

# PÁNTA RÊI

## STATI GENERALI DELL'ACQUA Un' opportunità per il territorio

IN QUESTO NUMERO:

PAG  
22

**DIFENDERE E VALORIZZARE  
IL TERRITORIO**

PAG  
36

**LA RIQUALIFICAZIONE  
DELL'ECOSISTEMA  
ACQUATICO LACUSTRE**

PAG  
56

**STUDIO IDROGEOLOGICO  
DEL BACINO OCCIDENTALE  
DEL SEBINO**

# PANTA RÊI

Redazione

**Direttore Responsabile:**  
Raffaello Brunasso

**Editore:**  
Uniacque SpA

**Collaboratori**  
Andrea Casnati, Cristina Iarabek,  
Giorgio Tomasi, Maurizio Greppi, Max Pozzo,  
Monica Colombo, Maria Penalba,  
Norma Polini, Antonella Masala,  
Fiorenzo Songini, Claudio Merati  
Mario Reduzzi, Elena Pezzoli  
Omar Regazzoni, Alessandro Tagliaferri  
Alessandro Bigoni, Ivan Bonfanti

**Immagini:**  
Valter Papa (New Free Photo)  
Nadia Martinelli (Photo Credit)  
Giorgio Tomasi, M. Brega, Max Pozzo,  
Ettore Boschi, Giovanni Bassi

**Grafica:**  
L'Azzurro

Aut. Tribunale di Bergamo  
N°26/15 Reg. Stampa del 16/12/15

Collaborano alla rivista



# SOMMARIO

**PAG 5** "TUTTO SCORRE"  
Editoriale a cura di Paolo Franco

**PAG 6** **Idropotabile**  
**PROGETTO SIMAN**  
A cura di Uniacque SpA

**PAG 12** **AGGIORNAMENTO**  
**PIANO D'AMBITO**  
**una scommessa da vincere**  
A cura di ATO

**PAG 18** **Ambiente**  
**MONITORAGGIO**  
**E STATO DI QUALITÀ**  
**delle acque sotterranee nell'area**  
**bergamasca tra Adda e Oglio**  
A cura del Centro Regionale Qualità Acque  
di ARPA Lombardia

**PAG 22** **DIFENDERE E VALORIZZARE**  
**IL TERRITORIO**  
A cura dell'Ufficio Territoriale  
Regionale di Bergamo

**PAG 26** **UN "ARCO VERDE"**  
**DALL'ADDA ALL'OGLIO**  
A cura della Provincia  
di Bergamo

**PAG 28** **BONIFICA IDRAULICA**  
**Consorzio e Regione**  
**intervengono sul Torrente Lesina**  
A cura del Consorzio di Bonifica  
della Media Pianura Bergamasca

**Territorio**  
**PAG 32** **DISSESTO**  
**IDROGEOLOGICO**  
**La prevenzione come**  
**modalità operativa**  
A cura della Comunità Montana  
Valle Seriana

**PAG 36** **LA RIQUALIFICAZIONE**  
**dell'ecosistema**  
**acquatico lacustre**  
A cura della Comunità Montana  
dei Laghi Bergamaschi

**PAG 42** **COLOGNO AL SERIO**  
**Ex-cava al tiro, un recupero**  
**Ambientale e paesaggistico**  
A cura del Settore Ecologia e Ambiente  
Parco Regionale del Serio

**Idrogeologico**  
**PAG 48** **ABISSO FA7**  
**Nel profondo dei Foppazzi**  
A cura di Speleo Valserriana Talpe

**PAG 52** **CHE COSA VUOL DIRE**  
**GESTIRE, PROGRAMMARE,**  
**PIANIFICARE**  
**per migliorare lo stato**  
**delle risorse idriche sotterranee?**  
A cura dell'Ordine  
dei Geologi della Lombardia

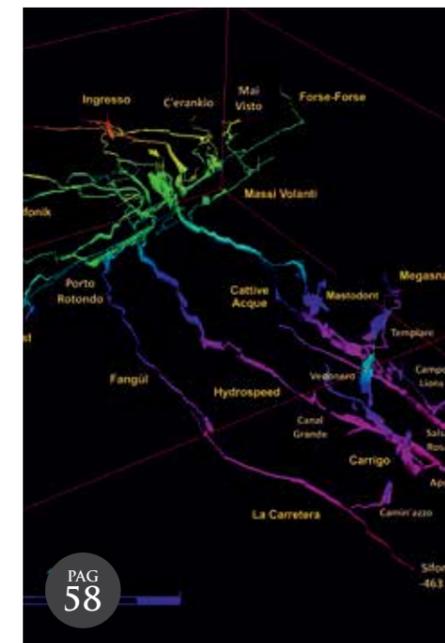
**PAG 56** **STUDIO IDROGEOLOGICO**  
**DEL BACINO OCCIDENTALE**  
**DEL SEBINO**  
A cura dell'Associazione Progetto Sebino



PAG 11



PAG 37



PAG 58



PAG 33



## “TUTTO SCORRE” l’acqua come elemento culturale, sociale ed economico: un processo da governare in sinergia



*Paolo Franco  
 Presidente Uniacque*

Il fatto che nasca un periodico di provincia avente come temi l’acqua, l’ambiente, il territorio ed il suo paesaggio, sarebbe già, di per sé, un avvenimento da salutare con apprezzamenti estremamente positivi e applausi di incoraggiamento. Se, poi, oltre ai contenuti, ci mettiamo un bel po’ di “carichi da undici” come collaboratori della rivista, allora si può certamente affermare che qualcosa di importante si è messo in movimento.

**La squadra.** Può capitare a tutti di avere, ogni tanto, belle idee, a volte anche straordinarie e all’avanguardia ma, poi, vuoi perché nessuno le raccoglie e/o le capisce, rimangono lì nell’angolino: anonime, sterili e assolutamente inutili. Solo la condivisione con altri soggetti (persone fisiche o, come nel nostro caso, giuridiche) trasforma un concetto in un’ideazione, in una realtà. Nello scorrere gli Enti che hanno aderito a questo progetto editoriale - un elenco provvisorio, altri soggetti importanti arriveranno -, appare evidente come vi siano presenti indubbie competenze e affermate professionalità. Nel leggere le fitte pagine del nostro primo numero, si avvertono appieno la cultura manageriale e le sinergie operative che si intrecciano sul territorio come una rete virtuosa e produttiva.

**Pànta rei.** Cosa vuol essere questo periodico provinciale che disserta su ambiente, territorio e paesaggio? Certamente, in primis, una vetrina per tutti i protagonisti, da intendersi, però, non come un “quanto siamo belli, quanto siamo bravi” ma come declinazione plastica della nostra cultura Bergamasca “del fare”. In secundis, il trimestrale vuol essere una palestra di idee, progetti e programmi di intervento da condividere e mettere in rete. In buona sostanza, uno strumento utile a divulgare e diffondere la cultura dell’acqua, la difesa dell’ambiente, la valorizzazione e la promozione del territorio, la tutela del paesaggio.

*Albino,  
 Acquedotto Rio Re*

La nascita di Uniacque rispecchia un quadro in cui emerge la necessità di creare un soggetto altamente efficiente che garantisca tariffe convenienti per la popolazione servita, mantenendo, al contempo, elevati livelli di qualità e affidabilità del servizio.



Ing. Andrea Casnati  
Resp. Manutenzione di Processo

# PROGETTO SIMAN

Uniacque è una società a capitale interamente pubblico costituita nel 2006 per la gestione dei servizi di acquedotto, fognatura, collettamento e depurazione delle acque reflue urbane provenienti dagli insediamenti civili e dalle attività produttive (Servizio Idrico Integrato) nei comuni della Provincia di Bergamo.

Per garantire la qualità del servizio, nell'interesse esclusivo degli utenti e del territorio, la società ha adottato un sistema di gestione integrato per la qualità (UNI EN ISO 9001:2008), la sicurezza (BS OHSAS 18001:2007) e l'ambiente (in corso la certificazione UNI EN ISO 14001:2004), con il quale perseguire obiettivi orientati al miglioramento continuo del servizio idrico integrato nel rispetto delle normative vigenti.

In particolare questo sistema tende:

1. alla continua ricerca della soddisfazione degli interessi degli utenti privati e pubblici;
2. al mantenimento di una rigorosa gestione economica al fine di correlare tariffa, qualità delle prestazioni ed investimenti;
3. all'erogazione del servizio in modo continuativo ed efficiente, con riduzione al minimo di interruzioni e disservizi.

La volontà è quella di attuare sinergie che permettano di creare valore per il territorio, in termini economici, sociali e culturali.

## Innovazione, metodo, qualità

Nella prima fase di sviluppo di Uniacque, le diverse realtà gestionali presenti sul territorio e operanti in diversi ed importanti segmenti del SII, sono confluite all'interno di Uniacque, ciascuna con le proprie competenze, i propri standard, gli asset e la struttura organizzativa. Da qui nasce la necessità, da parte di Uniacque, di uniformare e standardizzare i processi interni, ed in particolare quelli manutentivi, al fine di poter gestire al meglio le diverse tipologie di impianto. Nel 2010, in collaborazione con l'Università degli Studi di Bergamo, viene dato l'avvio al progetto SIMAN (Sistema Informativo della MANutenzione).

L'obiettivo è quello di ingegnerizzare i processi manutentivi di Uniacque e gestire, secondo procedure standard, le diverse tipologie impiantistiche che costituiscono il SII attraverso l'implementazione di un Sistema Informativo di Manutenzione (CMMS). Il duplice scopo è quello di mantenere il miglior livello di servizio possibile, in accordo con il Contratto stipulato con l'Ufficio d'Ambito e consolidare gli standard di qualità definiti dalla Carta dei Servizi. Si è puntato, infine, anche allo sviluppo di una cultura manutentiva del personale che preveda un coinvolgimento sia attraverso incontri tematici, denominati pomeriggi di lavoro, e sia tramite un costante aggiornamento sugli sviluppi del progetto SIMAN.



Obiettivi interni ed esterni  
di progetto

## Prima fase

La prima parte del lavoro si è focalizzata sullo studio approfondito delle diverse tipologie impiantistiche presenti nella società, che possiamo classificare nel seguente modo:

- Impianti di captazione e adduzione
- Impianti di distribuzione acqua
- Impianti di fognatura e collettamento
- Impianti di depurazione

Tale scomposizione è stata strutturata in maniera gerarchica e ha permesso di dividere l'entità sotto esame in sottogruppi a complessità crescente, fino a raggiungere il dettaglio voluto (gruppi funzionali, unità di processo, item componenti...).

Per quanto riguarda gli impianti analizzati, è stata effettuata una scomposizione su 5 livelli gerarchici e un livello tecnico, così suddivisi:

**Primo livello:** rappresenta la linea o rete da ana-





### Evoluzione della manutenzione

lizzare (es. rete distribuzione acquedotto RA, rete fognaria RF, linea acque depurazione LA, linea fanghi depurazione LF,...)

**Secondo livello:** definisce la sezione d'impianto da analizzare (es. pozzo1 POZ1, grigliatura grossolana GG, sedimentatore primario P1, ...) e il tipo a cui afferrisce la stessa sezione (es. civile C, meccanico M, elettrico E, strumentazione S)

**Terzo livello:** definisce il "sottosistema" che compone ogni singola sezione (es. paratoia PT, rotostaccio1 ROT1,...)

**Quarto livello:** identifica i "moduli" che compongono ogni singolo sottosistema (es. movimentazione GM, gruppo raschie GR, ...)

**Quinto livello:** identifica i singoli componenti del modulo (motore MOT, catena trasmissione CAT, ...)

Durante la fase di scomposizione funzionale, sono state censite informazioni tecniche aggiuntive che, unitamente ai dati di manutenzione, serviranno a completare l'analisi delle criticità e dei guasti.

In seguito ci si è soffermati in particolar modo sugli impianti di depurazione situati nel Comune di Cologno al Serio (individuato come caso pilota). Dopo aver provveduto ad individuare le variabili che regolano i processi, attraverso una serie di interviste condotte con operatori e addetti alla conduzione dello stabilimento, sono state individuate le criticità impiantistiche tipiche che si presentano nel corso del funzionamento degli stessi. Per ultimo sono state definite le modalità di estensione, di quanto rilevato a Cologno, agli altri impianti gestiti. Dal punto di vista impiantistico si sono riscontrate differenti layout tra i vari impianti di depurazione gestiti. Spesso impianti di differenti taglie possono presentare o meno alcune sezioni: ad esempio la filtrazione finale è presente nei soli impianti con potenzialità superiori ai 50.000 Abitanti Equivalenti (es. Cologno, Valbrembo, Bagnatica,



*"Progetto Siman: l'obiettivo è ingegnerizzare i processi manutentivi di Uniacque Spa"*

Bergamo, Costa Volpino, Trescore B., Casnigo e Ranica). Tali differenze si riscontrano ulteriormente entrando nel dettaglio delle sottosezioni, dove le diverse soluzioni progettuali hanno determinato l'adozione di diverse tipologie di apparecchiature o soluzioni tecniche. Riassumendo gli output fruibili di questa prima parte di progetto sono stati:

1. la formalizzazione a livello descrittivo e di layout delle tipologie impiantistiche presenti in Uniacque.
2. L'analisi dei sistemi di monitoraggio, controllo e supervisione esistenti allo stato attuale.
3. La definizione ad alto livello delle criticità impiantistiche degli impianti di Cologno al Serio (acquedotto, fognatura e depurazione).
4. La mappatura delle differenze impiantistiche tra l'impianto pilota di Cologno al Serio e gli altri impianti gestiti da Uniacque.

Ai fini ingegneristici di tipo manutentivo, il meccanismo di scomposizione è utile per focalizzare l'attenzione sui procedimenti e le cause di guasto e per definire con precisione l'effetto che ne è derivato (che potrebbe avere ricadute anche su altri livelli dell'impianto stesso). Tale lavoro è alla base dell'analisi del processo per individuare le unità critiche dal punto di vista dell'affidabilità, i modi, i meccanismi, le cause, gli effetti e i sintomi del guasto. Questo tipo di analisi prende il nome di Analisi FMECA (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis) il cui obiettivo è quello di individuare le azioni correttive e predisporre la pianificazione della manutenzione preventiva e migliorativa.

### Seconda fase

Nella seconda parte del progetto, anche al fine di implementare l'analisi FMECA, si è passati alla progettazione e all'implementazione di un sistema per la raccolta dei dati relativi agli interventi manutentivi

*"Progetto Siman:  
priorità al raggiungimento di un impiego  
più efficace ed efficiente degli impianti  
di acquedotto e fognatura"*

realizzati, nello specifico, sugli impianti di depurazione. Tale lavoro si è reso necessario per definire uno storico sui guasti e un sistema per la rilevazione e archiviazione di questi ultimi.

Il database di raccolta dati è stato realizzato in ambiente Microsoft Access. Attraverso tale sistema, in relazione al tipo di intervento effettuato, si possono compilare le schede di intervento relative a:

- **Manutenzione preventiva (programmata)**
- **Manutenzione correttiva (a guasto)**
- **Ispezione**

Le prime sono dedicate alla registrazione di tutti quegli interventi che vengono fatti in via preventiva, come ad esempio gli ingrassaggi, le pulizie, la lubrificazione, ecc. Le seconde vengono compilate in caso di guasti, mentre le ultime sono utilizzate per rilevare le azioni di mantenimento/conduzione dell'impianto che vengono svolte sulla base delle ispezioni effettuate dal personale interno.

Al fine di rilevare nel modo migliore le operazioni manutentive di un guasto, sono state elaborate delle procedure attraverso le quali vengono individuate le attività, le risorse e le logiche procedurali di rilevazione.

Grazie alla raccolta dati, avvenuta tramite il database access, si giunge alla predisposizione di un report tecnico nel quale sono presentate tutte le statistiche relative a:

- **Tipologie degli interventi effettuati**
- **Localizzazione impiantistica degli interventi**
- **Frequenza degli interventi**
- **Componenti critici**
- **Indicatori manutentivi**

Tale report, attualmente rilasciato con cadenza annuale, permette di tener monitorati gli interventi manutentivi effettuati

sull'impianto, e allo stesso tempo, costituisce il primo punto di riferimento per analisi di confronto. Dopo il caso pilota di Cologno al Serio, il DB è stato esteso ad altri sette impianti di depurazione. Sulla base di tutte queste informazioni sono stati infine predisposti i piani di manutenzione programmata che permettono di mantenere nel miglior modo possibile le componenti impiantistiche, tentando di intervenire prima dell'accadimento di guasti.

### Terza fase

La terza parte del progetto ha riguardato la scelta del Sistema Informativo della Manutenzione, o CMMS, al fine di implementare un programma specifico che potesse integrare quanto fatto tramite access nei sistemi informatici già in uso in azienda, permettendo di ottimizzare la gestione delle informazioni. Per effettuare questo passo è stato necessario svolgere delle attività preliminari per conoscere lo stato attuale dei processi in Uniacque, come venivano gestiti e quali software erano utilizzati a supporto.

Pertanto è stata condotta una mappatura dei processi di Uniacque, determinando quelli chiave e che hanno relazioni con le attività manutentive, al fine di prevederli nel Sistema Informativo di Manutenzione. La scelta finale è ricaduta sul software SAP - PM, già utilizzato in diverse altre aziende con rilevanza nazionale, che permetterà in futuro di gestire anche ulteriori funzionalità e nel quale sono state caricate tutte le scomposizioni effettuate sulle reti e sugli impianti gestiti dalla società (sedi tecniche ed equipment).

Sul piano della promozione di una cultura manutentiva improntata alla prevenzione dei fenomeni di guasto, è stato costituito un Comitato Tecnico di Manutenzione, che si riunisce ogni tre mesi, con lo scopo di condividere le problematiche emerse durante il periodo intercorso, individuare le soluzioni



in modo che siano applicate allo stesso modo in tutti gli impianti, condividere le azioni di miglioramento da implementare su impianti ed apparecchiature.

L'obiettivo principale di questo progetto è stato quello di mirare al raggiungimento di un impiego più efficace ed efficiente degli impianti di acquedotto, fognatura e depurazione, al fine di evitare disservizi e garantire gli standard di qualità fondamentali nell'erogazione del servizio idrico, di tutela dell'ambiente e della sicurezza e salute dei lavoratori. In generale, quanto fatto è da considerarsi la base di partenza per

lo sviluppo di ulteriori analisi ad integrazione di ciò che è emerso.

L'implementazione di un cruscotto per il monitoraggio di KPI (indicatori chiave di prestazione), che permetta di mantenere sotto controllo i processi esistenti e attuare le eventuali azioni di miglioramento, e l'integrazione con altri sistemi informativi aziendali (GIS, ecc). In conclusione possiamo dire che tutte queste attività (attuali e future) permetteranno, nel tempo, di creare un soggetto sempre più efficiente e in grado di garantire, elevati livelli di qualità e affidabilità del servizio.

Con delibera di Consiglio Provinciale n. 98 del 16 dicembre 2015 è stato approvato l'aggiornamento del Piano d'Ambito; gli obiettivi spaziano dai dati cartografici agli scarichi industriali, dalle perdite di rete alla qualità dell'acqua erogata, dalla depurazione dei reflui fognari al rispetto dell'ambiente.

# AGGIORNAMENTO PIANO D'AMBITO

## una scommessa da vincere

### Premessa normativa

Con la Legge 5 gennaio 1994 n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche" si è avviato un profondo processo di riorganizzazione istituzionale ed industriale dei servizi idrici, mirato a garantire una loro gestione efficiente, efficace ed economica attraverso il superamento della frammentazione gestionale esistente, conseguibile mediante l'integrazione territoriale (definizione di bacini d'utenza di dimensione ottimale) e funzionale delle diverse attività del ciclo idrico (acquedotto - fognatura - depurazione) attuando il Servizio Idrico Integrato (S.I.I.). Tale processo ha comportato il trasferimento, da parte dei Comuni, della titolarità dei servizi idrici all'Ufficio d'Ambito Territoriale Ottimale che ha il compito di rappresentare la domanda collettiva di servizio e di regolarne la produzione ed erogazione all'utenza a livello d'ambito, assicurando il migliore livello di servizio per l'utente, a costi sostenibili e per quanto possibile



Ing. Norma Polini  
Direttore ATO

in autofinanziamento. La Legge ha conferito all'Ufficio d'Ambito i compiti relativi alla pianificazione (programma gli interventi necessari ad assicurare il conseguimento degli obiettivi previsti dalla legge di settore), all'affidamento del Servizio Idrico (identificazione del futuro gestore unico ai sensi delle norme vigenti), alla regolazione (detta le norme per il corretto funzionamento della gestione del servizio) e al controllo dell'attività del gestore del servizio (verifica il raggiungimento degli obiettivi e dei livelli di qualità definiti dal Piano, valuta l'andamento economico e finanziario della gestione e assicura la corretta applicazione delle tariffe).

### Nascita dell'Ufficio d'Ambito

L'Ufficio d'Ambito della Provincia di Bergamo si è costituito ed insediato nel dicembre 2001 nella forma di Convenzione tra Enti Locali (Provincia e n. 244 comuni della provincia) ai sensi della Legge della Regione Lombardia n. 21/1998.

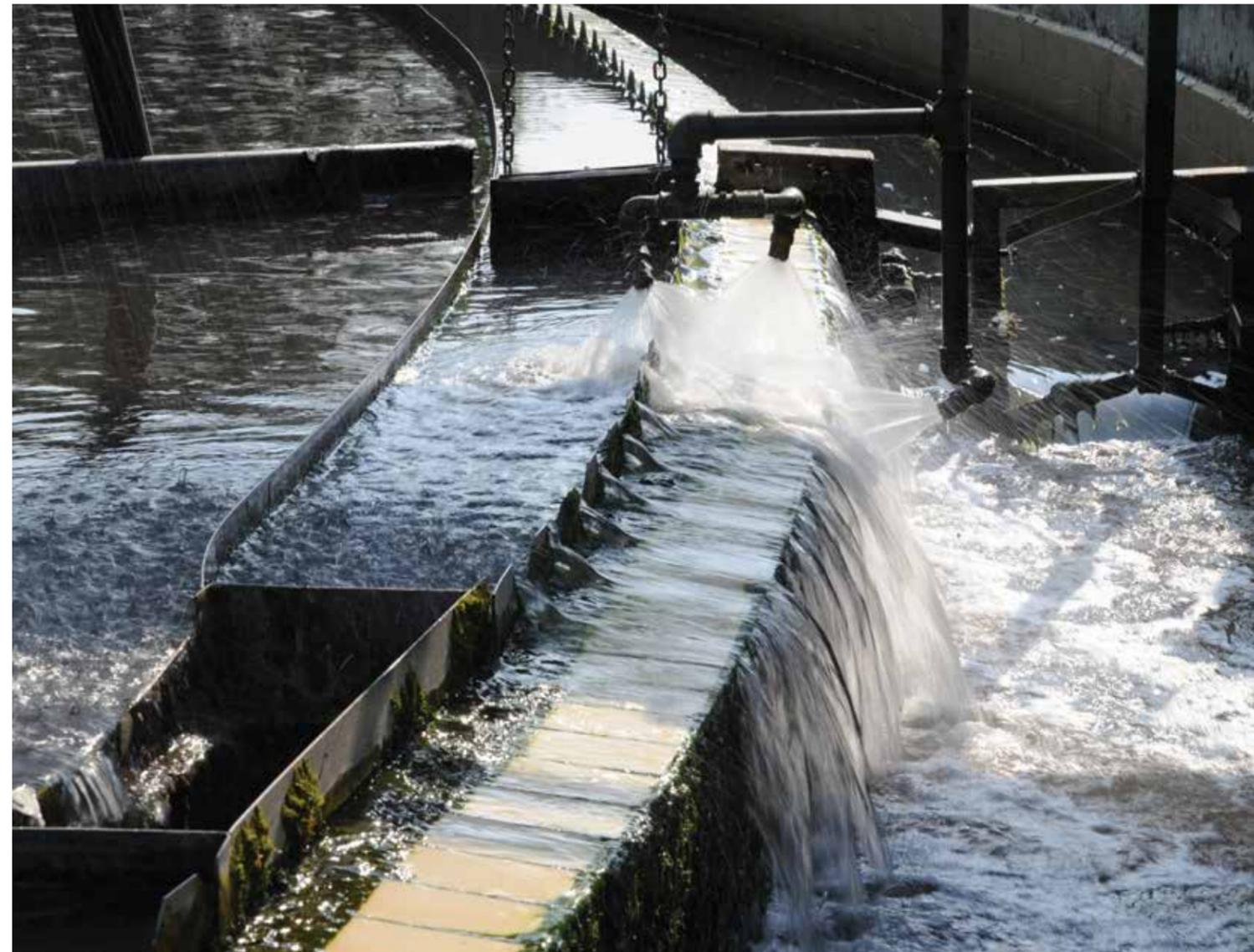
L'Ufficio d'Ambito ha mantenuto fino al 2008 la forma della Convenzione fra Comuni e Provincia, ma dall'anno 2009 ha proceduto alla costituzione del Consorzio obbligatorio fra Enti Locali. Il suo territorio di competenza coincide, secondo le vigenti disposizioni regionali, con quello della Provincia di Bergamo.

Dal 1/07/2011, l'Ufficio d'Ambito possiede personalità giuridica ed autonomia patrimoniale, orga-

nizzativa, contabile, finanziaria e gestionale ed ha l'obbligo del pareggio del bilancio da perseguire attraverso l'equilibrio dei costi e dei ricavi ed è un ente strumentale della Provincia di Bergamo ente titolare del servizio.

Nel solco delle normativa nazionale (prima la Legge Galli del 1994, poi il Codice dell'Ambiente del 2006) che ha impostato la riforma dei servizi idrici operando una netta distinzione fra l'attività

*Scarichi industriali: raccogliere dati di portata e di qualità degli stessi, con la codifica della rete di fognatura e del bacino di depurazione di appartenenza*



*Qualità acque:  
serve una maggiore condivisione dei dati  
(in fotografia: serbatoio di S.Agostino  
a Bergamo)*

di indirizzo e controllo, posta in capo all'Ufficio d'Ambito, da quella di gestione ed erogazione del servizio, posta in capo a società, l'Ufficio d'Ambito di Bergamo, ha, in questi anni, promosso e finanziato la realizzazione di importanti interventi infrastrutturali, ed ha affidato il servizio idrico integrato alla società Uniacque spa quale gestore unico d'ambito.

In particolare l'Ufficio d'Ambito della Provincia di Bergamo ha disposto l'affidamento "in house" della gestione del Sistema Idrico Integrato. in favore di Uniacque S.p.A. (Uniacque o Gestore unico, d'Ambito) con la Delibera n. 4 del 20.03.2006.

In data 01.08.2006 l'Ufficio d'Ambito ha sottoscritto con Uniacque il Contratto di Servizio trentennale a decorrere dal 1/01/2007.

#### **Attivazione aggiornamento del Piano d'Ambito**

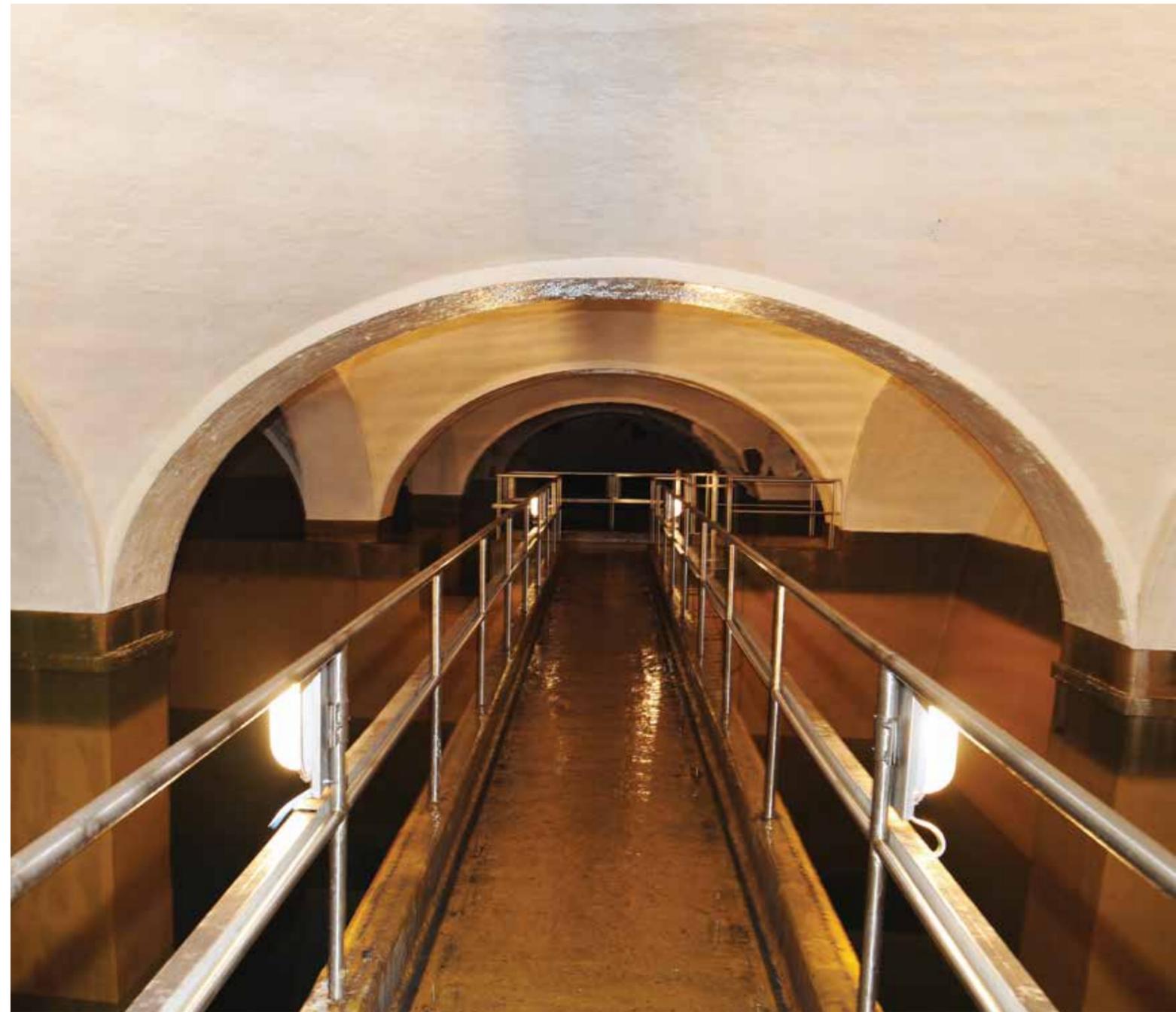
Nel corso dell'anno 2014 si è avviata l'attività di aggiornamento del Piano d'Ambito, strumento che permette, a fronte di una ricognizione oggi aggiornata, di definire:

- la programmazione nel tempo degli investimenti necessari per rispondere alla esigenza di raggiungere i livelli di servizio stabiliti per Legge (dotazione idrica per abitante, abbattimento delle perdite, ottimizzazione delle reti e depurazione);
- la struttura gestionale sulla base delle necessità e delle situazioni esistenti;
- la tariffa del servizio idrico integrato che tiene conto della necessità della copertura integrale dei costi gestionali e del Piano degli interventi.

Il documento approvato pertanto persegue i seguenti obiettivi:

- fornire una fotografia dello stato attuale dell'ambiente in bergamasca con particolare attenzione sulle risorse idriche disponibili sia superficiali che sotterranee;
- aggiornare la ricognizione delle infrastrutture del S.I.I.,
- omogeneizzare contenuti, criteri di investimento, modalità di rappresentazione dei dati e degli interventi sulla base anche delle indicazioni della Delibera 643/2013 di AEEGSI;
- definire gli investimenti effettivamente necessari sul territorio per soddisfare le esigenze degli utenti, superare le emergenze e le criticità che sono tuttora presenti, concorrere, per le proprie competenze, al raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti nei piani sovraordinati;
- dare una precisa indicazione dei criteri prioritari per la realizzazione degli interventi;
- dare indirizzi sull'importanza delle migliori pratiche presenti nel servizio idrico integrato perseguendo la miglior politica di efficientamento e gestione delle infrastrutture;
- definire i criteri con i quali il Gestore predisporre e propone i Programmi degli Interventi quinquennali quali piani attuativi del Piano d'Ambito, necessari in fase di definizione delle strutture tariffarie a completamento dei Piani Economici Finanziari (PEF), e le modalità di controllo degli stessi.

Il Piano d'Ambito ha un ruolo di ricogni-



zione delle criticità e di individuazione dei fabbisogni, delle strategie e delle priorità e deve essere visto come uno strumento di pianificazione territoriale con il miglior livello di analisi (effettivi fabbisogni, criticità, priorità, scelte strategiche) per la successiva pianificazione economico finanziaria (PEF).

E' fondamentale individuare l'effettivo fabbisogno di investimenti da inserire nei Programma degli Interventi per due ragioni:

- sono parzialmente superati i vincoli di aumento tariffario imposti dalla precedente normativa;

- la stessa AEEGSI (Delibera AEEGSI 643/13) in funzione dei fabbisogni sia gestionali che di investimento ha predisposto schemi regolatori dinamici (quadranti) atti a favorire l'ottimizzazione dei costi ed il reperimento delle risorse economico-finanziarie necessarie a realizzare gli investimenti.

Definita la situazione attuale attraverso la ricognizione e stabiliti i livelli di servizio obiettivo, l'ufficio d'Ambito è stato in grado di stabilire il programma degli interventi necessari per colmare la differenza tra i livelli di servizio che si intende raggiungere e quelli che le strutture esistenti assicurano oggi.

Il Programma degli interventi si sviluppa su tre orizzonti temporali:

- 1. anni 2013-2017 già in parte realizzato
- 2. anni 2018-2022
- 3. dal 2023 alla scadenza della concessione anno 2036

Una volta definito il Programma degli Interventi si è determinato il Piano economico finanziario a copertura degli stessi.

### Obiettivi immediati di breve periodo

#### Per i dati cartografici:

Unificare ed armonizzare dal punto di vista informatico il sistema di dati cartografici di tutte le gestioni secondo gli standard regionali, nonché secondo quanto previsto dal SINFI, attraverso una piattaforma di interscambio e comunicazione comune per tutto il territorio dell'Ambito.

I dati cartografici dovranno con-

tenere, oltre al rilievo delle reti vere e proprie, anche le rogge ed i canali tombinati e collettati, che generano un apporto significativo di acque parassite e che implicano l'assenza di tratti fognari.

#### Per gli scarichi industriali:

- Integrare il sistema Geodatabase GIS dell'U.ATO attraverso la determinazione puntuale e georeferenziata di tutti gli scarichi industriali in fognatura con i dati di portata e di qualità dello scarico e la codifica della rete fognaria e del bacino di depurazione di appartenenza;
- Valutare i dati di composizione e qualità degli scarichi industriali mettendoli in relazione con la conformità degli scarichi degli impianti di depurazione in particolar modo nei casi in cui lo scarico dell'impianto registri una non conformità, per stabilire le problematiche da affrontare e le strategie di intervento;
- Valutare l'incidenza degli scarichi industriali e delle sostanze in essi contenute sui diversi impianti e individuare quegli impianti per i quali si ritiene significativo ampliare il set di sostanze da tenere sotto osservazione nei controlli.

#### Per gli sfioratori:

il rilievo degli sfioratori di tutte le reti fognarie per tutte le gestioni presenti nell'Ambito e la valutazione tecnica del loro stato di conservazione e del loro funzionamento per poter determinare quale sia l'impatto di tali manufatti sulla qualità dei corpi idrici ricettori e programmare di conseguenza un contenimento.



#### Per i punti di approvvigionamento:

- Partendo dalla ricognizione descritta, riverificare puntualmente e con adeguato dettaglio tutti i punti di approvvigionamento per tutte le gestioni presenti nell'Ambito;
- Verificare se per tutti i punti di approvvigionamento sussistono delle concessioni vigenti in modo che tutte le gestioni dell'Ambito ne regolarizzino la posizione;
- Verificare che per tutti i punti di approvvigionamento i comuni nel cui territorio sono situati tali punti, dispongano i necessari provvedimenti urbanistici sulle aree di tutela.

#### Per le perdite di rete:

- Raccolta dei dati disponibili sulla stima delle perdite da parte di tutte le gestioni dell'Ambito;
- Contenimento delle perdite a livello di Ambito diversificate per gestione in base ai dati che verranno raccolti.

#### Per la qualità delle acque:

- Sensibilizzare e promuovere una condivisione dei dati tra i diversi soggetti coinvolti in modo da ottenere un flusso di informazioni, relative a campionamenti ed analisi, da cui poter attingere in modo dinamico anche ai fini della pianificazione regionale e sovraregionale;
- Correlare i dati di monitoraggio delle acque sotterranee con i sistemi di potabilizzazione esistenti al fine di trarre indicazioni per le priorità di intervento nei casi in cui si fosse in presenza di una risorsa con criticità.

---

*L'Ufficio d'Ambito, dal 2006, ha disposto l'affidamento "in house" della gestione provinciale del servizio idrico integrato in favore di Uniacque Spa*

ARPA Lombardia, in ottemperanza alla normativa vigente, effettua il monitoraggio chimico delle acque sotterranee (acque di falda) attraverso una rete costituita, per l'area idrogeologica Adda-Oglio, da 36 punti di monitoraggio localizzati in provincia di Bergamo e da 46 in provincia di Cremona.



Andrea Fazzone  
Alessandro Loda  
Valeria Marchesi  
Centro Regionale Qualità Acque  
di ARPA Lombardia

# MONITORAGGIO E STATO DI QUALITÀ delle acque sotterranee nell'area bergamasca tra Adda e Oglio

L'area idrogeologica Adda-Oglio, è la porzione di territorio lombardo delimitata ad ovest e ad est dal corso dei fiumi Adda e Oglio, a nord dalle Prealpi e a sud dal fiume Po. Da un punto di vista amministrativo l'area comprende la parte pianeggiante del territorio della provincia di Bergamo e l'intero territorio della Provincia di Cremona.

L'area relativa al territorio bergamasco è quella posta a sud del capoluogo, costituita da un'uniforme pianura di origine alluvionale, solcata da fitto un ricco reticolo di corsi d'acqua.

Le falde acquifere che si possono distinguere in questa area di territorio sono principalmente costituite da una falda superficiale, in parte di origine freatica e in parte di natura semi-confinata, e da una falda più profonda, confinata (e quindi protetta) o di tipologia artesianiana.

Per meglio comprendere le di-

namiche della risorsa idrica sotterranea nell'area, la funzione alimentatrice e rigeneratrice del reticolo irriguo, la cui influenza sull'acquifero si manifesta in termini di innalzamento periodico della superficie piezometrica. La fitta ed estesa rete di canali possiede per la maggioranza dei casi alvei in terra che, oltre ad assolvere la propria funzione irrigua e di bonifica, danno luogo ad un intenso interscambio con la sottostante falda freatica.

A partire dall'anno 2009, in base a quanto previsto dalla normativa vigente, Regione Lombardia, in collaborazione con ARPA Lombardia, ha provveduto all'identificazione dei Corpi Idrici sotterranei (costituiti ai sensi del D.Lgs.30/2009 da un volume distinto di acque sotterranee contenute in una o più falde acquifere) che costituiscono l'unità di studio imprescindibile

per l'applicazione delle vigenti norme di settore.

I corpi idrici, ricadenti all'interno dell'area idrogeologica Adda-Oglio relativi al territorio bergamasco, monitorati nel sessennio 2009-2014 sono stati identificati nei seguenti:

GWB-A4A	Bacino Adda-Oglio di Alta Pianura Acquifero A+B (superficiale + profondo)
GWB-A4B	Bacino Adda-Oglio di Bassa Pianura - Acquifero A (superficiale)
GWB-B4B	Bacino Adda-Oglio di Bassa Pianura - Acquifero B (profondo)
GWB-C0U	Unico corpo idrico costituito dal gruppo acquifero multistrato C

Il Corpo Idrico GWB-A4A ricade all'interno del territorio della provincia di Bergamo, mentre i GWB-A4B e GWB B4B ricadono nel territorio della provincia di Cremona).

Nell'anno 2014, con l'aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po

(PdGPO) previsto dalla Direttiva 2000/60/CE e del Programma di Tutela ed Uso delle Acque Regionale (PTUA), sono stati rivisti i Corpi Idrici sotterranei, con l'introduzione di alcune modifiche.

Per approfondire la tematica, può essere consultata la documentazione a disposizione nel sito internet dell'Autorità di bacino del fiume Po (<http://pianoacque.adbpo.it/>) e di ARPA Lombardia (<http://ita.arpalombardia.it/ita/settori/acque/index.asp>).

L'obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale dello stato chimico e quantitativo delle acque sotterranee e permettere la classificazione di tutti i Corpi Idrici sotterranei.

ARPA Lombardia, in ottemperanza alla normativa vigente effettua il monitoraggio qualitativo (chimico) e quantitativo delle acque sotterranee (acque di falda) attraverso una rete costituita, a livello regionale, rispettivamente da 520 e da 440 punti.

La rete di monitoraggio delle acque sotterranee relativa all'area idrogeologica Adda-Oglio è costituita da 91 punti di monitoraggio qualitativo, di cui 36 localizzati in provincia di Bergamo, 46 in provincia di Cremona, e i restanti 9 distribuiti tra le provincie di Lodi e Mantova. I punti di monitoraggio quantitativo sono



Fig.1  
Rete regionale  
di monitoraggio qualitativo.

Fig.2 - Particolare della Rete regionale di monitoraggio qualitativo, relativo alla provincia di Bergamo e alla alta provincia di Cremona.

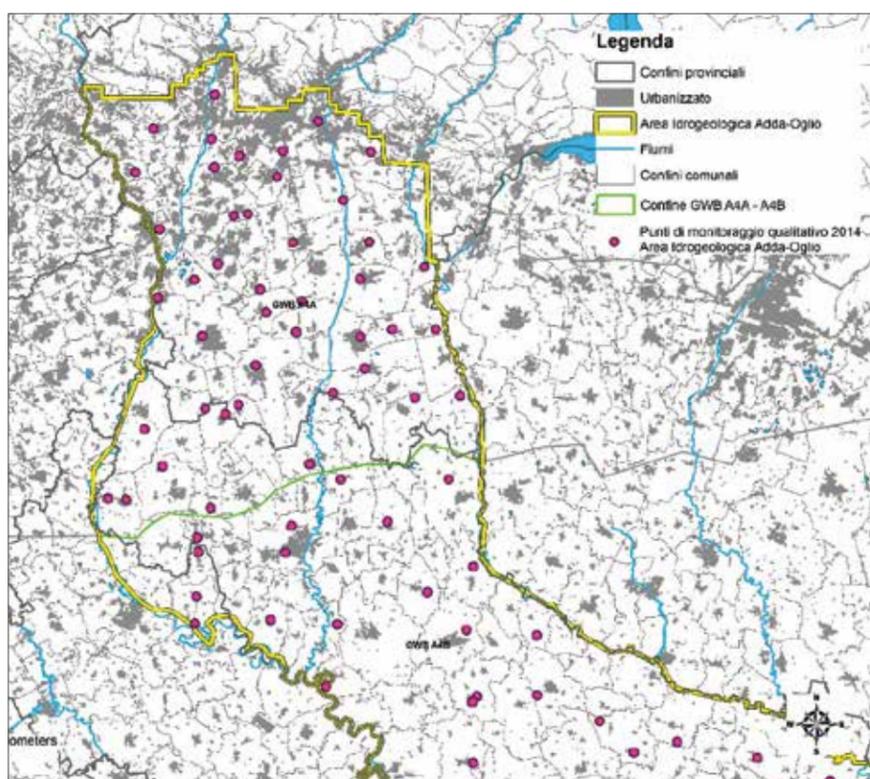


Fig.3 - Stato qualitativo dei singoli punti di monitoraggio (anno 2014) in provincia di Bergamo

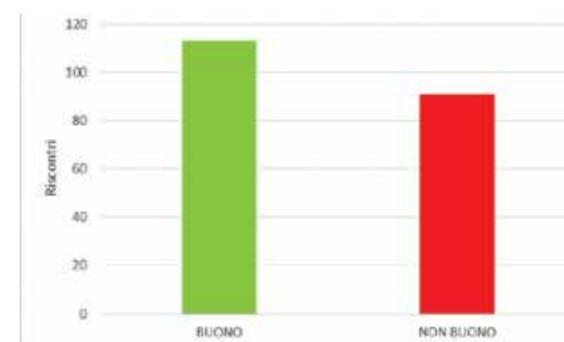
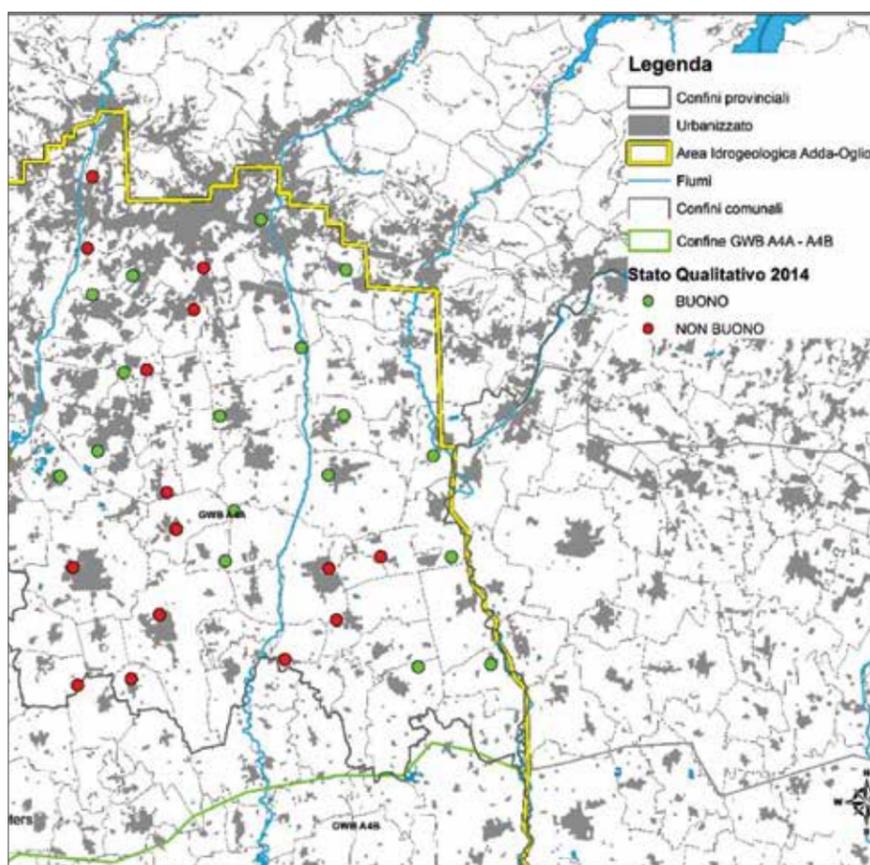


Fig.3 - Istogramma relativo a tutti i punti di monitoraggio classificati nel corso del sessennio 2009/2014 in provincia di Bergamo (riscontri per classe di qualità).

70, di cui rispettivamente 27 entro la provincia di Bergamo e 43 entro i confini della provincia di Cremona.

I punti di monitoraggio possono appartenere a pozzi o piezometri, e i loro usi sono molteplici: industriale, agricolo irriguo, antincendio, zootecnico, domestico e potabile. Nel caso di acque prelevate da pozzi ad uso potabile, i dati chimici relativi ai monitoraggi eseguiti da ARPA nei punti di campionamento, fanno riferimento alle acque di falda prima di qualsiasi tipo di trattamento chimico-fisico a cui le acque per uso potabile vengono normalmente sottoposte prima dell'immissione nella rete idrica.

Lo Stato Chimico di un corpo idrico viene valutato sulla base di quanto previsto dal D.Lgs 30/09, che prevede l'attribuzione dello stato "buono" nei casi in cui "lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentino non oltre il 20% dell'area totale o del volume del corpo idrico, per una o più sostanze". In caso contrario, il corpo idrico è classificato come "non buono"; la normativa vigente - a differenza del passato - non prevede infatti classi intermedie.

Nell'istogramma di Figura 3 sono riassunti, per i punti di monitoraggio ricadenti sola provincia di Bergamo, i riscontri di classe relativi allo Stato Chimico nel corso dell'intero sessennio di monitoraggio 2009-2014. Considerando il Corpo Idrico sotterraneo d'interesse per la provincia di Bergamo (GWB A4A), si può notare dalla tabella successiva come, in termini complessivi, non vi siano cambiamenti tra le classificazio-

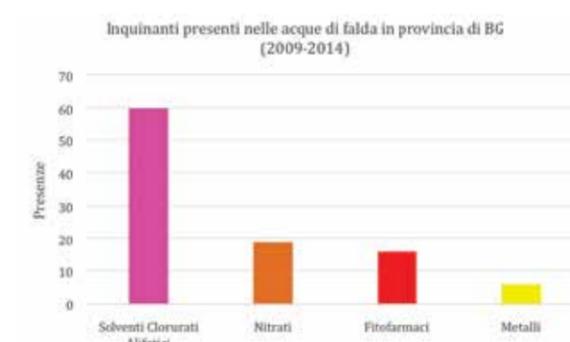


Fig. 5 Presenze (superamenti dei valori soglia previsti dal D.Lgs.30/2009), in provincia di Bergamo, degli inquinanti maggiormente diffusi, nel corso del sessennio di monitoraggio 2009/2014.

ni relative ai due bienni (2009 - 2011 e 2012 - 2014) di monitoraggio previsti dai Piani di settore (in particolare dal Piano di Gestione del Distretto Idrografico del fiume Po).

ACQUIFERO	CORPO IDRICO SOTTERRANEO	CLASSIFICAZIONE 2009-2011	CLASSIFICAZIONE 2012-2014
A+B	GWB-A4A	NON BUONO	NON BUONO
C*	GWB-COU	NON BUONO	NON BUONO

\*Valore calcolato sull'intero territorio regionale, trattandosi di un corpo idrico profondo, la cui superficie include tutta la bassa ed alta pianura lombarda

Spostando l'attenzione dal complesso del corpo idrico ai singoli punti di monitoraggio, lo stato di qualità puntuale derivante dal monitoraggio svolto nell'anno 2014 è riportato in Figura 4.

Nella porzione più settentrionale dell'area idrogeologica Adda-Oglio e fino alla linea delle risorgive (GWB-4A4), l'attribuzione dello stato "non buono" è dovuta principalmente al superamento (media annuale) del valore soglia stabilito per i solventi clorurati alifatici. La loro presenza è di origine antropica e verosimilmente legata a processi produttivi oggi in disuso. Tuttavia la loro scarsa degradabilità e solubilità ne favorisce la persistenza all'interno dell'acquifero anche a distanza di anni. Altre cause di attribuzione dello stato "non buono" sono connesse alla presenza di nitrati, fitofarmaci e cromo.

Il territorio bergamasco ha oggi nuovi strumenti per valutare i rischi, le necessità e le potenzialità del suo reticolo idraulico: gli studi di sottobacino.



Regione Lombardia  
Ufficio Territoriale Regionale

Dott. ing. Claudio Merati  
Dirigente Ufficio Territoriale  
Regionale di Bergamo

# DIFENDERE E VALORIZZARE IL TERRITORIO

## Gli studi di bacino idraulico

La necessità di analizzare il comportamento di un corso d'acqua prendendo in considerazione un intero bacino -cioè quella parte del territorio che naturalmente scola le sue acque di pioggia e sorge fino a confluire ad una determinata sezione del torrente /fiume considerato di "chiusura" del bacino stesso- è alla base della scienza idraulica.

Su tale base sono stati analizzati i grandi fiumi -dal Po all'Adda all'Oglio- che caratterizzano la pianura padana e sulla base di tali studi sono stati determinati dall'Autorità di bacino precisi vincoli di salvaguardia (fasce di rispetto PAI).

Il passare dal macro (scala interregionale) al micro (sottobacini comprendenti zone omogenee sub-provinciali) è una innovazione introdotta da alcuni anni a Bergamo su proposta della Sede Territoriale di Regione Lombardia.

In termini concreti si tratta di elaborare uno studio idrogeologi-

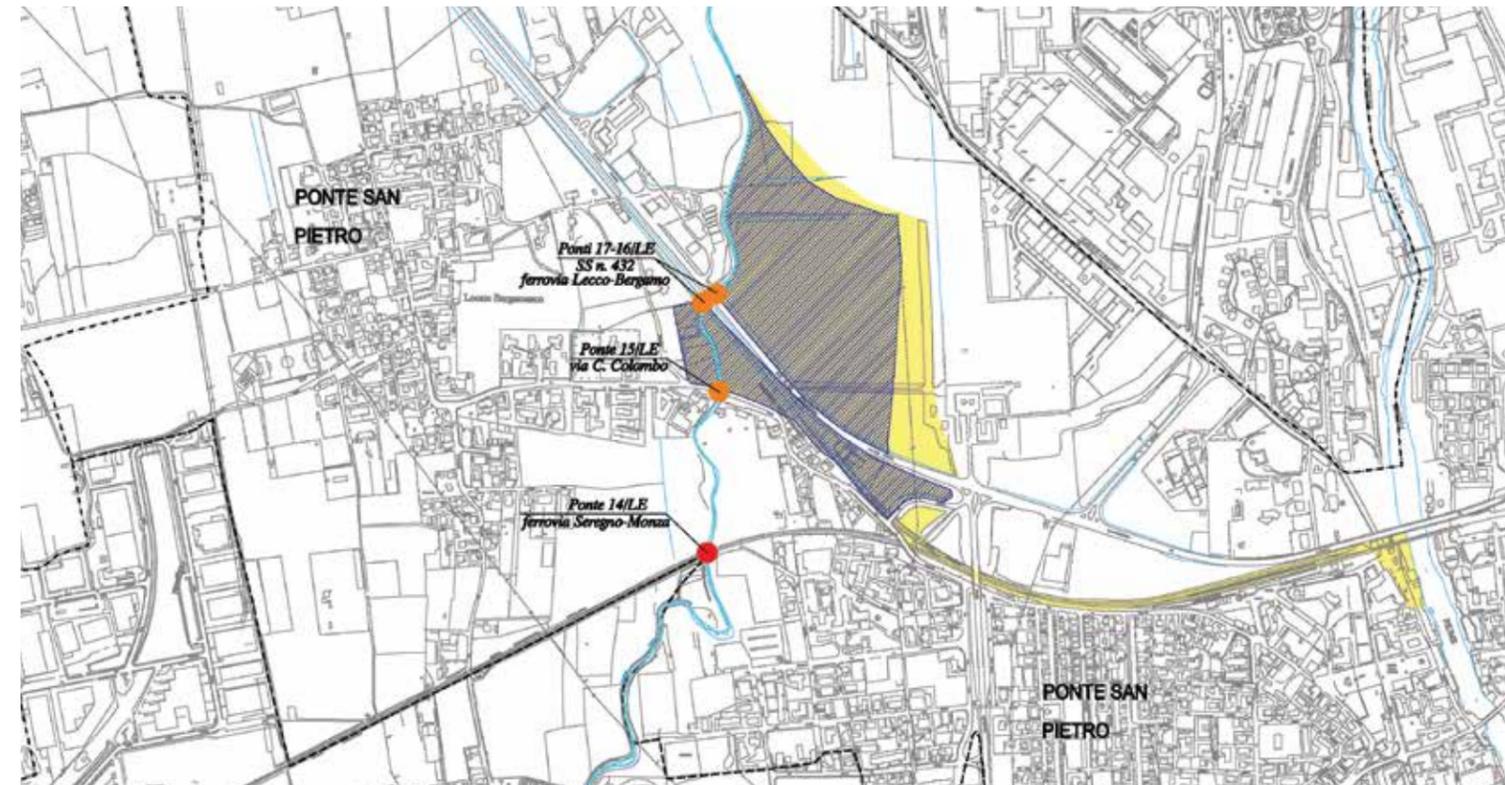
co, idraulico e ambientale che si focalizzi su un torrente per definire gli interventi necessari per la sistemazione idraulica, per la manutenzione delle opere esistenti e per la riqualificazione/ valorizzazione ambientale.

### Lo screening idraulico

L'attenzione è particolarmente rivolta a quei corsi d'acqua della fascia pedemontana, dove l'urbanizzazione ha stravolto l'assetto idraulico naturale non solo aumentando il rapido afflusso delle acque (grandi superfici impermeabili quali strade/tetti/piazzali dove prima erano campi coltivati significa una massa enorme di acqua che raggiunge in poco tempo il torrente) ma ha violentato anche la dimensione dell'alveo.

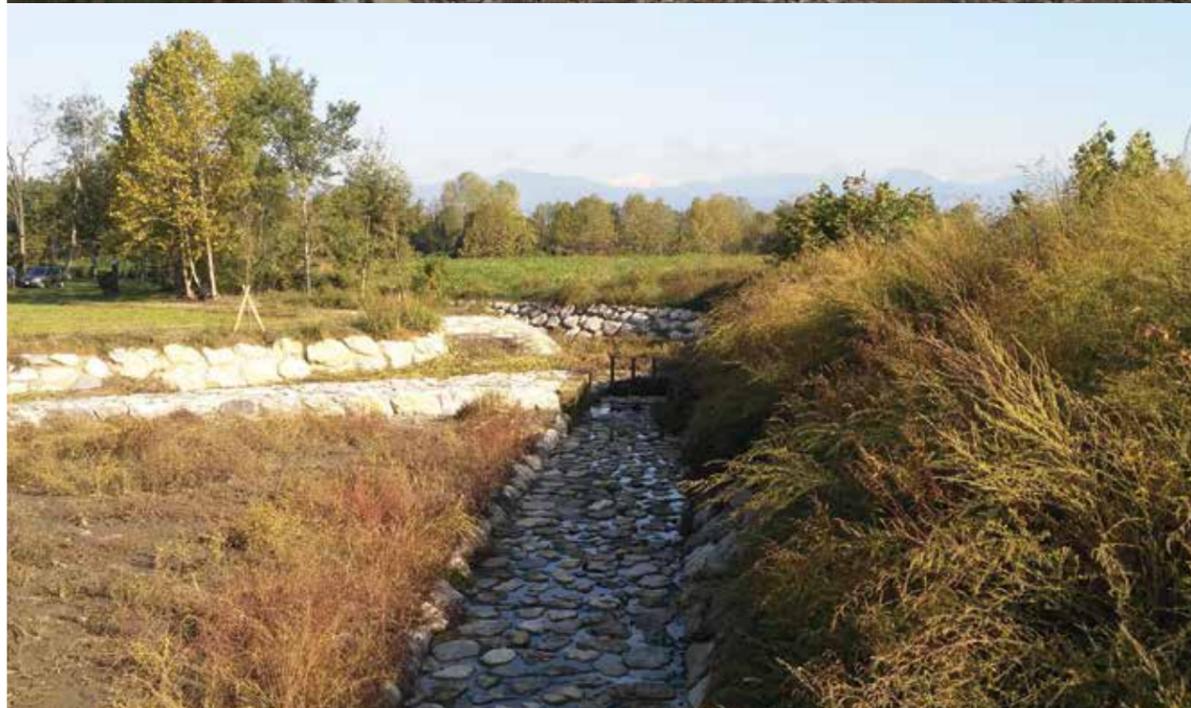
I riempimenti, le costruzioni nella fascia che dovrebbe essere di rispetto fluviale (la legge prevede dal 1904 per 10 metri la inedificabilità assoluta!), i ponti inadegua-

In alto: studio Lesina-Ponte S.Pietro le esondazioni nella zona di costruzione della vasca di laminazione.  
Sotto: i lavori in corso della nuova vasca di laminazione.



Nelle fotografie:  
Morletta – Levate la vasca  
di laminazione.

La vasca di laminazione,  
particolare collegamento  
del canale irriguo.



ti, le coperture di alvei portano corsi d'acqua -naturalmente nati per drenare le acque di pioggia e farle convogliare nei fiumi maggiori (Serio, Brembo e poi Adda, Oglio)- ad non essere più in grado di svolgere la loro funzione causando così straripamenti, allagamenti di centri abitati o viabilità importante.

Negli ultimi anni le piogge - sempre più intense per

il cambiamento climatico (i giornali parlano di bombe d'acqua) - hanno portato torrenti come Dordo, Lesina, Quisa, Morletta, Morla, Zerra, Lujo, Tadone, Tirna, Rillo, Uria, a causare ingenti danni. Alle acque esondate dai torrenti si aggiungono quelle delle fognature che, trovando impedito lo sbocco nei corsi d'acqua in piena, "rigurgitano" con fuoriuscite dai tombini stradali, provocando anche loro allagamenti di cantine, box e piani bassi delle abitazioni.

Da qui la necessità di avere studi adeguati per capire la situazione e assumere decisioni coerenti.

In sostanza, grazie ai contributi economici degli enti che sottoscrivono un apposito accordo, con un bando di gara viene conferito ad una équipe di tecnici (ingegneri, geologi, agronomi, topografi) l'incarico di studiare un corso d'acqua.

Gli studi non "partono da zero" ma valorizzando gli approfondimenti fatti su scala minore (studi geologici o idraulici al vello comunale) li rendono omogenei per avere una lettura più corretta dell'intero bacino, del territorio interessato dai corsi d'acqua.

Il "prodotto" cioè lo studio non solo ha un valore in sé (conoscenza del territorio) ma ha una doppia utilità: per i Comuni per le loro competenze (urbanistica e piani comunali di protezione civile) e per Regione Lombardia per la programmazione di risorse per interventi

### Una rete orobica "virtuosa"

Va sottolineata come positiva nella prassi orobica anche la collaborazione (tecnica e economica) di tutti i soggetti interessati: dai Comuni alla Regione, dai Parchi al Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca a Uniacque. Collaborazione fondamentale non solo per incaricare i tecnici esterni, ma per guidarli e validare il loro studio. Un positivo ruolo pubblico per favorire la corretta gestione del territorio.

A fronte di questo impegno sono arrivati alcuni risultati positivi.

Non solo in sette anni si sono terminati cinque importanti studi (alto Brembo, Lesina, Morletta, Dordo, Morla) ed è in corso il sesto (Quisa) ma l'individuazione e la fase progettuale preliminare di opere importanti ha portato a numerosi finanziamenti.

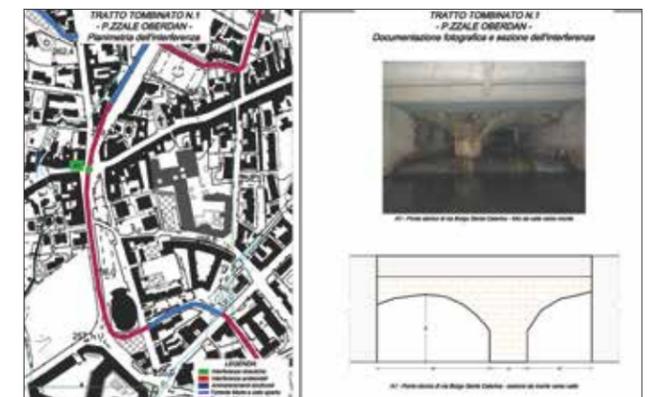
La tabella allegata ci permette di evidenziare sia il numero di comuni coinvolti dagli studi sia la rilevanza degli interventi già finanziati ed attuati.

E' grazie a questi studi, alla prima fase di progettazione che viene da subito attuata per le opere pri-

oritarie, che la bergamasca vede realizzate le prime vasche di laminazione a Levate sul Morletta e a Ponte S. Pietro sul Lesina.

Non ultimo come importanza va evidenziato il percorso di sensibilizzazione della popolazione sulle tematiche ambientali e di difesa del suolo che tali studi comportano.

Grazie alla divulgazione dei mass media e a specifici incontri organizzati nel territorio, le comunità locali sono portate -attraverso l'analisi degli studi di torrente- a conoscere i rischi, a condividere i piani di protezione civile per la gestione delle emergenze, a comprendere l'importanza di una corretta pianificazione nel rispetto dei corsi d'acqua, ad apprezzare i pregi ambientali dell'ecosistema fluviale. "Conoscere" è quindi la condizione indispensabile per agire correttamente e valorizzare il nostro territorio.



Studio Morletta - Levate  
le aree esondabili

Sotto, studio Morla – Bergamo  
il nodo critico della copertura  
di piazzale Oberdan

L'idea nasce dalla considerazione che i quattro fiumi bergamaschi, che mantengono caratteristiche di elevata naturalità, si trovano tuttavia troppo isolati l'uno dall'altro a causa dell'espansione dei centri urbani e delle infrastrutture viarie

## UN "ARCO VERDE" DALL'ADDA ALL'OGGIO



Creare un corridoio ecologico lungo circa 35 chilometri che attraversa da ovest a est il territorio bergamasco, all'altezza dell'alta pianura, collegando i quattro principali corsi d'acqua Adda, Brembo, Serio e Oglio. Questo in sintesi l'obiettivo del progetto Arco Verde, promosso dalla Provincia di Bergamo capofila insieme al Parco dei Colli, alla Comunità montana Valle Imagna e ai Comuni di Carvico, Trescore Balneario e Alzano Lombardo (a cui si aggiungono il Parco Adda Nord e altri 12 Comuni che hanno firmato la Carta di intenti).

### Il progetto

L'idea nasce dalla considerazione che i quattro fiumi bergamaschi, che mantengono caratteristiche di elevata naturalità e sono identificati come aree di assoluto rilievo per la biodiversità della Pianura Padana, si trovano tuttavia troppo isolati l'uno dall'altro a causa dell'espansione dei centri urbani e delle infrastrutture viarie che ha caratterizzato soprattutto il fondo valle Brembano e Seriano. La forte frammentazione che deriva



PROVINCIA DI BERGAMO

Maria Penalba  
Monica Colombo  
Ufficio Stampa

da questa tendenza alla elevata antropomorfizzazione del territorio penalizza in particolare la fauna. Da qui il progetto per il ripristino di una connessione ecologica, che dopo la realizzazione di uno studio di fattibilità, cofinanziato da Fondazione Cariplo per 83mila euro su un costo totale di circa 143mila euro, nel 2016 passerà alla fase operativa grazie ad un ulteriore finanziamento sempre della Fondazione Cariplo per 475mila euro.

La pianificazione del progetto è consistita nell'individuazione di una serie di interventi puntuali, in zone specifiche, in modo che possano essere realizzati autonomamente dai vari soggetti coinvolti e quindi con maggiore facilità. Gli interventi sono di tre tipi: il primo riguarda l'intera area individuata e consiste nella posa di dissuasori acustici nei pressi di strade ad alta percorrenza per allertare la fauna selvatica e prevenire il fenomeno del road killing; un altro intervento è mirato alla conservazione delle specie anfibe, attraverso il recupero e la ricreazione di habitat idonei. Il terzo intervento è quello che

riguarda più da vicino i corsi d'acqua perché prevede il recupero ecologico di 3 torrenti situati rispettivamente a Ovest (tra il fiume Adda e il Brembo), al centro (tra il Brembo e il Serio) e a Est (tra il Serio e l'Oglio) dell'Arco verde: il Grandone a Carvico, il Rigos a Sorisole e il Tadone a Trescore Balneario.

### Si parte da tre torrenti

Riquilificare significa far sì che questi corsi d'acqua minori, per lo più gestiti unicamente come strutture a funzionalità idraulica, possano divenire luoghi di passaggio ma anche veri e propri micro habitat per uccelli, piccoli mammiferi e anfibi, rimuovendo gli ostacoli alla circolazione e all'attraversamento degli animali e ripopolando di alberi le sponde in modo da offrire loro rifugio e nutrimento. Le tre azioni verranno gestite dal Comune di Carvico per quanto riguarda il torrente Grandone, dal Parco dei Colli per il Rigos e dal Comune di Trescore Balneario per il Tadone.

Il torrente Grandone è stato individuato come punto di connessione strategico tra il complesso dei Colli del Monte Canto, il fiume Adda e l'Isola bergamasca. Gli interventi previsti riguarderanno anche l'area adiacente di proprietà della Hidrogest e si concentreranno sui tratti maggiormente artificiali delle sponde, e in particolare la passerella

ciclopeditale che attraversa la strada provinciale 166 (la principale barriera lungo il torrente) in modo da renderla percorribile anche dagli animali.

Il torrente Rigos costituisce un varco fondamentale tra i Colli della città di Bergamo e il settore prealpino. Gli interventi si concentreranno sulla parte finale, poco prima che il torrente confluisca nel torrente Quisa, e consisteranno nella rinaturalizzazione delle sponde a carattere artificiale, nell'adeguamento delle due passerelle installate dal Parco dei Colli per consentire l'attraversamento della ex statale 470 e di via Brughera, e nella creazione di un sistema di "zone umide", con tre nuovi stagni artificiali per la tutela e la conservazione degli anfibi, che in questa zona sono presenti con ben 11 specie differenti.

Situato nel fondo valle della Val Cavallina, il torrente Tadone è stato individuato come strategico territorio di connessione tra le colline circostanti, vale a dire a ovest il PLIS Valli d'Argon e la limitrofa area Valpredina e Misma, e a est il PLIS Malmera, Montecchi e Colle degli Angeli. Il tratto interessato dal progetto prevede la riquilificazione di 4 ecodotti, che passano sotto altrettante arterie stradali, e la rimozione o l'adeguamento delle numerose barriere artificiali abusive che caratterizzano il corso d'acqua.



Veduta panoramica dal torrente Rigos, ultimo elemento di connessione tra i Colli di Bergamo e il settore prealpino



Fondazione Cariplo  
è partner del progetto  
della Provincia  
di Bergamo

Per far fronte ai costi ingenti – l'acquisizione delle aree e la realizzazione dell'opera ammontano complessivamente a poco oltre i 3,2 milioni di euro – il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca ha ottenuto il finanziamento del 50% della spesa dalla Regione Lombardia.



*Mario Reduzzi*  
Direttore generale

# BONIFICA IDRAULICA

## Consorzio e Regione intervengono sul torrente Lesina

Era da tempo che alcune zone del territorio compreso fra il fiume Adda e Brembo la cosiddetta Isola Bergamasca, soffriva di croniche e periodiche inondazioni seppure di entità diversa.

Per porre fine a questi fenomeni che periodicamente affliggevano diverse zone di questo territorio oggetto di una urbanizzazione importante (sviluppata in tutti i comuni della zona dagli anni sessanta del secolo scorso fino a pochi anni orsono), si è posto in essere uno studio idraulico approfondito che ha visto coinvolte le amministrazioni comunali interessate, il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e la regione Lombardia con il locale Servizio territoriale (Ster).

### Il piano di intervento

I risultati supportati da tecnici esperti in materia che si sono avvalsi di tutti gli studi di settore compiuti da ogni singolo partecipante, sono stati quindi riuniti in un unico documento finale.

La conclusione a cui si è giunti, è stata quella di realizzare una vasca volano, ossia un grande e capiente bacino di invaso di acqua a latere del torrente Lesina in comune di Ponte San Pietro. Un'infrastruttura adibita, appunto, ad incamerare acqua durante i momenti di piena per poi rilasciarla nella fase successiva alla piena; un sistema efficace per non creare problemi di allagamento di alcuna sorta sul territorio, salvando così fabbricati, strade, ferrovie e campi dai suddetti ricorrenti fenomeni di inondazione.

La regimazione idraulica, pur poggiando su precise basi scientifiche, non può avvalersi che di elementi statistici e probabilistici per la definizione di un evento meteorico che di per sé è vario ed incerto. Lo studio ha quindi portato ad individuare una soluzione che, prioritariamente, possa mettere in sicurezza quei territori nei confronti dei quali i fenomeni sono più frequenti e solo successivamente dedicarsi compiutamente



*A sinistra: vista delle opere di risagomatura alveo del torrente Lesina*

*In basso: vista del torrente Lesina e a destra dell'area occupata dalla vasca*



*Il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca è un ente di diritto pubblico la cui costituzione risale al 1955. L'estensione del comprensorio e' di ha. 79571.00.00 , comprendente in tutto o in parte il territorio di 105 Comuni, appartenenti alle provincie di Bergamo, Brescia, Cremona e Lecco. Interessa una popolazione complessiva di circa 625.000 abitanti, con un numero di Ditte Consorziato pari a circa 236.000.*

ad eventi che pur prevedibili possano avere una cadenza temporale più di lungo raggio.

Era indispensabile, infatti, tenere conto degli elevati costi contemplati per l'acquisizione di una vasta area che, seppur a destinazione agricola, determinava un onere rilevante per poter disporre di un'area e realizzare l'opera in progetto.

Lo sforzo economico compiuto per ottenere lo spazio necessario per inserire il manufatto così come progettato è assommato a complessivi euro 1.200.000,00 una cifra di tutto rispetto che tiene conto di un'ubicazione di valore, in quanto limitrofa ad aree urbanizzate come prevede la legge vigente e soprattutto di una superficie complessiva che pur prevedibili possano avere una cadenza temporale più di lungo raggio.

Era indispensabile, infatti, tenere conto degli elevati costi contemplati per l'acquisizione di una vasta area che, seppur a destinazione agricola, determinava un onere rilevante per poter disporre di un'area e realizzare l'opera in progetto.

Lo sforzo economico compiuto per ottenere lo spazio necessario per inserire il manufatto così come progettato è assommato a complessivi euro 1.200.000,00 una cifra di tutto rispetto che tiene conto di un'ubicazione di valore, in quanto limitrofa ad aree urbanizzate come prevede la legge vigente e soprattutto di una superficie complessiva di quasi 46.000 metri quadrati.

Per far fronte ai costi ingenti – l'acquisizione delle aree e la realizzazione dell'opera ammontano complessivamente a poco oltre

i 3,2 milioni di euro - il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca ha ottenuto il finanziamento del 50% della spesa dalla Regione Lombardia.

Una volta ottenuta l'approvazione del progetto e la validazione dello stesso, si è proceduto a tutte le incombenze previste dalla legge per l'appalto pubblico per assegnare i lavori alla ditta vincitrice della gara pubblica. Ottenuta l'acquisizione dei terreni da adibire alla vasca volano, si è immediatamente dato corso alle opere - attualmente al 25% dei lavori ed in linea con la previsione progettuale – dove il cronoprogramma contempla la conclusione dell'infrastruttura entro il corrente anno.

### **Le caratteristiche dell'impianto**

L'opera in questione riguarda la realizzazione di una vasca parzialmente interrata ed arginata in derivazione al Torrente Lesina, situata nel Comune di Ponte San Pietro, adibita alla riduzione delle portate di piena del torrente.

Durante eventi meteorici importanti di intensità e durata non ordinarie, al raggiungimento nell'alveo del Torrente di certi valori di portata superiore a circa 30 m<sup>3</sup>/s, l'eccedenza sfiorerà dall'alveo alla vasca, la quale invaserà le portate ed i volumi connessi.

In tal modo nell'alveo del Torrente confluiranno delle portate idriche inferiori a quelle che normalmente sarebbero defluite, preservando i territori posti a valle della vasca, in particolare i Comuni di Ponte S. Pietro, Presezzo, Bonate Sopra e Bonate Sotto.



L'invaso totale della vasca in questione è pari a circa 90000 m<sup>3</sup>; con quest'opera le portate con tempo di ritorno di 20 anni verranno ridotte dal valore naturale di circa 46 m<sup>3</sup>/s al valore di 30 m<sup>3</sup>/s. Nel caso eccezionale relativo ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni la portata naturale di 57 m<sup>3</sup>/s verrà ridotta a 46 m<sup>3</sup>/s. I volumi invasati dalla vasca saranno progressivamente evacuati a gravità nell'alveo del torrente dopo la piena.

Ad oggi l'evacuazione avverrà manualmente, in futuro sarà possibile anche integrare il sistema con modalità automatiche con telecomando e telecontrollo.

Complessivamente è previsto lo scavo di circa 110.000 m<sup>3</sup> di materiale, di cui circa 40.000 verranno riutilizzati per la formazione dell'argine.

La vasca sarà sormontata da una pista di servizio con rampa di discesa al fondo vasca. Tramite questa strada sarà possibile effettuare gli interventi di manutenzione della vasca stessa, sia per il mantenimento del verde presente, sia per la pulizia della vasca dopo gli invasi conseguenti ad eventi meteorici importanti.

La manutenzione e l'esercizio della vasca sarà affidato al Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca tramite apposite convenzioni con la Regione Lombardia (UTR).

*Particolari dei manufatti di carico e scarico*

La Comunità Montana Valle Seriana ha posto tra le proprie priorità il tema della prevenzione, declinandolo sia in termini di obiettivi (indirizzi amministrativi), che di azioni concrete (opere) sul territorio.



Elena Pezzoli  
Resp. Servizio  
Turismo - Cultura - Sport

# DISSESTO IDROGEOLOGICO

## La prevenzione come modalità operativa

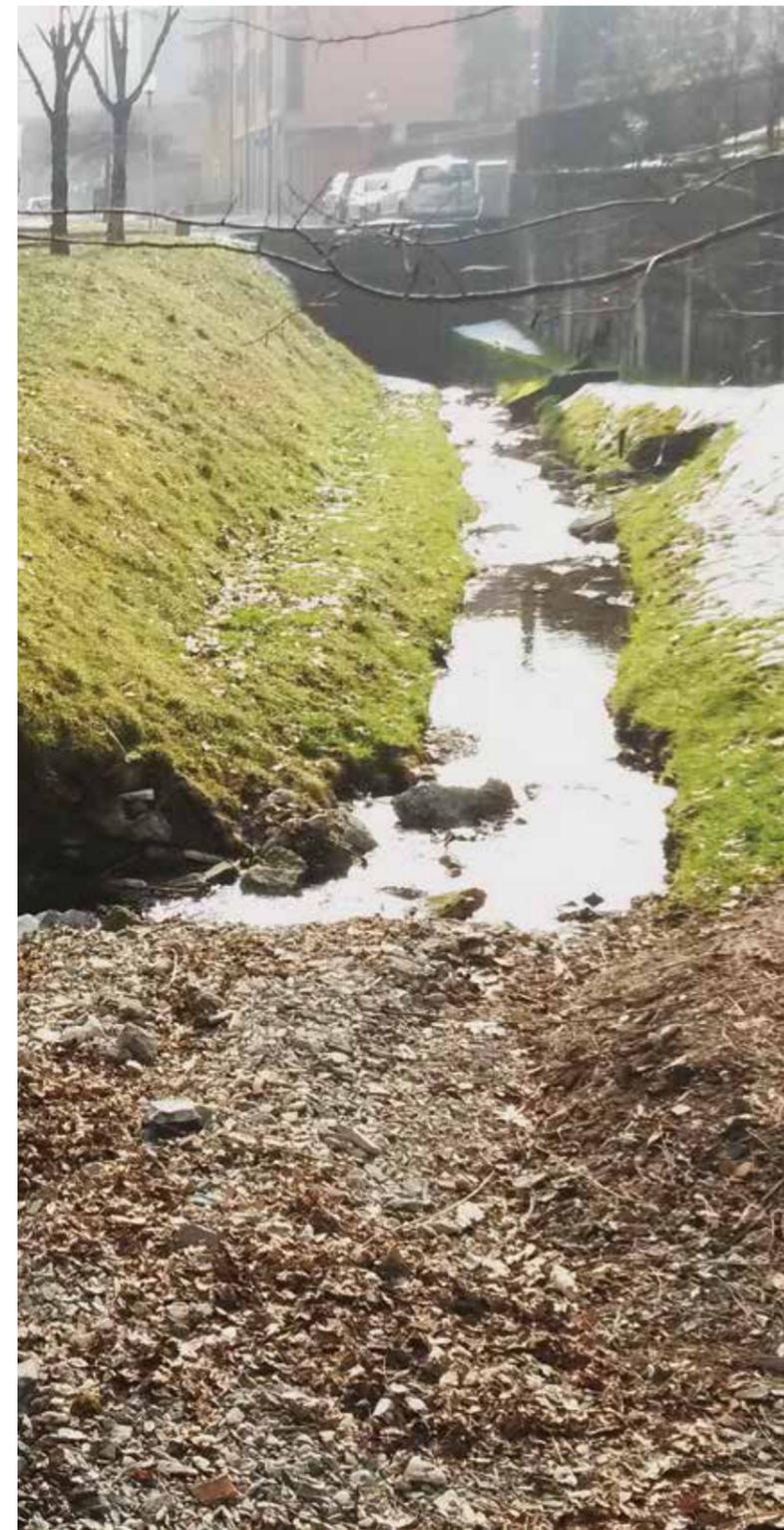
La Valle Seriana con i suoi numerosi corsi d'acqua, la sua storia geologica ed il processo di antropizzazione che l'ha connotata, con maggiore evidenza negli ambiti della media e bassa valle, è un territorio fragile, soggetto a criticità anche significative –frane e valanghe- ma anche a fenomeni apparentemente più modesti -dissesti e smottamenti- ma non per questo meno importanti e che in maniera diffusa sono una minaccia non di secondaria importanza per il mantenimento del territorio, inteso nella sua pluralità di elementi. Operare nell'ambito della prevenzione e della manutenzione ordinaria e straordinaria sono pertanto presupposti irrinunciabili se non si vuole rincorrere l'emergenza con tutto ciò che questa comporta in termini di ricadute economiche e sociali.

Partendo dalla consapevolezza che l'acqua prima di essere una risorsa è una componente del ter-

ritorio e come tale concorre a definirlo, ne consegue che la cura del territorio, dei corsi d'acqua in particolare, devono essere intese come priorità –rispetto agli obiettivi amministrativi- ed opportunità –rispetto alla salvaguardia territoriale- in ogni processo di governance. La riduzione del rischio idraulico deve essere pensata attraverso opere e misure di prevenzione sempre più efficaci, durature nel tempo, compatibili con le dinamiche naturali e capaci non solo di consentire ma anche di promuovere/favorire lo sviluppo socio-economico.

### Il tema della prevenzione

Troppo spesso l'incuria, la mancanza di manutenzione, le carenze nelle scelte progettuali dei manufatti, hanno fatto sì che corsi d'acqua anche apparentemente "modesti" per sezione idraulica e portate, abbiano prodotto dissesti significativi in concomitanza non solo dei



sempre più frequenti eventi meteorici straordinari e/o imprevedibili ma anche dei fenomeni ordinari.

Dato questo presupposto, l'indirizzo amministrativo della Comunità Montana Valle Seriana ha posto tra le proprie priorità il tema della prevenzione, declinandolo

sia in termini di obiettivi (indirizzi amministrativi), che di azioni concrete (opere) sul territorio. Nel primo caso sostenendo, condividendo, promuovendo ed ancor più auspicando la logica che investire in prevenzione non possa essere un'azione a breve



*A sinistra: Dissesto lungo  
il Torrente "Riolo"  
in Comune di Ranica*

*A destra: Regimazione  
idraulica tratto Torrente  
"Riolo" in Comune di Ranica*



*In alto: "Tombotto" sottopasso stradale "Valle Bigarola" in Comune di Ardesio*

*In basso: Adeguamento sezione idraulica ponte stradale "Valle Bigarola" in Comune di Ardesio*

termine ma a lungo termine; nel secondo caso mediante una molteplicità di interventi concreti localizzati sull'intero territorio della valle secondo una metodologica che ha presupposto il dialogo con le amministrazioni locali e che ha portato ad intervenire sulle criticità segnalate dalle stesse. Il tutto per giungere a far sì che, sempre più, si consolidi una pratica operativa attraverso la quale la prevenzione diventi la modalità usuale e generalizzata della prassi amministrativa. Una prassi che ancora di più richiede la costanza e la continuità quando la prevenzione è finalizzata alla riduzione del rischio idraulico pensato ed attuato attraverso opere e misure con l'obiettivo di voler essere sempre più efficaci, durature nel tempo e compatibili con le dinamiche naturali. Partendo da questi presupposti e considerato che la Comunità Montana Valle Seriana è l'ente gestore, per delega dei Comuni,

del Reticolo Idrico Minore e quindi come tale si occupa del rilascio delle autorizzazioni delle opere interferenti con lo stesso, da diversi mesi è costantemente impegnata sul tema della prevenzione del rischio idraulico e geomorfologico nonché del dissesto idrogeologico con interventi di manutenzione e mitigazione quali, ad esempio, adeguamenti di sezioni idrauliche, difese spondali e più in generale opere di riassetto idrogeologico.

Numerosi sono gli interventi di manutenzione ordinaria attuati e da attuare - dalle opere di pulizia degli alvei dalla vegetazione infestante, dai rifiuti e dai depositi sovralluvionali, alla rimozione di manufatti interferenti- e straordinaria con veri e propri interventi di regimazione idraulica quali adeguamenti di sezioni idrauliche, arginature, briglie, difese spondali, ecc.

**Interventi di riqualifica dell'ecosistema acquatico lacustre e degli ambienti naturali del Lago d'Iseo ed interventi di miglioramento delle condizioni biologiche ed ecologiche del Lago d'Endine nonché miglioramento naturalistico e di qualità delle acque del Lago Moro**



*Alessandro Bigoni*  
Presidente Comunità Montana

# LA RIQUALIFICAZIONE dell'ecosistema acquatico lacustre

Il progetto "Interventi di riqualifica dell'ecosistema acquatico lacustre e degli ambienti naturali del Lago d'Iseo ed interventi di miglioramento delle condizioni biologiche ed ecologiche del Lago d'Endine nonché miglioramento naturalistico e di qualità delle acque del Lago Moro", presentato e cofinanziato da Fondazione Cariplo nell'ambito del Bando "Tutelare la qualità delle acque", ha previsto la realizzazione di interventi sviluppati su cinque linee di azione, elaborate in continuità con i precedenti progetti "Coordinarsi per Agire Insieme sulle Acque del Sebino" e "Interventi di riqualifica dell'ecosistema acquatico lacustre e degli ambienti naturali del Lago d'Iseo atti a recuperare e ricolonizzare le aree degradate, diversificare gli habitat acquatici, mantenere le peculiarità residuali valorizzandole ed ampliandole ed aumentare la fruizione degli ecosistemi", entrambi cofinanziati con Contributi Fondazione Cariplo in anni precedenti.

Gli Enti promotori del progetto, riuniti in una Cabina di regia formalizzata, sono rappresentati da: Comunità Montana dei Laghi Bergamaschi (Capofila), Autorità di Bacino Lacuale dei Laghi

d'Iseo, Endine e Moro, Provincia di Bergamo, Provincia di Brescia, Consorzio Oglio, Comunità Montana del Sebino Bresciano, Regione Lombardia, ARPA Lombardia, ex-ASL di Bergamo e Valle Camonica, Tutela del Sebino S.p.a., Agenda 21 Ca.Lo.Pi.Cos., Agenda 21 Sebino Franciacorta, Consorzio BIM Oglio, Comune Darfo Boario Terme, Comune Angolo Terme (Partner).

### Le opere sul Lago d'Iseo

Gli interventi di riqualifica dell'ecosistema acquatico lacustre e degli ambienti naturali del Lago d'Iseo furono progettati come atti a recuperare le condizioni idromorfologiche e ricolonizzare le aree degradate, a diversificare gli habitat acquatici, mantenere le peculiarità residuali valorizzandole ed ampliandole ed aumentare la fruizione degli ecosistemi con particolare riferimento all'alto Lago Sebino sia in sponda bergamasca che in sponda bresciana, in continuità con quanto in realizzazione per il basso Lago d'Iseo.

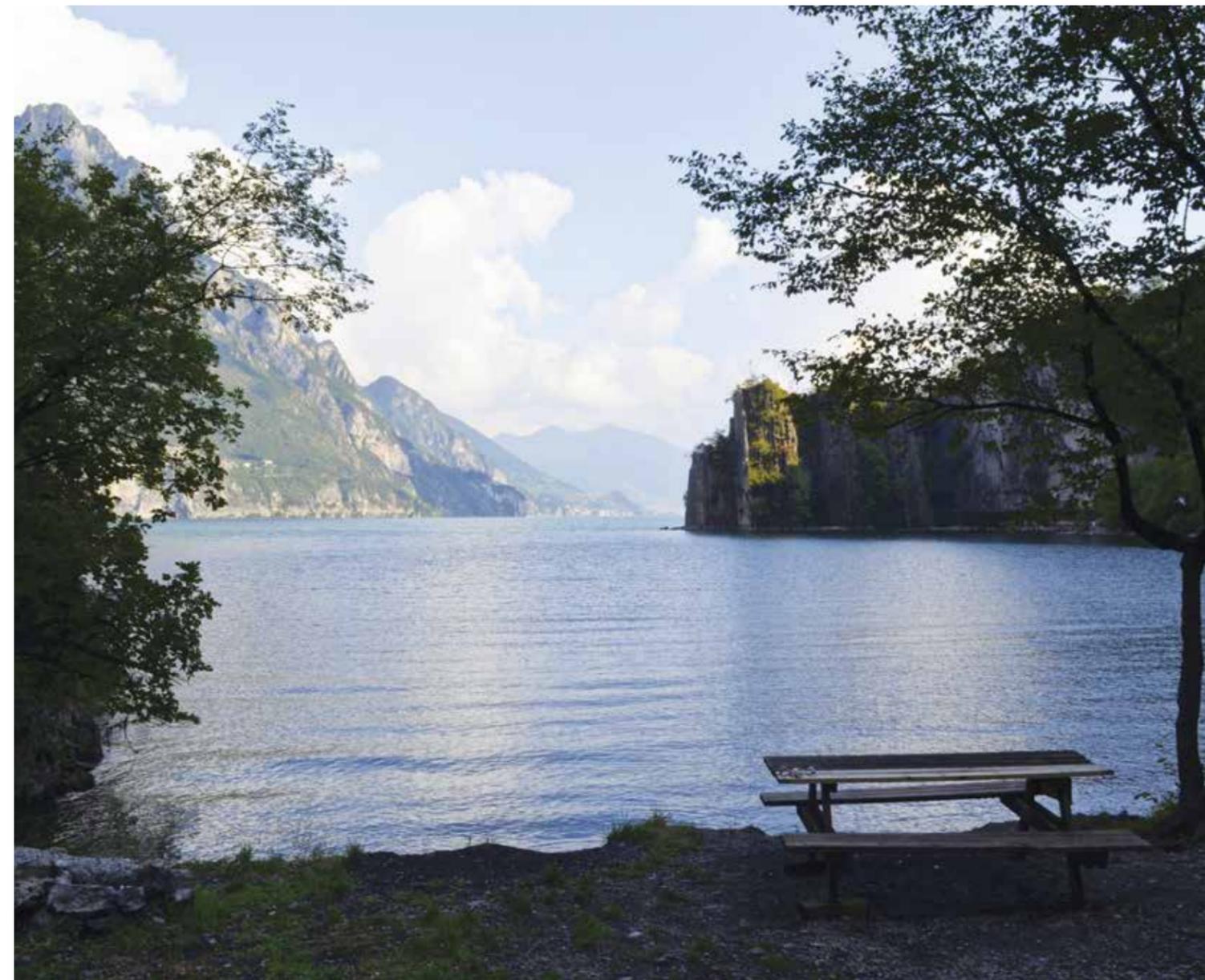
Nell'ambito della progettazione si è focalizzata l'attenzione su alcune problematiche precedentemente riscontrate, ricercando le opportune risposte ad

alcune delle criticità individuate ed ampiamente condivise per il territorio d'indagine, giungendo alla definizione degli interventi e alla loro localizzazione alla luce degli approfondimenti conoscitivi effettuati e delle esigenze sito-specifiche effettivamente riscontrate. Le tipologie di intervento sono state individuate in relazione alle problematiche ambientali riscontrate e in funzione degli obiettivi del

bando. Sono quindi stati suggeriti alcuni interventi che sono stati localizzati, in seguito all'attività di sopralluogo condotta e ai dialoghi intercorsi con le amministrazioni provinciali e gli enti locali al fine di riqualificare tali aree litorali, oggetto di diverse tipologie di alterazione dell'habitat. Gli interventi realizzati nelle loro categorie possono essere così riassunti:

- Realizzazione di palificata

*Lago d'Iseo:  
un progetto che prevede  
la riqualifica dell'ecosistema  
acquatico lacustre  
e degli ambienti naturali*



---

*Lago di Endine: il progetto prevede il miglioramento delle condizioni biologiche ed ecologiche*

- doppia rinverdita
- Movimenti inerti presenti in loco per ampliamento spiaggia da riva (habitat riproduttivo di alcune specie ittiche)
- Realizzazione di scogliera al piede e disposizione di massi in acqua alla rinfusa (diversificazione dell'habitat lacustre)
- Ripiantumazione essenze arboree
- Ripristino fascia perilacuale perimetrale di canneto per un'ampiezza di 5 m
- Realizzazione palificata lineare di protezione nuove aree a canneto da moto ondoso
- Ripiantumazione macrofite acquatiche (canneto)
- Ripiantumazione essenze arbustive
- Realizzazione legnaie sommerse costituite da fascine.
- Realizzazione nuclei sommersi di ceppaie ramificate
- Realizzazione spiaggia litorale per la riproduzione e realizzazione area sperimentale per verifica effetti fluttuazione livelli lacustri sulla riproduzione ittica
- Realizzazione nuclei sommersi di alberi frondosi ramificati
- Realizzazione di aree arboree sommerse ad alberelli

Alla luce delle osservazioni condotte in esito alla realizzazione,

è possibile concludere che gli interventi hanno raggiunto la piena funzionalità. È possibile ipotizzare che gli effetti di tale successo realizzativo e riproduttivo siano macroscopicamente visibili anche nelle aree circostanti nel medio e lungo termine, con la speranza che il risultato finale incida significativamente su una ripresa della popolazione locale di Persico reale.

Data l'importanza ed il successo che tali opere permettono di ottenere si continua ad auspicare una loro ampia installazione anche in molte altre aree del Lago d'Iseo, oltre che un periodico ripristino delle opere già realizzate.

Per agire infatti su dinamiche molto grandi (il bacino è molto esteso) anche i numeri di realizzazione devono essere correttamente dimensionati.

### **Le opere sul Lago di Endine**

Per gli interventi di miglioramento delle condizioni biologiche ed ecologiche del Lago di Endine, si è avuto riguardo:

- alla rinaturalizzazione e al recupero idraulico delle aree a canneto interrate e degli ecosistemi filtro naturali, proseguendo poi nel miglioramento spondale e nell'ampliamento delle connessioni di naturalità tra terra ed acqua;



- agli interventi di recupero e sostegno delle popolazioni ittiche autoctone per il miglioramento biologico delle acque lacustri, attraverso il sostegno delle specie caratteristiche mediante la concretizzazione di un incubatoio ittico dedicato alle specie lacustri a servizio dei laghi;
- agli interventi gestionali di contenimento e azione sulle componenti biologiche alloctone (ad esempio pesce Siluro) dominanti e riconosciute impeditive ad un veloce miglioramento delle condizioni ed a sostegno di una più veloce ripresa sistemica qualitative ad opera dei risultati delle azioni proposte da progetto.

Il Lago d'Endine presenta ad Est un'area a canneto che si estende per circa 10 ettari. Tale formazione, caratteristica delle rive dei laghi e degli stagni, in presenza di battenti idrici contenuti (intorno al metro) riesce a colonizzare anche vaste superfici, come nel caso in oggetto. In ragione del ciclo annuale delle specie caratteristiche dei canneti (*Typha latifolia* e *Phragmites australis*) annualmente si depositano importanti quantitativi di biomassa vegetale costituita dai culmi secchi che, per un naturale processo ed evoluzione, porta ad un interrimento delle aree. Con il procedere dell'interrimento il canneto si sposta verso il centro dello specchio d'acqua mentre a monte si assiste ad una successione di formazioni palustri via via meno legate all'acqua quali i cariceti, i giuncheti ed i molinieti. Con il tempo, a loro volta, queste formazioni verranno sostituite dal bosco a prevalenza di salici, pioppi e ontani, fino ad evolvere verso i tipici boschi planiziali di farnia (*Quercus robur*).

Tale fenomeno, benché sia un processo naturale, comporta nel tempo la perdita di un importante habitat per la fauna ittica e l'avifauna, come è avvenuto nel caso del Lago d'Endine. L'intervento si prefiggeva come obiettivo la diversificazione della vasta area a canneto, mediante la rivitalizzazione dell'ambiente umido attraverso la formazione di una rete di canali e piccoli specchi d'acqua.

L'intervento in progetto ha avuto la fina-

lità di indurre la circolazione delle acque nell'area umida; ripristinare l'habitat idoneo per la vita di molte delle specie ittiche del lago; creare ambienti colonizzabili dall'avifauna e dagli anfibi; diversificare le componenti vegetazionali tipiche di ambienti lacustri; in conclusione si assisterà nel tempo ad un significativo aumento della biodiversità locale dell'area.

Nell'ambito dell'intervento, importanza fondamentale ha avuto la realizzazione, preceduta dalla redazione del Progetto Preliminare, Definitivo ed Esecutivo, dell'incubatoio ittico didattico sul Lago di Endine (Comune di Endine Gaiano) ed a servizio delle acque provinciali di Bergamo.

L'intervento è stato progettato con la finalità di rafforzare la produzione artificiale non intensiva e di qualità, partendo da specie autoctone locali, di ceppi rustici affiancando e diversificando la produzione rispetto all'impianto sul Lago d'Iseo, dedicato esclusivamente al Coregone e gestito dalla Provincia di Brescia.

Emersa l'esigenza di sostenere gestionalmente le popolazioni ittiche con particolare riferimento alle specie lacustri, dimostrata la condivisione di tale necessità e verificata preliminarmente la fattibilità nonché la disponibilità delle aree in Comune di Endine Gaiano idonee alla realizzazione dell'impianto ittiogenico, l'intervento è stato ritenuto strategico nel sostegno dei popolamenti lacustri oggi minacciati ed in forte regressione sia per fattori ambientali che per concause antropiche o competitive legate alla presenza ad esempio di specie alloctone dominanti.

Quest'ultimo, un problema che viene contrastato artificialmente su due linee: l'immissione controllata di materiale ittiogenico di alta qualità prodotto artificialmente da specie direttamente catturate (e poi liberate) direttamente nel medesimo corpo idrico; il contenimento delle specie alloctone più invasive e soprattutto predatrici delle specie locali pregiate ed in calo in termini di densità presente.



### Le opere sul Lago Moro

Altra attività si è declinata nell'obiettivo del miglioramento naturalistico e di qualità delle acque del Lago Moro, attraverso la realizzazione di interventi indirizzati a migliorarne lo stato di qualità delle acque. L'azione di monitoraggio del Lago Moro si poneva l'obiettivo di controllare, verificare e constatare le operazioni di miglioramento della qualità (chimica e biologica) attraverso una campagna mirata che prevede due tipologie di lavori di campo in due momenti distinti.

In primo luogo un monitoraggio ante operam con necessità di caratterizzazione chimica (nutrienti, ossigeno, ecc.), fisica (temperatura, ecc.) e biologica (fitoplancton e zooplancton).

I dati raccolti hanno permesso di integrare le scarse informazioni pregresse e di rappresentare gli indicatori di controllo degli esiti dell'intervento, oltre che figurare come elemento conoscitivo fondamentale per la fase progettuale. In secondo luogo è stato svolto un monitoraggio in corso d'opera e post operam finalizzato a verificare il grado di reale efficacia e la velocità di evoluzione e raggiungimento degli obiettivi di qualità posti.

Le opere hanno poi riguardato la realizzazione di un bacino di affinamento a flusso superficiale (fitodepurazione) delle acque di troppopieno provenienti dalla stazione di sollevamento della rete fognaria delle due frazioni comunali Anfurro di Sopra e Anfurro di Sotto in Comune di Angolo Terme (BS).

*Lago Moro:  
il piano prevede  
l'incremento  
di qualità e specificità  
naturalistiche  
delle acque*

L'idea progettuale è stata quella di trasformare le due aree degradate in due aree umide in modo da attuare un'azione di ricomposizione paesaggistica dei luoghi



Ivan Bonfanti  
Resp. Settore Ecologia e Ambiente  
Parco Regionale del Serio

# COLOGNO AL SERIO

## ex-Cava al tiro, un recupero ambientale e paesaggistico

L'idea progettuale è stata quella di trasformare le due aree degradate in due aree umide in modo da attuare un'azione di ricomposizione paesaggistica dei luoghi, consentire di realizzare una zona di naturale espansione del fiume nei casi di piena e prevedere caratteristiche in grado di permettere l'insediamento di una ricca componente flora - faunistica tale di incrementare la biodiversità complessiva dei luoghi.

Alla fine degli anni 90' nella zona posta a sud del confine comunale del comune di Cologno al Serio, in sponda destra del fiume Serio, erano presenti due aree definite nell'ambito della pianificazione del parco, nella quasi totalità, come "Aree degradate da recuperare", aventi un'estensione complessiva di circa 41 ettari. L'ente Parco, ai sensi della legge regionale 14/98, nei primi anni degli anni 2000 è giunto a un accordo, sfociato in un convenzionamento con le due proprietà (Maver e Cava al tiro) delle aree con il fine di attuare un'azione di ripristino e riqualificazione ambientale dei luoghi. La fattibilità economica dell'intervento è derivata dalle operazioni di escavazione controllata a fronte di precise destinazioni finali dell'uso del suolo dell'area volte alla sua tutela e valorizzazione.

L'area geograficamente è indicata come "media pianura bergamasca" e si trova appena al di sotto della fascia di fontanili, diversi dei quali in buono stato di conservazione, che caratterizza il territorio comunale di Cologno al Serio e stabilisce la fascia di transizione tra alta pianura asciutta e bassa pianura irrigua. Appena ad est della zona di intervento è situato l'alveo attivo del fiume Serio. I suoli sono caratterizzati dalla presenza di depositi dell'epoca quaternaria originatisi in ambiente continentale, nel periodo compreso tra 1,6 milioni di anni fa e oggi nel periodo delle glaciazioni, nel quale si sono susseguiti continui mutamenti climatici con il susseguirsi di più periodi freddi intervallati da periodi con clima più temperato. Nel complesso sono presenti depositi fluvioglaciali affioranti sul livello fondamentale della pianura e depositi alluvionali post-glaciali caratterizzanti l'area di raccordo fra il livello fondamentale della pianura e l'alveo attivo del fiume Serio. Tali depositi erano tipicamente formati da ghiaie poligeniche con matrice sabbiosa, con presenza di alcune lenti di limi di esondazione. Ci troviamo nella porzione tipica del medio corso del fiume Serio, dove sono presenti tracce del sistema a canali intrecciati (Braided river), cioè con un'alternanza di micro rilievi dovuti



alle zone di deposito dei sedimenti (barre) e alle aree di canale dovute all'azione erosiva. Dal punto di vista geomorfologico, oggi, l'alveo del fiume Serio è separato dal livello fondamentale della pianura da un unico terrazzo "recente", che nel caso di piene significative è ancora soggetto a fenomeni di esondazione. Qui le scarpate sono soggette a intensa erosione al piede, causata dall'azione del corso d'acqua che provoca franamenti del materiale ghiaioso in alveo. Più esternamente è possibile rilevare osservando l'aspetto geomor-

fologico del territorio la presenza di paleoalvei, cioè antichi percorsi del fiume Serio e dei corsi d'acqua secondari.

### Il punto di partenza a fine anni 90'

L'area denominata "Maver", posta più a ovest, risultava composta da un laghetto derivante da un'attività estrattiva interrotta (con profondità comprese tra i 2 e 4 m), da un ambiente residuale in cui erano presenti detriti dello scavo limitrofo e da una vasta area scoticata

In foto:  
Cologno al Serio  
area Maver



*Vista area delle due zone di intervento (tratta da Google Earth)*

con presenza di resti morfologici e detritici prodotti dalla realizzazioni di trivellazioni effettuate per la ricerca di idrocarburi. Tutto questo generava un'area disarticolata nella quale era necessario procedere a un intervento di ripristino ambientale.

L'area denominata "Cava al tiro", posta a breve distanza dal fiume Serio, si presentava come una zona leggermente depressa rispetto ai terreni circostanti, con la presenza di resti di manufatti in cemento e macchinari di cava abbandonati. Qui era identificabile il

tracciato di un paleoalveo.

Dal punto di vista idrogeologico la quota di massima escursione della falda è stata stabilita a 140 m s.l.m

### **L'intervento**

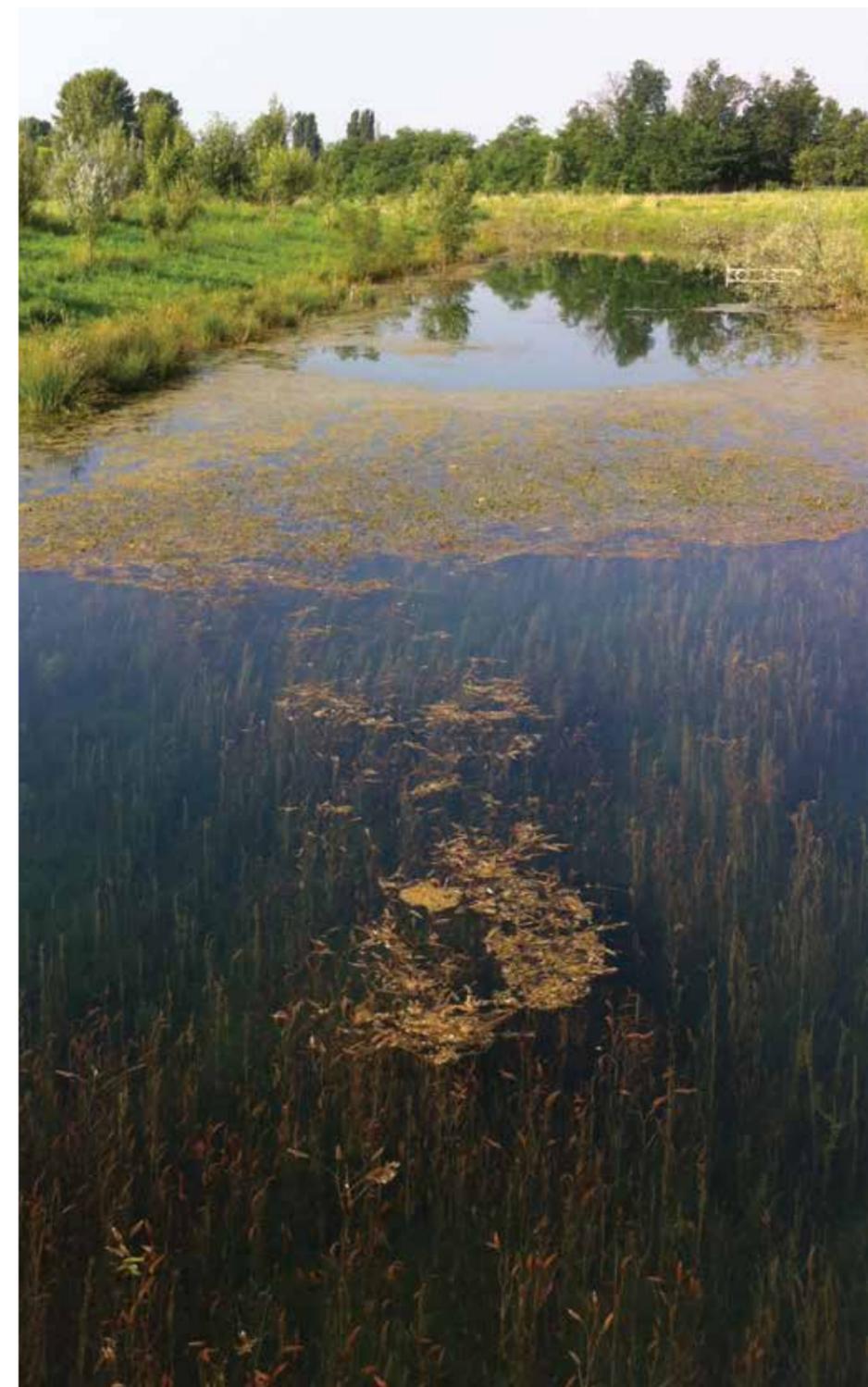
L'idea progettuale è stata quella di trasformare le due aree degradate in due aree umide in modo da attuare un'azione di ricomposizione paesaggistica dei luoghi, consentire di realizzare una zona di naturale espansio-

ne del fiume nei casi di piena e prevedere caratteristiche in grado di permettere l'insediamento di una ricca componente flora - faunistica tale di incrementare la biodiversità complessiva dei luoghi.

Per realizzare questi obiettivi sull'area "Maver" sono state previste azioni di rimodellamento dei terreni con abbassamenti di quota in grado di favorire l'instaurarsi di vegetazioni tipiche delle zone golenali e azioni di scavo che hanno consentito la formazione di una zona umida che simula l'ambiente tipico di una lanca fluviale. Nell'area più a sud oggetto principale della nuova escavazione è stata prevista la formazione di un'isola in grado di consentire in futuro il possibile insediamento spontaneo di ardeidi coloniali (aironi di varie specie). Nelle aree limitrofe alle zone di escavazione si è invece prevista un'operazione di riporto di terreno di coltivo tramite il quale consentire un più facile insediamento delle specie arboree e arbustive previste per originare nuove aree forestali. Nelle aree più prossime all'acqua è stata previsto l'insediamento di boschi igrofilo costituiti da salici e pioppo seguiti più esternamente dall'ontano nero e poi da vegetazione assimilabile al quercu - carpino, utilizzando chiaramente tutte specie autoctone tra le quali alto fusti quali la farnia, il frassino maggiore e il ciliegio selvatico e arbusti tra i quali sanguinello, fusaggine, palla di neve, biancospino, nocciolo e rosa canina.

Nell'area della "Ex cava al tiro" si è proceduto in maniera simile scegliendo volutamente di dare alla nuova zona umida realizzata un aspetto lungo e stretto, con asse maggiore parallelo a quello fluviale, in grado di simulare l'aspetto

*Vegetazione acquatica nel canale emissario del laghetto della ex cava al Tiro*



*Ex cava al Tiro: stato  
di fatto prima  
del recupero ambientale*

morfologico di una lanca fluviale. La morfologia ha previsto una differenziazione sia nelle profondità del fondo sia nella pendenza delle sponde, al fine di creare nicchie ecologiche differenti in grado di costituire habitat utili a differenti specie. Anche in questo caso i terreni adiacenti alle zone umide sono stati in parte forestati utilizzando criteri naturalistici con un sesto di impianto sinusoidale in modo da evitare disegni geometrici e simulare fin da subito un ambiente naturale, in grado di svolgere anche una funzione di protezione idrogeologica del territorio. La zona di transizione tra terra e acqua è stata realizzata con un lieve declivio in modo da garantire al variare dell'altezza della falda la permanenza di zone di acque basse, ambiente raro e utile in particolare per gli uccelli limicoli (corriere piccolo, pavoncella, cavaliere d'Italia, piro piro piccolo) che sondano proprio queste acque basse per alimentarsi.

In entrambi i casi alcune aree sono state destinate a prato, un ecosistema di notevole interesse, divenuto raro nella media pianura bergamasca e in grado di costituire un'area ecotonale utile a incrementare la diversità specifica (es tra gli uccelli averla piccola, saltimpalo, allodola, bigia padovana, succiacapre). Tutta l'area è e sarà comunque soggetta nei prossimi anni a una naturale evoluzione che porterà a una successione dinamica con progressive sostituzioni della vegetazione presente e conseguentemente della fauna. L'elemento discriminante nel determinare lo stato finale sarà comunque la presenza/assenza dell'acqua.

E' interessante sottolineare anche la moda-



lità di realizzazione dei lavori che ha previsto 3 diverse fasi (e un'ulteriore quarta fase per "Cava al tiro") nelle quali gli operatori hanno potuto procedere con le fasi successive solo al corretto completamento per almeno il 70 % del totale, certificato da una terna di controllo di tecnici scelti dal Comune di Cologno e dal Parco, sia delle operazioni di scavo che delle azioni di tipo naturalistico ambientale previste per ogni fase.

L'intervento non ha dimenticato di consentire il ritorno alla fruizione pubblica, partendo però dal principio di concentrare l'utilizzo antropico dell'area in determinati punti al fine di evitare un "disturbo" diffuso. Tale principio ha determinato le scelte progettuali finali che hanno previsto in entrambi i casi di prevedere tali tipologie di aree nelle zone poste a nord dei rispettivi comparti. Nell'area "Maver" potrà essere prevista un'attività di pesca sportiva oltre che la realizzazione di strutture ricettive collocate nei pressi dell'abitazione esistente, il tutto pensato in rapporto e in relazione all'ambiente circostante con la creazione di un giardino naturalistico, posto in rapporto alla presenza dell'acqua che connota i diversi scorci vedutistici.

Nell'area dell'"Ex cava Maver" sarà possibile il recupero

della ex cascina Vittoria oggi in stato di profondo degrado, con la sua trasformazione in una struttura di accoglienza e l'utilizzo dell'ultima porzione di nuova lanca posta più a nord, proprio nei pressi di Cascina Vittoria per la realizzazione di un'area bio balneabile. Infatti quest'ultima area umida escavata è stata realizzata prevedendo una specifica porzione dedicata alla fitodepurazione delle acque in modo da costituire un ecosistema filtro in grado di consentire una balneazione controllata del restante specchio d'acqua.

I percorsi pedonali e ciclabili previsti nelle due zone non hanno solo lo scopo di consentire il transito dei visitatori ma sono stati pensati come strumenti di conoscenza in grado di fornire stimoli, informazioni e suggestioni relative ai luoghi attraversati.

"In conclusione con questo progetto il Parco ritiene di aver realizzato un ritorno alla naturalità di un'area, inserita nella rete ecologica regionale come corridoio primario, che al termine degli ultimi collaudi previsti nel corso del 2016, potrà offrire interessanti e variegate possibilità di frequentazione sia per lo svago e il tempo libero sia per attività di educazione e didattica ambientale" ha voluto sottolineare il presidente del Parco Dimitri Donati.

**Il carsismo sotterraneo della zona fra Monte Golla, Cima Foppazzi, Monte Grem. La storia dell'esplorazione delle sue grotte in relazione alla scoperta di un nuovo abisso (Abisso FA7) che ci ha permesso di trovare un corso d'acqua sotterraneo alla profondità di 400 m**



*Stefano Masserini  
Giorgio Tomasi*

# ABISSO FA7 NEL PROFONDO DEI FOPPAZZI Alla ricerca dell'origine delle acque della Sorgente Nossana

Era l'Agosto del 1979 quando mettemmo il primo campo speleo ai "Foppazzi". Caricammo un vecchio mulo e camminammo quattro ore per raggiungere il piccolo assaggio di miniera, l'unico punto con acqua potabile nel raggio di qualche chilometro. Ci accampammo proprio davanti all'ingresso e passammo una settimana tra pozzi, nebbie fitte e temporali fortissimi.

Trent'anni fa si doveva fare così! Non c'era altro modo per poter visitare quelle zone con un po' di metodo.

Prima di noi, negli anni '60, fu il Gruppo Grotte S. Pellegrino ad esplorare le più evidenti cavità della zona. Avevano organizzato un deposito presso una baita abbastanza vicina alla zona delle esplorazioni limitando così la fatica per il trasporto delle scalette "superpesanti" che si usavano allora. Fecero un gran lavoro esplorando otto pozzi anche di notevoli dimensioni. Le profondità non erano eccezionali, al massimo un'ottantina di metri, ma con quei mezzi non era male.

Durante il campo del '79 rivisitammo tutte le grotte accatastate attrezzandole per il "solo corda" che allora era quasi una novità. Speravamo così di poter pendolare verso finestre inesplorate e raggiungere profondità degne di quel luogo dall'enorme potenziale. Non andò così e potemmo aggiungere solo qualche buchetto al catasto.

Negli ultimi anni sono state aperte due strade che si avvicinano molto a questa zona. La prima, a Ovest, è una strada di servizio di una seggiovia ora smantellata e porta ad un rifugio privato a 2000 metri di quota (Capanna 2000). L'altra, a Sud, serve alcuni alpeggi e porta a 1650 metri di quota...a trenta minuti di cammino per dove avevamo montato il campo e dove adesso c'è un piccolo rifugio privato (Rifugio Mistri). Serve un fuoristrada ed il permesso del Comune.

Il progresso...mah! Sta di fatto che il nostro mondo di pozzi, nebbie e temporali è diventato piccolo, si passano tranquille giornate in battuta e si è a casa per cena.

Siamo in provincia di Bergamo, in media Valseriana. La zona in oggetto è situata nelle Prealpi Orobie. La conca dei Foppazzi, compresa tra la Cima di Grem ed il Monte Golla, si sviluppa dai 1800 ai 2000 metri di quota. A valle, 1500 metri più in basso, c'è la Sorgente Nossana con una portata che varia, nel corso dell'anno, tra 900 e 1500 l/sec. con punte che hanno raggiunto i 20.000 l/sec. La sorgente è la più importante fonte di approvvigionamento idrico della città di Bergamo. Tra i Foppazzi e la sorgente c'è solo del bellissimo e compatto Calcare di Esino.

Il potenziale speleologico è altissimo!

Dal 2003 si è ricominciato a frequentare la zona, prima con la visita delle cavità note, poi con battute anche invernali alla ricerca di nuove grotte. Proprio le battute invernali hanno permesso di individuare una zona soffiante posta sopra i 2000 metri. Poi, a fine 2005, si disostruisce finalmente il buco giusto e comincia l'avventura di "FA7".

## L'abisso FA7

Dopo aver fatto rotolare a valle l'ultimo masso che ostruisce l'ingresso si parte!

C'è un pozzetto che diventa subito stretto ma ecco un by pass che porta su un P12 ampio e bello. Si prosegue scendendo un po' anche in libera fino ad un altro salto da 10 metri. Frana. Si torna alla base del P12 e si segue un'altra via ventosa. Ben presto siamo in un cunicolo scomodo e semichiuso da un blocco di roccia.

Trascuriamo alcune domeniche in vari tentativi di disostruzione fino a quando il cunicolo scomodo ci lascia passare. Da una saletta parte un altro meandrino scomodo che sembra chiudere ma uno di noi, muovendo alcuni sassi, si trova un pozzone sotto i piedi. Completata la disostruzione dell'imbocco del nuovo pozzo scendiamo per 40 metri in un ambiente molto grande, la corda è finita e mancano 20 metri al fondo del pozzo. Dalla base di questo pozzo una lunga

*Salendo  
alla grotta sud,  
sullo sfondo  
la cima del  
monte Alben.*



*A - 350  
Si entra in  
un'ampia forra  
dove scorre il torrente*





serie di brevi salti ci permettono di scendere lungo una unica frattura dalle estremità non ben definite. Per ora scendiamo verso il basso poi vedremo ai lati. Finalmente un ampio P68 ci fa atterrare in un grande ambiente, sopra di noi due camini salgono nell'oscurità, sono tutti in fila lungo la frattura che ci ha portato fin qui. Tre pozzi paralleli disposti sullo stesso asse ovest-est. Lo sviluppo di rami paralleli sarà un po' il tormentone di queste esplorazioni.

Siamo a - 270. All'estremità ovest della base dei camini c'è un bel P30 bagnato (Pozzo dell'arco) che chiude con una fessura difficile da disostruire a -304 mentre all'estremità est c'è un pozzetto che scende tra i blocchi di frana e sembra proseguire: diventerà la via per il fondo.

Scendendo fin qua abbiamo trascurato due importanti diramazioni: la più spettacolare è "The wall". Si parte da -150 con un bel P80 e si continua con un bellissimo P85. Dalla cengia posta tra i due pozzi si risale un arrivo d'acqua fino ad una strettoia ancora da disostruire: dall'altra parte c'è il nero e una grande eco.

Sono pozzi molto belli, puliti e lisci, qui il Calcere di Esino da il meglio di sé. Dopo il P85 e dopo una breve disostruzione si scende un P35 piuttosto pericoloso per la caduta di sassi. Al fondo una profonda fessura larga quattro dita ci blocca a - 354. Sembra incredibile ma, stando al rilievo, il P85 passa a pochi metri dal salone a -270 senza intercettarlo in alcun modo.

Scendendo il P80 si raggiunge un terrazzo che da accesso ad un altro ramo, naturalmente parallelo, il "Mammouth", che con un bel pozzo dedicato all'amico Daniele Chiappa, chiude inesorabilmente con una frana impraticabile alla

profondità di 337 m.

L'altra importante diramazione, "Gasteropolis", parte da -120 e, con una serie di divertenti calate, porta alla sommità de P68.

Tornati al salone a -270 scendiamo nel pozzetto tra parete e blocchi di frana. Dopo qualche spavento dovuto all'assestamento dei blocchi e una breve disostruzione scendiamo alcuni pozzetti fino ad atterrare in una bella forra ventosa. Qua scorre un torrentello, ci sono delle belle pozze e la forra prosegue a valle e a monte: sembra di essere entrati in un'altra grotta.

Proseguiamo verso il basso con alcuni brevi pozzi, la forra diventa fessura alta e stretta, un po' troppo stretta. La profondità raggiunta è di 406 metri, lo sviluppo di 1383 metri quasi tutti verticali. Per continuare l'esplorazione, seguendo il torrente nel suo corso verso la sorgente Nossana, si dovrà disostruire un bel po', ma in tutta la grotta ci sono ancora buchetti da allargare, finestre da raggiungere e camini da risalire quindi il lavoro non manca.

Per ora ci siamo impegnati nel risalire il corso del torrente scoperto a -350. Abbiamo affrontato un'arrampicata di 50 m ma la verticale prosegue verso le origini ignote di questo corso d'acqua.

### Note geologiche

L'abisso FA7 si approfondisce nelle Alpi Orobie in corrispondenza della potente successione stratigrafica del Calcere di Esino, una formazione rocciosa del Triassico medio di età Ladinica corrispondente ad una successione carbonatica-terrigena geneticamente connessa con l'instaurarsi di ambiente marino. Si tratta di calcari, calcari dolomitici e dolomie di colore grigio e nocciola spesso in grossi banchi massicci.

Questa formazione è descritta già a partire dal XIX° secolo nelle Prealpi Bergamasche occidentali. La sua ampia distribuzione e la sua notorietà dipendono dal fatto che il Calcere di Esino caratterizza nell'area la maggior parte dei gruppi montuosi di aspetto dolomitico: il Monte Pegherolo, il Monte Menna, il Pizzo della Presolana e più ad est il gruppo Concarena-Pizzo Camino. Non fa eccezione la zona dove si trova la nostra grotta nei pressi della cima di Grem anche se la sommità è occupata dalla Formazione di Breno superiore anche stratigraficamente.

Il limite stratigrafico inferiore nell'area è con Formazione di Prezzo ma è dislocata dai piani di sovrascorrimento e dalla tettonica rigida di queste successioni di rocce carbonati che.

La potenza del Calcere di Esino è molto variabile, in quest'area si aggira tra 600 e 1000 m. e prevale una deposizione in facies di piattaforma carbonatica, localmente parzialmente dolomitizzate. Queste rocce di colore grigio molto chiaro e stratificate in grossi banchi metrici documentano la successione di vari ambienti di deposizione e sono accompagnate da una ricca paleo-biodiversità che fa del Calcere di Esino una delle principali formazioni fossilifere del bacino lombardo. In particolare le Alghe, i Lamellibranchi, i Gasteropodi, i Coralli e le ricche associazioni ad Ammonoidi che sono state rinvenute nel Calcere di Esino documentano l'ambiente di piattaforma e l'età Ladinica di questa roccia che caratterizza cime e versanti di quest'area.

### Cavità minori della zona

Delle otto cavità esplorate dal Gruppo Grotte San Pellegrino ne sono state ritrovate solo sette. Di que-

ste è stato realizzato un nuovo rilievo ed un nuovo posizionamento GPS. A queste si aggiunge un pozzo (Ploccolarum) esplorato dal GSVT nel 2005.

**Lo Bg 1302 Lacca a SO del Monte Golla:** bella cavità profonda 25 metri. Dopo una breve calata ci si trova in un ampio salone con la curiosa presenza di due brevi gallerie artificiali realizzate da minatori negli anni '50 per "assaggio" nella ricerca di minerale

**Lo Bg 1303 Lacca con ghiaccio:** dopo una grande dolina si scende un ampio pozzo di 75 metri. Nella parte terminale c'è un deposito di ghiaccio ed una fessura a "buca da lettere" da disostruire. Nessuna corrente d'aria.

**Lo Bg 1304 La scepa:** l'ingresso appare come un'evidente frattura ma dopo pochi metri di discesa diventa un grande pozzo. Al fondo un altro pozzetto porta alla profondità di 65 metri.

**Lo Bg 1305 1° Lacca a O del Monte Golla:** pozzo di 45 metri. Il suo imbocco è reso pericoloso da lame di roccia rese pericolanti dall'azione del gelo.

**Lo Bg 1306 2° Lacca a O del monte Golla:** piccola ma bella cavità, si apre vicino alla cima del Monte Golla.

**Lo BG 1307 Lacca a NNO del Monte Golla:** breve pozzo senza particolare interesse

**Lo Bg 3517 Laccone Foppazzi:** l'imbocco di questa cavità è veramente spettacolare, peccato che la profondità sia di soli 52 metri. La parte terminale si percorre tra ghiaccio e roccia fino a raggiungere le pietraie terminali.

**Lo Bg 3977 Ploccolarum:** la grotta inizia con una breve calata in fessura poi, dopo uno stretto passaggio che ha richiesto una lunga disostruzione, si scende in ambienti ampi fino al fondo, a 40 metri di profondità.



*Panorama della parte bassa dei Foppazzi, con il monte Golla al centro*

*Nella pagina accanto, in alto: Si inizia la discesa dei profondi pozzi del ramo The Wall*

*Sotto: una delle belle pozze del torrente verso il fondo dell'abisso.*

Da alcuni anni si è costituito presso l'Ordine dei Geologi della Lombardia un Gruppo di Lavoro al quale partecipano Ingegneri, Chimici, Agronomi ed alcuni docenti universitari, con l'obiettivo di promuovere le migliori pratiche nella tutela e gestione delle risorse idriche sotterranee secondo i principi contenuti nelle direttive Europee.



*Dr. Geol. Giovanni Porto  
Coordinatore del Gruppo  
di Lavoro Interprofessionale  
costituito presso l'Ordine  
dei Geologi della Lombardia*

# CHE COSA VUOL DIRE GESTIRE, PROGRAMMARE, PIANIFICARE per migliorare lo stato delle risorse idriche sotterranee?



*Ambiente: l'Europa  
ci guarda e sovente  
bacchetta l'Italia  
con onerose  
procedure d'infrazione*

Particolare interesse riveste, a giudizio del GDL, la fase di programmazione a scala provinciale (ATO), che sovrintende al Servizio Idrico Integrato. Una scala di intervento a questo livello è impropria – come stabilito dalla stessa L. Galli (L. 36/1994) – per definire interventi che comprendano il reale comportamento delle acque di superficie e sotterranee del territorio, tuttavia appare oggi l'unica adeguata per attuare gli indirizzi generali di sostenibilità, garantendo allo stesso tempo qualità ed economicità del servizio per le necessità presenti. Attualmente il Piano d'Ambito si costituisce generalmente come strumento di programmazione economica e industriale, lasciando ad altri strumenti le competenze di tutela e pianificazione. Tale divisione appare insufficiente per affrontare coerentemente le criticità, a partire da alcune emergenze legate allo stato delle infrastrutture, per cui è stata avviata la procedura di infrazione

comunitaria riferita ai sistemi di depurazione delle acque di scarico in alcuni comuni lombardi[2].

A fronte di quanto sopra esposto si prevede per i prossimi anni un piano di investimenti di grande portata (dell'ordine di alcuni miliardi di euro) cui potrebbe corrispondere un aumento della tariffa, che peraltro in Regione Lombardia risulta mediamente una delle più basse della penisola. Tali impegni meritano un'attenta riflessione riguardo l'applicazione dei criteri di pianificazione e gli strumenti di attuazione sul territorio per raggiungere gli obiettivi di qualità ed efficienza indicati nelle direttive europee. Attraverso l'attivazione di una borsa di studio finanziata dall'Ordine dei Geologi, si è potuto fotografare la situazione lombarda circa l'operato delle strutture adibite alla pianificazione a scala d'Ambito, da cui sono emerse diverse criticità, riassumibili in tre punti:

- forte sottodimensionamento delle risorse tecniche e professionali disponibili presso gli Uffici d'Ambito preposti alla pianificazione dei complessi problemi di natura ambientale e gestionale legati all'uso delle risorse idriche;
- incertezza sulle competenze e la gestione dei dati tra il soggetto pianificatore e le Società che operano per il Servizio Idrico Integrato (S.I.I.);
- difficoltà nella regolamentazione degli usi diversi delle risorse idriche (ad es. geotermico ed agricolo) all'interno del Piano d'Ambito il quale riguarda solo il S.I.I.;

Pertanto il GDL vuole favorire occasioni di confronto per superare le questioni critiche, fornendo possibili soluzioni di carattere tecnico e promuovendo l'adeguamento degli strumenti normativi disponibili.

### Strumenti legislativi

Già la "Direttiva Nitrati" 91/676/CEE dava indicazioni ai Paesi membri per ridurre e prevenire l'inquinamento delle acque e del suolo causato dai nitrati provenienti da fonti agricole al fine di tutelare le acque sotterranee, oltre a garantire una produzione agricola sicura e sostenibile; questa venne recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 152/1999 introducendo un nuovo strumento di governo, il Piano di Tutela delle Acque (PTA). Con la "Direttiva Quadro sulle Acque" (2000/60/CE) si tentò di indirizzare tutti i paesi UE verso una politica comune nel campo della gestione delle risorse idriche e di impedire un ulteriore deterioramento delle stesse attraverso una protezione a lungo termine delle risorse disponibili, obiettivo quest'ultimo da raggiungere mediante misure specifiche per la graduale riduzione degli scarichi in ambiente. L'anno successivo in Italia si emanò il Decreto Legislativo n. 31/2001 (in attuazione però della precedente direttiva 98/83/CEE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano) che disciplina per mezzo di una serie di valori limite per determinati parametri microbiologici e chimico-fisici, la qualità che le acque potabili devono necessariamente presentare in corrispondenza del punto di consegna (quindi solo analisi "a rubinetto"). Tale norma in qualche modo sancì la divaricazione tra gli obiettivi di qualità della risorsa, legati alla pianificazione generale, e quelli definiti per l'erogazione del Servizio Idrico, inteso come somministrazione di un alimento, "preparato" attraverso trattamenti tecnologici ed offerto ai consumatori/utenti. Per recepire invece l'importante Direttiva Quadro ci vollero sei anni con il Decreto Legislativo n. 152/2006 (detto "Testo Unico Ambientale") che introdusse, in materia di acque, il Piano di Gestione del distretto idrografico, quale strumento principale attraverso il quale si declina la politica delle acque a livello di distretto.

Lo strumento più efficace e moderno che abbiamo a disposizione oggi a scopo di programmazione e pianificazione venne disposto però dalla Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento, recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 30/2009 che contiene in effetti alcuni aspetti innovativi volti alla



*Risorse idriche:  
indispensabile  
una gestione  
organica*

prevenzione ed al controllo dell'inquinamento e depauperamento delle risorse idriche sotterranee.

Ai fini della classificazione quali-quantitativa di ogni corpo idrico sotterraneo, si introduce infatti il concetto della tendenza significativa e duratura all'aumento delle concentrazioni di determinate sostanze, di un gruppo di inquinanti o di un indicatore di inquinamento nelle acque sotterranee per cui in caso di superamento del 75% del valore soglia di stabilito, è necessaria l'inversione di tendenza. È quindi necessario implicitamente un piano di monitoraggio adeguato per rilevare le tendenze e un piano d'azione per invertirle.

### Vincoli ed opportunità'

L'applicazione operativa delle norme sopra enunciate viene trattata a differenti scale da soggetti differenti, che purtroppo risultano tra loro poco coordinati.

L'ultimo ente è l'ATO tramite il proprio Ufficio d'Ambito, al quale è preposta la pianificazione del S.I.I. attraverso il Piano d'Ambito. Sostanzialmente, nella strategia d'azione che discende dai principi comunitari per giungere alla scala d'Ambito Territoriale Ottimale, si vanno spesso perdendo i concetti di salvaguardia e tutela della risorsa. I vari strumenti attuativi (Piano di Gestione del Bacino Idrografico, Piano di Tutela ed Uso delle Acque, Piano d'Ambito) dovrebbero perseguire, seppur a differenti scale di dettaglio, gli stessi obiettivi secondo una chiara distinzione di ruoli e competenze.

La mancanza di coordinamento tra i vari enti che gestiscono le risorse idriche (non soltanto del S.I.I.) comporta l'introduzione di una serie di problematiche di competenza che non consentono al Piano d'Ambito di armonizzare gli usi idropotabili e quelli concorrenti, perseguendo obiettivi di sostenibilità. In particolare per le aree di pianura gran parte degli interessi, e del conseguente impatto antropico, riguarda il cosiddetto Acquifero Tradizionale, a tutela del quale il GDL si è espresso con un documento pre-

sentato in un precedente convegno[3].

Alcuni aspetti, elencati di seguito, mettono in evidenza vincoli ed opportunità per un nuovo approccio tecnico-gestionale:

- uso geotermico degli acquiferi - in particolare in pianura, offre notevoli potenzialità geotermiche ma uno sfruttamento indiscriminato, non compreso nelle previsioni di piano e quindi potrebbe alterare le matrici e condizionare le potenzialità future, anche geotermiche. Le acque distolte dal sottosuolo non dovrebbero in nessun caso essere restituite in superficie gravando sulle fognature (che comunque dovrebbero far pagare cospicuamente il servizio), o aggravando il reticolo idrico superficiale. Se reimmesse in falda, rimane indefinito chi ne controlla le caratteristiche chimico-fisiche e chi si occupa di verificare la distorsione nel campo di moto degli acquiferi;
- definizione delle aree di salvaguardia - la logica dell'area di rispetto geometrica genera sovente difficoltà urbanistiche e gestionali, senza offrire concrete possibilità di tutela della risorsa; si ritiene possibile individuare, anche a scala di Ambito, area di salvaguardia quali "riserva per l'approvvigionamento idrico", da definire anche all'interno degli strumenti di pianificazione urbanistica. L'art. 56 della L.R. 12/2005 delega i singoli comuni, coi loro PGT, a "definire l'assetto idrogeologico del territorio, anche attraverso la realizzazione di opportuni studi e monitoraggi", ma dopo l'entrata in vigore del Testo Unico Ambientale dovrebbe essere il Piano d'Ambito l'unico strumento atto a regolare le forme d'uso della risorsa sotterranea/superficiale garantendo che il monitoraggio e le azioni di mitigazione delle fonti d'inquinamento vengano effettuate;
- gestione dei dati e sistemi di monitoraggio - ai fini della salvaguardia ambientale e per una corretta pianificazione degli interventi è indispensabile che durante le fasi di pianificazione e gestione siano utilizzati tutti i dati disponibili (tecnici, urbanistici, infrastrutturali, idrogeologici, idrochimici). In particolare per quanto

definito dal D. Lgs. n 30/2009 dovrà essere monitorato l'andamento dei trend idrochimici ed eventualmente prendere in considerazione parametri aggiuntivi, come indicato nella Direttiva Europea 2013/39/UE, recentemente introdotta in Italia attraverso il D.L. 13 ottobre 2015, n. 172.

Tali attività dovrebbero essere regolate all'interno dei contratti di servizio[4] e controllate da enti indipendenti, fornendo una possibilità unica di evoluzione professionale per gli operatori e di trasparenza per gli utenti;

- usi diversi della risorsa idrica - In ultima analisi si reputa fondamentale un momento di confronto e coordinamento, in cui contemperare tutti gli aspetti relativi all'uso della risorsa idrica, non solo di natura ambientale, che conseguono all'attuazione del Piano d'Ambito stesso; in particolare potrebbe essere utilizzato lo strumento della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) durante la redazione dei Piani d'Ambito.

### Domande in sospeso

Se gli obiettivi di qualità e sostenibilità, definiti dalle norme europee, devono riguardare anche gli aspetti gestionali e pianificatori a scala d'Ambito, ci poniamo alcune domande:

- quali strumenti tecnici ed economici sono a disposizione dei soggetti deputati al Servizio Idrico Integrato (ATO\Province e gestori) per il raggiungimen-

to di questi obiettivi?

- quanto delle risorse economiche necessarie dovranno ricadere sulla tariffa e quanto sulla fiscalità generale; quali strumenti di "controllo pubblico" saranno utilizzati per la verifica degli obiettivi prefissati ?
- alla luce degli ultimi interventi normativi, la normativa di settore a scala nazionale e regionale è adeguata alle nuove esigenze ?

[1] 2000/60/CE e 2006/118/CE

[2] procedura di infrazione N. 2009/2034 in riferimento all'attuazione della direttiva 271/91/CE sulla depurazione delle acque in agglomerati >10.000 abitanti

[3] "Tutela delle risorse idriche sotterranee e qualità delle acque destinate all'uso civile, agricolo e industriale" - 21 maggio 2010.

[4] Si può definire contratto di servizio il contratto mediante il quale un Ente pubblico affida ad un erogatore (il gestore) lo svolgimento di determinati servizi pubblici, con contestuale o eventuale trasferimento di pubbliche funzioni, nonché di beni pubblici strumentali allo svolgimento del servizio affidato (fare riferimento al testo di riforma dei servizi pubblici locali operata dall'art 14 D.L. 269/03, convertito in L. 326/03, e dalla collegata Legge finanziaria del 2004.



*Geotermia: l'uso indiscriminato degli acquiferi in pianura potrebbe alterare l'equilibrio ecologico*

**Progetto Sebino:**  
l'obiettivo primario  
della neonata associazione  
è l'esplorazione e lo studio  
idrogeologico e speleologico  
del sistema carsico.



*Max Pozzo*  
*Fabio Gatti, Maurizio Greppi*  
*Associazione Progetto Sebino*

# STUDIO IDROGEOLOGICO DEL BACINO OCCIDENTALE DEL SEBINO

## Test con traccianti fluorescenti e connessioni con le risorgenze di Tavernola Bergamasca

Il 10 ottobre 2007, a seguito della scoperta (nel maggio 2006) di un vasto complesso carsico (Abisso Bueno Fonteno) con accesso nella valle di Fonteno (BG) si costituisce un'associazione di promozione sociale senza scopo di lucro, denominata Progetto Sebino: l'obiettivo primario della neonata associazione è l'esplorazione e lo studio idrogeologico e speleologico del sistema carsico.

Tale realtà si determina grazie all'unione di forze di 4 gruppi speleologici locali: il G.S. Valle Imagna Cai-Ssi, (promotore de progetto), il G.S. Montorfano Cai Coccaglio, lo Speleo Valtrompia e lo Speleo Cai Lovere.

L'aspetto più significativo della scoperta del complesso carsico è rappresentato da vie d'acqua inter-

ne che si configurano come veri e propri fiumi sotterranei. Il regime di ciascuno di questi corsi d'acqua è considerabile come perenne, vista la costante presenza di scorrimento e con portate significative.

Non meno importante per il prosieguo delle ricerche, è la presenza dal punto di vista strutturale dell'area, di una piega sinclinale a grande scala (chilometrica) che si estende dal Lago di Iseo a quello di Endine, con all'interno pieghe minori. Le pieghe sinclinali hanno un ruolo fondamentale per il convoglio delle acque nel sottosuolo e per la circolazione idrica delle stesse. Nel caso del Sebino Occidentale, l'asse di tale sinclinale è rivolta da una parte (NW-SE) verso Tavernola Bergamasca, e dall'altra (E-W) verso Grone (Val Cavallina).

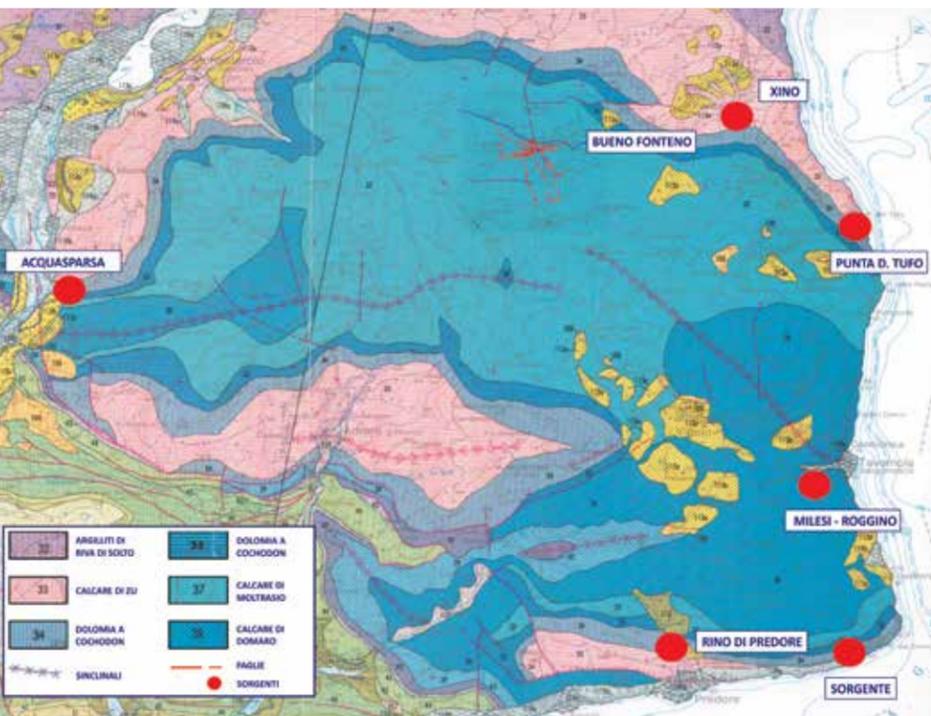
Con l'intenzione di affrontare l'argomento da un punto di vista più multidisciplinare possibile, accanto alle "normali" azioni di rilevamento sotterraneo e catalogazione delle nuove aree scoperte, si decide di attuare una ricerca più avanzata che possa portare alla interpretazione della circolazione

sotterranea dell'area del Sebino occidentale.

Viene quindi individuata l'area (Figura 2) entro la quale cercare le principali sorgenti a carattere carsico che possano avere collegamenti con il complesso carsico denominato "Bueno Fonteno". L'area è molto estesa e comprende di fat-

*In fotografia:*  
*Abisso Bueno Fonteno*  
*Salone Portorotondo*





In alto: raffigurazione in 3D della topografia dell'Abisso Bueno Fonteno. Grafica: archivio Progetto Sebino

Sotto: Carta geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50.000, Foglio 3 (2000) - Grafica: archivio Progetto Sebino

to tutto il massiccio montuoso che fa da spartiacque tra il lago d'Iseo e il lago di Endine. La prima discriminante applicata è la quota delle sorgenti le quali devono essere inferiori a 320 mslm (quota di massimo dislivello dei sifoni dell'abisso); altre discriminanti riguardano invece la struttura profonda dello spartiacque individuata attraverso sezioni geologiche appositamente elaborate. Le principali ipotetiche risorgenze vengono individuate principalmente sul versante del Lago d'Iseo e si trovano ad una quota sotto il livello dei 320 mslm.

Le probabilità di sviluppi molto importanti dell'estensione del bacino idrogeologico sono sufficienti a prendere in considerazione anche la nota risorgenza carsica denominata Acqua Sparsa ubicata nel Comune Grone (con portate superiori ai 2000 l/s in caso di precipitazioni), e che si trova una trentina di metri sopra il livello dei sifoni. Il medesimo ragionamento è valso anche per la risorgenza del Rino di Predore: in tale ottica si è scelto di monitorare anche il torrente Guerna, nella valle di Adrara San Martino e San rocco, oltre alle risorgenze di Tavernola Bergamasca (Milesi e Roggino) e Parzanica (Punta del Tufo).

Questa fase dell'attività di ricerca rientra nello svolgimento di un progetto a caratura regionale, ("Osservatorio delle aree carsiche lombarde") promosso da Regione Lombardia e coordinato dalla Federazione Speleologica Lombarda rappresentata dalla dott.ssa Paola Tognini.

In tale contesto viene predisposto il progetto pilota "Studio idrogeologico dell'area del Sebino occidentale" che viene sviluppato in autonomia dall'associazione Pro-

getto Sebino, con assistenza in campo idrogeologico da parte del dott. Sandro Uggeri.

L'obiettivo principale del progetto pilota, grazie alla partecipazione all'osservatorio lombardo, permette a Progetto Sebino di concretizzare gli studi previsti, coinvolgendo tra l'altro numerosi enti operanti sul territorio. Nel complesso il progetto ha previsto:

1. analisi delle acque interne di Bueno Fonteno: campionamenti di acqua in punti rappresentativi della grotta per sottoporre ad analisi chimica e microbiologica le acque del complesso;
2. analisi preliminare delle sorgenti potenzialmente interessate dal complesso carsico: approfondimento, in seguito agli studi preliminari sulla potenziale estensione del bacino idrogeologico, delle indagini sulle sorgenti carsiche presenti nell'area di interesse, individuando nove potenziali recapiti;
3. tracciamento delle acque di Bueno Fonteno attraverso tracciante chimico incolore;
4. osservazione e analisi delle sorgenti monitorate con prelievo bisettimanale dei captori e analisi chimica contestuale dei più importanti parametri chimici;
5. tracciamenti interni con tracciante visivo per confermare le precedenti ipotesi circa la circolazione interna delle acque di Bueno

Fonteno.

La scelta dell'area da sottoporre ad indagine approfondita si è basata precedentemente sull'analisi della bibliografia relativa ai fenomeni carsici conosciuti e successivamente sull'osservazione in campo dei seguenti elementi:

- 1) formazioni geologiche tipiche per lo sviluppo di sistemi carsici;
- 2) morfologia superficiale con presenza di fenomeni epicarsici particolari;
- 3) limitata presenza di corsi d'acqua superficiali permanenti;
- 4) presenza di sorgenti alla base del massiccio con notevoli variazioni della portata;
- 5) assenza di studi scientifici sull'idrologia ipogea.

### Sorgenti osservate

Le sorgenti individuate e considerate come potenziali recapiti delle acque di Bueno Fonteno sono risultate essere già utilizzate a scopo idropotabile. Per questa ragione l'ottenimento dei permessi necessari all'immissione dei traccianti ha dovuto seguire una notevole serie di procedure autorizzative che hanno coinvolto numerosi enti territoriali (ASL, ARPA, Comuni, Provincia, Enti gestori delle acque-Uniacque, Forze dell'ordine).

Sorgente	Latitudine	Longitudine
Captazione Predore	45° 41' 1.4073" N	10° 01' 9.3167" E
Torrente Rino Predore	45° 40' 59.9781" N	10° 01' 9.4499" E
Torrente Rino Tavernola	45° 42' 35.2860" N	10° 02' 21.8644" E
Captazione sorgente Milesi	45° 42' 31.6504" N	10° 02' 24.2271" E
Captazione sorgente Roggino	45° 42' 22.0709" N	10° 02' 35.7106" E
Captazione sorgente del Tufo	45° 44' 31.4026" N	10° 02' 56.8108" E
Captazione Acquasparza	45° 43' 53.6160" N	9° 54' 49.4028" E
Torrente Acquasparza	45° 43' 54.6027" N	9° 54' 47.6148" E
Torrente Guerna	45° 41' 44.9525" N	9° 57' 5.3120" E

	Temperatura		Ph		Conducibilità	
	Media [°C]	DEV sT	Media	DEV sT	Media [mScm-1]	DEV sT
Captazione acquedotto	11,81	0,30	7,10	0,14	505,31	109,46
Fiume Rino di Predore	11,17	1,08	7,97	0,36	454,97	56,58
Fiume Rino di Tavernola	7,19	3,73	8,00	0,56	404,44	50,93
Sorgente Milesi	10,68	0,30	7,24	0,13	469,52	66,57
Sorgente Roggino	10,23	0,15	7,25	0,22	445,46	55,15
Punta del Tufo	10,61	0,42	7,83	0,22	409,67	52,11
Acquedotto Acqua Sparsa	10,57	0,20	7,41	0,23	338,93	47,69
Torrente Acqua Sparsa	10,47	0,22	7,62	0,35	336,49	46,77
Fiume Guerna	9,23	2,85	8,04	0,32	402,15	40,77

*In tabella: localizzazione dei punti in cui sono stati inseriti i captori.*

Come si osserva nella tabella si è optato per controllare anche alcuni torrenti, nei casi di assenza nel bacino di sorgenti sufficientemente stabili e continue da poter essere sottoposte a osservazione sistematica.

Per ogni ambito monitorato è stata prodotta una scheda descrittiva relativa alle principali caratteristiche ambientali.

Di seguito lo spettro dei principali parametri chimici e fisici delle acque rilevati durante il monitoraggio con i relativi grafici

(a titolo di esempio i dati si riferiscono alla Sorgente Milesi di Tavernola Bergamasca, captata ad uso idropotabile e gestita da Uniacque SpA).

### Dati Meteorologici

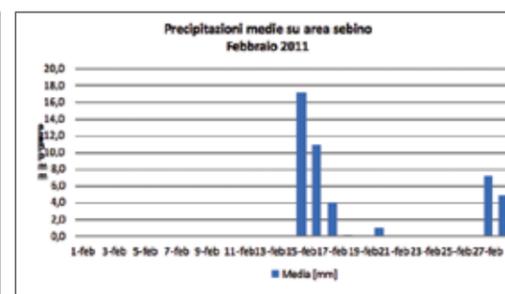
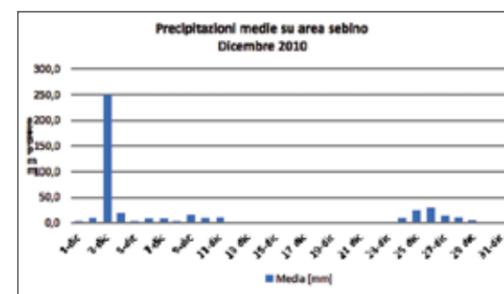
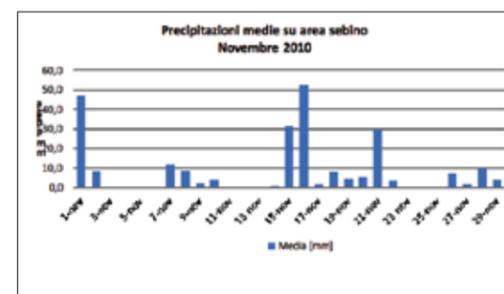
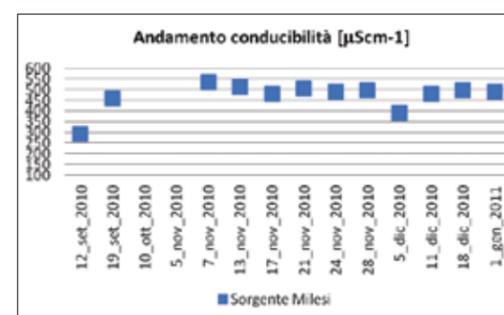
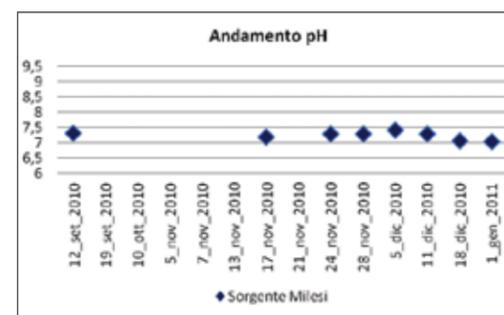
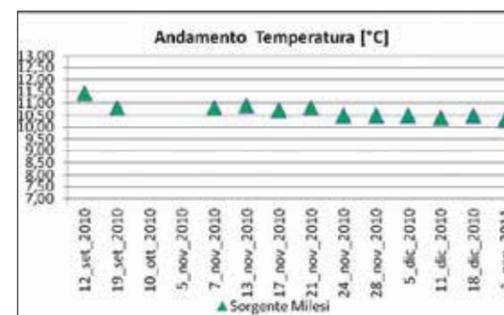
In generale è considerato opportuno monitorare le precipitazioni meteoriche durante i test con traccianti al fine di interpretarne correttamente i risultati.

Di seguito si presentano i grafici descrittivi delle precipitazioni misurate nell'area del Sebino Oc-

cidentale, durante il periodo in cui si sono svolti i traccianti. Si osservi come la piovosità mensile è stata sempre molto ridotta e decrescente nel periodo di controllo, da 8,1 mm (di precipitazioni medie) di novembre a 1,6 mm di febbraio. Tale variazione è dovuta sia alla diminuzione degli eventi meteorici che alla riduzione della intensità relativa.

Gli eventi meteorici registrati dalle stazioni dell'area del Sebino Occidentale mostrano dei picchi di precipitazioni che non sembrano coincidere con gli esiti del tracciamento, infatti, non si sono osservate positività entro brevi periodi trascorsi dopo fenomeni piovosi.

Infatti, le prime positività si sono rilevate presso la sorgente Milesi il 5 dicembre laddove un evento di particolare intensità è stato registrato in data 3 dicembre. Tuttavia, le positività più evidenti e maggiormente affidabili si sono osservate delle date del 1 gennaio e del 6 gennaio, periodo antecedente al quale non si sono registrate precipitazioni di particolare rilevanza.



Va però considerato che i dati delle precipitazioni sono relativi alle stazioni meteorologiche di Costa Volpino e di Ranzanico, non propriamente vicini al bacino montano di assorbimento.

Non è possibile dunque, allo stato attuale, mettere in relazione gli eventi meteorici con i recapiti delle sorgenti collegate a Bueno Fonteno. Si prospetta quindi la necessità di maggiori approfondimenti in ambito meteorologico al fine di reperire dati specifici dell'area ipotetica di assorbimento del complesso carsico, ad esempio allestendo centraline di rilevamento meteorologico nelle valli di Fonteno, Vigolo e Tavernola.

### Analisi e discussione dei dati

Si presentano in questo paragrafo i dati descrittivi sintetici delle acque osservate nel corso dei traccianti.

Come si evince dallo spettro dei dati raccolti, tutte le sorgenti appaiono tra loro differenti secondo tutti i parametri misurati. Tale variabilità è largamente attesa dato che i percorsi sotterranei delle acque sono tra loro diversi e quindi le stesse avranno caratteristiche a loro volta diverse.

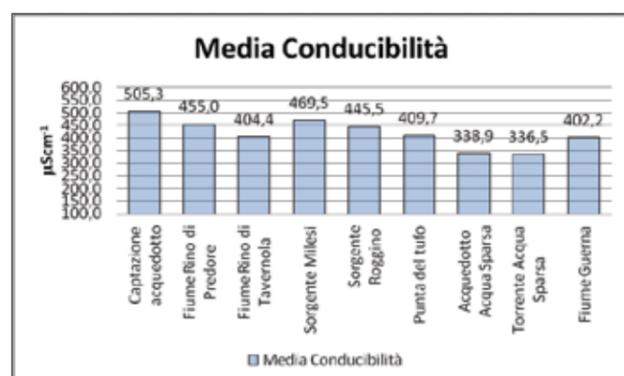
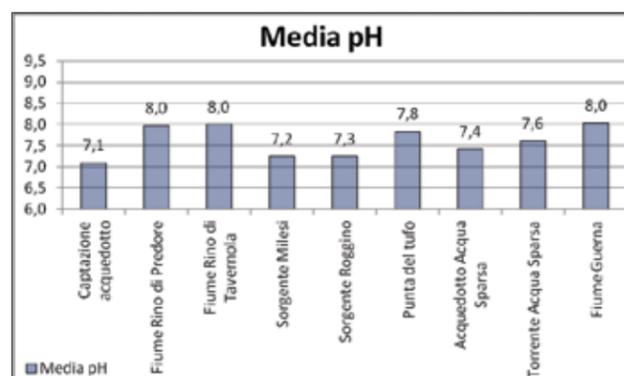
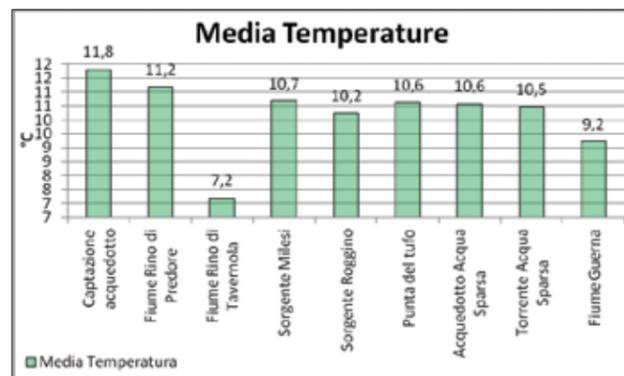
Lo studio idrogeologico delle acque sotterranee adotta anche approcci analitici chimici per stabilire se le variazioni dei parametri misurati possono essere significative (nel senso statistico del termine) nel confronto per stabilire se le acque possono o meno appartenere ai medesimi sistemi idrogeologici.

Dai test statistici è stato possibile trarre le seguenti considerazioni:

1. Le sorgenti sul versante del lago di Endine appaiono tra

*Nelle tabelle: Dati meteorologici area Sebino.*

*Nelle tabelle in alto: captazione Sorgente Milesi.*



Confronto delle temperature medie, pH rilevato e conducibilità delle sorgenti e corsi d'acqua indagati durante i tracciamenti.

di loro omogenee (Acq. Acquasparsa, Torrente Acquasparsa, fiume Guerna) e non contraddicono la rispettiva appartenenza ad un complesso idrogeologico comune.

2. La Captazione acquedotto Predore e il Rino di Predore non sono diversi significativamente, ciò potrebbe indicare non diversità delle acque. Analogamente, la captazione dell'Acquasparsa e il relativo torrente non sono diversi tra di loro. Tale condizione conferma la precedente nell'indicare che il test applicato consente di accomunare acque effettivamente appartenenti a sistemi idrogeologici comuni (la captazione di Predore e il Rino sono infatti molto probabilmente afferenti allo stesso sistema idrogeologico).

3. La sorgente Milesi e il Rino di Tavernola presentano differenze significative e il confronto è in contrasto con gli esiti del tracciamento, che ha invece accomunato le acque del Rino di Tavernola con la sorgente Milesi. Analogamente la captazione dell'acquedotto di Predore appare diversa dal Rino di Tavernola. Questi esiti contrastano con quelli dei tracciamenti che tendono ad accomunare queste sorgenti, è però vero che, come si vedrà, sono stati considerati positivi solamente la sorgente Milesi e il Rino di Tavernola.

4. Il Rino di Predore non indica significatività in nessuno dei confronti svolti, per tale ragione i confronti con questa stazione non vengono considerati attendibili.

### L'operazione di tracciamento delle acque

L'immissione del tracciante è stata effettuata all'interno del sistema carsico di Bueno Fonteno (ingresso principale situato nella Valle di Fonteno, quota 770 mslm), attraverso i principali corsi d'acqua sotterranei presenti dentro la grotta, aventi portata complessiva stimata in 500 l/s. Il tracciante è stato premiscelato in acqua, trasportato ed immesso nei corsi d'acqua da parte di tecnici specializzati nelle attività del sottosuolo, appartenenti a Progetto Sebino. L'immissione è stata effettuata in data 13/14 novembre 2010.

Per l'esecuzione del test si è reso necessario selezionare una sostanza con comportamento il più possibile prossimo a quello del tracciante ideale, avente le seguenti caratteristiche:

- 1) essere solubile in acqua;
- 2) la soluzione tracciante deve avere un comportamento analogo a quello dell'acqua, ovvero non deve stratificare in acquifero e non deve avere significativi



fenomeni di ritenzione o ritardo;

3) deve essere atossico alle concentrazioni d'uso;

4) la sostanza deve essere normalmente assente o presente in bassissime concentrazioni entro il sistema acquifero tracciato, in modo tale che il suo reperimento sia di per sé indice di positività;

5) le tecniche analitiche per la determinazione del tracciante devono essere affidabili e possibilmente poco costose, in modo tale da permettere un'alta frequenza di campionamento. Considerati i punti sopra espressi, è stato escluso l'utilizzo di traccianti radioattivi per evidenti problemi di comuni-

cazione dei risultati, e quelli chimici, per la necessità di utilizzo di quantitativi troppo grandi. Ci si è quindi orientati verso i traccianti fluorescenti. Per quanto attiene i fluorescenti è stato scelto il Tinopal CBS-X, già utilizzato in passato per analoghe prove in acquiferi carsici. Il Tinopal CBS-X è un tracciante ottico, particolarmente adatto all'esecuzione di prove in acquiferi carsici.

Tutti gli studi in materia ne attestano la compatibilità tossicologica ed ecologica alle concentrazioni d'uso. Considerando la distanza tra il punto di immissione ed i potenziali recapiti (9-7 km) si sono utilizzati 10 kg. di Tinopal CBS-X.

Abisso Bueno Fonteno:  
immissione tracciante

Il controllo dei recapiti è stato effettuato mediante posizionamento di fluorocaptori in cotone non trattato ad uso chirurgico, sostituiti con frequenza bisettimanale per un periodo di due mesi ed analizzati in seguito in laboratorio.

Le attività di immissione e di controllo delle sorgenti sono state organizzate secondo una rigida struttura procedurale in modo da controllare le informazioni raccolte. Per quanto riguarda le operazioni di "tracciamento interno" (utili ad accertare il collegamento di corsi d'acqua all'interno della grotta e quindi a definire in maniera ottimale i punti d'immissione del Tinopal) è stato invece utilizzato un altro tracciante, la fluoresceina sodica. Quest'ultimo è letteralmente in grado di "colorare" le acque facendole diventare verdi fosforescenti (anche a occhio nudo). Il vantaggio nell'utilizzo di una sostanza visibile a occhio nudo riguarda di fatto la non necessità di utilizzo di fluorocaptori. Ciò si traduce in uno snellimento nei costi (analisi di laboratorio per spettro fluorescenza)

e negli aspetti logistici (installazione e periodica sostituzione dei captori). D'altro canto, le caratteristiche di questo tracciante, colorante anche a basse concentrazioni d'uso, ne limitavano la possibilità di utilizzo ai soli "tracciamenti interni", vista la consapevolezza che i recapiti di acque monitorati erano in molti casi captati ad uso idropotabile e/o sfocianti su torrenti che a loro volta si immettevano sul Lago d'Iseo. Il rischio concreto era dunque quello di un procurato allarme per le popolazioni servite da questi acquedotti o il cui paese era attraversato da un corso d'acqua potenzialmente interessato dal transito della sostanza.

Inoltre un altro limite era dettato dall'impossibilità di effettuare analisi di tipo quantitativo (si veda paragrafo seguente), visto che l'unico riscontro possibile era di tipo visivo. Quindi la fluoresceina è stata utilizzata solo in piccolissimi quantitativi all'interno del complesso carsico. Evidentemente anche questo tracciante risulta essere assolutamente privo di rischi sotto il profilo tossicologico ed ecologico.

Ubicazione dei recapiti ipotizzati e loro distanza rispettivamente dall'abisso Bueno Fonteno. (Base Ortofoto Google Heart - grafica Progetto Sebino)



## Risultati e conclusioni

Le operazioni di immissione sono state effettuate da tecnici che non hanno poi partecipato alla fase di raccolta e sostituzione dei captori al fine di evitare la contaminazione incrociata.

Per controllare i presunti recapiti è stata scelta la tecnica dei fluorocaptori, dispositivi in grado di trattenere l'eventuale tracciante disciolto nelle acque, favorendone l'accumulo. Dopo ogni sostituzione sono stati conservati in apposito contenitore asciutto ed infine analizzati in spettro fluorescenza. Questo tipo di dispositivi, per le modalità analitiche adottabili, consente esclusivamente analisi semiquantitative, in genere espresse secondo la seguente scala: 0 sicuramente assente, 1 dubbio, 2 positivo, 3 molto positivo.

I risultati delle analisi dei captori sono riassunti nella seguente tabella:

Data	T.Guerna	T.Acqua Sparsa	Ac.A. Sparsa	P.Tufo	S.Roggino	S.Milesi	T.Tavernola	T.Rino	Acq.Rino P.
13/11/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17/11/10	0		0	0	0	0	0	0	0
21/11/10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24/11/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/11/10	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5/12/10	0	1	1	0	0	2	1	0	1
11/12/10	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18/12/10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1/1/11	0	0	1	0	0	2	2	0	1
6/2/11						2	0		
20/2/11						1	0		
26/2/11						1	0		

Date	Giorni dall'immissione	Velocità (m/day)	Velocità (m/s)
28/11/10 - 5/12/10	15-22	366-250	$4.2-2.9 \cdot 10^{-3}$
14/12/10 - 6/2/11	35-84	157-65	$1.8 \cdot 10^{-3}- 7.6 \cdot 10^{-4}$

Sorgente Milesi

Date	Giorni dall'immissione	Velocità (m/day)	Velocità (m/s)
28/11/10 - 5/12/10 (dubbio)	15-22	366-250	$4.2-2.9 \cdot 10^{-3}$
18/12/10 - 1/1/11	39-48	141-114	$1.6-1.3 \cdot 10^{-3}$

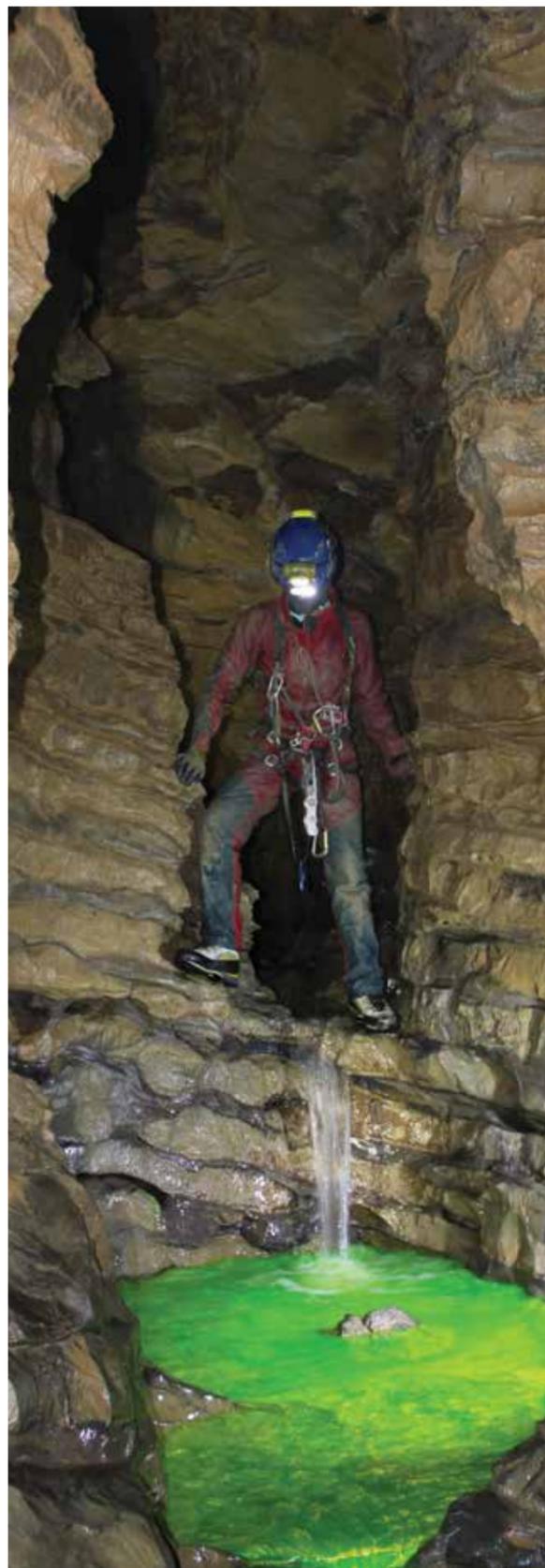
Torrente Rino Tavernola

L'esito (0-1-2-3) è da riferirsi all'intervallo di tempo in cui il captore è rimasto in immersione, ovvero tra la data della misura precedente e quella della data di raccolta del campione: ad esempio, l'esito 2 di S. Milesi 1/1/11 è riferito all'intervallo tempo 18/12/2010 - 1/1/2011.

Considerando che il contesto in cui è stato eseguito il test è caratterizzato dalla presenza di scarichi di reflui fognari, che posso-

no influenzare gli esiti del test con Tinopal CBS-X, si consideri positivo solo il livello 2. Conseguentemente il test è da considerarsi positivo solo per la Sorgente Milesi ed il T. Tavernola.

La tabella seguente riassume i dati di velocità ricavabili dal test, espressi in termini di m/giorno e m/s, considerando una distanza lineare di 5.5 km, di certo inferiore alla distanza reale.



*A sinistra: tracciamenti interni  
con fluoresceina sodica  
A destra: Pozzo degli Orsetti  
durante il tracciamento*

Le velocità individuate, indicano delle velocità piuttosto elevate, indice di una circolazione idrica prevalentemente in dreni preferenziali, ovvero in gallerie carsiche, e non in sistemi di fratture. Ne consegue che il tratto di acquifero compreso tra i punti di immissione ed i recapiti è altrettanto carsificato del tratto a monte, ovvero del sistema di Bueno Fonteno.

In coerenza con le premesse si deve considerare come certamente positivo l'esito delle sorgenti suddette; tuttavia i risultati dubbi registrati presso l'acquedotto del Rino di Predore e presso l'acquedotto dell'Acquasparsa devono almeno suggerire la necessità di ulteriori approfondimenti dato che essi sono sostanzialmente sincroni con il dato della Milesi.

Analogamente si rileva come la prima positività della sorgente Milesi sia simultanea con entrambe i siti dell'Acquasparsa (Torrente e captazione).

Infine appare verosimile escludere le sorgenti del Roggino e di Punta del Tufo dal circuito idrogeologico dell'Abisso Bueno Fonteno, è possibile a questo punto ipotizzare comunque l'esistenza di altri complessi in grado di alimentare queste sorgenti (complessi, che pur di dimensioni inferiori, non sono ancora stati trovati). Verosimilmente non tutte le acque del sistema a cui appartiene Bueno Fonteno fuoriescono dalle sorgenti risultate "sicuramente positive", date le portate insufficienti rispetto all'estensione complessiva del bacino. E' dunque probabile che le acque di Bueno Fonteno possano avere altri recapiti non ancora scoperti (probabilmente sorgenti sublacuali in corrispondenza della sinclinale di Tavernola).

Il test condotto ha avuto un esito molto positivo per la verifica dell'ampiezza del bacino idrogeologico di riferimento (realmente nell'ordine dei 100 km<sup>2</sup>).

Le non positività (Sorgente Roggino e Punta del Tufo e sorgente dell'Acquasparsa) confermano indirettamente la presenza di altri complessi carsici ancora da scoprire, di dimensioni significative considerata la portata di queste ultime. Appare tuttavia ancora percorribile l'ipotesi che possa esistere un'influenza da parte di Bueno Fonteno sulle acque della sorgente Acquasparsa di Grone (BG), in tal senso sarà opportuno svolgere ulteriori prove, in condizioni idrologiche differenti al fine di verificare con certezza la separazione tra Bueno Fonteno e il bacino del lago di Endine.



