate – di taglio della vegetazione fluviale a favore della “sicurezza” (spesso avvalorate da strumenti normativi che appaiono dettati più da opportunità di “consenso politico” che da reali obiettivi di tutela delle incolumità).

Nelle sezioni di deposito il taglio effettuato senza attenta valutazione dei singoli alberi può favorire l'erosione e condizionare la dinamica fluviale (in questi casi il taglio dovrebbe limitarsi ai soli alberi morti e sradicati). Per contro, le sezioni di scavo devono essere gestite con tagli oculati che prevedano l'allontanamento dei soli alberi instabili non consolidanti con apparati radicali visibilmente scalzati; la vegetazione arbustiva, qualora consolidante (salici) non dovrebbe essere tagliata se non nei casi in cui il taglio stesso ne favorisca il ricaccio attivo (taglio sul nuovo).

Pertanto, una corretta gestione dell'alveo attivo e delle rive boscate del fiume deve prevedere:

1. concentrare gli sforzi di bonifica nell'asportazione di alberi e arbusti morti, seccagnosi e/o visibilmente

instabili, avendo particolare cura nel mantenimento e valorizzazione di quelli tipicamente consolidanti quali ad esempio il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), il tiglio (*Tilia cordata*) il salice bianco (*Salix alba*), gli altri salici (*Salix eleagnos*, *Salix purpurea*, *Salix pentandra*, *Salix appendiculata*, eccetera) e tutti gli arbusti consolidanti ad elevato valore paesaggistico e faunistico (evonimo, corniolo, sanguinello, sambuco, biancospino, pruni, eccetera);

2. soggetti sani dovrebbero essere asportati, eventualmente, solo nel caso in cui vegetano all'interno della sezione attiva dell'alveo;
3. gli alberi cresciuti sulle sponde devono essere tagliati solo nel caso siano malradicati e/o visibilmente sbilanciati verso il fiume (alberi piegati con apparato radicale interessato da forti sifonamenti), o nei casi in cui siano cresciuti su argini esclusivamente sabbiosi;
4. evitare l'apertura di radure cercando di valorizzare la continuità di copertura sia per favorire la stabilizzazione delle specie migliori, sia per contenere l'ingresso di specie esotiche;



La bonifica totale della vegetazione ripariale espone il collettore al rischio di ricolonizzazione massiva di vegetazione esotica.



La ramaglia lasciata in alveo dopo un intervento di bonifica rappresenta uno dei maggiori elementi di pericolo in caso di piena (anche ordinaria).

5. favorire la valorizzazione ecologica delle aree golenali ancorché interessate da collettori secondari;
6. nel caso dei *Robinieti* evitare il taglio degli alberi più grandi e di quelli che non abbiano comunque raggiunto la maturità (30-40 anni);
7. evitare il taglio dell'ailanto se non in presenza di altre specie nelle vicinanze in grado di contenerne, mediante l'ombreggiamento, il ricaccio a livello radicale;
8. tagliare la *Budleja davidii* anche nei casi in cui non si accompagni ad una componente arborea; questa specie tende ad un invecchiamento precoce favorendo la presenza di materiale vegetale instabile e pericoloso perché facilmente trasportabile dalle piene ordinarie;
9. asportare tutti i residui di lavorazione boschiva dalle sezioni attive dell'alveo.

## 8.4 - Demanio fluviale dell'Oglio prelacuale: un progetto avviato

La Comunità Montana di Valle Camonica, nell'ambito di iniziative finanziate da Fondazione Cariplo, ha dato corso ad un consistente programma di "acquisizione" (concessione in gestione) e di valorizzazione dell'intera asta fluviale prelacuale. I progetti sono stati sviluppati a partire dal 2013 e hanno visto il susseguirsi di tre successivi lotti completati nel corso del 2018. Tutte le azioni

programmate ed effettuate hanno interessato aree demaniali per le quali è stata disposta specifica procedura di concessione d'uso da parte di Regione Lombardia (Fascicoli: 3700A-B-C-D-E-F-H del 8.10.201, relativi al *Primo Lotto*; Fascicolo 3823 del 16.03.2015 relativo al *Secondo Lotto*; Fascicolo BG05573 del 01.07.2017 relativo al tratto di fiume afferente alla Comunità Montana dei Laghi Bergamaschi-*Terzo Lotto*).

All'interno di tali lotti complessivamente sono stati sottoposti a cura colturale circa 61 ha di soprassuoli e messe a dimora oltre 2.500 piante autoctone suddivise tra arbusti e alberi a portamento arboreo (particolare attenzione è stata rivolta alla posa di alberi da frutto e di grande valenza paesaggistica e di supporto alla fauna quali fornitrici di cibo come *melo selvatico*, *pero selvatico*, *nespolo*, *caco*, *pruno selvatico*, oltre a specie di grande valenza golenale come ontano nero e carpino bianco; nel contempo sono stati anche realizzati tre "campi collezione" di melo delle antiche cultivar della Valle Camonica: località *Calameto* e *Balote* a Breno, e *Laghetto Graffiti* a Capo di Ponte). Gli interventi di cura colturale, sono stati attuati applicando simultaneamente tutte le formulazioni puntualizzate al paragrafo precedente, con particolare riferimento alle attenzioni multifunzionali di sicurezza idraulica, valorizzazione ecologica e paesaggistica.

Si tratta di interventi consistenti che hanno richiesto un impegno complessivo di quasi un milione di Euro (di cui circa il 35% utilizzati per interventi complementari di cartellonistica informativo-comportamentale, per la bonifica di rifiuti solidi urbani – tanti, accumulatisi in



Artogne valorizzazione culturale di sezioni di deposito (2016).

decenni di incuria - e per ulteriori spese di promozione del progetto). Dal punto vista operativo, pur considerando che circa 130 ha di demanio in concessione non sono stati sottoposti a nessun intervento, si renderebbe auspicabile un intervento di breve periodo (spesa stimabile in circa ulteriori € 250.000,00) per il completamento dei lavori.

Questa opportunità consentirebbe di poter iniziare una concreta politica di monitoraggio e gestione del demanio ed eventualmente la verifica concreta di necessità di lungo periodo.

Tutti gli sforzi attuati, sono stati funzionali alla stesura del Piano di gestione della vegetazione del Fiume Oglio prelacuale, strumento di indirizzo tecnico e programmatico che si pone l'obiettivo principale di consolidare con approccio sistemico la gestione e valorizzazione multifunzionale del demanio fluviale concesso in uso. Le superfici interessate dal Piano ammontano a circa 192,96 ha, cui si sommano ulteriori 58,34 ha non concessi ma comunque in uso (analizzati in linea di indirizzo ma gestiti dai competenti uffici regionali).

Mutuando i concetti propri della Pianificazione assestamentale, il piano è strutturato in Unità Gestionali (Particelle fluviali=Particelle forestali), la cui identificazione è stata effettuata secondo logiche fisiocratiche (omogeneità topografica, strutture di servizio e parametri

amministrativi), naturali (omogeneità vegetazionali) e/o prettamente gestionali (aree turistico-ricreative, ambiti di pesca sportiva). Sono state individuate complessivamente 103 Particelle fluviali (Particelle), suddivise in 4+1 classi di funzione prevalente:

- 1. Naturalistica:** caratterizza le aree che per diversità e ricchezza ecosistemica faunistica-floristica meritano un'oculata gestione selvicolturale-naturalistica, al fine di mantenere e aumentarne i biotipi presenti;
- 2. Protettiva:** include le particelle che per morfologia, composizione e urgenze di carattere antropico, sono indirizzate a protezione e controllo dei regimi idraulici del fiume;
- 3. Protettiva-turistica:** contraddistingue le aree chiamate alle stesse funzioni di cui al punto 3, ma altresì ipotizzabili a fruizione turistica più o meno occasionale;
- 4. Turistico-ricreativa:** include le particelle caratterizzate da forte valenza turistica, altamente fruibili con importanti caratteri d'attrazione (vicinanza al greto, presenza di pista ciclabile o pedonale, aree attrezzate, zone di pesca sportiva...);
- 5. Altro.** Indica aree limitate di barre fluviali e/o ambiti non vegetati.

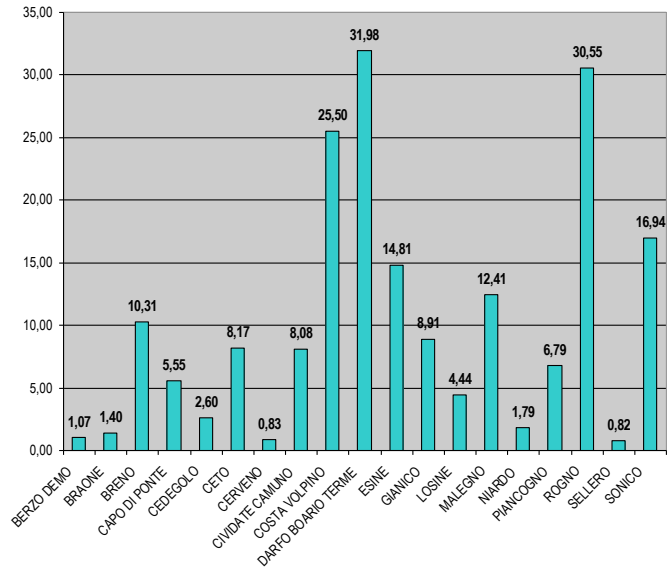
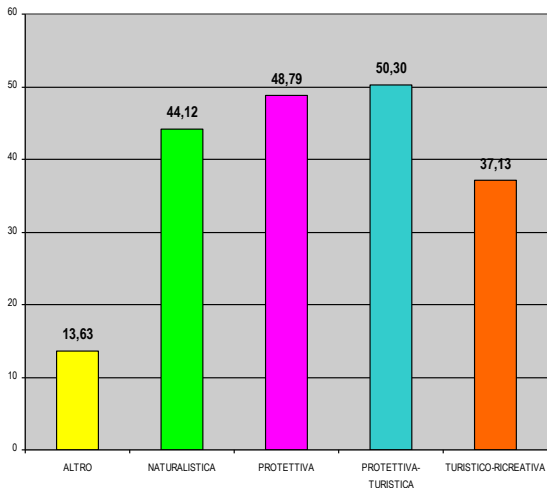


Stazioni di *Equisetum hyemale* nelle aree golenali del Fiume Oglio (Ceto).

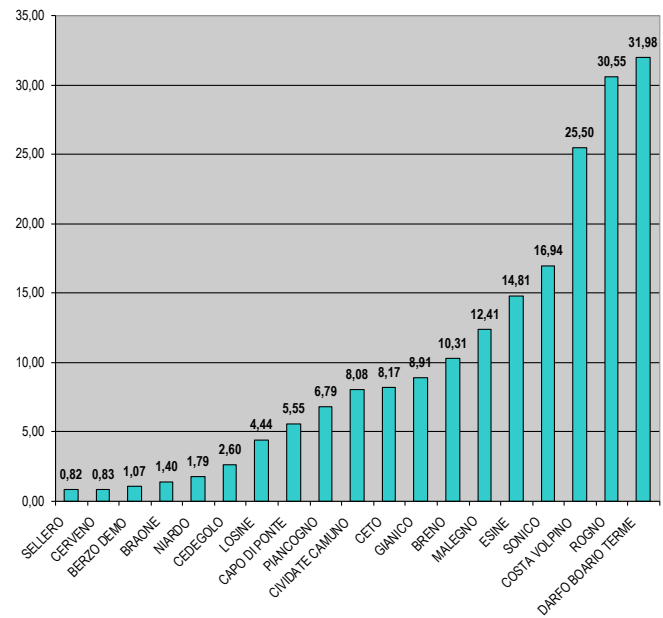
Non è stato preso in considerazione l'aspetto paesaggistico perché, data la composizione vegetazionale e le caratteristiche proprie del corso d'acqua, si ritiene tale aspetto di valore così elevato da poter essere ritenuto connaturato al resto del progetto, una sorta di "funzione prevalente automatica".

<b>ALTRO: 12,63 ha (5 Particelle)</b>		
COSTA VOLPINO	7	1,46
CIVIDATE CAMUNO	48	0,19
CIVIDATE CAMUNO	51	1,41
CETO	85	0,52
SONICO	86	9,05
<b>NATURALISTICA: 44,2 ha (17 Particelle)</b>		
COSTA VOLPINO	2	2,12
COSTA VOLPINO	5	4,42
COSTA VOLPINO	8	4,91
COSTA VOLPINO	9	0,09
ROGNO	13	1,38
ROGNO	15	7,27
ROGNO	19	1,71
ESINE	43	3,87
PIANCOGNO	45	5,74
CIVIDATE CAMUNO	53	1,94
BRENO	56	1,76
BRENO	58	3,13
BRAONE	60	0,12
CETO	66	0,39
CETO	68	2,01
LOSINE	71	2,56
SONICO	109	0,71
<b>PROTETTIVA: 48,79 (47 Particelle)</b>		
COSTA VOLPINO	1	0,85
ROGNO	10	0,64
DARFO BOARIO TERME	18	1,02
DARFO BOARIO TERME	20	1,75
DARFO BOARIO TERME	22	1,10
DARFO BOARIO TERME	24	0,51
DARFO BOARIO TERME	26	0,77
DARFO BOARIO TERME	27	1,33
DARFO BOARIO TERME	28	3,91
DARFO BOARIO TERME	32	1,60
DARFO BOARIO TERME	33	0,81
DARFO BOARIO TERME	34	1,61
ESINE	35	0,87
ESINE	41	0,94
PIANCOGNO	44	0,59
CIVIDATE CAMUNO	46	1,20
PIANCOGNO	47	0,45
CIVIDATE CAMUNO	49	0,84
CIVIDATE CAMUNO	50	2,05
CIVIDATE CAMUNO	55	0,45
BRENO	57	0,67
BRENO	61	1,69
LOSINE	62	1,88
CERVENO	64	0,83
BRAONE	69	1,00
CAPO DI PONTE	72	0,96
BRAONE	73	0,28
CAPO DI PONTE	74	0,68
CAPO DI PONTE	76	0,84

SELLERO	78	0,82
BERZO DEMO	80	1,07
MALONNO	82	0,67
CAPO DI PONTE	87	0,11
SONICO	88	3,12
CAPO DI PONTE	89	0,02
SONICO	90	1,41
CAPO DI PONTE	91	0,38
SONICO	92	0,64
CEDEGOLO	95	0,53
CEDEGOLO	97	0,45
CEDEGOLO	99	1,62
MALONNO	101	1,02
MALONNO	103	0,30
MALONNO	105	2,47
SONICO	107	0,23
SONICO	111	1,04
SONICO	113	0,74
<b>PROTETTIVA-TURISTICA: 50,30 ha (18 Particelle)</b>		
COSTA VOLPINO	6	1,92
COSTA VOLPINO	11	3,36
ROGNO	12	2,65
ROGNO	14	8,05
ROGNO	17	4,94
GIANICO	21	8,91
DARFO BOARIO TERME	36	3,31
ESINE	37	1,35
MALEGNO	52	0,18
NIARDO	65	1,18
NIARDO	67	0,62
CETO	75	1,53
CETO	77	0,29
CETO	79	0,39
CETO	81	1,26
CETO	83	1,78
MALONNO	84	7,76
CAPO DI PONTE	93	0,82
<b>TURISTICO-RICREATIVA: 37,13 (16 Particelle)</b>		
COSTA VOLPINO	3	0,29
COSTA VOLPINO	4	6,08
ROGNO	16	3,92
DARFO BOARIO TERME	23	5,09
DARFO BOARIO TERME	25	1,82
DARFO BOARIO TERME	29	0,25
DARFO BOARIO TERME	30	0,85
DARFO BOARIO TERME	31	2,00
DARFO BOARIO TERME	38	4,25
ESINE	39	1,88
ESINE	40	2,56
ESINE	42	3,35
BRENO	54	1,76
BRENO	59	0,18
BRENO	63	1,11
CAPO DI PONTE	70	1,73



BERZO DEMO	1,07
BRAONE	1,40
BRENO	10,31
CAPO DI PONTE	5,55
CEDEGOLO	2,60
CETO	8,17
CERVENO	0,83
CIVIDATE CAMUNO	8,08
COSTA VOLPINO	25,50
DARFO BOARIO TERME	31,98
ESINE	14,81
GIANICO	8,91
LOSINE	4,44
MALEGNO	12,41
NIARDO	1,79
PIANCOGNO	6,79
ROGNO	30,55
SELLERO	0,82
SONICO	16,94

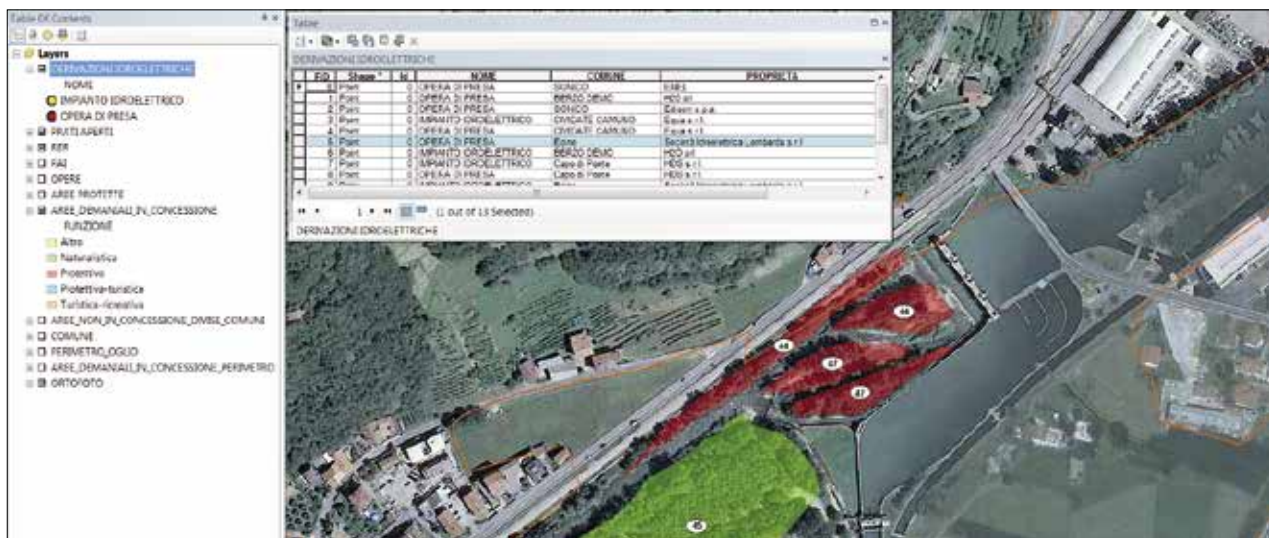


Dal punto di vista operativo, mediante analisi preventive d'uso del suolo (DUSAF), integrate con rilievi diretti in campo, è stata effettuata la compilazione dettagliata dei seguenti dati particellari:

- **DATI GENERALI:** numero particella, comune censuario, affidatario (CMLB-CVC) e superficie (ha);
- **FUNZIONE PREVALENTE:** Altro - Naturalistica - Protettiva - Protettiva-turistica - Turistico-ricreativa; in nota è possibile specificare se alcune funzioni possono in qualche modo equivalere a quella scelta, oppure, se ci sono elementi di vicinanza che possano in qualche modo porre qualche attenzione particolare a funzioni correlate (zona artigianale, zona residenziale, viadotto, eccetera);
- **ELEMENTI DISTINTIVI D'USO:** viene indicato il peso percentuale di BOSCO-PRATO-ARBUSTETO-ALTRO;
- **ELEMENTI IDRAULICI:**
  - **AFFLUENTI:** quando la particella è in qualche modo condizionata dalla presenza di un collettore laterale i cui regimi idraulici intervengono in maniera diretta a condizionare quelli del fiume;
  - **OPERE LONGITUDINALI:** *scogliera viva, scogliera morta, canale, muro, cunettone, altro*
  - **OPERE TRASVERSALI:** *briglia, briglia di trattenuta, soglia, tombotto, altro*
- **STRUTTURE DI SERVIZIO:** *sentiero fluviale, pista ciclabile, piste forestali, altro*
- **TRATTO:** Alveo libero, Alveo inciso, Alveo arginato, Alveo canalizzato
- **RISCHIO IDRAULICO:** Conoidi, Crollo, Erosione
- **FASCIA DI ESONDAZIONE:** A-B-C
- **R.E.R.:** l'intero tratto in gestione è considerato e gestito come *Elemento Primario di Secondo Livello*; la presenza aggiuntiva di un Varco viene invece puntualizzata anche a livello di scheda;
- **PARCHI E PLIS:** *Parco Adamello, Parco dell'Alto Sebino, Parco del Lago Moro, Parco del Barberino, Riserva regionale incisioni rupestri di Ceto, Cimbergo e Paspardo;*
- **ACCESSIBILITÀ:** *insufficiente, buona, ottima, altro.*



Piano di gestione della vegetazione del Fiume Oglio prelacuale: esempio di Unità Gestionali.



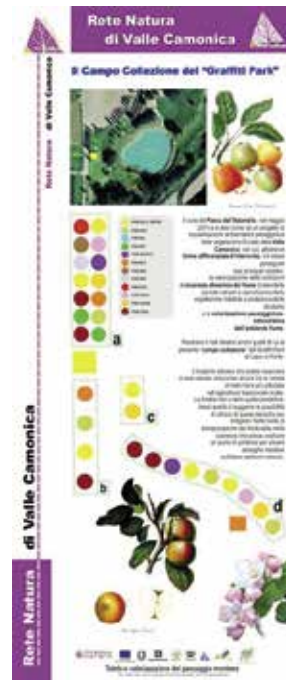
Piano di gestione della vegetazione del Fiume Oglio prelacuale: esempio di Unità Gestionali.

- DATI FORESTALI:**
  - **TIPOLOGIA FORESTALE:** *Saliceto di greto, Robinetto misto, Robinetto puro, Formazioni caotiche, Ailanteti, eccetera;*
  - **COMPOSIZIONE SPECIFICA:** indicazione delle specie arboree principali e del relativo grado di copertura;
  - **STRATO ARBUSTIVO:** specie principali;
  - **STRATO ERBACEO:** specie principali;
  - **RINNOVAZIONE:** *insufficiente, buona, ottima, altro*
- DATI STRUTTURALI<sup>1)</sup>:**
  - **STRUTTURA DELLA VEGETAZIONE:** *coetanea, disetanea, irregolare*
  - **DISTRIBUZIONE VERTICALE:** *monoplana, biplana, multiplana*
  - **STADIO CRONOLOGICO:** *novelleto, spessina, perticaia, fustaia adulta, fustaia matura;*
  - **GOVERNO E VALORE PASCOLIVO:** *ceduo, fustaia, pascolo, arborato pascolo*
  - **COPERTURA:** *regolare-colma, regolare-scarso, lacunosa, aggregata, a cespi*
  - **GRADO DI STABILITÀ:** *insufficiente, buona, ottima, altro*
  - **GESTIONE ATTUALE**
  - **PROVVIGIONE STIMATA:** *provvigione stimata*

- ELEMENTI DI MINACCIA PUNTUALE:** consente di indicare particolari situazioni esterne (rischio industriale, agricolo, eccetera);
- INDIRIZZO GESTIONALE:** in termini di suggerimento immediato di *Trattamento (cure colturali, diradamento basso, sgombero, taglio a scelta, eccetera)*, nella logica di *Stato normale* dell'Assessment forestale;
- ALTRO**
- PRELIEVI:** campo che consente l'aggiornamento delle azioni autorizzate durante l'esercizio del piano.

Il risultato finale è un "quaderno" delle unità gestionali che riporta informazioni d'indirizzo che si ritiene opportuno consolidare nel lungo periodo, mediante successive tarature del modello di gestione che possano integrare nuove opportunità con le necessità proprie di un fiume.

1) Trattandosi di cenosi per definizione "irregolari per natura" si è comunque scelto di utilizzare il linguaggio tecnico forestale consolidato.



Esempio di materiale didattico prodotto per il Demanio fluviale.



L'arrivo di una piena ordinaria in un Saliceto di greto appena sottoposto ad intervento di cura. Il rilascio del *Salix alba* ben radicato sull'argine del fiume contribuisce ad assecondare la dinamica del fiume senza pregiudicarne la naturale tendenza all'alluvionamento della aree golenali (Breno).



Saliceti di ripa (Capo di Ponte).



Vegetazione spondale stabile (Capo di Ponte).



Alberi pericolosi e idraulicamente negativi (Artogne).



Apparati radicali non consolidanti  
(*Populus nigra*; Cedegolo).



L'allagamento delle aree golenali durante i regimi di piena appartiene ai naturali meccanismi dinamici della vegetazione (Malonno).



Taglio di curazione di un Saliceto di greto con asportazione totale dei residui di lavorazione boschiva e valorizzazione degli alberi consolidanti (Niardo).



Naturale convivenza della vegetazione spondale con le piene di fiume (Breno).



Negli ambiti pre-lacuali del Fiume Oglio gli argini sono costituiti pressoché interamente da rive sabbiose che il salice (*Salix alba*) e il pioppo (*Populus nigra*) non riescono a consolidare in maniera efficace (mancanza di scheletro roccioso): il peso degli alberi non è bilanciato da adeguato ancoraggio delle radici (Rogno - Bg).



Negli ambiti pre-lacuali del Fiume Oglio gli argini sono costituiti pressoché interamente da rive sabbiose che il salice (*Salix alba*) e il pioppo (*Populus nigra*) non riescono a consolidare in maniera efficace (mancanza di scheletro roccioso): il peso degli alberi non è bilanciato da adeguato ancoraggio delle radici (Rogno - Bg).



Interventi di valorizzazione idraulico-paesaggistica nei Saliceti di ripa (Breno): dove le sponde presentano suoli alluvionali con scheletro diversificato, la presenza di *Salix alba* garantisce il consolidamento delle sponde e di conseguenza la stabilizzazione della sezione idrica.



Durante il regime di piena la vegetazione stabile aumenta i valori di scabrezza delle sezioni d'alveo diminuendo i fattori negativi di piena (Breno).

## Capitolo IX

### La rivoluzione vegetale lungo il Fiume Oglio: specie indigene e nuovi arrivi

di Enzo Bona  
*Centro Studi Naturalistici Bresciani*

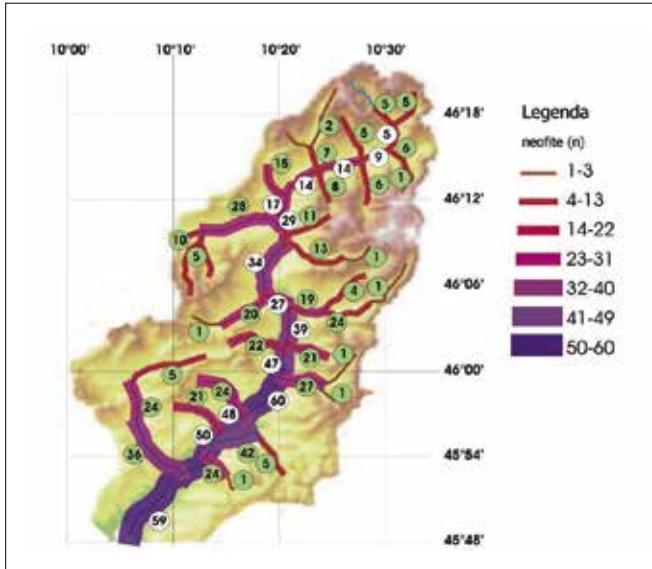
Il primo gennaio 2015 è entrato in vigore il regolamento europeo recante le disposizioni per prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive animali e vegetali (Regolamento UE N.1143/2014). Tutti gli stati dovranno adeguarsi a queste norme che richiedono una conoscenza dettagliata del fenomeno esotiche sia a livello nazionale che locale. Recentemente è stata pubblicata la Flora Esotica Lombarda (BANFI & GALASSO, 2010) che ha fatto chiarezza sull'argomento per il territorio considerato, inoltre ha visto la luce la Flora vascolare della Lombardia centro-orientale (MARTINI & al., 2012) dove tutte le specie esotiche, comprese quelle del territorio camuno e scalvino, sono ampiamente trattate.

Durante gli anni successivi ci è resi conto che la presenza della componente esotica della flora era divenuta più pressante, sia come numero di specie che come diffusione sul territorio. Al proposito divenne urgente elaborare un modello di analisi che censisse le specie principalmente lungo i corridoi principali di "invasione": strade e ferrovie, ma soprattutto fiumi, gli habitat più fragili e ancora ricchi di flora autoctona.

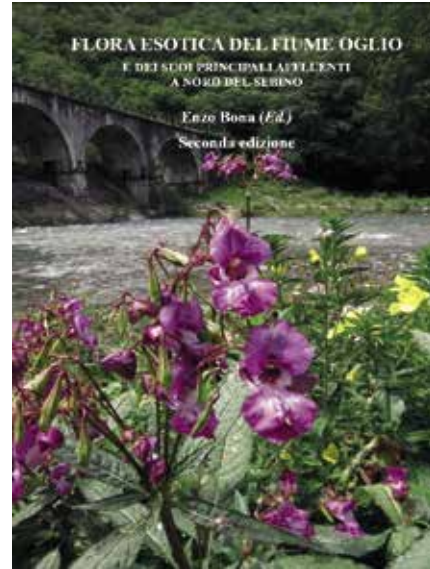
Da questa premessa ha avuto inizio di un'indagine capillare esclusivamente rivolta ai greti, fasce golenali e argini del Fiume Oglio e dei suoi affluenti principali che ha prodotto la Flora Esotica del Fiume Oglio e dei

suoi principali affluenti a nord del Sebino (BONA, 2015; 2018). Per fasce golenali si intendono le pertinenze del fiume saltuariamente inondate. Per gli affluenti sono state considerate le aree dove si esprime la vegetazione ripariale: alnete, pioppeti, saliceti, etc. Il Fiume Oglio è uno dei fiumi italiani più importanti e con i suoi 280 km di lunghezza è secondo solo al Fiume Adda come affluente del Fiume Po.

Il suo bacino idrografico di 6.650 km<sup>2</sup> si colloca in quarta posizione dopo quelli di Tanaro, Adda e Ticino e come portata (130 mc/sec) al terzo posto sempre dopo i fiumi Ticino ed Adda. Ha origine dalla confluenza fra i Torrenti Narcanello e Oglio Frigidolfo nel Comune di Ponte di Legno (1249 m N 46° 15' 53" – E 10° 33' 29"); si sviluppa per 77,4 km circa, fino al suo ingresso nel lago d'Iseo (189 m N 45° 48' 38" – E 10° 05' 48") con un dislivello di 1.060 m. Molta parte del suo corso, dal lago d'Iseo a Edolo, che possiamo chiamare asta inferiore, risulta arginata con opere di diversa struttura (scogliere, muri in calcestruzzo, scarpate inerbite), ma presenta ancora molti tratti privi di opere di contenimento così che lo scambio osmotico fiume-territorio avviene naturalmente con saliceti, alnete ad ontano bianco e nero e prati da sfalcio. Più naturale è il suo corso superiore con aspetto quasi torrentizio, pressoché privo di fasce golenali e bordato da vegetazione ripariale tipica dei corsi d'acqua alpini: popolamenti di



Mappa dell'inquinamento floristico del Fiume Oglio e affluenti.



*Impatiens glandulifera* a Capo di Ponte.

salici e ontani bianchi. Numerosi sono i laghi tributari degli affluenti del Fiume Oglio, quasi tutti ubicati a quota elevata, e per ora privi di specie esotiche tranne il lago Moro che essendo posto a 381 m subisce gli effetti della neofitizzazione.

Nell'immaginario comune si confonde spesso il termine flora con vegetazione intendendo con flora le piante erbacee e con vegetazione gli alberi. Non è così. Appartengono alla flora anche gli alberi e la vegetazione non si riferisce solo all'insieme delle piante di un territorio, ma include anche i rapporti che tra loro intercorrono (comunità vegetali). La flora di un territorio è quindi l'elenco delle piante che vi crescono spontanee ad esclusione di quelle coltivate non inselvatichite. Esiste quindi una flora indigena, che possiamo chiamare anche flora autoctona, costituita da specie che vegetano autonomamente, senza che l'uomo ci abbia messo mano, e una flora alloctona ossia una flora che si è insediata sul territorio grazie all'intervento umano, volontario o involontario. Possiamo chiamare l'insieme di queste ultime piante anche flora esotica, o recuperando un inglesismo, flora aliena.

La flora esotica può essere a sua volta divisa dal punto di vista storico in archeofite e neofite. Per archeofite si intendono piante, originarie delle zone steppiche dell'Asia e dell'Europa orientale, che qui sono giunte prima della scoperta dell'America (1492), si sono spontaneizzate e convivono con le specie coltivate

sin da quando l'uomo pratica l'agricoltura, come ad esempio il papavero (*Papaver rhoeas*) o il gittaione (*Agrostemma githago*). Nelle neofite raggruppiamo tutte le specie esotiche insediate dopo questa data, quindi da 526 anni.

La flora esotica, ad eccezione delle archeofite, va aumentando progressivamente su tutto il continente europeo e non fa eccezione il territorio sul quale scorrono il Fiume Oglio e i suoi affluenti ubicati a monte del lago d'Iseo (Sebino).

È utile ricordare che la Lombardia è la regione italiana col maggior numero di specie esotiche. Nel 2010 ammontavano a 619, pari a circa il 20% della flora regionale, delle quali 534 neofite e 85 archeofite. Dal 2010 inoltre è in corso un monitoraggio su tutto il territorio regionale che ha dimostrato come i numeri in soli 4 anni siano aumentati. Possiamo ora parlare di 656 aliene con un incremento di 37 specie (5,7%), delle quali 34 neofite e 3 archeofite (GALASSO & BANFI, 2010, 2012, 2013, 2014; ARDENGHI, BANFI & GALASSO, 2014).

In estrema sintesi possiamo affermare che l'analisi effettuata evidenzia come l'asta del Fiume Oglio e i suoi affluenti principali siano popolati da più di cento specie esotiche, quasi tutte affermatesi negli ultimi cinquanta anni. Inoltre si ravvisa che il fenomeno della colonizzazione, da parte di queste, degli ambienti fluviali sia significativamente aumentato in questo ultimo ventennio. Se è difficile quantificare il contributo esercitato

*Buddleja davidii* a Braone.





*Parthenocissus quinquefolia.*

*Senecio inaequidens* a Rogno.





Fiume Oglio a Rogno.

dal fiume nei confronti della diffusione delle esotiche, si può ipotizzare che alcune di queste siano sfuggite a coltura da orti o giardini privati.

Dal punto di vista della provenienza, le esotiche che hanno colonizzato il Fiume Oglio e i suoi affluenti principali possono essere divise tra americane e asiatiche con una piccola percentuale africana. Ovviamente non possono esserci archeofite provenienti dall'America e quindi questa componente ha radici asiatiche o ignota. Probabilmente alcune di quest'ultime hanno seguito le prime popolazioni nomadi che si sono stanziate a sud delle Alpi, iniziando a coltivare graminacee quali il farro, la segale o l'orzo. Il caso di *Brassica napus* (colza) è emblematico in quanto pare avere origine da ibridazione naturale tra *B. oleracea* e *B. rapa*. In Europa è diventata comune, coltivata per estrarre l'olio dai semi e per foraggio, tuttavia inselvatichisce ai bordi delle strade e sulle rive e nei greti dei fiumi. Le uniche due esotiche neofite africane sono *Lagarosiphon major* e *Senecio inaequidens*. La prima limitata ad ambienti sommersi con acque poco profonde, mentre la seconda gode di grande successo non solo sulle sponde e nei greti del Fiume Oglio e affluenti, ma anche negli incolti e sulle

rupi sia calcaree che silicee, provocando non pochi problemi sanitari sia al bestiame che alle api.

La mappa dell'inquinamento floristico del Fiume Oglio e affluenti, esclusivamente riguardante le neofite, è sintetizzata nella seguente figura.

Vi sono alcune esotiche invasive, come *Robinia pseudoacacia*, *Buddleja davidii* e *Impatiens glandulifera* che hanno innegabilmente trovato nel Fiume Oglio, come in altri fiumi alpini, il loro ambiente d'elezione. La prima di queste è una specie perenne di antica introduzione che si è insediata tra la vegetazione autoctona in modo così abbondante da far parte ormai del paesaggio fluviale. La seconda, di origine cinese, va lentamente sostituendo salici, ontani e sambuchi, proseguendo inesorabilmente la sua marcia verso nord e verso quote elevate. Recentemente è stata individuata a 1600 metri nel bacino del T. Re di Tredenus a Paspardo. L'*Impatiens*, ultima esotica sopra riportata, è una specie annua autocora di origine asiatica, che ha dimostrato una vivacità particolare, penetrando dalla foce del fiume verso la sorgente con velocissima accelerazione: in dieci anni ha raggiunto l'alta Valle Camonica e l'alta Val di Scalve. La vitalità di alcune di queste è sorprendente come pure

i meccanismi con i quali tendono a diffondersi. Alcune considerazioni etiche sorgono osservando questa silenziosa rivoluzione. Queste specie esotiche vanno controllate? Ne va limitata l'espansione che sottrae spazio alla flora autoctona? Io non ho risposte a questi quesiti. Posso solo affermare che per me è difficile pensare il fiume senza la fioritura primaverile della robinia, forse perché sono nato nella seconda metà del secolo scorso, quando questa specie invasiva faceva già parte del "mio" paesaggio fluviale.

Trovo anche "audace" l'invasione di *Impatiens glandulifera* che si adatta alle sponde di un fiume che nella seconda metà del 900 abbiamo maltrattato e che solo in questi ultimi periodi sta riprendendo, grazie al lavoro di pochi, la sua dignità di fiume.

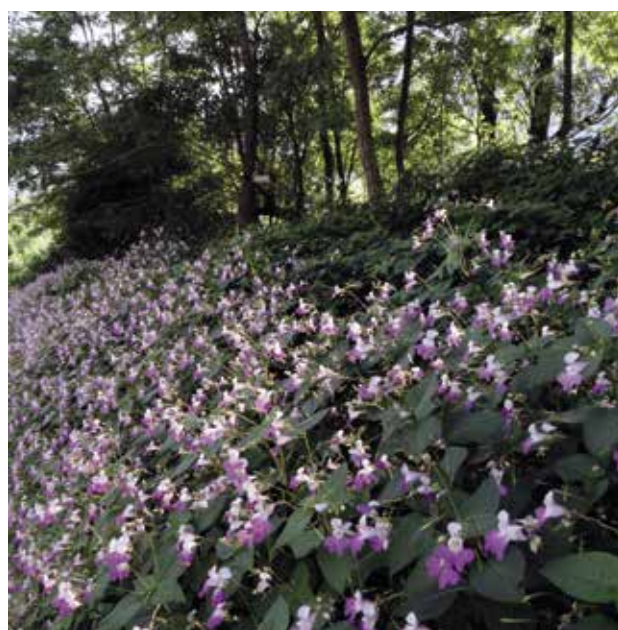
Alcune recenti ricognizioni hanno messo in evidenza quanta ricchezza di specie autoctone di pregio siano ospitate sulle sponde del F. Oglio. Sorprendentemente ho avvertito fra le varie specie delle dinamiche di "buon vicinato" frammiste ad altre di "superba intrusione". Sono categorie queste che però appartengono alle relazioni umane e che impropriamente utilizzo come naturalista per comprendere il divenire di un paesaggio fluviale che prima di essere tutelato va conosciuto profondamente. Tutelato non significa museificato, ma utilizzato con interventi selettivi. In sintesi un paesaggio che va compreso, accettato e vissuto lasciando che le azioni umane irreversibili si arrestino lontano dalle sponde del fiume e le specie vegetali trovino i loro equilibri.

#### BIBLIOGRAFIA

- **Banfi E. & Galasso G., 2010.** La flora esotica lombarda. Reg. Lombardia e Museo Storia Naturale Milano. 274 pp.
- **Bona E. (Ed.), 2015.** Flora Esotica del Fiume Oglio e dei suoi principali affluenti a nord del Sebino. Botanica Rhaetica: Pp. 1-69.
- **Martini F., Bona E., Danieli S., Fantini G., Federici G., Fenaroli F., Mangili L., Perico G., Tagliaferri F., & Zanotti E., 2012.** Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. 2 vol. Lint Trieste. Pp. 1-602; 1-326.
- **Galasso, G. & Banfi, E. (ed.), 2010** - Notulae ad plantas advenas longobardiae spectantes: 1(1-28). Pag. Bot. **34**: 19-34.
- **Galasso, G. & Banfi, E. (ed.), 2012** - Notulae ad plantas advenas longobardiae spectantes: 2 (29-140). Pag. Bot. **35** (2011): 48-93.
- **Galasso, G. & Banfi, E. (ed.), 2013** - Notulae ad plantas advenas longobardiae spectantes: 3 (141-208). Pag. Bot. **36** (2012): 18-59.
- **Galasso, G. & Banfi, E. (ed.), 2014** - Notulae ad plantas advenas longobardiae spectantes: 4 (209-262). Pag. Bot. **37** (2013): 39-66.
- **Ardenghi N.M.G., Banfi E. & Galasso G., 2014** - Notulae ad plantas advenas Longobardiae spectantes: 5 anni di aliene in Lombardia (2010-2014). Società Botanica Italiana. Gruppo per la Floristica, Sistematica ed Evoluzione. Comunicazioni. Orto Botanico di Roma, La Sapienza Università di Roma, nov. 2014. Pp. 49-50.

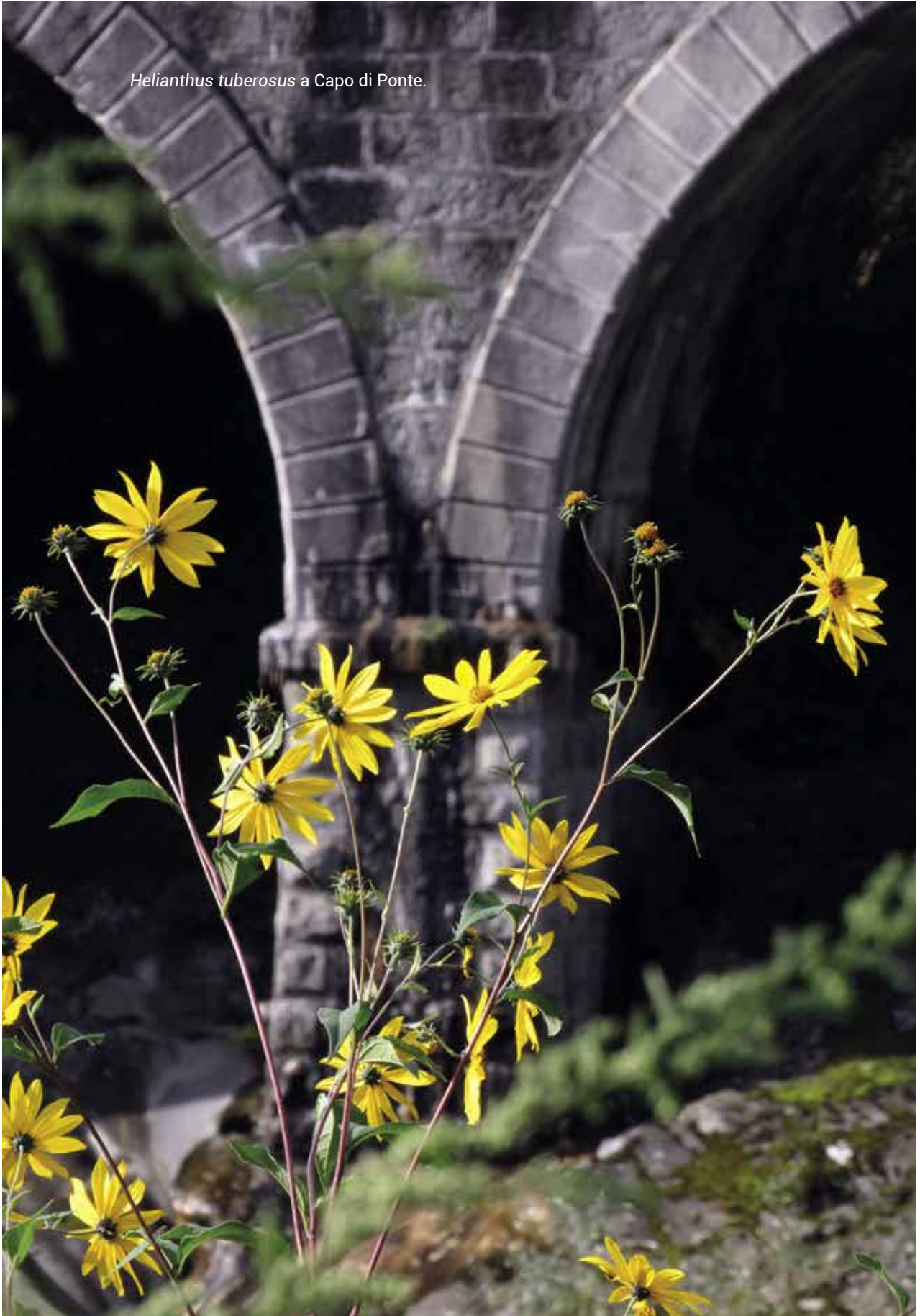


*Ipomoea purpurea.*



*Impatiens balfourii.*

*Helianthus tuberosus* a Capo di Ponte.



## Capitolo X

### Interventi in favore dell'ittiofauna attuati lungo il corso del Fiume Oglio

di Cesare Puzzi e Roberto Bendotti  
Società GRAIA srl

Tra le componenti biologiche maggiormente coinvolte nella riqualificazione di un corridoio ecologico che vede un grande fiume di fondovalle come asse portante, la fauna ittica assume un ruolo di primo piano.

E', infatti, del tutto evidente che i pesci, avendo la necessità di stare in acqua, sono strettamente vincolati per la loro sopravvivenza e per il loro benessere alle condizioni dell'ecosistema acquatico.

Il fiume è quindi la "casa" dei pesci, e per molti anni – e purtroppo a volte ancora oggi – l'impatto delle attività umane su tale "casa" ha costretto i suoi abitanti a doversi andare, ha impedito loro di muoversi, di nascondersi, di resistere a piene più o meno eccezionali, di respirare (ovviamente anche i pesci respirano, e l'ossigeno è disciolto in acqua), di riprodursi con successo. Poter rispondere in modo esaustivo a tutti gli impatti che riguardano il Fiume Oglio è impresa ardua, ma provare a migliorare la situazione, affrontando almeno qualche minaccia che grava sui pesci, è certamente utile alla salvaguardia della comunità ittica del Bacino dell'Oglio. Parlare di "Bacino dell'Oglio" non è casuale, perché la funzione dei corridoi ecologici è principalmente quella di consentire alle comunità viventi di potersi muovere da un posto ad un altro, di incontrare altri consimili e di poter liberamente cercare gli habitat più favorevoli al cambiare delle condizioni ambientali. Per cui il Fiume Oglio va inteso come un *continuum*

che comprende l'asta dell'Oglio prelacuale e i suoi tributari, il Lago d'Iseo e l'Oglio sub lacuale, che collega questi ambienti al più ampio corridoio del Fiume Po. Le minacce che questo progetto ha affrontato in favore dell'ittiofauna sono la frammentazione fluviale e la banalizzazione dell'habitat.

La comunità ittica dell'Oglio prelacuale è diversificata secondo i tratti, risultando nel tratto basso particolarmente ricca in virtù dei movimenti dei pesci in risalita dal Lago d'Iseo, per poi diventare mista a Salmonidi (trota marmorata, trota fario e temolo) e Ciprinidi (Barbo, Barbo canino, Cavedano, Vairone) nel tratto di fondovalle, e via via riducendosi alle sole trote eventualmente accompagnate da vairone e scazzone nella parte più montana.

Tutti i pesci che popolano la Valle Camonica, sia pure con modi, tempi e necessità diverse da specie a specie, beneficiano degli interventi realizzati in favore della comunità ittica.

Al fine di contrastare la frammentazione fluviale, gli interventi sono stati indirizzati alla progettazione e realizzazione di passaggi artificiali per pesci in corrispondenza di varie briglie che interrompono trasversalmente la continuità del fiume. La tipologia di queste opere si definisce "rampa in pietrame" o "passaggio rustico" e consiste nel realizzare con la posa accorta di massi ciclopici una rampa che abbia le caratteristiche mor-

fologiche idonee per essere percorsa dai pesci in risalita. In altre parole quello che era un dislivello verticale dato dalla briglia, alto 1-2 metri o anche più – e quindi invalicabile alla gran parte dei pesci presenti – viene trasformato in un tratto di fiume in massi con pendenza modesta (5-8%) dimensionato in modo da rispettare i parametri idraulici che i pesci possono sopportare ed utilizzare per i loro spostamenti. È un sistema molto efficace, che non presenta di norma alcun problema strutturale o di manutenzione, che viene mantenuto pulito dalle piene ordinarie del fiume, e che ben si inserisce nel contesto paesaggistico di montagna, essendo costituito semplicemente da massi di cava.

Le briglie e le traverse che a vario titolo interessano l'asta dell'Oglio prelacuale sono numerose, alcune di esse sono state realizzate a scopo idroelettrico, altre con la funzione di contrasto al dissesto idrogeologico, al fine di limitare l'erosione esercitata dalle acque durante le piene. Per quanto riguarda le traverse ad uso idroelettrico, la normativa prevede che in caso di nuove opere sia obbligatorio inserire nell'opera anche il passaggio artificiale per pesci, così come in caso di interventi di manutenzione straordinaria di opere esistenti viene prescritto nelle autorizzazioni di dotare la traversa di passaggio pesci, qualora mancante o di adeguarlo se non funzionale. Altrimenti, per le altre derivazioni pregresse il passaggio sarà reso obbligatorio al rinnovo di concessione. Restano però le briglie rea-

lizzate contro il dissesto idrogeologico, che sono opere pubbliche, sulle quali si è dunque indirizzata l'attività di deframmentazione.

Le rampe per pesci sono state quindi realizzate presso due briglie in Comune di Sellero, per quanto riguarda la parte alta, una briglia a Darfo Boario Terme per il tratto intermedio, e a Costa Volpino per la parte bassa. Alcune di esse erano già parzialmente valicabili dai pesci e sono state adeguate per renderle completamente percorribili.

Un'altra rampa, particolarmente significativa, è stata realizzata in Comune di Costa Volpino sul tratto terminale dell'Ogliolo di San Carlo, un bel corso d'acqua che nasce a Rogno da acque limpidissime di risorgive, corre nella piana tra Rogno e Costa Volpino e confluisce in Oglio poco a monte di Ponte Barcotto. Il collegamento fra questo piccolo corso d'acqua e l'Oglio era stato modificato per ragioni idrauliche e ne era risultato un collegamento troppo verticale per poter essere superato dai pesci dell'Oglio. È bene ricordare che gli ambienti laterali ai grandi fiumi assumono una valenza ecologica fondamentale per l'ecosistema interessato e, in particolare, per la sua comunità ittica. Analogamente a quanto avviene nei fiumi sublacuali padani, che hanno lanche e risorgive nella fascia della media pianura, l'Oglio camuno ha in questo corso d'acqua un ambiente interessantissimo, sia per la sua naturalità e portata costante, sia soprattutto per la qualità delle sue acque:



Realizzazione dei cluster di diversificazione fluviale nei comuni di Losine, Niardo e Braone.

limpide, di ottima qualità, non soggette a piene e al trasporto solido dei temporali, a temperatura pressoché costante, sui 12-14°C tutto l'anno. Tali caratteristiche possono rendere l'Ogliolo estremamente interessante per i pesci che dall'Ogliolo, in determinate condizioni, possono andarvi a cercare le migliori opportunità per riprodursi, rifugiarsi, trovare acqua fresca (in estate) o acqua calda (in inverno). Ogni specie ittica, in base alle sue caratteristiche autoecologiche, potrebbe avere qualche motivo di utilizzare e di frequentare, anche solo per poco tempo, questo ambiente laterale. Bene, dato tutto ciò, sull'Ogliolo è stata realizzata una importante azione di riqualificazione e di deframmentazione, migliorandone l'assetto morfologico e della sua vegetazione ripariale e ricollegandolo all'Ogliolo tramite un passaggio artificiale per pesci, nella forma di una rampa o passaggio rustico.

L'altra minaccia che è stata affrontata in favore dell'ittiofauna è la banalizzazione dell'habitat. Qui si è operato su vari fronti: la riforestazione ripariale e golenale, che indirettamente riguarda anche i pesci, dando migliore stabilità alle sponde, ombreggiamento, cibo attirando molti insetti nel fogliame, migliore qualità dell'acqua trattenendo inquinanti che giungono al fiume con il dilavamento; la diversificazione di tratti fluviali monotoni e banali; la riapertura di rami fluviali in foce.

La diversificazione di tratti fluviali monotoni e banali

ha l'obiettivo di "arredare" il fiume con elementi che ne arricchiscano i mesohabitat, ossia quegli ambienti che rappresentano unità morfologiche distinte (come le pozze, le rapide o le "lame") la cui compresenza e alternanza caratterizza tratti fluviali di varia lunghezza, che sono il macrohabitat. In tale ottica sono stati individuati alcuni tratti fluviali in cui l'Ogliolo non mostra la corretta alternanza di unità morfologiche, ma si presenta monotono e banale: bassa profondità costante, velocità della corrente costante, assenza di rifugi per i pesci. È chiaro che questi tratti sono poco "interessanti" per i pesci, che sono esposti ai predatori, e che non trovano riparo negli eventi di piena che li trascineranno quindi a valle. Gli interventi di diversificazione consistono nella progettazione e realizzazione di rifugi per i pesci, rappresentati da gruppi (*cluster*) di massi ciclopici di cava, nel numero di 2-3-4 secondo le dimensioni, legati fra di loro con cavo d'acciaio tassellato, ma non cementati. In questo modo il *cluster* di massi è una struttura "morbida", in grado di adattarsi al fondo del fiume e alle piccole erosioni della ghiaia sottostante, senza rompersi, ma al contempo senza rotolare a valle, grazie all'enorme peso dato dal gruppo di massi solidali. Naturalmente in fase di progettazione sono state effettuate tutte le necessarie verifiche idrauliche che garantiscano la non interferenza di tali strutture con i parametri di sicurezza idraulica. D'altro



Realizzazione dei cluster di diversificazione fluviale nel Comune di Losine.

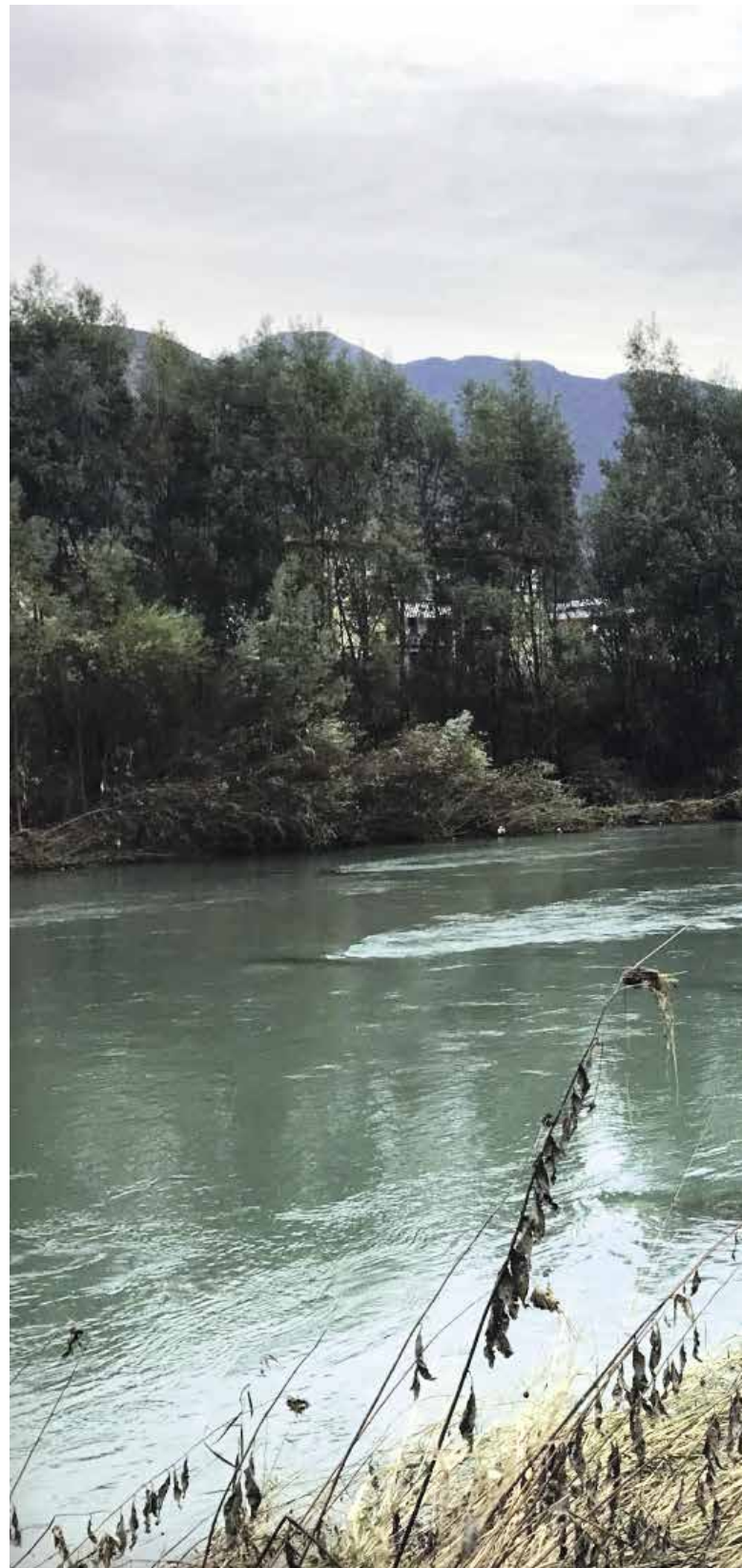


Realizzazione di una rampa per la risalita dei pesci in corrispondenza della foce in Ogliolo del Torrente Ogliolo di San Carlo a Costa Volpino.

canto l'intervento ha la funzione di diversificare l'alveo di magra, risultando del tutto sommerso nei momenti di piena, quando però i massi esprimono la loro importante funzione di rifugio. Il fiume, nei momenti di piena, "lavora" intorno al masso, creando a valle dello stesso una piccola buca e depositandovi sedimento fine molto gradito come substrato riproduttivo da molte specie ittiche. I tratti fluviali interessati dalla posa dei Cluster sono localizzati nei comuni di Comune di Losine, Breno e Niardo (135 *cluster*), Comune di Darfo Boario Terme e Rogno (per totali 100 *cluster*) e Costa Volpino (73 *cluster*).

Infine, con lo scopo di incrementare la funzionalità fluviale sotto il profilo ecologico, ma anche idraulico, sono stati riaperti due rami in corrispondenza della foce nel Sebino, che insieme al corso principale del fiume consentono un migliore recapito delle acque di piena, aumentano le zone umide disponibili per la fauna - non solo ittica -, ed offrono un'ulteriore diversificazione ambientale di cui possono beneficiare le molte specie ittiche che colonizzano l'Iseo e che possono utilizzare per vari motivi gli ambienti fluviali che oggi caratterizzano la foce Oglio.

**Realizzazione di una rampa per la risalita dei pesci in Comune di Sellero.**



**Intervento di riqualificazione del recettore nord in Comune di Costa Volpino mediante realizzazione di un costrittore di corrente con tecniche di ingegneria naturalistica.**



Fiume Oglio a Costa Volpino.



# Capitolo XI

## I gamberi di fiume: bioindicatori e specie bandiera

di Anna Maria Bonettini  
Biologa - Parco Adamello

### 11.1 - Premessa

Il progetto "Interventi funzionali al miglioramento della connessione ecologica del Fiume Oglio nel suo tratto intermedio (Edolo – Breno)" ha previsto un'azione specifica finalizzata all'incremento della popolazione di gambero d'acqua dolce laddove ancora presente nel fiume e nei suoi affluenti.

Il gambero d'acqua dolce, come oltre meglio spiegheremo, è un bioindicatore della qualità delle acque di eccezionale valore. In tale contesto si è inteso dare continuità – anche negli anni successivi – alle azioni già intraprese durante il progetto e ciò mediante l'attivazione di interventi volti a diffondere questa specie in altre aree vocate della Valle Camonica.

Il gambero di fiume, conosciuto anche come *gambero dalle zampe bianche*, è un grande crostaceo d'acqua dolce spontaneamente presente nella parte meridionale dell'Europa occidentale: Italia, Francia, Spagna, Svizzera e Balcani.

La sua posizione tassonomica è controversa e non ancora del tutto definita. Recenti indagini genetiche dimostrano che, in Italia, al Genere *Austropotamobius* appartengono due diverse specie: *Austropotamobius*

*pallipes* nell'area nord-occidentale e *Austropotamobius italicus* nel resto della penisola.

Non essendoci differenze morfologiche tra *A. pallipes* e *A. italicus*, la distinzione tra le due specie richiede analisi genetiche. Inoltre, *A. italicus* è presente in Italia con quattro sottospecie, due delle quali presenti in Lombardia: *carinthiacus* nella parte occidentale e *carsicus* in quella orientale.

I campioni prelevati in Valle Camonica alla fine del 2017 nei Comuni di Sonico, Breno e Darfo B.T., analizzati in autunno 2018 presso l'Università degli Studi di Pavia nell'ambito del Progetto Life IP Gestire2020, appartengono tutti ad *Austropotamobius italicus carinthiacus*.

Il gambero è un *bioindicatore*: essendo strettamente legato ad acque prive di inquinanti, fresche e ricche di ossigeno, indica un'elevata qualità ambientale dell'ecosistema in cui vive.

Essendo anche provvisto di un elevato valore simbolico, in grado di attrarre l'attenzione del pubblico verso le problematiche della conservazione della natura, può essere considerato anche una *specie bandiera*, il cui scopo è quello di aumentare la consapevolezza generale della cittadinanza con fini di tipo educativo.



Gamberi di diverse classi di età.

## 11.2 - MORFOLOGIA ED ETOLOGIA

Il corpo del gambero è rivestito da un esoscheletro rigido di chitina calcificata ed è suddiviso in due parti principali: il cefalotorace e l'addome. Sul primo sono presenti un paio di antenne sensoriali, un paio di robuste chele e quattro paia di zampe.

Sull'addome sono presenti numerosi segmenti che terminano in una coda piatta detta "telson", che il gambero usa come una sorta di "pinna" per nuotare all'indietro in caso di pericolo: il telson, nelle femmine, funge anche da custodia per le uova.

Questo Crostaceo può raggiungere i 12 cm di lunghezza (dalla punta del rostro all'estremità del telson) ed un peso di circa 90 grammi. È un animale principalmente solitario con tendenze territoriali più accentuate nei maschi, soprattutto nel periodo riproduttivo.

Il sesso, nei gamberi, si definisce osservando le appen-

dici addominali, dette *pleopodi*: nella femmina sono tutte uguali, mentre nel maschio le prime due - dette *gonopodi* - sono più grandi e modificate nella forma per rispondere a finalità riproduttive durante l'accoppiamento.

I maschi generalmente sono più grandi delle femmine, hanno chele più sviluppate e addome più stretto.

I gamberi si nutrono sia di vegetali (alghe, foglie) sia di animali (larve di insetti, molluschi e altri invertebrati, resti freschi o decomposti di pesci o di altri animali presenti nell'acqua). La loro attività è principalmente crepuscolare e lucifuga, più intensa fra le dieci e mezzanotte, mentre trascorrono la maggior parte del giorno nascosti tra tronchi e ceppi sommersi. Da giovani sono prevalentemente carnivori, mentre da adulti prediligono una dieta vegetariana.

Fenomeni di cannibalismo si possono verificare in situazioni di stress causate da scarsità di cibo o per sovrappopolamento dell'habitat.

Durante la sua vita, un gambero affronta diverse mute,



Dimorfismo sessuale: maschio (a sinistra, si notino i gonopodi) e femmina (a destra).

necessarie per consentire l'accrescimento corporeo in presenza di un esoscheletro rigido: il crostaceo si libera del suo "guscio" dopo aver riassorbito i sali di calcio, resta "nudo" e si accresce per qualche giorno, mentre si riforma un nuovo esoscheletro più grande, che si indurisce man mano per la ricollocazione al suo interno dei sali di calcio immagazzinati nel suo corpo all'interno dei *gastroliti* o assunti dall'acqua. Ovviamente la fase della muta coincide con la massima vulnerabilità del gambero, che risulta facilmente predabile. I primi mesi di vita sono i più problematici e fanno registrare i tassi di mortalità più elevati. Nel primo anno di vita il giovane gambero compie 5-6 mute, mentre da adulto ne compirà al massimo una all'anno.

Intorno al quarto anno di vita il gambero può cominciare a riprodursi: gli accoppiamenti si verificano in autunno e le uova (alcune decine) restano custodite sotto l'addome della femmina fino a primavera inoltrata, in funzione della temperatura dell'acqua. I piccoli gamberi appena schiu-

si dalle uova sono lunghi pochi millimetri e sono molto vulnerabili. Nei primi giorni si mantengono comunque a pochi centimetri dalla madre, per poter correre al riparo del suo addome in caso di pericolo.



Un gambero adulto.





### 11.3 - HABITAT

I gamberi d'acqua dolce, come già detto veri e propri *bioindicatori*, vivono in ecosistemi acquatici puliti, freschi e ben ossigenati: fiumi, ruscelli, stagni.

Il substrato può essere molto diversificato e comprende limo, sabbia, ghiaia, ciottoli e anche massi: questi crostacei amano nascondersi sia sotto le pietre sia presso le rive, dove si accumulano radici sommerse, foglie e rami in decomposizione.

I sali di calcio necessari per l'esoscheletro richiedono acqua ad elevata conducibilità e pH alto (superiore a 6). Anche la temperatura dell'acqua, essendo i gamberi animali a sangue freddo, è molto importante per la loro sopravvivenza e, in genere, non dovrebbe superare i 20°C, con un optimum verso i 17°C.

Durante l'inverno i gamberi riescono a tollerare, ben riparati in nascondigli ricavati nelle sponde, anche temperature vicine allo zero.

La specie è particolarmente sensibile ai seguenti agenti inquinanti, derivanti sia dalle pratiche agricole sia dall'industria:

- erbicidi;
- pesticidi;
- fertilizzanti;
- metalli pesanti.

Anche i reflui civili ricchi in sostanza organica, con particolare riferimento a quelli non depurati, sono in grado sia di danneggiare direttamente i gamberi causando loro malattie sia – indirettamente – modificando la catena alimentare e impoverendo l'acqua di ossigeno (Morpugno et al., 2010).



Censimento notturno in Valle Camonica.

## 11.4 - TUTELA

Con le recenti scoperte tassonomiche si è di fatto creato un rilevante vuoto normativo internazionale che va necessariamente colmato in tempi rapidi: ad essere tutelato nella Lista Rossa dell'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) è *A. pallipes* (che in realtà corrisponde ad un complesso di specie), in quanto non si era a conoscenza della presenza di *A. italicus*. Anche la Direttiva CEE 92/43 (cd. Direttiva Habitat), recepita in Italia dai DPR n. 357/97 e n. 120/2003, riporta *A. pallipes* sia in Allegato II sia in Allegato V. In Regione Lombardia il gambero è stato inizialmente tutelato dalla legge regionale n. 33/77. Oggi, la legge regionale n. 10/2008 protegge, in Lombardia, sia *A. pallipes* sia *A. italicus*, vietando anche l'alterazione e la distruzione dei loro habitat.

Con il progetto LIFE08 "Conservation and Recovery of *Austropotamobius pallipes* in Italian Natura2000 Sites" CRAINat - NAT/IT/000352 (2010-2014) si è voluto incrementare le popolazioni di gambero di fiume attraverso monitoraggi nel suo ambiente naturale ed interventi di conservazione all'interno di aree della Rete Natura 2000 presenti in Italia.

Anche il progetto LIFE14 IPE IT 018 "GESTIRE2020 -

Nature Integrated Management to 2020", tuttora in corso, prevede specifiche azioni per la tutela del gambero di fiume e, in particolare:

- l'aggiornamento delle informazioni disponibili delle popolazioni di gambero d'acqua dolce sia autoctone sia alloctone;
- la caratterizzazione genetica delle nuove popolazioni di *Austropotamobius* spp. Individuate;
- lo studio preliminare dell'idrografia dei siti Natura 2000 coinvolti;
- la progettazione degli interventi di miglioramento degli habitat adatti alla specie;
- la costituzione di nuovi Gruppi Recupero Gamberi (GReG), ideati e formati nell'ambito del progetto come gruppi di pronto intervento formati adeguatamente per condurre interventi rapidi per la tutela di popolazioni di gambero autoctono che si trovino improvvisamente a rischio di sopravvivenza.

Proprio nell'ambito del progetto Life GESTIRE2020 è stato possibile procedere nel 2018, in collaborazione con ERSAF e Università degli Studi di Pavia, alla caratterizzazione genetica delle popolazioni camune di gambero autoctono citata in premessa.



Valle Camonica, 2017: prelievo di campioni per analisi genetiche nell'ambito del Progetto LifeGESTIRE 2020.

## 11.5 - MINACCE

Intorno al 1850, probabilmente insieme ad una partita di pesce proveniente dal Nord America, furono accidentalmente importati in Italia dei gamberi americani infetti da una micosi: l'epidemia che ne scaturì – nota come "peste dei gamberi" – decimò le popolazioni autoctone lombarde e si irradiò nel resto d'Europa, causando l'estinzione di intere popolazioni.

Le popolazioni autoctone di gambero sono, ancora oggi, fortemente minacciate dalle specie esotiche di origine americana (*Procambarus clarkii* e *Orconectes limosus*), che le stanno progressivamente sostituendo. Più resistenti alla "peste dei gamberi" rispetto alla specie autoctona lombarda, le due specie esotiche sono inoltre più adattabili nelle strategie comportamentali. In vasti territori della Lombardia i gamberi esotici hanno completamente soppiantato il genere *Austro-*

*potamobius*. Altra rilevante minaccia è costituita dalla riduzione degli habitat idonei al gambero: la presenza di scarichi inquinanti non depurati e la diffusione delle captazioni a scopo idroelettrico sono i principali fattori limitanti per la sopravvivenza di questa specie. I prelievi idrici agiscono sia direttamente, eliminando gli habitat idonei, sia diminuendo la diluizione degli scarichi sia, infine, causando un innalzamento della temperatura dell'acqua.

Come viene più volte ribadito in altri capitoli di questo libro, gli interventi di artificializzazione degli ambiti fluviali costituiscono, oltre ad una grave minaccia ambientale e paesaggistica, anche un pericolo per la sopravvivenza dei gamberi: le rettificazioni dei corsi d'acqua e le escavazioni di inerti in alveo determinano – unitamente alla realizzazione di briglie – la scomparsa dei rifugi e dei siti di alimentazione e incrementano l'isolamento genetico tra le diverse popolazioni.

Purtroppo anche il bracconaggio è ancora diffuso, nonostante l'elevato grado di tutela che le normative internazionali e locali garantiscono al *gambero dalle zampe bianche*.



Femmina ovigera.

## 11.6 - GLI STAGNI MULTIFUNZIONALI DI BRAONE E MALONNO

Nell'ambito del progetto "*Interventi funzionali al miglioramento della connessione ecologica del Fiume Oglio nel suo tratto intermedio (Edolo – Breno)*" il Parco dell'Adamello ha realizzato due piccoli stagni multifunzionali: il primo si trova in Comune di Braone, a monte del centro abitato in prossimità del Torrente Palobbia, mentre il secondo, in Comune di Malonno, è ubicato nei pressi del Rio Malonno.

I due piccoli stagni sono stati realizzati al fine di:

1. ospitare piccole ma stabili popolazioni di gambero autoctono, a seguito dei risultati delle recenti analisi genetiche sulle popolazioni camune;
2. effettuare interventi di ripopolamento e reintroduzione del gambero d'acqua dolce in corsi d'acqua vocazionali all'interno del territorio della Valle Camonica;
3. educare la popolazione locale alla tutela di una specie importante e rara, che costituisce un importante *bioindicatore*, mediante progetti mirati con le scolaresche e uscite informative per residenti e turisti.



Fasi di cantiere nella realizzazione dello stagno multifunzionale di Malonno.



Fasi di cantiere nella realizzazione dello stagno di Braone.



Stagno di Braone: l'esecuzione dei lavori.

Nel corso del 2019 si procederà alle seguenti azioni:

- cattura di un adeguato numero di fondatori da idonei siti camuni in cui è stata accertata la presenza di popolazioni consistenti di *Austropotamobius italicus carinthiacus*;
- traslocazione dei fondatori negli stagni di Braone e Malonno
- monitoraggio delle nuove popolazioni costituite.

Negli anni successivi, quando verrà raggiunta un'ade-

guata consistenza delle popolazioni dei due stagni multifunzionali, si procederà al prelievo di alcuni esemplari di gambero che andranno liberati in ecosistemi idonei, al fine di creare una rete di ambienti in cui il gambero autoctono è presente. Il Parco dell'Adamello coinvolgerà in queste operazioni anche gli alunni delle Scuole locali, che diventeranno protagonisti attivi di un piccolo ma importantissimo tassello nel percorso di rinaturalizzazione che interesserà il territorio della Valle Camonica – Alto Sebino, recentemente designato "Riserva della Biosfera" nell'ambito del programma MAB dell'UNESCO.



**BIBLIOGRAFIA**

- Fratini S., Zaccara S., Barbaresi S., Grandjean F., Souty-Grosset C., Crosa G. & Gherardi F. (2005). Phylogeography of the threatened crayfish (genus *Austropotamobius*) in Italy: implications for its taxonomy and conservation. *Heredity* 94:108-118.
- Morpurgo M., Aquiloni L., Bertocchi S., Brusconi S., Tricarico E. & Gherardi F.. *Studi Trent. Sci. Nat.*, 87 (2010): 125-132.
- Zaccara S., Stefani F., Galli P., Nardi P.A. & Crosa G., 2004 - Taxonomic implications in conservation management of white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) (Decapoda, Astacidae) in Northern Italy. *Biological Conservation*, Barking, 120: 1-10.
- <http://www.naturachevale.it/>
- <http://www.lifecrainat.it/progetto.html>
- <http://www.lifeten.tn.it/>



## Capitolo XII

# Fitodepurazione ed ecosistemi filtro: strumenti semplici e poco costosi al servizio della qualità delle acque del fiume

di Roberto Bendotti, Enzo Bona e Massimo Sartorelli

### 12.1 - Premessa

La tutela della qualità delle acque del Fiume Oglio inizia dalle sorgenti alpine.

È partendo da questo semplice assioma che, quale compendio al lavoro svolto lungo il Fiume Oglio, si è deciso di presentare un capitolo dedicato ad un modello di intervento, sperimentale al momento nel quale era stato concepito e ipotizzato - poi dimostratosi straordinariamente efficiente tanto da essere adottato anche in altre aree alpine - quale la fitodepurazione.

La fitodepurazione, come meglio spiegheremo, è un metodo di depurazione delle acque facilmente utilizzabile soprattutto in ambiti nei quali è difficile utilizzare metodi di depurazione tradizionali.

In questo capitolo si ha l'ambizione di proporre tale metodo quale applicabile a numerose altre realtà alpine della Valle Camonica, soprattutto malghe e rifugi, per proseguire e migliorare nell'opera di riqualificazione complessiva del fiume e dei suoi affluenti.

Il ragionamento che sta alla base e che sostiene questa proposta è semplicissimo: è vero, come ritiene la maggior parte dei cittadini, che le acque dei torrenti e delle sorgenti alpine siano pure e incontaminate?

La risposta: non è quasi mai vero.

Basti pensare che rifugi, malghe e alpeggi producono deiezioni e scarti che, se non vengono intercetta-

ti all'origine e depurati - ovvero ricondotti a forme di basso impatto ambientale che possano poi ritenersi accettabili in quanto auto depurabili dagli ecosistemi alpini - iniziano sin dalle alte quote ad inquinare le acque e le sorgenti.

Mentre una positiva minore pressione antropica esercitata negli ultimi anni sugli alpeggi (pressione negativa per altri versi, quello economico e sociale, soprattutto) hanno abbassato lo stress esercitato sugli ecosistemi alpini, il crescente successo dell'escursionismo e del turismo montano che ha incrementato nel corso degli anni le presenze turistiche in alta quota e soprattutto ha aumentato le esigenze del turismo alpino (docce, cucine, servizi) hanno creato situazioni di stress notevole proprio e soprattutto sulla qualità delle acque.

Ma il trattamento delle acque reflue negli insediamenti isolati e nei rifugi di montagna rappresenta un problema gestionale complesso; quasi sempre è impossibile collegare gli scarichi alle reti fognarie convenzionali e, nei casi dei rifugi alpini accessibili solo a piedi, difficilmente si può pensare di realizzare e gestire impianti di trattamento delle acque reflue ordinari. L'entità di questo problema è chiaramente proporzionale al numero di abitanti da servire, all'accessibilità dei siti, alla presenza e alla qualità delle infrastrutture (acqua potabile, elettricità, ...).

A questo problema si è cercato di rimediare attraver-

so l'applicazione sperimentale e innovativa di metodi di fitodepurazione, o meglio di pedofitodepurazione, adottando soluzioni che, a nostro avviso, hanno pienamente centrato l'obiettivo: quanto segue rende ragione di tale affermazione.

## 12.2 - Inquadramento normativo

Per rispettare la normativa nazionale (D.lgs 152/2006) e Regionale (Regolamento Regionale n° 3 del 2006) in materia di trattamento di acque reflue, i rifugi e gli insediamenti isolati con meno di 100 abitanti dovrebbero trattare e smaltire le acque reflue per mezzo di fosse Imhoff e successiva dispersione nel terreno per subirrigazione. Se gli abitanti equivalenti sono più di 100, la normativa prescrive il trattamento mediante fossa settica (o fossa Imhoff) seguita da fitodepurazione o lagunaggio o, in alternativa, il trattamento biologico. Quasi tutte le malghe e i rifugi presenti in Valle Camonica sono privi anche dei più elementari sistemi di depurazione delle acque e gli scarichi avvengono nel suolo o in corsi d'acqua superficiali.

## 12.3 - La fitodepurazione come soluzione per il trattamento delle acque reflue

A fronte della necessità di trattare le acque reflue prodotte da insediamenti isolati, l'applicazione di sistemi di fitodepurazione rappresenta una soluzione valida e applicabile anche in situazioni complesse. Si tratta, infatti, di un naturale processo di depurazione, che avviene nelle aree umide naturali dove, per opera di organismi animali e vegetali presenti nel suolo e nelle acque, si attuano meccanismi di depurazione attraverso processi fisici, chimici e biologici. La microfauna degrada il carico organico presente nei reflui, rendendo disponibili elementi nutritivi, utilizzati a sua volta dalla vegetazione per la creazione di biomassa vegetale. Inoltre si tratta di un sistema ambientale compatibile anche con gli elementi più vulnerabili e sensibili del paesaggio, soprattutto in ambienti caratterizzati da elevata naturalità.

Numerosi sono gli impianti di fitodepurazione realizzati in pianura ed in collina, di cui molti sono stati collocati a valle di impianti di depurazione convenzionali, come

sistemi di affinamento dello scarico, con lo scopo quindi di abbattere ulteriormente il carico inquinante presente nelle acque trattate dai depuratori. Sistemi di questo tipo vengono spesso previsti laddove i depuratori convenzionali scaricherebbero le acque trattate in ambienti idrici particolarmente sensibili o per ragioni prettamente ecologiche (ecosistemi di pregio, aree umide, laghi, ambienti con scarso ricambio o diluizione, ...) o per ragioni antropiche (spiagge, luoghi molto frequentati, ...).

Solitamente in ambienti di pianura la scelta della specie vegetale impiegata nei sistemi di fitodepurazione ricade sulla cannuccia di palude (*Phragmites australis*), una macrofita acquatica particolarmente efficace che cresce fino ad una quota massima di 2.000 m s.l.m. Per quote superiori dovranno infatti essere impiegate tipologie vegetali differenti, compatibili con le condizioni climatiche del sito scelto.

## 12.4 - L'utilizzo della fitodepurazione in ambito montano- limiti e vantaggi

L'applicazione della fitodepurazione in montagna assume un significato fortemente sperimentale e dimostrativo, soprattutto nell'ottica di una gestione efficiente delle acque reflue in contesti dove è necessario conciliare l'elevato valore naturalistico con la pressione turistica. Nel progettare e realizzare impianti di fitodepurazione in ambiente montano bisogna quasi sempre essere in grado di affrontare e gestire questi elementi di criticità:

- la **quota** a cui vengono collocati gli impianti, responsabile di un clima rigido caratterizzato da basse temperature e da una stagione vegetativa breve che limita la crescita delle specie impiegate;
- la **carenza di spazi**, poiché gli ambienti di montagna sono spesso caratterizzati da pendenze elevate, da uno scarso ricoprimento di terreno vegetale e dalla presenza abbondante di roccia compatta; i sistemi di fitodepurazione richiedono per loro natura spazi ampi e pianeggianti;
- la **difficile accessibilità**, considerato che spesso le aree poste a quote elevate sono raggiungibili solo con strade strette e tortuose; molti siti possono essere raggiunti solamente a piedi attraverso la rete escursionistica locale; questo fattore determina evidenti problematiche logistiche relative all'organizzazione del cantiere.



Con specifico riferimento alle caratteristiche geomorfologiche delle zone montane, dove sono disponibili superfici piane ridotte, le tipologie classiche di fitodepurazione non sempre sono realizzabili e sono state ricercate soluzioni alternative rispetto a quelle tradizionali, quale può essere la fito-pedodepurazione.

Per contro i principali vantaggi legati all'utilizzo della fitodepurazione in ambiente montano sono:

- si tratta di **sistemi semplici**, con un uso limitatissimo di tecnologia, dove una corretta gestione ed una manutenzione ordinaria delle parti principali dell'impianto garantiscono la durabilità dell'impianto; la manutenzione ordinaria degli impianti non richiede né una professionalità specifica, né l'utilizzo di macchinari o prodotti particolari, il che ne favorisce indubbiamente l'utilizzo in ambiente montano;
- per ragioni legate principalmente alla temperatura e ai processi biologici e microbiologici che avvengono nei letti di fitodepurazione, questi impianti di trattamento sono **più performanti nella**

**stagione estiva**, il che è spesso compatibile con i flussi turistici nei rifugi e nelle località isolate in alta montagna.

## 12.5 - Fitodepurazione e fito-pedodepurazione

A differenza degli impianti tradizionali, gli impianti di fito-pedodepurazione prevedono l'impiego di scambiatori ionici (quali la zeolite) e fasi minerali adsorbenti, ad integrazione dei normali processi biologici. Tale processo è basato sulla rivalutazione del ruolo del **suolo** nel processo depurativo, dove naturalmente hanno sede processi che intrappolano e degradano le sostanze inquinanti, restituendo acque depurate e a minor carico organico. Le piante asportano poi i composti bloccati e aiutano la degradazione biologica nell'impianto, portando ossigenazione.

L'utilizzo di un substrato quale la zeolite per la rimozione



degli inquinanti risponderebbe anche alla necessità di identificare specie vegetali idonee per la fitodepurazione in zone montane, che crescano senza difficoltà in aree caratterizzate da basse temperature e con stagione di crescita molto breve e abbiano una buona efficienza nella rimozione di inquinanti in condizioni climatiche avverse. In questo caso la depurazione non si basa più sull'impiego di piante che crescono in ambiente umido, quale è appunto la Cannuccia di palude, ma sull'azione integrata di zeolite, vegetazione e fauna batterica. La zeolite rappresenta infatti un substrato efficiente nella rimozione degli inquinanti contenuti nelle acque reflue, atto ad integrare l'azione dei processi biologici di degradazione degli inquinanti stessi e riducendo anche la necessità di spazio. Le piante radicate svolgono un ruolo fondamentale di mantenimento della capacità adsorbente e degradante del suolo, asportando i composti inquinanti bloccati sul substrato e trasferendo ossigeno dall'atmosfera al suolo.

## 12.6 - Il ruolo delle specie vegetali impiegate negli impianti camuni

Fino ad ora per la copertura dei suoli sovrastanti le aree di depurazione si sono utilizzate specie rinvenibili in loco con l'aggiunta per l'impianto ubicato a quota più modesta (Cevo, 1.130 m) di *Phragmites australis*. In via sperimentale e del tutto innovativa, nell'impianto del Rifugio Tonolini (2.430 m) si è tentato di ricostruire il cotico precedente alla realizzazione dello scavo ospitante il letto di fitodepurazione. Un rilievo floristico effettuato a Novembre 2014 ha dimostrato la dominanza di *Deschampsia caespitosa* e la sofferenza di altre specie quali Nardo (*Nardus stricta*) e *Trichophorum caespitosum*.

Considerato che sono circa 2800 le specie vegetanti sul territorio camuno, è iniziato uno studio per rinvenire quali in base alle loro caratteristiche ecologiche (LANDOLT, 1977) e alla quota ottimale di crescita, possono essere impiegate negli impianti di fitodepurazione. Risulta evidente che a quota elevata il numero di

specie che possono essere utilizzate diminuisce sensibilmente e al di sopra di 2200 metri tale riduzione è maggiormente significativa.

Una prima selezione ha portato ad individuare **60** specie di piante vascolari tenendo conto delle loro caratteristiche ecologiche espresse in valori di bioindicazione. In particolare si è considerata la loro tolleranza all'azoto disciolto nel suolo e la loro capacità di vivere in presenza di una forte concentrazione di nutrienti. La selezione delle specie ha inoltre condotto ad individuare **4 fasce di quota** nelle quali queste possono essere utilizzate. Fascia 1: Specie che possono essere utilizzate tra 200 e 1400 m. (48 specie)

- Fascia 2: Specie che possono essere utilizzate tra 1400 e 2000 m. (41 specie)
- Fascia 3: Specie che possono essere utilizzate tra 2000 e 2200 m. (14 specie)
- Fascia 4: Specie che possono essere utilizzate tra 2200 e 2450 m. (2 specie)

Alcune specie ovviamente trovano uso in più fasce contigue, tuttavia si è tenuto conto nell'assegnazione della fascia dell'*optimum* ecologico. È noto infatti che ogni vivente è sottoposto alla legge di Shelford o legge della tolleranza secondo la quale: "ogni organismo di fronte ai fattori ambientali ha un intervallo di tolleranza compresi tra un minimo e un massimo entro cui si colloca il suo *optimum* ecologico". Ogni specie ha un intervallo ottimale di crescita se il fattore ecologico si presenta ai valori ottimali; al di fuori di tali valori ottimali la specie ha possibilità di crescita ridotte, mentre al di fuori dei limiti di tolleranza una specie non può vivere. I fattori ambientali possono essere abiotici, ossia componenti fisiche e chimiche (luce, suolo, acqua, vento, temperatura e sostanze nutrienti disponibili) oppure biotici, ossia riconducibili ad altri organismi viventi.

Tenendo conto della quota, la copertura con cotico può altresì essere composta da altre specie che però essendo maggiormente oligotrofiche esercitano una scarsa azione di scambio e utilizzo dei nutrienti. Ciò nonostante l'azione meccanica del loro apparato radicale, e l'assorbimento dell'acqua, non ultimo l'aspetto paesistico, possono suggerirne l'impiego. Si citano ad esempio i generi *Festuca*, *Nardus* o *Trichophorum*. È innegabile inoltre che alcune specie, oltre alla loro capacità depurativa, sono particolarmente apprezzabili per le loro caratteristiche estetiche, è il caso di *Angelica sylvestris*, *Cirsium montanum*, *Epilobium angustifolium*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*. Alcune di queste formano consorzi puri, mentre altre come *Iris* vanno impiegate in associazione con specie compagne, quali

*Typha latifolia* e *Phragmites australis*. In conclusione la scelta delle specie da utilizzare nei letti di fitodepurazione deve tenere conto oltre che delle caratteristiche ecologiche di ognuna di queste, della profondità del suolo e anche del valore paesistico che possono attribuire all'area oltre alla loro capacità di convivere su suoli fortemente azotati. Buona pratica inoltre è l'asportazione annuale del materiale vegetale, con taglio o sfalcio che, soprattutto nel caso della *Deschampsia* e del *Rumex*, dovrà non essere lasciato decomporre sul letto di fitodepurazione per evitare che questo restituisca i nutrienti precedentemente sottratti al suolo. Nei perimetri dei letti, a quota modesta o in aree boscate, inoltre andrà fatta una pulizia periodica che ne allontani specie opportuniste (*Clematis vitalba*, *Rubus*, *Lonicera japonica*) che soffocherebbero inevitabilmente le piante preposte all'assorbimento dei nutrienti nel suolo.

## 12.7 - I quattro impianti di fitodepurazione realizzati in Valle Camonica

I piccoli impianti di fito-pedodepurazione rappresentano dunque dei sistemi di trattamento che rispondono pienamente alle esigenze funzionali ambientali e logistiche di zone caratterizzate dalle problematiche gestionali tipiche dell'alta montagna. La zeolite, impiegata come substrato in tre dei quattro impianti in questione, è infatti un materiale leggero, facilmente trasportabile anche nel caso in cui l'organizzazione logistica delle aree di cantiere presenti criticità per l'assenza di una rete infrastrutturale adeguata.

Può essere infatti facilmente trasportata in sacconi mediante l'elitransporto.

Dei quattro impianti realizzati, due (Casa del Parco e Grevo) si trovano ad una quota tale da consentire l'impiego di *phragmites australis*, oltre ad essere accessibili con mezzi stradali. Gli altri due, entrambi a servizio di rifugi montano, si trovano invece ad alta quota, dove il clima è incompatibile con lo sviluppo della *phragmites australis* e dove l'approvvigionamento di materiali può avvenire solo con elitransporto.

Di seguito le principali caratteristiche degli impianti realizzati:

1. Casa del Parco di Cevo, realizzato tra il 2013 e il 2014 – 1.100 m s.l.m., 50 A.E. - due letti in serie a flusso orizzontale sub-superficiale, substrato in zeolite, specie impiegate: *Phragmites australis*

2. Rifugio Tonolini, realizzato nel 2014 – 2.450 m s.l.m., 20 A.E. – unico letto a flusso orizzontale sub-superficiale, substrato in zeolite, specie impiegate: varie reperite in loco
3. Rifugio Aviolo e accessibilità, realizzato nel 2015 – 1.930 m s.l.m., 25 A.E. - due linee in parallelo formate da sei vasche, substrato in zeolite, specie impiegate: in prevalenza *Deschampsia caespitosa*
4. Abitato di Grevo, Comune di Cedegolo, realizzato nel 2015, 50 A.E. – unico letto a flusso orizzontale sub-superficiale seguito da laghetto di affinamento, substrato in ghiaietto, specie impiegate: *Phragmites australis*.

Nelle pagine che seguono è riportata una descrizione di maggior dettaglio di ciascun impianto.

## 12.8 - Il monitoraggio post operam

Dopo la realizzazione del primo impianto nell'estate del 2013, è stato avviato un programma di monitoraggio più o meno continuativo delle performance degli impianti, monitoraggio che è stato esteso ai nuovi impianti che sono stati progressivamente realizzati. Normalmente vengo effettuate due campagne di monitoraggio all'anno, una nel cuore della stagione estiva, con lo scopo di "fotografare gli impianti nel periodo di maggiore stress, ed una a fine stagione, quando i flussi di reflui in ingresso sono minori, ma l'accumulo di nutrienti nei letti di fito-pedodepurazione è massimo. Il programma di monitoraggio comprende gli impianti realizzati presso il Rifugio Tonolini, il Rifugio Aviolo e la Casa del Parco di Cevo; non è invece incluso nel programma l'impianto realizzato a Grevo.

In ogni campagna di indagine il programma di monitoraggio prevede sia un monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque in ingresso e in uscita da ciascun impianto di depurazione, sia una valutazione della funzionalità complessiva dei sistemi, con particolare riguardo agli aspetti idraulici e allo sviluppo della componente vegetazionale.

Per quanto riguarda le analisi chimico-fisiche, durante le campagne vengono effettuate delle misurazioni in loco dei parametri chimico fisici di base (temperatura, Ossigeno disciolto, pH, conducibilità), ed il prelievo di campioni d'acqua da sottoporre a successive analisi di laboratorio (ammoniacale, nitrati, nitriti, fosforo ortofosfato, BOD e COD).

Da un'analisi generale dei dati rilevati tra il 2013 e il

2017 si può concludere che tutti gli impianti sono caratterizzati da una buona efficienza depurativa. In alcune circostanze si può parlare di efficienza totale, in quanto lo scarico viene completamente convertito in vapore acqueo e biomassa.

## 12.9 - Schede tecniche

### IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE A SERVIZIO DEL RIFUGIO TONOLINI

Comune di Sonico (BS) - Parco dell'Adamello bresciano

#### Committente

Comunità Montana dell'Adamello

#### Popolazione servita

20 abitanti equivalenti

#### Realizzazione

Estate 2014

#### Descrizione generale

Il trattamento delle acque reflue prodotte nei rifugi alpini rappresenta una problematica complessa, vista l'impossibilità di collegare gli scarichi dei rifugi a reti fognarie, o gestire le acque reflue mediante impianti di trattamento convenzionali. L'entità di questo problema è poi aggravata dalle condizioni limitanti dell'ambiente alpino e alla fragilità e pregio degli elementi di naturalità che costituiscono tali luoghi. In queste condizioni risulta fondamentale poter gestire le acque reflue in modo sostenibile e dunque riducendo l'impatto dell'attività antropica, al fine della tutela dei delicati equilibri legati agli ambienti di alta quota, in particolare a quelli acquatici.

L'intervento ricade in prossimità del Rifugio Tonolini di proprietà del CAI di Brescia, situato in Comune di Sonico, in località Lago Rotondo – Conca del Baitone ad una quota altimetrica di 2.450 m s.l.m.

La sezione CAI di Brescia, proprietaria dell'immobile, è stata interessata da lavori di ristrutturazione secondo il Regolamento Regionale della Lombardia n. 5 del 15-02-2010 relativamente ai rifugi alpinistici, mediante l'adeguamento del locale per l'impianto elettrico e il miglioramento dei locali per elevare l'accoglienza e la capacità ricettiva, da 25 a 55 persone ospitabili. In tale

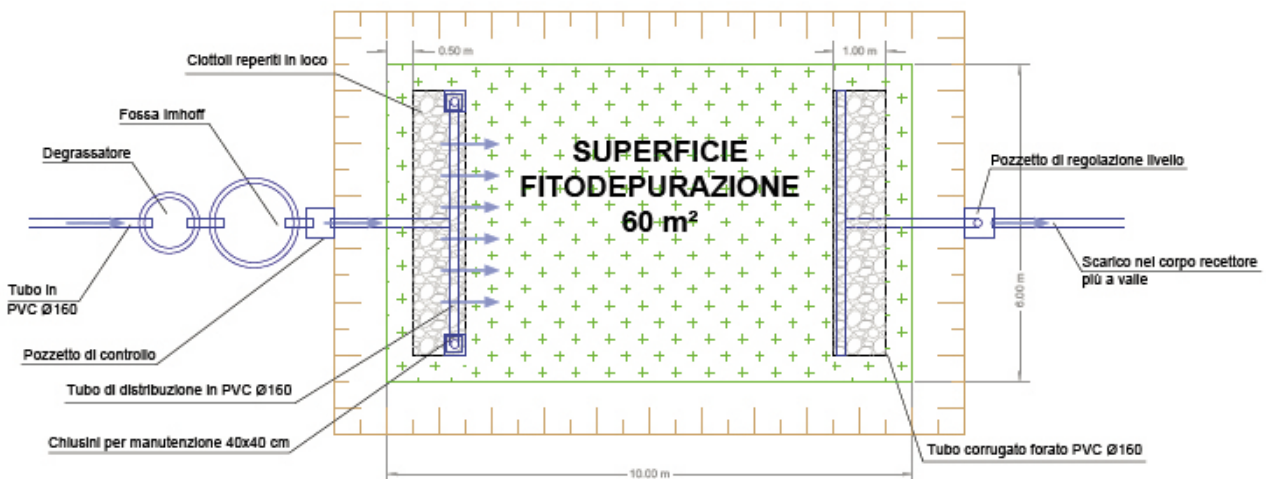


contesto il Comune di Sonico, proprietario dei terreni, e il Parco Adamello, al fine di tutelare l'ambiente naturale presente ha proposto la realizzazione di un impianto di fitodepurazione.

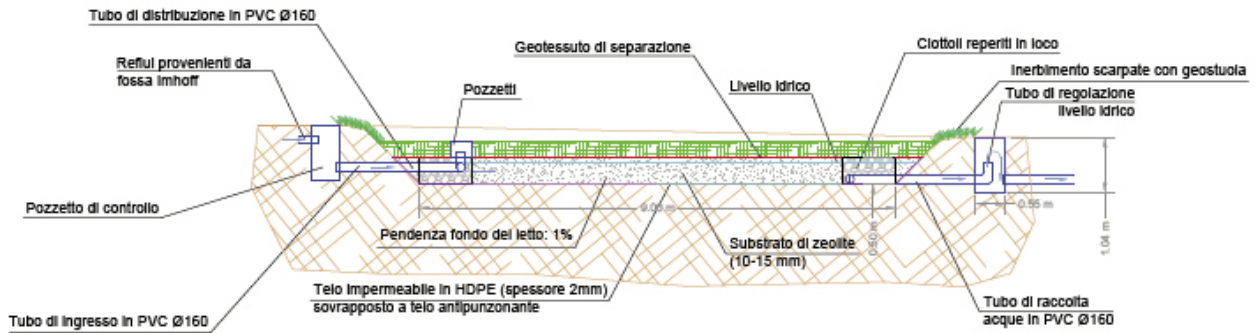
La struttura ricettiva è formata da una zona ristoro, la cucina, la sala da pranzo, 2 bagni e un dormitorio (34 posti letto). Considerando che la frequentazione del rifugio è stagionale (da giugno a settembre), concentrata tra la metà di luglio e la metà di agosto, è stato valutato come parametro di dimensionamento un numero di Abitanti Equivalenti pari a 20.

### L'impianto di fito-pedodepurazione

La tipologia dell'intervento realizzato riguarda un impianto di fito-pedodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale. L'impianto prevede l'impiego di zeoliti come substrato di riempimento dei letti. La zeolite è una roccia piroclastica di origine vulcanica che contiene mediamente dal 20 al 90% di minerali zeolitici; le sue caratteristiche strutturali e fisiche le conferiscono un'ottima capacità di scambio ionico, e possiede proprietà uniche come materiale assorbente e setaccio molecolare. Per tali motivi le zeoliti hanno un ruolo



Estratto della planimetria di progetto.



Estratto di una sezione di progetto.

attivo nei processi depurativi, consentendo di ottimizzare al meglio le superfici (riduzione dal 30 al 40% di superficie utile rispetto all'utilizzo della ghiaia) grazie ad un aumento dell'efficienza depurativa rivalutando il ruolo del suolo nei processi depurativi.

Il sistema depurativo ha il seguente percorso:

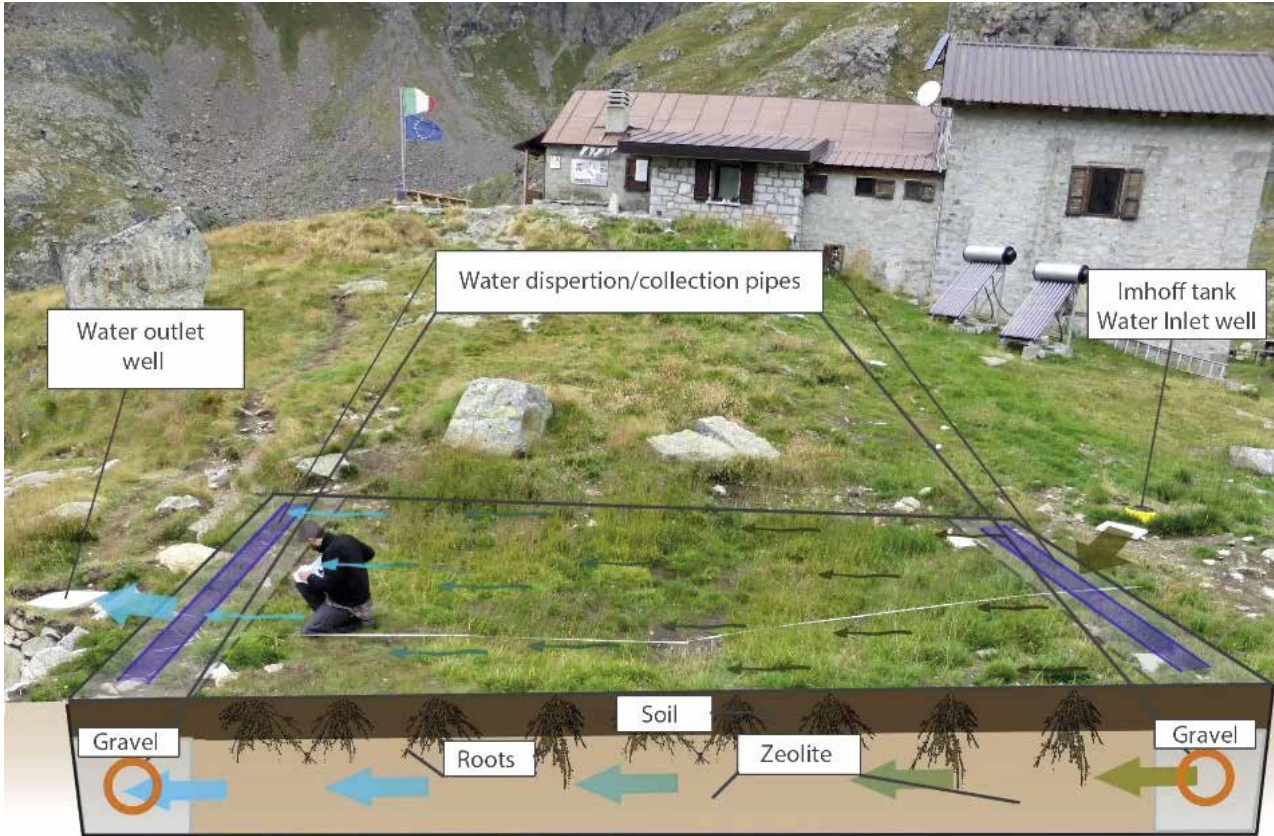
1. le acque reflue provenienti dai servizi del rifugio sono sottoposte ad un trattamento preliminare, convogliate, mediante condotta in PVC, all'interno di una vasca Imhoff (in cui avvengono i processi di sedimentazione e digestione anaerobica fredda dei fanghi) preceduta da un degrassatore/disoleatore (in cui vengono recapitate le acque della cucina per separare i grassi dalle acque). Dal punto di vista costruttivo la vasca Imhoff da realizzare sarà in polietilene a pianta circolare, composta da due comparti sovrapposti, connessi idraulicamente; il comparto superiore è destinato alla decantazione dei solidi sospesi, quello inferiore opera la digestione del fango costituito dalle particelle provenienti dalla parte superiore.
2. In uscita dal trattamento primario, le acque reflue (a cui è stata rimossa la frazione solida) sono sottoposte ad un trattamento secondario all'interno del letto di fito-pedo-depurazione, nella tipologia di un flusso sub-superficiale orizzontale, composto da un bacino opportunamente impermeabilizzato, avente le seguenti caratteristiche:
  - larghezza del letto di 6 m; lunghezza del letto di 10 m; Area superficiale di 60 mq;
  - un sistema di distribuzione del refluo lungo tutta la larghezza del letto con tubazione disperdente in PVC (diametro 160 mm);
  - un sistema di raccolta dell'effluente costituita da una tubazione drenante perforata lungo la larghezza del letto (sul lato opposto rispetto alla

distribuzione) e immersa in una zona drenante di materiale grossolano (formata da materiale inerte di granulometria compresa tra i 50-100 mm di diametro);

- impermeabilizzazione del fondo con manto in HDPE dello spessore di 2 mm per evitare la percolazione diretta nel suolo del refluo non ancora depurato; il manto è stato posato sopra un telo anti punzonante;
- formazione di uno strato di separazione tra zeolite e terreno naturale grazie alla fornitura di biostuoia in fibra di cocco con grado di copertura 100 %;
- materiale principale di riempimento mediante zeolite (substrato attivo che permette di ridurre la superficie utile per abitante equivalente da 6 m<sup>2</sup> a 3 m<sup>2</sup>);
- copertura con materiale vegetale (le specie vegetali impiegate per la copertura finale del letto sono state reperite mediante il prelievo di zolle di specie autoctone prelevate, con il coordinamento dei tecnici del parco, in aree umide limitrofe, al fine di non alterare la naturalità caratteristica dei luoghi); il tempo di residenza dei reflui, calcolato in tempo secco, è pari a circa 2 giorni;
- dal pozzetto di raccolta finale, le acque vengono recapitate nel riale nei pressi dell'area di intervento tramite condotte in PVC.

Come descritto, l'impiego prevalente delle zeoliti permette di contenere le dimensioni dei bacini, elemento fondamentale per poter rendere fattibili gli interventi che in tutti i casi presentano situazioni limitanti nei confronti dello spazio disponibile.

L'applicazione della fitodepurazione in ambito montano rappresenta un'importante e nuova sfida per la risoluzione di problematiche legate all'alterazione degli



Schema di funzionamento del letto di fito-pedo-depurazione.

ambienti naturali di alta quota per la presenza di scarichi di tipo puntuale.

La riuscita dell'intervento assume un significato fortemente sperimentale e dimostrativo, soprattutto nell'ottica di una gestione efficiente delle acque reflue nelle aree montane, interessate dalla presenza di strutture di ricezione turistica.

Si sottolinea infine che, proprio per la natura di tali sistemi, un aspetto importante riguarda il loro inserimento paesistico, poiché essi danno vita ad ambienti naturaliformi, perfettamente inseriti nel contesto ambientale presente caratterizzati inoltre da una ricca biodiversità, in parte costituita ex-novo, e nel tempo

ulteriormente arricchita da una spontanea colonizzazione vegetale e animale.

Alla principale funzione depurativa, per la quale il sistema viene realizzato, è associata anche una funzione naturalistica, per la ricca biodiversità che ospitano e una funzione paesaggistica, nella trasformazione e caratterizzazione dell'ambito territoriale in cui l'impianto è inserito, aspetti che in tali ambiti possiedono una rilevanza notevole. Dal monitoraggio svolto, l'impianto si dimostra efficiente per l'abbattimento dei diversi inquinanti analizzati. L'efficienza è superiore, per quanto riguarda l'ammonio e il BOD, anche al 70% come illustrato nella tabella seguente.

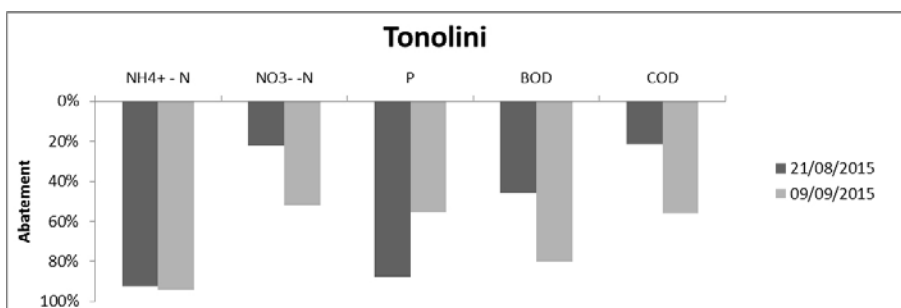


Grafico sull'efficienza depurativa dei nutrienti da parte dell'impianto di pedo-fitodepurazione.

Average	NH <sup>4+</sup> - N (mg/l)	NO <sup>3-</sup> - N (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P (TP) (mg/l)	BOD (mg/l O <sub>2</sub> )	COD (mg/l O <sub>2</sub> )
Inlet	43,75	0,26	10,35	314,25	315,25
Outlet	2,82	0,15	3,50	89,06	196,50
Abatement	93,57%	39,77%	66,17%	71,66%	37,67%

Tabella sull'efficienza depurativa dei nutrienti da parte dell'impianto di pedo-fitodepurazione.

Di seguito sono riportate le immagini delle fasi di realizzazione dell'impianto del Rifugio Tonolini.



Realizzazione dei trattamenti preliminari.



Scavo del bacino.



Impermeabilizzazione del fondo bacino con telo in PVC.



Riempimento del letto con zeolite.



Posa di geotessuto di separazione dei substrati.



Copertura con terreno vegetale e zolle di specie autoctone di ambienti umidi locali.

## IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE A SERVIZIO DEL SANDRO OCCHI ALL'AVIOLO

Comune di Edolo (BS) – Parco dell'Adamello bresciano

### Committente

Comunità Montana di Valle Camonica – Parco Adamello

### Popolazione servita

25 abitanti equivalenti

### Realizzazione

Estate 2015

### Descrizione generale

L'intervento riguarda la realizzazione di un impianto di fito-pedodepurazione a servizio delle strutture del Rifugio Occhi Sandro all'Aviolo in Comune di Edolo (BS) localizzato alla quota di 1.930 m s.l.m.

Le tipologie dei sistemi di fitodepurazione, oltre ad essere una scelta consigliata a livello normativo per realtà simili a quelle di progetto, ha consentito inoltre di attuare degli interventi secondo metodologie che ben si sono inserite nel contesto territoriale presente, sia da un punto di vista rurale, che ambientale, che paesaggistico: un aspetto importante dato che l'ambito d'intervento è all'interno del Parco dell'Adamello. Il sistema proposto ha avuto degli effetti positivi, sia diretti che indiretti, sul comparto ambientale in quanto capace di abbattere efficacemente non solo la sostanza organica ma anche i nutrienti, che andavano a confluire nella rete idrografica locale e successivamente nel bacino dell'Oglio e quindi nel Lago d'Iseo. L'impianto realizzato è costituito da un letto a flusso sub-superficiale orizzontale.

Di consueto la scelta della specie vegetale da impiegarsi nei sistemi di fitodepurazione ricade sulla macrofita acquatica particolarmente efficace come la Cannuccia di palude (*Phragmites australis*) che però cresce fino ad una quota massima di 1.500 - 1.600 m s.l.m. Nel caso specifico, trovandosi l'impianto alla quota di 1.950 m s.l.m., è stato deciso di impiegare tipologie vegetali differenti, ossia specie erbacee autoctone che sono state in parte preservate durante le operazioni di sca-

vo e quindi piantate nelle vasche ed in parte prelevate in aree adiacenti.

Tra le specie erbacee utilizzate ci sono: *Senecio cordatus*, *Leucanthemopsis alpina*, *Chenopodium bonus henricus* e *Eriophorum angustifolium*. Tra le specie arbustive ci sono invece: *Pteridium aquilinum* e *Rhododendron ferrugineum*.

I sistemi in progetto hanno adottato in prevalenza le zeoliti come substrato di riempimento dei letti che, noto il ruolo attivo nei processi depurativi, hanno consentito di ottimizzare al meglio le superfici (riduzione dal 30 al 40% di superficie utile rispetto all'utilizzo della ghiaia), grazie ad un aumento dell'efficienza depurativa. Inoltre l'utilizzo di zeoliti ha portato ad altri due significativi vantaggi: la loro maggiore estensione ha permesso di disporre di una notevole superficie attiva, mentre la loro struttura e composizione ha reso più agevole lo sviluppo dei rizomi dei vegetali.

L'impiego della zeolite ha permesso di ridurre infine i costi di trasporto (effettuati con elicottero) avendo un peso specifico inferiore a 1000 kg/mc (ghiaia 2400 kg/mc).

### L'impianto di fito-pedodepurazione

Nell'ambito di questo progetto sono eseguite le seguenti lavorazioni:

- formazione dei piani di posa delle vasche, su due livelli (vista la conformazione dei luoghi);
- sostituzione della vasca Imhoff esistente con una nuova in cemento (dimensionata per 20 abitanti equivalenti);
- posa delle vasche in PE riciclabile (da 5 mq.) complete di tubazioni in ingresso e uscita e di tubazioni passanti in PVC forate per la distribuzione uniforme del refluo;
- posa di un pozzetto ripartitore all'uscita della vasca Imhoff per alimentare le due linee di vasche;
- riempimento delle vasche con zeolite;
- ricoprimento della zeolite con terra;
- realizzazione dello scarico finale a valle del sistema di fitodepurazione;
- sistemazione finale dell'area mediante la rimodellazione del terreno intorno alle vasche in modo tale da mascherare le stesse.



Realizzazione dei trattamenti preliminari.



Scavo del bacino.



Documentazione fotografica – Fasi realizzative.



## IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE A SERVIZIO DELL'ABITATO DI GREVO

Comune di Cedegolo (BS) – Parco dell'Adamello bresciano

### Committente

Comunità montana di Valle Camonica - Parco dell'Adamello – Comune di Cedegolo (BS)

### Popolazione servita

50 abitanti equivalenti

### Realizzazione

Autunno 2015

### Descrizione generale

Il progetto esecutivo, portato a termine nell'ottobre 2014, aveva l'obiettivo di migliorare la qualità delle acque superficiali grazie alla depurazione dei reflui proveniente dall'abitato di Grevo.

Per l'abitato in questione è stato adottato un sistema di depurazione delle acque, impiegando tecniche di depurazione naturale, che si sono integrate con la scelta del Parco Regionale dell'Adamello di creare un'area

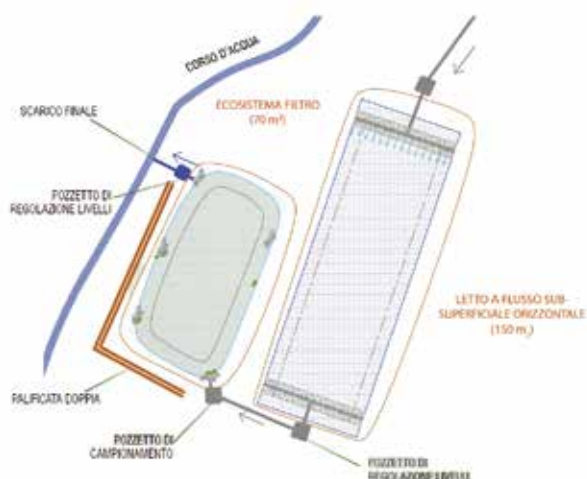
umida a valenza ecologica. Il progetto ha previsto la realizzazione della rete fognaria dove mancante e di un impianto di fitodepurazione costituito da un letto a flusso sub-superficiale orizzontale e da un laghetto di affinamento, che funge da area umida.

La presenza di una vasca di depurazione, con i suoi componenti accessori, riveste un'elevata importanza ecologica quale ecosistema filtro, racchiudendo in poco spazio una notevole ricchezza biologica. La presenza di tale ambiente contribuisce anche all'incremento dell'importante, ma ancora frammentata, rete di aree umide esistenti. La costituzione di un ambiente perenne contribuisce infatti ad incrementare la diversificazione degli ambienti umidi laterali al Fiume Oglio, offrendo per tutto l'anno siti di colonizzabili da parte della fauna anfibia. Dei singoli interventi si parlerà più diffusamente di seguito.

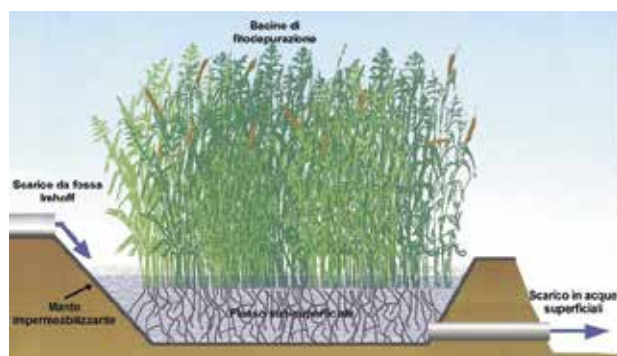
### L'impianto di fitodepurazione

Si è predisposta l'intercettazione del tratto finale del ramo fognario esistente, proveniente dall'abitato di Grevo, introducendo una cameretta e una nuova tubazione, lunga circa 60 m, per condurre i reflui al trattamento primario effettuato nella vasca Imhoff esistente. Le acque in uscita dalla vasca Imhoff vengono fatte defluire per il successivo trattamento, quello secondario. I sistemi a flusso sub-superficiale, consistono in bacini opportunamente impermeabilizzati in cui il livello

idrico è mantenuto sempre al di sotto della superficie e il medium, materiale inerte a diversa granulometria (pietrisco, ghiaia, sabbia), è saturo d'acqua. Mantenendo l'acqua sotto il livello del letto di riducono notevolmente i cattivi odori, rischi igienici e lo sviluppo di colonie di insetti. Il letto a flusso sub-superficiale realizzato ha una superficie di circa 150 m<sup>2</sup> e presenta un pozzetto in ingresso che permette l'alimentazione del letto. Il pozzetto in uscita regola invece i livelli. Il sistema di distribuzione del refluo lungo il letto avviene per mezzo di una tubazione disperdente in PVC, mentre il sistema di raccolta è costituito da una tubazione drenante posta sul lato opposto alla distribuzione. Sul fondo è stato posato un telo impermeabilizzante per evitare la percolazione diretta del refluo non ancora depurato nel suolo. Il manto è stato posato sopra un telo anti punzonante. Sono state messe a dimora Cannuce di palude (*Phragmites australis*) come macrofita acquatica. Il sistema di affinamento finale o ecosistema filtro è un ambiente umido, dunque un ecosistema acquatico, assimilabile ad un bacino lacustre, le cui sponde sono colonizzate da diverse tipologie di vegetazione acquatica. Si tratta di un bacino opportunamente impermeabilizzato in cui viene mantenuto un battente idrico. A tale fine è stato posato sul fondo un telo impermeabile, ricoperto con circa 30 cm di materiale reperito in loco mentre il battente viene regolato dai pozzetti, in ingresso e in uscita. Quest'ultimo raccoglie le acque depurate e le recapita al corso d'acqua posto nelle vicinanze.



Vista planimetrica del sistema di fitodepurazione in progetto.



Sistema a flusso sub-superficiale orizzontale - schema di funzionamento.

Questo sistema opera un affinamento ulteriore delle acque, in quanto è in grado di migliorare la loro qualità globale prima del loro recapito finale nel corpo idrico recettore.

Può infatti garantire elevate efficienze di abbattimento della carica microbiologica (disinfezione) e nella

rimozione dei solidi sospesi (sedimentazione e filtrazione). Infine, vista la conformazione dell'area, in cui sono stati realizzati il bacino di fitodepurazione e l'ecosistema filtro, si è reso necessaria la posa di opere di sostegno di ingegneria naturalistica costituite da pacificate rinverdite doppie.



Letto a flusso sub-superficiale orizzontale.



Ecosistema filtro.

## IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE A SERVIZIO DELLA CASA DEL PARCO DI CEVO

Comune di Cevo (BS) – Parco dell'Adamello bresciano

### Committente

Comunità Montana di Valle Camonica / Parco Adamello

### Popolazione servita

50 abitanti equivalenti

### Realizzazione

Autunno 2013 – Primavera 2014

### Descrizione generale

L'area d'intervento ricade all'interno del Comune di Cevo (BS) in corrispondenza della vecchia Colonia Ferrari, sita in località Canneto, ed è situata a circa 1100 m di quota sul livello del mare, **ricadente in ambito montano**. La Casa del Parco di Cevo nasce dalla recente ristrutturazione della Colonia Ferrari, una dimora alpina rea-

lizzata all'inizio del secolo scorso, che si trova a poca distanza dal centro di Cevo. È dotata di un corpo principale, destinato a ricettività extra-alberghiera (sono disponibili indicativamente 22 posti letto), con alloggio, ristoro e vendita di prodotti tipici, e a centro visite Parco dell'Adamello.

Inoltre la Casa del Parco ospita un centro conferenze, un giardino botanico, un museo permanente con sezioni dedicate alla mineralogia e all'ambiente adamellino, ma anche all'archeologia. La struttura svolge attività di educazione ambientale e costituisce anche la sede amministrativa del Parco. L'area di intervento ricade interamente all'interno del Parco dell'Adamello ma esterna al relativo Parco Naturale.

L'area indagata è infine caratterizzata anche dalla presenza del Torrente Valle dei Molini (che è il corpo recettore delle acque depurate), confluyente nel Torrente Poja.

La fruizione della Casa del Parco per attività diverse (educazione ambientale, ristorazione e alloggio) comporta una produzione di reflui molto diversificata con affluenze molto elevate in alcuni periodi dell'anno che necessitano di affinamento con sistemi di fitodepurazione.



Fase progettuale: posizionamento dei letti di fitodepurazione nell'area di intervento.

### L'impianto di fito-pedodepurazione

Alle due vasche Imhoff esistenti è stato aggiunto un impianto di fito-pedodepurazione costituito da due letti a flusso sub-superficiale orizzontale posti in serie, ognuno avente una superficie di circa 72 m<sup>2</sup>.

Il refluo trattato da ognuno dei sistemi di trattamento primario (rappresentato dalle vasche Imhoff) è convogliato al primo letto di fitodepurazione e da qui al secondo letto; una volta depurato, il refluo in uscita viene destinato al corpo idrico recettore.

Come substrato di riempimento dei letti sono state adottate le zeoliti che consentono di ottimizzare al meglio le superfici (riduzione dal 30 al 40% di superficie utile rispetto all'utilizzo della ghiaia), offrono un aumento dell'efficienza depurativa e rendono più agevole lo sviluppo dei rizomi dei vegetali.

Le acque trattate vengono infine recapitate nel pozzetto di prelievo fiscale e da qui al corpo idrico recettore presente poco più a valle, il Torrente Valle dei Molini che scorre a lato dell'area di intervento.



Macrofite piantumate nel letto di pedo-fitodepurazione.



Sviluppo radicale delle macrofite.



Dettaglio dello strato di zeolite posata sopra lo strato impermeabilizzante.



Planimetria dell'impianto.



Da sinistra: posa teli impermeabili, posa zeolite, sviluppo del canneto a lavori ultimati.



Flussi idrici all'interno del letto.



Impianto realizzato ripreso nel periodo invernale.

L'impianto si dimostra estremamente efficiente per l'abbattimento dei diversi inquinanti analizzati, sia nel periodo estivo che in quello autunnale. L'efficienza è

superiore, in alcuni casi, anche al 90% come illustrato nella tabella seguente.

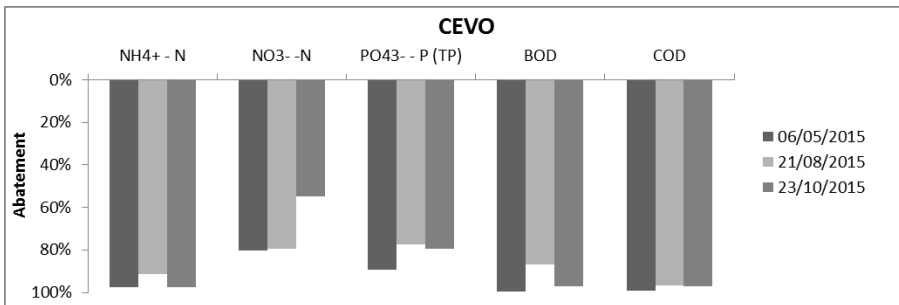
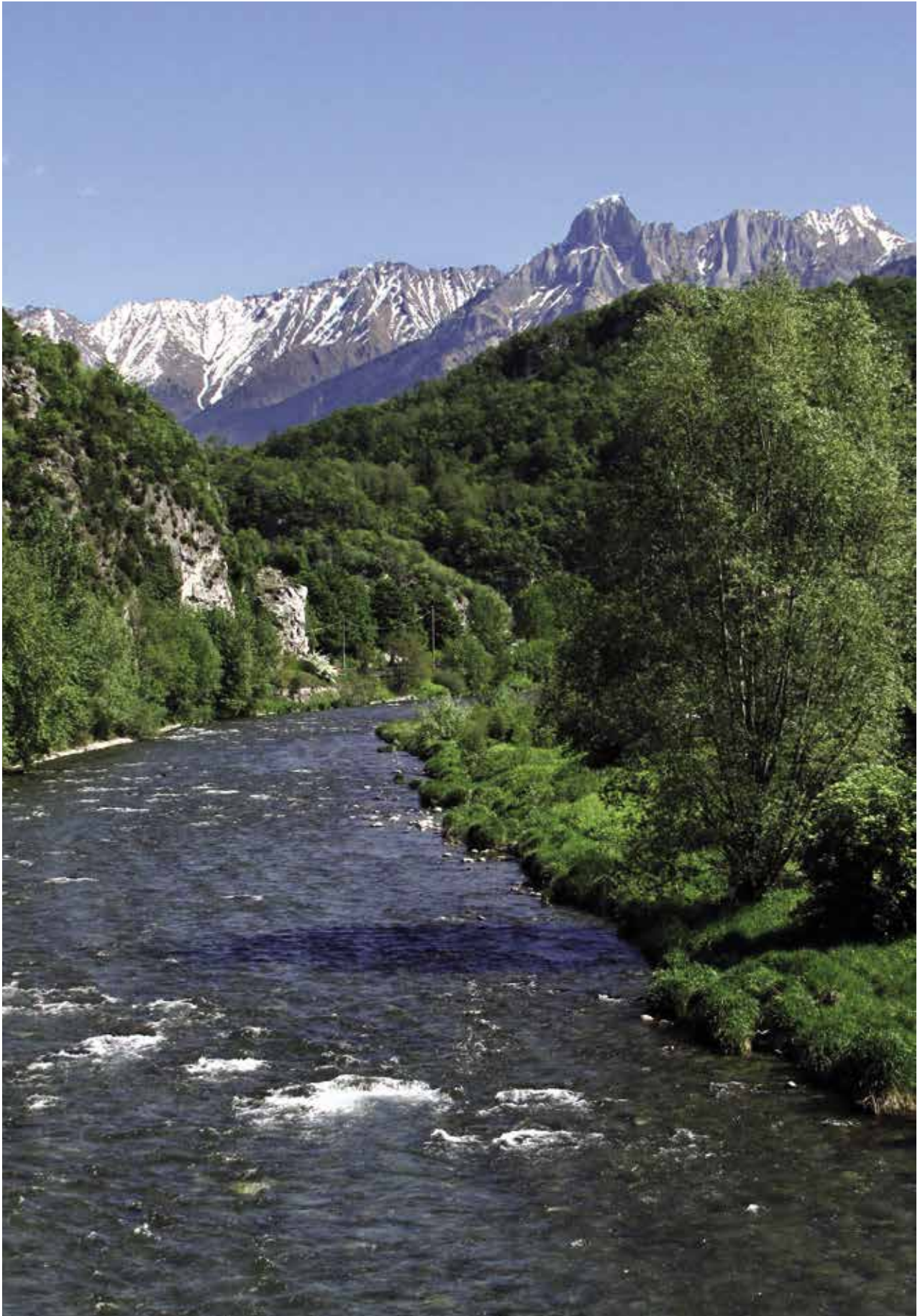


Grafico sull'efficienza depurativa dei nutrienti da parte dell'impianto di pedo-fitodepurazione.

Average	NH <sup>4+</sup> - N (mg/l)	NO <sup>3-</sup> - N (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P (TP) (mg/l)	BOD (mg/l O <sub>2</sub> )	COD (mg/l O <sub>2</sub> )
<b>Inlet</b>	21,88	0,65	4,66	443,67	1240,67
<b>Outlet pound</b>	1,04	0,16	0,74	11,82	18,45
<b>Abatement</b>	<b>95,23%</b>	<b>75,37%</b>	<b>84,17%</b>	<b>97,34%</b>	<b>98,51%</b>

Tabella sull'efficienza depurativa dei nutrienti da parte dell'impianto di pedo-fitodepurazione.



## Capitolo XIII

# Reinventare paesaggi. Tre esplorazioni progettuali lungo il Fiume Oglio in Valle Camonica

di Anna Lambertini e Lorenzo Nofroni

*Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di architettura / Landscape Design Lab*

Limite territoriale entro cui i processi e le forme che accompagnano lo scorrere delle acque sono più presenti e conformanti il paesaggio attraversato, l'area golenale dell'Oglio rappresenta solo una parte della compagine territoriale direttamente o indirettamente condizionata dalla presenza del fiume.

L'Oglio, infatti, estende la sua influenza, prima di tutto geo-morfologica e quindi geografica, molto oltre questo limite, spesso imposto dalle convenzioni di sicurezza necessarie alla salvaguardia di dense e diffuse aree abitate, di infrastrutture e di zone di produzione, agricola o industriale.

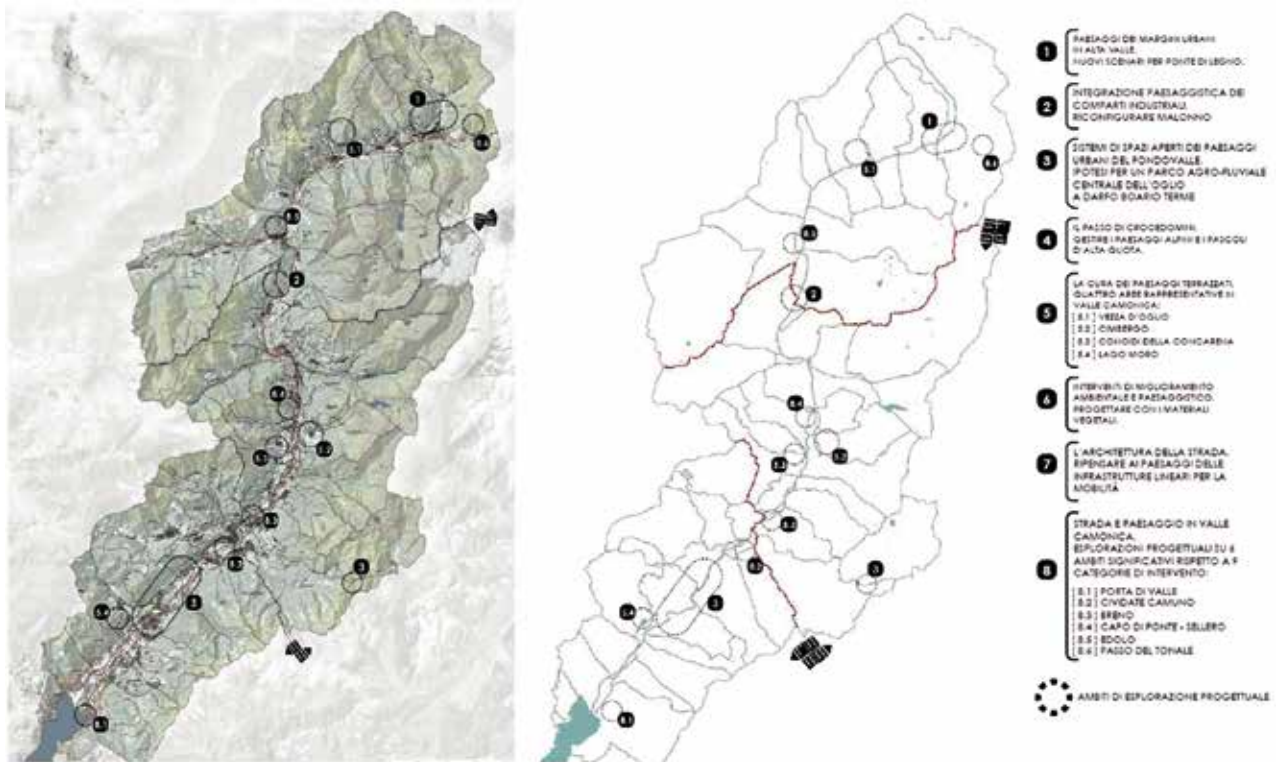
Un progetto di paesaggio che si prefigge di affrontare i conflitti, le criticità e le incoerenze correlati ai processi insediativi storici e recenti del fondo valle camuno e sia volto alla massima valorizzazione delle potenzialità territoriali - dunque economiche, sociali, culturali e ambientali - ha la necessità di indagare un più ampio sistema di risorse, tra loro interrelate in forme e processi complessi, stratificati nel tempo e nello spazio. Queste considerazioni iniziali invitano a riconoscere il progetto di paesaggio, che si basa su un approccio sistemico e olistico, come uno strumento necessario di interpretazione dei processi di trasformazione, che possa superare la visione di un progetto di territorio fluviale orientato a riqualificare la sola porzione definita dall'area golenale.

Applicando metodi di indagine volti a identificare le criticità, i valori e le risposte progettuali all'interno della dimensione di influenza geografica del fiume, ovvero il suo bacino imbrifero, è possibile considerare l'intera Valle Camonica, dai crinali delle montagne al letto dell'Oglio e per tutta la sua estensione, come compagine territoriale di attenzione progettuale.

Seguendo un orientamento trasversale e uno longitudinale allo scorrimento del fiume, possiamo racchiudere in due sezioni ideali un insieme di fenomeni che caratterizzano l'attuale rapporto tra processi insediativi e ambiente vallivo.

Scorrendo la sezione trasversale, dal fondo valle al crinale dei monti, si possono incontrare tre fenomeni di carattere generale che si verificano con graduali livelli quantitativi e qualitativi lungo tutta la valle.

Nel fondo valle, nelle fasce pianeggianti a contatto con il Fiume Oglio, è possibile registrare gli effetti del prolungato reiterarsi di processi di urbanizzazione che a partire dal secondo dopo guerra hanno assunto, prima, le forme della densificazione dei centri abitati e dell'infrastrutturazione del territorio, e poi, nei decenni più recenti, quelle della diffusione abitativa e produttiva, determinando un forte consumo di suolo e di paesaggio. Spostandosi lungo i fianchi della valle, il secondo fenomeno che emerge è l'abbandono dei primi versanti. Si tratta di fasce liminali, territori di passaggio che nella



Estratto da Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2)- Quadro sinottico dei temi e ambiti di esplorazione progettuale.

142

storia hanno rappresentato una ricca risorsa territoriale disponibile: al riparo dalle piene del fiume e a volte fertili quanto il fondovalle, i primi versanti comprendono un territorio arduo da addomesticare perché spesso impervio, necessitante di continue cure e di lavoro. Muovendosi ancora in senso altitudinale, il terzo fenomeno da considerare è riferibile alla gestione dei versanti montani, ovvero di quel complesso sistema di piccoli insediamenti e villaggi di montagna, malghe e foreste, il cui buono o cattivo governo si rispecchia immediatamente nella tenuta idraulica del sistema vallivo. Procedendo in senso longitudinale, da nord a sud, possiamo immaginare un'altra linea di sezione per unire idealmente tutti i fenomeni insediativi che si trovano lungo gli 82 km di percorso del fiume in Valle. Dalla confluenza dei torrenti Narnanello e Frigidolfo, sino all'immissione nel Lago Iseo, l'Oglio attraversa numerose aree urbanizzate e infrastrutturate. Il tratto in media e bassa valle, e in particolare tra i comuni di Breno e Pisogne, ha una densità di costruito tale da poterlo considerare un sistema urbano continuo, con avanzati processi di diffusione insediativa. Tale condi-

zione è misurabile non solo in considerazione del numero e dell'estensione delle aree edificate, ma anche rispetto alla forte presenza di infrastrutture stradali, ferroviarie e di elettrodotti che solcano il fondo valle in senso longitudinale e trasversale. L'insieme di questi elementi determina forti pressioni territoriali che incidono anche sugli equilibri dell'ecosistema fluviale. Le saldature urbane e i fasci infrastrutturali interferiscono, infatti, con il sistema di reti connettive di cui necessitano i vari habitat delle specie faunistiche della valle; la pressione insediativa determina un carico di agenti inquinanti che incidono direttamente o indirettamente sulla qualità delle acque e dei suoli; lo sfruttamento delle aree golenali e delle fasce liminali delle sponde fluviali con usi e funzioni che confliggono con i processi eco-sistemici, infine, impoverisce la funzionalità ambientale del fiume. Nella media Valle tra Breno e Edolo, sono le opere di artificializzazione delle sponde e del letto dell'Oglio, collegate al sistema di produzione energetica idro-elettrica - sbarramenti, bacini di accumulo, interventi di regimentazione idraulica - che riducono le potenzialità del paesaggio fluviale. In questa



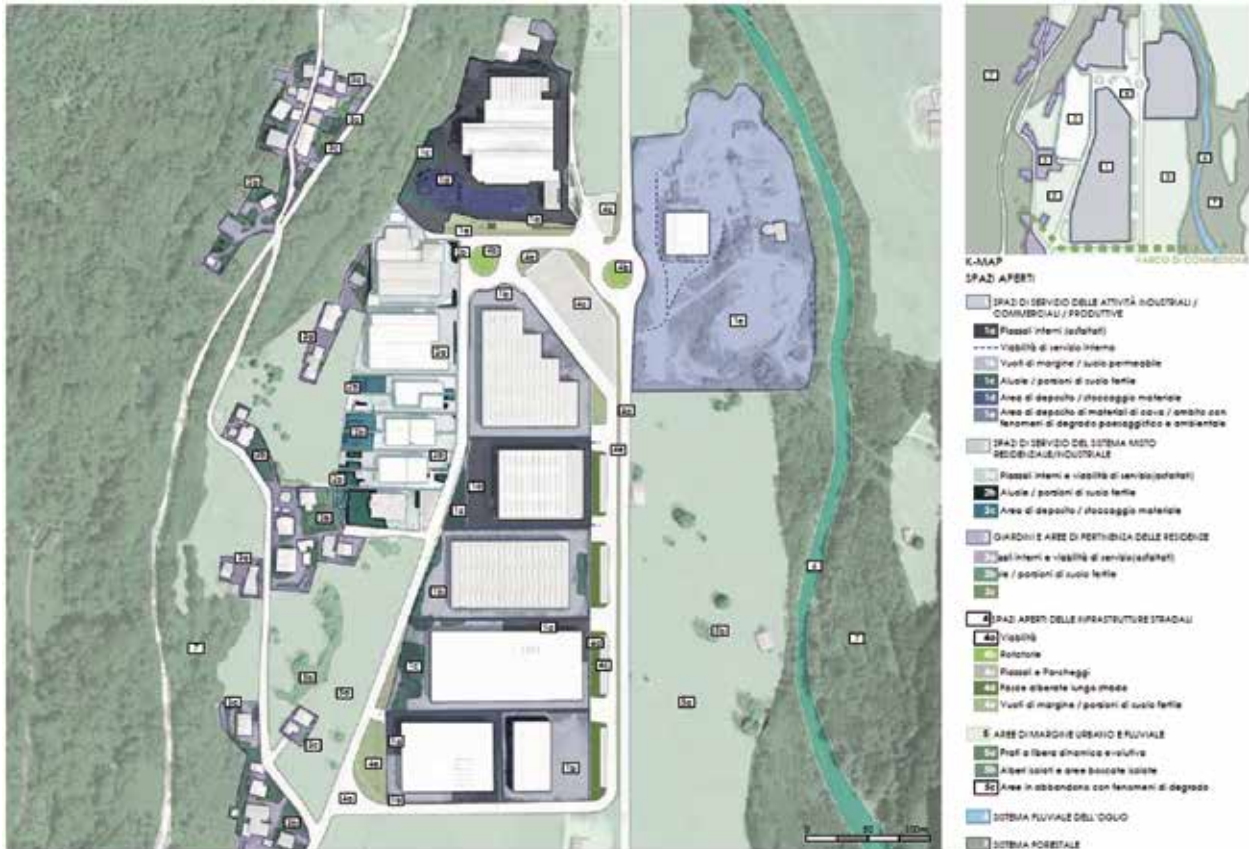
Estratto da Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2). La frangia urbana di Ponte di Legno attraversata dalla SS42: stato attuale in alto e scenario progettuale in basso.

stessa porzione di territorio, gli insediamenti produttivi di Sellero, Forno Allione e Malonno, sono stati e sono ancora luoghi di forte criticità ambientale e sociale. Nell'Alta Valle, da Edolo a Ponte di Legno, è l'incidenza delle attività economiche collegate al turismo stagionale, molto focalizzato sulle logiche di settore e poco attento alla valorizzazione di alcune risorse territoriali non direttamente collegate al turismo sciistico, che hanno determinato una sistematica sottovalutazione delle potenzialità del paesaggio fluviale nelle scelte strategiche, politiche ed economiche di livello locale.

### Fare ricerca per il progetto di paesaggio

Il progetto di paesaggio in questi contesti non si limita a delineare possibili soluzioni dei conflitti funzionali/spaziali, tramite una rinnovata configurazione di luoghi e territori e la definizione di scenari di qualificazione e

valorizzazione degli spazi aperti. Piuttosto, si propone di individuare gli elementi e le azioni che possono innescare o veicolare negli specifici luoghi processi di rigenerazione ambientale, ecologica, sociale ed economica. In tal senso il progetto agisce come un dispositivo narrativo, che consente di ricollocare risorse spaziali e ambientali, valori storici, culturali e naturali, ma anche di individuare attori e fasi temporali di trasformazione, prefigurando assetti alternativi e nuovi scenari possibili. Uno dei principali esiti dello studio elaborato per il Parco dell'Adamello/Comunità Montana della Valle Camonica dal gruppo di lavoro attivato presso il *Landscape Design Lab* del Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, riguarda l'impostazione di un percorso metodologico di piano-progetto di paesaggio per la riqualificazione di territori camuni degradati o sollecitati da fenomeni critici di trasformazione, con particolare riferimento al sistema di fondovalle. Il



Estratto da Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2). Area industriale di Malonno. Lettura interpretativa delle classi di ruolo degli spazi aperti.

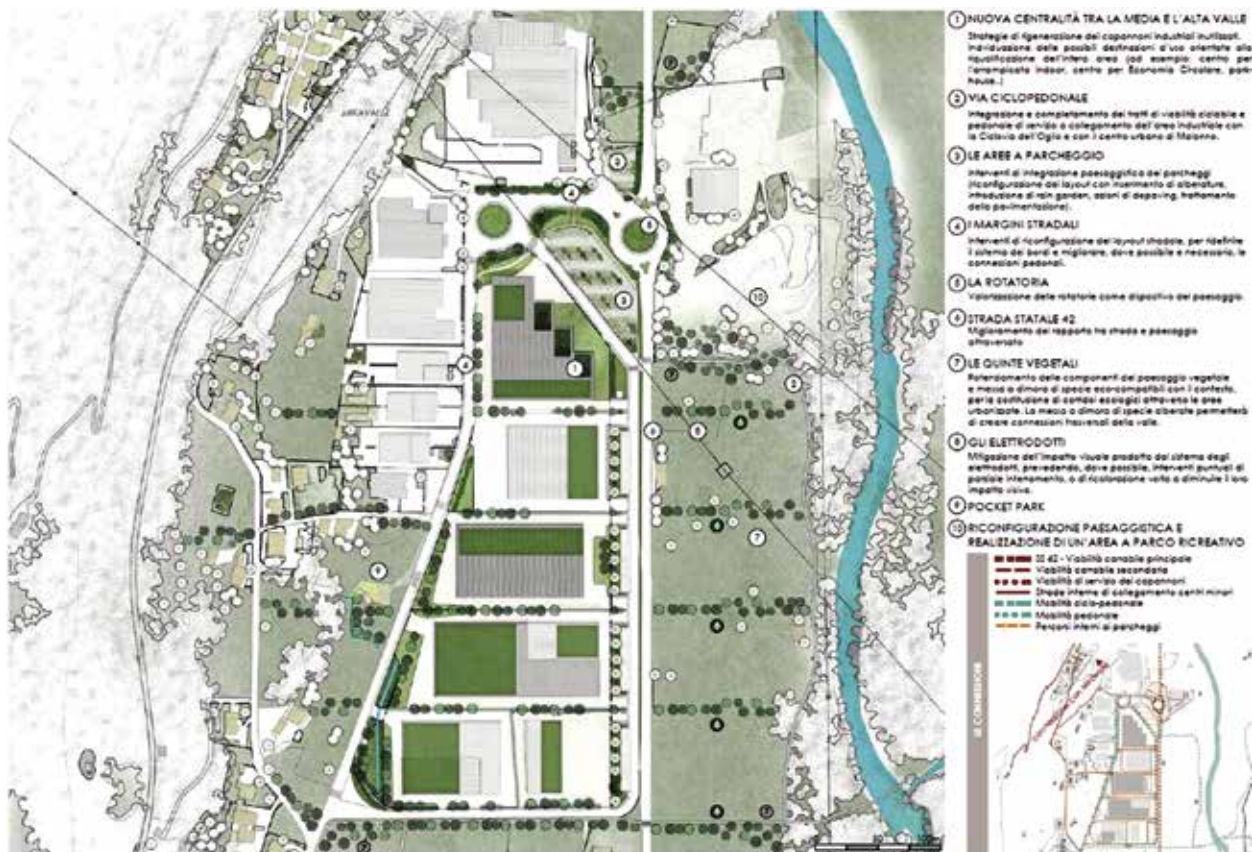
processo di lavoro, basato sull'adozione di una logica di tipo incrementale e ricorsivo, si è proposto di determinare un'interazione vantaggiosa tra sintesi delle conoscenze già disponibili; analisi e interpretazione di dati raccolti; elaborazione di scenari di trasformazione; definizione di possibili strategie e azioni di riqualificazione di luoghi e sistemi di spazi aperti. La ricerca è stata condotta applicando criteri, strumenti e metodi propri dell'Architettura del paesaggio, disciplina che permette di lavorare simultaneamente alle diverse scale, spaziali e temporali, d'intervento: attitudine che consiste "nel padroneggiare simultaneamente l'insieme e il dettaglio, quel che è vicino e quel che è lontano"<sup>1</sup>. A partire da alcuni dei temi trattati nella ricerca, pubblicata nei due volumi: *Paesaggi della Valle Camonica:*

*trasformazioni e permanenze - Letture, interpretazioni e strategie progettuali alla macroscale (vol. 1) e Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2)*<sup>2</sup>, si procederà qui di seguito alla breve descrizione di alcune delle esplorazioni progettuali svolte e finalizzate alla verifica di criteri e strumenti ritenuti utili per orientare verso obiettivi di qualità paesaggistica le politiche e le strategie di piano locali.

In accordo con il dettato della Convenzione Europea del Paesaggio, il paesaggio è stato interpretato nella sua più ampia accezione di realtà fisica, percepita e socio-simbolica in continua evoluzione e di spazio di vita di popolazioni umane, animali e vegetali. All'interno

1) CORAJOURD, Michel, *Le paysage, c'est l'endroit où le ciel et la terre se touchent*, Actes Sud, Arles/Versailles 2009.

2) LAMBERTINI, A. et alii (a cura di), 2018. *Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze. Letture, interpretazioni e strategie progettuali alla macroscale (Volume 1) e Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2)*. Lithos, Comunità Montana di Valle Camonica - Parco dell'Adamello, Breno.



Estratto da Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2).  
 Scenari di trasformazione - masterplan per un nuovo paesaggio industriale di Malonno.

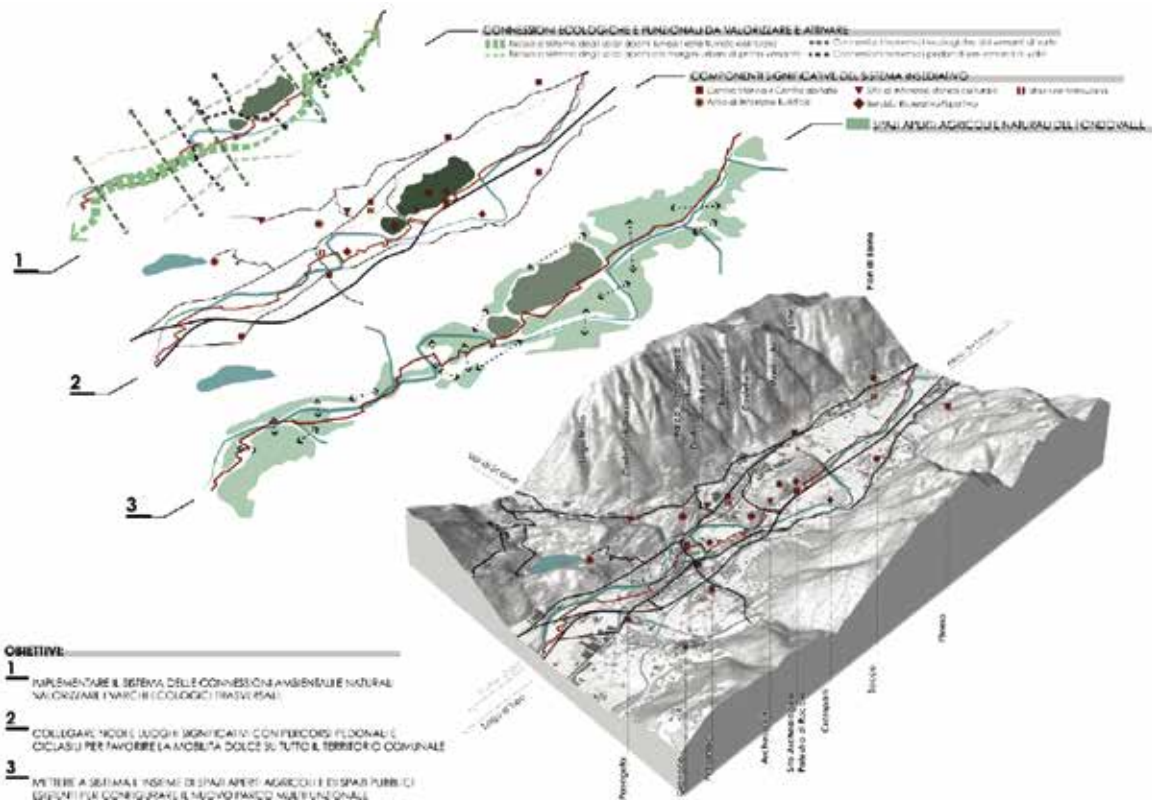
di questa relazione il progetto di paesaggio assume il valore di paradigma per orientare strategicamente processi di trasformazione territoriale e suggerire azioni e interventi per promuovere una qualità diffusa nei differenti luoghi e contesti.

**Tre ambiti di studio, tre esplorazioni progettuali**

Una prima esplorazione progettuale ha riguardato i paesaggi dei margini urbani in Alta Valle e la definizione di nuovi scenari per il sistema urbano di Ponte di Legno<sup>3</sup>. È stato preso in esame un ambito fortemente sollecitato dalle dinamiche di trasformazione connesse alla presenza delle infrastrutture per il turismo e dei domini sciistici. Le analisi e le valutazioni condotte nella fase

di composizione del quadro conoscitivo hanno permesso di evidenziare come, in particolare nelle aree di frangia, a Ponte di Legno l'espansione insediativa degli ultimi decenni abbia determinato non solo un consumo irrazionale di suolo libero, ma abbia generato anche un diffuso disordine figurativo e funzionale oltre alla mancata integrazione tra sistema del costruito, sistema delle infrastrutture per la mobilità e sistema degli spazi aperti. La Strada Statale 24, che scorre al limite dell'abitato e lo separa dalle strutture sciistiche poste al piede del versante montano, costituisce al contempo un potente dispositivo percettivo delle qualità sceniche e visuali del sistema dei versanti montani, e un fattore critico di frammentazione paesaggistica e funzionale del margine urbano sud-orientale. Il tema della configurazione del paesaggio attraversato dalla strada statale è apparso pertanto come una preziosa opportunità ai fini del miglioramento della qualità paesaggistica reale e percepita. Il margine urbano è stato riletto come interfaccia strategico tra centro abitato e sistema degli impianti sciistici, ma anche come gra-

3) Autori: Luca Dorbolò, Gianna Fedeli, Anna Lambertini, Lorenzo Nofroni.



Estratto da Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2). Parco Agro-Fluviale di Darfo Boario Terme: Obiettivi di qualità paesaggistica.

diente d’innesto paesaggistico tra paesaggi ordinari e paesaggi di eccezionale valore.

La seconda esplorazione progettuale affronta il tema dell’integrazione paesaggistica dei comparti industriali, assumendo come ambito di studio e verifica di possibili scenari alternativi l’insediamento produttivo di Malonno<sup>4</sup>.

In Valle Camonica, dove molti territori urbani del fondovalle sono segnati dalla presenza di disordinati e impattanti comparti produttivi e industriali di recente realizzazione, il tema della rigenerazione e della riparazione di questo tipo di territori degradati rappresenta una sfida importante e un obiettivo prioritario di qualità paesaggistica.

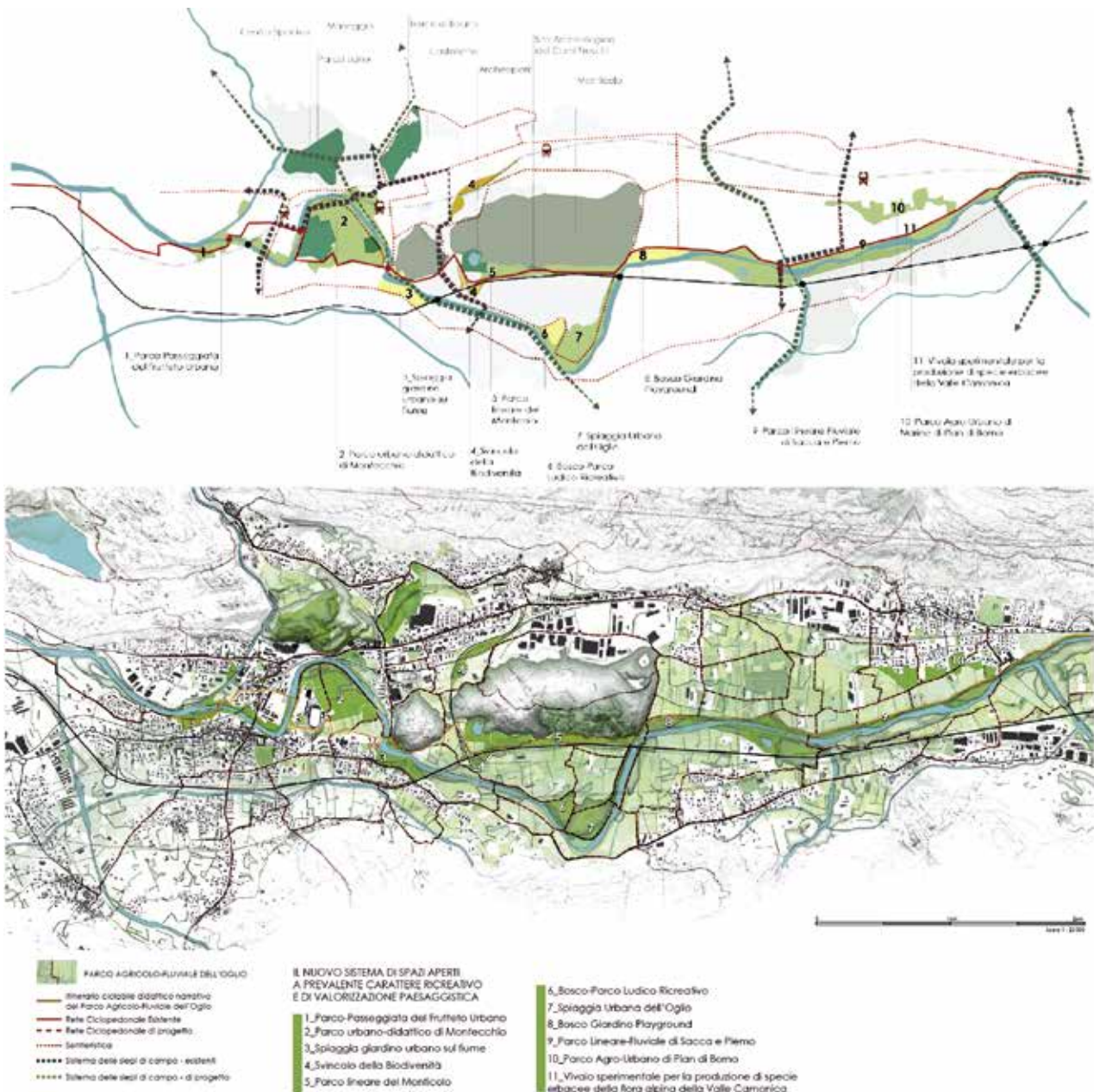
Il comparto produttivo di Malonno si inserisce al margine nord del territorio comunale di fondovalle, in una fascia lungo la SS 42, non lontano dal corso del Fiume

Oglio e al limite dei confini del Parco Regionale dell’Adamello. Gli scenari di trasformazione esplorati intendono mostrare gli effetti di azioni d’intervento basate sull’applicazione di essenziali strategie di base:

- messa a dimora di strutture e trame di vegetazione che possano riorganizzare bordi e sequenze spaziali e al contempo ricomporre un sistema di connessioni biologiche;
- introduzione di schermi e filtri visuali mediante la messa a dimora di filari e macchie arboreo-arbustive;
- riduzione dell’impatto dei volumi edificati mediante inserimento di involucri edilizi e uso del colore, realizzazione di tetti verdi;
- riuso delle strutture esistenti come contenitori di nuove funzioni di interesse pubblico e collettivo;
- riorganizzazione del sistema delle connessioni e degli spazi aperti delle infrastrutture per la mobilità.

La terza esplorazione progettuale indaga il sistema degli spazi aperti e dei paesaggi di fondovalle nel ter-

4) Stella Fabbri e Anna Lambertini.



Estratto da Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze Temi ed esplorazioni progettuali (vol. 2). Parco Agro-Fluviale di Darfo Boario Terme: Masterplan per un nuovo Parco Agro-Fluviale Dell'Oglio.

ritorio comunale di Darfo Boario Terme, per elaborare un'ipotesi di Parco agro-fluviale dell'Oglio<sup>5</sup>. Il sistema insediativo a carattere policentrico che connota questo paesaggio urbano e periurbano presenta un'ar-

ticolazione piuttosto diversificata, con prevalenza di tessuti lineari sviluppati in modo continuativo lungo gli assi infrastrutturali. Grazie alla presenza di estese superfici agricole, di consistenti aree naturali lungo il corridoio fluviale dell'Oglio e di ampie porzioni di suolo libero, la porzione di territorio di fondovalle compresa tra Montecchio e Pian di Borno, a ridosso del Monticcolo e lungo il corso del fiume, offre molte potenzialità in termini di riqualificazione paesaggistica e di speri-

5) Autori: Stella Fabbri, Giovanni Grapeggia, Anna Lambertini.

mentazione di innovativi strumenti di piano-progetto e gestione dei paesaggi locali. Articolato in diversi ambiti tematici integrati (differenziati per gradienti di naturalità, funzioni, usi, e destinati ad essere sottoposti a varie forme di gestione), il nuovo Parco agro-fluviale dell'Oglio consentirebbe di ricomporre in un sistema unico e interconnesso l'attuale insieme di aree libere, e garantirebbe la conservazione attiva dei varchi ecologici trasversali rimasti.

La realizzazione del Parco agro-fluviale permetterebbe dunque di precisare una sequenza coerente di obiettivi di qualità paesaggistica e di azioni, da tradurre in progetti/interventi (sia di sistema che puntuali) attuabili con differenti tempistiche, livelli di trasformazione e risorse economiche, ma tutte riconducibili a una strategia unitaria. La combinazione tra zone agricole produttive, aree naturali, spazi attrezzati con funzione ricreativa verrebbe a costituire così un articolato paesaggio multifunzionale.

Attraverso la definizione del parco agro-fluviale, inoltre, potrebbe essere sperimentata l'applicazione di un Contratto di fiume o di un Contratto di Paesaggio locale. Come è noto il Contratto di fiume costituisce un accordo volontario che può essere siglato tra enti pubblici, privati e associazioni, per attuare interventi contro il degrado ecologico e paesaggistico degli ambiti fluviali, promuovere misure di riqualificazione territoriale e ambientale, orientare azioni condivise di cura dei luoghi. Si tratta in sostanza di una forma di programmazione negoziata e partecipata, in grado di conciliare i diversi interessi di vari soggetti: con un Contratto di fiume attori pubblici e privati s'impegnano a rispettare obiettivi comuni, per reinterpretare, secondo una visione a lungo termine e condivisa, gli usi e le funzioni multiple dei corsi d'acqua, dei loro ambiti e delle risorse idriche del bacino.

Riletto e configurato come paesaggio agricolo produttivo e ricreativo, con valenza didattica e turistica come spazio di connessione e riorganizzazione delle relazioni spaziali ed ecologiche tra i differenti nuclei urbani come serbatoio di naturalità, il Parco agro-fluviale dell'Oglio verrebbe ad assumere un importante ruolo come bene comune, disponibile alla fruizione quotidiana da parte di abitanti, residenti, turisti.

In tal senso, lo strumento del Contratto di fiume potrebbe essere reinterpretato secondo un'accezione sperimentale più ampia, e innovativa, come Contratto di Paesaggio locale, con l'obiettivo di costruire uno strumento di concertazione "tra coloro che abitano un territorio e coloro che lo governano/amministrano, tra quanti intendono tutelare le risorse naturali, gli agricoltori, coloro che vogliono costruire (i proprietari

fondari) e i poteri pubblici che controllano gli strumenti urbanistici"<sup>6</sup>.

### **Il progetto di paesaggio come dispositivo aperto**

Le sperimentazioni progettuali sopra citate permettono di fare emergere alcune considerazioni.

L'insieme delle soluzioni elaborate, se considerate come esempio di un'attitudine progettuale che adotta la multiscalarità e l'approccio sistemico come criteri di orientamento per compiere scelte e valutare, luogo per luogo, conflittualità territoriali sempre diverse, può essere utile per affrontare una più ampia gamma di situazioni rintracciabili all'interno della Valle. Le elaborazioni progettuali presentate, tuttavia, non sono state sviluppate in funzione della costruzione di un abaco di modelli replicabili, bensì vanno considerate come esperimenti dai quali trarre indicazioni di metodo, utili nei processi di pianificazione e di politica amministrativa locale.

Il progetto di paesaggio può costituire pertanto uno strumento guida per affrontare problemi che nascono in un contesto più ampio di sviluppo di quegli stessi fenomeni socio-economico-ambientali che caratterizzano localmente le aree di intervento. Il progetto si propone di identificare delle configurazioni, a diverse scale e con diverse funzioni che, nella loro eterogeneità, sono orientate ad innescare processi virtuosi di ridefinizione dei rapporti tra la comunità che vive il territorio, realtà economiche e il contesto ambientale di riferimento.

Una seconda riflessione è legata alla capacità del progetto di paesaggio di portare sullo stesso sistema di valori e opportunità, elementi configurativi del piano fisico-oggettivo dei contesti territoriali e funzioni e processi derivanti dal piano simbolico-culturale dei luoghi, entro cui tenta di favorire nuove forme di relazione. Nelle tre esplorazioni progettuali è possibile notare una stretta correlazione tra interventi di conservazione attiva, di qualificazione e di riconfigurazione, derivante dal tentativo di valorizzare attraverso le soluzioni progettuali, sia elementi fisici del contesto - il tracciato di una strada, la posizione e il rapporto volumetrico tra edifici e spazi aperti, la relazione tra spazi rurali, ambiti fluviali e aree urbanizzate - sia elementi simbolico-culturali - il riferimento percettivo dei

6) DONADIEU, P., Scienze del Paesaggio. Tra teorie e pratiche, Edizioni ETS, Pisa 2014.

versanti montani, la consapevolezza e la conoscenza dell'ambiente naturale entro cui si svolgono funzioni lavorative di un insediamento produttivo, la costruzione di un nuovo rapporto tra la cittadinanza e il proprio contesto di vita quotidiano.

La terza riflessione è legata all'idea che il progetto di paesaggio può coinvolgere l'intera comunità utilizzando strumenti e processi di condivisione e di partecipazione, sia nella fase di formulazione delle soluzioni progettuali sia nella fase di realizzazione e gestione di nuovi assetti di luoghi e territori.

In questo senso, le tre esplorazioni progettuali invitano a considerare l'opportunità che i progetti di paesaggio nascano con un *frame* aperto alle modifiche e agli adattamenti che possono scaturire dal confronto con i soggetti attuatori.

Il presente contributo si richiama agli esiti della ricerca condotta dal *Laboratorio di Landscape Design* del Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, dal titolo "Trasformazioni e Permanenze dei Paesaggi Camuni. Letture diagnostiche e interpretazioni progettuali". La ricerca è stata elaborata nell'ambito della Convenzione stipulata nel maggio 2017 tra la Comunità Montana della Valle Camonica/Parco Adamello e il Landscape Design Lab, in seguito alla selezione di candidatura inviata a manifestazione di interesse per espletamento di attività di ricerca. Il progetto si inserisce nel più ampio programma "Ciclabilità, mobilità sostenibile e riordino paesaggistico: verso un territorio ad elevata sostenibilità socioeconomica e di qualità ambientale nella Valle dei Segni", finanziato nell'ambito del Bando Fondazione Cariplo "Interventi emblematici 2014". La ricerca ha avuto per oggetto lo studio, condotto a diverse scale di lettura, dei paesaggi camuni, finalizzato all'individuazione di criteri operativi per la riqualificazione delle aree degradate e/o critiche nella fascia di fondovalle; la corretta integrazione paesaggistica di nuove opere e manufatti; la conservazione attiva di risorse naturali e culturali.

Il gruppo di ricerca interdisciplinare è stato composto da: Anna Lambertini, Dipartimento di Architettura, Università di Firenze (responsabile scientifica del progetto e coordinamento dell'unità di ricerca); Giovanni Grapeggia, dottore in scienze forestali, esperto SIT (collaboratore esperto esterno Dipartimento di Architettura UniFi); Stella Fabbri, architetto, Gianna Fedeli, paesaggista, Lorenzo Nofroni, architetto e paesaggista, Phd in Progettazione ambientale (borsisti Dipartimento di Architettura UniFi); Luca Dorbolò, architetto paesaggista (collaboratore esperto esterno Comunità Montana Valle Camonica/Ente Parco dell'Adamello)

Referenti Comunità Montana di Valle Camonica/Parco Adamello: Dario Furlanetto, direttore del Parco dell'Adamello e Guido Calvi, dottore agronomo.





## Capitolo XIV

# Oglio e pubblica fruizione: il fiume ritrovato

di Attilio Cristini, Gianpietro Bolis e Marta Panisi

### 14.1 - I Servizi Ecosistemici Culturali e il Fiume Oglio

Cos'è e cosa potrebbe essere oggi il Fiume Oglio per la comunità camuna? Quali funzioni, al di là di quelle idrauliche ed ecosistemiche riveste il fiume nella società camuna e ancor più quali in futuro potrà ancora assolvere?

Rispondere a queste domande e immaginare il futuro del Fiume Oglio, significa per molti versi immaginare il futuro dell'intero fondovalle camuno, vale a dire il cuore pulsante produttivo e sociale della Valle, il perno dal quale si irradiano le attività economiche, sociali, culturali e sportive del nostro territorio.

Tre sono le grandi funzioni che il fiume può assolvere su questo fronte e che il progetto di complessiva riqualificazione ambientale, paesaggistica ed ecologica ha enfatizzato: identità e paesaggio, didattica e ricerca, sport e ricreazione.

Si tratta essenzialmente di quei "Servizi Ecosistemici" definiti dal Millenium Ecosystem Assessment (1) nel blocco dei "Valori Culturali".

Questi Servizi Ecosistemici contribuiscono al man-

tenimento della qualità della vita umana attraverso molteplici aspetti che potremmo definire di valore estetico, contemplativo, spirituale, culturale, sportivo ed educativo.

Sono tutti benefici immateriali che arricchiscono le comunità che ne usufruiscono di opportunità di crescita spirituale e culturale, di sviluppo cognitivo, di esperienze ricreative e sportive e in tutto ciò, concorrono anche a creare momenti di crescita e coesione sociale, come pure occasioni di sviluppo economico sostenibile delle risorse utilizzate con conseguente produzione di reddito e incremento dei posti di lavoro.

Anche questi sono stati gli obiettivi sui quali il progetto di rigenerazione del Fiume Oglio ha puntato, non solo quindi un intervento diretto alla riqualificazione ecologica, idraulica e paesaggistica, ma anche un grande progetto di riappropriazione del fiume e delle terre contermini per finalità culturali, didattiche e sportive.

E tutto ciò con la convinzione che accanto a queste attività, se ben condotte, si possano generare anche occasioni di lavoro legato alla ricreazione, allo sport, al godimento dei valori naturalistici e paesaggistici e quindi al turismo.

## 14.2 - Identità e paesaggio

Una Valle e il suo fiume vivono sempre un rapporto simbiotico strettissimo, si modellano a vicenda, interagiscono, costruiscono l'identità di un territorio con alcune costanti di fondo ma con continue evoluzioni, spesso lentissime, a volte con eventi improvvisi e "traumatici".

E così convivono la Valle Camonica e il Fiume Oglio. Il fiume nasce a Ponte di Legno dalla confluenza del Narcanello e del Frigidolfo a 1000 m di quota, ai piedi del ghiacciaio dell'Adamello, percorre circa 70 km fino al Lago d'Iseo a quota 150 m s.l.m.

In questi pochi dati si condensa l'affascinante specificità della Valle.

Il clima glaciale dell'Adamello e il clima mediterraneo del Lago d'Iseo, a soli 48 km di distanza, creano un'inusuale varietà climatica e una grandissima biodiversità botanica.

La diversità di substrati geologici, i differenti orientamenti delle valli laterali confluenti, completano il quadro di una valle che ha nella molteplicità e nella successione dei paesaggi la sua vera ricchezza.

E il fiume è l'elemento di continuità funzionale e formale di questo esteso scenario territoriale.

Il fiume, nel fondovalle che in alcuni tratti è caratterizzato da una serrata urbanizzazione, si sta ponendo in questi anni di sviluppo edilizio caotico come elemento di connessione che si oppone alla frantumazione del paesaggio camuno.

La relativa omogeneità del sistema fluviale si rapporta quindi con la varietà naturalistica della Valle generando, in questo confronto, riconoscibilità, identità e grande qualità dei luoghi.

Il fiume diventa, in modo quasi impreveduto, protagonista di una nuova sensibilità percettiva, non più elemento "altro" dal territorio in cui vivere, una sorta di limbo da utilizzarsi impunemente come deposito di materiali vari, di rifiuti, collettore fognario, cava cui attingere in modo indiscriminato.

L'inversione di tendenza si è manifestata in modo molto positivo dagli anni Novanta con la realizzazione dei primi tratti di pista ciclabile a lato del fiume; immediata e numericamente significativa è stata la presenza di fruitori, che hanno reso evidenti le potenzialità delle aree fluviali.

Il diffuso utilizzo da parte di escursionisti, atleti, ciclisti, pescatori, è oggi la garanzia di un controllo esteso ed efficace di questa fondamentale componente dell'ambiente valligiano.

Il fiume è oggi visto come elemento che dà grande valore e pregio alle aree di fondovalle, un corridoio eco-

logico configurato come uno straordinario parco che percorre tutta la valle in una mutevolezza di prospettive e di scenari, ora con caratteri di forte naturalità, ora con le connotazioni di un parco urbano quando scorre al centro del vasto agglomerato di Darfo Boario Terme. Da queste consapevolezze ha preso avvio negli ultimi anni una nuova attenzione al fiume nel suo complesso, che ha dato vita ad azioni innovative di coordinamento nella direzione di uno sviluppo eco-sostenibile.

Un inedito e sistematico intervento messo in atto dalla Comunità Montana di Valle Camonica ha posto particolare attenzione agli aspetti vegetazionali di gran parte dell'asta del fiume con mirate selezioni ed integrazioni; ha fortemente connotato e qualificato l'intero paesaggio costruendo relazioni con i territori attraversati, facendo proprie le qualità ambientali dei terreni agricoli e spesso realizzando quinte in grado di attenuare, se non eliminare, lacerazioni percettive significative (il retro di zone industriali e residenziali).

La pista ciclabile, principale infrastruttura per la fruizione del sistema fluviale, ha ormai una sostanziale continuità con ampi tratti dedicati in modo esclusivo alla bicicletta e ai pedoni e sono numerose le connessioni tra sponda e sponda. I ponti realizzati o sostituiti di recente sono molti: a Breno, Cividate, tra Piancogno e la Sacca, due a Darfo Boario Terme, a Rogno.

Sono frequenti e in costante evoluzione gli interventi che fioriscono in prossimità del fiume e della ciclabile; alcuni recentissimi e per certi aspetti emblematici. L'area attrezzata realizzata di recente in corrispondenza dell'ansa del fiume, in prossimità del Monticolo, inserita in un suggestivo impianto arboreo preesistente, è molto frequentata e spesso non è sufficiente a soddisfare le numerose presenze, tanto che è apparso subito opportuno programmare nuove aree.

Nel tratto tra Piamborno, Angone e Montecchio, percorsi alternativi per i cavalli e un sentiero fluviale ad anello, che coinvolge le due sponde e si sviluppa in un contatto diretto con il fiume, danno la misura delle potenzialità e qualità di questi scenari ambientali.

Anche in ambito urbano è evidente l'evoluzione degli interventi pubblici tesi a valorizzare la vicinanza al fiume attraverso affacci e accessi diretti agli argini.

A Darfo, la Piazza del Mercato, che non aveva alcuna relazione con il fiume, ha nel nuovo belvedere con i due accessi all'argine un elemento caratterizzante e qualificante della sistemazione.

Questo rapporto sarà ulteriormente rafforzato con la prossima realizzazione del percorso pedonale-ciclabile sul primo argine, intervento che razionalizza e mette in sicurezza un utilizzo già in atto da parte di molte persone attratte dalla bellezza del lungofiume.

A Montecchio, la chiusura al traffico dell'antico ponte ha riqualificato in modo sensibile l'ansa del fiume rendendo possibile un tranquillo affaccio dalla strada e dalla passeggiata pedonale; ora anche il greto è facilmente fruibile grazie ai due accessi sul lato destro e ad una nuova scala sul lato sinistro.

Preziosa è stata in questi anni l'azione di un gruppo di volontari, che con lungimiranza ha colto le potenzialità di quello che risulta essere insieme spazio urbano e spazio naturale, intervenendo con sistematiche manutenzioni e pulizia delle rive. L'assidua presenza di pescatori, l'intenso utilizzo a spiaggia del greto, manifestazioni di canoa e rafting, la fruizione della passeggiata pedonale, il passaggio dei ciclisti, rendono particolarmente vivo questo luogo; inoltre il ponte seicentesco ad arco in pietra, la Chiesa Parrocchiale e la chiesetta dell'Oratorio dei Morti con affreschi quattrocenteschi, creano una rara e felice sintesi di natura e arte; l'ansa, ora, è vissuta come la vera piazza del paese.

Tutto il corridoio fluviale è interessato quindi da una nuova attenzione, che si richiama per certi versi al recupero di attività e fruizioni che erano in uso in tempi non lontani (1), oltre a nuove funzioni maturate nella sensibilità contemporanea.

È la pianificazione urbanistica lo strumento che deve porre al centro le relazioni tra i diversi sistemi funzionali descritti dagli azzonamenti, recuperando finalmente anche una lettura degli aspetti formali-paesistici per costruire nuove qualità dei territori.

E non mancano grandi opportunità in questa direzione. Una recente ricerca, nata dalla collaborazione tra la Comunità Montana della Valle Camonica e il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze, ha approfondito in modo organico i paesaggi della Valle Camonica evidenziandone gli aspetti storici e di permanenza e gli aspetti di trasformazione, finalizzando l'analisi ad una serie di proposte progettuali.

Un approccio innovativo propone infatti una lettura complessiva della Valle che supera i confini amministrativi e pone attenzione alla qualità paesaggistica come parametro irrinunciabile nella valutazione dello stato di salute e dell'attrattiva di un territorio, dove sia bello andare e bello vivere.

È interessante notare come il gruppo di ricerca abbia scelto di assumere come principali elementi di riferimento il corridoio stradale della Statale 42, il tracciato della pista ciclabile e il corso fluviale dell'Oglio.

Il titolo *"Sistemi di spazi aperti e paesaggi di fondo valle-Ipotesi per un parco agro-fluviale del Fiume Oglio a Darfo Boario Terme"* (2) contrassegna una delle otto aree progetto individuate nella ricerca e riguarda la pianura ancora libera dall'edificato a Darfo Boario Terme,

a nord del Monticolo e aperta verso Piancogno.

Si tratta di una vasta area a prevalente utilizzo agricolo dove sono presenti numerose sorgenti da cui si diparte una fitta rete di corsi d'acqua: i fossati, chiamati anche Oglioli, che si riuniscono e confluiscono al fiume. L'economia di questo territorio e il carattere del suo paesaggio erano in passato un'espressione di felice equilibrio tra le necessità dell'uomo e la difesa di un ambiente e di una natura ricca di connessioni, dove versante montano, pianura e fiume erano tra loro in stretta relazione. In questa vasta area, nella forma di un grande parco agro-fluviale, questo felice equilibrio è ancora possibile e perseguibile.

Costituirebbe uno straordinario esempio di metodo e, per la sua centralità, un decisivo contributo alla qualità ambientale della Bassa Valle Camonica.

Sono molti gli attori che devono, in un reciproco ascolto e nel coordinamento delle azioni, trovare le risposte alle sfide che un territorio così ricco di risorse e opportunità pone alla sua gente. Quanto già realizzato, nella sua esemplarità, indica la giusta direzione da seguire.

### 14.3 - Didattica e ricerca: il fiume, un laboratorio all'aria aperta

153

*"Le scienze della Terra, la chimica, la biologia (...) si basano tutte sulla stessa strategia dell'indagine scientifica che fa riferimento anche alla dimensione di "osservazione e sperimentazione". L'acquisizione di questo metodo, secondo le particolari declinazioni che esso ha nei vari ambiti, unitamente al possesso dei contenuti disciplinari fondamentali, costituisce l'aspetto formativo e orientativo dell'apprendimento e dell'insegnamento delle scienze".*

Da "linee generali e competenze" in *"Revisione dell'assetto ordinamentale, organizzativo e didattico dei Licei"* ai sensi dell'articolo 64, comma 4, D.L. 25 giugno 2008, n. 112.

Ogni insegnante sa (o dovrebbe sapere) quanto sia prezioso il sorriso di gioia dello studente nel momento della comprensione di un concetto. Uno sguardo luminoso, acceso dal vero interesse, che si raggiunge con fatica ma con grande soddisfazione, proprio come il momento in cui arriviamo in vetta ad una montagna e all'improvviso il mondo sembra tutto ai nostri piedi.

Proprio come quando, alla fine del sentiero, scostato l'ultimo ramo, appare il fiume in tutta la sua magnificenza. Acqua da toccare, mille sfumature di verde e di azzurro, una miriade di suoni da identificare e le creature del fiume che occhieggiano da vicino e da lontano. Questo è il fiume!

Un giardino delle meraviglie, luogo di preziosa e facile fruibilità, prima ancora che luogo didattico, ma proprio per questo capace di rendere le tematiche di ordine ecologico familiari e integrate nel vissuto degli studenti. Al fiume si va sin da piccoli per giocare, ma anche per seguire laboratori di tipo sensoriale, naturalistico, artistico: si vedano, ad esempio, le esperienze dell'associazione naturalistica "L'Ontano Verde", i laboratori naturalistici e di pittura delle scuole dell'infanzia e primaria di Capo di Ponte, Cividate Camuno, Darfo Boario Terme, Pisogne...

Al fiume si torna ripetutamente nel percorso scolastico, ad esempio durante le giornate dell'ecologia (Bioblitz) promosse in occasione della celebrazione della giornata mondiale dell'Ambiente, che cade ogni anno il 5 di giugno e che in Valle Camonica si sono tenute, nel 2018 - con i professori di scienze che hanno aderito al progetto - nei giorni 19 e 20 maggio sul Fiume Oglio a Rogno, a Edolo e a Malonno. Oppure con le giornate di "Puliamo il mondo" promosse dalle associazioni di pescatori e dalle associazioni naturalistiche e culturali di molti paesi della Valle.

Ed infine, come non citare l'esperienza di un campo estivo al Campo Tres di Valpaghera di Ceto? Qui i bambini e i ragazzi possono apprezzare appieno il valore inestimabile del contatto con la natura e con il fiume (un importante affluente di sinistra dell'Oglio, il Palobia, che traccia il fondovalle della Val Paghera fino a sfociare in territorio del Comune di Braone).

Proprio nel Comune di Braone (e successivamente anche in territorio del Comune di Malonno) sono stati realizzati due laghetti per l'allevamento dei gamberi (se ne parla in altro capitolo di questo testo), sicuramente per il ripopolamento della specie ma anche per la sensibilizzazione degli studenti e della popolazione alla necessità di mantenimento del delicato equilibrio ecologico del fiume, di cui il gambero è fragile abitante. Moltissimi interventi come questi hanno importanti ricadute didattiche, sempre supportate dalla creazione di spazi di lavoro (aule didattiche all'aperto) e di sosta attrezzata lungo il fiume, e accompagnate dalla posa in opera di bacheche informative.

Infine, la casa del Parco di Vezza d'Oglio con le sue strutture ricettive (laboratori, museo, biblioteca) ne è ulteriore esempio, come pure lo sono il rifugio Tonolini e la casa del Parco di Cevo, oggetto di due diversi

interventi di fitodepurazione, progetti che insieme al Progetto Life Trelaghi - 02ENV/IT/000079 (3) sono soggetto ricorrente nei corsi di *bioremediation* dell'Università degli Studi di Milano, come a dire che non ci sono confini al sapere e alla conoscenza e che, come in un *think - tank*, conoscenza e didattica della natura si intrecciano e riverberano una nell'altra.

### 14.3.1 - Fare didattica sul fiume

*"[...] l'approccio metodologico da adottare in contesti naturali dovrebbe essere di tipo «generativo», nel senso che non dovrebbe limitarsi a far comprendere i contenuti, ma dovrebbe mirare a far trarre dall'ambiente di lavoro quelle caratteristiche generali che sono applicabili all'attività di tipo pratico e che possono quindi servire da base per la produzione di ipotesi sperimentali dello stesso ambito o di ambiti diversi (competenza) e successivamente per la codificazione diretta da parte degli studenti stessi".*

Prof. M. Gotti, Didattica dei linguaggi specialistici - Quaderni LEND, 1992.

Ma quali strategie utilizzare in ambito didattico quando si lavora sul campo? Quali contenuti veicolare? Sembra riduttivo pensare di trasmettere esclusivamente contenuti di stampo scientifico, quando una varietà di discipline si occupano del fiume, dalla letteratura alla filosofia, dalle materie pittoriche alla storia dell'arte, passando per la fisica e l'ingegneria.

L'approccio vincente è pertanto quello di tipo multi-disciplinare che mira a coinvolgere il maggior numero di insegnanti possibile, sia attraverso una specifica modulazione delle lezioni curricolari, sia mediante attività extracurricolari. Spesso è l'acqua l'elemento centrale su cui si concentra l'attività didattica, acqua vista in un ambito che ingloba lo studio chimico e chimico-biologico del suo valore, che valuti i possibili eventi di dissesto/equilibrio idrogeologico; l'acqua definita come risorsa per la produzione di energia e per il mantenimento delle attività agricole, l'acqua da tutelare dall'inquinamento per la salubrità di persone e ecosistemi.

Queste sono solo alcune tracce del possibile lavoro didattico sul tema acqua: in particolare il concetto di qualità dell'acqua da sviluppare e approfondire, prima sul campo e successivamente in laboratorio, imparando quali parametri analizzare per rilevare le modificazioni chimico-fisiche che la stessa subisce da parte dell'am-

biente naturale e antropico che la influenza. In quest'ottica sul Fiume Oglio negli ultimi anni si sono sviluppati molti progetti, l'ultimo dei quali in ordine temporale è *Written On Water: new models of work-based learning for promoting European scientific careers* (in acronimo WOW) (5) preceduto in ordine temporale da un altro progetto didattico: *Acquamorfosi d'ambiente*. Ci piace richiamare i termini di lavoro di tali progetti perché emblematici di quanto stiamo affermando e perché in qualche modo scaturiti dall'intreccio tra il progetto di riqualificazione complessiva del Fiume Oglio e dall'apporto didattico allo stesso. Nell'ambito del progetto "*Written On Water*", dal 19 al 24 marzo 2018 trenta studenti croati e polacchi hanno partecipato - insieme a una ventina di alunni del Liceo Calini di Brescia - ad un intenso programma di lavoro e ricerca in collaborazione con diversi partner europei tra i quali la Comunità Montana di Valle Camonica - Par-

co dell'Adamello. Gli studenti hanno effettuato analisi e studiato le caratteristiche del Fiume Oglio affiancati da esperti. In Valle Camonica agli studenti bresciani si sono aggregate alcune classi dell'I.I.S. Meneghini di Edolo, dell'I.I.S. Tassara-Ghislandi di Breno e dell'I.I.S. Olivelli-Putelli di Darfo. Il progetto, finanziato dal programma Erasmus+ dell'Unione Europea, cerca di indagare come vengano applicate le indicazioni della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE in Nazioni e contesti ambientali diversi per caratteri biologici, latitudine, grado di antropizzazione e caratteristiche economiche e produttive. Fino al 2020 ciascuno dei tre Paesi coinvolti nel progetto (Italia, Croazia e Polonia) organizzerà due di questi meeting per gli studenti (complessivamente circa 200 per volta) che avranno altresì la possibilità di conoscere la cultura e la vita quotidiana dei rispettivi Paesi ospitanti, utilizzando l'inglese come lingua veicolare.



Aula didattica all'aperto sul Fiume Oglio a Calameto di Breno.

Le politiche europee hanno evidenziato che il *Work-based learning* (in acronimo WBL) (6), meglio trattato nel capitolo successivo, rappresenta una strategia fondamentale che può svolgere un ruolo cruciale nella riduzione della disoccupazione giovanile e nel facilitare la transizione dei giovani dalla scuola all'occupazione. In questo contesto, l'obiettivo principale del progetto "*Written on Water*" (WoW) è quello di sviluppare un modello transnazionale innovativo di apprendimento basato sul lavoro finalizzato alla promozione delle carriere scientifiche europee.

Altra priorità che si è data il progetto è quella di riuscire a favorire lo sviluppo della coscienza ambientale tra i giovani, promuovendo partecipazione attiva per la salvaguardia del pianeta, nonché l'accesso alle carriere in ambito scientifico. La collaborazione tra diverse scuole e varie realtà europee garantiranno confronto e contaminazione reciproca: processi utili ad arricchire il background culturale e professionale di ognuno. Nel corso del progetto, gli studenti avranno modo di capire che il valore e la funzione intrinseca del fiume sono "*Written on Water*" ("scritti sull'acqua") e ne acquisiranno il significato attraverso l'esperienza diretta sul campo.

### 14.3.2 - Il "Work-based learning" – una strategia mondiale per la didattica ambientale

La riflessione sul mercato del lavoro, a chi lavora in campo educativo, sembra talvolta riduttiva: vengono presentate, di quando in quando, strategie tese a "favorire l'ingresso degli studenti nel mondo del lavoro una volta completato il percorso di studi ...". Quest'asserzione contiene almeno due errori di fondo.

Il primo: nessun percorso di studi ha una fine, e tutti impariamo e ci formiamo continuamente per l'intera durata della nostra vita.

E il secondo: pensano forse, docenti e formatori, di conoscere esattamente quali saranno le competenze specifiche richieste dal mondo del lavoro nel prossimo decennio? Appare chiaro che sviluppare in maniera forte le competenze chiave di "cittadinanza" sia l'unica via per sostenere la crescita e la formazione dei cittadini di domani.

In questa ottica appare emblematico l'apporto didattico del *work-based learning* (*learning by doing*, nella teoria del filosofo e pedagogo americano John Dewey) il progetto denominato *Acquamorfosi d'ambiente: il mirabile viaggio dell'acqua da monte a valle* - progetto biennale d'arricchimento dell'offerta formativa con attività in orario extrascolastico sostenuto da un cofinanziamento della Fondazione Cariplo e realizzato negli anni 2015 -2017 lungo il Fiume Oglio.

Il progetto ha focalizzato la propria attenzione sulla risorsa "acqua" e ne ha studiato alcuni caratteri seguendo il tragitto che essa percorre all'interno del territorio, partendo dalle zone alpine dei ghiacciai e scendendo verso valle fino alle zone pianiziali. In particolare, l'attenzione è stata posta da un lato sulle modificazioni che l'acqua subisce lungo il suo tragitto da monte a valle (inquinamento) e sul suo ruolo geomorfologico e ambientale in genere, mentre dall'altro si sono analizzati gli usi della risorsa acqua (produzione di energia, utilizzo in ambito industriale e agricolo, fruizione antropica).

Le attività esercitate sul campo, dall'ideazione dell'esperimento alla discussione dei risultati ottenuti, hanno aiutato gli studenti a porre domande, a raccogliere dati e a interpretarli, a porsi in modo critico di fronte ai problemi, acquisendo man mano gli atteggiamenti e la mentalità tipici dell'indagine scientifica. Tale metodo, contestualmente, ha aiutato i docenti a trovare la modalità migliore per il passaggio delle conoscenze, delle abilità e delle competenze oggetto dell'intervento didattico.

In quest'ambito uno dei risultati ottenuti sono state le numerose bacheche (sei diverse per forma e contenuti) realizzate dagli studenti e collocate dal Parco Adamello lungo i percorsi di carattere didattico realizzati lungo il Fiume Oglio, da Ponte di Legno a Costa Volpino.

Lo sforzo comune a tutti gli Autori ha riguardato il linguaggio utilizzato, che è stato volutamente non specialistico sia nella trattazione delle parti più propriamente scientifiche che nelle parti didattiche, con l'intento di estendere la fruibilità del testo a lettori con background culturale e competenze diverse (insegnanti di ogni livello scolastico e diversa formazione scientifica o pedagogica, formatori di insegnanti, scienziati, ma anche e soprattutto cittadini, turisti, appassionati) con l'intento di fornire una visione complessiva con punti nodali dai quali partire anche per le opportune espansioni ed esplorazioni.

Tutto ciò si è confermato essere un prezioso e pratico esempio di "*learning by doing*" ovvero di, secondo una massima antica quanto il mondo ma spesso dimenticata dalla scuola, "Imparare facendo".

### 14.3.4 - Il fiume laboratorio

*E allora quali le tappe proposte? Quali i sentieri tracciati? Quali i punti panoramici? E soprattutto, quali gli attrezzi? Quali mappe, bussole, scarponi e racchette sono fornite per utilizzare quel che si impara dal viaggio? Esse sono articolate in una dipanazione progressiva, espressa con la meraviglia del racconto dell'alzare pietra su pietra per scoprire i misteri, organizzate pro-*



Per approfondire: *“Una bussola potente capace di dirigere selezioni nella molteplicità dei contenuti curricolari. La visione del mondo naturale muta, si creano inattese connessioni, si rinforzano, si saldano e si rappresentano le maglie decodificanti attraverso le quali viene osservato il mondo, si creano attrezzi solidi per filtrare le informazioni, per distinguere quelle scientifiche da quelle che non lo sono, per esprimere opinioni anche su questioni scientifiche globali che inevitabilmente interferiscono con la nostra vita e con quella dell’intera società nel presente come nel futuro”.*

Anna Pascucci, Presidente ANISN (Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali)  
[www.anisn.it](http://www.anisn.it)

Il testo originale, *“Working with Big Ideas of Science Education”*, è stato scritto da Wynne Harlen insieme a scienziati ed esperti internazionali di Educazione scientifica attivi promotori di programmi innovativi per la diffusione dell’*IBSE – Inquiry Based Science Education* in molti paesi del mondo. La dimensione universale della Scienza e di alcuni aspetti nodali dell’Educazione scientifica possa permettere di contrastare la consueta polverizzazione di energie e investimenti e creare un *capitale globale condivisibile* al quale poter attingere. Operando opportune curvature contestuali, è dunque possibile anche in Italia partire da questo capitale e organizzare i pezzi dei tanti fattori che compongono il puzzle dell’insegnamento e apprendimento della Scienza, troppo spesso disconnessi e pertanto disorientanti, in un quadro di senso per scienziati, educatori, insegnanti e studenti.

## 14.4 - Sport e ricreazione: un fiume di attività

Nell’ambito dei lavori di riqualificazione ecologica e ambientale del Fiume Oglio si è dato vita a due altre azioni concomitanti: la realizzazione di un percorso pedonale in forte adiacenza alle sponde del corso d’acqua (previsto come parte integrante dei lavori stessi) e il completamento e riqualificazione della Pista Ciclabile Camuna (finanziata e sostenuta da altri progetti ma fortemente interconnessa al progetto di rigenerazione fluviale).

Per quanto concerne il sentiero fluviale, la sua realizzazione è avvenuta in parte recuperando sentieri già presenti nelle “boschine” ripariali del fiume, in parte sfruttando la viabilità esistente.

L’intento e la sfida di questa azione è stata quella di

riuscire a collegare vari piccoli segmenti di sentiero o percorsi esistenti per dare una continuità nel tracciato andando anche a toccare punti molto suggestivi e paesaggisticamente di pregio.

Altro obiettivo è stato quello di consentire ai cittadini di riappropriarsi di un territorio quasi dimenticato sia da parte della popolazione residente che dei turisti, rendendo il fiume visitabile anche nei tratti che risultavano inaccessibili o poco sicuri.

Il sentiero fluviale è stato realizzato quasi completamente su aree pubbliche, già censite catastalmente come aree demaniali, o sfruttando vie di comunicazione interne ai centri abitati adiacenti al fiume (ad esempio a Cedegolo).

Per completare alcuni collegamenti del percorso tra diversi tratti posti su terreno demaniale si è dovuto ricorrere alla disponibilità di alcune proprietà private che sempre - nonostante in alcuni casi dopo lunghe e tribolate trattative - sono state concesse, fatto tutt’altro che scontato e che denota la partecipazione dei cittadini a questo progetto.

Un altro difficile problema affrontato è stato quello dell’avvenuta occupazione da parte di privati frontisti di alcune aree demaniali poste lungo l’Oglio. L’occupazione, data spesso dalla consuetudine tramandata da generazioni nell’utilizzo di terreni agricoli - pur demaniali - fino al ciglio dell’alveo del fiume, ha dovuto essere rimossa con grande cautela, soprattutto per non aprire contenziosi.

Così è stato fatto e i risultati sono stati più che soddisfacenti: non solo non si sono aperti contenziosi ma in alcuni casi si sono definite procedure di gestione condivisa dei beni demaniali che hanno favorito la realizzazione delle opere e la loro futura manutenzione. Dal punto di vista ambientale, ad opera completata, lungo il percorso è ora possibile osservare gran parte degli ecosistemi fluviali del Fiume Oglio e dei suoi affluenti. Di sicuro pregio, inoltre, sono le vedute panoramiche possibili in molti tratti del percorso.

L’intervento ha avuto anche successo quale supporto formativo/culturale delle utenze del fiume (pescatori innanzitutto, ma non solo) per fare in modo che le stesse fungano a loro volta da stimolo alla diffusione del senso della multifunzionalità del fiume e del suo valore biologico e culturale nell’ambito dei territori attraversati. Infatti, il percorso sul filo dell’acqua consente di riscoprire angoli e scorci suggestivi in diretto contatto con la natura; un luogo ideale per tranquille passeggiate o per la pratica di sport fluviali ancora poco noti in Valle Camonica, come per esempio il canottaggio o il rafting, e un’ulteriore offerta per godere il territorio in modo sostenibile.



In canoa sul Fiume Oglio a Cedegolo.

Le opere principali che sono state necessarie per creare o connettere tra loro oltre 60 km di percorso sono:

- Alcuni chilometri di staccionate per mettere in sicurezza punti esposti sull'alveo del Fiume Oglio.
- Tratti di ringhiere in acciaio per i passaggi più stretti dove le staccionate avrebbero occupato troppo sedime del sentiero e dove per la conformazione del supporto era necessario un basamento puntiforme
- Tratti di scogliere tradizionali ed elastiche.
- Palificate semplici in castagno di sostegno della scarpata monte o per l'allargamento del tracciato del sentiero.
- Scalinate in legno o pietra anche ricavate nelle rocce affioranti scolpendo i gradini nella roccia stessa.
- Piccoli tratti di catena a formare una sorta di piccole "ferrate" per dare sicurezza ai fruitori del percorso.
- Realizzazione di cinque ponti in corten e di un attraversamento in cemento e acciaio per consentire di superare piccoli immissari laterali del fiume.
- Decespugliamento e taglio di piante invadenti il tracciato con asportazione delle ceppaie.
- Scotico del terreno vegetale con posa di materiale arido, tipo calcare rullato e consolidato, per dare un buon piano di calpestio al tracciato.

Lungo tutto il tracciato, soprattutto nelle intersezioni

più importanti, sono state posate bacheche illustrative e segnaletica idonea a supportare la fruizione da parte dei cittadini, spiegando i luoghi, il loro valore ecosistemico ed i lavori effettuati per renderli fruibili.

Un valore collaterale a quanto realizzato è stata la raccolta e lo smaltimento, per quanto possibile in modo differenziato, di decine di tonnellate di rifiuti di ogni tipo raccolti lungo le rive del fiume.

Anni di incuria ed abbandono avevano portato anche a tali risultati. In Comune di Costa Volpino sono state abbattute, con la partecipazione attiva del Comune stesso, alcune casotte abusive, recinzioni abusive che occludevano il passaggio a pescatori e cittadini sono state rimosse. Insomma, questo progetto non è stato solamente un lavoro di riqualificazione fluviale ma anche un vero e proprio restauro delle rive del fiume, abbandonate e violentate in ogni modo per decine di anni.

Altro intervento che ha affiancato i lavori di ripristino del Fiume Oglio è stato quello relativo alla realizzazione/riqualificazione della "Ciclovia dell'Oglio", itinerario che rappresenta per l'area camuna un percorso di raccordo con le piste delle Province di Trento e Bolzano (Passo Tonale) e di Sondrio (Passo Aprica) verso nord; viceversa consente di approdare sino al Lago d'Iseo e da qui raggiungere il basso corso dell'Oglio verso Cremona e Mantova, sino a raggiungere il Po.



Tratto del Sentiero Fluviale nel Comune di Ceto.



Tratto del Sentiero Fluviale nel Comune di Braone.



Tratto di realizzazione del Sentiero Fluviale nel Comune di Costa Volpino. Raccolta e smaltimento dei rifiuti.



Lavori di realizzazione di attraversamento dell'Ogliolo di San Carlo, affluente del Fiume Oglio, in Comune di Costa Volpino.



L'interno di una delle casotte abbandonate demolite lungo l'Ogliolo di San Carlo a Costa Volpino.



La passeggiata inaugurale del primo tratto del sentiero fluviale dell'Oglio (Edolo – Breno).

I principali lavori lungo la Ciclovía sono terminati nel 2017. Gli interventi attuati lungo la ciclabile hanno avuto anche l'ambizione di aumentare significativamente l'attrattiva del territorio camuno attraverso tre azioni coordinate (paesaggio fluviale, sentiero fluviale e pista ciclabile) che potessero dare alla Valle anche una visione internazionale complessivamente piacevole ed attraente.

Infatti, partendo dal progetto della pista ciclabile camuna si è potuto coinvolgere anche realtà territoriali esterne alla Valle Camonica quali le due Comunità Montane del Sebino Bresciano e dei Laghi Bergamaschi sulle due rive del Lago d'Iseo e i Parchi dell'Oglio Nord e dell'Oglio Sud, verso il Po.

A nord analoghi accordi sono stati raggiunti con le Comunità della Val di Sole e della Val di Non (Trento) e con la Comunità Comprensoriale Oltradige – Bassa Atesina (Bolzano).

Gli interventi attuati lungo la pista ciclabile hanno consentito di definire ulteriormente il rapporto con il fiume che di fatto accompagna, quasi sempre, il percorso ciclabile. Piantumazioni di argini e lungo la pista, recupero di aree degradate tra pista e fiume, posa di segnaletica, ricostruzione di elementi del paesaggio, hanno accompagnato l'intero lavoro.

Per far conoscere in Italia e all'estero la Ciclovía del Fiume Oglio è stato inventato il "Bike Tour dell'Oglio", una classica amatoriale che parte dal Tonale per giungere al Po in tre giornate ciclistiche.

Nota importante è che in tutte e cinque le edizioni del Bike Tour, oltre 20 sindaci e/o amministratori della Valle Camonica hanno accettato l'invito e, indossando la fascia tricolore, hanno percorso – chi in parte e chi

per intero – la porzione di Ciclovía nel loro Comune. L'iniziativa è nata per valorizzare l'intero percorso ciclistico, ma ha in sé anche grandi prospettive per il futuro: Bike Italia ha riconosciuto il percorso ciclistico tra le mete italiane, la Regione Lombardia lo ha riconosciuto come percorso prioritario della rete ciclabile regionale. Il prossimo passo sarà Eurovelo, per dare davvero al percorso un riconoscimento ciclabile di valenza europea.

## 14.5 - Per concludere

Attorno alle opere realizzate lungo il Fiume Oglio è stato un continuo fiorire di iniziative più o meno spontanee o organizzate. Il piacere ritrovato di stare sul fiume ha invogliato molti a frequentarlo e ad "usarlo" nel modo corretto, ovvero godendone delle bellezze naturali, della quiete e del silenzio, della natura ancora ricca e potente. Così, attività didattiche e culturali, gare di pesca, gare in bicicletta, passeggiate tra amici, maratone e corse più o meno competitive, sono nate o si sono consolidate intorno al fiume riportandolo, almeno in parte, al suo ruolo di centro vivace della Valle.

Oggi, chi percorre la pista ciclabile e il sentiero fluviale dell'Oglio, se vuole e se ha sufficiente sensibilità, può cogliere tutti gli elementi che connotano il nostro paesaggio e la nostra cultura: fiume, terre, persone si incrociano e si incontrano lungo gli oltre 60 chilometri di sentiero e gli oltre 80 di pista ciclabile rendendo ancora più preziosa la nostra Valle.



L'area di sosta realizzata dal Parco Adamello a Darfo Boario Terme lungo la pista ciclabile:  
come risanare una ex discarica di inerti.



Un esempio della segnaletica realizzata lungo il Fiume Oglio.



Il monumento a Karl Drais, inventore della bicicletta, realizzato dall'artista Edoardo Nonelli (in foto) e posato ai margini della ciclovia dell'Oglio a Stadolina di Vione.



Un tratto della ciclovia dell'Oglio in Alta Valle Camonica.

#### **BIBLIOGRAFIA**

(1) M. Martini, *Il Fiume Oglio e altri corsi d'acqua in Valcamonica*, Parco dell'Adamello 2014

(2) A. Lambertini (a cura di) e AA.VV, *Paesaggi della Valle Camonica: trasformazioni e permanenze. Temi ed esplorazioni progettuali*, vol. 2 Università degli studi Firenze DIDA, Comunità Montana di Valle Camonica, Parco dell'Adamello, Fondazione Cariplo.

Millennium Ecosystem Assessment – Valutazione degli Ecosistemi del Millennio (MEA) – progetto di ricerca delle Nazioni Unite teso a valutare i servizi resi dagli ecosistemi ed il loro valore. Pubblicato dalle Nazioni Unite nel 2005 ( [millenniumassessment.org](http://millenniumassessment.org) ).

Progetto Life Trelaghi – 02ENV/IT/000079 – [www.life.trelaghi.it](http://www.life.trelaghi.it)

( <http://www.writtenonwater.eu> )

Work-based learning (in acronimo WBL) – vedasi sito [unesdoc.unesco.org](http://unesdoc.unesco.org) – Level-setting and recognition of learning outcomes: the use of level descriptors in the twenty-first century (Keevy, James, Chakroune, Borhène – 2018)

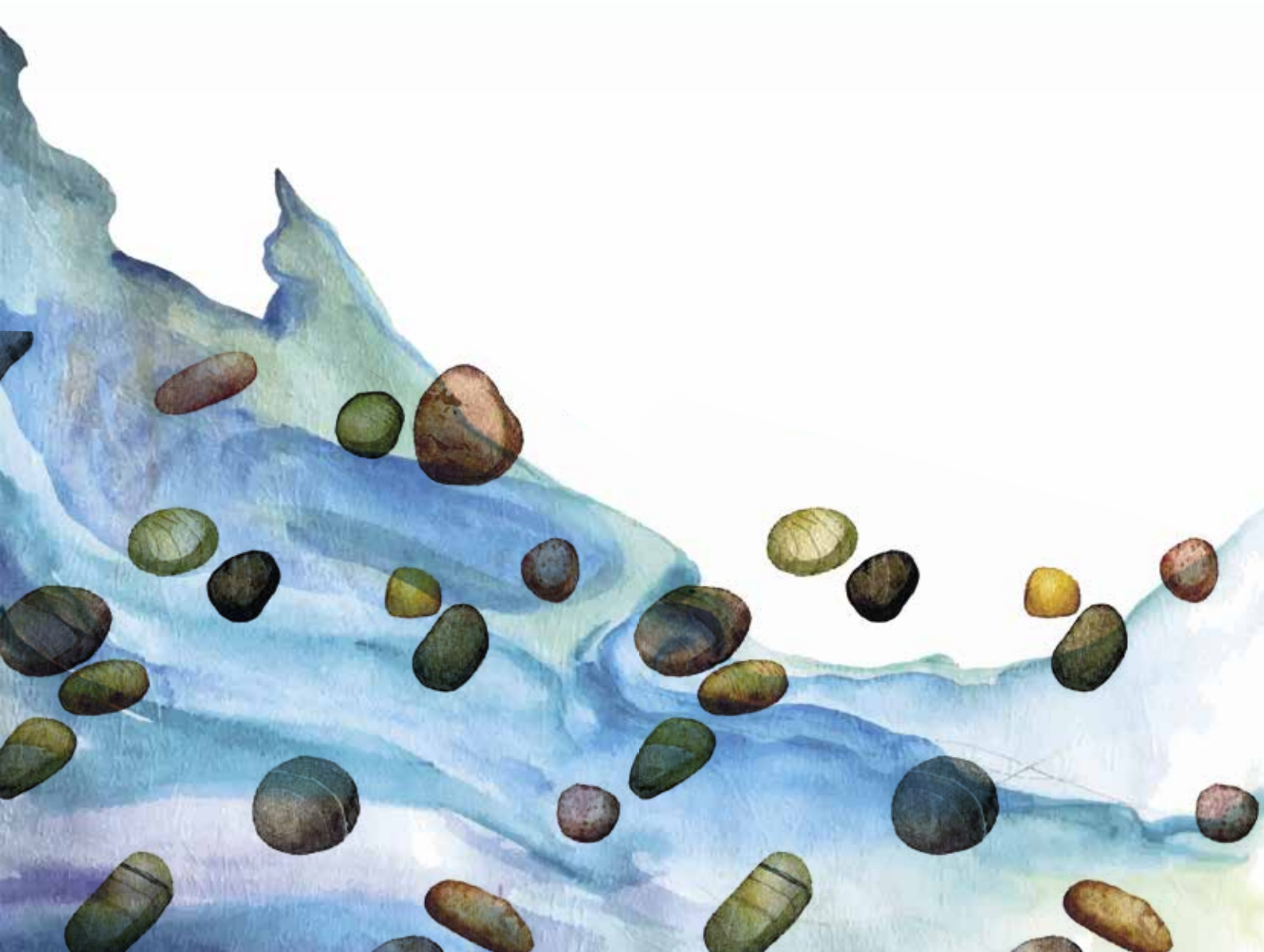
Wynne Harlen, *Working with Big Ideas of Science Education* – Anno pubbl. 2015 per *Science Education Programme (SEP)* - [www.interacademies.net/Publications/27784.aspx](http://www.interacademies.net/Publications/27784.aspx)

IL FIUME  
**OGLIO**  
TRA INFRASTRUTTURA IDRAULICA E GIARDINO

---

Parte Terza

# ALCUNE CONCLUSIONI





## Capitolo XV

# I ponti sul Fiume Oglio: un indice di invasività antropica?

di Luca Dorbolò e Dario Furlanetto

### 15.1 - Per il fiume, ogni ponte è un vincolo

Tanto i ponti sono necessari per le attività umane e per il movimento di uomini e merci, tanto essi esercitano sul fiume dei punti di irrigidimento della loro dinamica che condizionano più o meno pesantemente gli ecosistemi fluviali, sia a monte che a valle, per tratti di lunghezza anche notevoli.

Per meglio comprendere quanto appena affermato e semplificando il concetto, si può ritenere che ogni fiume abbia necessariamente due elementi che lo vincolano nello spazio: la sorgente e la foce.

Parlando di un fiume così semplificato, con una sola sorgente e un estuario (quindi non terminante con un delta), potremmo immaginare l'Oglio con un punto di inizio dato dall'unione delle acque del Narcanello con quelle del Frigidolfo a Ponte di Legno, e una sua foce nel Lago di Iseo.

Oggi la foce del Fiume Oglio nel lago termina a estuario, ma non sempre è stato così; infatti, fino al secolo scorso il Fiume Oglio terminava a lago con un delta; oggi dopo secoli di scavi e rettifiche, il fiume è stato costretto ad estuario.

Per meglio comprendere la dinamica di un fiume siffatto, si osservino le figure della pagina successiva.

Se il Fiume Oglio scorresse libero da altri vincoli se non

quelli dati da sorgente e foce, esso percorrerebbe l'intera Valle Camonica mantenendosi, nel tempo, dentro un determinato spazio, condizionato essenzialmente dalla morfologia della vallata (pendenze, struttura geologica, composizione rocciosa, etc) e dalle caratteristiche del bacino entro il quale si pone (regime idrometrico e pluviometrico, caratteristiche delle rocce ed erodibilità delle stesse, sedimenti trasportati, etc.).

Ci si troverebbe quindi nelle condizioni illustrate dalla **Figura 1** dove il fiume si muove nel corso del tempo (dinamismo fluviale) dentro un intervallo spaziale condizionato unicamente dai due punti di inizio e fine e dalle caratteristiche proprie del bacino dentro il quale esercita la propria dinamica.

Nella **Figura 1** i diversi colori rappresentano i diversi percorsi (alvei) che il fiume potrebbe aver assunto nel tempo; immaginatevi, ad esempio, che ogni colore corrisponda al letto del fiume "fotografato" ogni 200 anni. Nell'insieme, i colori identificano uno spazio preciso (evidenziato dalle due linee nere tratteggiate) dentro il quale il fiume esercita la sua dinamica: potremmo definirlo il "campo giochi" del fiume, o meno prosaicamente usando il corretto termine tecnico, l'alveo straordinario del fiume.

L'alveo straordinario del fiume è quindi definibile come quell'area dentro la quale, in caso di piene eccezionali, il fiume può esercitare la propria dinamica spostandosi



Immagine fotografica anni '30.

da un luogo all'altro in funzione dell'energia esercitata dalla piena e dagli altri fattori che la condizionano e dove, a piena cessata, il fiume si riassetta, in genere occupando una posizione diversa da quella che occupava in precedenza.

Lo spazio occupato momentaneamente dal fiume (il "momentaneo" può essere costituito da centinaia di anni) è definito "alveo attivo" e rappresenta lo spazio occupato dal letto del fiume in caso di magre o di piene normali. Ogni colore della **Figura 1** rappresenta, dunque, un teorico alveo attivo che il fiume ha occupato in epoche diverse. Invece, i vecchi alvei abbandonati assumono il nome di "paleoalvei"; quasi sempre i paleoalvei continuano a mantenere un ruolo importante nella dinamica fluviale, ad esempio, quasi tutti quelli che vengono chiamati localmente "oglioli" altro non sono che paleoalvei o alvei abbandonati del Fiume Oglio.

Ovviamente, l'alveo attivo continuerà ad essere tale sino alla piena straordinaria successiva dove il fiume eserciterà nuovamente con forza la dinamica che gli è propria sino a riassetarsi nuovamente su una nuova linea di alveo attivo e così via nel tempo.

Questo in un fiume libero in natura di esercitare la propria dinamica senza vincoli artificiali.

Proviamo ora a immaginare di costruire, grosso modo alla metà del fiume, un primo ponte. La costruzione del ponte, se non sfrutta una situazione geomorfologica che costringe già il fiume in un punto vincolato (tale doveva essere, ad esempio, il ponte romano di Cividate Camuno che sfruttava la presenza di una forra con due pareti di roccia dentro le quali il fiume era già costretto a passare), obbliga alla realizzazione di opere che forzano il fiume entro uno spazio limitato.

Si realizza quindi la condizione della **Figura 2** dove il ponte B e gli elementi che lo compongono (spalle ed eventuale traversa) o che fungono da compendio alla sua costruzione (difese spondali a monte e/o a valle, rettifiche del corso d'acqua, ulteriori traverse per il contenimento dei sedimenti, etc.) danno corpo ad un insieme di elementi che irrigidiscono la dinamica fluviale costituendo un nuovo e artificiale punto di vincolo al fiume. Ora, finché i ponti sono in numero ridotto e le opere di difesa fluviale che li accompagnano sono limitate, il fiume potrà continuare ad esercitare la propria dinamica, sebbene entro i limiti del proprio "alveo attivo" che dovrà tenere conto, ovviamente, del nuovo vincolo intervenuto. Quando i ponti aumentano in numero e quindi riducono sensibilmente la capacità della dinamica fluviale di

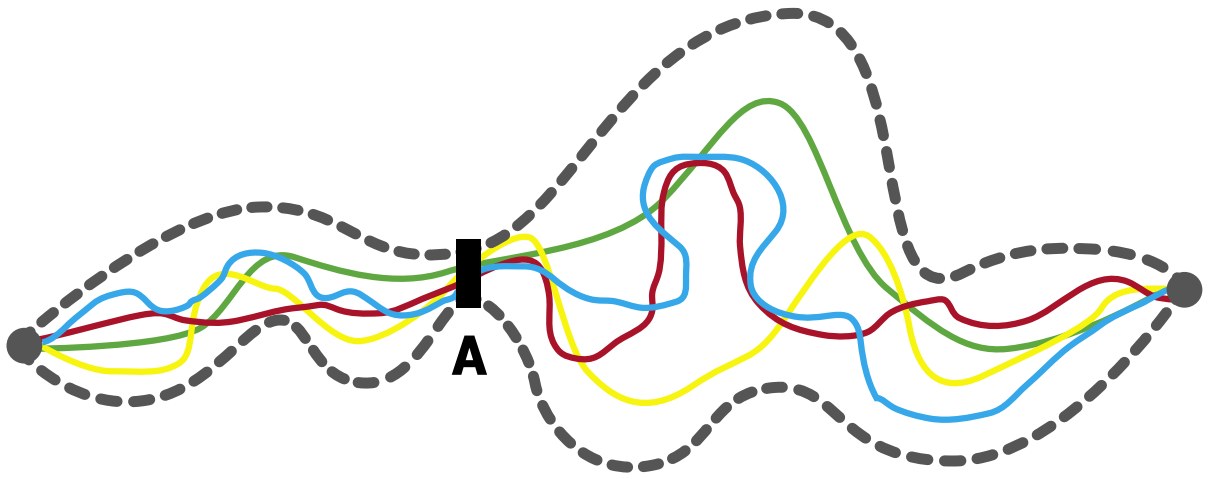


Figura 1.

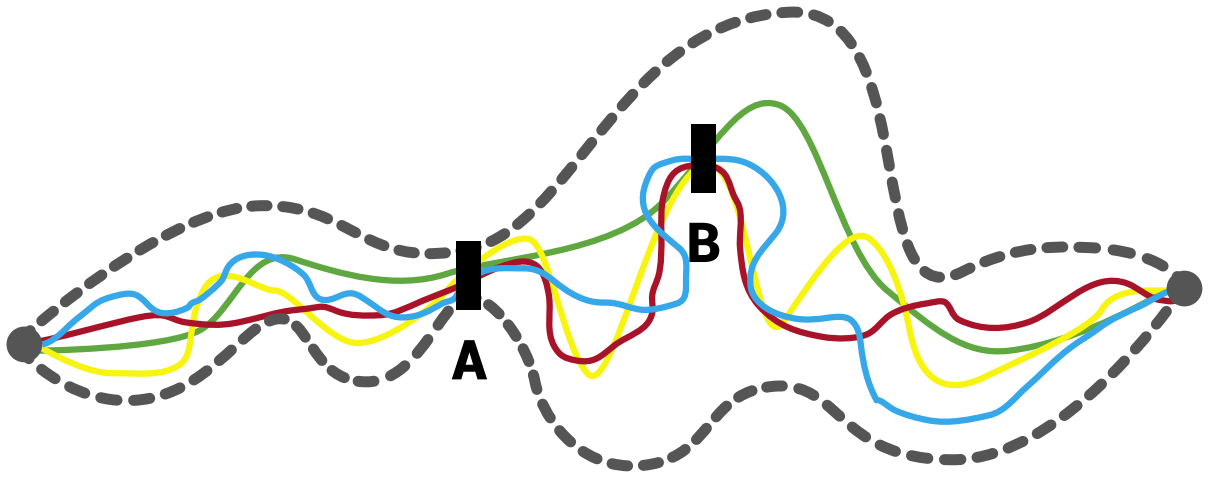


Figura 2.

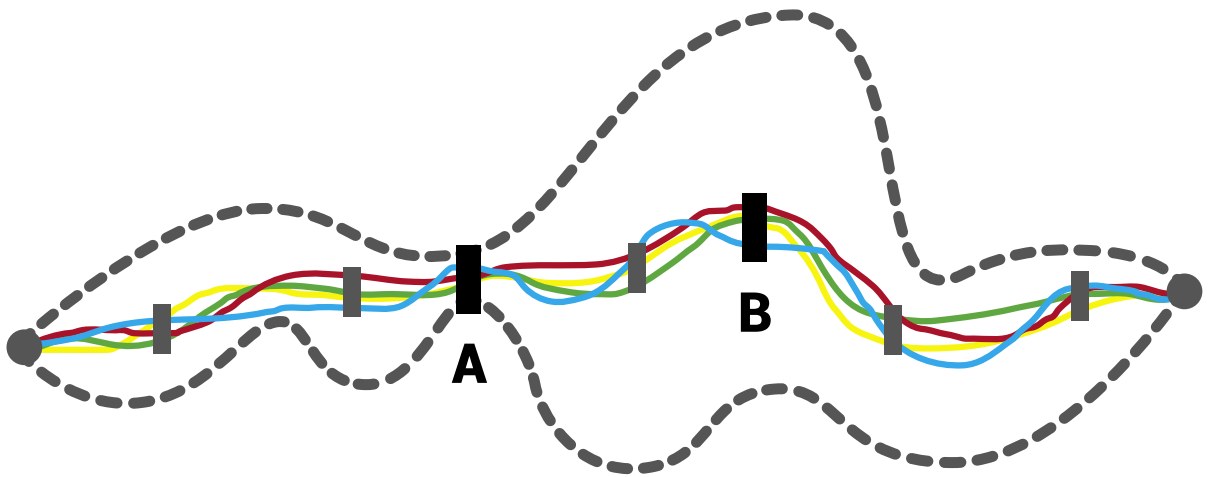


Figura 3.

esercitarsi, si arriva ad una situazione paragonabile a quella identificata dalla **Figura 3**, dove praticamente il fiume viene irrigidito, ingessato, all'interno di un alveo apparentemente obbligato.

Apparentemente.

In realtà, l'alveo straordinario, come abbiamo evidenziato nelle figure, non è cambiato poiché l'uomo, nonostante la propria potenza, soprattutto in una vallata alpina, non è quasi mai in grado di cambiarlo. Infatti, nelle tre figure presentate la linea nera tratteggiata che identifica l'alveo straordinario del fiume, non cambia. Anche in natura, l'alveo attivo potrebbe cambiare solo con l'avvento di fenomeni di portata eccezionale, come è stata ad esempio nel caso dell'Oglio, la frana della Val Rabbia.

Potremmo a questo punto affermare che i ponti, come peraltro anche quasi tutte le opere di regimentazione dei fiumi, sono elementi precari che si adattano momentaneamente alle esigenze dell'uomo e che comunque, durante le piene straordinarie, vengono messi in crisi in quanto la dinamica fluviale continua ad esercitarsi secondo le logiche fisiche che la caratterizzano.

In pratica questo ci dice che, in caso di piene eccezionali, non ci sono difese spondali che tengano e che i ponti, soprattutto se costruiti senza valide analisi e buoni criteri idraulici, sono tra i primi elementi a farne le spese. Infatti, da sempre, i danni ai ponti costituiscono uno tra i dissesti più frequenti nel corso delle piene, anche perché spesso, soprattutto nel nostro Paese, manca la volontà di applicare una conoscenza sistematica e complessiva della funzionalità fluviale e del grado di vulnerabilità idraulica dei ponti esistenti.

Infatti, la comprensione della particolare situazione morfologica e idraulica in cui è inserito un ponte è essenziale per impostare il tipo di indagini e di valutazioni che sono necessarie per le stime di vulnerabilità idraulica e per la definizione degli interventi correttivi. Potremmo semplificare il concetto, anche banalizzandolo un poco, dicendo che ogni ponte in più equivale non solo ad un maggiore irrigidimento della dinamica fluviale ma anche ad un aumento del rischio di danni alle infrastrutture ed agli abitati circostanti.

Il censimento da noi effettuato ci dice che attualmente i ponti esistenti sul Fiume Oglio sono 77 ai quali si aggiungono i resti di antichi ponti ancora evidenti e "leggibili" sul territorio - testimonianza archeologica di quanto sin qui descritto sulla "mobilità" dell'alveo fluviale - ed ai quali presto si aggiungeranno i due nuovi ponti ciclopedonali di Malegno e Costa Volpino.

Forse 77/79 ponti da mantenere efficienti e da gestire su una lunghezza fluviale di poco più di 80 chilometri

sono troppi, sebbene ciascuno di loro, preso singolarmente, assolva ad un ruolo e a funzioni di collegamento utili. Certo è che la manutenzione di tutte queste infrastrutture, per loro natura precarie soprattutto se riferite, come detto, alla sempre attiva dinamica attiva del fiume, dovrebbe spingere ad una maggiore prudenza nel caso di future nuove realizzazioni e ad un ripensamento sulla funzionalità di alcuni dei ponti esistenti. Ad esempio, c'è da chiedersi se era proprio necessario costruire la nuova SS 42 a cavallo dell'Oglio con un continuo zigzagare da una sponda all'altra, con conseguente costruzione di numerosi ponti che oggi costituiscono un vincolo per tutti, finanze pubbliche in primis, per la loro manutenzione. Forse l'antica tecnica romana di mantenersi il più possibile su un solo lato della valle, costruendo ponti solo laddove indispensabile, avrebbe fatto risparmiare denaro pubblico, risparmiare suolo, tutelato maggiormente il percorso stradale in caso di piene straordinarie del fiume e mantenuto la funzionalità fluviale in condizione di esercitarsi con meno vincoli e quindi in modo più sicuro per gli umani.

Un'ultima considerazione: come già accennato, ai ponti da sempre si accompagnano le urbanizzazioni al loro contorno. Basti guardare in prossimità di ogni ponte di origine storica, da quelli sul Po a quelli sull'Adige, dai ponti sui Navigli ai ponti sull'Oglio, per notare che accanto ad ogni antico ponte c'era, innanzitutto, un luogo di ristoro, fosse per uomini o animali, per battellieri o per mercanti: i ponti sono sempre stati luoghi di aggregazione e di incontro di uomini e con essi luoghi di urbanizzazione che, a partire dai ristori, richiamavano poi altre abitazioni e relative infrastrutture.

Per fare un esempio sull'Oglio prelacuale, osservate il "Ponte Barcotto" di Costa Volpino. Per poter sostituire l'antico ponte in barche con un nuovo ponte in cemento si sono esercitate tutte le azioni di irrigidimento fluviale anzi descritte: rettifica del fiume a monte e a valle, costruzione di arginature, costruzione di spalle, di traversa e di pile in alveo. Le opere di contorno resesi necessarie a tale costruzione hanno causato una radicale modifica dei parametri idraulici del fiume per un lungo tratto a monte e a valle del ponte.

Interventi siffatti hanno, quasi sempre, effetti a medio e lungo termine che non sono prevedibili e che comportano un alto grado di rischio. Infatti, le modificazioni indotte nell'alveo del fiume possono avere conseguenze di dimensioni amplissime a grandi distanze ed anche dopo molto tempo. Inoltre, la precaria flessibilità del vecchio ponte di barche, che assecondava la relativa mobilità del fiume prima della costruzione del nuovo ponte in cemento, non aveva di conseguenza gran che



stimolato la costruzione di nuovi edifici all'intorno. Ora, dopo la costruzione del ponte in cemento, sui due lati dello stesso sono sorte in poche decine di anni zone artigianali e industriali, case e strade. Tutto ciò mentre, dal punto di vista dell'alveo straordinario, la situazione non è cambiata; una più attenta e onesta valutazione della dinamica del fiume avrebbe dovuto sconsigliare dal costruire in modo così massiccio a ridosso dello stesso. Purtroppo, non è stato così e prima o poi a qualcuno toccherà pagare il conto.

Sono i numerosi esempi come quello sopra descritto e la considerazione che ogni ponte costituisce un potenziale luogo per nuove infrastrutturazioni, che ci hanno portato a valutare l'ipotesi che i ponti potrebbero rappresentare, oltre che un "Indice di invasività antropica" dell'alveo fluviale, anche un indice di pressione antropica esercitata sui territori che lo lambiscono, soprattutto in aree montane.

Questo lavoro, che costituisce innanzitutto un elenco ragionato dei ponti presenti in Valle (di tutte le tipologie) compresi i ponti storici dei quali si sia avuta conoscenza (vedasi Allegato1), vorrebbe anche testare l'esistenza di un rapporto di corrispondenza tra la costruzione di ponti e la pressione antropica esercitata sul territorio, sia in ordine all'aumento di popolazione che di occupazione di suolo.

## 15.2 - I ponti sul Fiume Oglio prelacuale

Sulla base delle premesse e dei principi sopra enunciati il presente paragrafo illustra lo stato attuale dei ponti sul Fiume Oglio in Valle Camonica offrendo un quadro sistemico di questi manufatti in base alla loro localizzazione e tipologia. In seguito ad un censimento sono state poi sviluppate delle prime elaborazioni per cercare di definire se e come, l'elemento ponte possa essere considerato un indicatore utilizzabile quale misura di pressione antropica sul territorio per valli alpine con caratteristiche simili a quelle della Valle Camonica. Il lavoro che segue è stato strutturato in due fasi:

- Una **prima fase** di censimento dei ponti, passerelle e viadotti sul Fiume Oglio, articolato in:
  - **Inquadramento territoriale,**
  - **Quadri di approfondimento,**
  - **Schede individuali specifiche per ciascun elemento.**
- Una **seconda fase** che a partire dal censimento precedente cerca di indagare rispetto ad eventuali correlazioni tra sviluppo demografico e costruzione di nuovi ponti.

### 15.2.1 - Censimento di ponti, passerelle e viadotti sul Fiume Oglio prelacuale

La prima fase del lavoro, è stata condotta nel corso del 2018 e ha previsto un rilievo speditivo delle opere mediante osservazione delle immagini fotosatellitari, seguita da una puntuale ricognizione e verifica in campo dei singoli manufatti.

Ogni elemento censito è stato poi descritto con diversi dati riportati all'interno delle singole schede identificative. Tali dati (quando disponibili) sono stati ottenuti essenzialmente grazie al contributo fornito dei Comuni interessati, dall'ANAS e da numerose fonti bibliografiche, tra cui in particolare ci preme citare le pubblicazioni: "Viaggiare in Valle Camonica" (1) ; "Acque di Valle Camonica - il Fiume Oglio tra medio Evo ed età moderna" (2); "Schema di Progetto di variante PAI – Fiume Oglio Sopralacuale da Sonico alla confluenza con il lago d'Isèo - Schede Ponti" (3). Questa fase del lavoro è stata suddivisa in 3 parti con dettaglio di approfondimento via via maggiore e viene allegata al presente lavoro a fine testo (**Allegato 1**).

Nella prima parte, **Inquadramento territoriale**, è rappresentata in mappa la consistenza e la localizzazione dei ponti, viadotti e passerelle sul Fiume Oglio rinvenuti a seguito del censimento effettuato. Si tratta di 83 opere di attraversamento fluviale (77 i ponti attivi) che si distribuiscono lungo tutta la valle.

All'interno della mappa sono riportati anche dei riquadri rossi che identificano i **Quadri di riferimento**, ovvero degli zoom che scendono di scala e identificano con maggior precisione non solo la localizzazione del manufatto ma anche la tipologia, distinta in: carrabile, ferroviaria, ciclo-pedonale. Sono inoltre individuati, laddove ancora evidenti, resti di antichi ponti e passerelle a testimonianza di manufatti non più attivi.

Infine, una terza parte è composta da schede descrittive dei singoli elementi censiti che riportano l'individuazione planimetrica, un riscontro fotografico ed alcuni dati identificativi relativi al Comune, la tipologia di manufatto, l'anno di realizzazione, il nome e le coordinate.

Sulla base di questi dati identificativi del manufatto si è proceduto successivamente a sviluppare le elaborazioni della Fase 2 del lavoro.

## 15.03 - I ponti quali indicatori di pressione antropica

Possono i ponti essere considerati un indicatore di pressione antropica sul territorio connessa, in casi come quelli dalla Valle Camonica, a una pressione che

si ripercuote su uno degli elementi fondativi di questo territorio, ovvero il fiume stesso ed il suo ecosistema? Questa la domanda alla quale abbiamo cercato di rispondere con il presente lavoro.

Le indagini e le elaborazioni di seguito riportate hanno cercato correlazioni tra l'andamento demografico storico della popolazione residente nei comuni della Valle Camonica e il numero di ponti presenti alle diverse soglie temporali.

La datazione dell'epoca di realizzazione dei ponti è stata possibile, grazie alle fonti bibliografiche disponibili e al contributo di alcuni comuni della Valle. Tali dati sono stati riportati nelle schede specifiche illustrate nell'allegato al presente capitolo. Rispetto a tale censimento, ai fini delle analisi ed elaborazioni di seguito illustrate, sono stati considerati ulteriori due ponti ciclo-pedonali di prossima realizzazione, previsti in Comune di Malegno e di Costa Volpino.

Per quanto riguarda invece il numero di abitanti, si è fatto riferimento ai dati ISTAT disponibili per ogni singolo Comune della Valle a partire dal 1801, mentre per le epoche precedenti, sono state rinvenute fonti bibliografiche varie, dalle quali sono state ottenute informazioni abbastanza precise sulla popolazione residente risalenti fino ad inizio '600.

Infatti, alcune fonti storiche così recitano:

*"...il numero delle anime di essa Valle non si può così precisamente sapere, non essendosi fatta già molti di descrizione alcuna, ma da quello che si vede dalle descrizioni fatte per l'addietro, et da quello che per publica fama si dice, si tiene che siano **quarantacinque millia** in circa, ...."*

*(Il Catastico di Giovanni da Lezze, 1609-1610. Popolazione e storia di due comunità dell'alta Valcamonica Pezzo e Precasaglio, a cura di Mario Berruti con la collaborazione di Yuri Zuelli)*

*"Notta delle anime di Valcamonica cavata dalla cancellaria di detta valle, qual notte fu dell'anno passato **1674**, qaul fu ordinata dall'illustrissimi et eccellentissimi inquisitori in Terra Ferma. La cifra totale delle anime è: **48.674**."(Breno, Museo Camuno, Raccolta Putelli, busta 26, fascicolo 1).*

La tabella ed il grafico di seguito riportati illustrano le variazioni del numero di abitanti in Valle Camonica (qui intesa come Valle Camonica geografica, comprendente quindi anche i Comuni di Lovere, Costa Volpino, Rogno e Pisogno) da inizio '600 ad oggi.

Anno di riferimento	Numero di Abitanti
1609	ca. 45.000
1674	48.674
1810	39.606
1901	72.587
1954	102.771
1981	114.393
2012	120.436
2018	119.828

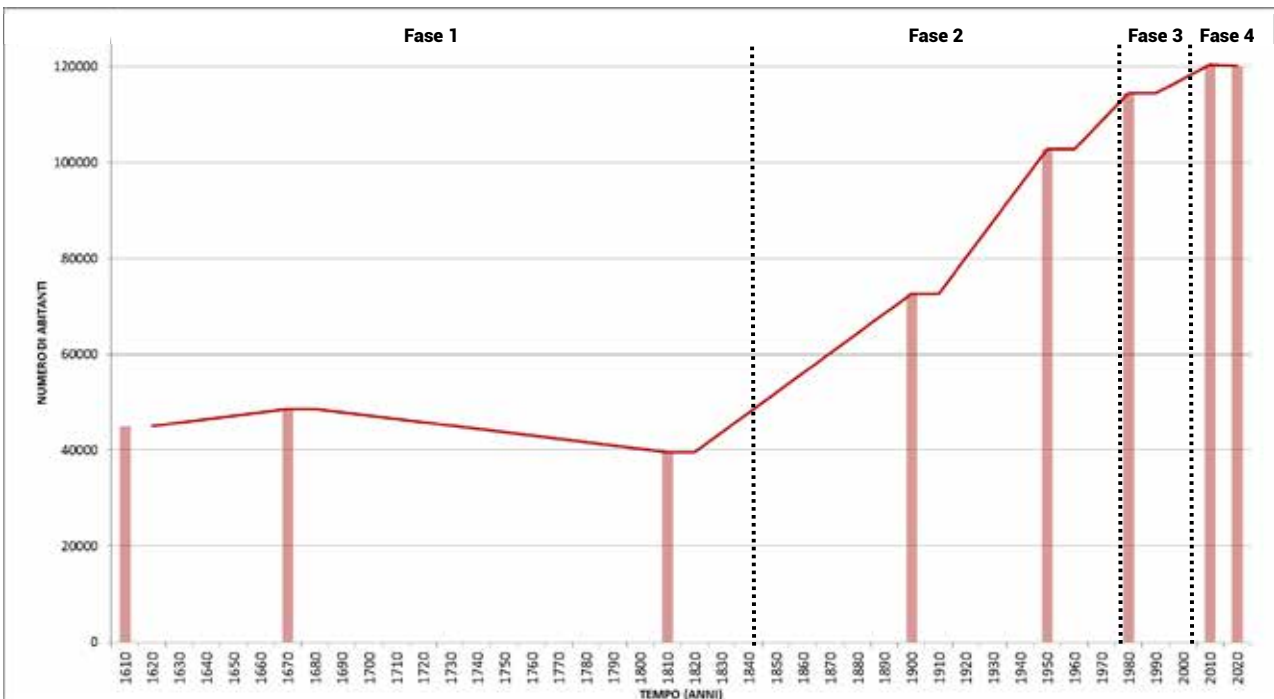


Tabella e grafico riferiti al numero di abitanti in Valle Camonica da inizio '600 ad oggi.

I dati evidenziano come la popolazione della Valle Camonica fino ad inizio/metà '800 sia rimasta pressoché costante senza variazioni significative (fase 1). Dal XIX e XX sec. con la nascita ed affermarsi delle industrie, si assiste ad una repentina crescita demografica (fase 2) che porterà ad una trasformazione antropica del paesaggio, specie quello di fondovalle, da una tipologia tipicamente agricola-silvo pastorale, fino ad un paesaggio con caratteri prettamente urbani e tipici di una città lineare a bassa densità insediativa, quale oggi si può osservare. A fine '900 il modello economico-industriale del secolo precedente viene messo in crisi e questo rappresenta forse uno dei fattori principali che incide su un rallentamento del trend di crescita

demografica (fase 3), fino a invertirlo a partire dagli anni 2000 (fase 4). La tabella ed il grafico successivi fanno riferimento invece al numero di ponti costruiti sul Fiume Oglio in Valle Camonica anch'essi a partire da inizio '600 fino ad oggi. Le fonti documentali sono quelle già richiamate in premessa.

Preme però sottolineare che i dati riferiti al 1597 e al 1658 derivano da due eccezionali documenti. Il primo è la "Carta del territorio bresciano" da Leone Pallavicino (Breno, Museo Camuno, inv. 552) ed il secondo è la dettagliata descrizione dei ponti camuni data da Padre Gregorio di Valcamonica nel testo "Curiosi trattiamenti" (pag. 11). Le successive datazioni sono frutto di ricerca degli Autori di questo articolo.

Anno di riferimento	Numero di Ponti
1597	7
1658	20
1788	22
1800	23
1860	24
1871	25
1907	26
1908	28
1909	31
1910	32
1911	33
1930	34
1940	35
1941	36
1947	37
1950	41
1953	42
1960	43
1966	45

Anno di riferimento	Numero di Ponti
1968	46
1980	54
1982	56
1985	58
1986	59
1996	60
1998	61
2000	62
2003	63
2005	65
2008	66
2010	67
2011	70
2013	74
2014	75
2015	76
2017	77
2020	79

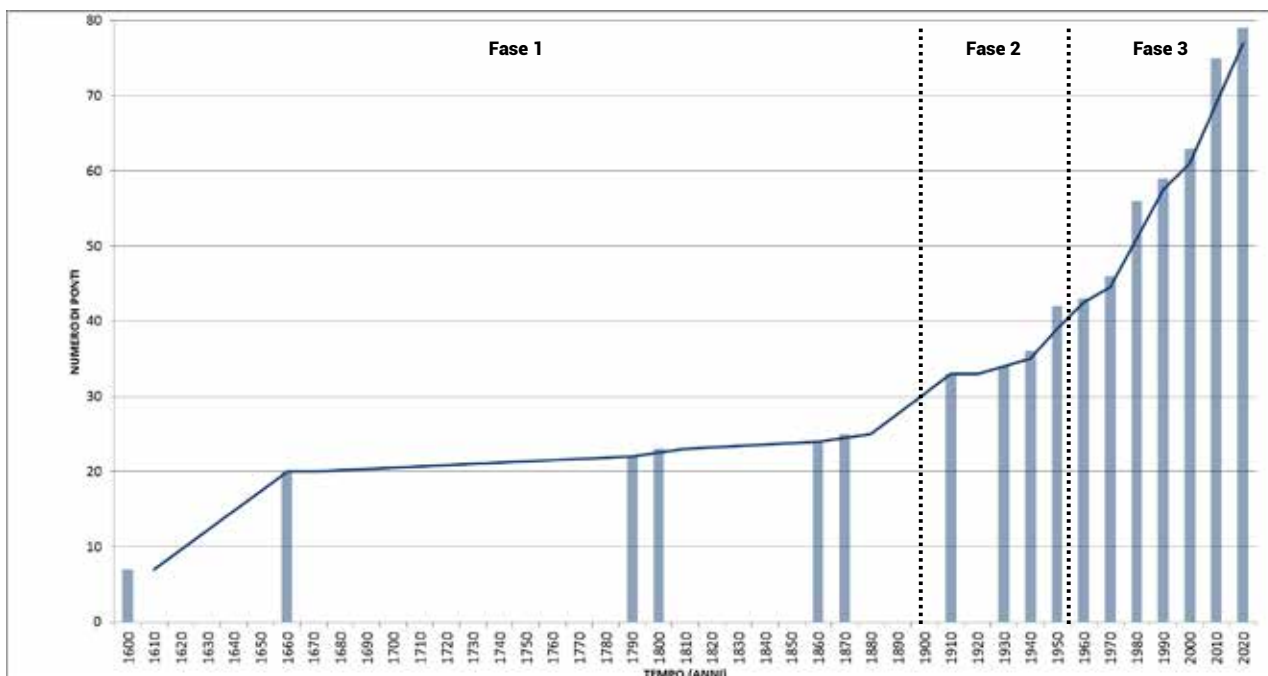


Tabella e grafico riferiti al numero di ponti in Valle Camonica da inizio '600 ad oggi.

La distribuzione dei dati evidenzia un andamento con velocità di crescita esponenziale, particolarmente evidente a partire da metà '900. Possono essere individuate 3 fasi distinte. Una prima fase, fino ad inizio '900, dove, dopo una breve fase di crescita iniziale, la dotazione di ponti rimane pressoché la stessa, ad eccezione dell'introduzione dei ponti ferroviari e pochi altri. Segue una seconda fase, fino al secondo dopoguerra che non vede incrementi significativi nella dotazione di nuovi ponti, se non quelli realizzati durante le due guerre mondiali necessari per gli spostamenti degli eserciti da un versante all'altro della valle. Infine, in epoca più recente e

fino ai giorni d'oggi si nota un deciso incremento nella costruzione di ponti. Infatti, dopo le guerre mondiali e nel successivo boom economico degli anni '60-'80, si moltiplicano le infrastrutture di trasporto per sostenere gli spostamenti interni della popolazione ma anche quelli di provenienza esterna alla Valle, in accordo con un generale sviluppo urbano che interessa in particolar modo le aree di fondovalle.

Al fine di semplificare il confronto tra gli andamenti delle due variabili analizzate (abitanti e numero ponti), viene di seguito proposto un grafico che li integra.

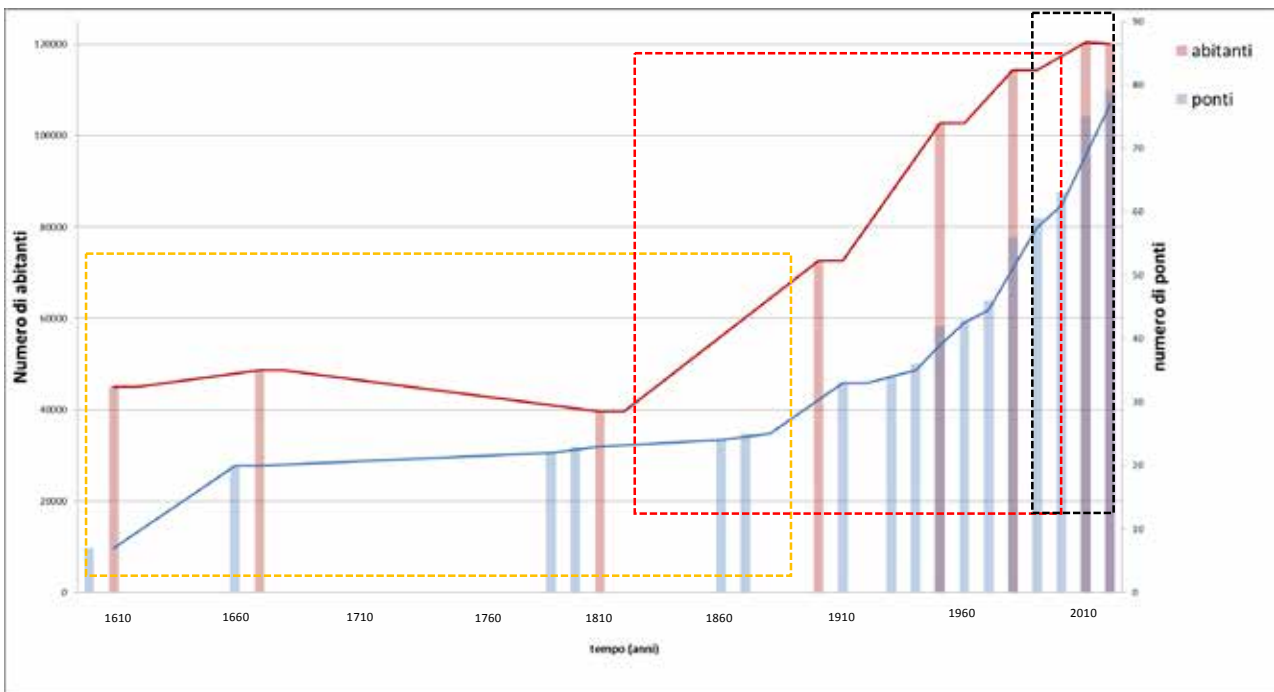


Grafico di confronto tra le variabili "numero di ponti" e "abitanti in Valle Camonica da inizio '600 ad oggi.

I grafici delle due variabili evidenziano una discreta somiglianza nella distribuzione dei dati seppur le diverse aggregazioni risultino sfasate di qualche decennio (aree di sovrapposizione dei riquadri). La prima metà del grafico (quella a sinistra) mostra una situazione di generale neutralità (riquadro giallo) con scarsa variazione dei dati in entrambe le curve delle due variabili, fatta eccezione di una prima breve fase di crescita più repentina per quanto riguarda il numero di ponti. Situazione che cambia radicalmente nella seconda metà del grafico all'interno del riquadro rosso, dove in entrambi i casi le due curve assumono un andamento di rapida crescita. Ciò che forse distingue maggiormente le due curve, fa riferimento all'ultima parte del grafico

(riquadro nero): qui, a differenza degli andamenti demografici, che a partire dagli anni 2000 manifestano un rallentamento fino ad un'inversione del trend di crescita, la distribuzione dei dati sul numero di ponti non sembra combiarsi, dimostrando piuttosto una tendenza a mantenersi con un tasso di crescita rapido e costante anche oggi.

#### Ma perché accade questo?

Probabilmente, il susseguirsi di epoche e fasi storiche con le relative economie trainanti (prima agricola, poi industriale, oggi in una fase di transizione con una forte spinta nel settore turistico), ha determinato nella valle un sommarsi di manufatti ed infrastrutture che

di volta in volta dovevano rispondere alle esigenze e necessità dell'epoca storica per la quale erano state costruite. Quello che vediamo oggi è il risultato di una stratificazione di numerosissimi ponti/viadotti/passerelle probabilmente non tutti "essenziali" alla vita sociale ed economica del territorio.

Infatti, a differenza della popolazione che rappresenta una variabile "dinamica" in quanto caratterizzata dalla possibilità di mobilità e spostamenti, i manufatti ed in generale le opere antropiche sono "statiche", permangono nel territorio e a meno di una loro rifunzionalizzazione e/o riutilizzo in chiave moderna, continuano a sommarsi incrementando i livelli di infrastrutturazione e quindi di irrigidimento del fiume e delle sue dinamiche.

Si consideri ad esempio che fino ad inizio '900 la mobilità era prevalentemente ferroviaria, ed è a quest'epoca che risale quella tipologia di ponti, a questi si sono poi aggiunti quelli carrabili in numero sempre maggiore in sintonia con quello della popolazione e dei suoi bisogni di spostamenti quotidiani e soprattutto verso le mete turistiche dell'alta valle, per arrivare ai giorni d'oggi quando sull'onda di un rilancio della mobilità dolce (sempre sostenibile?!) si sta continuando a costruire nuove infrastrutture e manufatti (ponti ciclopedonali). La tabella ed il grafico riportati di seguito danno riscontro di quanto appena detto, ed illustrano quelle che sono state le tendenze del XX secolo e dei primi anni 2000.

I valori fanno riferimento alle incidenze percentuali delle diverse tipologie di ponti rispetto al numero totale presente in ciascuno dei 4 diversi periodi temporali considerati. Nella tabella sotto riportata, nella colonna "fino al 1910" sono stati considerati "carrabili" i ponti antecedenti al 1910 che avevano subito ammodernamenti o ricostruzioni tali da sopportare il passaggio di mezzi di peso, per l'epoca, considerevole (sopra i 200 quintali); viceversa sono stati considerati "ciclo - pedonali" quei ponti che consentivano solo una mobilità "leggera". Si consideri che i due eventi bellici che si seguiranno nella prima metà del '900 porteranno, anche per esigenze militari, ad un forte rimaneggiamento in chiave di ricostruzione/ammodernamento di molti di tali ponti (vedasi le schede dell'allegato 1 che riportano alcuni degli interventi di ammodernamento/ricostruzione di ponti attuati dall'Esercito Italiano). Invece, nella colonna "dal 1990 ad oggi" sono stati considerati "ciclo- pedonali" solo i ponti esclusivamente adibiti a tale scopo, come normato dal Codice della Strada.

		fino al 1910	dal 1910 al 1970	dal 1970 al 1990	dal 1990 ad oggi
percentuale presenza tipologia di ponti nelle diverse epoche temporali	ferroviario	16%	11%	9%	6%
	carrabile	38%	61%	68%	62%
	ciclo-pedonale	47%	27%	23%	31%

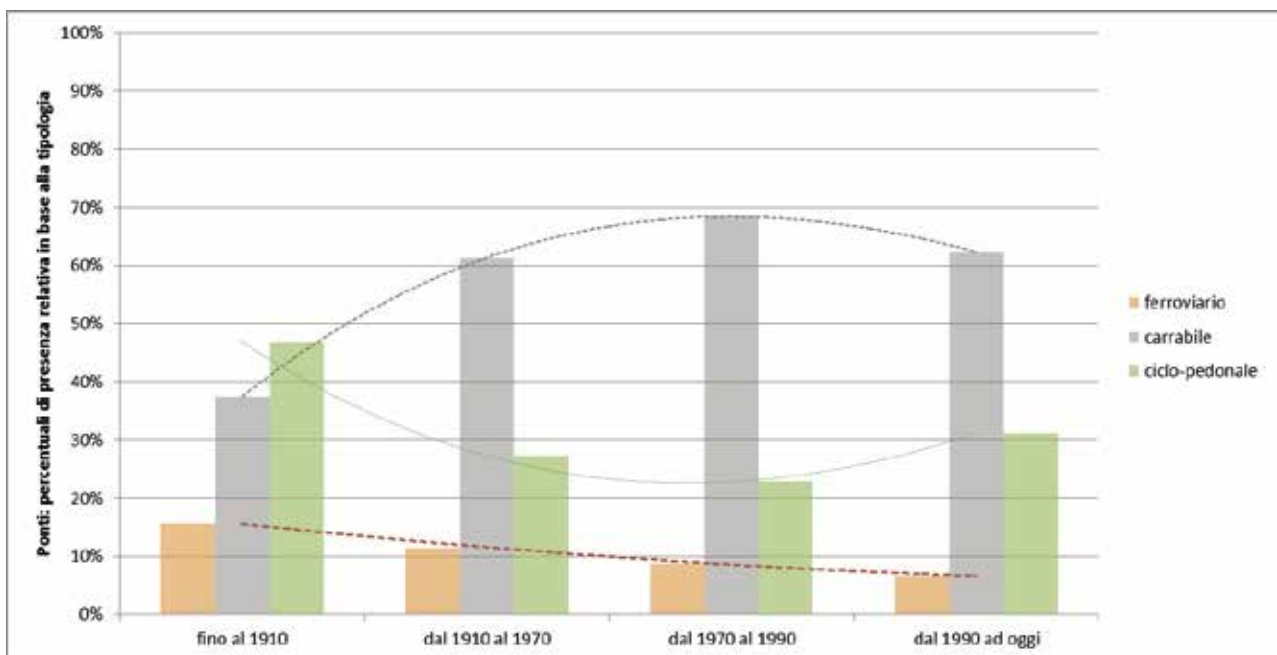


Tabella e grafici riferiti alle incidenze percentuali delle diverse tipologie di ponti (rispetto al numero totale di ponti) dal 1910 ad oggi.

I trend recenti (degli ultimi 20-30 anni), evidenziano una netta tendenza di incremento di ponti e passerelle legati ad una tipologia ciclo-pedonale in accordo con una fase economica di transizione della Valle che sempre più punta ad ampliare l'offerta turistico-fruttiva. Questa è la tendenza del momento e di questa epoca che aggiunge così un ulteriore livello di irrigidimento del Fiume Oglio che si somma a quello delle epoche precedenti nonostante la popolazione non cresca più.

Per concludere, nonostante si tratti di prime elabo-

razioni che necessiterebbero di ulteriori verifiche ed applicazioni, dai risultati ottenuti si è visto come il manufatto "Ponte" può effettivamente, con le dovute approssimazioni, rappresentare gli effetti esercitati dalla pressione antropica sul territorio e più in generale le modalità con cui la popolazione nelle varie epoche passate e attuali si è comportata nei confronti della gestione del territorio. I ponti sono in questo senso una sorta di "indicatore antropico" che evidenzia le pressioni esercitate nel tempo dall'attività umana, sia sul fiume che sul fondovalle.



L'antico ponte di Cerveno e la Cocarena.



## Capitolo XVI

# Dalla valutazione integrata agli indirizzi per una futura equilibrata gestione del Fiume Oglio sopralacuale

a cura di Laura Turconi  
IRPI – CNR Torino

### 16.1 - Prefazione

Dall'analisi multidisciplinare dello stato complessivo del Fiume Oglio sopralacuale ottenuto attraverso i risultati di dettagliati approfondimenti (geomorfologici, idraulici, delle fitocenosi e di uso del suolo), realizzato nell'ambito del Progetto GESEFLU finanziato dalla Regione Lombardia (Luino et al., 2016) cui si fa riferimento, è stato possibile giungere ad una valutazione integrata dell'attuale assetto del corso d'acqua.

Dalla configurazione attuale del F. Oglio, sono stati prefigurati gli scenari evolutivi, in ragione dei quali sarà possibile prospettare la configurazione di progetto del corso d'acqua da raggiungere mediante indirizzi gestionali finalizzati a:

- preservare/recuperare i processi geomorfologici che assicurano l'equilibrio dinamico dei corsi d'acqua, anche attraverso la riduzione dei condizionamenti al sistema fluviale delle opere in alveo;
- migliorare la capacità di convogliamento della portata di piena nei tratti urbani canalizzati;
- migliorare la capacità di laminazione naturale nei tratti caratterizzati da alvei in incisione;
- conservare/migliorare la naturalità e la funzionalità ecologica delle cenosi presenti nel corridoio fluviale allo scopo di contribuire alla funzionalità fluviale e del territorio circostante.

Gli indirizzi gestionali sono stati definiti coerentemente con la Direttiva gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua (C.I. 9/2006) e la normativa regionale (art. 55, della L.R. n.12/2005 e art. 20, 21 della L.R. n. 4/2016). Gli indirizzi gestionali sono stati, inoltre, confrontati, con gli obiettivi e le misure contenuti negli strumenti di pianificazione recentemente approvati in adempimento a quanto previsto dalle Direttive "Acque" (2000/60/CE) e "Alluvioni" (2007/60/CE).

Infine, è stata delineato un Programma di monitoraggio, in attuazione di quanto disposto dall'art. 42 delle Norme di attuazione del PAI, al fine di garantire il progressivo e continuo miglioramento delle conoscenze necessarie per aumentare il livello di accuratezza delle interpretazioni condotte e perfezionare l'efficacia degli indirizzi gestionali proposti.

Il F. Oglio sopralacuale è stato quindi analizzato nei suoi tre principali aspetti: geomorfologico, di uso del suolo ed idraulico (trasporto solido).

Le caratteristiche morfologiche dell'alveo, elementi essenziali agli approfondimenti di tutte le componenti, sono state analizzate utilizzando appropriate scale temporali e spaziali. Nello specifico per il F. Oglio è stato utilizzato il termine "medio periodo" in riferimento all'evoluzione degli alvei negli ultimi 50-100 anni e "breve periodo" in riferimento agli ultimi 10-20 anni. Da un punto di vista spaziale è stato invece utilizzato come

riferimento il "tratto", così come definito da Rinaldi et al. (2014). Sulla base delle esperienze acquisite, è stato adottato l'approccio gerarchico, come suggerito dal Sistema di valutazione idromorfologica di ISPRA (IDRAIM, Rinaldi et al., 2014), per ben comprendere i processi di dinamica morfologica.

A partire dall'inquadramento geomorfologico dei bacini idrografici considerati sono stati identificati le unità fisiografiche, i segmenti fluviali e i tratti omogenei (Figura 1).

Le considerazioni riguardo alla dinamica fluviale e a quelli che possono essere i caratteri che determinano

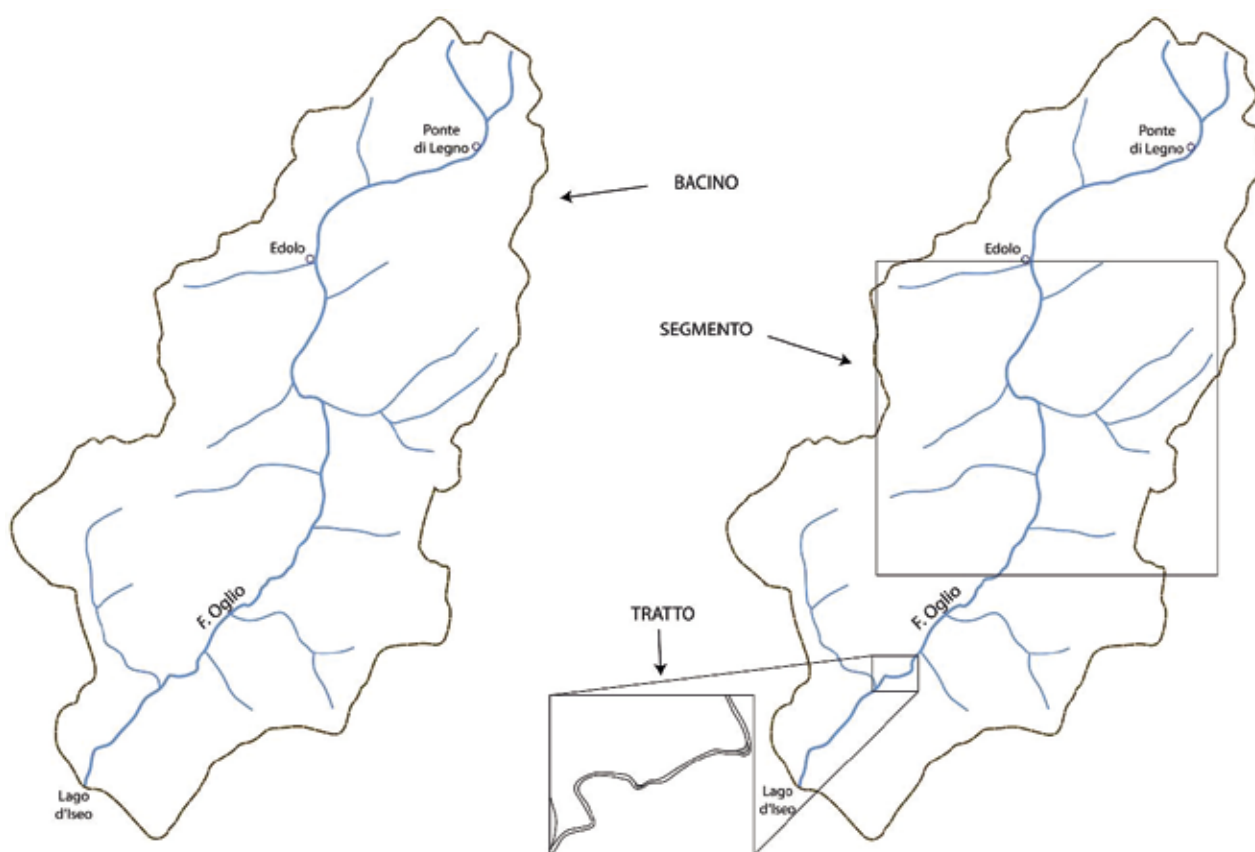


Figura 1 – Suddivisione gerarchica del sistema fluviale.

le tendenze evolutive si riferiscono ai tratti e attraverso il loro confronto e analisi si può giungere alla definizione delle caratteristiche evolutive passate e attuali del corso d'acqua studiato.

La procedura di segmentazione ha previsto l'analisi del confinamento, la determinazione delle configurazioni morfologiche dell'alveo e l'individuazione delle ulteriori discontinuità del letto fluviale e della eventuale piana inondabile (Rinaldi et al., 2014).

L'analisi dettagliata della morfologia dell'alveo si basa sulle classificazioni storiche e su studi più recenti (Schumm, 1977; Church, 1992; Rosgen, 1994; Montgomery and Buffington, 1997; Surian and Rinaldi, 2003; Surian et al., 2009). Sono state considerate le seguenti configurazioni: i) canale singolo (rettilineo, sinuoso, meandriforme); ii) transizionale (sinuoso a barre alternate, *wandering*); iii) multicanale (*braided*, anastomizzato). Le misure che contribuiscono alla definizione della morfologia dell'alveo sono: l'indice di sinuosità, l'indice di intrecciamento e di *anabranching*.

Le ulteriori discontinuità possono essere rappresentate da discontinuità idrologiche (briglie, traverse e derivazioni principali, tributari), discontinuità topografiche (variazioni di pendenza nel profilo longitudinale (soprattutto per i tratti confinati), da variazioni di ampiezza della pianura (per i tratti parzialmente o non confinati), da variazioni di larghezza dell'alveo (spesso corrispondenti alla variazione del grado di confinamento) e, talora, da variazioni dei sedimenti dell'alveo. Nei tratti omogenei così individuati, di norma, non si dovrebbero riscontrare significative variazioni del flusso o del carico di sedimenti.

## 16.2 - Ricostruzione delle variazioni planimetriche dell'alveo

La ricostruzione delle tendenze evolutive ha richiesto un'analisi complessiva delle caratteristiche morfologiche dell'alveo, pertanto sia di caratteristiche/parametri planimetrici (es. larghezza dell'alveo, configurazione morfologica complessiva, indice d'intrecciamento, in-

dice di sinuosità), sia di parametri relativi alla sezione trasversale (es. quota del fondo, profondità, area della sezione). In questo studio si è focalizzata l'attenzione su tre caratteristiche/parametri fondamentali: configurazione morfologica, larghezza dell'alveo e quota media del fondo.

Sulla base della documentazione esistente e per ottemperare alla necessità d'individuare l'andamento planimetrico del F. Oglio sopralacuale in epoche diverse, si sono esaminati i rilievi aerofotogrammetrici e le riprese orto fotografiche esistenti. Tale attività è risultata preliminare alla realizzazione di un progetto in ambiente GIS (sistema di coordinate UTM WGS84 32N).

Per la ricostruzione temporale delle variazioni planimetriche sono risultati disponibili i seguenti documenti:

- ORTOFOTO 1954 (B/N);
- OROTOFOTO 1994-1998 (B/N);
- ORTOFOTO 2002 OGLIO (COLORI);
- ORTOFOTO 2007 (COLORI);
- ORTOFOTO 2014 (contestuali al rilievo LIDAR effettuato dal CNR IRPI).

Nell'ambito dell'analisi geomorfologica si è quindi inteso procedere con la restituzione cartografica degli elementi geomorfologici afferenti alle aste fluviali desumibili da questo materiale, omogeneo per epoca, risoluzione e scansione temporale.

Le informazioni geometriche desunte da queste fonti planimetriche (Figura 2) sono risultate adeguate per l'alveo del F. Oglio la cui larghezza ha raggiunto i suoi valori massimi nel 1954 (relativamente ai documenti a disposizione), raggiungendo valori medi per tratto di 206 m (tratto 2 – Pian Camuno).

Una volta ottenute le larghezze medie di ogni tratto per le diverse annate di indagine, queste sono state confrontate e analizzate: sono state calcolate le variazioni di larghezza ( $\Delta$ ) in metri per i vari intervalli temporali e le variazioni percentuali di larghezza ( $\Delta\%$ ) durante i medesimi intervalli di tempo e rispetto al 1954, anno iniziale del confronto delle variazioni. Accanto alle variazioni di larghezza sono state determinate altresì le variazioni di configurazione morfologica dell'alveo confrontando le immagini relative al 1954 con quelle del 2014.



Figura 2 – Ricostruzione planimetrica multitemporale del F. Oglio (periodo 1954-2014).

### 16.3 - Ricostruzione delle variazioni altimetriche dell'alveo

L'analisi dell'evoluzione altimetrica di un corso d'acqua risulta generalmente molto più difficoltosa rispetto all'analisi dell'evoluzione planimetrica. Ciò è dovuto al fatto che comunemente, questo vale per la maggior parte dei corsi d'acqua italiani, sono disponibili numerosi dati per analizzare le caratteristiche planimetriche del corso d'acqua (cartografia storica, foto aeree, immagini satellitari), mentre pochi sono i rilievi topografici esistenti, realizzati con adeguata sistematicità (ad esempio sezioni trasversali "monumentate"). Per ricostruire nel modo più accurato possibile le variazioni altimetriche dell'alveo, al fine di delineare la sua traiettoria evolutiva (Ziliani e Surian, 2012), è necessario pertanto integrare i dati ottenuti da diversi approcci. Nello specifico le variazioni altimetriche sono state valutate con le seguenti modalità: 1) confronto di sezioni trasversali attuali con altre pregresse negli stessi siti; 2) rilevamento geomorfologico sul terreno; 3) utilizzo congiunto del DTM-2014 e dell'analisi planimetrica per datare superfici di recente disattivazione (terrazzi recenti); 4) confronto di rilievi LiDAR. L'integrazione di questi diversi approcci, oltre ad essere indispensabile per ottenere un quadro soddisfacente delle tendenze altimetriche, ha il vantaggio di incrementare l'affidabilità e l'accuratezza dei risultati ottenuti.

Le sezioni trasversali disponibili per un confronto multitemporale per il F. Oglio sono relative al 2002 e 2014. I rilievi disponibili hanno consentito solo una ricostruzione della tendenza evolutiva nel breve termine. Si precisa inoltre che il rilievo del 2014 deriva dalla fusione di rilievi realizzati nel 2014 (rilievi LiDAR) e nel 2015 (rilievi batimetrici).

Per valutare le variazioni altimetriche si è fatto riferimento alla "quota media del fondo" (Surian et al., 2009). Le quote sono state considerate a partire dalla base delle sponde, tralasciando pertanto le sponde stesse. La quota media del fondo è stata calcolata con la procedura della quota media pesata (la media delle quote viene calcolata tenendo conto delle distanze tra i singoli punti rilevati lungo la sezione, attribuendo quindi pesi differenti a seconda della spaziatura esistente fra i punti). Quindi, tenendo conto di diverse tipologie di errori che possono incidere nel confronto di sezioni rilevate in anni diversi (qualità/accuratezza dei rilievi originali, errori di sovrapposizione), solo differenze di quota media del fondo superiori a 15-20 cm sono state ritenute significative, ossia evidenza di una tendenza dell'alveo all'incisione o alla sedimentazione.

Il rilevamento geomorfologico sul terreno ha permesso: 1) l'acquisizione di alcune caratteristiche del corso d'acqua (ad es. composizione granulometrica del fondo e delle sponde); 2) integrare e/o validare dati già disponibili attraverso altre fonti (ad es. la presenza e lo stato delle opere di difesa); 3) acquisire elementi sulle variazioni altimetriche dell'alveo.

L'aspetto principale utilizzato sul terreno per valutare le variazioni altimetriche nel medio periodo è la presenza o meno di terrazzi recenti. È opportuno rimarcare che per realizzare questo tipo di osservazioni/misure finalizzate alla valutazione delle variazioni altimetriche devono essere presenti in alveo e al suo contorno determinati elementi morfologici (barre, scarpate in erosione, piana inondabile, terrazzi).

### 16.4 - Attuale configurazione dei corsi d'acqua

Sulla base delle diverse componenti geomorfologiche, idrauliche ed ecologiche analizzate sono stati descritti i risultati attraverso l'uso di indicatori di pressione, di stato e d'impatto.

In primo luogo è stata elaborata una sintesi dello stato morfologico dei corsi d'acqua e della loro tendenza evolutiva. Questo al fine di (i) avere a disposizione un quadro complessivo di più immediata lettura e (ii) definire alcuni aspetti chiave che concorrono, assieme alle altre componenti analizzate in questo studio (trasporto solido, aspetti ambientali), ad individuare possibili indirizzi gestionali.

Per il Fiume Oglio sono state esaminate, a scala di tratto, le seguenti caratteristiche: (i) i principali parametri che permettono di definire la tendenza evolutiva nel medio (ultimi 50-100 anni) e nel breve periodo (ultimi 10-20 anni); (ii) grado di artificialità, ossia presenza di opere e loro impatto sulla dinamica d'alveo; (iii) apporto di sedimenti, ovvero presenza ed entità di input di sedimenti (erosione spondale, affluenti, ecc.). Inoltre, sulla base di tali caratteristiche, sono stati sviluppati due indicatori che definiscono l'"alterazione morfologica complessiva" e il "potenziale recupero geomorfologico" dei vari tratti esaminati.

Il primo indicatore, l'alterazione morfologica complessiva, esprime in modo sintetico, ovvero attraverso 4 classi di qualità (bassa, intermedia, elevata, molto elevata), quanto l'assetto geomorfologico dei corsi d'acqua (in termini di forme e processi) è stato alterato nel corso del tempo. L'indicatore deriva dall'incrocio delle varia-

zioni morfologiche dell'alveo (variazioni di larghezza, altimetriche e della configurazione morfologica complessiva) e del grado di artificializzazione (presenza di opere e del loro impatto sulla dinamica fluviale). Le modalità di integrazione di queste due componenti e la definizione delle 4 classi di alterazione morfologica sono illustrate in Tabella 1. L'indicatore ha quindi lo scopo di definire in modo sintetico l'assetto attuale dell'alveo ed è funzionale alla definizione della configurazione di progetto. Ad esempio il fatto che molti tratti fluviali risultino in classe "molto elevata", è una chiara indicazione del fatto che l'Oglio sia nel complesso molto artificializzato ed impattato da un punto di vista geomorfologico.

Questo tipo di valutazione è imprescindibile per poter definire delle configurazioni di progetto e degli indirizzi gestionali realistici, ovvero che possano effettivamente essere conseguiti nel breve-medio periodo. Il secondo indicatore "potenziale recupero geomorfologico" esprime la capacità del corso d'acqua nelle attuali condizioni, ovvero in assenza di interventi, di migliorare il suo stato morfologico, attraverso il recupero, più

o meno rilevante, di forme e processi che nel tempo sono stati alterati. Il potenziale recupero geomorfologico è espresso attraverso 3 classi (basso, intermedio, elevato) e deriva dall'incrocio di due aspetti, variazioni di quota del fondo nel breve periodo (ad esempio incisione o sedimentazione) e apporto di sedimenti (Tabella 2). Questo indicatore è fondamentale per individuare gli indirizzi gestionali più opportuni per i vari tratti. Ad esempio, un tratto con un'alterazione morfologica molto elevata e basso potenziale di recupero morfologico necessita generalmente di interventi per ottenere dei benefici da un punto di vista geomorfologico, mentre in un tratto con potenziale di recupero intermedio o elevato ci si può attendere un recupero morfologico anche in assenza di interventi, ovvero a seguito di processi (mobilità laterale, trasporto solido, ecc.) che già attualmente caratterizzano il tratto stesso. Questo indicatore esprime pertanto la potenzialità di un determinato tratto, nelle attuali condizioni, vale a dire in assenza di specifici interventi, a migliorare la propria funzionalità in termini geomorfologici e di tendere verso una condizione di "equilibrio dinamico".

		ARTIFICIALITÀ			
		BASSA	INTERMEDIA	ELEVATA	MOLTO ELEVATA
VARIAZIONE MORFOLOGICA - medio periodo	BASSA	BASSA	INTERMEDIA	ELEVATA	MOLTO ELEVATA
	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	ELEVATA	MOLTO ELEVATA
	ELEVATA	ELEVATA	ELEVATA	MOLTO ELEVATA	MOLTO ELEVATA

Tabella 1 - Classificazione dell' "alterazione morfologica complessiva" (4 classi, da "molto elevata" a "bassa") ottenuta in base all'incrocio tra entità della variazione morfologica complessiva nel medio periodo e grado di artificialità.

		APPORTO DI SEDIMENTI		
		BASSO	INTERMEDIO	ELEVATO
VARIAZIONE MORFOLOGICA - breve periodo	INCISIONE	BASSO	INTERMEDIO	INTERMEDIO
	EQUILIBRIO	BASSO	INTERMEDIO	ELEVATO
	SEDIMENTAZIONE	INTERMEDIO	ELEVATO	ELEVATO

Tabella 2 - Classificazione del "potenziale recupero geomorfologico" (3 classi, da "elevato" a "basso") ottenuta in base all'incrocio della variazione morfologica nel breve periodo (variazione di quota del fondo) e l'apporto di sedimenti.

Nel medio periodo il corso d'acqua è stato caratterizzato da un restringimento, pari in media al 45%, e da un'incisione dell'alveo di circa 2 m.

La configurazione morfologica ha subito modificazioni rilevanti: si è verificata una forte riduzione delle morfologie transizionali (*wandering* e sinuoso a barre alternate), molto diffuse nel 1954, e una riduzione nell'estensione delle barre. Considerando l'evoluzione nel breve periodo, si osserva che verso valle (da Gratacasolo a Malegno) il restringimento continua ad essere il processo dominante in termini planimetrici, mentre per quanto riguarda l'altimetria prevale una condizione di equilibrio.

Nel segmento comprendente i tratti situati più a monte (da Niardo a Sonico), si ha invece un sostanziale equilibrio, sia planimetrico che altimetrico. Pertanto, seppure in termini qualitativi, si può concludere che il medio periodo è stato caratterizzato da un bilancio di sedimenti negativo. Una stima del bilancio nel breve

periodo risulta invece meno immediata. Se da una parte le variazioni altimetriche suggerirebbero un bilancio prossimo all'equilibrio, si deve considerare il fatto che l'alveo si è ristretto e sta continuando a restringersi (nei segmenti di valle). Il restringimento complessivo testimonia il fatto che i volumi di sedimenti in gioco sono decisamente inferiori rispetto ad alcuni decenni fa, mentre il restringimento più recente e la diffusa diminuzione delle barre indicherebbero un bilancio negativo di sedimenti.

L'alterazione morfologica complessiva del F. Oglio, ottenuta in base all'incrocio tra entità della variazione morfologica complessiva nel medio periodo e grado di artificialità, in sintesi, risulta essere molto elevata in 10 tratti, elevata in 5 tratti e intermedia in 1 tratto. Il potenziale recupero geomorfologico, ottenuto in base all'incrocio della variazione morfologica nel breve periodo e l'apporto di sedimenti, risulta basso in 6 tratti, intermedio in 6 tratti ed elevato in 4 tratti (Tabella 3).

Tratto	Variatione configuraz.morfol. – medio periodo (tra 1954 e 2014)	Artificialità	Alterazione Morfologica Complessiva	Potenziale recupero geomorfologico
1-Gratacasolo	Si (da W a S)	Elevata	Molto elevata	Intermedio
2-Pian Camuno	Si (da W a R)	Intermedia	Elevata	Elevato
3-Rogno	Si (da W a S)	Elevata	Molto elevata	Intermedio
4-Darfo-Boario Terme	No (M)	Molto elevata	Molto elevata	Intermedio
5-Piamborno	Si (da W a SBA)	Elevata	Molto elevata	Elevato
6-Esine	Si (da SBA a S)	Molto elevata	Molto elevata	Intermedio
7-Malegno	Si (da SBA a S)	Molto elevata	Molto elevata	Basso
8-Niardo	Si (da SBA a S)	Molto elevata	Molto elevata	Elevato
9-Cerveno	No (S)	Elevata	Elevata	Basso
10-Capo di Ponte	Si (da SBA a S)	Molto elevata	Molto elevata	Basso
11-Grevo	No (R)	Elevata	Elevata	Basso
12-Berzo Demo	No (S)	Molto elevata	Molto elevata	Basso
13-Borengo	No (R)	Intermedia	Intermedia	Intermedio
14-Malonno	Si (da W a S)	Elevata	Molto elevata	Elevato
15-Rino	Si (da B a SBA)	Intermedia	Elevata	Intermedio
16-Sonico	Si (da SBA a S)	Intermedia	Elevata	Basso

Tabella 3 –Fiume Oglio: tendenza evolutiva dell'alveo, valutazione dell'alterazione complessiva nel medio periodo e potenziale recupero geomorfologico.

Variatione configurazione morfologica – medio periodo: confronto tra la configurazione del 1954 e quella del 2014. R: rettilineo; S: sinuoso; SBA: sinuoso a barre alternate; W: wandering; B: braided (canali intrecciati).

Artificialità: valutazione complessiva delle presenze di opere (bassa (0-10%), intermedia (10-33%), elevata (33-66%), molto elevata (> 66%)) e del loro impatto sulla dinamica d'alveo.

Alterazione morfologica complessiva: l'alterazione geomorfologica del tratto ottenuta in base all'incrocio tra entità della variazione morfologica complessiva nel medio periodo e grado di artificialità.

Potenziale recupero geomorfologico (nelle attuali condizioni, ossia in assenza d'interventi): ottenuto in base all'incrocio della variazione morfologica nel breve periodo e l'apporto di sedimenti.

Per quanto riguarda l'analisi delle cenosi vegetali e dell'uso del suolo, sono stati selezionati due indicatori: 1) valutazione dell'alterazione antropica; 2) potenzialità di recupero (individuando delle specifiche classi). La scelta di sintetizzare le valutazioni effettuate sulla base dei rilievi e delle analisi effettuate ha lo scopo di fornire un risultato di lettura rapida e integrata. Le metriche sono state scelte allo scopo di sintetizzare informazione sulle diverse modalità di alterazione antropica di cui è oggetto il corridoio fluviale, in relazione alle diverse tipologie di pressione che agiscono su di esso. Per quanto riguarda le *Analisi delle cenosi vegetali e dell'Uso del Suolo e lo Studio Idraulico* che hanno permesso di redigere con l'intero Gruppo di Lavoro la valutazione integrata e le altre risultanze esposte si rimanda per completezza al documento ufficiale di sintesi del Progetto Ge.Se.Flu. (2016).

Tuttavia, da tale indagine si evidenzia che la presenza di impianti produttivi (soprattutto cave e frantoi), le vie di comunicazione, la stretta vicinanza degli insediamenti urbani contribuiscono a determinare una consistente pressione antropica lungo il corso d'acqua, che limitano

le possibilità di recupero dell'integrità fluviale.

A tale quadro si aggiunge l'analisi della componente idraulica e del trasporto solido, attraverso cui sono state affrontate le problematiche relative alla quantificazione del bilancio di sedimenti alla scala di asta fluviale, tentando di effettuare una valutazione delle tendenze al ripascimento o erosione del corso d'acqua.

Rispetto alle condizioni naturali indisturbate, l'analisi dei dati disponibili ha messo in evidenza che le condizioni reali sono ampiamente divergenti. Infatti, il bilancio di sedimenti è fortemente alterato, nel caso del bacino in questione, dai seguenti fattori: 1) presenza di opere trasversali sui tributari e sul corso d'acqua principale (Figura 3); 2) presenza di invasi artificiali; 3) effettuazione e reiterazione nel tempo di operazioni di escavazione di inerti dall'alveo del corso d'acqua.

Come noto l'attività di escavazione in alveo comporta effetti non solo locali (nelle immediate vicinanze dell'area di escavazione), ma anche a scala di asta fluviale o di tratto di asta fluviale. La completa cessazione delle attività estrattive in alveo non comporta un immediato recupero delle condizioni di naturalità.



Figura 3 – Esempio della presenza di elementi antropici che interrompono la continuità del trasporto solido (in alto) nella zona di confluenza del T. Palobbia con il F. Oglio e (in basso) attività estrattive in fregio al corso d'acqua (Costa Volpino, Rogno); ortofoto CNR IRPI, 2014.



Figura 3 – Esempio della presenza di elementi antropici che interrompono la continuità del trasporto solido (in alto) nella zona di confluenza del T. Palobbia con il F. Oglio e (in basso) attività estrattive in fregio al corso d'acqua (Costa Volpino, Rogno); ortofoto CNR IRPI, 2014.

## 16.5 - Definizione della configurazione di progetto dei corsi d'acqua

Nel rappresentare la configurazione di progetto dei corsi d'acqua è opportuno premettere, come principio di base, che gli scenari proposti non prevedono di ripristinare condizioni non disturbate, bensì di determinare i presupposti affinché venga raggiunta una buona funzionalità geomorfologica ed ecologica.

Altro aspetto da evidenziare è che le configurazioni di progetto non prevedono la modifica dell'assetto dei sistemi difensivi presenti a protezione d'insediamenti e infrastrutture strategiche.

Allo scopo di poter disporre di modelli interpretativi capaci di individuare, sulla base della valutazione della configurazione attuale, la configurazione di progetto più adeguata, si è fatto riferimento a criteri e definizioni consolidati sia in campo geomorfologico, sia in campo ecologico.

### Ambito geomorfologico

**Preservare ( $G_p$ ):** con questo termine si intende che la configurazione di progetto non si discosta sostanzialmente dalla configurazione attuale. Il tratto fluviale presenta una funzionalità morfologica, in termini di forme e processi, che non necessita di miglioramenti.

**Recuperare ( $G_r$ ):** con questo termine si intende che nella configurazione di progetto si prevede la necessità di migliorare l'attuale configurazione. Il tratto sebbene alterato presenta processi che manifestano la capacità di recuperare, in modo assistito o in naturalità, la funzionalità geomorfologica in termini di forme e processi.

**Mantenere ( $G_m$ ):** con questo termine si intende che la configurazione di progetto deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite. Il tratto è fortemente alterato da un punto di vista geomorfologico dalla presenza continua di un sistema difensivo che determina condizioni di elevata artificializzazione, infatti prevale la funzione di protezione d'insediamenti e infrastrutture altamente strategici da fenomeni alluvionali e non si possono pertanto ipotizzare miglioramenti della fun-

zionalità geomorfologica. In questi tratti è necessario garantire l'assetto di progetto imposto dalle geometrie del sistema difensivo.

### Ambito ecologico

**Conservare ( $E_c$ ):** la configurazione di progetto deve garantire il mantenimento dei livelli esistenti di naturalità, funzionalità e connettività ecologica. Si deve operare nel senso della tutela attiva delle cenosi e degli habitat presenti a protezione della funzionalità ecosistemica e per il mantenimento dell'attuale livello di resilienza del sistema.

**Migliorare ( $E_M$ ):** la configurazione di progetto deve tendere all'incremento dei livelli esistenti di naturalità, funzionalità e connettività ecologica. Le cenosi e gli habitat presenti si discostano da quelli attesi a maggiore coerenza e funzionalità ecologica. Si deve operare nel senso di una riqualificazione ecologica delle formazioni di interesse comunque presenti. La finalità è l'incremento dell'attuale livello di resilienza del sistema.

**Recuperare ( $E_R$ ):** la configurazione di progetto è finalizzata alla ricostituzione di ambiti a naturalità, funzionalità e connettività ecologica significativa in aree al momento caratterizzate da alterazione antropica. Non sono presenti cenosi ed habitat di interesse. Si deve operare nel senso di una ricostruzione di formazioni di interesse o, nel caso di tratti dove la configurazione di progetto morfologica deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite, ad intervenire con la costruzione di elementi di naturalità almeno residuale. La finalità è l'incremento dell'attuale livello di resilienza del sistema.

In relazione a tali definizioni si è sviluppata una matrice, attraverso la quale sono state individuate 8 categorie di configurazione di progetto (Tabella 4). Per ciascuna di queste configurazioni sono riportate le definizioni che sono state di riferimento per l'individuazione degli obiettivi di ciascun tratto:

$G_p-E_c$  = la configurazione di progetto non si discosta dalla configurazione attuale. Il tratto fluviale è già in una condizione di naturalità, funzionalità morfologica ed ecologica sono soddisfacenti.

$G_p-E_M$  = la configurazione di progetto non si discosta dalla configurazione attuale dal punto di vista geomorfologico. Sono presenti formazioni vegetali funzionali anche se non corrispondono pienamente a quelle attese per struttura e fisionomia.

$G_p-E_R$  = la configurazione di progetto non si discosta da quella attuale dal punto di vista geomorfologico, ma non sono presenti formazioni vegetali funzionali, l'uso

del suolo è principalmente di tipo antropico (agricolo, artificiale).

$G_R-E_c$  = la configurazione di progetto prevede la necessità di migliorare l'attuale configurazione geomorfologica che, sebbene alterata, presenta processi che manifestano la capacità di recuperare, in modo assistito o in naturalità, la funzionalità geomorfologica (forme e processi). Le cenosi vegetali sono in condizioni di funzionalità e naturalità soddisfacenti.

$G_R-E_M$  = la configurazione di progetto prevede la necessità di migliorare l'attuale configurazione geomorfologica che, sebbene alterata, presenta processi che manifestano la capacità di recuperare, in modo assistito o in naturalità, la funzionalità geomorfologica (forme e processi).

Sono presenti formazioni vegetali funzionali anche se non corrispondono pienamente a quelle attese per struttura e fisionomia

$G_R-E_R$  = la configurazione di progetto prevede la necessità di migliorare l'attuale configurazione geomorfologica che, sebbene alterata, presenta processi che manifestano la capacità di recuperare, in modo assistito o in naturalità, la funzionalità geomorfologica (forme e processi). Non sono presenti formazioni vegetali funzionali, l'uso del suolo è principalmente di tipo antropico (agricolo, artificiale).

$G_M-E_M$  = la configurazione di progetto deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite. Il tratto è fortemente artificializzato dalla presenza continua di un sistema difensivo, infatti prevale la funzione di protezione d'insediamenti e infrastrutture altamente strategici da fenomeni alluvionali e non si possono pertanto ipotizzare miglioramenti della funzionalità geomorfologica; sono presenti solo lembi di formazioni vegetali funzionali che non corrispondono a quelle attese per struttura e fisionomia

$G_M-E_R$  = la configurazione di progetto deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite. Il tratto è fortemente artificializzato dalla presenza continua di un sistema difensivo, infatti prevale la funzione di protezione d'insediamenti e infrastrutture altamente strategici da fenomeni alluvionali e non si possono pertanto ipotizzare miglioramenti della funzionalità geomorfologica; si ha sostanziale assenza di formazioni funzionali.

Al fine di garantire la conservazione, il miglioramento o il recupero della naturalità e funzionalità ecologica del sistema fluviale le 8 configurazioni di progetto sono state integrate con altre 3, che riguardano aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale :

$E_1$  = condizioni di naturalità e funzionalità ecologica soddisfacenti  
 $E_2$  = sono presenti cenosi vegetali che non corrispondono

non pienamente a quelle attese per struttura e fisionomia.  
 $E_3$  = ambiti caratterizzati da usi del suolo artificiali (frantoi di inerti, cave, cantieri).

		Ecologia		
		Conservare	Migliorare	Recuperare
Geomorfologia	Preservare	$G_P-E_C$	$G_P-E_M$	$G_P-E_R$
	Recuperare	$G_R-E_C$	$G_R-E_M$	$G_R-E_R$
	Mantenere	-	$G_M-E_M$	$G_M-E_R$

Tabella 4 – Matrice con la quale sono state individuate 8 categorie di configurazione di progetto

Per ogni tratto di corso d'acqua sono riportate una o più delle undici categorie di configurazioni di progetto sopra descritte.

In linea generale occorre rilevare che il raggiungimento degli obiettivi definiti nelle configurazioni di progetto contribuisce ad attenuare gli impatti della dinamica fluviale e a potenziare, contrastando la canalizzazione, i processi di laminazione delle piene, oltre a migliorare la qualità dei servizi ecosistemici dei sistemi fluviali. Importanti elementi di progetto che hanno contribuito alla determinazione della configurazione di progetto sono stati la delimitazione della fascia di mobilità massima compatibile (FDM) e l'individuazione delle opere non strategiche. Coerentemente con gli strumenti normativi, i Programmi di gestione dei sedimenti del Fiume Po (2006-2008), nati con l'obiettivo di preservare/ripristinare i processi naturali e ridurre gli effetti al sistema naturale generati dalle opere in alveo, classifica le opere di difesa spondale in strategiche e non strategiche, prevedendo per le prime programmi di manutenzione e monitoraggio e per le altre nessun intervento conservativo fino alla rimozione.

In base a tale impostazione metodologica nel Progetto Ge.Se.Flu. nel definire gli indirizzi gestionali è stata valutata la strategicità delle difese spondali. Sono state riconosciute strategiche solo quelle opere che rispondano a locali esigenze di protezione dei centri

abitati ed infrastrutture strategiche (es. strade, insediamenti residenziali o produttivi, argini maestri), mentre le restanti opere sono state definite "non strategiche" laddove sono presenti usi del suolo compatibili con la divagazione del corso d'acqua o sono in atto usi del suolo temporanei ai quali dovranno seguire la dismissione e lo smantellamento degli impianti di lavorazione degli inerti o usi ricreativi rilocalizzabili.

Pertanto per le opere "non strategiche" non occorrerà prevedere nessun intervento conservativo e potranno essere previste eventuali rimozioni nei casi in cui tali opere esercitano un significativo impatto al ripristino dei processi geomorfologici (L.R. 15 marzo 2006, art. 20, n. 4), in ragione dei diversi usi presenti a tergo sono state distinte:

- opere "non strategiche" s.s.;
- opere "non strategiche", solo a seguito della trasformazione dell'attuale uso del suolo.

Per quanto riguarda le opere strategiche occorrerà prevedere azioni di monitoraggio, adeguate a verificarne l'efficacia e l'efficienza. Nell'ambito della categoria delle opere strategiche sono state riconosciute alcune opere per le quali si propone l'arretramento lato campagna per aumentare la fascia di mobilità dell'alveo garantendo comunque la protezione dell'infrastruttura strategica mediante la ricollocazione dell'opera di longitudinale a diretta difesa.

## 16.5 - Indirizzi gestionali dei corsi d'acqua

In relazione alle configurazioni di progetto sono stati definiti degli indirizzi gestionali, che nel tempo andranno comunque approfonditi per valutarne la fattibilità tecnica e la condivisione territoriale, trattandosi anche di proposte che prevedono la trasformazione dell'uso del suolo attuale.

Gli indirizzi gestionali sono stati sviluppati coerentemente con i dispositivi che disciplinano la materia dei sedimenti - Direttiva gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua (C.I. 9/2006) - e con le leggi regionali (art. 55 della L.R. n.12/2005 e artt. 20 e 21 della L.R. n. 4/2016).

Inoltre, al fine di garantire la conformità con gli strumenti di pianificazione recentemente approvati nel PdgPo e PGRA (Dir.2000/60/CE e 2007/60/CE), gli indirizzi gestionali sono stati confrontati con le misure dei piani suddetti. Essi, individuati per ogni singolo tratto, sono stati articolati secondo le seguenti tipologie:

Indirizzi gestionali (aspetti geomorfologici ed idraulici)

- A:** Nessun intervento, tutelare forme e processi geomorfologici.
- B:** Migliorare la divagazione del corso d'acqua recuperando le aree ricomprese nella fascia di mobilità.
- C:** Migliorare la divagazione del corso d'acqua recuperando le aree ricomprese nella fascia di mobilità attraverso interventi di adeguamento e parziale o totale dismissione di opere idrauliche longitudinali.
- D:** Migliorare la divagazione del corso d'acqua recuperando le aree ricomprese nella fascia di mobilità tramite la parziale o totale dismissione di opere idrauliche longitudinali a condizione di modificare la destinazione d'uso delle aree retrostanti.
- E:** Migliorare la capacità di convogliamento delle portate di piena nelle aree di confluenza con i tributari, anche attraverso interventi di movimentazione di sedimenti verso valle.
- F:** Interventi di movimentazione dei sedimenti.
- G:** Mantenimento della capacità di deflusso anche attraverso la ricalibratura del tratto con movimentazione verso valle dei sedimenti.

Indirizzi gestionali (aspetti ecologici)

- I:** tutela attiva degli habitat fluviali presenti, nei confronti di impatti quali distruzione e frammentazione per diversa destinazione d'uso del suolo, diffusione

di specie esotiche invasive.

- II:** riqualificazione delle formazioni vegetali di interesse presenti attraverso interventi di miglioramento/assestamento verso habitat fluviali a maggior coerenza ecologica.
- III:** recupero della naturalità e funzionalità del corridoio fluviale attraverso la ricostruzione ex novo di habitat fluviali trasformando gli attuali uso del suolo (sia agricoli, sia artificiali).
- IV:** miglioramento e costruzione di cenosi che possano garantire quantomeno elementi di naturalità residuale in contesti dove la configurazione di progetto morfologica deve garantire il mantenimento di condizioni predefinite limitanti per lo sviluppo di habitat fluviali.
- V:** tutela attiva degli habitat presenti in aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale.
- VI:** riqualificazione delle formazioni vegetali funzionali presenti in aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale attraverso interventi di miglioramento/assestamento verso habitat a maggior coerenza ecologica.
- VII:** recupero della naturalità e funzionalità attraverso la ricostruzione ex novo di habitat in aree esterne alla fascia di mobilità del corso d'acqua ma topograficamente e funzionalmente connesse al corridoio fluviale trasformando gli attuali uso del suolo (in aree caratterizzate da usi del suolo artificiali in dismissione e/o marginali e degradate).

Inoltre, per quanto riguarda gli aspetti ecologico-funzionali, sono indicati anche altri indirizzi di carattere territoriale, inerenti la conservazione, il miglioramento e il recupero della connettività longitudinale e trasversale, ad una scala di area vasta.

Associati agli indirizzi gestionali sono state definite le modalità e la frequenza delle attività di monitoraggio dell'alveo (sezioni trasversali, rilievi aerei, ecc.), nonché delle regole operative necessarie per la verifica nel tempo delle condizioni del corso d'acqua a cui subordinare le future necessità di manutenzione ordinaria.

Nella Tabella 5 sono riportate le valutazioni integrate della componente geomorfologica, idraulica-trasporto-solido ed ecosistemica, la configurazione di progetto (Figura 4) e gli indirizzi gestionali.

Tratto	Indicatori di sintesi relativi allo stato geomorfologico		Indicatori di sintesi relativi allo stato delle cenosi ed uso del suolo		Indicatori di sintesi relativi allo stato idrologico		Configurazione di progetto	Indirizzi gestionali
	Alterazione morfologica complessiva	Potenziale recupero geomorfologico	Indice di alterazione antropica	Potenziale incremento di naturalità tramite riqualificazione	Capacità di trasporto solido	Impatto estrattivo		
1-Gratacasolo	Molto elevata	Intermedio	Molto elevata	Alto	Basso	Elevato	$G_R - E_M, G_R - E_R, E_3$	B, D - II, III, VII
2-Pian Camuno	Elevata	Elevato	Elevata	Alto	Basso	Elevato	$G_R - E_M, G_R - E_R$	C, D - II, III
3-Rogno	Molto elevata	Intermedio	Elevata	Alto	Basso	Elevato	$G_R - E_M, G_R - E_R, E_3$	B, D - II, III, VII
4-Darfo-Boario Terme	Molto elevata	Intermedio	Molto elevata	Basso	medio	elevato	$G_R - E_M$	B - II, IV
5-Pianborno	Molto elevata	Elevato	Elevata	Basso	medio	elevato	$G_R - E_M, G_R - E_R$	B, D - II, III
6-Esine	Molto elevata	Intermedio	Elevata	Basso	medio	elevato	$G_R - E_M$	D - II, IV
7-Malegno	Molto elevata	Basso	Elevata	Molto basso	medio	non applicabile	$G_R - E_M$	B - II, IV
8-Niardo	Molto elevata	Elevato	Elevata	Medio	medio	non applicabile	$G_R - E_M, G_R - E_R$	B, C, D - II, III
9-Cerveno	Elevata	Basso	Presente	Basso	medio	basso	$G_R - E_M, E_1$	B, C - II, V
10-Capo di Ponte	Molto elevata	Basso	Molto elevata	Medio	medio	non applicabile	$G_M - E_R, E_3$	G - V, VII
11-Grevo	Elevata	Basso	Molto Elevata	Molto basso	Medio/elevato	non applicabile	$G_M - E_M$	G - IV
12-Berzo Demo	Molto elevata	Basso	Elevata	Molto basso	elevato	non applicabile	$G_M - E_M, G_M - E_R$	G - IV
13-Borengo	Intermedia	Intermedio	Presente	Basso	elevato	non applicabile	$G_R - E_M$	B - II
14-Malonno	Molto elevata	Elevato	Presente	Alto	basso	elevato	$G_R - E_M$	B, C, E - II
15-Rino	Elevata	Intermedio	Elevata	Alto	basso	elevato	$G_R - E_M, G_R - E_R$	B, D, E - II, III
16-Sonico	Elevata	Basso	Molto elevata	Alto	basso	elevato	$G_R - E_R$	D - III, IV

Tabella 5 - Valutazione integrata del F. Oglio con indicazione della configurazione di progetto e degli indirizzi gestionali.

L'indirizzo gestionale geomorfologico-idraulico prevalente riguarda la necessità di ampliare la fascia di divagazione del corso d'acqua.

Si evidenzia in modo significativo che in molti tratti la divagazione del corso d'acqua è impedita da opere idrauliche poste non strategiche, la cui dismissione contrasta con l'attuale uso del suolo.

I tratti che nel breve termine si presentano in sedimentazione sono da interpretare come tratti in cui sono attivi processi di recupero verso una nuova configurazione di equilibrio del corso d'acqua a seguito dei forti squilibri subiti nel passato.

Gli indirizzi gestionali prevalenti per gli aspetti ecologici si riferiscono ad interventi finalizzati:

- a riqualificare formazioni vegetali di interesse verso habitat fluviali a maggior coerenza ecologica;
- ricostruzione ex novo di habitat fluviali trasformando gli attuali usi del suolo;
- migliorare/costruire elementi di naturalità residuale in contesti in cui prevale il sistema di opere di difesa dalle alluvioni.



Figura 4 – Estratto della Tavola relativa alle configurazioni di progetto (per la legenda vedere la descrizione dettagliata nel testo).

**BIBLIOGRAFIA**

- Church, M., 1992. Channel morphology and typology. In: Carlow, P., Petts, G.E. (Eds.), *The Rivers Handbook*. Blackwell, Oxford, UK, 126–143.
- Luino F, Turconi L., Surian N., Minciardi M.R., Pellegrini L., Franzi L., Rossi G.L., Bazzi N., Bresciani I., Colli-medaglia M., Senesi M., Simonelli T., Ciadamidaro S., Godone F., Baldo M., Aimar A. (2016) - Progetto GE.SE.FLU. DELIBERAZIONE REGIONE LOMBARDIA N° X / 2214 - Ricerca conoscitiva sulla dinamica fluviale finalizzata alla gestione dei sedimenti del fiume Adda sopralacuale, del fiume Mera e del Fiume Oglio sopralacuale.
- Montgomery, D.R., Buffington, J.M., 1997. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin* 109, 596–611.
- Rinaldi M, Surian N, Comiti F, Bussetini M. (2010) – ISPRA Sistema di Valutazione Morfologica dei corsi d'acqua, Manuale tecnico-operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua.
- Rosgen, D.L., 1994. A classification of natural rivers. *Catena* 22, 169–199.
- Schumm, S.A., 1977. *The Fluvial System*. Blackburn Press, Caldwell, NJ, 338 pp.
- Surian, N., Rinaldi, M., 2003. Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology* 50, 307–326.

## Capitolo XVII

# Energia idroelettrica e fiumi: alleati o nemici?

di Giancarlo Gusmaroli  
*Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale*  
e

Alessandra Gelmini  
*Officina11 Società Cooperativa Impresa Sociale*

### 17.1 - Fiumi fonti di vita

I fiumi occupano meno dell'1% della superficie terrestre ma sono tra i più complessi e produttivi ecosistemi del pianeta. Circa la metà di tutte le specie ittiche terrestri si trovano nei fiumi e centinaia di milioni di persone dipendono dal cibo prodotto grazie a fiumi con deflusso libero o comunque non alterato in modo significativo. Autori diversi hanno stimato una disponibilità di pesce (e altre specie acquatiche commestibili) variabile tra 14 e 32 milioni di tonnellate all'anno, garantendo la copertura proteica della dieta basata su tali specie per circa 225-550 milioni di persone, alla quale si aggiungono ulteriori 14 tonnellate all'anno di biomassa prelevata da delta ed estuari fluviali alimentati dai nutrienti trasportati da reticolo idrografico sotteso<sup>1</sup>.

A queste stime si aggiunge il beneficio dato dalle acque irrigue di origine fluviale - a livello globale si stima che alimentino il 25% delle colture agricole<sup>2</sup> - e dalle pianure alluvionali connesse con i corsi d'acqua - dove agricoltura e pastorizia possono godere della fertilità dei suoli data dalla periodica inondazione -, nonché i

molteplici altri servizi ecosistemici<sup>3</sup> dati da corsi d'acqua non alterati in modo significativo dal punto di vista idromorfologico. La possibilità di sfruttare l'energia dei fiumi per produrre elettricità, tramite la cosiddetta produzione idroelettrica, figura tra questi ultimi da quasi 150 anni (nel 1879 fu costruita la prima centrale idroelettrica presso le cascate del Niagara negli Stati Uniti). A livello globale è stata registrata la presenza di 59.071 grandi dighe<sup>4</sup>, di cui 9.718 (pari a circa il 16%) dedicate in forma esclusiva (pari a 5.786) o promiscua (pari a 3.932) alla produzione idroelettrica<sup>5</sup>.

Considerando che l'accesso all'energia elettrica è un fattore chiave per la crescita economica, nelle prossime tre decadi si stima un incremento nello sviluppo di impianti idroelettrici che potrebbe arrivare a raddoppiare

---

3) Nel *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) delle Nazioni Unite i servizi ecosistemici vengono definiti come i "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano".

4) La Commissione Internazionale per le Grandi Dighe definisce "grande diga" uno sbarramento con altezza calcolata dalla fondazione più bassa al coronamento uguale o superiore a 15 metri ovvero, per altezze comprese tra 5 e 15 metri calcolate come sopra, avente un volume di accumulo superiore a 3 milioni di metri cubi.

5) [26]

---

1) [22]

2) [22]

Figura 01 – Il fiume Piave in aperto rapporto con la sua pianura alluvionale (foto: Bruno Boz).





il parco globale delle grandi dighe (la metà del quale in Asia). Il 17% della produzione elettrica globale proviene dal settore idroelettrico, rappresentando il 78% della generazione elettrica globale da fonti rinnovabili, con un valore di 3.500 terawattora raggiunto nel 2010<sup>6</sup>. Nel 2013 la capacità installata era approssimativamente pari a 1.100 gigawatt (di cui 216 gigawatt in Europa)<sup>7</sup>. Tale valore costituisce solo una frazione di quanto è tecnicamente fattibile a livello globale: si stima che la produzione idroelettrica potenziale sia pari a 15.000 terawattora, corrispondente ad una capacità installata di circa 4.000 gigawatt, pari a circa 4 volte i numeri attualmente in essere. Nel 2015 risultavano 3.700 grandi dighe in costruzione o pianificate per la produzione idroelettrica, per una capacità pari a circa 723 gigawatt, con un impatto ambientale stimato su circa 300.000 chilometri di corsi d'acqua aventi portate medie superiori a 10 metri cubi al secondo (pari ad una riduzione del 15% di tali corsi d'acqua non interessati da alterazioni idroelettriche), il 70% dei quali appartenenti ad ecoregioni di grande valore per la biodiversità.

L'energia idroelettrica gode, soprattutto tra i non addetti ai lavori, di un'immagine di energia "verde" e "pulita"; ne vengono generalmente sottolineati i benefici ambientali di scala globale, comuni alle altre fonti di energia rinnovabile, in particolare l'assenza di emissioni di CO<sub>2</sub><sup>8</sup>. Tuttavia, anche assumendo, come è in molti casi ragionevole nel contesto italiano, che gli effetti ambientali globali derivanti dalla riduzione di emissioni gassose siano complessivamente positivi, esiste un chiaro conflitto in relazione agli impatti ambientali negativi a scala locale (dal sito di installazione al corpo idrico interessato e, in alcuni casi, ad estese porzioni del reticolo e del bacino idrografico), in particolare sugli ecosistemi acquatici<sup>9</sup>.

Tali impatti sono ormai ampiamente riconosciuti, tanto

che già da diversi anni nelle comunicazioni e documenti ufficiali della CE che analizzano l'incidenza dei diversi fattori di pressione nel mancato raggiungimento o nella deroga dagli obiettivi di qualità ecologica richiesti dalla Direttiva Quadro sulle Acque, l'idroelettrico risulta sempre ai primi posti. Secondo l'Agenzia Ambientale Europea<sup>10</sup>, circa il 60 % delle acque superficiali (fiumi, laghi, acque di transizione e costiere) non sono in buono stato (o potenziale) ecologico e le principali pressioni significative sono quelle di natura idromorfologica (attestate sul 40% dei corpi idrici). In più della metà dei corpi idrici interessati da tali pressioni (il 24% sul 40% di cui sopra), la causa è costituita da barriere fisiche (traverse, dighe, chiuse) che hanno un impatto sulla continuità longitudinale.

I principali impatti sugli ecosistemi acquatici e terrestri che costituiscono i corridoi fluviali sono dovuti alla stessa presenza di strutture e infrastrutture finalizzate alla produzione idroelettrica (manufatti di ritenuta, di derivazione, di produzione e trasformazione, di trasporto idrico, di trasmissione elettrica, ecc.), ma anche alle modalità di gestione di tali impianti (in particolare delle portate idriche e solide rilasciate nel tratto derivato e restituite a valle).

La dimensione degli impianti per la produzione idroelettrica e delle relative opere funzionali, inclusi gli sbarramenti fluviali, non è comunque un fattore che determina univocamente l'impatto ambientale, in quanto i fattori naturali e antropici di contesto concorrono in modo rilevante a definire l'entità dell'interferenza<sup>11</sup>, che quindi deve essere valutata caso per caso. A tal proposito, la Commissione Europea ha recentemente licenziato un documento con il quale, sulla base della principale letteratura di settore, vengono richiamati i principali effetti sull'ambiente fluviale di un sistema per la produzione idroelettrica<sup>12</sup>.

6) Tale produzione idroelettrica, se effettuata da fonti fossili, avrebbe determinato una emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera pari a 2,8 miliardi di tonnellate nel caso dell'utilizzo di carbone e pari a 1,6 miliardi di tonnellate nel caso dell'utilizzo di gas naturale.

7) [22]

8) Più correttamente, si dovrebbe parlare di "riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub>" (ed altri gas climalteranti) rispetto alle fonti non rinnovabili a parità di energia prodotta, in quanto anche la produzione idroelettrica ne determina; si pensi alle emissioni connesse al ciclo di vita degli impianti e in particolare delle infrastrutture necessarie alla produzione o, in misura minore alle nostre latitudini, alla decomposizione della materia organica accumulata negli invasi artificiali.

9) [04]

10) [09]

11) [24]

12) [07]

IMPATTO AMBIENTALE	DESCRIZIONE
<p>Variazioni della morfologia dei fiumi e degli habitat fluviali<sup>13</sup></p>	<p>Qualsiasi alterazione fisica dei corpi idrici incide sui normali processi idrologici e interrompe la continuità ecologica dei sistemi di acqua dolce, sia longitudinalmente sia lateralmente, ad esempio scollegando i fiumi dalle loro pianure alluvionali e zone umide circostanti, o creando un effetto di stagnazione intorno alla centrale. La forma più evidente di perdita di habitat consiste nella distruzione fisica diretta degli habitat stessi a monte o a valle oppure nell'area circostante (ad esempio sottrazione di territorio, inondazioni, rimozione di vegetazione ripariale o strutture fisiche nel fiume). Tuttavia, anche in assenza di sottrazione fisica di territorio, la perturbazione dei processi idromorfologici può a sua volta perturbare o alterare le condizioni biotiche e abiotiche essenziali per la struttura e il funzionamento dell'habitat. Può inoltre portare alla colonizzazione degli habitat degradati da parte di specie invasive con la conseguente completa sostituzione della flora e fauna naturale.</p>
<p>Barriere alla migrazione e alla distribuzione delle specie protette</p>	<p>I fiumi, i laghi e le zone ripariali svolgono un ruolo importante nella distribuzione e nella migrazione delle specie di acqua dolce e negli spostamenti più localizzati tra le varie zone di alimentazione, riproduzione, riposo e nidificazione. Essi fungono da corridoi ecologici o passarelle di collegamento essenziali sul territorio e qualsiasi ostacolo o impedimento alla loro libera circolazione a monte o a valle, per quanto piccolo, può avere notevoli ripercussioni sulla sopravvivenza di queste specie. Le centrali idroelettriche possono perturbare o impedire, direttamente o indirettamente, la distribuzione e la migrazione delle specie. I casi più evidenti sono rappresentati dalle dighe e dalle aree di ritenzione che interpongono barriere fisiche alla migrazione dei pesci, impedendo loro di spostarsi lungo il fiume. La presenza di queste barriere produce effetti significativi sulla sopravvivenza di molte specie di acqua dolce, determinando la frammentazione, l'isolamento e la definitiva scomparsa in particolare di alcune popolazioni ittiche di acqua dolce. L'effetto barriera risulta particolarmente grave quando su un tratto fluviale vi è più di una struttura o barriera fisica che, anche se molto piccola, può renderlo rapidamente impercorribile. Anche i canali artificiali possono costituire un ostacolo agli spostamenti delle specie, non solo perché attraversano e pertanto frammentano gli habitat terrestri, ma anche perché possono creare connessioni artificiali tra bacini idrografici tali da accrescere la diffusione di specie non autoctone, a danno di quelle autoctone.</p>
<p>Perturbazione delle dinamiche di sedimentazione<sup>14</sup></p>	<p>I sedimenti sono un elemento naturale degli ecosistemi acquatici, essenziali per il loro funzionamento idrologico, geomorfologico ed ecologico. I sedimenti formano una varietà di habitat a cui sono legate direttamente e indirettamente molte specie. In condizioni naturali si verifica un costante trasporto verso il mare dei sedimenti (principalmente ghiaia), che mantiene la struttura e la funzione ecologica dei fiumi. Strutture trasversali quali briglie o dighe tendono a perturbare le dinamiche naturali di sedimentazione. I serbatoi di grandi dimensioni possono trattenere oltre il 90% dei sedimenti in entrata, il che può comportare una maggiore erosione del letto e delle sponde del fiume a valle nonché la distruzione locale di importanti strutture idromorfologiche quali i banchi di ghiaia. Anche i lavori di manutenzione sulle briglie e sulle dighe che comportano lo scarico periodico di sedimenti (soprattutto in estate, quando vi è scarsità d'acqua), se non gestiti correttamente, possono nuocere agli habitat e alle specie. A monte di una diga, in un serbatoio o nelle sezioni arginate, la ridotta capacità di trasporto dei sedimenti ne provoca l'accumulo, con possibili effetti negativi sia sulle specie che sugli habitat, ad esempio favorendo la crescita di alghe o di altre erbe acquatiche che soppiantano le specie protette.</p>
<p>Variazioni del regime della portata ecologica<sup>15</sup></p>	<p>La portata ecologica è un meccanismo di vitale importanza per mantenere i processi essenziali degli ecosistemi fluviali sani dai quali dipendono specie e habitat protetti dall'UE e garantire il buono stato ecologico dei corpi idrici. Una variazione della portata ecologica può ridurre o degradare la portata dell'habitat acquatico e la sua connettività con gli habitat ripariali. Un flusso d'acqua troppo esiguo, ad esempio, può avere svariati effetti negativi, tra cui il prosciugamento dei siti di riproduzione di specie di pesci e lamprede, o impedire lo sviluppo delle uova e degli avannotti. Inoltre, la migrazione ittica controcorrente può risultare ostacolata nel tratto impoverito, a causa di impedimenti derivanti dalla riduzione delle portate o dall'insufficienza degli stimoli che incoraggiano i pesci a migrare. L'inadeguatezza della portata nel letto originario del fiume può anche provocare il surriscaldamento e l'insufficiente ossigenazione dell'acqua (come illustrato sopra). Ciò determina condizioni di vita insostenibili per tutta una serie di specie di pesci, gamberi e lamprede, molluschi bivalve e libellule che dipendono dagli habitat di acqua corrente.</p>

13) [20]

14) [20]

15) [06], [18]

<p>Variazioni della portata fluviale indotte dalle centrali idroelettriche di punta<sup>16</sup></p>	<p>Forti oscillazioni della portata possono provocare gravi danni sia alle specie che ai loro habitat, specialmente nei fiumi di piccole dimensioni. Le fluttuazioni di portata causate dall'esercizio degli impianti idroelettrici (<i>hydropeaking</i>) sottopongono a stress gli organismi che vivono nelle zone del fiume interessate da questa pratica, in particolare quelli che non sono in grado di affrontare variazioni repentine dei livelli dell'acqua, come gli avannotti o altri organismi lenti o statici (segnatamente specie vegetali). Le fluttuazioni indotte della portata influiscono inoltre sul comportamento delle prede delle specie protette e, di conseguenza, sulle loro condizioni di salute. Gli effetti dell'<i>hydropeaking</i> sono particolarmente intensi nei periodi sensibili (ad esempio, di siccità o gelo) e diventano sempre più importanti sullo sfondo dei cambiamenti climatici. Un altro effetto negativo delle centrali idroelettriche di punta è spesso costituito dalla grande differenza di temperatura dell'acqua scaricata nei periodi di picco, molto più bassa di quella del fiume. Le specie che si sono adattate a temperature dell'acqua costanti non possono sopravvivere a variazioni repentine che si protraggono per diverse ore al giorno.</p>
<p>Variazioni dei cicli alluvionali stagionali</p>	<p>Talvolta vengono adottate misure per modificare gli alvei in modo da avere un migliore controllo sulla portata d'acqua. Gli interventi di controllo della portata possono provocare perturbazioni dei cicli alluvionali stagionali, causando in alcuni casi la totale scomparsa delle specie e dei tipi di habitat che dipendono da questi cicli, ad esempio le foreste alluvionali, gli stagni temporanei, le lanche dei laghi e dei fiumi nonché le specie loro associate.</p>
<p>Variazioni dello stato chimico e della temperatura dell'acqua</p>	<p>Le dighe possono provocare variazioni sostanziali della qualità chimica, della composizione minerale e del pH del fiume sia a monte che a valle, ad esempio attraverso l'accumulo di inquinanti nei sedimenti. Tali variazioni complessivamente influiscono sulla composizione delle comunità animali e vegetali presenti. Gli organismi sono inoltre influenzati dalle variazioni della temperatura dell'acqua e dalle correlate alterazioni della concentrazione di ossigeno. I bacini artificiali possono determinare un notevole aumento della temperatura ma anche una sua riduzione se l'acqua viene presa dal fondo.</p>
<p>Ferimenti e uccisioni di animali</p>	<p>I pesci e animali di altre specie che attraversano una centrale idroelettrica possono restare feriti o uccisi. Una centrale idroelettrica può provocare: lesioni da contatto fisico con pale, giranti o corpo della turbina; danni derivanti da sbalzi di pressione durante il passaggio attraverso la turbina; intrappolamento nelle griglie o lesioni provocate da pulitrici; ferimenti causati da portate intense e dagli sfioratori delle sezioni di deflusso; vulnerabilità alla predazione a causa del disorientamento. Il grado di mortalità può variare tra lo 0 e il 100% nella stessa centrale idroelettrica<sup>28</sup>. Molto dipende dal tipo di pesci presenti e dal tipo di costruzione della centrale nonché dalle misure di attenuazione applicate. Il tasso di mortalità associato alle turbine aumenta in funzione della velocità, del numero di pale del rotore e della minore distanza tra le pale (tipo Kaplan). La mortalità può raggiungere il 100% se i pesci passano attraverso una turbina dei tipi utilizzati soprattutto nelle centrali ad alta pressione (tipo Pelton).</p>
<p>Spostamento e perturbazione</p>	<p>Le opere di ingegneria fluviale possono perturbare alcune specie e alterarne i cicli di vita sia all'interno che all'esterno dei siti Natura 2000, specialmente nel caso della fauna e della flora bentoniche che dipendono dalla buona qualità dell'acqua. Il grado di perturbazione può essere tale da incidere sulla capacità delle specie di riprodursi, nutrirsi, riposarsi o diffondersi e migrare. Se la perturbazione raggiunge livelli significativi può provocare l'esclusione delle specie dalla zona e pertanto la perdita dell'utilizzo degli habitat, o ridurre le possibilità di sopravvivenza e/o riproduzione. Nel caso di specie rare e in pericolo, persino perturbazioni lievi o temporanee possono avere gravi ripercussioni sulla loro sopravvivenza a lungo termine nella regione. Tali situazioni sarebbero incompatibili con le disposizioni delle due direttive Natura relative alla protezione delle specie.</p>
<p>Effetti sugli habitat e sulle specie terrestri</p>	<p>La produzione di energia idroelettrica può avere effetti non solo sulle specie e sugli habitat di acqua dolce, ma anche sulle specie e sugli habitat terrestri. Di nuovo, tali effetti possono verificarsi in qualunque momento, ad esempio durante la costruzione, lo smantellamento o la ristrutturazione di una centrale idroelettrica. Possono inoltre essere causati da infrastrutture associate, quali strade di accesso, tubazioni o linee elettriche che collegano la centrale alla rete elettrica. Oltre alla perdita, al degrado o alla frammentazione degli habitat, queste strutture possono provocare morie o rilevanti perturbazioni di specie terrestri. Ad esempio, gli uccelli possono urtare contro i cavi elettrici sospesi e rimanere folgorati, oppure i loro siti di riproduzione possono essere gravemente perturbati dal traffico continuo sulle strade di accesso. Tali effetti si aggravano quando la centrale idroelettrica e le infrastrutture ad essa associate sono poste lungo le rotte migratorie, lungo valli strette con falesie che ospitano i rapaci, o in prossimità di zone umide importanti per gli uccelli.</p>

Tabella XX – principali effetti sull'ambiente fluviale di un sistema per la produzione idroelettrica.

16) [06], [18].

Data la complessità e concomitanza di diversi fattori di pressione sui corpi idrici, occorre valutare i potenziali effetti cumulativi della produzione idroelettrica in relazione a tutti gli impianti presenti nel bacino idrografico considerato (il cosiddetto "precarico") e ad ogni altro fattore antropico che concorre all'alterazione dell'ecosistema fluviale, considerando anche tutti i piani/progetti approvati – anche nell'ambito di settori diversi rispetto a quello idroelettrico – ma non ancora implementati, nonché ogni altra minaccia esistente o potenziale. La valutazione degli effetti cumulativi è importante soprattutto per quanto riguarda i fiumi di piccole dimensioni, che sono particolarmente vulnerabili a qualsiasi variazione idromorfologica: anche solo uno o due piccoli impianti possono provocare effetti non sopportabili dall'ecosistema fluviale.

A livello internazionale, insieme allo sviluppo di nuovi impianti idroelettrici, si registrano anche diversi casi di rimozione di barriere fluviali, sebbene non sempre funzionali alla produzione di energia elettrica. Negli Stati Uniti tra il 1916 e il 2017 sono state rimosse 1.466 barriere fluviali<sup>17</sup>, mentre in Spagna – grazie soprattutto all'impulso di una Strategia Nazionale per la Riqualificazione Fluviale<sup>18</sup> – tra il 2006 e il 2016 risultano demolite 254 barriere fluviali<sup>19</sup>. Altri casi si registrano in Francia e Regno Unito. In Italia non è disponibile un censimento dei casi di rimozione di barriere fluviali, sebbene sia possibile menzionare almeno un paio di casi studio (Rio Mareta in Alto Adige e fiume Noce in Calabria).

## 17.2 - L'idroelettrico in Italia

Dal 1883 (anno che segna l'inizio dell'impiego di energia elettrica in Italia) fino all'inizio degli anni '60 del secolo scorso, i fabbisogni elettrici italiani sono stati soddisfatti fino all'80% attraverso impianti idroelettrici, per poi progressivamente scendere di rilevanza con l'avvento e la crescita del settore termoelettrico (per oltre un ventennio integrato dal settore nucleare). Nel 2017

il contributo dell'idroelettrico è stato del 12,9%<sup>20</sup> del totale netto della energia elettrica prodotta nel nostro Paese, con una produzione di 38.025 gigawattora di energia elettrica pari al fabbisogno di circa 14 milioni di famiglie. Nello stesso anno l'idroelettrico ha costituito il 44% della produzione elettrica da fonti rinnovabili, la quale a sua volta ha rappresentato il 29% della produzione elettrica totale.

Il numero di impianti idroelettrici in Italia negli ultimi anni è in decisa espansione<sup>21</sup>. La grande maggioranza delle nuove installazioni degli ultimi anni è relativa a piccoli impianti (o meglio "mini" secondo la definizione comunemente adottata in Italia) e cioè di potenza inferiore a 1 megawatt. Tra il 2007 e il 2016 il numero di impianti di questa categoria è aumentato di 1.551 unità (da 1.194 a 2.745) con un incremento pari a circa il 130%. Questo però ha portato a un aumento di potenza installata (rispetto al totale dell'idroelettrico nel 2007) di solo l'1,9%. Nello stesso periodo 231 nuovi impianti tra 1 e 10 megawatt e 10 oltre i 10 megawatt hanno aumentato la potenza complessiva installata del 3,1% e dell'1,8% rispettivamente. Prendendo in considerazione il solo 2016, 209 nuove centrali di potenza inferiore a 1 megawatt hanno contribuito a incrementare la potenza installata rispetto al 2015 di poco più dello 0,2%, mentre le 18 nuove centrali superiori a 1 megawatt dello 0,3%.

La preponderanza nello sviluppo dei piccoli impianti è sicuramente connessa all'oggettiva limitata potenzialità residua per gli impianti di maggiori dimensioni (i siti più favorevoli sono già stati occupati da tempo), ma anche al regime di incentivazione, definitosi tra il 2008 e il 2012 in modo particolarmente favorevole per il mini-idroelettrico, e alla contestuale agevolazione nelle procedure di concessione e autorizzazione (ad esempio consentendone in molti casi l'esclusione dalla VIA). In sintesi quindi si è incentivata la realizzazione di un numero elevato di impianti sempre più piccoli (e installati in corsi d'acqua di dimensioni sempre minori), che hanno dato un contributo molto limitato agli obiettivi strategici di produzione idroelettrica (la maggior parte inoltre non hanno capacità di regolazione) e che hanno costi di investimento e di gestione elevati<sup>22</sup>.

17) <https://www.americanrivers.org/threats-solutions/restoring-damaged-rivers/dam-removal-map/> (ultima consultazione: 07/12/2018).

18) [30].

19) <https://sig.mapama.gob.es/geoportall/> (ultima consultazione: 07/12/2018).

20) [21] Si tratta del valore percentuale più basso dell'ultimo decennio, che ha visto una media di produzione idroelettrica pari al 16,7% del totale netto della energia elettrica prodotta nel nostro Paese (con un picco del 21,5% nel 2014).

21) [10], [11], [12], [13], [14], [22].

22) I calcoli svolti durante il progetto IDEA [08] indicano costi

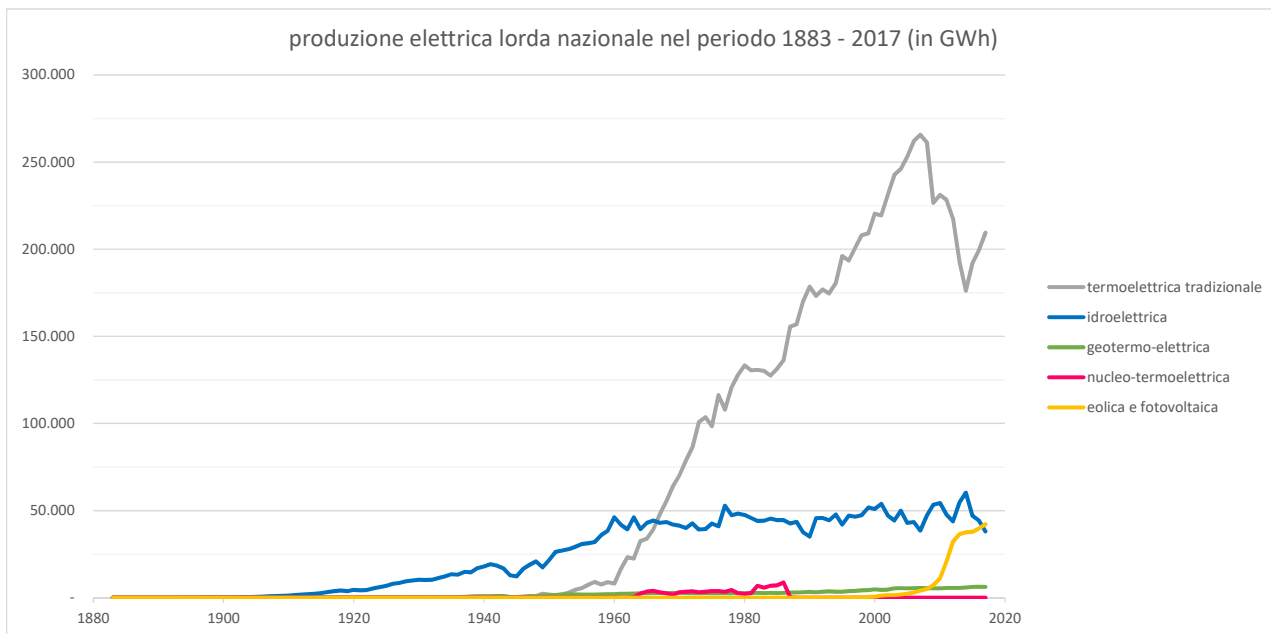


Figura 02 – La produzione idroelettrica in Italia.

anno	n. cum. impianti			
	P ≤ 1 MW	1 MW < P ≤ 10 MW	P > 10 MW	TOT
2007	1194	641	293	2128
2008	1223	665	296	2184
2009	1270	682	297	2249
2010	1727	700	302	2729
2011	1858	743	301	2902
2012	1886	781	303	2970
2013	2130	817	303	3250
2014	2304	825	303	3432
2015	2536	854	303	3693
2016	2745	872	303	3920
$\Delta_{2016-2007}$	1551	231	10	1792

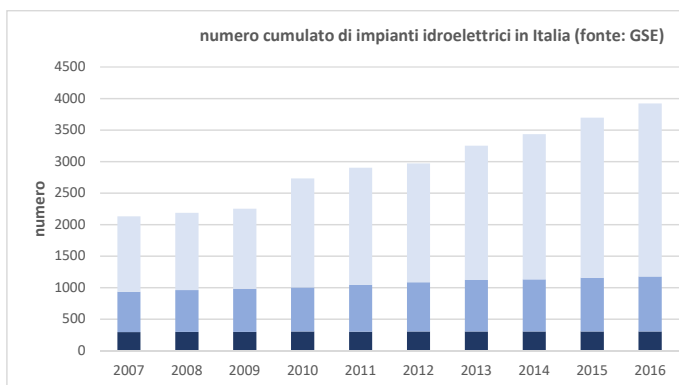


Figura 03 – Numero cumulato di impianti idroelettrici in Italia per classe di potenza.

anno	potenza eff. lorda [MW]			
	P ≤ 1 MW	1 MW < P ≤ 10 MW	P > 10 MW	TOT
2007	437,0	2086,0	14936,0	17459,0
2008	450,0	2155,6	15017,9	17623,5
2009	465,6	2189,6	15066,3	17721,5
2010	523,5	2210,5	15142,2	17876,2
2011	567,7	2328,3	15196,2	18092,2
2012	590,8	2395,9	15245,3	18232,0
2013	645,2	2476,1	15244,6	18365,9
2014	678,5	2493,9	15245,1	18417,5
2015	722,8	2575,3	15245,1	18543,2
2016	768,6	2626,1	15246,3	18641,0
$\Delta_{2016-2007}$	331,6	540,1	310,3	1182,0

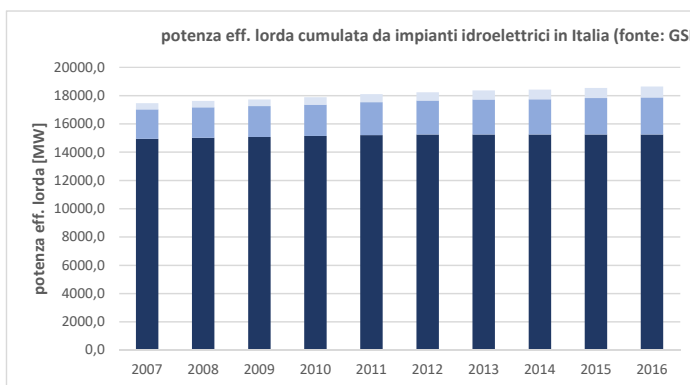


Figura 04 – Potenza efficace lorda cumulata da impianti idroelettrici in Italia per classe di potenza.

Allo stesso tempo in Italia risultano presenti 533 grandi dighe<sup>2324</sup>, per un volume totale di invaso dei serbatoi pari a 13,7 miliardi di metri cubi<sup>25</sup>, il 61% delle quali gestita a scopo idroelettrico, con una età media a livello nazionale di 62 anni (con picchi di età media a livello regionale di 86 anni per la Liguria, 78 anni per la Valle d'Aosta, 76 anni per il Piemonte e 75 anni per la Lombardia). La rilevante vetustà di queste infrastrutture strategiche, testimoniata anche dal fatto che solo 386 grandi dighe risultano in pieno esercizio<sup>26</sup>, pone l'attenzione da un lato sulla necessità di una importante azione di manutenzione ordinaria e dall'altro sull'opportunità di valutare interventi di manutenzione straordinaria ovvero di dismissione. Un ragionamento che, con ogni probabilità, può essere esteso agli oltre 10.000 sbarramenti fluviali non classificati come "grandi dighe", in parte comunque utilizzati a scopo idroelettrico, che risultano censiti a livello nazionale<sup>27</sup>.

L'orizzonte futuro è attualmente definito dalla Strategia Energetica Nazionale (SEN) adottata nel 2017, che prevede l'obiettivo di arrivare al 2030 con il 55% dei fabbisogni elettrici coperti da fonti rinnovabili (+11% rispetto al già richiamato dato del 2017). Nel settore elettrico la SEN riconosce "il significativo potenziale residuo tecnicamente ed economicamente sfruttabile e la riduzione dei costi di fotovoltaico ed eolico", insieme ad "una crescita contenuta della potenza aggiuntiva geotermica ed idroelettrica e una sostanziale stabilità delle bio-energie, al netto dei bio-liquidi per i quali è invece attesa una graduale fuoriuscita a fine incentivo". In tal senso la SEN presuppone "non solo di stimolare nuova produzione, ma anche e soprattutto di non perdere quella esistente e anzi, laddove possibile, di incrementarne l'efficienza", prefissando di affrontare nel breve termine il tema "dei meccanismi e delle re-

gole d'asta per le concessioni dell'idroelettrico". Più specificatamente la SEN riconosce il grande idroelettrico come "risorsa in larga parte già sfruttata ma di grande livello strategico nella politica al 2030 e poi al 2050", il cui valore "non risiede solo nella pur notevole potenza installata, ma anche nella particolare flessibilità e continuità di esercizio, necessaria per la sicurezza delle reti e per i servizi di bilanciamento". Tale settore tuttavia soffre oggi di una forte incertezza normativa, evidenziata nella stessa SEN, connessa alla revisione della disciplina sulle gare ad evidenza pubblica per l'attribuzione delle concessioni, oggetto di una interlocuzione tra Governo Italiano e Commissione Europea. Nel merito, le procedure d'asta per le concessioni esistenti dovranno prevedere una fase preparatoria, utile per avviare le procedure competitive che "dovranno privilegiare in modo trasparente la riqualificazione degli impianti al fine di assicurare la capacità utile di invaso e aumentarne la producibilità, evidentemente nel rispetto dei vincoli ambientali".

Nelle more che ciò venga attuato, poiché si tratta di impianti con elevata anzianità di esercizio e quindi con tempi di **revamping** prevedibilmente non brevi, per poter avere un contributo in termini di produzione aggiuntiva effettiva per il 2030, la SEN prevede di definire, con l'accordo delle Regioni, "regole transitorie che consentano di avviare rapidamente nuovi investimenti per evitare il deterioramento del parco installato e contrastare la perdita di producibilità, legata soprattutto all'andamento dell'idraulicità ma anche al rallentamento degli interventi necessari legati alla condizione di incertezza normativa", nonché di introdurre "semplificazioni procedurali per detti interventi e, con riguardo alle nuove concessioni, per evitare duplicazioni di atti ovvero di valutazioni in materia ambientale e paesaggistica, forme di coordinamento tra i procedimenti per il rilascio di concessioni di derivazione d'acqua pubblica e i procedimenti di autorizzazione unica".

di investimento per kW installato superiori di quasi il 30% per le piccole derivazioni rispetto alle grandi e costi di gestione superiori del 25%.

23) [27].

24) Secondo la normativa italiana, si definiscono "grandi dighe" gli sbarramenti alti più di 15 metri o con un volume di invaso superiore a 1.000.000 di metri cubi.

25) Ai sensi del D.L. 507/94, convertito con L. 584/94.

26) Secondo i dati del MIT, a inizio 2018 risultavano 152 grandi dighe non in pieno esercizio, di cui 32 in esercizio limitato per motivi tecnici, 81 in esercizio sperimentale, 11 in costruzione o con lavori di costruzione conclusi ma con invasi sperimentali non avviati e 27 fuori esercizio per motivi tecnici.

27) [28].

## 17.3 - L'idroelettrico in Valle Camonica

La storia dell'idroelettrico in Valle Camonica ha radici lontane, legate ad un patrimonio naturale caratterizzato da una straordinaria disponibilità di risorsa idrica che ha permesso, sin dalla fine del XIX secolo, la creazione di grandi invasi realizzati dallo sbarramento di torrenti e corsi d'acqua, e la costruzione di centrali elettriche che rimangono sul territorio come maestosi esempi

di ingegneria e architettura industriale. L'idroelettrico ha profondamente trasformato in Valle Camonica, non soltanto a livello fisiografico ma anche in termini di dinamiche sociali ed economiche, importando nelle comunità locali elementi di valore e innovazione che ancora oggi connotano con forza l'identità dei luoghi. Non a caso il Museo dell'Energia idroelettrica di Valcamonica si è insediato a Cedegolo nella recuperata centrale idroelettrica SEB (Società Elettrica Bresciana), austera costruzione in cemento armato progettata nel 1911 dall'ingegner Egidio Dabbeni e dismessa nel 1962. Tra le grandi dighe realizzate per sbarramento di corsi d'acqua afferenti al sistema dell'Oglio spiccano alcune strutture imponenti, costruite in quota e in condizioni estreme per l'approvvigionamento e la mano d'opera: tra queste la Diga d'Arno (1927) - con struttura a gravità in muratura di blocchi di pietra (36,6 milioni di metri cubi) -, la Diga di Pantano d'Avio (1956) - con struttura a gravità in calcestruzzo (12,5 milioni di metri cubi) - o la "piccola" Diga del Poglia (0,5 milioni di metri cubi) - prima sperimentazione in Italia di una diga in calcestruzzo a gravità alleggerita a vani interni - costruita sul torrente omonimo da Edison nel 1950.

Complessivamente, il sistema dell'Oglio Superiore, uno dei grandi distretti idroelettrici italiani, era suddiviso nei due sistemi del Poglia e dell'Avio: rispettivamente sul primo sistema si contavano quattro bacini più un serbatoio (Miller, Baitone, Salarno, Arno e diga del Poglia) e nove centrali, delle quali una costruita negli anni 70; sul secondo insistevano quattro bacini (Avio, Benedetto, Venerocolo, Temù) e due centrali, a cui si aggiunge, nel 1983, la centrale di Edolo. Ad integrazione, a partire dal 1909 e per oltre mezzo secolo, il Fiume Oglio fu interessato da ulteriori cinque grandi derivazioni, da Malonno sino a Pisogne<sup>28</sup>.

Gli invasi, tuttora in efficienza e produttivi, e le centrali, alcune delle quali non più in funzione, sono intimamente connessi al paesaggio e alla percezione fruitiva dei luoghi: sentieri escursionistici di interesse conducono infatti alle grandi dighe con passeggiate che attraversano valli suggestive, frequentate sia dagli abitanti che dai turisti. Una delle dighe in Alta Valcamonica è stata anche immortalata nel lungometraggio *"Il tempo si è fermato"* (1958), girato da un giovanissimo Ermanno Olmi che, per conto della Società Edison-Volta, tra il 1953 e il 1961 ebbe l'incarico di documentare le connesse produzioni industriali. Nel documentario si racconta con una narrazione semplice, esaltata dalla pellicola in bianco e nero e dall'interpretazione di attori non professionisti, una pagina significativa della storia di una delle valli dell'Adamello, della "sua" diga e dei guardiani del cantiere posto a 2.600 metri di quota, nei pressi della vedretta del Venerocolo.

L'idroelettrico ha rappresentato e rappresenta quindi per la Valle una fonte di sussistenza, una caratterizzazione importante della relazione tra paesaggio naturale e antropico in montagna e una forma di produzione di energia riconosciuta sostenibile per il fatto che utilizza una fonte rinnovabile senza produrre emissioni nocive né impatti sulla salute delle popolazioni. Tali considerazioni, in linea con quanto richiamato nei capitoli precedenti, non consentono comunque di omettere il riconoscimento dell'impatto ambientale sui bacini nei quali gli impianti insistono e sui relativi habitat, anche in considerazione del fatto che il sistema idrografico

Nella pagina a fronte.  
**Figura 05 – Il sistema idroelettrico della Valle Camonica<sup>29</sup>.**

28) [1].

29) [31].



**Figura 06 – La diga del Poglia (foto: Alessandra Gelmini).**



# CARTOGRAFIA DELLE DERIVAZIONI IDROELETTRICHE SUL TERRITORIO DELLA COMUNITA' MONTANA DI VALLE CAMONICA

Inquadramento Generale  
Scala 1:50.000

## LEGENDA

- CENTRALI IDROELETTRICHE
- OPERE DI PRESA
- CONDOTTE FORZATE
- CONFINI COMUNALI
- CONFINE PARCO DELL'ADAMELLO

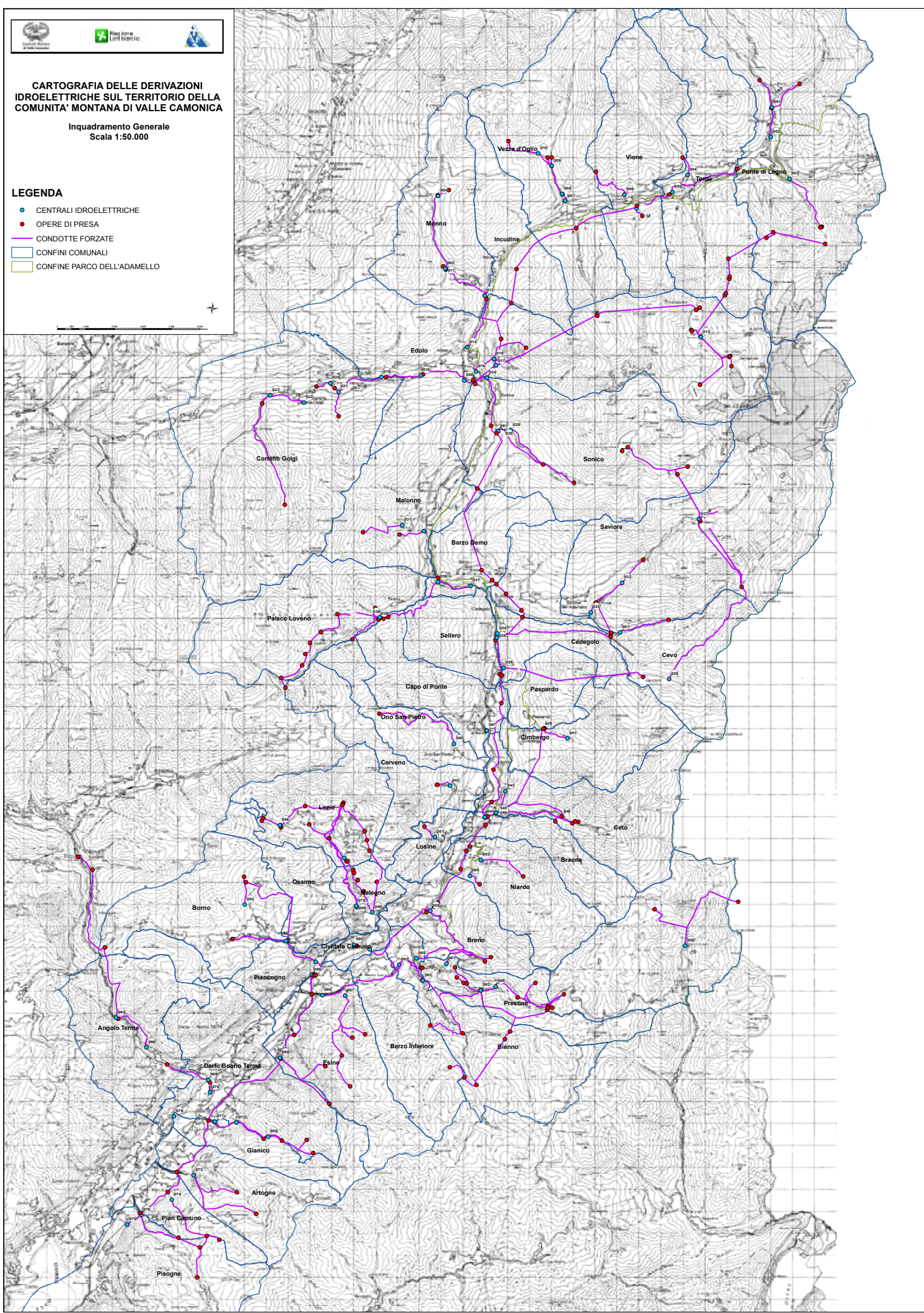
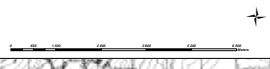




Figura 07 – Macchine dell'industria idroelettrica presso il Museo dell'Energia Elettrica di Cedegolo (foto: Alessandra Gelmini).

dell'Oglio interessa una Valle in parte ricompresa nel Parco Regionale dell'Adamello e proclamata a luglio 2018 Riserva di Biosfera dal Consiglio del Programma Internazionale Uomo e Biosfera di UNESCO.

Proprio in considerazione di queste ultime riflessioni, si deve guardare oggi con attenzione alla sempre più frequente richiesta di installazione, lungo l'Oglio e i suoi affluenti, di centraline per il mini idroelettrico. Sul Fiume Oglio, in particolare, oltre alle 8 centraline già in funzione, sono state presentate alla Provincia di Brescia richieste per la concessione di altre 22 centraline. Nel tratto di Fiume Oglio che scorre lungo l'abitato di Cedegolo, in soli 1500 metri potrebbero essere realizzati 3 impianti, con la conseguente totale bacinizzazione e infrastrutturazione di un tratto significativo di corso d'acqua.

È percezione comune, anche in ragione delle limitate

dimensioni delle opere necessarie a realizzare una centralina e del fatto che viene creata non una diga ma una traversa per dirigere l'acqua verso la turbina, che tali impianti abbiano un limitato impatto paesaggistico e ambientale.

Questo aspetto, anche al di là delle vicende della Valle Camonica, ne ha anche favorito l'accesso a politiche di incentivo riservate alla produzione di energia rinnovabile e sostenibile. In realtà il piccolo idroelettrico, soluzione interessante in quanto permette una elevata flessibilità e una varietà di taglie utili a rispondere a differenti domande di energia, ha costi di investimento e gestione elevati e, se adottato come soluzione diffusa sui corsi d'acqua, genera gli impatti dei grandi impianti centralizzati, moltiplicati su tutti i tratti interessati. Recenti studi in Norvegia, Spagna e Cina mostrano che *"i progetti di piccolo idroelettrico hanno ricadute per megawatt più*

significative di quelli dei grandi impianti”<sup>30</sup>.

Uno dei principali aspetti critici delle concessioni per le centraline è che le stesse vengono autorizzate singolarmente, senza una valutazione complessiva di impatto sul fiume che tenga conto degli effetti cumulativi con impianti simili (esistenti o previsti) e con altri manufatti che alterano il corso d'acqua interessato. La richiesta di autorizzazione viene presentata alla Provincia di Brescia, ente competente per il rilascio delle concessioni per le piccole derivazioni (quelle che non eccedono i limiti di cui all'art. 6 del Regio Decreto n. 1775/1933) “per gli usi previsti dal regolamento regionale n. 2/2006, ovvero: potabile, irriguo, idroelettrico, industriale, ittogenico, zootecnico, igienico, antincendio, autolavaggi, lavaggio strade, innaffiamento aree verdi o sportive, recupero energetico mediante scambio termico in impianti a pompa di calore, navigazione interna, didattico/scientifico, altri usi legittimi”<sup>31</sup>. L'iter per il rilascio prevede che il soggetto proponente predisponga prima la domanda di concessione e di seguito la richiesta di autorizzazione unica alla costruzione ed esercizio di impianto idroelettrico. Tra gli allegati tecnico-progettuali da produrre in sede di procedimento sono richiesti nello specifico:

- **relazione particolareggiata indicante descrizione stato dei luoghi, individuazione aspetti naturali e antropici delle aree interessate dalle opere; individuazione e descrizione dei vincoli ambientali ed urbanistici-territoriali presenti e analisi di conformità con gli stessi;**
- descrizione della natura, forma, dimensioni e quote dell'opera con l'indicazione dell'uso dell'acqua;
- **dimostrazione della compatibilità delle opere rispetto al regime delle acque pubbliche ed ai diritti dei terzi;**
- relazione geologica indicante notizie geognostiche ed idrografiche dei bacini;
- relazione idraulica ed idrologica contenente calcoli e giustificazioni delle portate, con verifica rispetto alle indicazioni contenute nel Programma di Tutela e Usi delle Acque;
- indicazione salto di concessione, potenza nominale di concessione, potenza installata, volume d'acqua prelevato;
- **calcolo del Deflusso Minimo Vitale (DMV)** così

come previsto dal Programma di Tutela e Uso delle Acque approvato con DGR 8/2244 del 29/03/2006 e dalla revisione 2016 approvata con DGR X/6990 del 31/07/2017;

- descrizione opere di cantiere;
- **relazione sugli effetti ambientali;**
- quadro economico dell'opera e piano finanziario dell'investimento;
- **predimensionamento scala rimonta ittiofauna;**
- piano particellare degli espropri;
- indicazione caratteristiche misuratori di portata e volume dell'acqua derivata e delle portate rilasciate a titolo di DMV e riduttori e regolatori in funzione della portata massima da installare.

La ragione della richiesta di una “relazione sugli effetti ambientali” è da ricercarsi nel fatto che non tutti gli impianti oggetto di richiesta di autorizzazione sono assoggettati alla valutazione di impatto ambientale o alla verifica di assoggettabilità della stessa. Si fa infatti riferimento alle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) di Regione Lombardia che, per gli impianti idroelettrici con potenza installata superiore a 100 kilowatt (piccole derivazioni ex L.R. 26/2003 e R.R. 2/2006), definendo la provincia Autorità competente, esclude dalla procedura di verifica gli “*impianti ad acqua fluente con centrale collocata nel corpo della traversa o in adiacenza della stessa, che restituiscono le acque turbinate immediatamente al piede della traversa medesima garantendo la continuità idraulica del corso d'acqua*”, purché non ricadenti anche parzialmente in aree naturali protette.<sup>32</sup>

Una valutazione di impatto appropriata sarebbe invece auspicabile per tutti gli impianti idroelettrici di piccola taglia e su tutti i corsi d'acqua, non soltanto per quelli in area protetta, per conseguire quanto richiamato nei capitoli precedenti e tratteggiato anche dall'approccio proposto nell'ambito del recente progetto Renerfor in relazione agli impianti idroelettrici di piccola taglia<sup>33</sup>. Si deve positivamente registrare che in tempi recenti, anche grazie al riconoscimento degli errori commessi in passato che hanno fortemente modificato i corsi d'acqua nei nostri territori, una sempre maggiore consapevolezza si sta diffondendo nella società civile. A tal proposito Legambiente ha di recente presentato il

30) [23].

31) [25].

32) <http://silvia.regione.lombardia.it/silvia/jsp/qualeVia/viaOpere.jsf?idSettore=4&descSettore=Industria%20energetica&idSottoSettore=1&descSottoSettore=Idroelettrica>.

33) [02].

report "salva il torrente"<sup>34</sup>, dove tra i dati riportati si legge l'impressionante crescita - pari al 64% - nel numero di piccoli impianti (inferiori ai 3 megawatt) attivati nella sola provincia di Brescia tra il 2013 ed il 2018 (senza contare le richieste in istruttoria). Il report evidenzia che "dall'analisi dei dati forniti da Regione Lombardia sulla potenza delle centrali installate emerge anche come negli ultimi anni la crescita delle derivazioni avviene a beneficio di impianti con sempre minor potenza, quindi con un minore beneficio in termini di produzione rinnovabile", aggiungendo che "non altrettanto avviene per il danno ambientale: le interruzioni e le interferenze sui corsi d'acqua e sui versanti sono sempre molto severe". Infine, il report segnala che, da monitoraggi effettuati in torrenti del comasco e del lecchese, i valori misurati di deflusso minimo vitale sono nella quasi totalità dei casi inferiori al DMV da rilasciare per legge.

Ed è proprio sul tema del DMV che si batte anche il Comitato degli Amici del Torrente Grigna, affluente dell'Oglio in media Valle Camonica. Anche attraverso una seguita pagina Facebook, il Comitato presidia le tre derivazioni che, nei comuni di Berzo Inferiore ed Esine, dovrebbero garantire al torrente un DMV di quasi 975 litri al secondo ma che, nonostante le ordinanze delle due amministrazioni comunali, poche volte sono stati garantiti lasciando spesso il fiume in asciutta. In questo specifico caso il controllo dei valori di rilascio dovrebbe essere possibile anche in remoto, attraverso la lettura via web delle portate rilasciate in uscita dalla società concessionaria, letture non ancora accessibili alla data di dicembre 2018<sup>35</sup>.

## 17.4 - Per (Non) Concludere

Alla luce di quanto discusso sopra, come costruire una nuova alleanza tra energia idroelettrica ed ecosistemi acquatici? Di seguito alcune proposte che riflettono un dibattito in atto da più di un decennio a scala nazionale<sup>36</sup>, europea<sup>37</sup> e internazionale<sup>38</sup>, con l'auspicio che

possano trovare un laboratorio di innovazione anche in Valle Camonica.

È opportuno mettere a punto meccanismi di pre-pianificazione per designare le zone da escludere per l'installazione di nuovi progetti idroelettrici (no-go-area) e altresì le eventuali zone vocate all'accoglimento di nuovi impianti. Tale designazione dovrebbe basarsi sul dialogo tra le diverse autorità competenti, le parti interessate e il terzo settore, incluse le comunità locali. La definizione di una strategia di approvvigionamento energetico deve sempre passare attraverso un percorso di valutazione integrata, nel quale vengono considerate, in relazione alle specificità del contesto di riferimento, (1) le diverse opzioni di fonte rinnovabile a cui ricorrere, (2) le diverse ubicazioni di produzione energetica, (3) le diverse modalità tecnico-realizzative e gestionali. Qualora a scala di distretto/bacino idrografico si intenda perseguire un aumento della produzione idroelettrica, occorre dare priorità alla manutenzione, all'ammodernamento, all'ampliamento e all'eventuale rifacimento degli impianti esistenti rispetto all'installazione di nuovi impianti.

Lo sviluppo dell'energia idroelettrica deve sempre accompagnarsi al miglioramento dell'ecologia dell'ambiente acquatico, con chiari standard ecologici per i nuovi impianti o per gli impianti esistenti ammodernati, anche in relazione alla definizione di appropriate condizioni operative. Tali attenzioni devono trovare spazio nei disciplinari di concessione e autorizzazione ed essere oggetto di un appropriato monitoraggio e controllo nel tempo, anche grazie a strumenti di *remote sensing* (p.es. con misuratori di parametri ambientali in telecontrollo) e *citizen science* (p.es. formando guardie ambientali volontarie e/o sviluppando App per la raccolta diffusa di segnalazioni ambientali).

L'opzione di dismissione e rimozione di impianti esistenti deve essere presa in considerazione ogni qualvolta questi risultino obsoleti e/o non più funzionali, valutando opportunamente le modalità di demolizione in funzione delle caratteristiche naturalistiche ed ambientali del contesto di riferimento, nonché i rischi correlati all'antropizzazione delle aree di pertinenza fluviale poste nell'area di influenza del manufatto<sup>39</sup>.

I meccanismi di incentivazione allo sviluppo delle energie rinnovabili devono essere orientati verso quegli inter-

34) [03].

35) <https://www.facebook.com/ennio.lom/videos/2232118883726810/>.

36) [04], [16].

37) [05], [07], [17], [21].

38) [23].

39) A livello nazionale si registra un consumo del suolo medio del 7,6% entro una fascia di 150 metri di distanza dai fiumi, con punte del 21% in Liguria, del 15,4% in Valle d'Aosta e del 13,4% in Trentino Alto-Adige.

venti che rivestono carattere strategico ai sensi delle valutazioni di cui sopra, anche in relazione all'ammmodernamento degli impianti esistenti, fatti salvi gli oneri comunque in capo ai soggetti concessionari.

La sede più opportuna dove svolgere le analisi e valutazioni di cui sopra può essere quella del Piano di

Gestione delle Acque in capo all'Autorità di bacino Distrettuale, eventualmente con la collaborazione a scala locale dei Contratti di fiume<sup>40</sup> quali processi volontari di programmazione strategica e negoziata che concorrono all'attuazione di questo (ex art. 68bis del D.Lgs 152/2006<sup>41</sup>).



Presa sul Fiume Oglio ex Silva, ora D.K.W. a Esine.

40) [15].

41) Art. 68bis del D.Lgs del 3 aprile 2006, n. 152, recante "Contratti di fiume": "I contratti di fiume concorrono alla definizione e all'attuazione degli strumenti di pianificazione di distretto a livello di bacino e sottobacino idrografico, quali strumenti volontari di programmazione strategica e negoziata che perseguono la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali, unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale di tali aree".

## BIBLIOGRAFIA

- [01] Arzu C. (2012). *La storia del lavoro nel sistema idroelettrico della Valle Camonica come proposta didattica del Musil di Cedegolo*. Tesi di Dottorato. Supervisore prof. Pier Paolo Poggio. Università di Bergamo, a.a. 2011-2012.
- [02] Boano F., Camporeale C., Cavagnero P., Fenoglio S., Revelli R., Ridolfi L. (2011). *Mini Hydro e impatti ambientali. Sintesi organizzato dello stato dell'arte scientifico*. Progetto ALCOTRA 2007-2013 "Renerfor - Iniziative di cooperazione per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabile (bosco ed acqua) nelle Alpi occidentali, il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra". Regione Piemonte, Provincia di Torino e Provincia di Cuneo.
- [03] Circolo Legambiente Lario orientale - Legambiente Lombardia Onlus (2018). *Salvate il torrente*. Report dicembre 2018. In collaborazione con Patagonia. Supporto tecnico di Riverment. Versione online: [https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/report\\_2018.pdf](https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/report_2018.pdf) (ultima consultazione: 07/12/2018).
- [04] CIRF (2014). *L'energia "verde" che fa male ai fiumi. Qualità dei corsi d'acqua e produzione idroelettrica in Italia: un conflitto irrisolto*. Versione online: <http://www.cirf.org/it/disponibile-il-nuovo-dossier-cirf-su-idroelettrico-e-corsi-dacqua-lenergia-verde-che-fa-male-ai-fiumi-qualita-dei-corsi-dacqua-e-produzione-idroelettr/> (ultima consultazione: 07/12/2018).
- [05] Commissione Europea (2012). *Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee*. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM(2012) 673 final. Bruxelles, 14 novembre 2012.
- [06] Commissione Europea (2015). *Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive*. Guidance Document No. 31. Technical Report 2015/086. ISBN 978-92-79-45758-6. ISSN 1725-1087. Doi: 10.2779/775712.
- [07] Commissione Europea (2018). *Guida alla produzione di energia idroelettrica nel rispetto della normativa UE sulla tutela della natura*. ISBN: 978-92-79-92925-0. DOI: 10.2779/32423.
- [08] De Carli A., Pontoni F., Massarutto A., Marangon F., Troiano S., Goltara A., Boz B., Nardini A., Stellin D., Rondoni A., Colombi A. e Rizzi I. (2014). *IDEA Idroelettrico: Economia e Ambiente - Rapporto finale*.
- [09] EEA (2018). *European waters. Assessment of status and pressures 2018*. EEA Report No 7/2018. ISSN 1977-8449.
- [10] GSE (2008). *L'idrico – dati statistici al 31 dicembre 2008*. A cura dell'ufficio statistiche.
- [11] GSE (2010). *Impianti a fonti rinnovabili. Rapporto statistico - anno 2010*.
- [12] GSE (2012). *Impianti a fonti rinnovabili - settore elettrico. Rapporto statistico - anno 2012*.
- [13] GSE (2014). *Energia da fonti rinnovabili in Italia. Rapporto statistico - anno 2014*.
- [14] GSE (2016). *Energia da fonti rinnovabili in Italia. Rapporto statistico - anno 2016*.
- [15] Gusmaroli G., Monaci M. (2016). *Per una gestione partecipata e sostenibile dei fiumi*. ECOSCIENZA, n. 6, anno 2016.
- [16] Legambiente (2018). *L'idroelettrico: impatti e nuove sfide al tempo dei cambiamenti climatici*. Gennaio 2018.
- [17] Melin L. (2013). *Potentially conflicting interests between Hydropower and the European Unions Water Framework Directive*. Master Thesis in cooperation with the European Environmental Agency. Lund University, Division of Water Resources Engineering, Department of Building and Environmental Technology, Copenhagen. ISSN-1101-9824.
- [18] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2017). *Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale al fine di garantire il mantenimento, nei corsi d'acqua, del deflusso ecologico a sostegno del raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo del 23 ottobre 2000*. Allegato A del DD del 13/02/2017, n. 30.
- [19] Organizzazione delle Nazioni Unite (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- [20] Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. (2016). *IDRAIM - Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua*. ISPRA - Manuali e Linee Guida 131/2016. ISBN: 978-88-448-0756-6.
- [21] SEPA (2015). *Guidance for developers of run-of-river hydropower schemes*. Version 2.3.
- [22] TERNA (2017). *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia*.
- [23] The Nature Conservancy (2015). *The Power of Rivers: finding balance between energy and conservation in hydropower development*.

## SITOGRAFIA

- [24] Sito web della rivista Forbes (USA): <https://www.forbes.com/sites/jeffopperman/2018/08/10/the-unexpectedly-large-impacts-of-small->

hydropower/#68773c207b9d (ultima consultazione: 07/12/2018).

[25] Sito web del progetto Dam Removal Europe: <https://www.damremoval.eu/> (ultima consultazione: 07/12/2018).

[26] Sito web della Provincia di Brescia: <http://www.provincia.brescia.it/servizi-online/concessione-di-derivazione-di-acqua-pubblica> (ultima consultazione: 07/12/2018).

[27] Sito web della International Commission on Large Dams (ICOLD): [https://www.icold-cigb.org/article/GB/world\\_register/general\\_synthesis/general-synthesis](https://www.icold-cigb.org/article/GB/world_register/general_synthesis/general-synthesis) (ultima consultazione: 07/12/2018).

[28] Sito web del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) - Direzione generale per le dighe e le infra-

strutture idriche ed elettriche: <http://www.registroitalia-nodighe.it/> (ultima consultazione: 10/11/2018).

[29] Sito web dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) – Annuario Dati Ambientali - <https://annuario.isprambiente.it/ada/basic/6665> (ultima consultazione: 07/12/2018).

[30] Sito web della Strategia Nazionale della Spagna per la Riquilificazione Fluviale: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/> (ultima consultazione: 15/12/2018)

[31] Sito web della Comunità Montana della Valcamonica (derivazioni idroelettriche: cartografie e dati): <http://www.cmvallecamonica.bs.it/pagine/derivazioni/> (ultima consultazione: 15/12/2018)



Scala di risalita del pesce sul Torrente Salarno a Savio dell'Adamello.



Diga del Pogia vista da Valle e vista dall'invaso del coronamento.



## Capitolo XVIII

# Il Fiume Oglio “bene comune” – la necessità di riappropriarsi del fiume e della sua storia da parte dei cittadini

di Dario Furlanetto

### 18.1 - Premessa

Un progetto ambizioso e complesso come quello illustrato nelle pagine precedenti non poteva prescindere da un'adeguata disseminazione dei contenuti dello stesso. Anzi, osiamo dire che l'attività di informazione e coinvolgimento dei cittadini camuni nel “riappropriarsi” del Fiume Oglio come elemento centrale della propria terra e della propria storia, rappresenta l'essenza del progetto.

Non dobbiamo dimenticare che le acque del fiume e le terre che lo circondano sono un “Bene Comune” e che i principali fruitori delle aree fluviali rigenerate e dei servizi ecosistemici da queste rese sono, innanzitutto, le popolazioni che vivono lungo lo stesso.

Le attività di divulgazione ed informazione che si sono svolte durante i circa sette anni di lavori sull'Oglio - e che sono state più volte richiamate in questo lavoro - rappresentano solo una sintesi di quanto fatto a favore del fiume, della sua identità e della sua forza dispensatrice di vita. Ci si è posti come obiettivo prioritario la restituzione del fiume alla cultura dei territori, non solo nel suo valore ecosistemico e per la sua fruizione, ma anche nei suoi valori storici, quale perno della quotidianità e delle attività all'aperto dei residenti e dei turisti che ogni anno godono delle bellezze del territorio camuno.

Le numerose azioni messe in campo per raggiungere tali obiettivi hanno avuto come tema centrale quello di ribaltare la visione del fiume: da retrobottega a giardino di casa!<sup>1</sup>

Si è voluto proporre alle nuove generazioni, ai nipoti, quello che era patrimonio dei loro nonni e che i padri, troppo “distratti” da un modello di sviluppo turbinoso, sembravano aver perso.

Desidereremmo che l'Oglio tornasse a pieno titolo elemento d'eccellenza nell'assetto ambientale camuno, ma anche e soprattutto che continuasse ad essere parte del vissuto dagli abitanti ed un valore in sé, dagli stessi abitanti riconosciuto come tale.

In questo senso la dimensione tecnica, scientifica ed ecologica che abbiamo posto alla base dei lavori di ripristino fluviale trova naturale completamento nella dimensione fruitiva dei luoghi. Tale dimensione diventa lo strumento per realizzare l'obiettivo di carattere più generale della tutela del Fiume Oglio, delle sue acque, delle sue innumerevoli vite, a beneficio nostro e delle future generazioni.

---

1) “Il Fiume Oglio, grande giardino dei camuni – Una infrastrutturazione verde per il corso del Fiume Oglio: alla riscoperta del fiume giardino” Breno, 21 maggio 2011.

## 18.2 Uno sguardo globale

Nel settembre 2015 i governi dei 193 paesi membri dell'ONU hanno approvato l'"*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*", un programma d'azione mondiale che prevede 17 obiettivi strategici declinati in 169 "target" o traguardi, da raggiungere entro il 2030 e ritenuti necessari per dare al pianeta ed ai suoi abitanti prosperità, pace e sicurezza.

Tra i 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile - **Sustainable Development Goals, SDGs** - il sesto si intitola "*Acqua accessibile e pulita*". L'obiettivo da raggiungere per gli Stati sottoscrittori è quello di migliorare le infrastrutture di approvvigionamento di acqua potabile, combattere l'inquinamento delle acque, trovare adeguate forme per combattere la siccità.

I dati ufficiali dell'ONU riconoscono che: più dell'80% delle acque inquinate prodotte da attività umane è scaricato in fiumi o mari senza sistemi di depurazione; l'energia idrica è la più importante e più utilizzata fonte di energia rinnovabile e rappresenta circa il 16% della produzione elettrica totale mondiale; circa il 70% dell'acqua estratta da fiumi, laghi e acquedotti è usata per l'irrigazione; inondazioni e altre calamità legate all'acqua sono responsabili del 70% dei decessi dovuti a disastri "naturali".

Tra i traguardi da raggiungere entro il 2030 vi saranno, dunque, quelli di:

- migliorare la qualità dell'acqua eliminando le scariche, riducendo l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, riducendo la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro delle acque di lavorazione;
- proteggere e risanare entro il 2030 gli ecosistemi legati all'acqua, compresi i fiumi, i laghi, le paludi e le falde acquifere;
- supportare e rafforzare la partecipazione delle comunità locali nel miglioramento della gestione dell'acqua.

Le azioni di riqualificazione ambientale e paesaggistica e di miglioramento della funzionalità fluviale realizza-

te sul Fiume Oglio si sono ispirate a questi obiettivi e traguardi in modo coerente, rispondendo a principi di interesse globale, allineandoli con quelli di interesse locale poc'anzi citati.

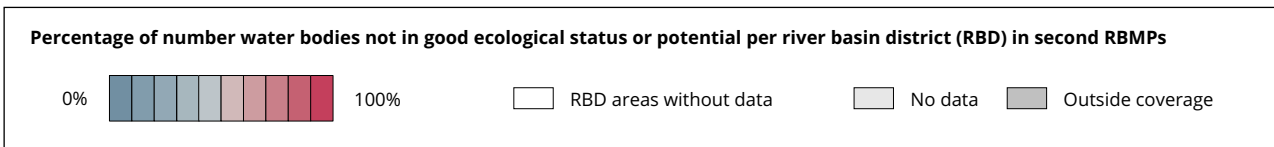
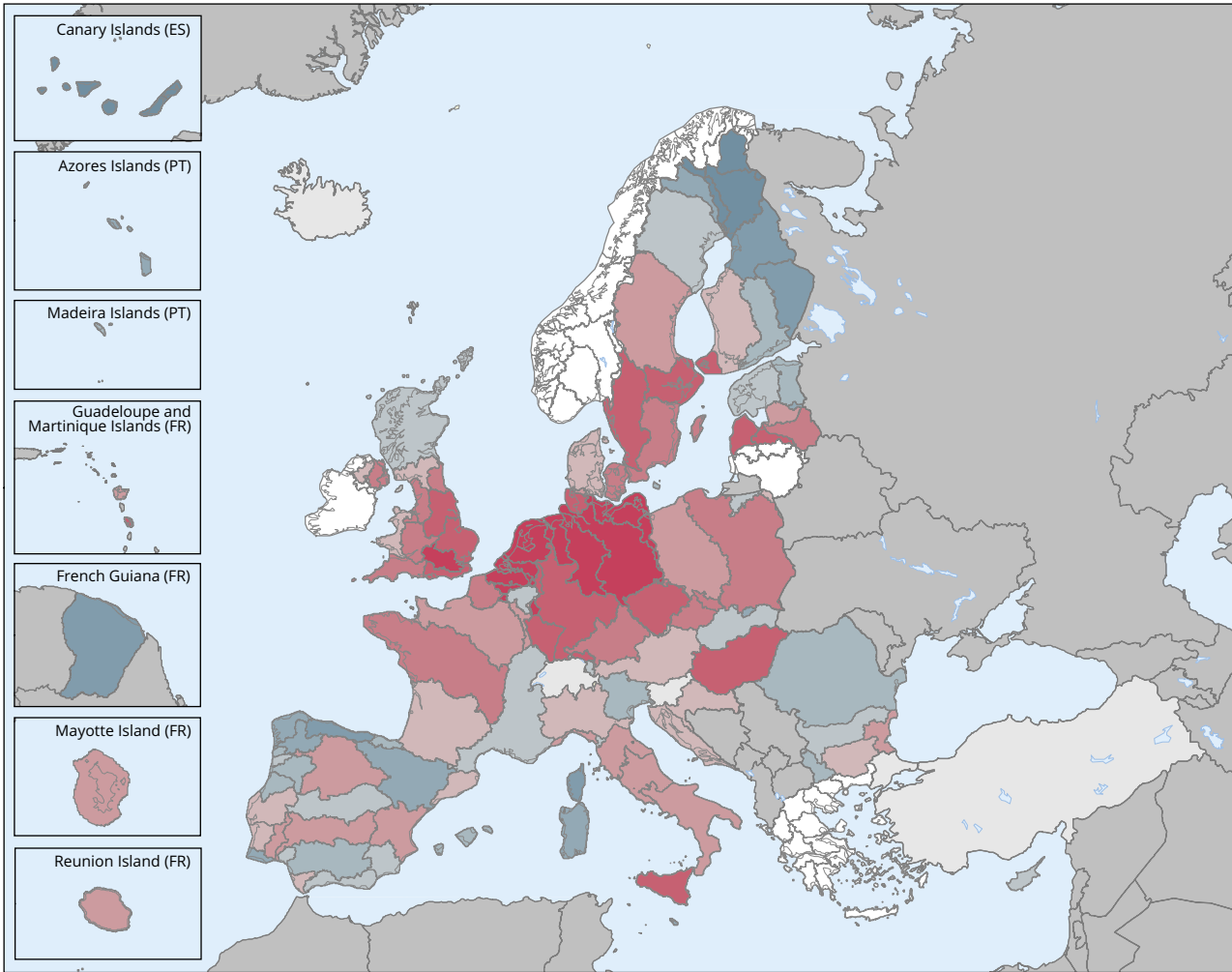
Riteniamo che gli interventi effettuati sul Fiume Oglio siano perfettamente rispondenti ad un motto fondante dell'ambientalismo moderno - "*Pensa globalmente, agisci localmente*" - coniato da René Dubos, biologo, filosofo ed ecologo franco-americano, che tanto ha influenzato e continua a influenzare il rinascimento umanista del XXI secolo.

Il recente riconoscimento (luglio 2018) dell'intera Valle Camonica geografica (alto Sebino compreso) ad area "Uomo e Biosfera" (in acronimo MaB) da parte dell'Unesco, rende perfettamente conto del grande valore di questa terra e del grande senso di responsabilità di cui farsi carico per poterla governare con saggezza e sostenibilità.

## 18.3 - Fiumi inquinati e rigenerazione degli ecosistemi di acque dolci

L'Agenzia Europea per l'Ambiente - AEA - ha pubblicato nella primavera 2018 il rapporto sullo stato ecologico dei corpi idrici superficiali. Il rapporto viene editato ogni sei anni e la situazione descritta non è certamente rincuorante: quasi il 60% di laghi e fiumi europei non raggiunge l'obiettivo di "buono stato ecologico", standard minimo fissato dall'UE per ritenere le acque del continente accettabili da comunità umane ed ecosistemi.

Il fatto di essere in cattiva compagnia con Nazioni che risulterebbero avere acque addirittura più inquinate delle nostre, quali Germania, Olanda e Inghilterra (cosa che peraltro contraddice il comune sentire italiano), non ci deve far rilassare né gioire. La "rigenerazione" dei fiumi e delle acque dolci in generale è, giustamente, uno dei temi principali che l'Unione Europea si è data per poter affrontare a testa alta gli obiettivi di sviluppo sostenibile dei prossimi anni.



**Source:** Results are based on WISE-SoW database including data from 24 Member States (EU-28 except Greece, Ireland, Lithuania and Slovenia). Water bodies failing to achieve good status, by RBD; see also Surface water bodies: Ecological status or potential (group) and Surface water bodies failing to achieve good status by RBD .

### 18.4 - Fiumi rigenerati: il caso Tamigi

*"Il giovane con il volto gonfio e giallastro e una figura tutta sporca e lucente di melma, poteva essere il figlio del suo vecchio e lurido padre: il Tamigi".*

Così si esprimeva Charles Dickens nel 1861 quando in uno dei suoi scritti (Wapping Werkhuse) si richiamava allo stato delle acque di uno dei fiumi maggiormente emblematici d'Europa.

Già, perché come lo definì John Burns - uno dei protagonisti del grande sciopero dei portuali londinesi del 1889 – *"il Tamigi è storia fatta acqua"*.

Infatti, il Tamigi, per l'Europa e il mondo, non è un fiume come gli altri: è quello che potremmo definire un "paradigma" attraverso il quale è possibile confrontarci con la storia, le discipline economiche, l'ecologia e le scelte sociali e politiche che hanno caratterizzato almeno gli ultimi due secoli della storia occidentale.

Come molti elementi naturali dotati di grande forza evocativa, il Tamigi rivestì, sino agli albori del XVIII se-



Vista del Fiume Tamigi da Kingston Bridge. Cartolina anno 1910.  
Si noti la vivace e variegata frequentazione del fiume.

colo, il suo ruolo mitico e fiabesco e come tale venne cantato da poeti e scrittori.

Il Tamigi, prima della rivoluzione industriale che lo ridusse in pochi decenni a fogna, era il fiume dell'impero, il fiume di Elisabetta I e della Tower of London, di Defoe e di Shakespeare.

Ma con l'avvento delle nuove tecnologie industriali e la costruzione lungo le sue rive e nel suo estuario di opifici, quartieri operai e industrie, il Tamigi assunse una sempre maggiore vocazione commerciale e industriale: i famosi scioperi operai, i violenti contrasti che caratterizzarono la storia economica europea e che si consumarono lungo le sue rive, lo trasformarono in quello che Mario Maffi, autore di una splendida biografia del Tamigi<sup>2</sup>, ha definito il "fiume del lavoro".

Il contraltare fu la distruzione totale dell'ecosistema fluviale che ebbe il suo culmine con i bombardamenti di Londra avvenuti sul finire dell'ultima guerra mondiale: fabbriche, fognature, depositi di ogni sorta di prodotti vennero bombardati e sostanze luride e inquinanti di

ogni tipo si riversarono nel fiume. Nel 1957 i tecnici del Museo di Storia Naturale di Londra dichiararono il fiume "biologicamente morto".

La crescente consapevolezza ecologica degli anni Settanta e Ottanta portarono governi e associazioni a dedicarsi al problema del Tamigi e a impegnarsi per farlo "rinascere".

Movimenti ambientalisti e associazioni scientifiche, culturali e sportive, hanno promosso negli anni petizioni, proposte ed azioni dimostrative; consigli di amministrazione di industrie consapevoli ed eticamente corrette hanno cercato e trovato metodi di produzione meno inquinanti; governi e amministrazioni illuminate hanno lavorato per decenni alla ricerca di soluzioni tecniche per ridurre i carichi inquinanti; la natura "potente" ha fatto il resto e oggi il Tamigi ospita circa 125 specie diverse di pesci e alla sua foce sono riapparse foche, delfini e balene.

Nel bacino idrografico del Tamigi abitano 15 milioni di persone, circa un quarto degli abitanti di tutto il Regno Unito; la forza industriale, la prosperità e ricchezza che ancora oggi sostengono Londra e l'Inghilterra si fondano in gran parte sul ruolo benefico esercitato dal Fiume Tamigi.

2) Mario Maffi – Tamigi. Storie di fiume – il saggiaiore 2008.

## 18.5 - Il Fiume Oglio “Bene Comune” e l'autonomia della Valle Camonica

Rigenerare i fiumi, dunque, non è solo possibile ma doveroso. E questo non solo per ricavarne benefici di carattere igienico, ambientale ed ecologico, ma anche e soprattutto perché i fiumi costituiscono un patrimonio comune di inestimabile valore materiale e sociale. I fiumi, i laghi, i litorali e le acque dolci nel nostro Paese sono stati da sempre definiti “beni demaniali”. Ciò è previsto dal Codice Civile (art. 822 e seguenti), che prevede altresì che sui beni demaniali si eserciti l'uso pubblico, cioè che la collettività ne possa godere direttamente i benefici.

Per quanto ci riguarda, oltre al bene demaniale in se stesso, il Fiume Oglio rappresenta, ed ha sempre rappresentato nella storia della nostra valle, un bene o meglio una risorsa comune.

Ciò in quanto, come evidenziato in molte delle pagine iniziali di questo testo, il fiume è stato da sempre utilizzato dalle collettività locali quale risorsa comune indispensabile alla vita della comunità.

Nel volume “Acque di Valle Camonica” (edito dal Servizio Archivistico Comprensoriale di Valle Camonica, una delle pubblicazioni stimulate da questo progetto)<sup>3</sup> bene si evince il forte legame economico e funzionale che sempre è intercorso tra il fiume e la Comunità Camuna, forte legame che è stato interrotto dalle dinamiche industriali e consumistiche del secolo scorso e che questo progetto ha cercato di arginare, invertendone la rotta. Nelle azioni di coinvolgimento di Amministrazioni e cittadini durante l'effettuazione dei lavori di rigenerazione del Fiume Oglio, molto si è giocato sul fattore “autonomia” della Valle Camonica, un'autonomia da intendersi quale orgoglio per la propria terra e per i suoi valori naturali.

L'autonomia di un territorio a forte identità culturale, quale la Valle Camonica è, se intesa nella sua accezione filosofica di “autogoverno” e non mortificata nella definizione negativa di “decentramento”, è alla base dell'esaltazione dell’*“amor loci”* traendone tutte le benefiche ricadute che tale proprietà esercita.

L'aver riscattato dal Demanio Fluviale dello Stato per 20 anni le terre poste lungo il fiume (oltre 210 ettari), ha consentito alla Comunità di Valle di riappropriarsi

di beni che già in passato aveva saputo ben governare, consentendole di rimettere alla prova il fatto che, oggi come allora, l'esercizio diretto di governo dei beni naturali da parte di una comunità favorisce la ricostruzione di una tradizione civica e la diffusione di forme di azione cooperativa.

Su questi concetti si basa ciò che viene definito “capitale sociale”, pari se non superiore al “capitale economico” e indispensabile per ben gestire e tutelare il “capitale naturale”.

Nel lavoro effettuato sul Fiume Oglio abbiamo anche l'ambizione di aver seguito gli indirizzi che in tema di “Beni Comuni” sono stati sostenuti dal Premio Nobel per l'economia Elinor Ostrom<sup>4</sup>. L'economista ha dimostrato che le comunità, intese come l'insieme degli utilizzatori delle risorse collettive, sono in grado di gestire le risorse naturali in modo soddisfacente per se stessi e duraturo nel lungo periodo per le risorse, meglio di quanto sappiano fare gli Stati o i privati. La “terza via” tra statalizzazione e privatizzazione dei beni ambientali di interesse collettivo tracciata da Elinor Ostrom, prevede che ciò possa verificarsi a condizione che *la conoscenza, la fiducia e la comunicazione* tra i componenti di una comunità siano in grado di mettere a punto sistemi di regole che, appoggiandosi a Istituzioni Locali già consolidate sul territorio e senza interferenza di un'autorità esterna come lo Stato, possano governare tali risorse nell'interesse collettivo. L'aver acquisito dallo Stato per molti anni le terre demaniali in fregio al Fiume Oglio ha messo la Comunità Montana nelle condizioni di poter definire in autonomia modalità e regole di gestione di tali beni.

C'è però un aspetto che riteniamo vada subito evidenziato per evitare di rilassarsi nell'esaltazione di un'autonomia dogmatica e retorica: va sottolineato con forza che, direttamente correlato all'autonomia, deve esercitarsi un grande senso di responsabilità.

Per esercitare con dignità la propria autonomia, far crescere capitale sociale e capitale economico, e gestire con scelte coerenti i beni naturali a questi correlati, occorre saper usare senso etico, entusiasmo e passione, vincendo le ipocrisie e le grettezze dettate dalle piccole opportunità di bottega.

Grande attenzione va posta, dunque, alla componente politica della nostra società locale, componente fon-

3) Acque di valle Camonica. Il Fiume Oglio tra Medio Evo ed età moderna – a cura di Simone Signaroli Servizio archivistico comprensoriale di Valle Camonica, 2014.

4) Elinor Ostrom (1933 – 2012), Premio Nobel dell'economia nel 2009, prima e per ora unica donna insignita di tale riconoscimento in considerazione del suo contributo al governo delle risorse collettive.

damentale per la buona gestione dei Beni Comuni ma che non può e non deve essere lasciata a se stessa in tale responsabilità di governo.

L'esercizio dell'autonomia di governo necessita "... di dare una vita politica ad ogni parte del territorio, così da moltiplicare all'infinito per i cittadini le occasioni di agire insieme e per far loro sentire ogni giorno che dipendono gli uni dagli altri ..."<sup>5</sup>.

Cittadini coinvolti e attivi, dunque, attenti a sostenere e indirizzare la politica locale per aiutarla a difendere e migliorare la qualità della vita della Valle, affinché la gestione del territorio e dei suoi valori materiali e immateriali non sia un affare di pochi, ma un affare di tutti. "Cittadinanza attiva" è il modo con cui meglio si identifica tale impegno e la definizione che ne dà Legambiente calza perfettamente con quanto si è verificato intorno al Fiume Oglio in questi anni: "Con cittadinanza attiva si intende la partecipazione delle cittadine e dei cittadini alla vita civile del Paese, onorandola con i propri doveri, conoscendo ed esigendo i diritti propri e quelli altrui".

Così è stato e così avviene con le Associazioni che ci hanno affiancato in questi anni: "Los Chicos Buenos" di Darfo Boario Terme, gli "Amici della Natura" di Savio dell'Adamello, gli "Amici del torrente Grigna" di Esine, gli Osservatori Territoriali Ecologici di Edolo e Darfo Boario Terme, il "Biodistretto di Valle Camonica", la Commissione TAM del CAI e le numerosissime associazioni culturali, di pesca sportiva, di mountain bike e di corsa campestre che, con le loro iniziative organizzate lungo il fiume, hanno consentito a migliaia di cittadini di riappropriarsi di questo territorio.

Un territorio ben governato non è solamente specchio di una Comunità armoniosa, ma può e deve avere riscontri anche all'esterno di essa.

Così è avvenuto con il riconoscimento dato alla Comunità Montana di Valle Camonica dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MiBACT) nel 2017 - in occasione della V Edizione del Premio del Paesaggio del Consiglio d'Europa - per il progetto di "Riqualificazione ecologica, paesaggistica e funzionale del Fiume Oglio prelacuale", riconoscendone l'alto valore ecologico e di sostenibilità ambientale.

## 18.6 - Per il Fiume Oglio i pericoli non sono scongiurati

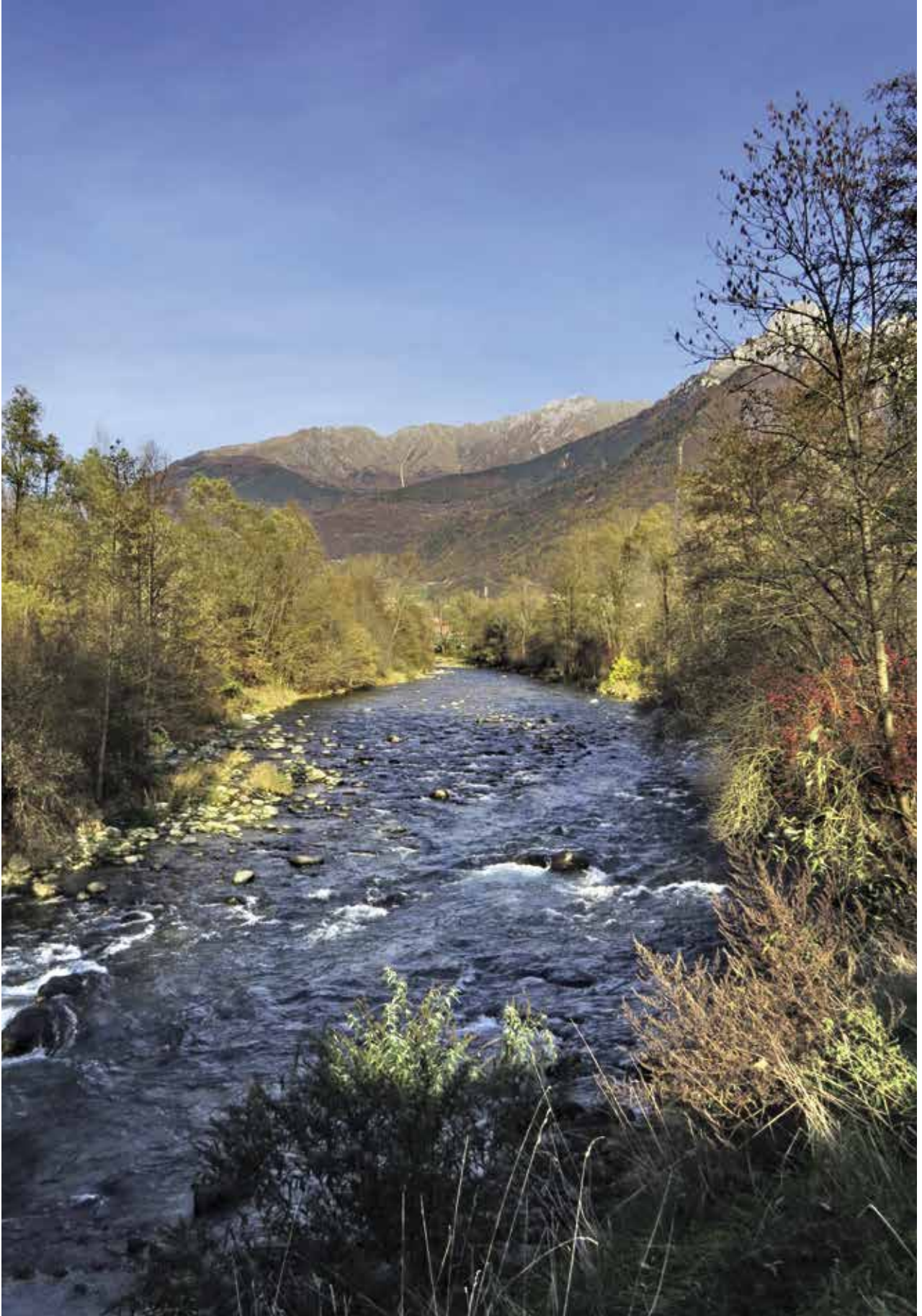
Sarebbe oltremodo ingenuo pensare che, con le azioni realizzate con il progetto qui descritto, pur costose in termini di tempo, denaro e intelligenze applicate, si sia messo definitivamente in sicurezza il Fiume Oglio e i territori contermini da future aggressioni.

In realtà, l'ambizione del progetto è quella di avere arginato la deriva e contribuito ad invertire la rotta del degrado e dell'abbandono, e tutto quello che si è voluto descrivere in questo testo serve a raccontare cosa è il Fiume Oglio, quale è la sua importanza come "Bene Comune" dei Camuni, proprio per prevenire azioni scellerate future che vadano a oltraggiare ulteriormente il fiume e il territorio di fondovalle.

Ecco perché è importante evidenziare con chiarezza quali sono i pericoli che in futuro correrà nuovamente l'Oglio e quali le azioni che dovranno essere messe in campo dalle Amministrazioni e sostenute, se non pretese, da un'opinione pubblica informata e attenta: nulla, più dell'oblio, concede spazio a quanti dal fiume traggono risorse proprie a scapito delle risorse comuni. Proviamo quindi ad elencarli questi pericoli.

1. Nuove escavazioni in alveo con asportazione di sabbie e ghiaie.
2. sottrazione di spazi vitali al fiume con distruzione o riduzione delle fasce tampone laterali a causa di nuovi interventi di urbanizzazione o di ulteriore espansione delle aree agricole.
3. Nuove forme di inquinamento delle acque, ad esempio causate dal dilavamento delle superfici agricole sovralimentate da liquami di scarto provenienti dagli allevamenti agricoli intensivi.
4. Costruzione di nuovi argini, magari derivanti all'abbassamento dell'alveo quale conseguenza di nuove o pregresse escavazioni e quindi con innesco di nuovi fenomeni erosivi sulle sponde.
5. Disattenzione dell'opinione pubblica e scarsa attività politica circa la necessità di proseguire e terminare i lavori di collettamento delle acque nere e grigie, nonché di porre in atto quegli accorgimenti necessari al miglioramento dei sistemi di collettamento: separazione delle acque di fognatura dalle acque bianche e grigie, realizzazione di ecosistemi filtro a tamponamento degli sfioramenti dei collettori, a protezione dei dilavamenti dei piazzali di industrie e centri commerciali e delle acque di raccolta delle principali strade, SS 42 in testa.

5) Alexis de Toqueville – da "La democrazia in America" – 1835.



Questo l'elenco dei principali temi sui quali occorre porre attenzione e continuare nel lavoro iniziato per evitare che in futuro le risorse economiche, intellettuali e le fatiche spese per dare un futuro al Fiume Oglio vengano vanificate.

Dei cinque pericoli sovra elencati su uno vogliamo spendere, per l'importanza e l'irreversibilità che riveste e per la concreta possibilità che già nei prossimi mesi possa essere messo in atto, alcune ulteriori considerazioni. Va assolutamente sospesa per alcune decine di anni qualsiasi forma di escavazione con asportazione di sabbie e ghiaie dal fiume.

Gli studi messi in atto dal CNR - che nel capitolo sedicesimo di questo testo vengono riassunti - ci dicono che il trasporto solido del Fiume Oglio è pari a zero, ovvero che non solo non ci sono sabbie e ghiaie che ripasciano il fiume ma che il fondo dell'alveo si è talmente abbassato a causa di escavazioni pregresse da mettere persino in crisi le pile dei ponti e gli argini principali.

Tutto il materiale trasportato e depositato dal fiume proviene dalla naturale erosione del fondo e dalle sponde. È logico aspettarsi che ad ogni estrazione di materiale corrisponda un incremento delle erosioni a monte (ed entro certi limiti a valle) del tratto interessato dagli scavi. L'asportazione di ghiaie e sabbie causa sempre la rottura di un equilibrio fra scavi e depositi, con un conseguente aumento degli scavi.

In questo modo vengono interessate in misura rilevante le sponde del fiume e vengono messe a rischio tutte le infrastrutture (ad es. i ponti) fondate all'interno o nei pressi dell'alveo. Altra conseguenza rilevante dello scavo in alveo è l'abbassamento delle falde e di conseguenza il degrado di tutti quegli ecosistemi che si instaurano lungo il fiume in corrispondenza di particolari condizioni geologiche. La perdita degli Oglioli è una chiara conseguenza di ciò: abbassando l'alveo del fiume si richiamano allo stesso le acque di falda e conseguentemente le falde si abbassano e gli Oglioli si asciugano. Ciò diventa grave in periodi di siccità pro-



Foce del Fiume Oglio dopo la riapertura del ramo laterale.

lungata, soprattutto per i terreni agricoli che perdono la capacità di infiltrazione e la risalita per capillarità delle acque che alimentano campi e coltivi. Inoltre, l'escavazione di un fiume senza nuovo apporto solido causa un'alterazione drastica delle sue forme naturali e opera una semplificazione del sistema fluviale generale con una riduzione del grado di complessità e di diversità ambientale. La contestazione che i cavatori e i loro alleati pongono a questa pur banale constatazione è che le escavazioni, oggi già teoricamente vietate nell'alveo dei fiumi, si effettuano ai soli fini di regimazione idraulica.

Nel caso del Fiume Oglio ciò non è vero! Come già detto, l'alveo fluviale si è abbassato in alcuni tratti addirittura oltre i due metri a causa dell'eccessivo sfruttamento avvenuto in passato delle sue sabbie e ghiaie.

Se necessitassero in futuro escavazioni ai fini della sicurezza idraulica, queste dovranno essere attentamente valutate al fine di stabilire gli effetti delle stesse nei tratti a monte ed a valle del luogo interessato dai lavori e non dovranno prevedere l'asportazione di sabbie e ghiaie ma la loro movimentazione in alveo senza sottrarre un solo metro cubo di materiale al fiume, e ciò sinché non si sarà nuovamente raggiunto un equilibrio nel rapporto tra trasporto di nuovi solidi all'alveo principale tramite i torrenti secondari, fatto che avverrà, con i tempi naturali, sebbene ultimamente accelerati dai

cambiamenti climatici, nel corso di parecchie decine di anni. Per contro, diventa importante la riattivazione di antichi percorsi del fiume attraverso il recupero di condizioni morfologiche ed ambientali secondo due principi fondamentali: la ricostruzione delle forme naturali del fiume e l'aumento del grado complessivo di varietà e complessità morfologica e biologica dello stesso. Da questi interventi, che potremmo definire di "rinaturazione", potrebbero anche derivare materiali utili all'industria estrattiva.

Un esempio di ciò è il recupero dell'Ogliolo di San Carlo in Comune di Costa Volpino realizzato con questo progetto, ovvero la proposta progettuale di recupero dell'Ogliolo nella piana di Piancogno – Boario recentemente presentata dalla Comunità Montana di Valle Camonica alla Fondazione Cariplo (settembre 2018). La sintesi di questo discorso, complesso in termini scientifici e dai profondi risvolti economici, che qui abbiamo molto semplificato è uno solo: dopo anni di stress da escavazioni, inquinamenti, sottrazioni di boschi e rive,

#### **IL FIUME OGLIO DEVE RIPOSARE!**

Facciamo tutti in modo che ciò possa avvenire, per garantirci un futuro sicuro e arricchito dai servizi che il fiume ogni giorno rende alle nostre comunità.

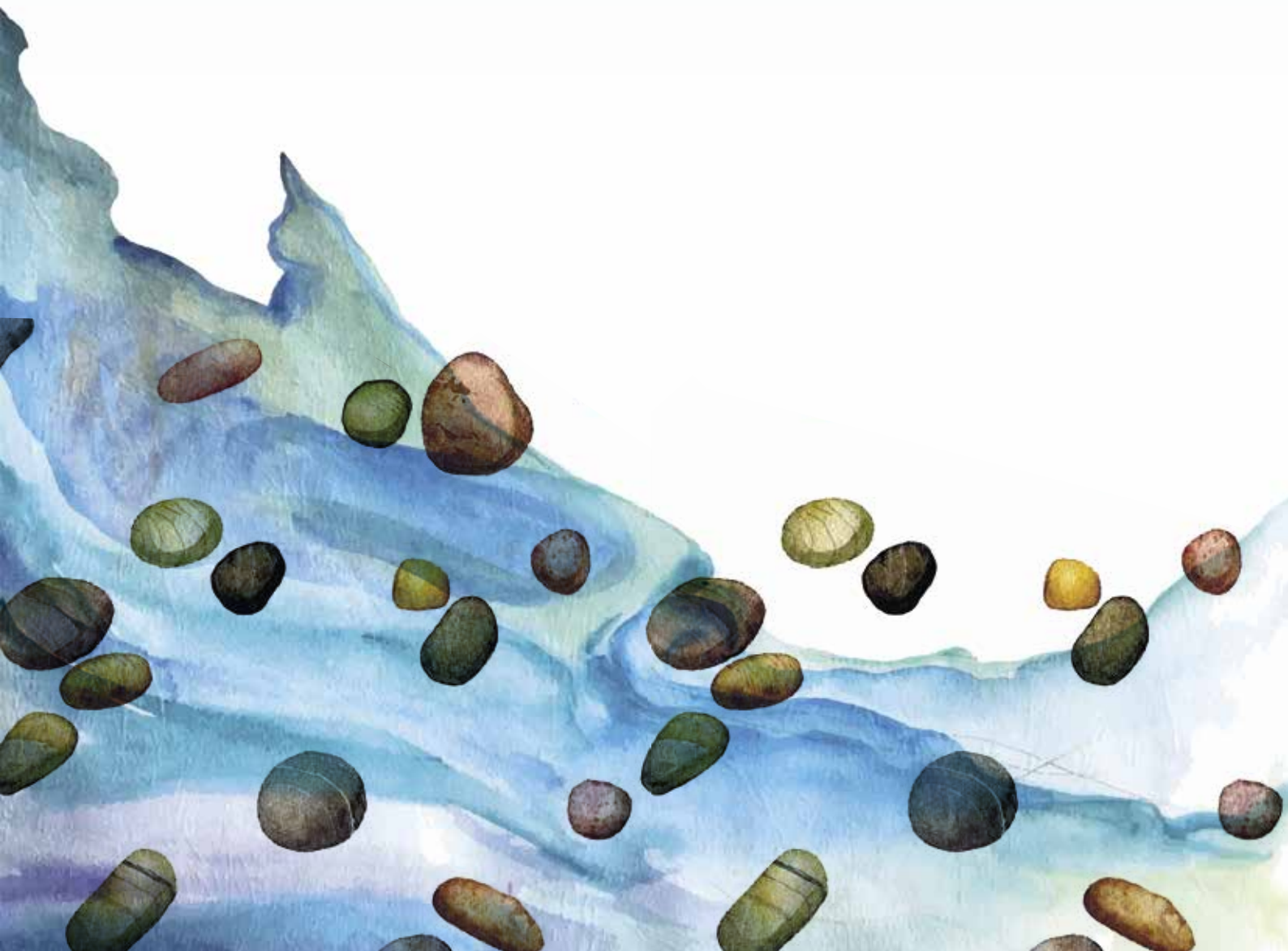


IL FIUME  
**OGLIO**  
TRA INFRASTRUTTURA IDRAULICA E GIARDINO

---

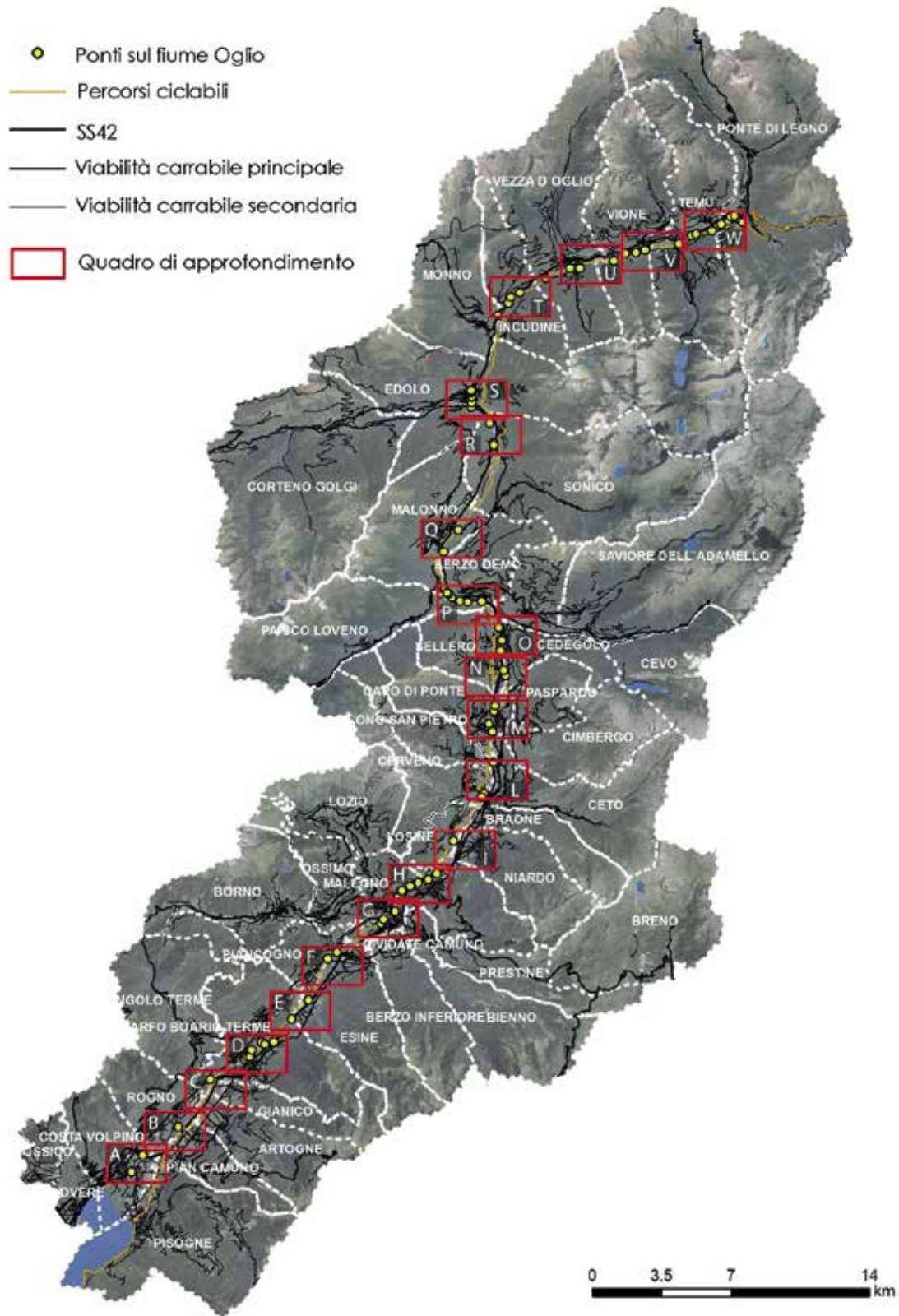
# ALLEGATO

SCHEDE DI IDENTIFICAZIONE DEI PONTI,  
VIADOTTI E PASSERELLE SUL FIUME OGLIO

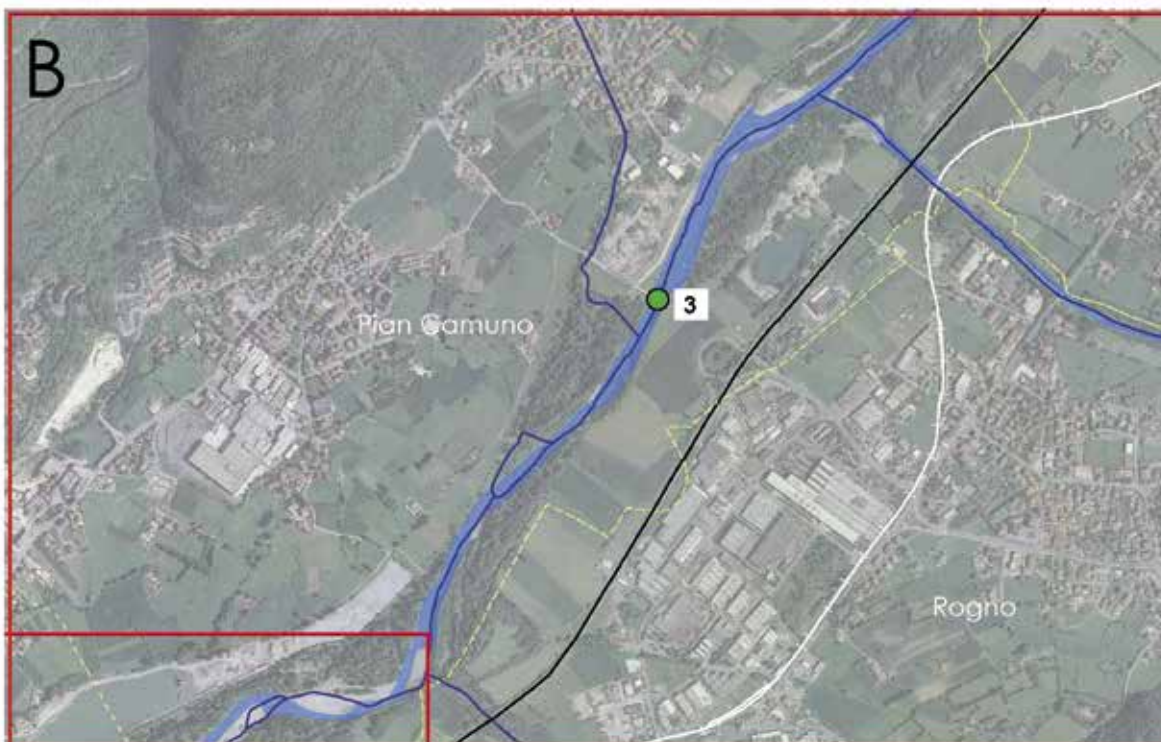
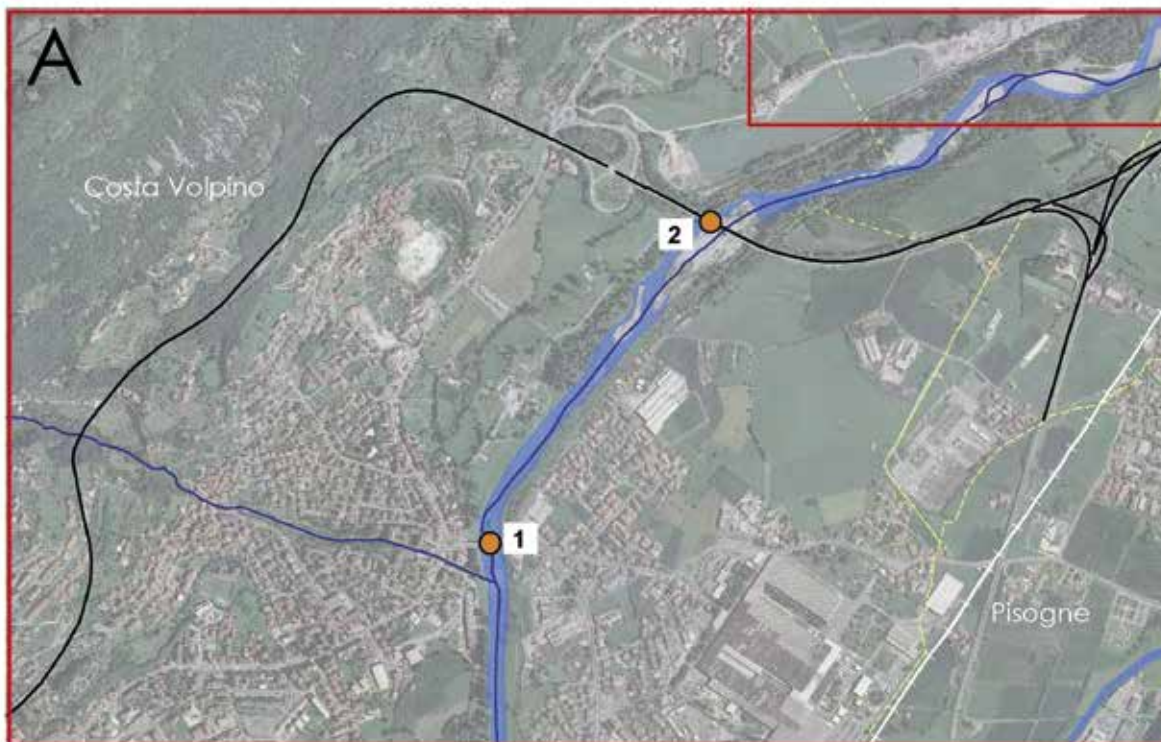




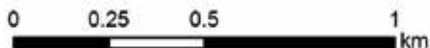
## Inquadramento territoriale all'interno del contesto geografico della valle Camonica



### Quadri di approfondimento

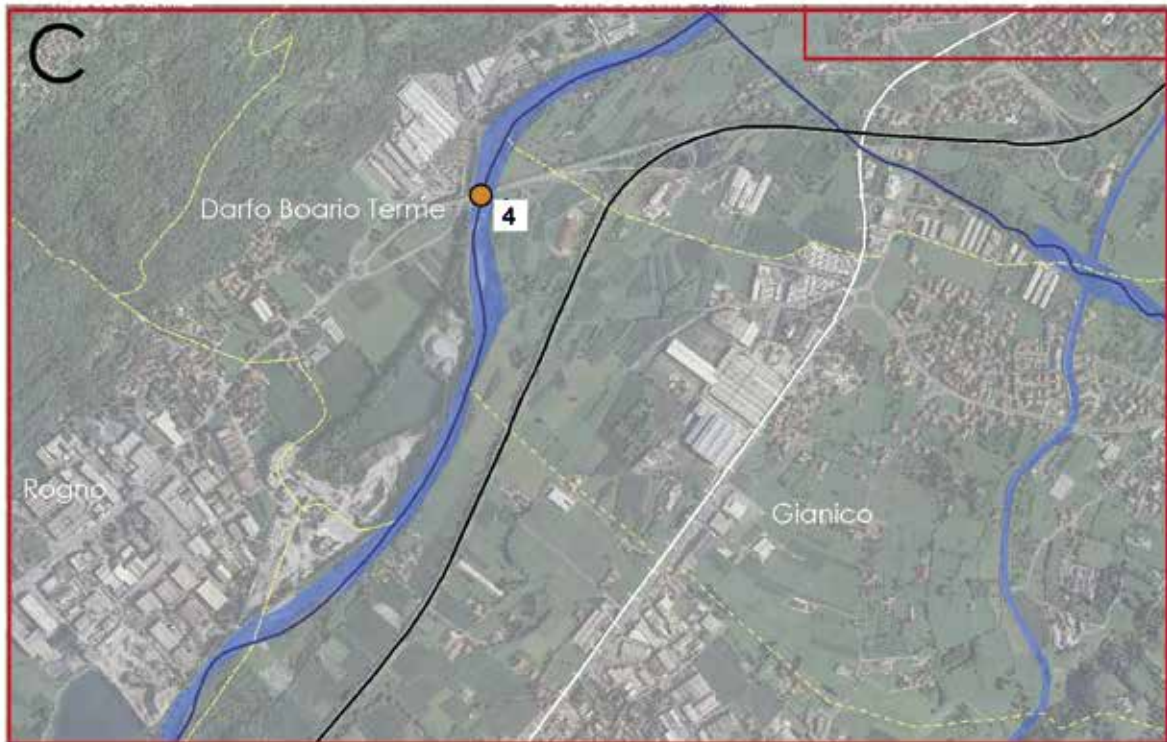


226



#### Legenda

- |                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| confini comunali | <b>Ponti sull'Oglio</b> |
| SS-42            | Ciclabile o Pedonale    |
| Rete_Ferroviaria | Carrabile               |
|                  | Ferroviario             |
|                  | Resti                   |

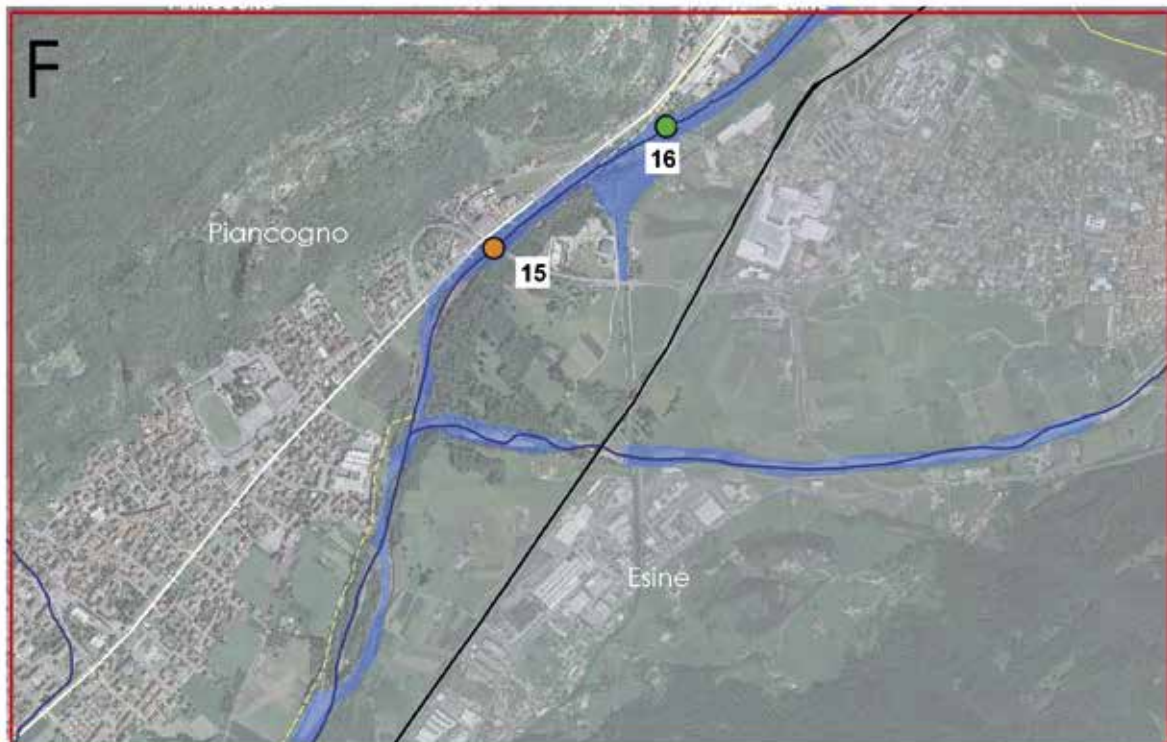


**Legenda**

-  confini comunali
-  SS-42
-  Rete\_Ferroviaria

- Ponti sull'Oglio**
-  Ciclabile o Pedonale
  -  Carrabile
  -  Ferroviario
  -  Resti
  -  Attraversamento servizi

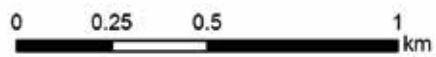


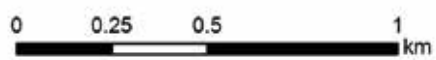
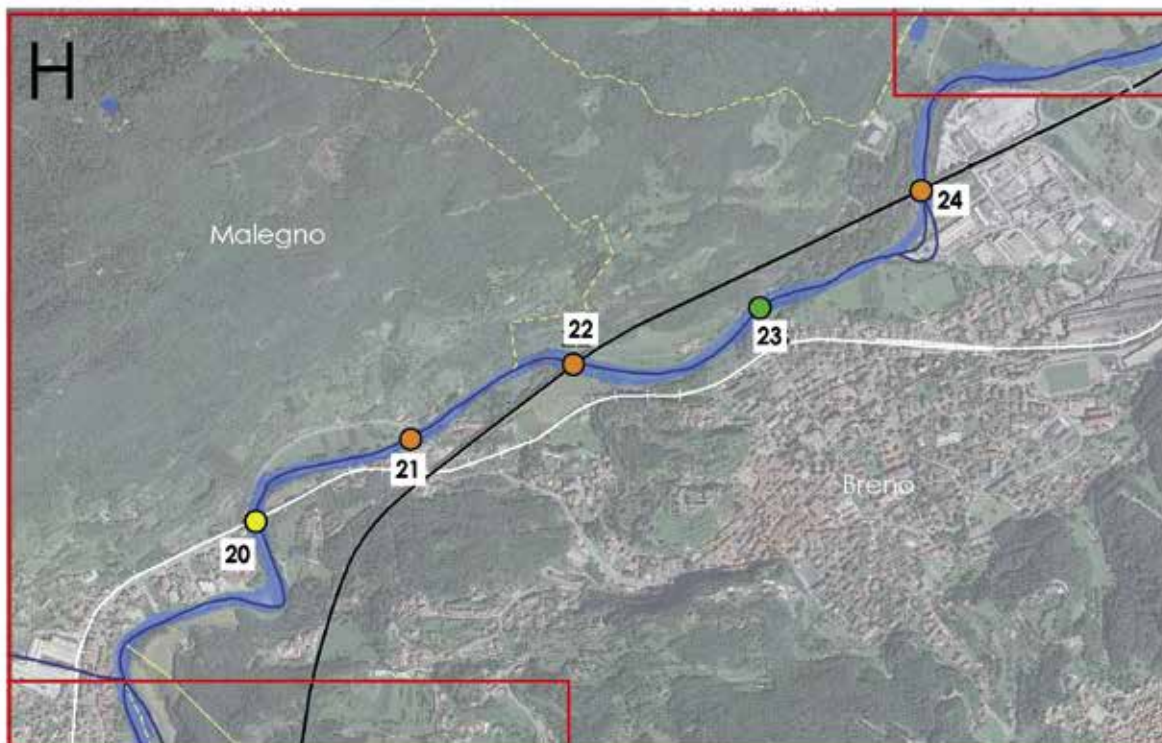
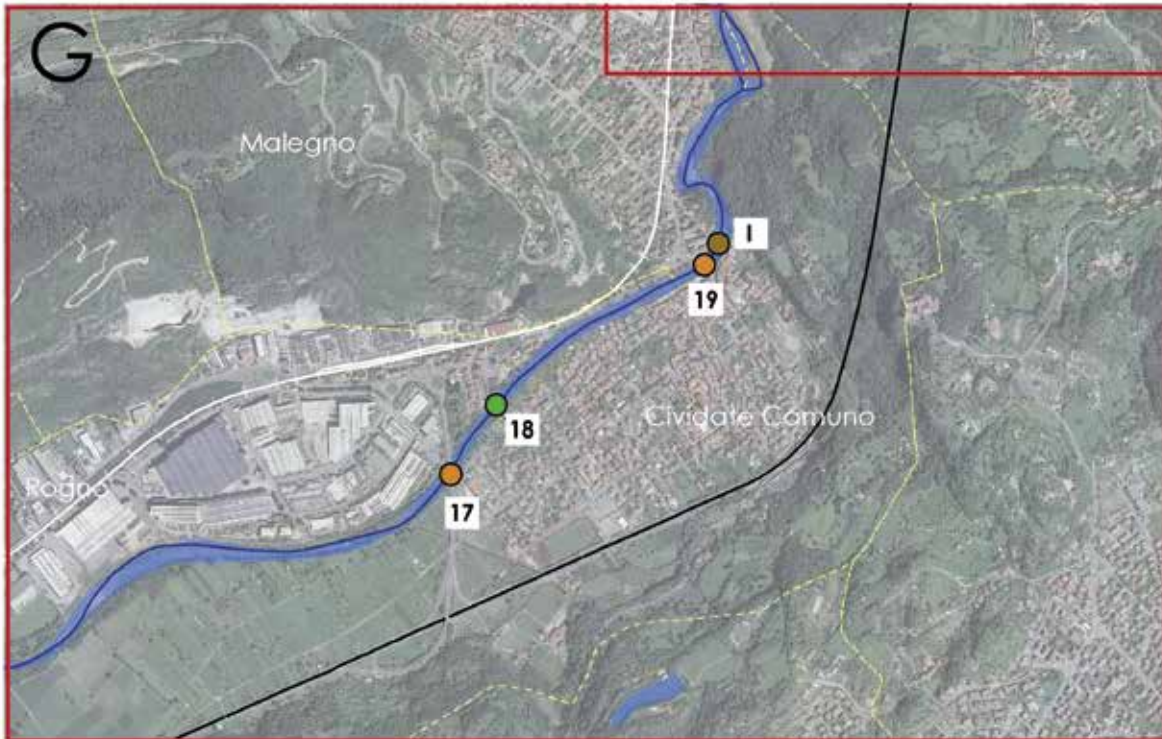


**Legenda**

- confini comunali
- SS-42
- Rete\_Ferroviaria

- Ponti sull'Oglio**
- Ciclabile o Pedonale
  - Carrabile
  - Ferroviario
  - Resti



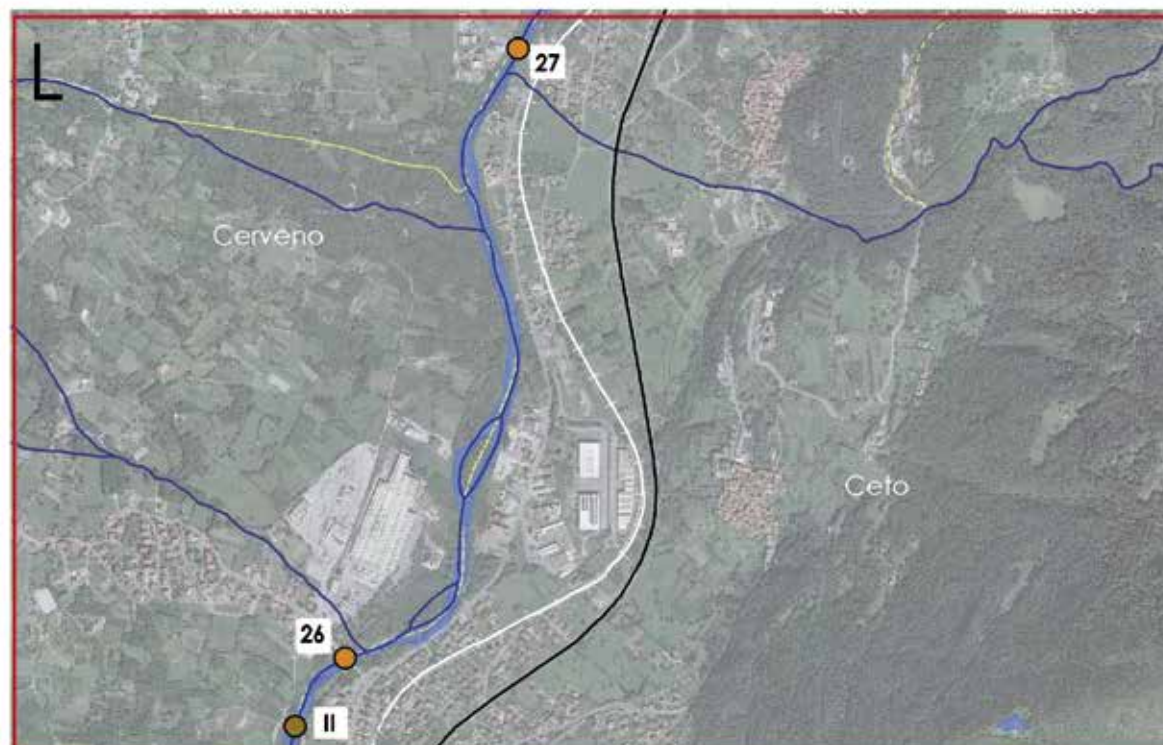
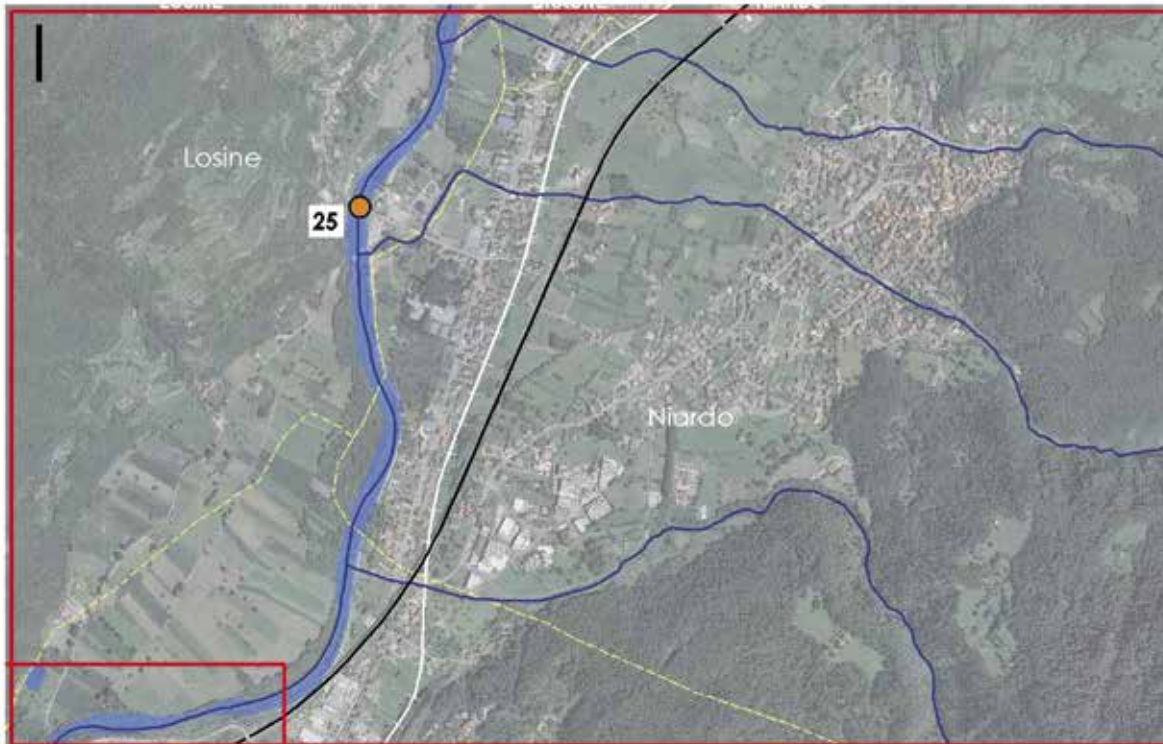


**Legenda**

- confini comunali
- SS-42
- Rete\_Ferroviaria

**Ponti sull'Oglio**

- Ciclabile o Pedonale
- Carrabile
- Ferroviario
- Resti

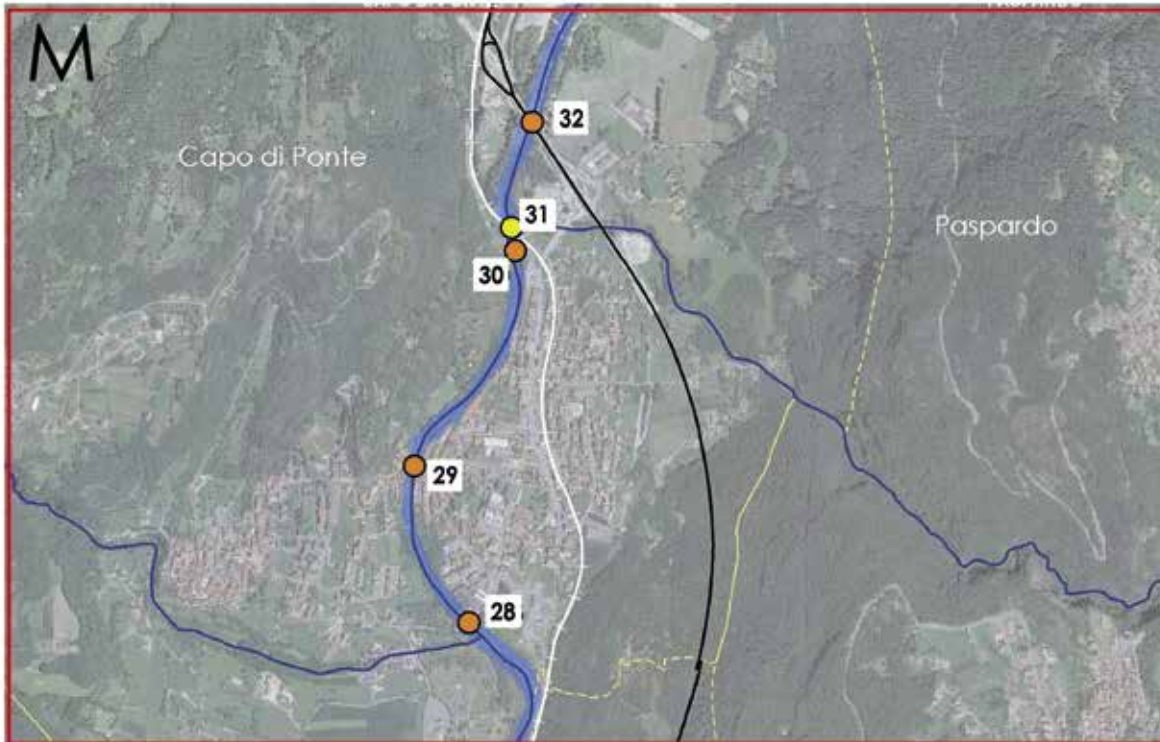


230

**Legenda**

- |   |  |
|---|--|
|  confini comunali | <b>Ponti sull'Oglio</b>  |
|  SS-42            |  Ciclabile o Pedonale |
|  Rete_Ferroviaria |  Carrabile            |
|   |  Ferroviario          |
|   |  Resti                |

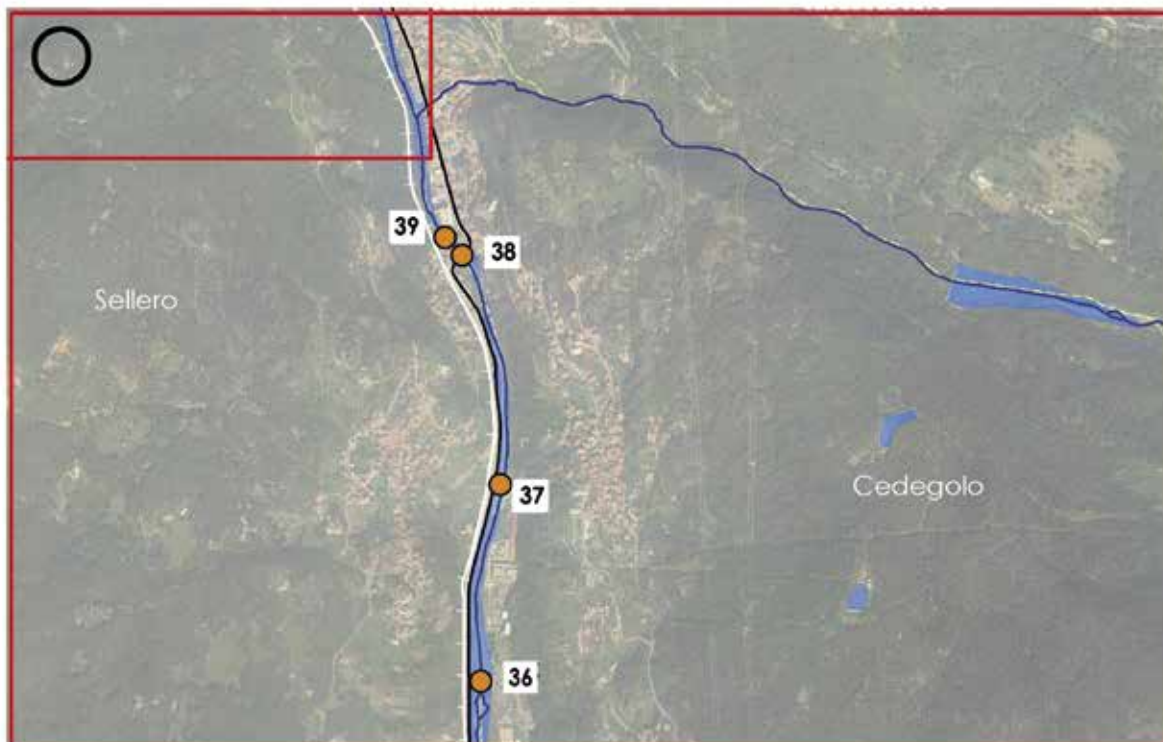




**Legenda**

- confini comunali
- SS-42
- Rete\_Ferroviaria

- Ponti sull'Oglio**
- Ciclabile o Pedonale
  - Carrabile
  - Ferroviario
  - Resti

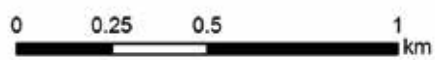
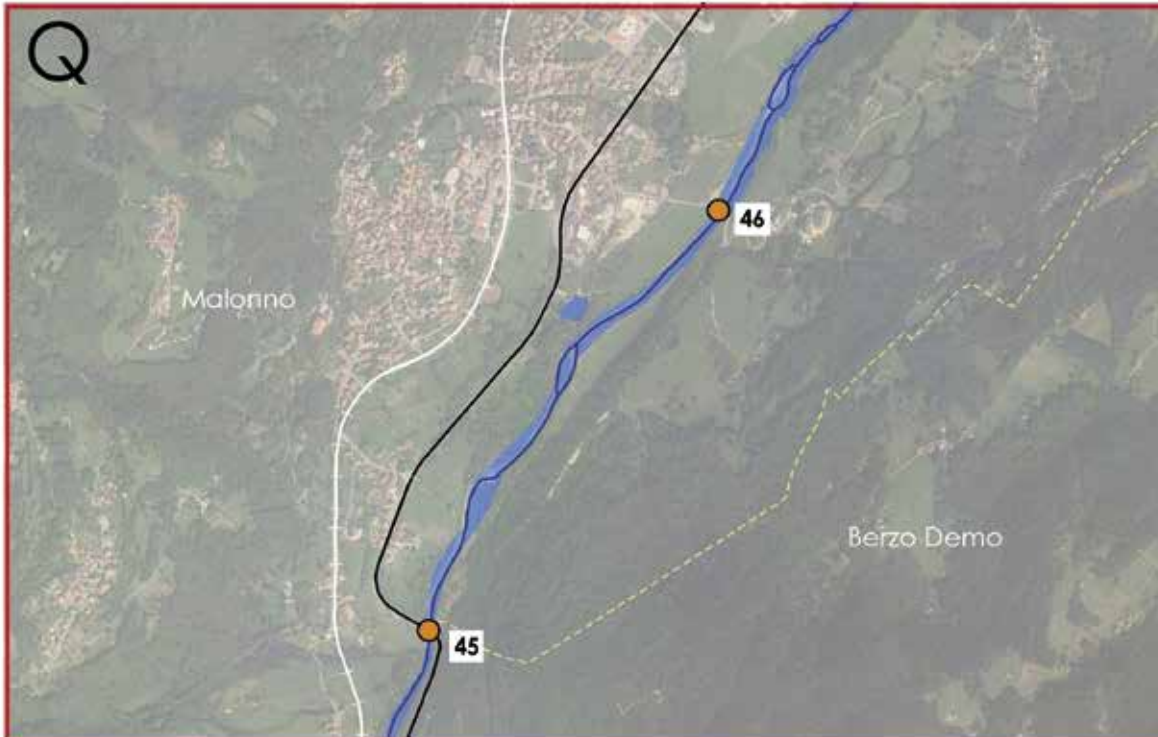


232 |

**Legenda**

- |  |  |
|--|--|
|  confini comunali | <b>Ponti sull'Oglio</b>  |
|  SS-42            |  Ciclabile o Pedonale |
|  Rete_Ferroviaria |  Carrabile            |
|  |  Ferroviario          |
|  |  Resti                |









**Legenda**

-  confini comunali
-  SS-42
-  Rete\_Ferroviaria

**Ponti sull'Oglio**

-  Ciclabile o Pedonale
-  Carrabile
-  Ferroviario
-  Resti





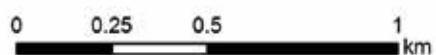
234

**Legenda**

-  confini comunali
-  SS-42
-  Rete\_Ferroviaria

**Ponti sull'Oglio**

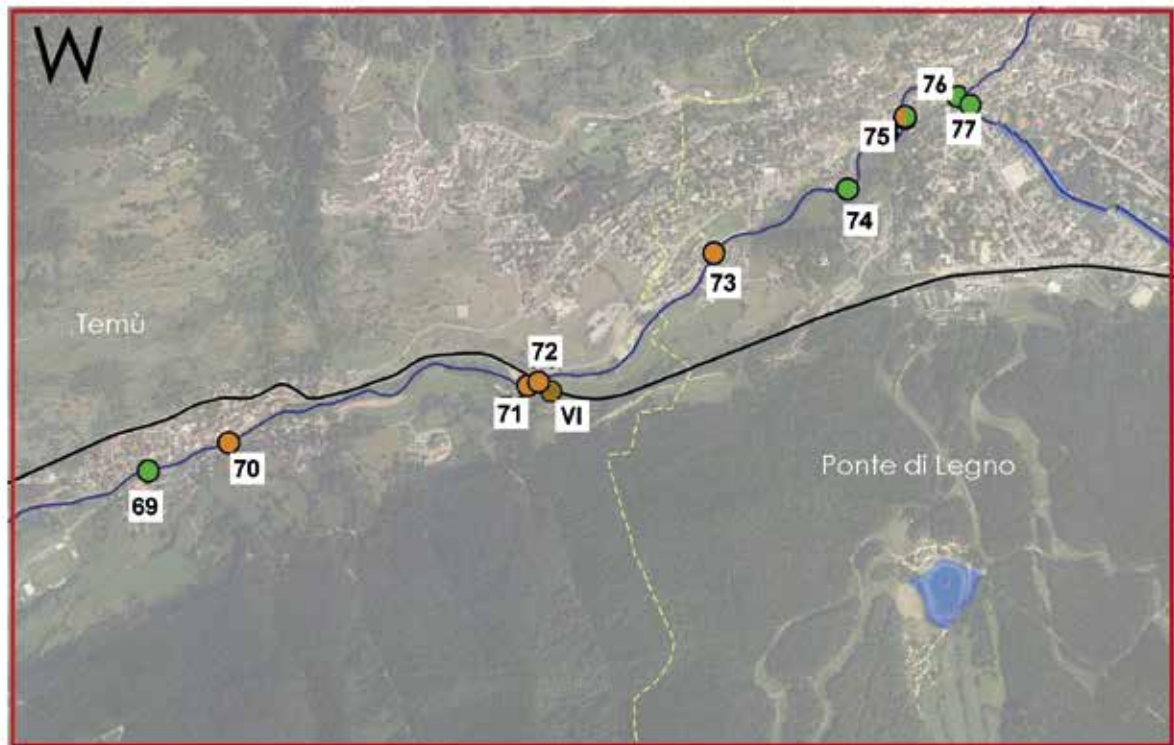
-  Ciclabile o Pedonale
-  Carrabile
-  Ferroviario
-  Resti





| 235

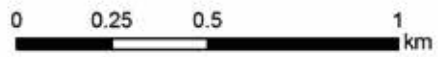




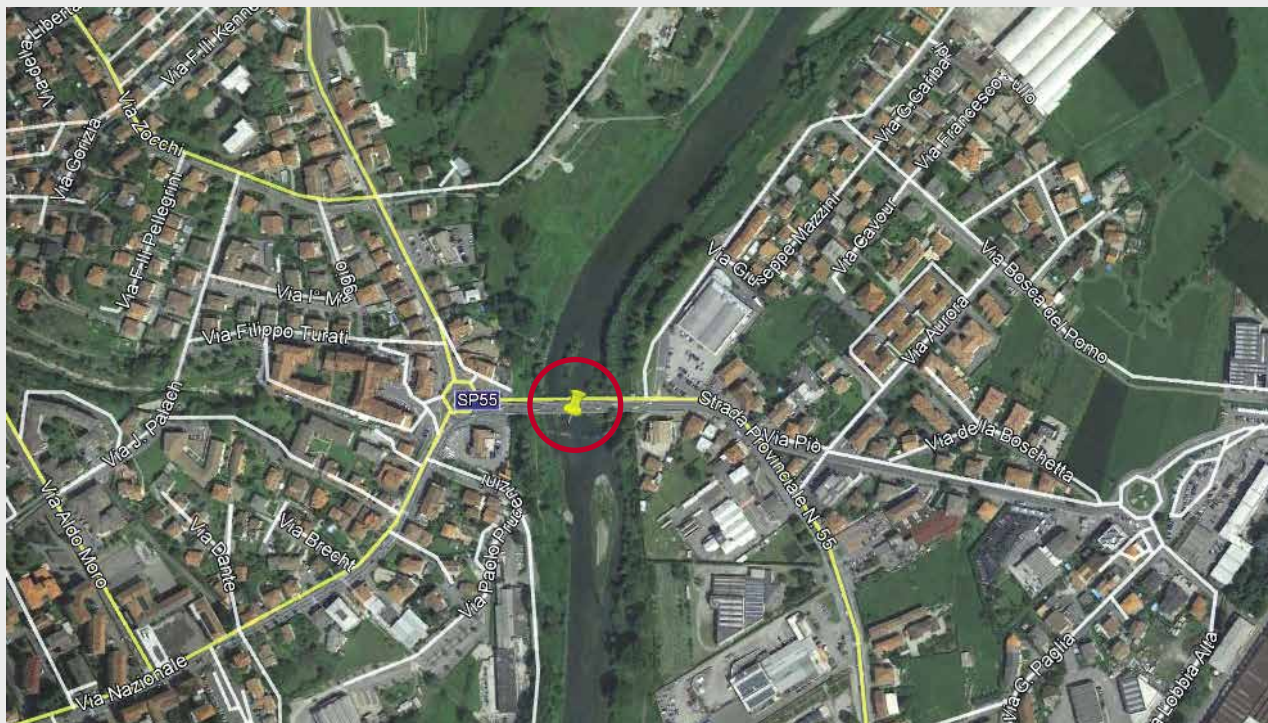
**Legenda**

- confini comunali
- SS-42
- Rete\_Ferroviaria

- Ponti sull'Oglio**
- Ciclabile o Pedonale
  - Carrabile
  - Ferroviario
  - Resti

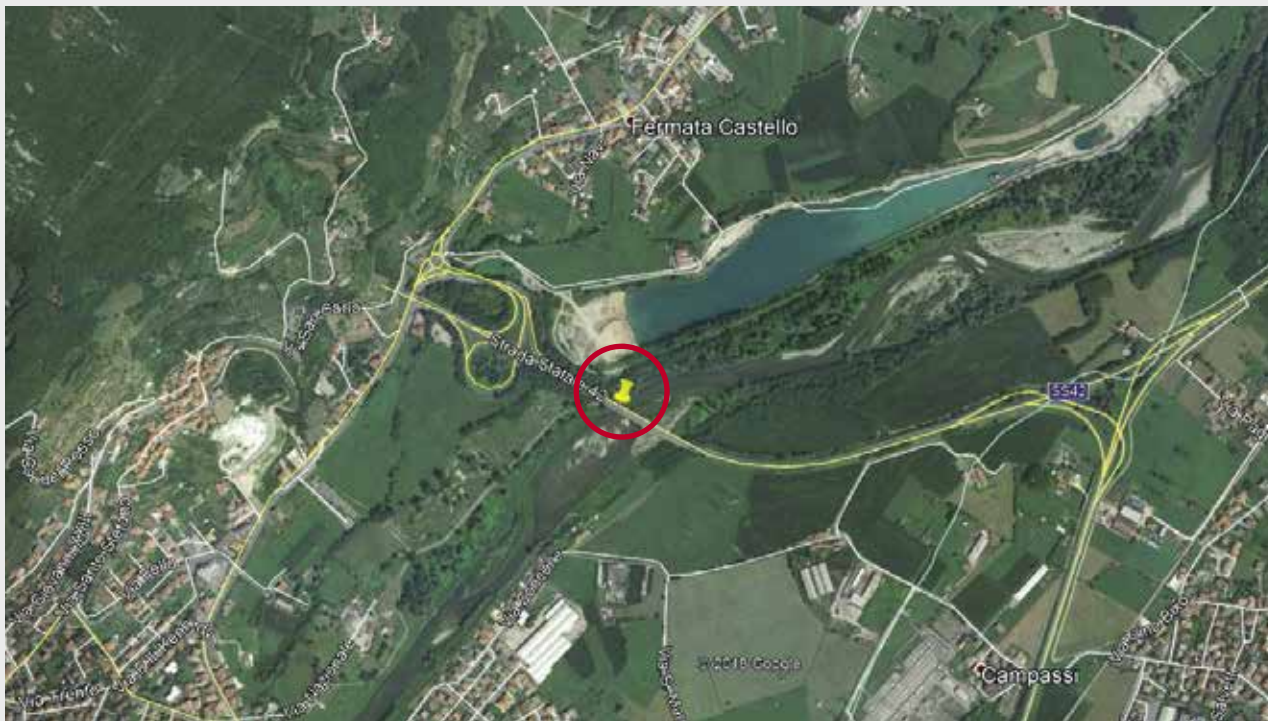


## QUADRO A - Ponte Numero 1



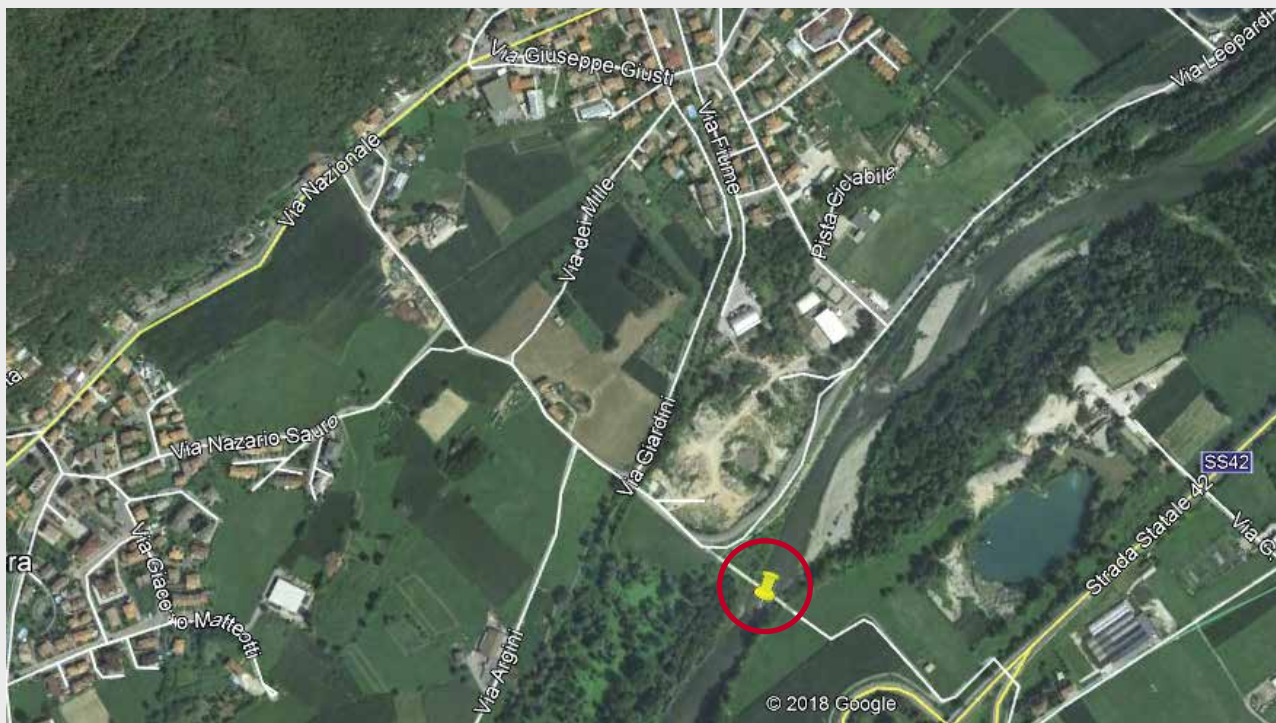
- **COMUNE:** Costa Volpino
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** ponte di barche già sicuramente esistente nel 1658, poi più volte ricostruito in pietra ad inizio '800 ed in epoca recente ammodernato.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte Barcotto
- **COORDINATE:** 45°49'45.79"N; 10°6'16.18"E

## QUADRO A - Ponte Numero 2



- **COMUNE:** Costa Volpino
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1998
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°50'12.42"N; 10° 6'44.11"E
- **NOTE:** Ponte/viadotto ANAS della SS42

## QUADRO B - Ponte Numero 3



- **COMUNE:** Rogno
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2011
- **NOME DEL PONTE:** Davide Fardelli
- **COORDINATE:** 45°50'58.20"N; 10° 8'7.85"E
- **NOTE:** ponte strallato di terza categoria a campata unica con luce netta tra gli appoggi di 103 m e larghezza utile di m. 3. Struttura costituita da due antenne con forma ad A posizionate sugli argini con altezza complessiva di circa 20,5 m; dalla sommità di ciascuna antenna partono tre ordini di stralli in barre d'acciaio.

## QUADRO C - Ponte Numero 4



- **COMUNE:** Darfo Boario Terme / Gianico
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°52'14.68"N; 10°9'23.75"E
- **NOTE:** Nel 1991, dopo aver subito il crollo di una campata viene subito ricostruito



## QUADRO D - Ponte Numero 6



- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Ferroviario
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1907 poi più volte rimaneggiato
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°52'50.78"N;  
10°10'50.74"E

## QUADRO D - Ponte Numero 7



- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** citato per la prima volta nelle cronache di Valle come ponte di barche già presente nel 1658. Poi più volte ricostruito prima in legno (1668) e successivamente in pietra (1887). Il rifacimento più recente risale al 1985
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Darfo
- **COORDINATE:** 45°52'51.63"N;  
10°10'57.04"E

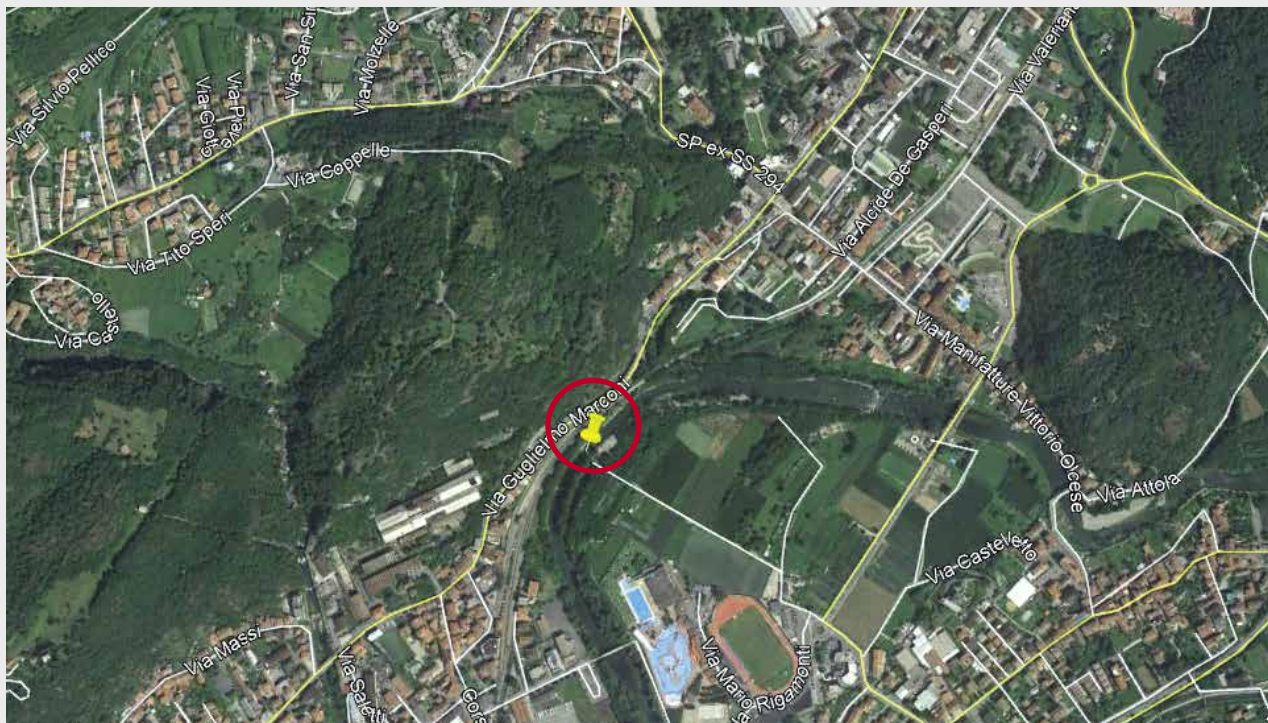
## QUADRO D - Ponte Numero 8



- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2005
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°53'2.31"N;  
10°11'0.45"E



## QUADRO D - Ponte Numero 9



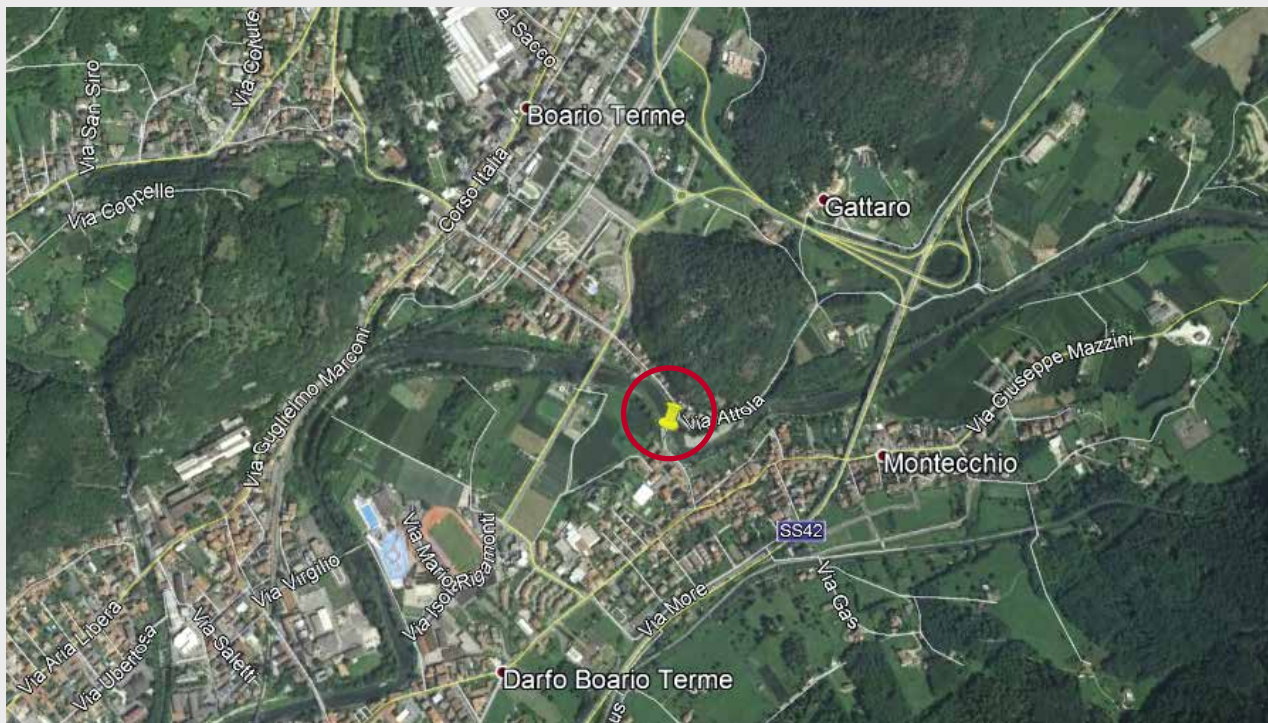
245

- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Attraversamento Servizi
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** inizio anni '60
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°53'12.58"N;  
10°10'57.75"E



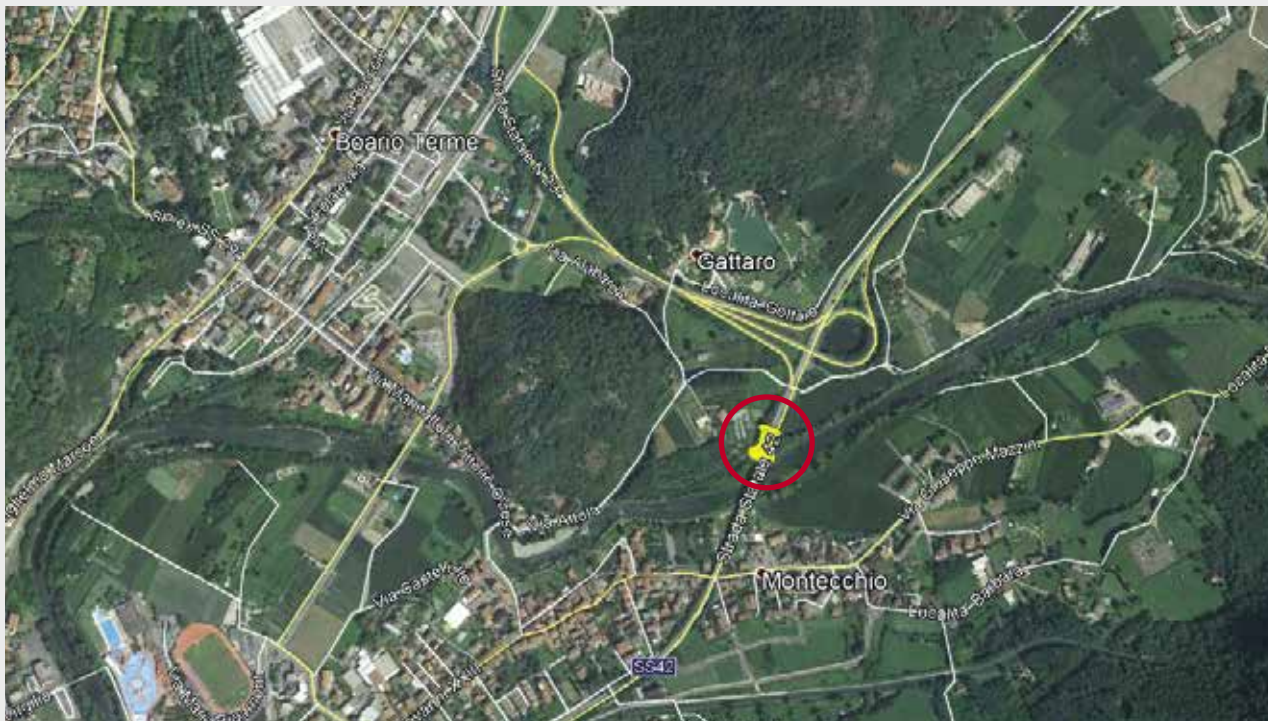


## QUADRO D - Ponte Numero 11



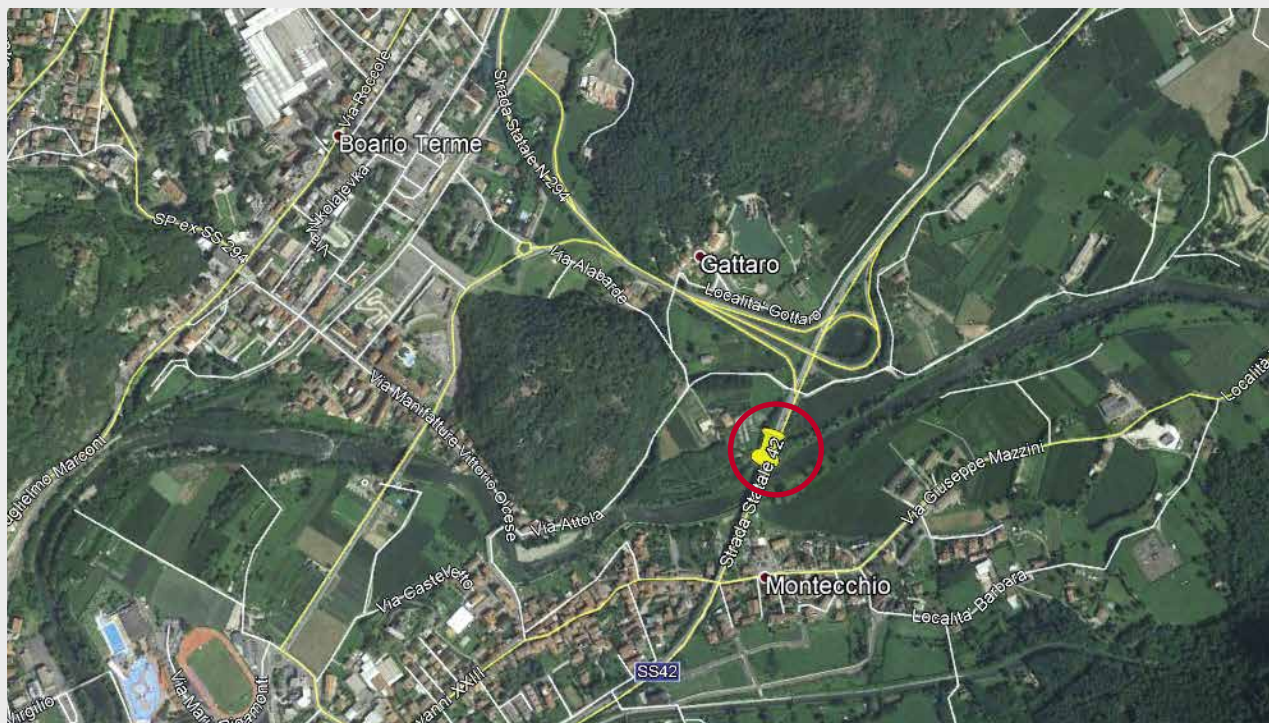
- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1509
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Montecchio
- **COORDINATE:** 45°53'11.52"N; 10°11'33.18"E
- **NOTE:** L'attuale ponte è stato ricostruito nel 1609 in sostituzione del precedente ponte medioevale in legno.

## QUADRO D - Ponte Numero 12



- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** Viadotto SS42 di Montecchio
- **COORDINATE:** 45°53'13.89"N;  
10°11'53.93"E
- **NOTE:** Ponte/viadotto ANAS della SS42

## QUADRO E - Ponte Numero 13



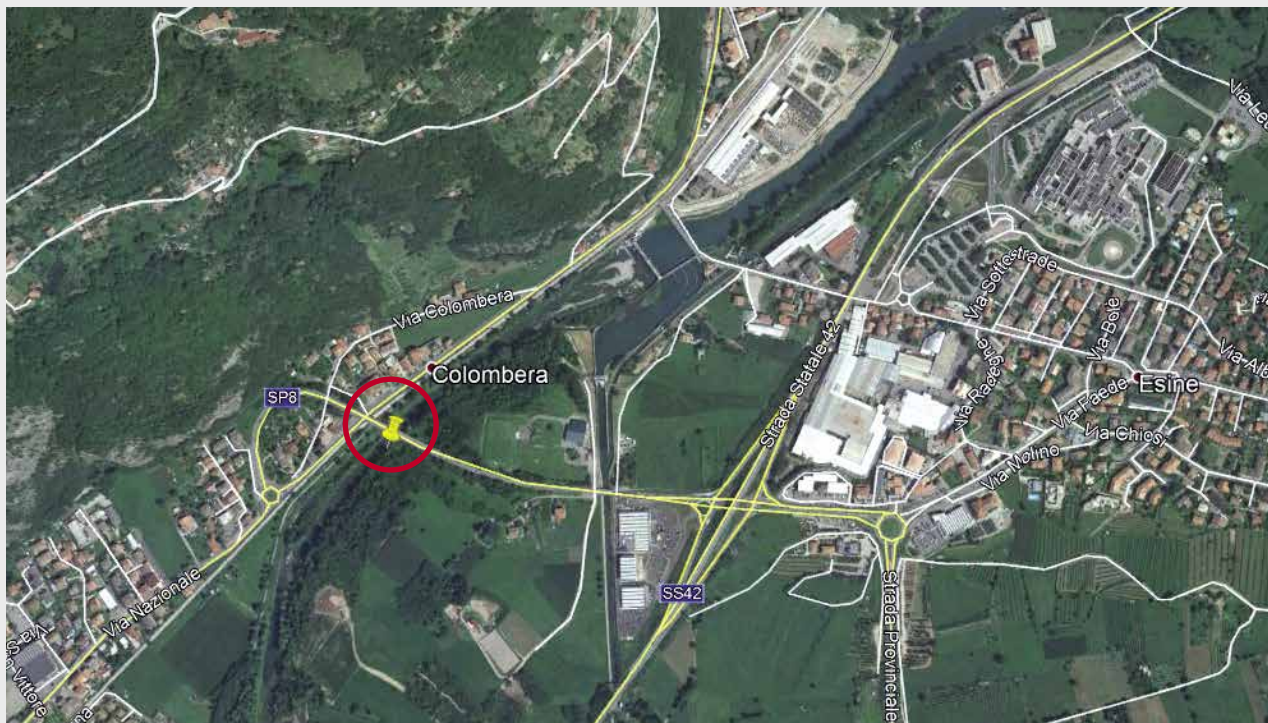
- **COMUNE:** Darfo Boario Terme
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** Viadotto della Sacca
- **COORDINATE:** 45°53'52.55"N;  
10°12'36.83"E
- **NOTE:** Ponte/viadotto ANAS della SS42

## QUADRO E - Ponte Numero 14



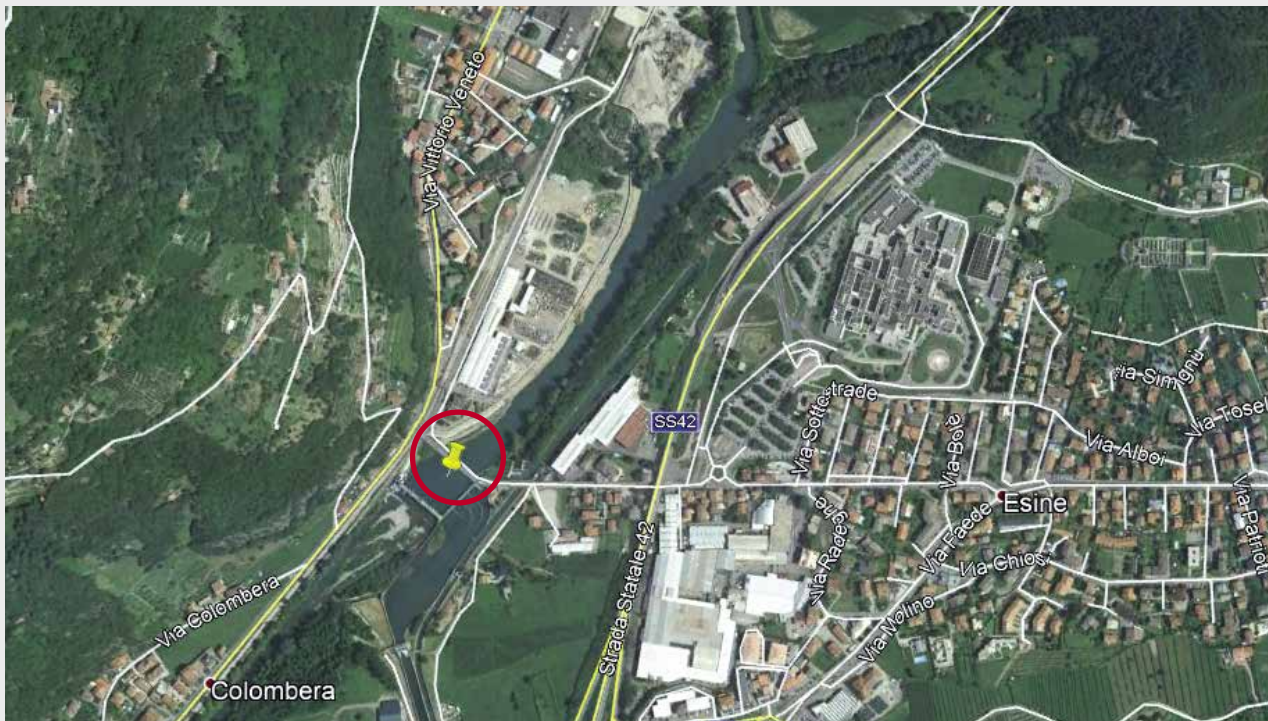
- **COMUNE:** Esine
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2003
- **NOME DEL PONTE:** Passerella presso la Sacca
- **COORDINATE:** 45°54'22.82"N;  
10°13'17.06"E

## QUADRO F - Ponte Numero 15



- **COMUNE:** Esine / Piancogno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** Ponte SP8 in via Feade (Colombera)
- **COORDINATE:** 45°55'29.37"N;  
10°14'3.36"E

## QUADRO F - Ponte Numero 16



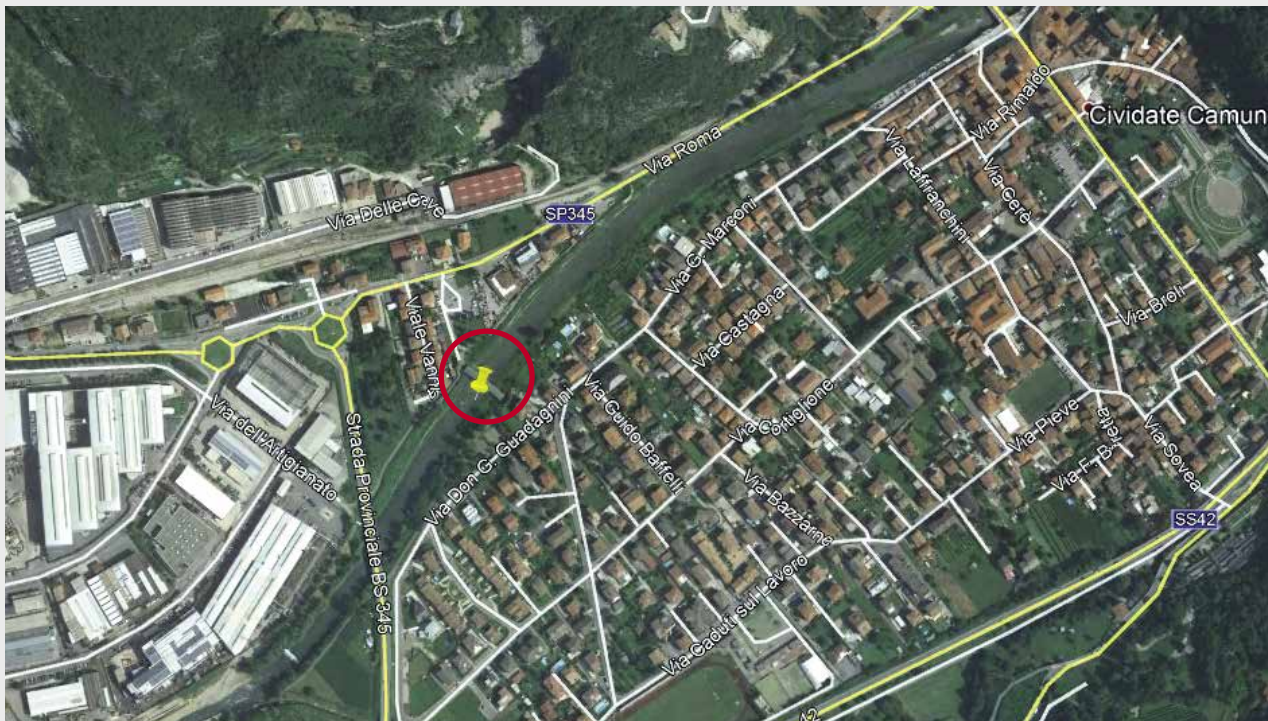
- **COMUNE:** Esine
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1941
- **NOME DEL PONTE:** Traversa ILVA-Esine
- **COORDINATE:** 45°55'39.36"N; 10°14'24.85"E
- **NOTE:** nel 2006 subisce ampliamento ciclopedonale del ponte carrabile esistente su progetto della Provincia di Brescia

## QUADRO G - Ponte Numero 17



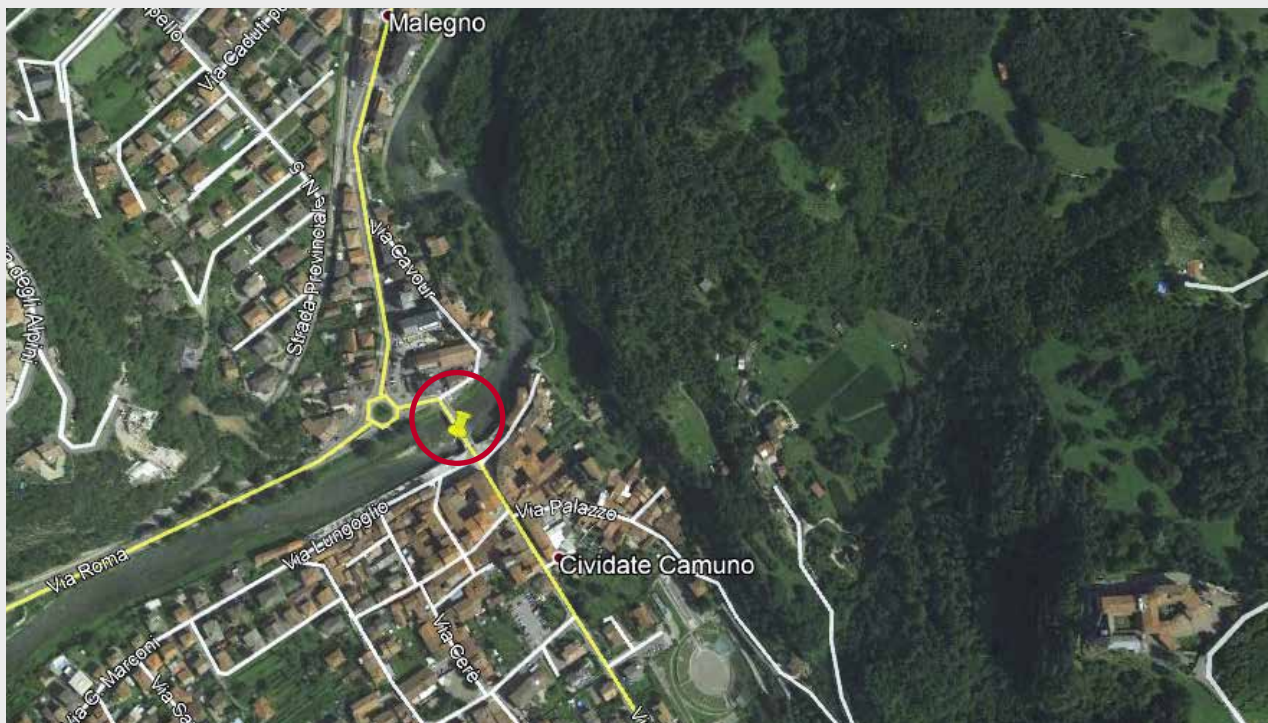
- **COMUNE:** Civitate Camuno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°56'26.20"N;  
10°16'9.52"E
- **NOTE:** ponte realizzato da ANAS. Nel mese di ottobre 2001, con decreto "Bassanini", la competenza è stata ceduta alla Provincia di Brescia

## QUADRO G - Ponte Numero 18



- **COMUNE:** Civitate Camuno
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2000
- **NOME DEL PONTE:** Ponte dei Marinai D'Italia
- **COORDINATE:** 45°56'32.02"N;  
10°16'15.36"E

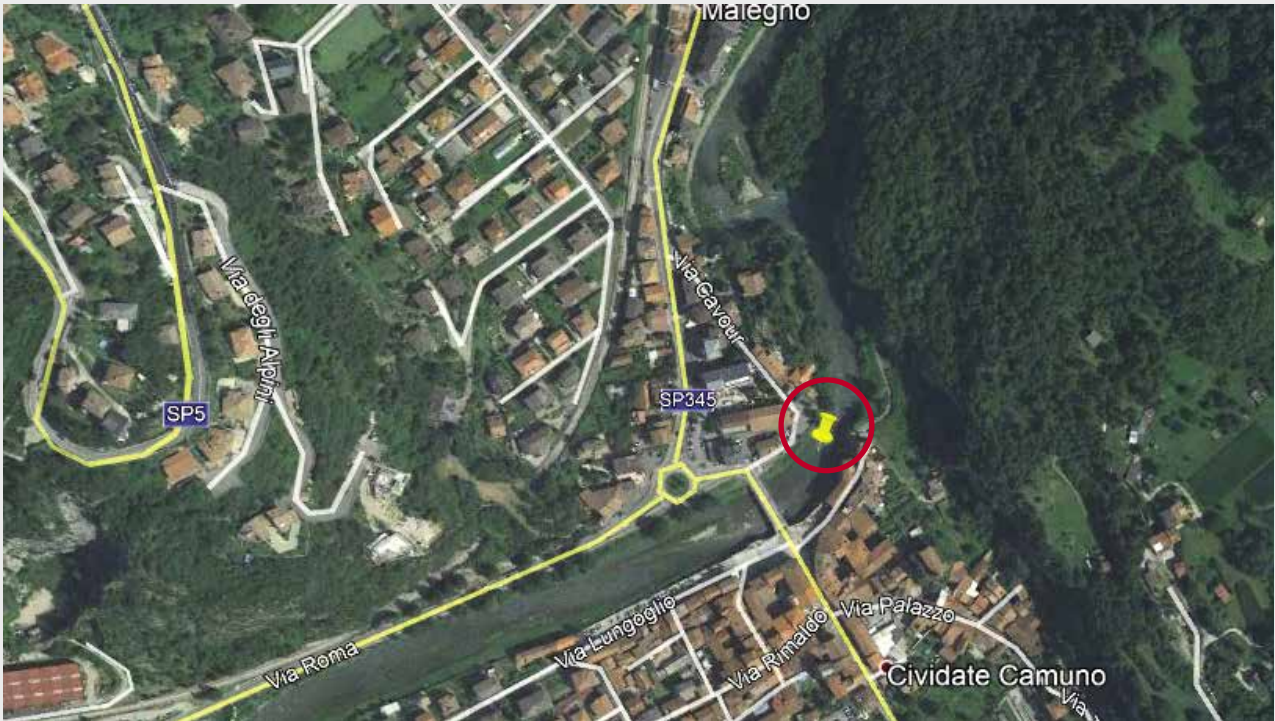
## QUADRO G - Ponte Numero 19



- **COMUNE:** Civitate Camuno / Malegno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** ponte costruito nel 1871 in sostituzione del precedente ponte romano e medioevale – vedi scheda successiva - poi ricostruito nelle forme attuali a seguito dell'alluvione del 1960
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°56'43.69"N;  
10°16'40.87"E

(foto del 1871. Fonte: Storia della Valle Camonica - Lago d'Iseo e vicinanze, Romolo Putelli (1915))

## QUADRO G - Ponte Numero I



- **COMUNE:** Civitate Camuno / Malegno
- **TIPOLOGIA:** ND
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** prima realizzazione probabilmente risalente al periodo romano, costruito dopo la conquista della Valle Camonica avvenuta nell'anno 16 a.C. Sicuramente presente nel 1233 (in legno) poi ricostruito in pietra nel 1586, ne viene confermata la presenza nel 1658. Quindi, distrutto e nuovamente ricostruito in legno nel 1740. Infine, una piena dell'Oglio nel 1883 lo distrusse nuovamente. Non fu più ricostruito e venne definitivamente sostituito dal ponte descritto nella scheda precedente.
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°56'45.34"N;  
10°16'43.01"E
- **NOTE:** resti di antico ponte demolito a seguito di una piena dell'Oglio nel 1883.

## QUADRO H - Ponte Numero 20



- **COMUNE:** Malegno / Breno
- **TIPOLOGIA:** Ferroviario
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1907
- **NOME DEL PONTE:** ponte ferroviario loc. Lanico
- **COORDINATE:** 45°57'18.95"N;  
10°16'59.80"E



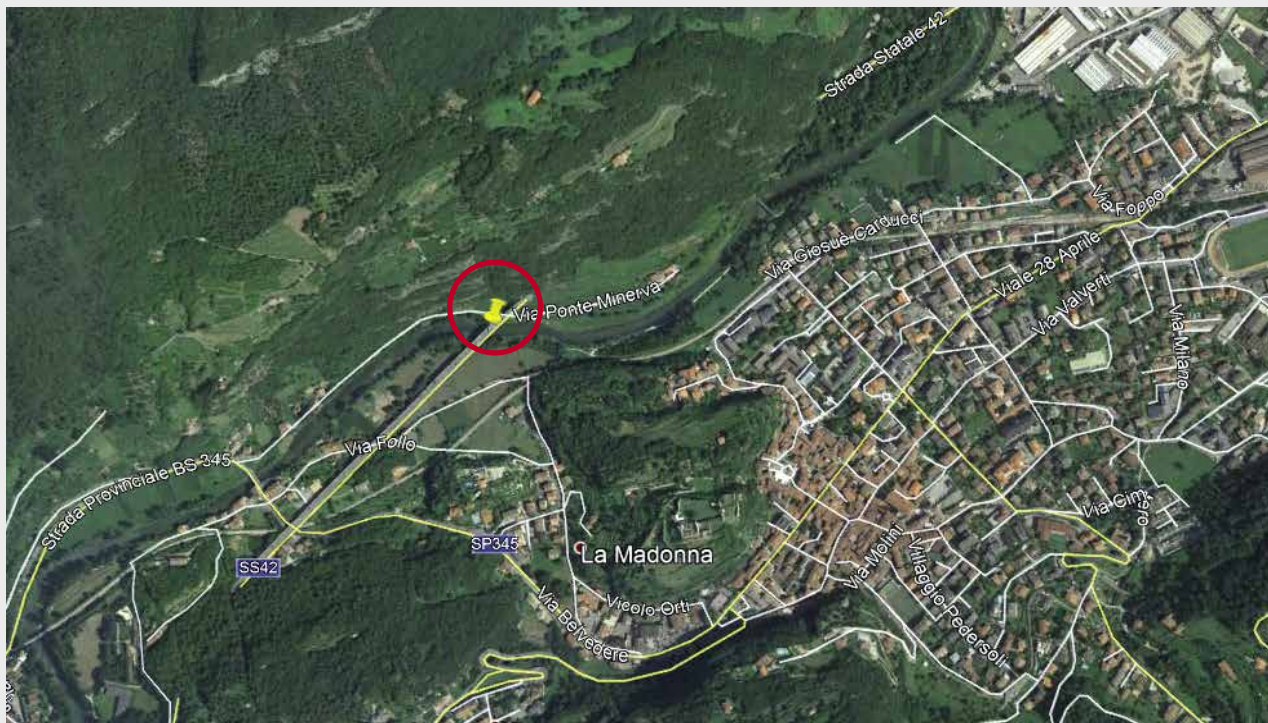
## QUADRO H - Ponte Numero 21



- **COMUNE:** Malegno / Breno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Sicuramente già presente nel 1433 in legno, poi costruito in pietra nel 1586 e ristrutturato più volte tra fine '800 e inizio '900
- **NOME DEL PONTE:** Ponte della Minerva
- **COORDINATE:** 45°57'25.74"N;  
10°17'18.77"E

(foto del 1918: fonte: INTERCAM Darfo Boario Terme)

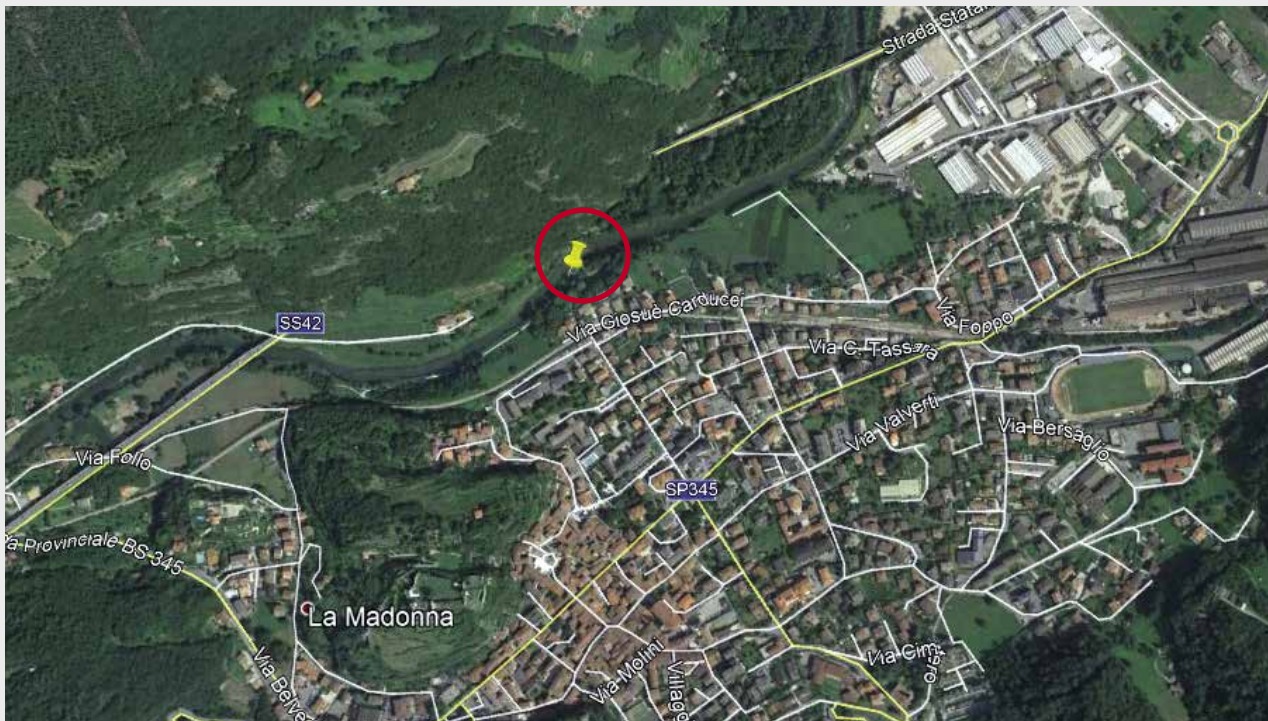
## QUADRO H - Ponte Numero 22



- **COMUNE:** Breno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Inaugurato nel 1982
- **NOME DEL PONTE:** Viadotto SS42-Breno sud
- **COORDINATE:** 45°57'32.15"N;  
10°17'39.57"E

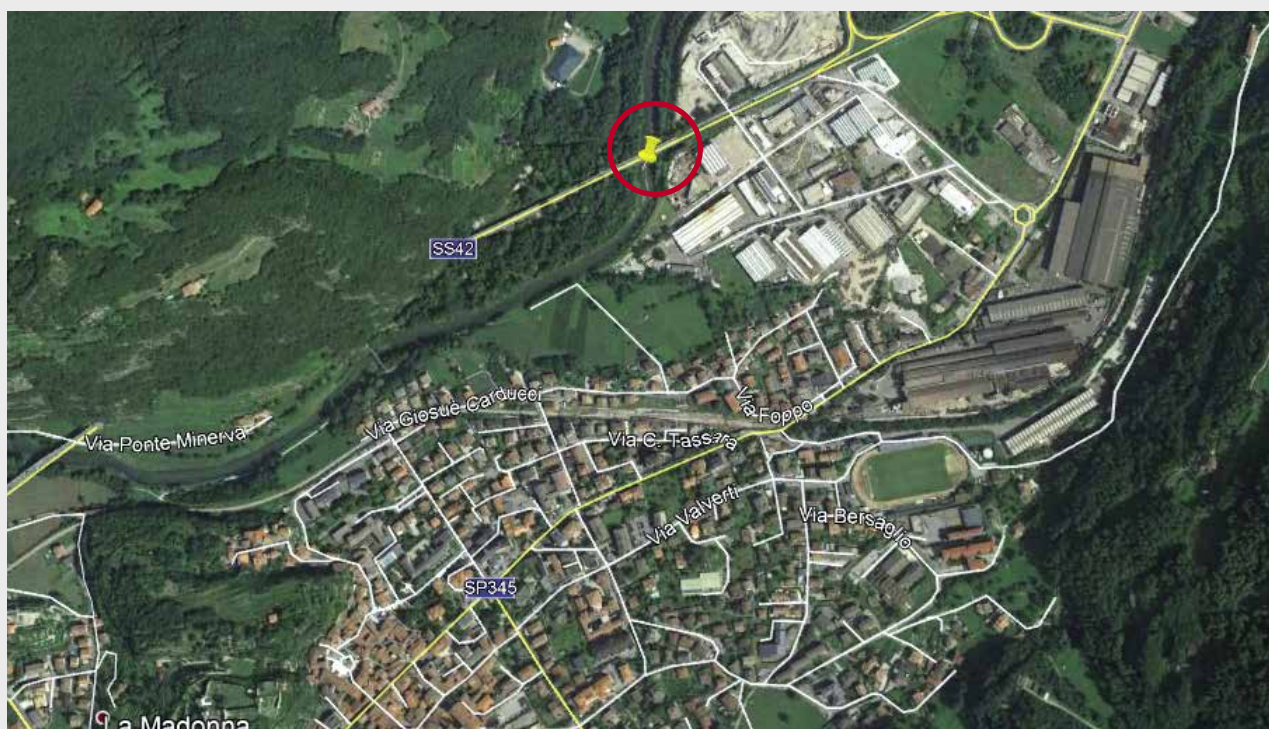


## QUADRO H - Ponte Numero 23



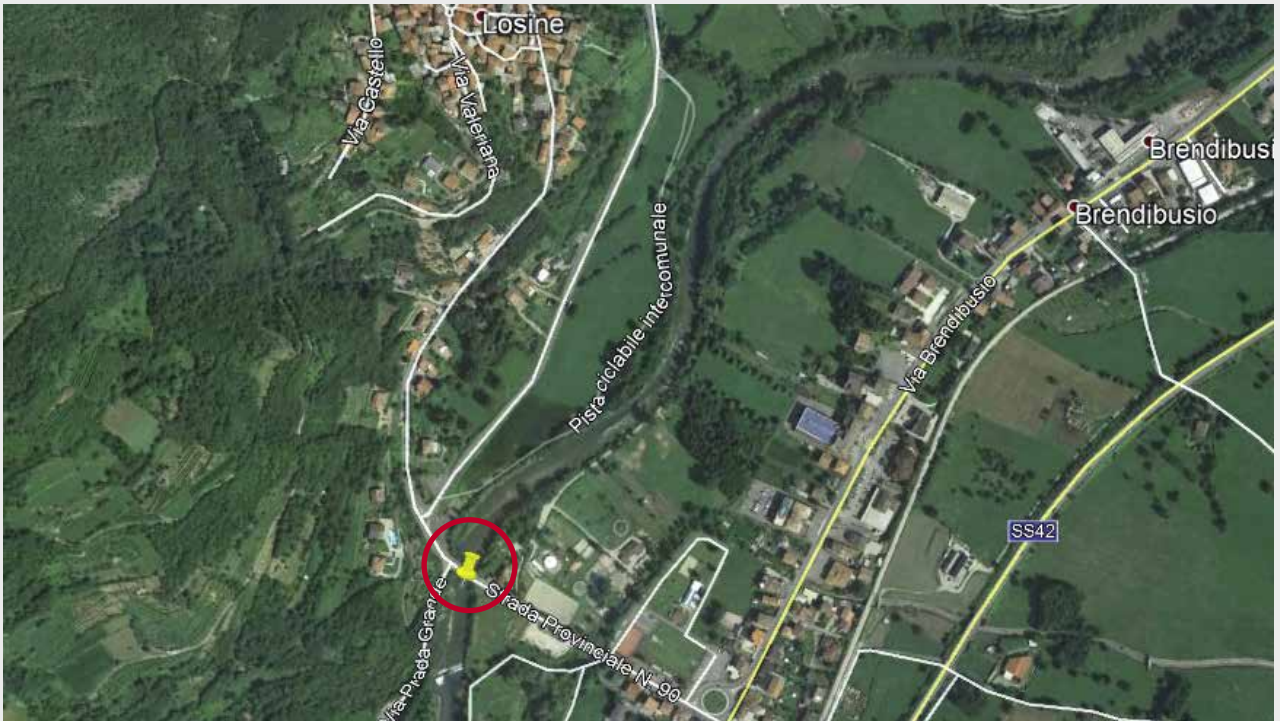
- **COMUNE:** Breno
- **TIPOLOGIA:** passerella Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** realizzata originariamente nel 1930 è successivamente stata demolita e completamente ricostruita nel 2003
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°57'36.34"N;  
10°18'1.83"E

## QUADRO H - Ponte Numero 24



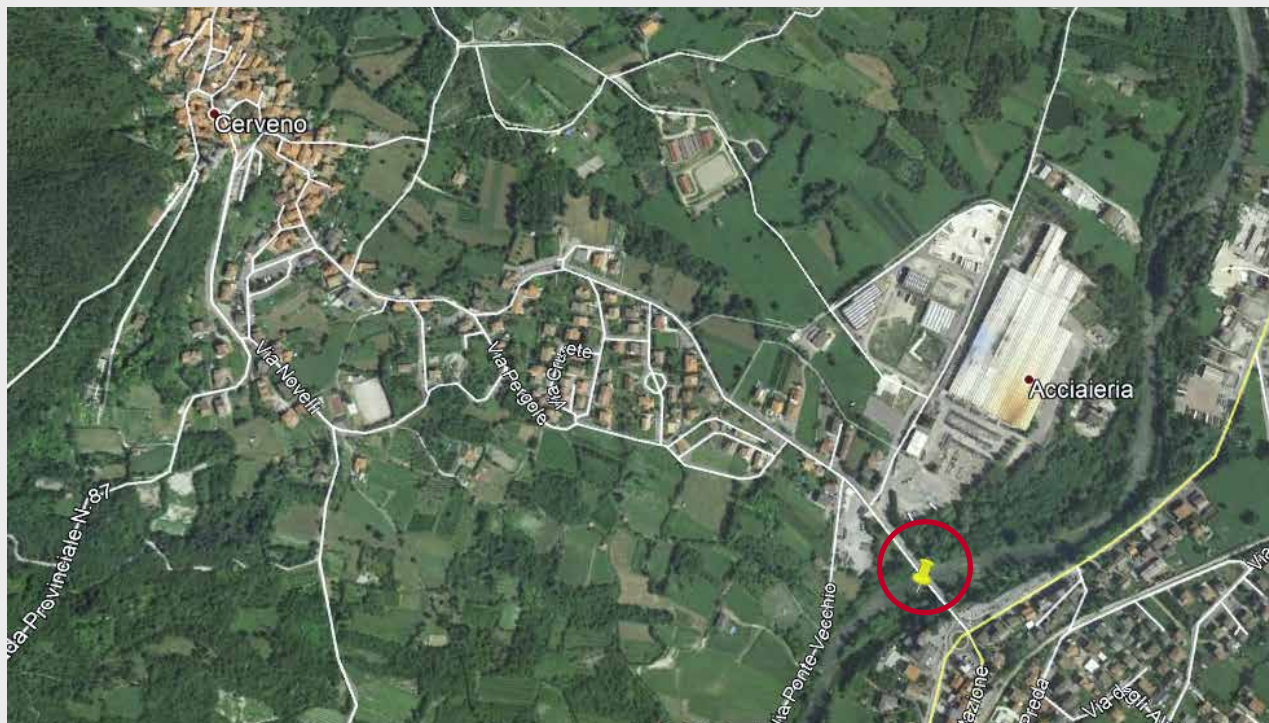
- **COMUNE:** Breno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** inaugurazione 1982
- **NOME DEL PONTE:** Viadotto SS42-Breno Nord
- **COORDINATE:** 45°57'46.20"N;  
10°18'21.52"E

## QUADRO I - Ponte Numero 25



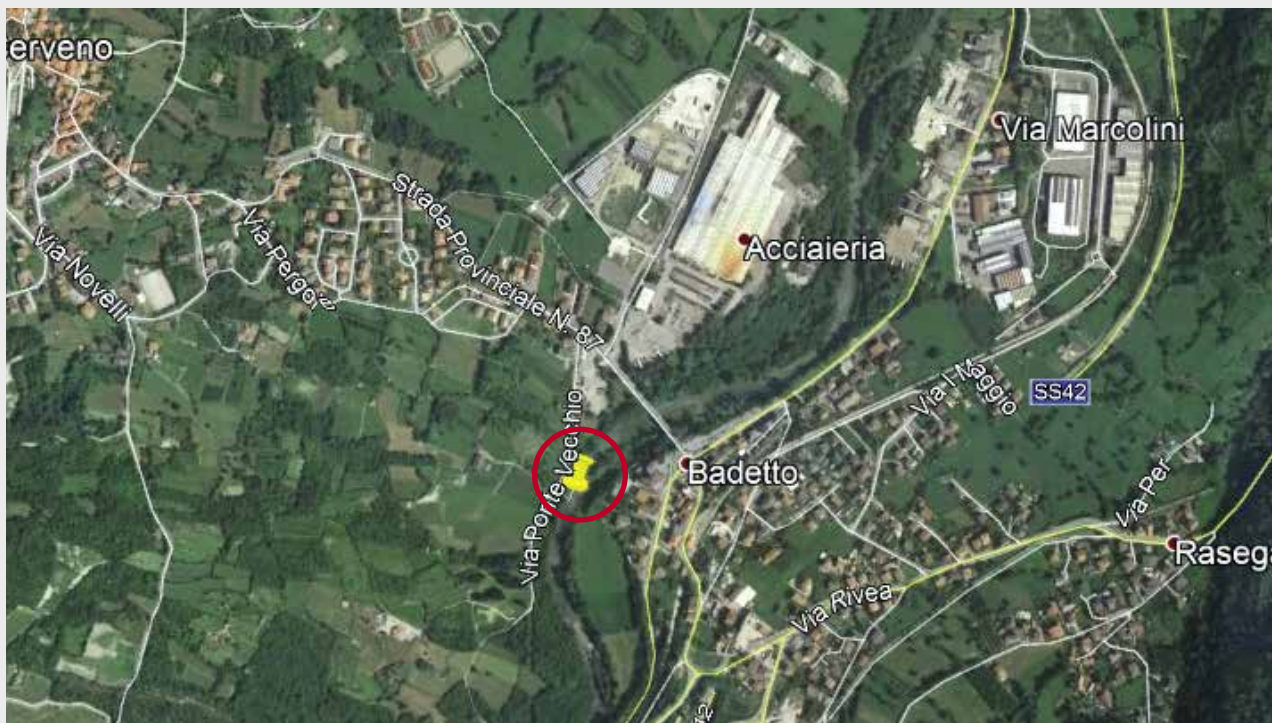
- **COMUNE:** Losine
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:**  
Un ponte in legno a Losine è già citato come presente nel 1658. Più volte rimaneggiato; l'attuale forma risale agli anni '70.
- **NOME DEL PONTE:** collegamento Losine-SS42
- **COORDINATE:** 45°58'39.54"N;  
10°19'1.81"E

## QUADRO L - Ponte Numero 26



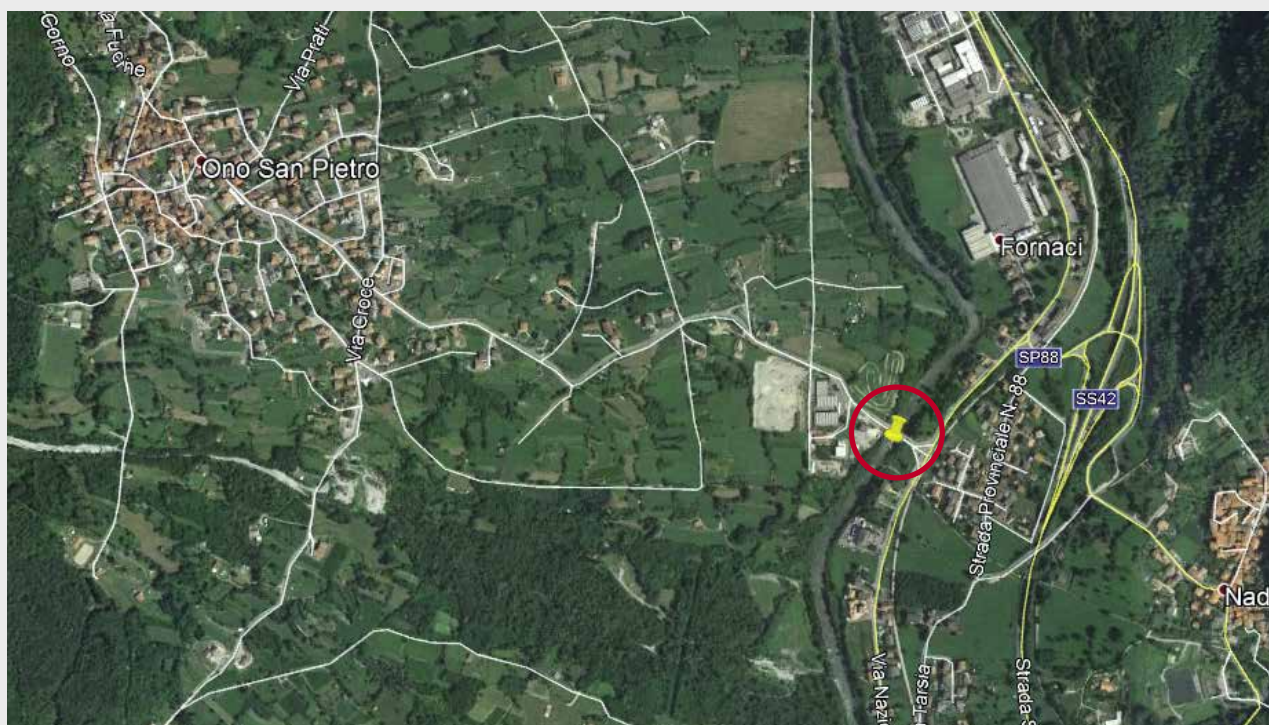
- **COMUNE:** Cerveno / Ceto
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1966
- **NOME DEL PONTE:** collegamento SS42 Cerveno
- **COORDINATE:** 45°59'55.46"N;  
10°20'16.94"E

## QUADRO L - Ponte Numero II



- **COMUNE:** Cerveno / Ceto
- **TIPOLOGIA:** ND
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:**  
Tracce di Ponte o forse passerella probabilmente risalente ai primi decenni del '900.
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 45°59'50.54"N;  
10°20'10.77"E

## QUADRO L - Ponte Numero 27



- **COMUNE:** Ceto / Ono San Pietro
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1953
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46° 0'46.87"N;  
10°20'39.36"E
- **NOTE:** nel 2008 sono stati effettuati lavori di ampliamento su entrambi i lati



## QUADRO M - Ponte Numero 28



- **COMUNE:** Capo di Ponte
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO DI REALIZZAZIONE:** 1986
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Via Santo Stefano
- **COORDINATE:** 46° 1'36.22"N;  
10°20'37.29"E

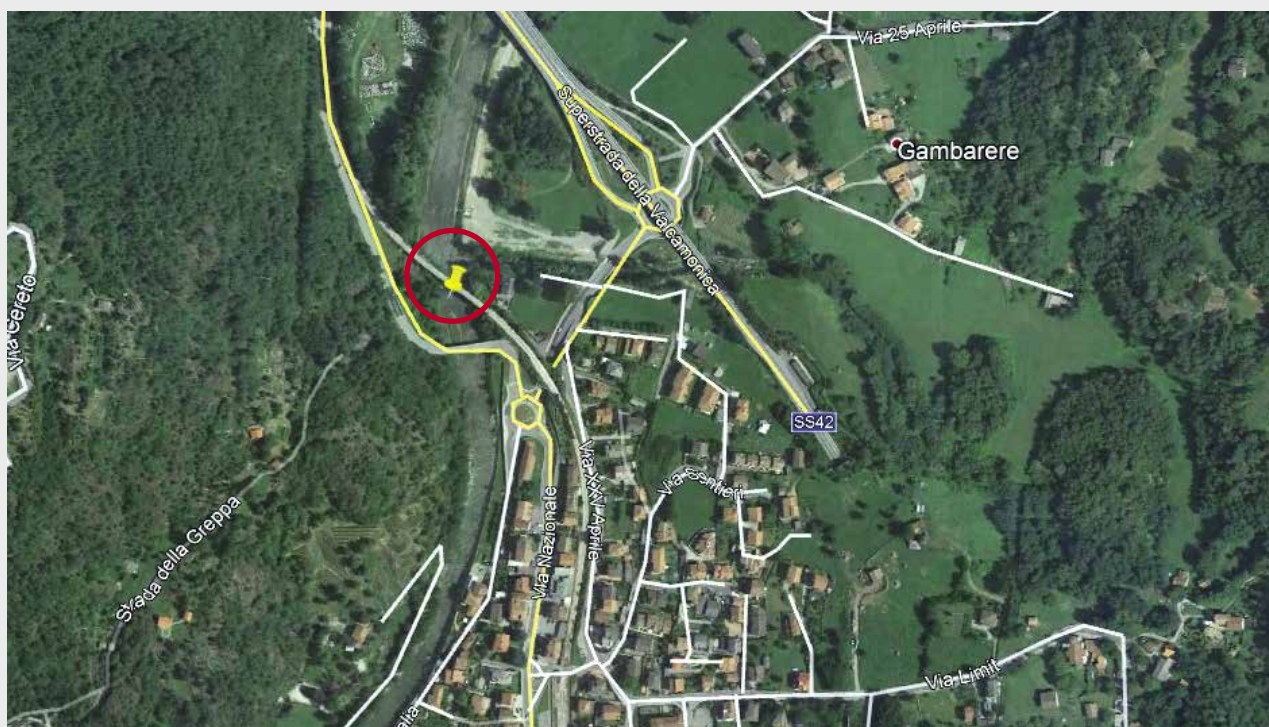


## QUADRO M - Ponte Numero 30



- **COMUNE:** Capo di Ponte
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1587 (in legno), poi ricostruito in pietra nel 1660, e successivamente più volte rimodernato
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di San Rocco
- **COORDINATE:** 46° 2'7.77"N;  
10°20'43.41"E

## QUADRO M - Ponte Numero 31



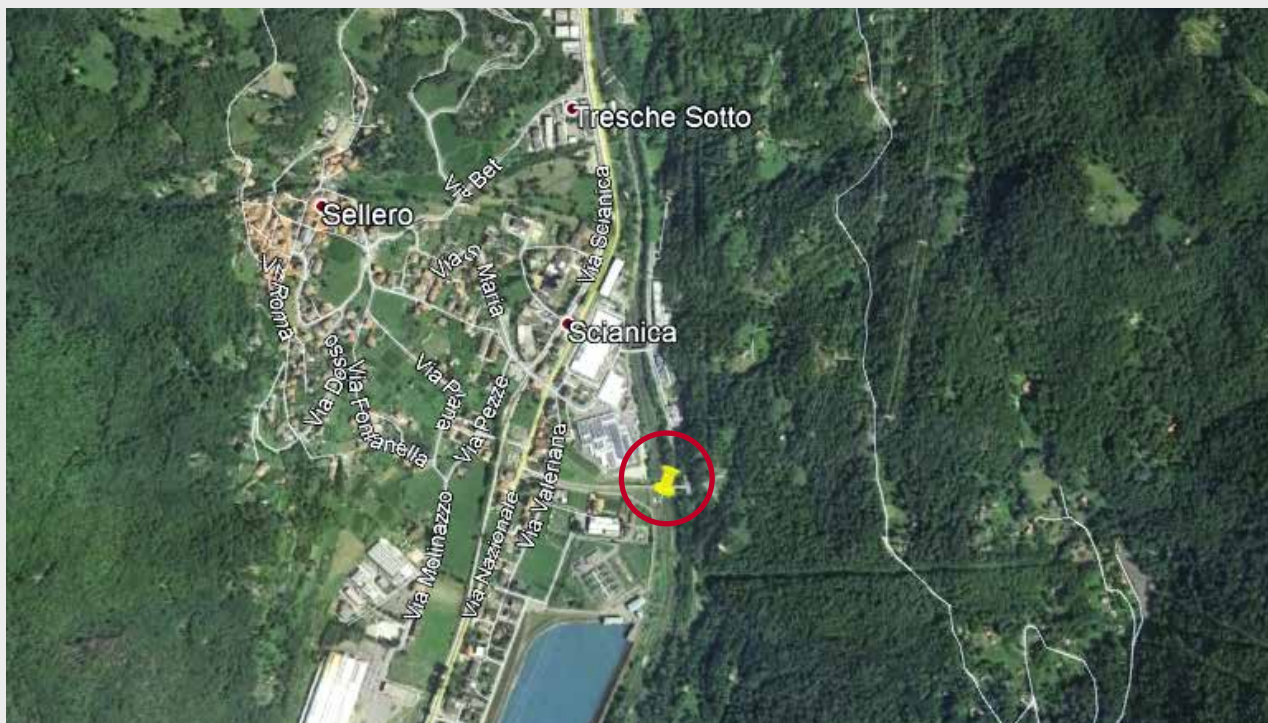
- **COMUNE:** Capo di Ponte
- **TIPOLOGIA:** Ferroviario
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1909
- **NOME DEL PONTE:** Ponte ferroviario di San Rocco
- **COORDINATE:** 46° 2'9.78"N;  
10°20'43.26"E

## QUADRO M - Ponte Numero 32



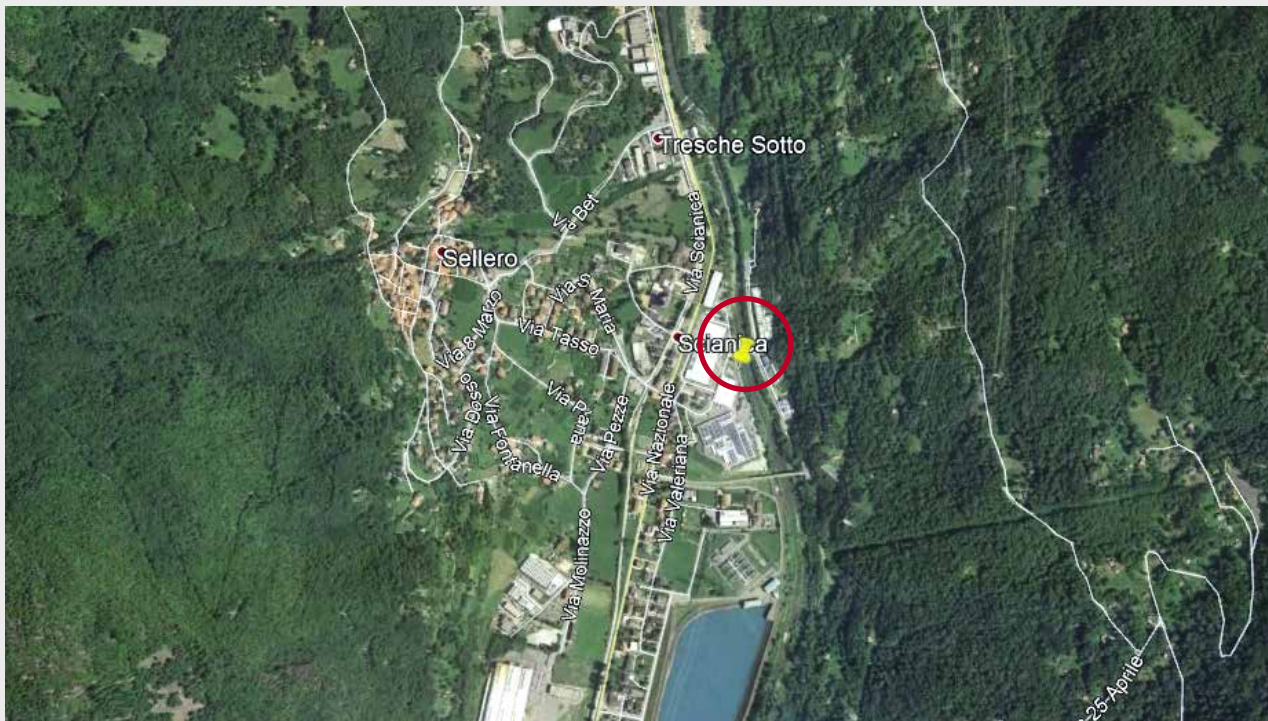
- **COMUNE:** Capo di Ponte
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2013
- **NOME DEL PONTE:** Capo di Ponte 2
- **COORDINATE:** 46° 2'18.51"N;  
10°20'46.30"E

## QUADRO N - Ponte Numero 33



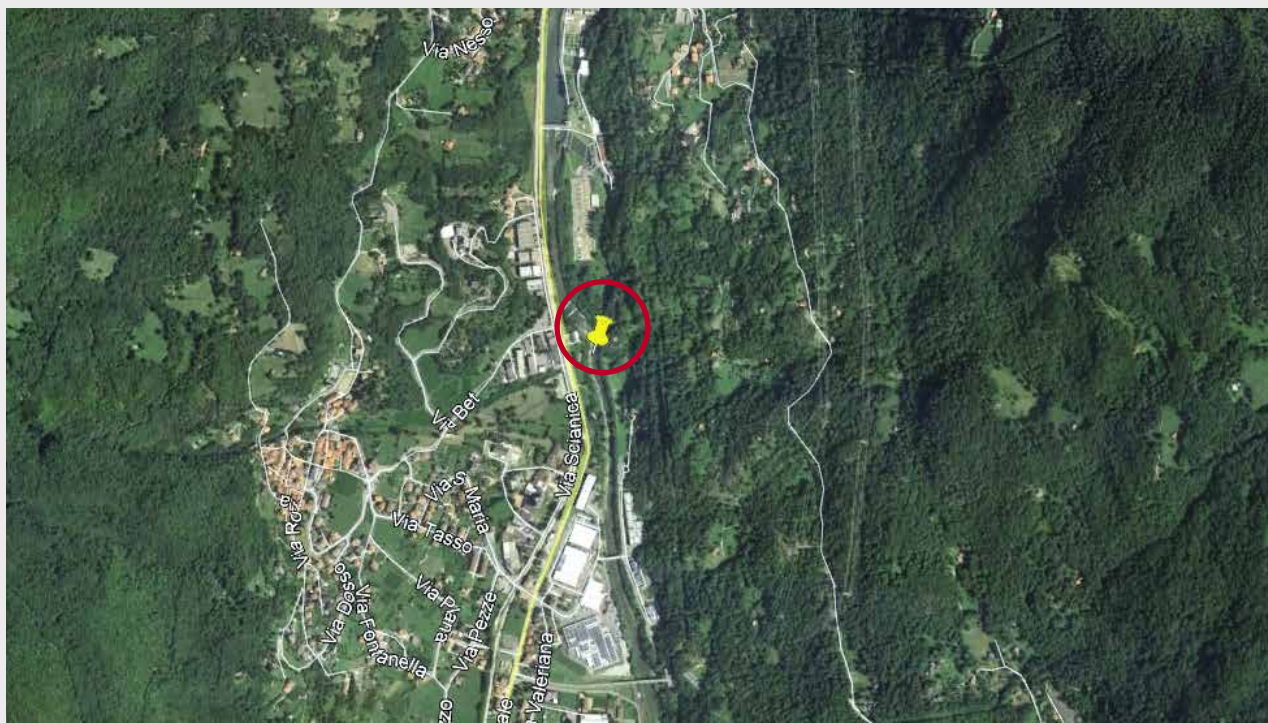
- **COMUNE:** Cedegolo/Sellero
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1968
- **NOME DEL PONTE:** Accesso galleria Enel Centrale di San Fiorano
- **COORDINATE:** 46° 3'7.99"N; 10°21'11.15"E

## QUADRO N - Ponte Numero 34



- **COMUNE:** Cedegolo/Sellero
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2005
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46° 3'16.93"N;  
10°21'7.56"E

## QUADRO N - Ponte Numero 35



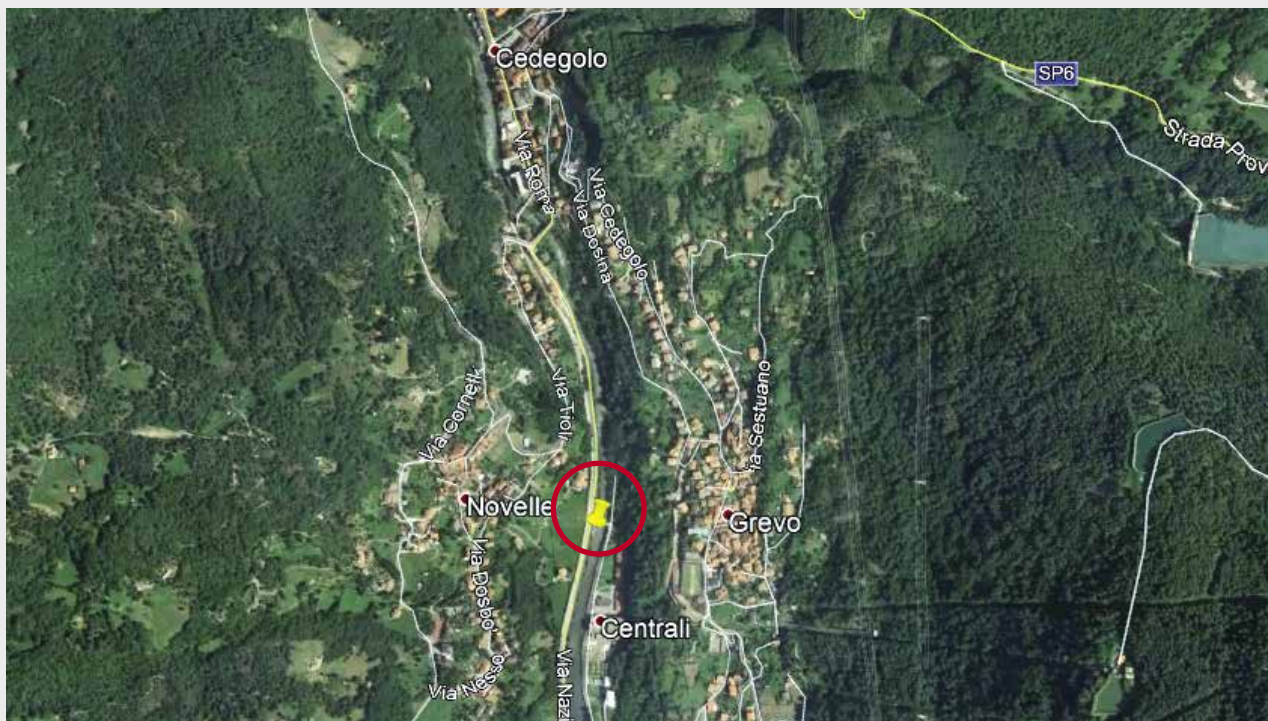
- **COMUNE:** Sellero
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** anni '60
- **NOME DEL PONTE:** Passerella pedonale di Scianica
- **COORDINATE:** 46° 3'31.89"N;  
10°21'5.38"E

## QUADRO 0 - Ponte Numero 36



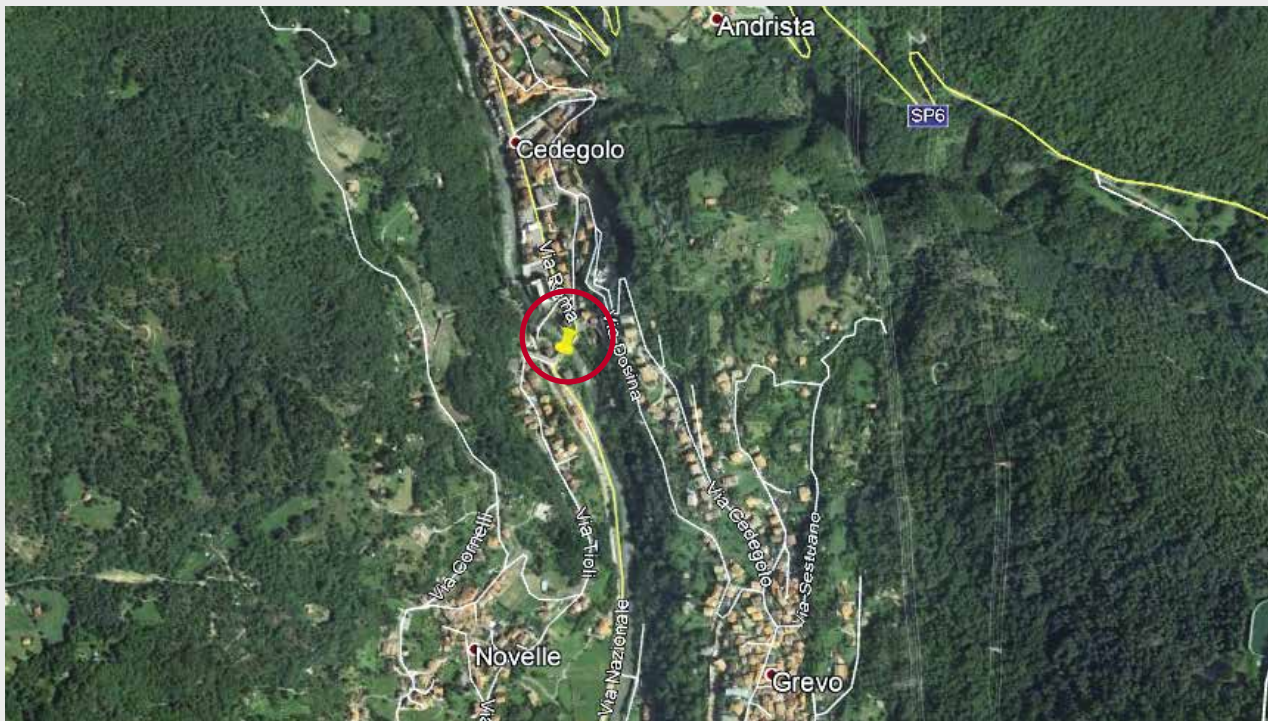
- **COMUNE:** Cedegolo/Sellero
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1947
- **NOME DEL PONTE:** Accesso Edison-Grevo
- **COORDINATE:** 46° 3'48.78"N;  
10°21'0.88"E

## QUADRO 0 - Ponte Numero 37



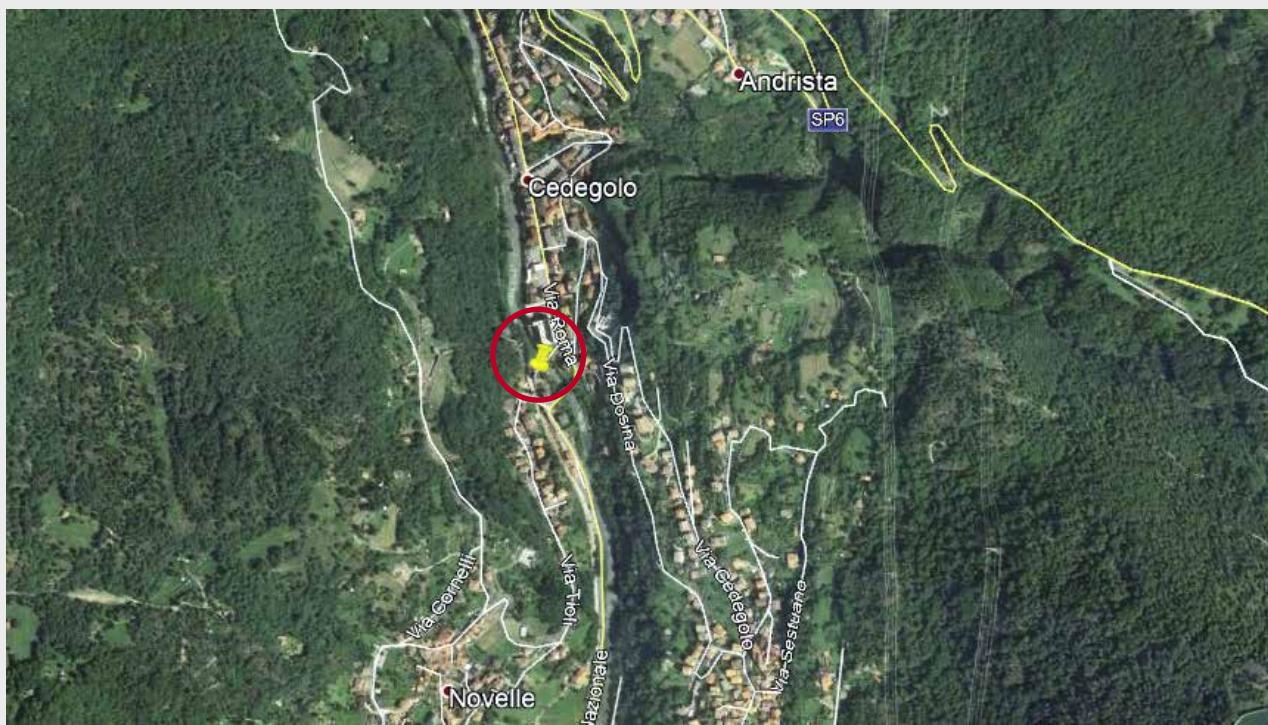
- **COMUNE:** Cedegolo/Sellero
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1908, poi ristrutturato e sovralzato nella forma attuale nel 1945.
- **NOME DEL PONTE:** Accesso Centrale Enel di Cedegolo
- **COORDINATE:** 46° 4'5.21"N;  
10°21'3.88"E

## QUADRO 0 - Ponte Numero 38



- **COMUNE:** Cedegolo/Sellero
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1908
- **NOME DEL PONTE:** Cedegolo
- **COORDINATE:** 46° 4'24.96"N;  
10°20'59.76"E
- **NOTE:** Realizzato nella forma attuale nel 1908 per favorire la costruzione della centrale di Cedegolo (oggi Musil). Immediatamente più a monte si rinvencono resti delle spalle del ponte precedente. L'attuale ponte, è stato ceduto alla Provincia di Brescia il 06.02.2013 a seguito della apertura del tratto in variante della ss 42 "Capo di Ponte – Berzo Demo".

## QUADRO 0 - Ponte Numero 39



- **COMUNE:** Cedegolo/Sellero
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** antecedente al 1433
- **NOME DEL PONTE:** Ponte della Noce
- **COORDINATE:** 46° 4'26.48"N;  
10°20'57.76"E
- **NOTE:** già sicuramente presente in legno nel 1433, venne ricostruito in pietra nel 1588 a seguito di un'alluvione che distrusse il precedente.

(foto Negri)

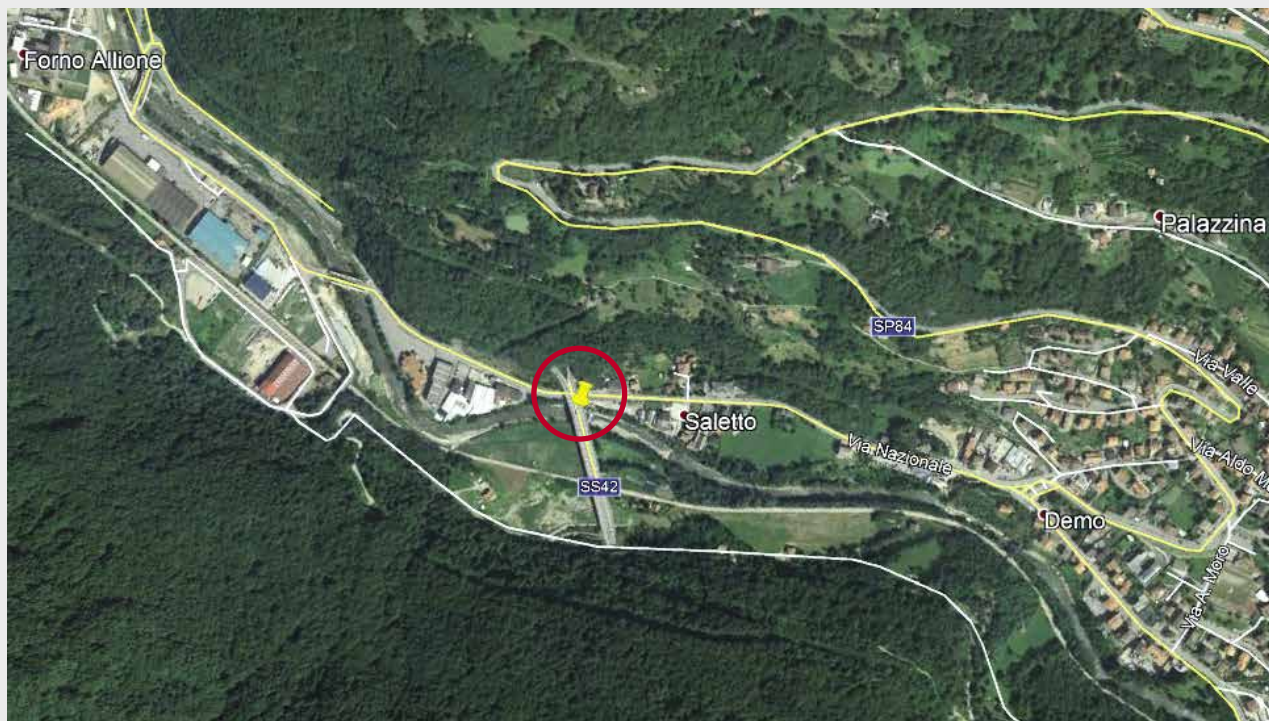
## QUADRO P - Ponte Numero 40



- **COMUNE:** Berzo Demo
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Citato come presente nel 1658, ma non individuato nella mappa dei Ponti camuni di Leone Pallavicino (1597). Risalente pertanto al periodo compreso tra il 1600 e 1650.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di San Zenone
- **COORDINATE:** 46° 5'9.97"N;  
10°20'17.63"E



## QUADRO P - Ponte Numero 41



- **COMUNE:** Berzo Demo
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2013
- **NOME DEL PONTE:** Berzo Demo
- **COORDINATE:** 46° 5'8.59"N;  
10°19'45.29"E

## QUADRO P - Ponte Numero 42



- **COMUNE:** Berzo Demo
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2011
- **NOME DEL PONTE:** Saletto
- **COORDINATE:** 46° 5'10.93"N;  
10°19'26.39"E
- **NOTE:** ceduto alla Provincia di Brescia il 06.02.2013 a seguito della apertura del tratto in variante della SS 42 "Capo di Ponte – Berzo Demo"

## QUADRO P - Ponte Numero 43



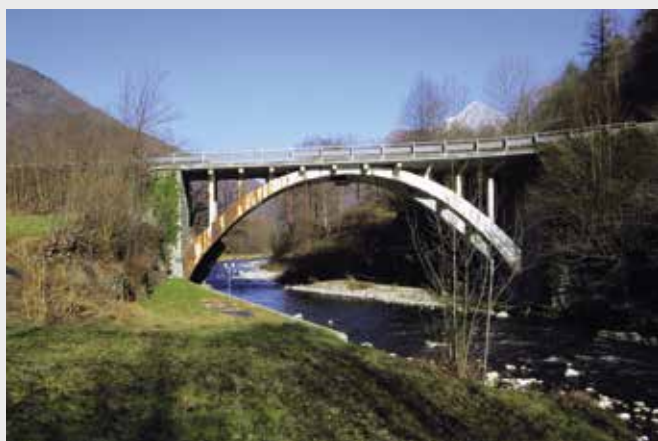
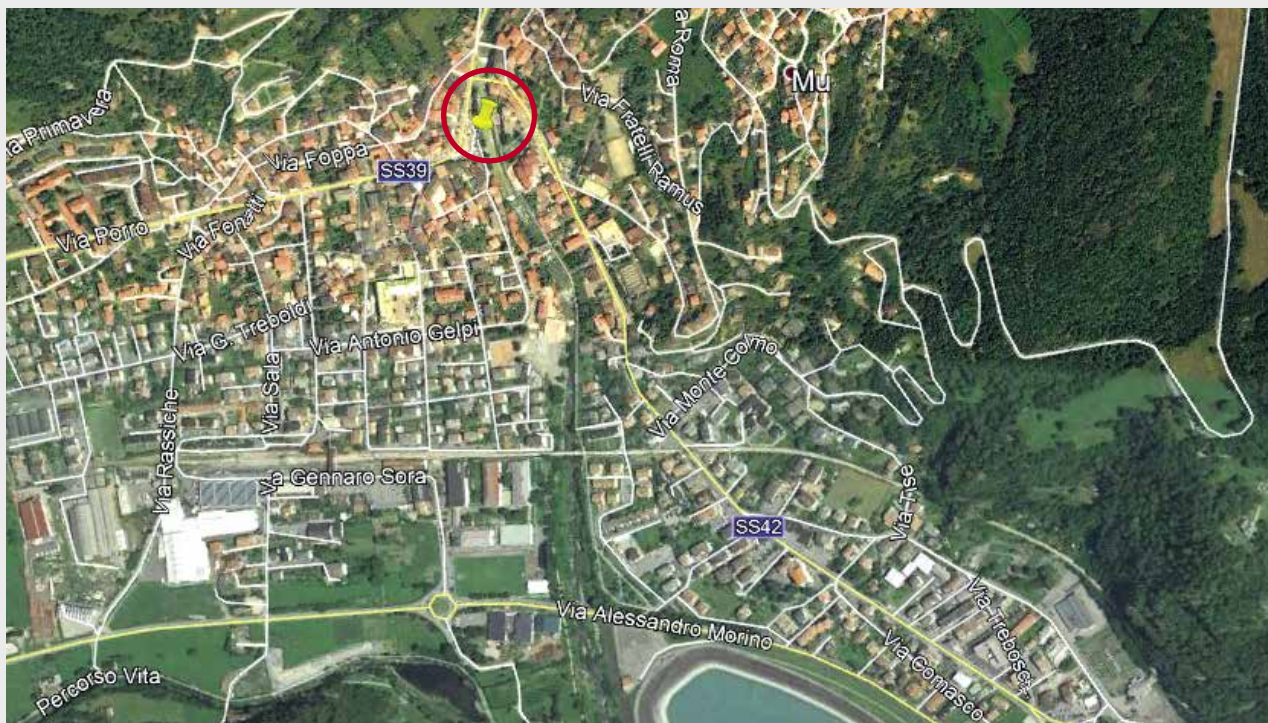
- **COMUNE:** Berzo Demo
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** finito di costruire nel 2011, inaugurato nel 2012
- **NOME DEL PONTE:** Allione
- **COORDINATE:** 46° 5'16.17"N;  
10°19'8.73"E
- **NOTE:** il ponte è stato ceduto alla Provincia di Brescia il 06.02.2013 a seguito della apertura del tratto in variante della ss 42 "Capo di Ponte – Berzo Demo"

## QUADRO P - Ponte Numero 44



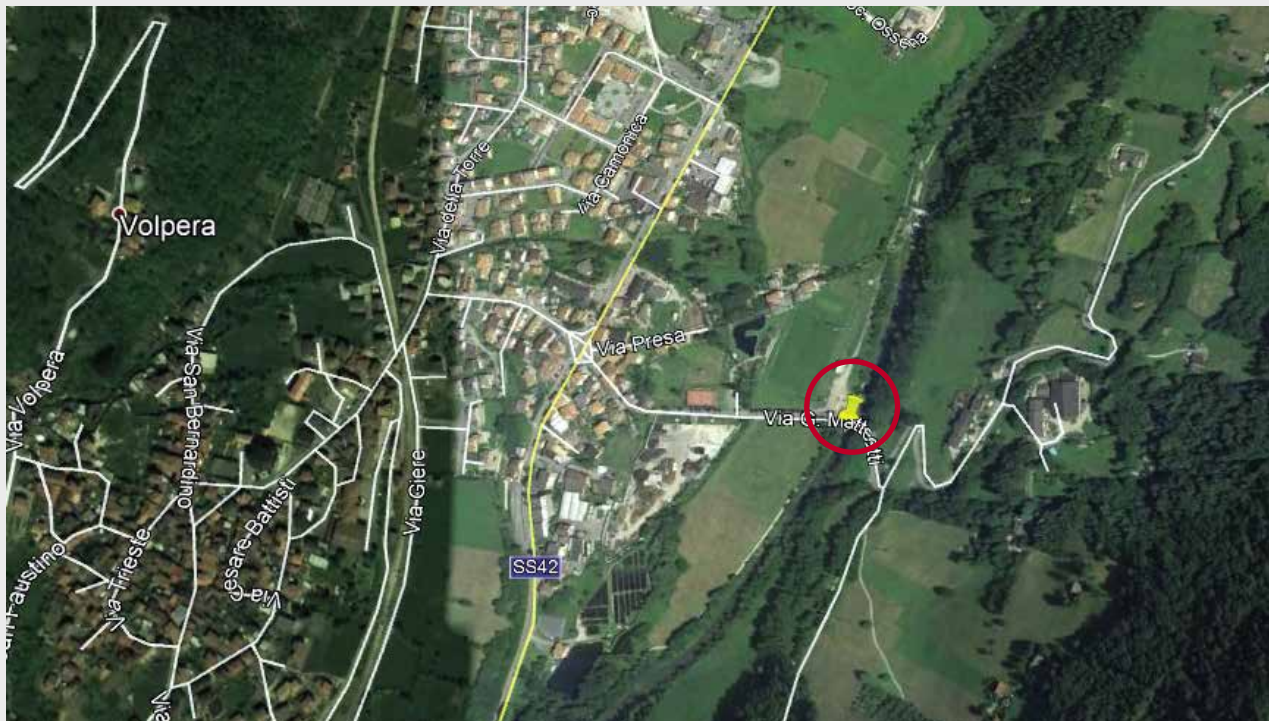
- **COMUNE:** Berzo Demo/Malonno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** un antico ponte è già citato nelle cronache di Valle sin dal 1658; portava alla Valle di Paisco e al Passo del Vivione. L'attuale ponte è stato ricostruito dopo l'alluvione del 1960.
- **NOME DEL PONTE:** Forno Allione
- **COORDINATE:** 46° 5'25.12"N;  
10°18'57.39"E

## QUADRO Q - Ponte Numero 45



- **COMUNE:** Berzo Demo/Malonno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Un antico ponte in pietra viene citato già nel 1658. Quello attuale risale al 1932.
- **NOME DEL PONTE:** ponte di Lorenzo
- **COORDINATE:** 46° 6'31.85"N;  
10°18'50.42"E
- **NOTE:** Ponte/viadotto ANAS della SS42. Il vecchio ponte di origine medioevale fu minato dai tedeschi il 1 gennaio del 1945.

## QUADRO Q - Ponte Numero 46

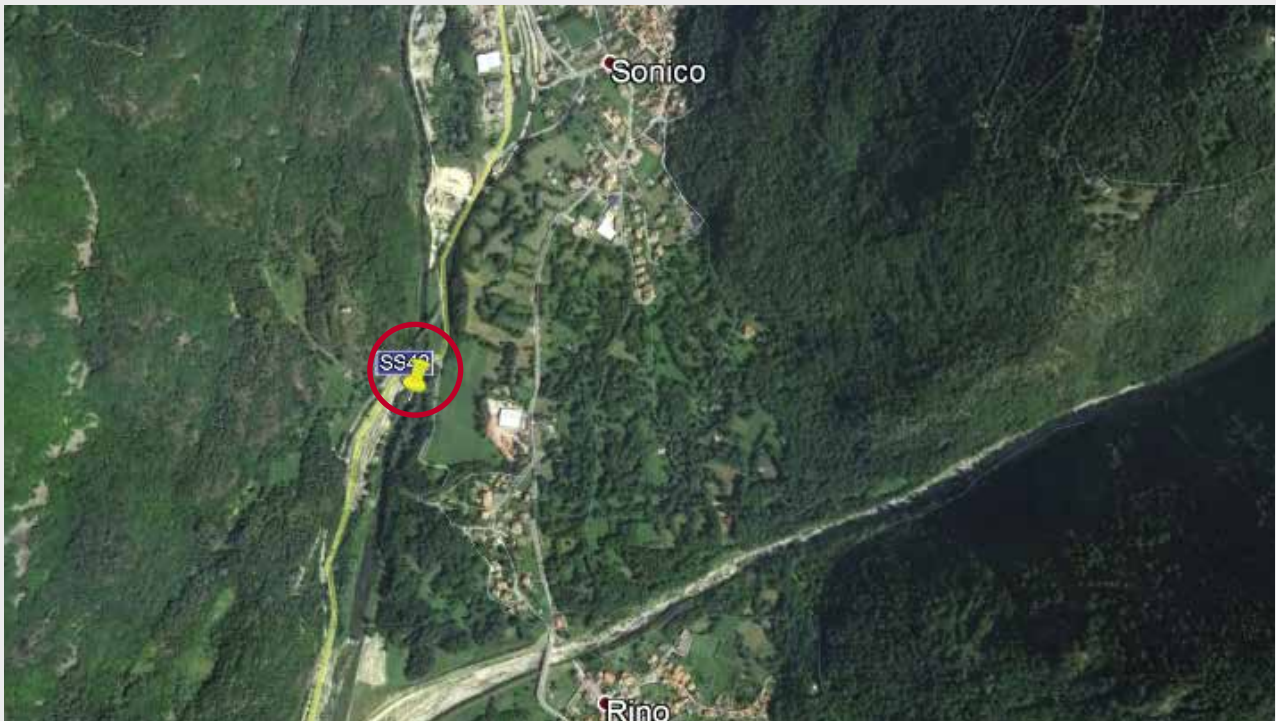


- **COMUNE:** Malonno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:**  
L'esercito italiano lo costruisce nel 1910. Poi subisce successivi ammodernamenti fino alla forma attuale.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte delle Capre
- **COORDINATE:** 46° 7'7.14"N;  
10°19'26.49"E
- **NOTE:** probabile ricostruzione dell'antico "Ponte delle Capre" citato nelle cronache di valle come esistente sin dal 1658.



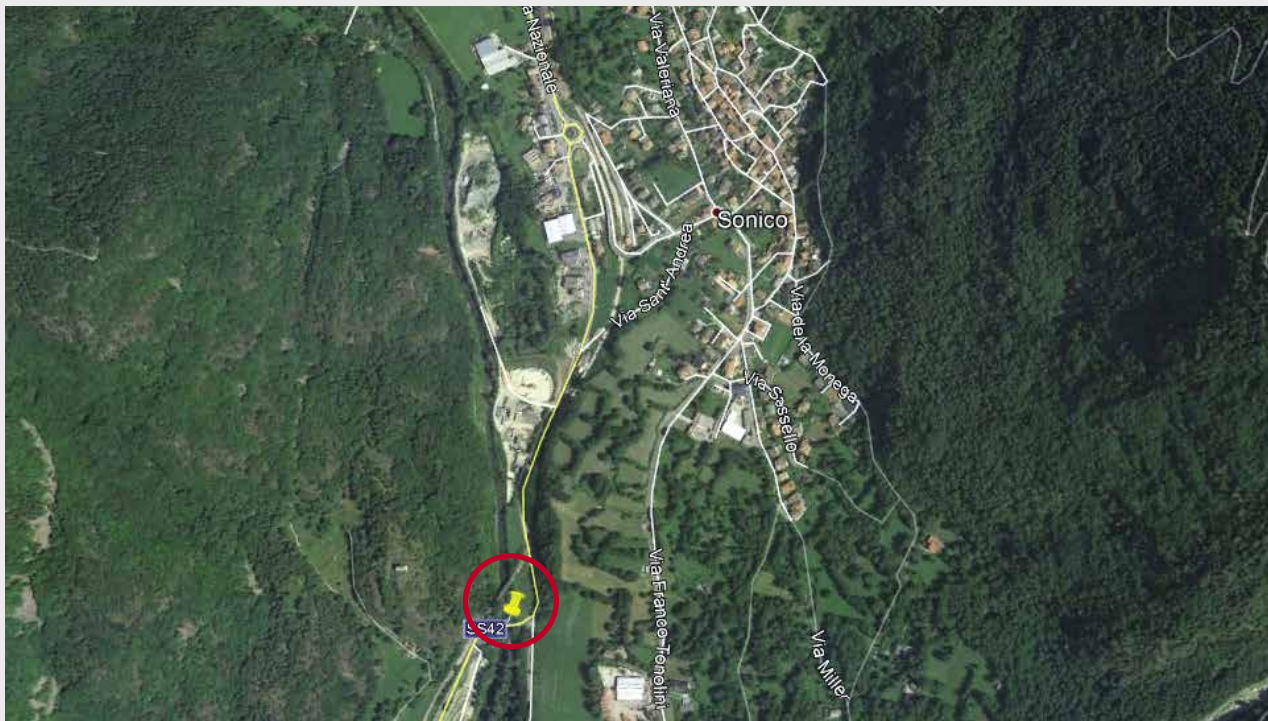
## QUADRO R - Ponte Numero III

---



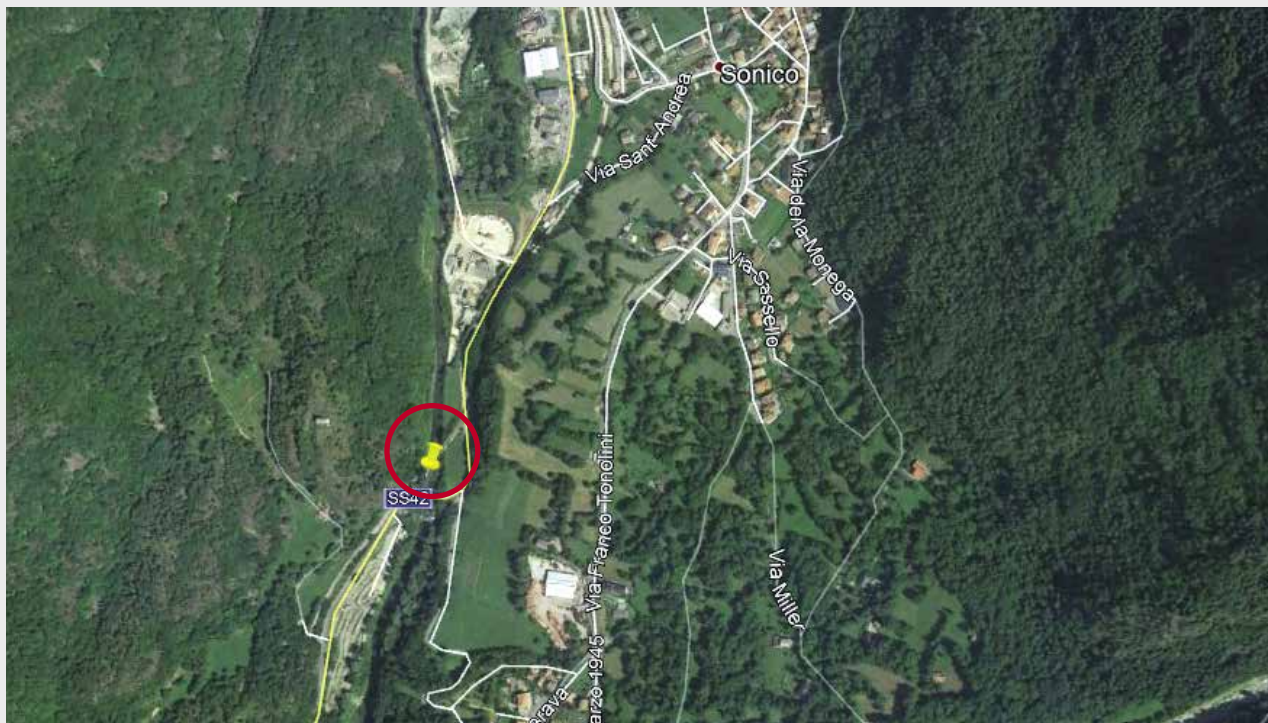
- **COMUNE:** Sonico
- **TIPOLOGIA:** Resti di antico ponte
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Viene citato nelle cronache di Valle come già presente in pietra nel 1658. Probabilmente abbandonato a seguito della costruzione del Ponte di cui alla scheda successiva.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte Dassa
- **COORDINATE:** 46° 9'26.22"N;  
10°20'52.80"E

## QUADRO R - Ponte Numero 47



- **COMUNE:** Sonico
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Sicuramente presente nel 1788, distrutto da un'alluvione e ricostruito in legno nel 1791, poi nuovamente in pietra nel 1793.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte Dazza (o Dassa)
- **COORDINATE:** 46° 9'27.20"N;  
10°20'52.91"E

## QUADRO R - Ponte Numero 48



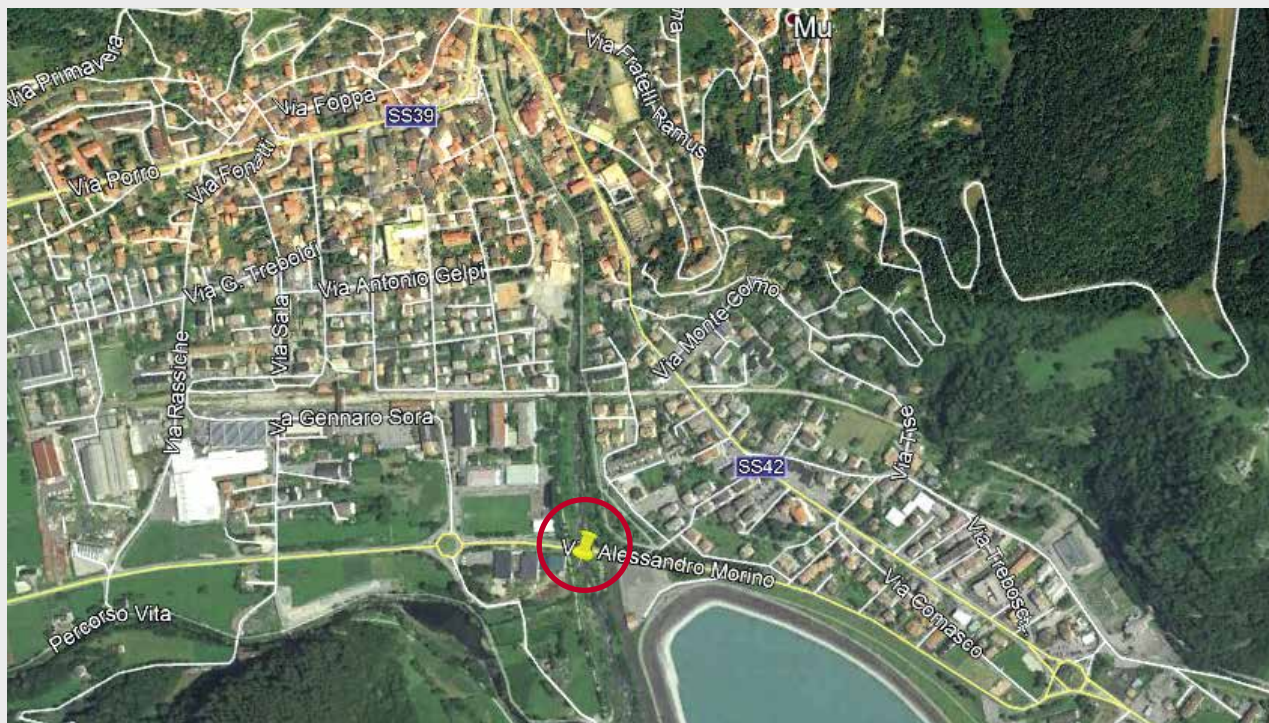
- **COMUNE:** Sonico
- **TIPOLOGIA:** Ferroviario
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1909
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Dazza
- **COORDINATE:** 46° 9'29.15"N;  
10°20'53.14"E
- **NOTE:** La tratta ferroviaria Breno-Edolo è stata conclusa nel 1909

## QUADRO R - Ponte Numero 49



- **COMUNE:** Sonico
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** Ponte metallico in località Paisore
- **COORDINATE:** 46° 9'27.23"N;  
10°20'53.07"E

## QUADRO S - Ponte Numero 50



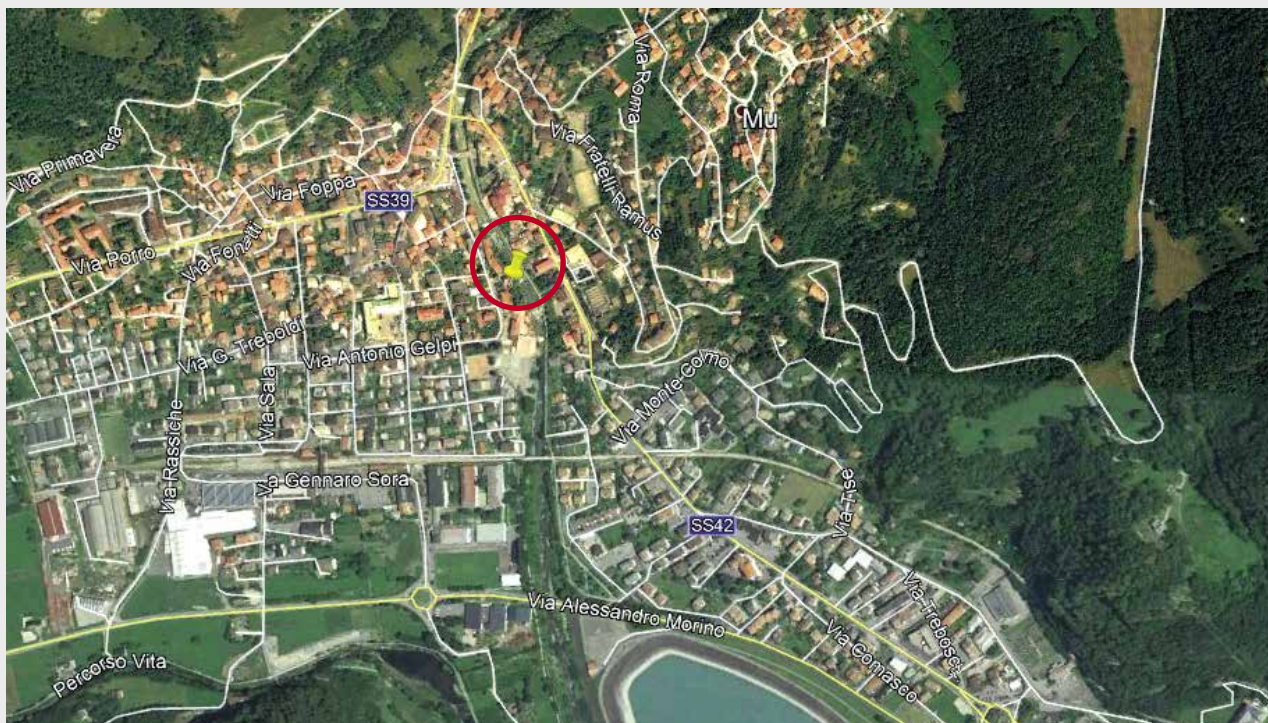
- **COMUNE:** Edolo
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1985
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Fabiola
- **COORDINATE:** 46°10'27.61"N;  
10°20'2.11"E

## QUADRO S - Ponte Numero 51



- **COMUNE:** Edolo
- **TIPOLOGIA:** Ferroviario
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1909
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°10'35.24"N;  
10°20'2.91"E
- **NOTE:** La tratta ferroviaria Breno-Edolo è stata conclusa nel 1909

## QUADRO S - Ponte Numero 52



- **COMUNE:** Edolo
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1996
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°10'45.26"N;  
10°20'3.33"E

## QUADRO S - Ponte Numero 53



- **COMUNE:** Edolo
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1940
- **NOME DEL PONTE:** Ponte del Municipio
- **COORDINATE:** 46°10'51.52"N; 10°20'0.80"E

## QUADRO S - Ponte Numero 54



- **COMUNE:** Edolo
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1860
- **NOME DEL PONTE:** di Edolo
- **COORDINATE:** 46°10'53.43"N;  
10°20'1.10"E

## QUADRO S - Ponte Numero 55



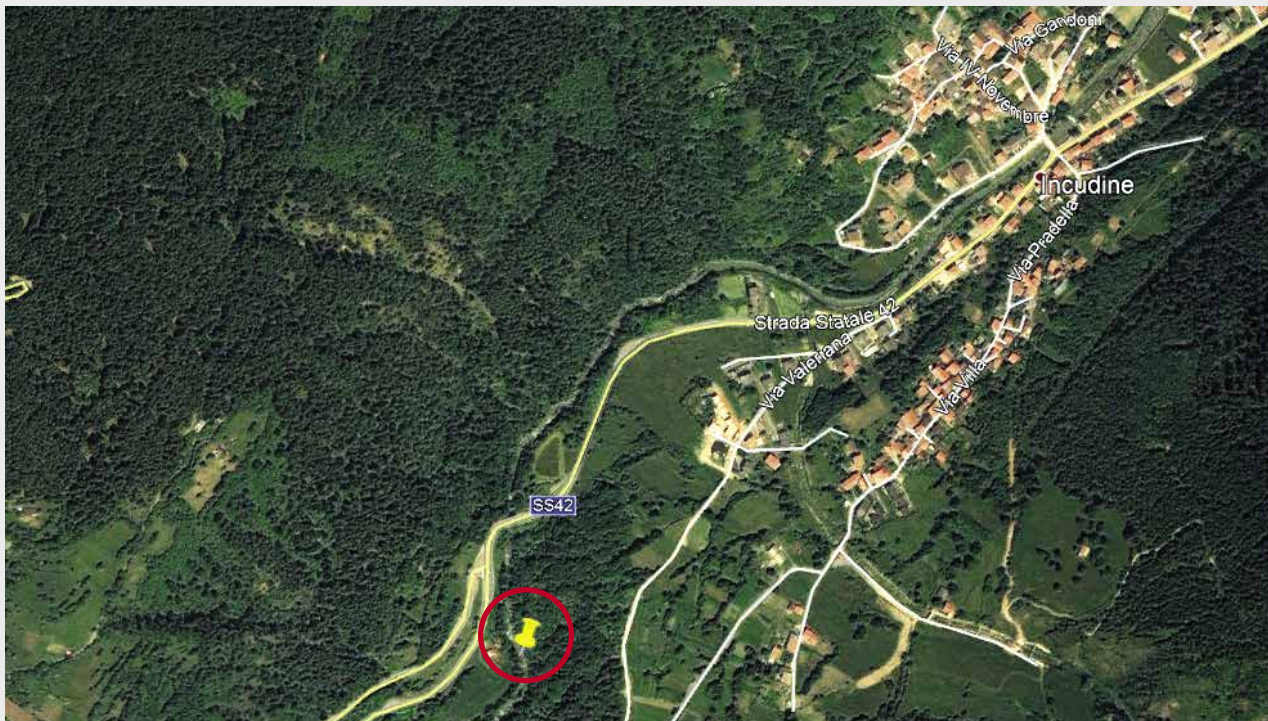
- **COMUNE:** Edolo
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1374 in legno, poi nel 1658 in pietra, ricostruito a seguito di alluvione nel 1791, quindi più volte ristrutturato
- **NOME DEL PONTE:** Ponte Alto
- **COORDINATE:** 46°10'54.97"N;  
10°20'1.78"E

## QUADRO T - Ponte Numero 56



- **COMUNE:** Monno/Incudine
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** l'originario ponte risale al 1400. Ne rimangono tracce appena più a valle dell'attuale (vedi scheda seguente)
- **NOME DEL PONTE:** Ponte dei Pellegrini
- **COORDINATE:** 46°12'57.07"N;  
10°21'7.14"E
- **NOTE:** ponte/viadotto ANAS della SS42

## QUADRO T - Ponte Numero IV



- **COMUNE:** Monno/Incudine
- **TIPOLOGIA:** Resti di antico ponte
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** ponte antecedente al 1400 (oggi rimane traccia delle sole spalle)
- **NOME DEL PONTE:** Ponte dei Pellegrini
- **COORDINATE:** 46°12'51.70"N;  
10°21'9.32"E

## QUADRO T - Ponte Numero 57



- **COMUNE:** Incudine
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** ponte già citato nelle cronache di Valle nel 1658 (in legno), poi più volte ricostruito fino all'ultima ricostruzione nel 1958
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°13'17.31"N;  
10°21'32.77"E
- **NOTE:** Nel 1945 venne distrutto dalle truppe nazi-fasciste, nell'intento di interrompere le comunicazioni tra il Mortirolo e la strada nazionale del Tonale

## QUADRO T - Ponte Numero 58



- **COMUNE:** Incudine
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2008
- **NOME DEL PONTE:** Passerella pedonale sul Fiume Oglio
- **COORDINATE:** 46°13'26.22"N; 10°21'39.03"E

## QUADRO T - Ponte Numero V



- **COMUNE:** Incudine
- **TIPOLOGIA:** ND
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** già presente nelle mappe storiche del 1597
- **NOME DEL PONTE:** Salto del Lupo
- **COORDINATE:** 46°13'26.22"N;  
10°21'39.03"E



## QUADRO T - Ponte Numero 59

---



- **COMUNE:** Incudine
  - **TIPOLOGIA:** Carrabile
  - **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1597 (vedi scheda precedente) e ultima ricostruzione negli anni '60
  - **NOME DEL PONTE:** Salto del Lupo
  - **COORDINATE:** 46°13'33.60"N; 10°21'59.78"E
  - **NOTE:** ponte ANAS della SS42
-

## QUADRO T - Ponte Numero 60



- **COMUNE:** Vezza d'Oglio
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1966
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Davena
- **COORDINATE:** 46°13'56.89"N;  
10°23'1.52"E

## QUADRO U - Ponte Numero 61



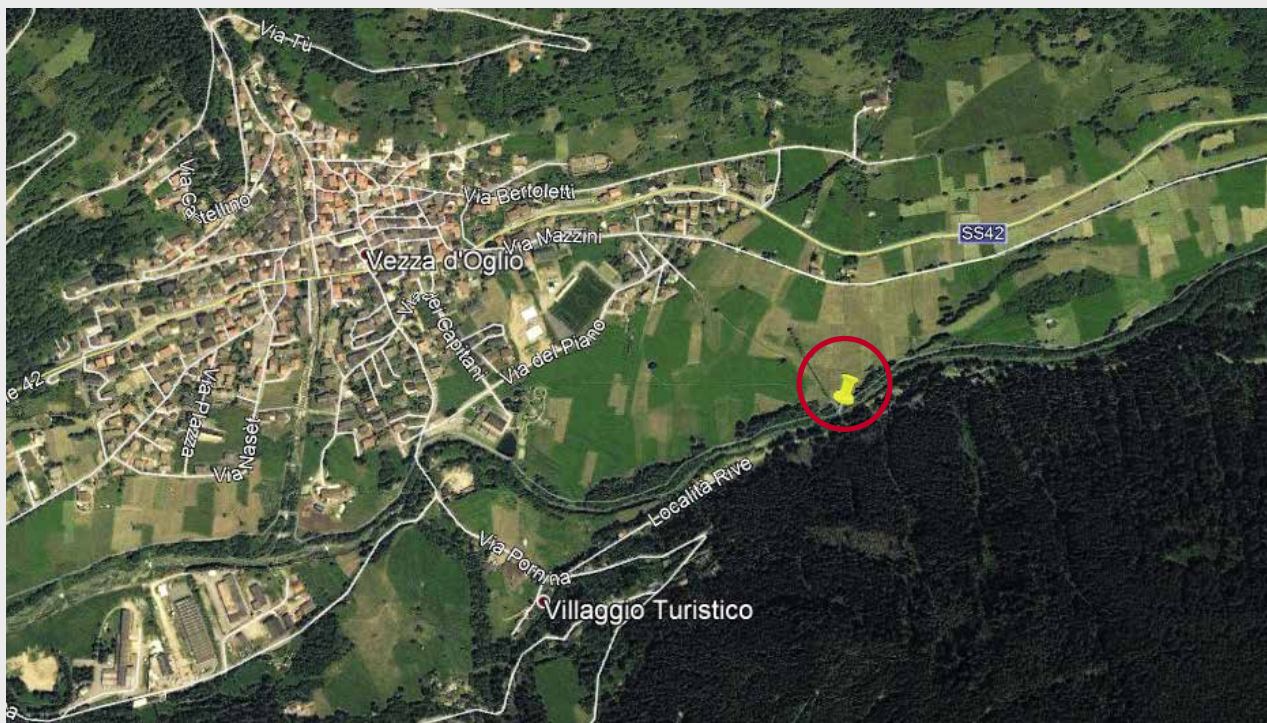
- **COMUNE:** Veza d'Oglio
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:**  
L'esistenza di un antico ponte in legno che doveva sorgere in loco è attestata sin dal 1658. L'attuale ponte risulta realizzato nel 2014.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte Stella
- **COORDINATE:** 46°14'12.70"N;  
10°24'0.04"E

## QUADRO U - Ponte Numero 62



- **COMUNE:** Vezza d'Oglio
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2015
- **NOME DEL PONTE:** Passerella ciclo-pedonale in località Rive
- **COORDINATE:** 46°14'12.70"N;  
10°24'21.82"E

## QUADRO U - Ponte Numero 63



- **COMUNE:** Vezza d'Oglio
- **TIPOLOGIA:** Attraversamento di servizi
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** anni '50
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°14'15.36"N;  
10°24'33.90"E

## QUADRO U - Ponte Numero 64



- **COMUNE:** Vione
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2014
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°14'22.67"N;  
10°25'42.47"E

## QUADRO V - Ponte Numero 65



- **COMUNE:** Vione
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** a Stadolina, l'esistenza di un antico ponte in legno detto "Delle Fucine" è attestata sin dal 1658. L'attuale ponte è degli anni '80.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte delle Fucine
- **COORDINATE:** 46°14'34.80"N;  
10°26'11.64"E

## QUADRO V - Ponte Numero 66



- **COMUNE:** Vione
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** anni '50
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°14'35.93"N;  
10°26'35.96"E

## QUADRO V - Ponte Numero 67



- **COMUNE:** Vione
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2013
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°14'40.01"N;  
10°26'57.38"E

## QUADRO V - Ponte Numero 68



- **COMUNE:** Temù
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2017
- **NOME DEL PONTE:** Ponte della Fucina
- **COORDINATE:** 46°14'49.31"N;  
10°28'17.27"E

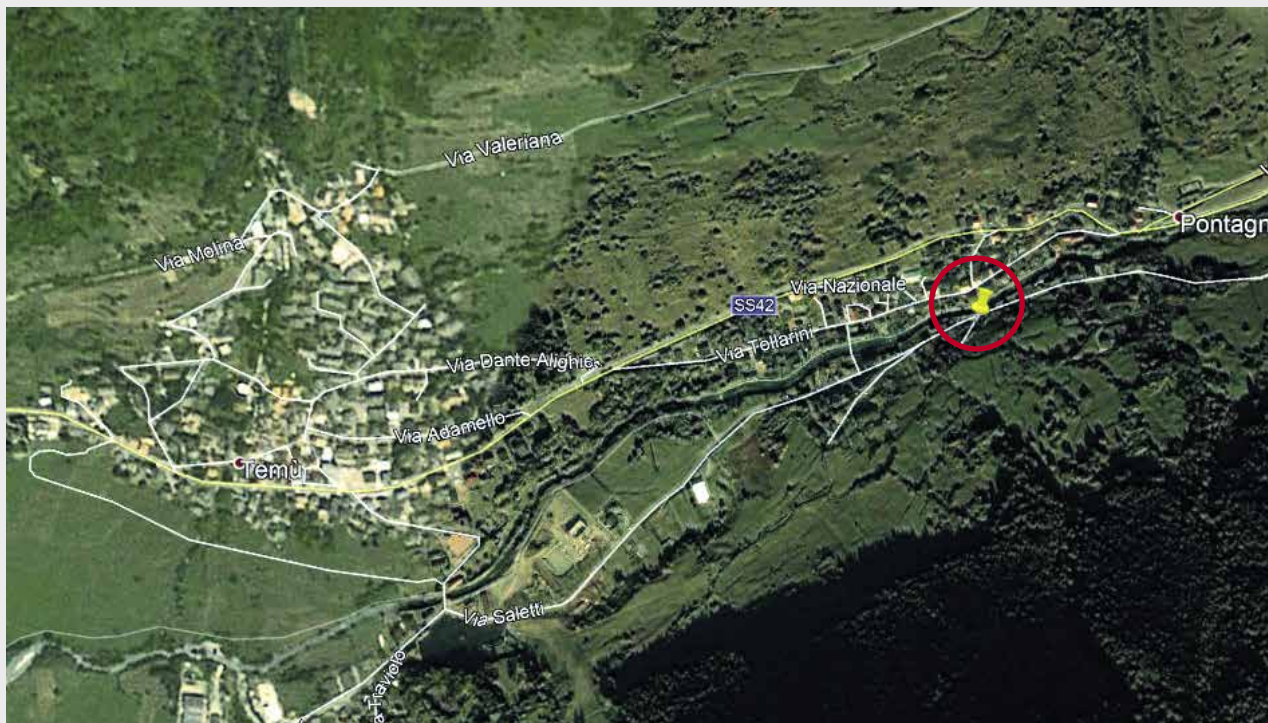
## QUADRO W - Ponte Numero 69

---



- **COMUNE:** Temù
  - **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
  - **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 2010
  - **NOME DEL PONTE:** ND
  - **COORDINATE:** 46°15'2.41"N;  
10°28'48.09"E
-

## QUADRO W - Ponte Numero 70



- **COMUNE:** Temù
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** Probabile ponte antico già citato nelle cronache di Valle del 1433. Più volte rimaneggiato sino alla forma attuale.
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°15'4.82"N;  
10°28'57.96"E



## QUADRO W - Ponte Numero VI



- **COMUNE:** Temù
- **TIPOLOGIA:** ND
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:**  
Esercito Italiano nel 1911
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **COORDINATE:** 46°15'9.06"N;  
10°29'34.72"E

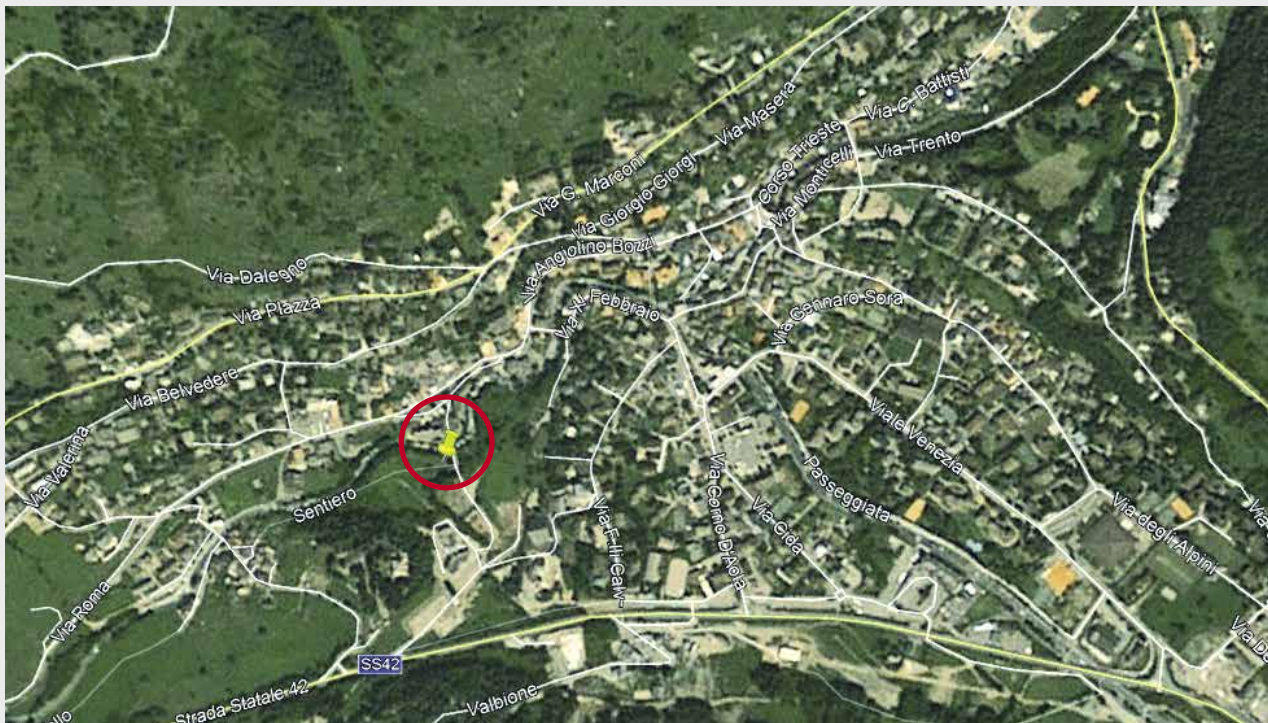
## QUADRO W - Ponte Numero 72



- **COMUNE:** Temù
- **TIPOLOGIA:** Carrabile
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** 1980
- **NOME DEL PONTE:** Ponte di Ferro
- **COORDINATE:** 46°15'9.27"N;  
10°29'36.23"E
- **NOTE:** ponte ANAS della SS42



## QUADRO W - Ponte Numero 74



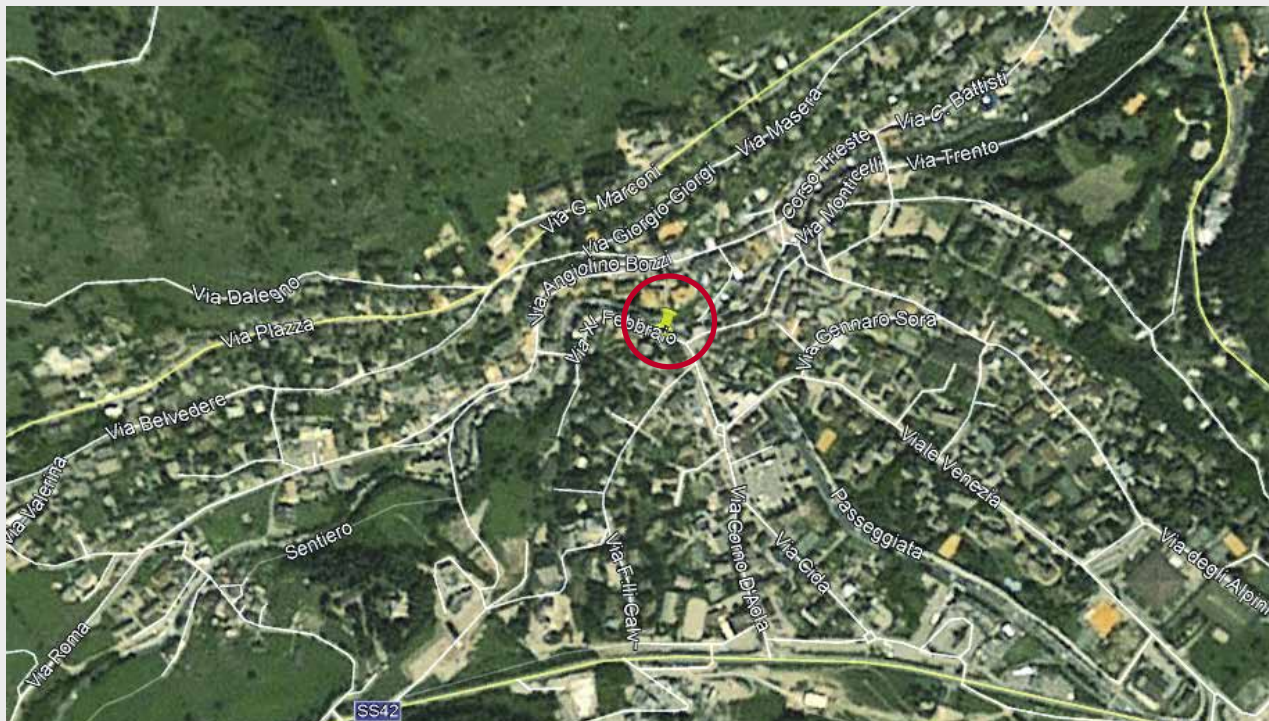
- **COMUNE:** Ponte di Legno
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** anni '80
- **NOME DEL PONTE:** Ponte privato Hotel Mirella
- **COORDINATE:** 46°15'25.23"N;  
10°30'14.43"E

## QUADRO W - Ponte Numero 75



- **COMUNE:** Ponte di Legno
- **TIPOLOGIA:** Carrabile e Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:**  
È considerato il primo e più antico di Ponte di Legno, quindi già presente nelle mappe di Leone Pallavicino risalenti al 1597, confermata la presenza in legno nel 1658, poi ricostruito nel 1927.
- **NOME DEL PONTE:** Ponte Bezzi.
- **COORDINATE:** 46°15'31.31"N;  
10°30'21.15"E
- **NOTE:** il ponte porta la data del 1927 e, accanto al fascio littorio, vi è inciso il leone di San Marco. Il ponte, di nobile fattura, era considerato uno dei più belli della Valle Camonica. Recenti interventi di ampliamento lo hanno manomesso

## QUADRO W - Ponte Numero 76



- **COMUNE:** Ponte di Legno
- **TIPOLOGIA:** Ciclo-Pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** anni '50
- **NOME DEL PONTE:** ND
- **NOTE:** antica passerella pedonale recentemente (2016) trasformata in ponte carrabile.
- **COORDINATE:** 46°15'33.15"N;  
10°30'27.99"E

## QUADRO W - Ponte Numero 77



- **COMUNE:** Ponte di Legno
- **TIPOLOGIA:** Passerella ciclo pedonale
- **ANNO/PERIODO DI REALIZZAZIONE:** anni '50
- **NOME DEL PONTE:** passerella di Via Salimmo
- **COORDINATE:** 46°15'32.27"N;  
10°30'29.55"E

Grafica e Stampa: Litos S.r.l. - Gianico (BS)  
Finito di stampare nel mese di Febbraio 2019

