

L'ACQUA CHE BERREMO

**SPELEOLOGI E ISTITUZIONI
DIFENDONO LA
RISORSA PIÙ PREZIOSA**



L'ACQUA CHE BERREMO

**SPELEOLOGI E ISTITUZIONI
DIFENDONO LA
RISORSA PIÙ PREZIOSA**



REGIONE VENETO



L'acqua che berremo - Speciale Regione del Veneto

Speleologi e istituzioni difendono la risorsa più preziosa

Quarta edizione, 2011

Edizione fuori commercio

© Società Speleologica Italiana
Via Zamboni 67 - 40126 Bologna
www.ssi.speleo.it

© Federazione Speleologica Veneta
Via Monte Pelmo, 12 - 30020 Marcon (VE)
www.speleologiaveneta.it

Testi originali di Mario Vianelli, Paolo Mietto, Ugo Sauro, Monica Celi, Alberto Riva, Zanon Domenico, Andrea Ceradini, Vladimiro Toniello e Gianfranco Caoduro.

Fotografie di: Mario Vianelli e Commissione Fotografica della F.S.V. (Antonio Danieli, Sandro Sedran).

Revisione al testo 2011 a cura di Paolo Gasparetto, Francesco Sauro, Andrea Ceradini, Marco Baroncini, Giovanni Ferrarese.

Grafica e impaginazione a cura di Corrado Conca e Enrico Cattelan

Tutti i diritti d'autore, di traduzione, elaborazione o riproduzione sotto qualsiasi forma, intera o parziale, sono riservati per tutti i paesi del mondo.
Copertina, Brent dell'Art, Belluno, foto Antonio Danieli.

ISBN 978-88-89897-05-8

Finito di stampare nel mese di Agosto 2011 presso Grafiche Tintoretto (TV)

INTRODUZIONE

L'acqua che piove dal cielo arriva, prima o poi, al mare. Non tutta, però, vi arriva scorrendo veloce attraverso i fiumi e torrenti. Quando l'acqua incontra le rocce permeabili, quelle che permettono di lasciarsi attraversare, finisce per inzupparle completamente.

È quello che succede ad una spugna: l'acqua vi si infila dentro, riempie i buchi grandi come quelli piccolissimi, tanto che per farla uscire tutta devi spremerla, o addirittura... succhiarla!

Così succede alle rocce del paesaggio in cui vivi: su quelle più compatte l'acqua della pioggia scivola via veloce, mentre quelle che hanno "buchi" la trattengono assorbendola sino a riempirsene completamente. Come un bicchiere, però, quando si riempie troppo l'acqua comincia a uscire dal bordo: per tanta acqua che ci versi dentro, tanta acqua esce e bagna la tovaglia... ma avrai certamente osservato che il bicchiere rimane sempre pieno! Così funzionano le sorgenti: restituiscono l'acqua che le rocce, magari distanti chilometri, non riescono più a trattenere. L'acqua dunque si raccoglie sotto i tuoi piedi, formando le falde acquifere sotterranee: una preziosissima riserva d'acqua pura che lentamente, pioggia dopo pioggia, si rinnova. A volte i buchi delle rocce sono talmente piccoli che l'acqua impiega centinaia, migliaia di anni per attraversarli tutti e tornare a scorrere libera. A volte sono tanto grandi che ci puoi andare dentro anche tu: sono le grotte, grandi tubi che trasportano l'acqua velocemente nel sottosuolo.

L'acqua che berremo, quanta e di che qualità, dipende da quanto saremo capaci di proteggerla: se spremiamo troppo la spugna la sorgente si seccherà; se sporchiamo la spugna con qualche diavoleria che chiamiamo "inquinamento", l'acqua che la sorgente restituirà sarà inquinata per tantissimo tempo. Una spugna insaponata devi risciacquarla tante volte, con acqua pulita, prima che smetta di fare schiuma: niente e nessuno può risciacquare una falda acquifera sotterranea.

Ecco perché occorre molta attenzione: l'acqua non va sprecata, l'acqua non va sporcata e soprattutto non va rovinata la "spugna" che la raccoglie e che alimenta le sorgenti.

Mauro Chiesi

La spugna sotto i piedi, 2003, Anno Internazionale dell'Acqua

PREFAZIONE

Le grandi civiltà che sono nate e si sono espanse, in tempi diversi, nell'area del Mediterraneo sono tutte legate all'acqua. Dal Libano all'alto corso dell'Eufrate, dalla Grecia alla Dalmazia, dall'Appennino centro-meridionale alla Francia del sud, nelle aree ove copiose scaturivano le acque sorgive e dove più abbondanti erano i raccolti, le antiche popolazioni prosperavano, nascevano le grandi città e i grandi imperi. La tecnica acquedottistica, nata con gli antichi Medi e, soprattutto, con i Romani, è rimasta nella sostanza invariata per secoli ed ancora oggi i principi generali utilizzati dai progettisti sono sostanzialmente quelli di Policrate e Vitruvio.

Ma ciò che colpisce particolarmente è la constatazione che, laddove più copiose sgorgano le sorgenti, esse traggono alimentazione dalle rocce carbonatiche e carsiche. Oggi le conoscenze acquisite nel secolo passato ci permettono di asserire che le sorgenti carsiche e tutto il complesso di fenomeni e di processi che avvengono all'interno di tali rocce, rappresentano un patrimonio di grande importanza socioeconomica. L'attenzione si sposta, dunque, su tutto il paesaggio carsico, sia quello subaereo, sia quello sotterraneo, davvero straordinario. Le acque carsiche rappresentano e rappresenteranno sempre più in futuro un pilastro dello sviluppo sostenibile in termini di risorse idriche destinate al consumo umano. La protezione di tali risorse diventa una missione prioritaria per tutti i governi e le organizzazioni mondiali. Ma la protezione dell'Ambiente, in tutte le sue diverse forme e manifestazioni, è figlia della conoscenza. In quest'ottica, s'inquadra la bella monografia che qui ho il piacere di introdurre, dedicata all'acqua che beviamo e, ancor di più, all'acqua che berremo.

Massimo Civita

Professore Ordinario di Geologia Applicata, Politecnico di Torino

PRESENTAZIONE

VALORIZZAZIONE E TUTELA DEGLI AMBIENTI CARSICI REGIONALI: UN'IMPORTANTE OCCASIONE DI SVILUPPO TERRITORIALE

Il Veneto è una regione dove sono presenti molti fenomeni carsici che, anche se non eclatanti come in altre zone italiane per estensione e per profondità, per la loro varietà e numerosità sul territorio la pongono fra le prime regioni italiane. La Federazione Speleologica Veneta a mezzo dei ventotto gruppi aderenti promuove la protezione e la valorizzazione del territorio carsico veneto compresa quella parte che si estende al di sotto di esso. I rilievi carsici veneti sono stati suddivisi in 128 unità morfocarsiche dove sono state catastate al 31 dicembre 2010 ben 8.060 grotte. Se la più estesa, il Buso della Rana, ha uno sviluppo topografato di 28,000 metri circa e quella più profonda, l'Abisso di Malga Fossetta, supera i mille metri, una buona parte ha dimensioni esplorabili più ridotte, ma tutte fanno attivamente parte di un reticolo idrografico sotterraneo che rappresenta, e sempre più rappresenterà, la fonte di approvvigionamento idrico futuro della nostra regione. È questo uno dei principali motivi che devono indurre chiunque a tutelare questi ambienti nascosti, ma strettamente legati agli altri, infatti la loro tutela nasce fin dall'esterno in quanto l'acqua che raccolgono e convogliano proviene proprio dalla superficie: se un apporto di acqua è inquinato, inquinerà anche gli altri, se una grotta viene usata come discarica, i reflui inquineranno l'acqua che vi scorre e tutta quella che verrà a mescolarsi con questa. In questa attività di tutela, da sempre, abbiamo inserito un'attività didattica svolta nelle scuole, sia con lezioni e proiezioni che con visite guidate sul territorio: in grotta, in ambienti carsici esterni e nei quattro laboratori scientifici sotterranei. Abbiamo sviluppato nuove tecniche di ripresa e di riproduzione video perché il messaggio sia più coinvolgente e istruttivo. Abbiamo allestito un museo di Speleologia ed un sito Web perché la conoscenza rende consapevoli e responsabili ed aiuta così la tutela. Da anni l'Amministrazione Regionale sostiene questa nostra attività ed infatti la passata Amministrazione ha voluto sostenere questa pubblicazione che verrà distribuita agli studenti veneti, affinché entri a far parte del loro bagaglio di conoscenze e possano trasmetterle alle loro famiglie e ai loro coetanei.

Il Presidente della Federazione Speleologica Veneta
Silvano Gava

PRESENTAZIONE

Quella che abbiamo tra le mani è la quarta edizione de “L’acqua che berremo”. È importante raccontare come è nata l’idea e tracciare la storia di questa fortunata pubblicazione. Il primo opuscolo venne dato alle stampe nel 2002, come strumento editoriale delle “Giornate della Speleologia” che si svolsero l’11, 12 e 13 settembre proprio durante l’Anno Internazionale della montagna”. La pubblicazione ottenne il patrocinio del Comitato Italiano del AIM e venne distribuito in grande quantità alle manifestazioni che gli speleologi organizzarono in tutta Italia. Erano trentadue pagine con un formato di 11 x 22 cm, che, forse per la prima volta, facevano luce su quello che gli speleologi fanno per salvaguardare la risorsa più preziosa. “L’acqua che berremo” è un titolo che guarda al futuro. Domani, le riserve idriche saranno abbondanti e di ottima qualità se noi oggi sapremo preoccuparci della loro integrità. Un libretto che gli speleologi della Società Speleologica Italiana avevano voluto caparbiamente. Un biglietto da visita nei confronti di tutte quelle persone che non conoscono il mondo sotterraneo e i tesori che contiene, prima fra tutti l’acqua. La protezione e la salvaguardia delle acque raccolte negli acquiferi carsici è un problema che non può essere affrontato solo dalla speleologia organizzata. Tutti debbono farsene carico: i governi, la classe politica, le istituzioni e i singoli cittadini. Nel 2003 le Nazioni Unite istituirono l’Anno Internazionale dell’Acqua dolce e la SSI, in occasione della II^a edizione delle “Giornate della Speleologia”, ristampò l’opuscolo. Stesso formato e stesse pagine, ma arricchito con nuovi temi. Anche questo fu un grande successo editoriale, divulgato in decine di migliaia di copie. Lo scopo fondamentale di questa pubblicazione era offrire un testo base che servisse come prefazione alla presentazione di situazioni locali, che illustrassero i lavori degli speleologi in ogni parte d’Italia. Ecco perché nel 2010 esce la terza edizione, con la collaborazione e il supporto finanziario della Provincia di Nuoro. Viene data voce agli speleologi di quel territorio che vanno a presentare la situazione della loro “Acqua che berremo”. Il sottotitolo recita Speleologi e Istituzioni difendono la risorsa più preziosa. Il formato cambia, 15 x 21 cm e le pagine aumentano a 80. Arriviamo quindi a parlare di questa ultima fatica che dobbiamo alle intelligenze della speleologia veneta e alla lungimiranza della Regione Veneto, che non ha lesinato il suo contributo economico alla realizzazione di questa nuova pubblicazione. Le pagine sono aumentate a 120 e i contributi sono veramente di grande livello. La Società Speleologica Italiana, strumento per le realtà speleologiche fin dalla sua costituzione, continua ad essere di supporto per quelli che si occupano del mondo sotterraneo. Mi auguro che “l’Acqua che berremo” abbia ancora a moltiplicarsi, per essere vetrina della attività speleologica vissuta e praticata nel territorio italiano.

Buona lettura

Presidente della Società Speleologica Italiana
Giampietro Marchesi



*"C'era l'oscurità, tutto era avvolto dall'oscurità,
e tutto era, senza distinzione, Acqua"*
Inno alla Creazione del Rig Veda (3700 a.C.)

In tutto il mondo si assiste ad un preoccupante aumento della richiesta idrica, una tendenza che appare in costante crescita. Di fronte al progressivo depauperamento delle fonti tradizionali di approvvigionamento, saranno le acque carsiche ad assumere in futuro un ruolo fondamentale.

IL DONO DELL'ACQUA

*"Laudato si, mi Signore, per sor'aqua,
la quale è multo utile et humile et pretiosa et casta"*
San Francesco d'Assisi, Cantico delle Creature

Ogni volta che apriamo un rubinetto per i mille bisogni quotidiani dovremmo essere consapevoli della fortuna che abbiamo fra le mani. Un gesto automatico sostituisce la fatica senza fine di trasportare recipienti pesantissimi fino a casa dalla più vicina fonte o da un pozzo, raramente salubre: incombenza che grava quasi esclusivamente su donne e bambini negli oltre 80 paesi dove 1,4 miliardi di persone non hanno una disponibilità diretta di acqua di buona qualità. Questa occupazione indispensabile per l'economia familiare richiede ore sottratte allo studio, al lavoro o al gioco e consuma circa un terzo delle calorie giornaliere disponibili in certe aree del mondo. Non solo: queste forniture di acqua precarie e incontrollate rappresentano un grave rischio sanitario; nei paesi in via di sviluppo circa l'80% di tutte le malattie sono diffuse dall'acqua infetta, e sempre più frequenti sono i casi di intossicazioni dovute a contaminazioni di inquinanti di vario tipo.

Anche se nel 1977 le Nazioni Unite proclamarono che *"tutti popoli (...) hanno diritto di accedere all'acqua potabile in quantità e di qualità pari ai loro bisogni essenziali"*, a oltre un quarto di secolo di distanza la situazione globale è peggiorata, almeno in termini statistici: i molti progressi sono stati infatti vanificati dall'incremento della popolazione, dalla smisurata richiesta per usi agricoli e dalla perdita di risorse dovuta all'inquinamento, all'aumento della salinità ed all'abbassamento delle falde.



Canale Irriguo nei pressi del Montello, foto Commissione Fotografica F.S.V.

È forse bene ricordare - a chi ritiene che queste realtà riguardino "gli altri", essendo lontane da noi nello spazio e nel tempo - che anche in Italia l'approvvigionamento idrico è conquista recente: Bologna non ebbe un sistema di distribuzione fino al 1881, quando fu riattivato l'acquedotto romano in disuso da quattordici secoli, e Bari fu raggiunta dall'Acquedotto Pugliese solamente nel 1915; le case rurali sono state collegate agli acquedotti solamente negli ultimi cinquant'anni e ancor oggi - a causa di incredibili storie di disorganizzazione e di sprechi - nelle isole e nel Sud decine di migliaia di famiglie devono ricorrere a cisterne rifornite da "acquaioi", senza alcun controllo qualitativo e igienico.

La facile e abbondante disponibilità di acqua è forse il parametro più significativo nel valutare le condizioni di vita di una popolazione, e riguardo alla situazione igienico-sanitaria è sicuramente al primo posto. Senz'acqua non si vive, con l'acqua "cattiva" si vive male e si muore presto; per l'acqua si stanno gonfiando tensioni internazionali che è tragicamente facile prevedere sfoceranno in conflitti. L'UNESCO ipotizza una seria carenza idrica a livello mondiale attorno al 2020, con un corollario di implicazioni sulla salute, la sociologia e la stabilità politica di portata difficilmente prevedibile. Saremo in grado di far bastare l'acqua per tutti? E cosa succederà se non ci riusciremo?

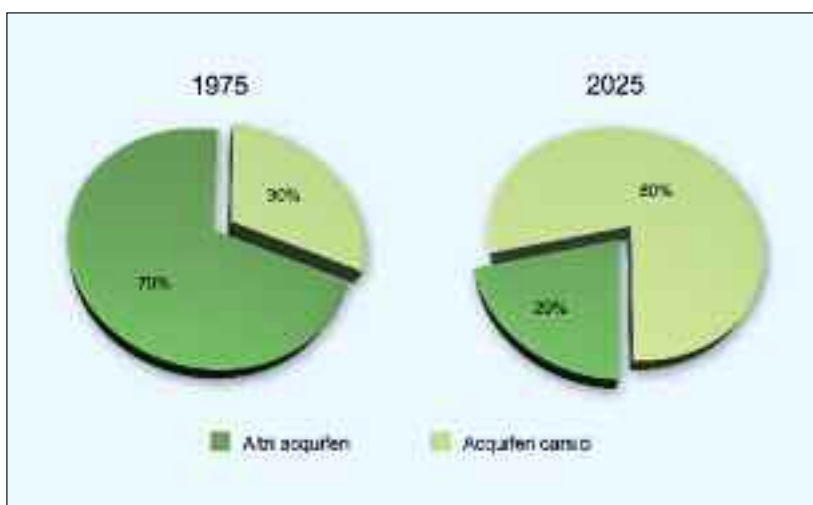
LA RISORSA IDRICA

"L'acqua è il vero e unico mezzo della vita. Senza di essa, semplicemente, non è possibile assicurare la vita."

Philip Ball, H₂O Una biografia dell'acqua

Tra il 1950 ed il 1990 l'uso mondiale di acqua è più che triplicato, ed è stimato che attualmente l'umanità stia usando più della metà delle acque superficiali disponibili.

Ma quant'è l'acqua "buona", che possiamo usare direttamente? In realtà molto poca. Anche se la superficie terrestre è coperta per il 71% di acqua, questa è per il 97,5% salata. L'acqua dolce è per il 68,9% racchiusa nelle calotte polari e nei ghiacciai, per il 29,9% nelle falde profonde del sottosuolo e solo lo 0,3% è localizzata in fiumi e laghi, e quindi potenzialmente disponibile. Tale quantità corrisponde allo 0,008% dell'acqua totale del pianeta ed è distribuita in modo ineguale sulla superficie terrestre, mentre un altro 0,001% è contenuto nell'atmosfera: quota irrisoria, ma di importanza capitale perché perpetua il ciclo dell'acqua. Queste ultime due cifre sono le



Variazione nelle fonti di approvvigionamento di acqua potabile nell'area mediterranea nel periodo 1975-2025 (fonte FAO)

uniche significative ai fini dell'uso della "risorsa acqua": parafrasando il Vecchio Marinaio della ballata di Coleridge si potrebbe esclamare: *"Acqua, acqua dappertutto, ma solo una goccia da bere"*.

In realtà di acqua ce ne è per tutti ma è male utilizzata, male distribuita, poco tutelata e molto spesso sprecata o resa inutilizzabile. L'agricoltura ne assorbe una quantità enorme per le coltivazioni irrigue: circa il 70% del totale, che sale al 93% in paesi come l'India. Un altro 22% è usato per scopi industriali ed energetici, ed appena l'8% è destinato agli usi cosiddetti "domestici": in pratica l'acqua potabile, controllata e convogliata nelle case o nelle fonti pubbliche.

I dati disponibili sono disomogenei perché ricavati in base a valutazioni differenti, ma i diversi stili di vita si riflettono immancabilmente nei consumi idropotabili. Un cittadino statunitense ne usa circa 650 litri al giorno; un Italiano ne ha a disposizione teoricamente 380, molti dei quali (il 20-30%) sono però dispersi da inadeguatezze o sottrazioni della rete distributiva ed il rimanente è irregolarmente suddiviso nelle diverse zone. Così un abitante di Torino ne riceve ogni giorno 282 litri, mentre uno di Firenze solamente 124. In Sicilia (dove quasi la metà delle famiglie lamenta irregolarità nella fornitura) la media è di poco più di cento litri, ma al di là del mare, in Tunisia, è di appena la metà; e nei paesi aridi del Sahel difficilmente raggiunge i 20 litri pro capite al giorno, con i quali compiere tutte le incombenze quotidiane. Un tuareg è capace di lavarsi completamente con una brocca d'acqua; nei paesi "ricchi" (ma perché non dire "spreconi"?) l'acqua di prima qualità non viene usata solo per bere,



Fabbisogno giornaliero di acqua per abitante in diverse regioni del mondo

cucinare e per l'igiene personale, ma anche per annaffiare parchi e giardini e lavare automobili o addirittura strade.

Per comprendere quanto si possa intervenire efficacemente sulla riduzione dei consumi superflui è emblematico il caso della Germania dove è vigente una rigorosa normativa sui consumi idrici, sostenuta da incentivi e campagne di sensibilizzazione. I risultati di questa politica sono sorprendenti: il consumo medio si attesta ad appena 125 litri, meno della metà della media europea e circa un terzo di quello che era una ventina di anni fa.

E quale è la situazione italiana? Su scala nazionale, nuovi invasi artificiali e opere idrauliche diverse hanno aumentato le fonti di approvvigionamento, ma altre sono state rese inutilizzabili, o quasi, come le grandi falde freatiche di pianura - dove compaiono preoccupanti concentrazioni di inquinanti e risultano impoverite dai prelievi eccessivi - oppure i fiumi, a volte talmente contaminati da non poter essere usati per scopi idropotabili (ad es. il Po, che alimenta gli acquedotti di Torino e del Ferrarese) se non dopo costose depurazioni. Nel frattempo la domanda è aumentata a ritmo costante; ciò significa che il problema dell'approvvigionamento diverrà in questo modo più pressante anche in quelle regioni che, finora, non hanno mai sofferto di alcuna carenza idrica.

In breve, sarà sempre più difficile far quadrare il bilancio e, in questo contesto, le acque carsiche avranno, in futuro, un'importanza fondamentale.

Una corretta gestione delle acque sorgive, ed in particolare di quelle delle sorgenti maggiori, potrebbe risolvere i problemi di molte aree cronicamente assetate e che a ben guardare sono afflitte da sprechi, perdite e reti distributive inadeguate. Attualmente, in Italia, il 40% delle acque potabili è fornito da sorgenti carsiche, risorsa che viene anche sfruttata per usi industriali e per produrre energia.

Una proiezione della FAO relativa all'area mediterranea - ricca di popolazione e di problematiche ambientali, ma anche di grandi massicci carsici - prevede che entro il 2025 almeno l'80% della domanda idropotabile dovrà essere soddisfatta dalle acque di provenienza carsica: una riserva enorme, ma non infinita, di liquido di buona qualità se ne sarà scongiurato l'inquinamento.



Val Gallina, Belluno, foto Antonio Danieli, Commissione Fotografica F.S.V.

L'ACQUA NELLE MONTAGNE CARSICHE

*"Tutti quei torrenti, finché corrono isolati pel rispettivo pendio,
benché poveri d'acque, rumoreggiano e spumano.
Ma, cosa singolare! Sul fondo ove tutti si accostano, in luogo
di unirsi a dar vita a più vasto torrente, si perdono
prima d'incontrarsi. In luogo d'un torrente non abbiamo
che un letto asciutto, tutto sparso di massi di candido marmo."
Antonio Stoppani "Il Bel Paese"*

Più di un quarto dei territori montani e collinari italiani (un sesto dell'intera superficie) è formato da terreni carsificabili, dove le acque esplicano un'azione corrosiva sulla roccia scavando profonde vie sotterranee. Quando queste assumono dimensioni tali da consentire l'accesso dell'uomo, le chiamiamo grotte. Il carsismo, che prende il nome dal Carso, altopiano presso Trieste dove i suoi effetti sono particolarmente intensi, è un fenomeno di grande complessità. Ai fini del discorso sull'acqua, il fattore più importante che contraddistingue le zone carsiche è quello relativo alla permeabilità, che in alcune regioni assume valori talmente elevati da limitare gli scorrimenti superficiali, tanto da condizionare la disponibilità di risorse idriche accessibili.

Per quanto riguarda gli aspetti idrologici, però, il carsismo è un fenomeno ambivalente: se da un lato le montagne carsiche sono spesso riarre in superficie è anche vero che le stesse funzionano come gigantesche spugne, che assorbono ed immagazzinano il prezioso elemento liquido restituendolo a valle in punti ben precisi. In questi luoghi, dove il reticolo idrografico sotterraneo viene alla luce, si aprono grandi sorgenti, veri e propri fiumi che, all'improvviso, emergono dalle profondità della terra, dove hanno avuto origine dall'incessante confluire di mille vene e di miriadi di gocce. In altri casi, grandiosi, interi corsi d'acqua vengono inghiottiti e scompaiono sottoterra, per ritornare alla luce a molti chilometri di distanza, spesso prendendo un altro nome, ingrossati da misteriosi affluenti ipogei.

Questi corsi d'acqua misteriosi e improvvisi - autentici "fiumi della notte" carichi di simbologie e di fascino - costituiscono una risorsa di valore incalcolabile: sono i condotti in cui scorre l'acqua che beviamo e, sempre di più, l'acqua che berremo.

GLI ACQUIFERI CARSICI

*"D'un ruscelletto che quivi discende
Per la buca di un sasso, ch'elli ha roso"*

Dante Alighieri, "La Divina Commedia", (Inf. XXXIV, 130-131)

Le rocce carsificabili, in prevalenza calcaree o gessose, ospitano al loro interno enormi volumi idrici in virtù della loro grande permeabilità determinata dal reticolo di fratture che l'acqua stessa tende continuamente ad allargare mediante processi fisici e chimici.

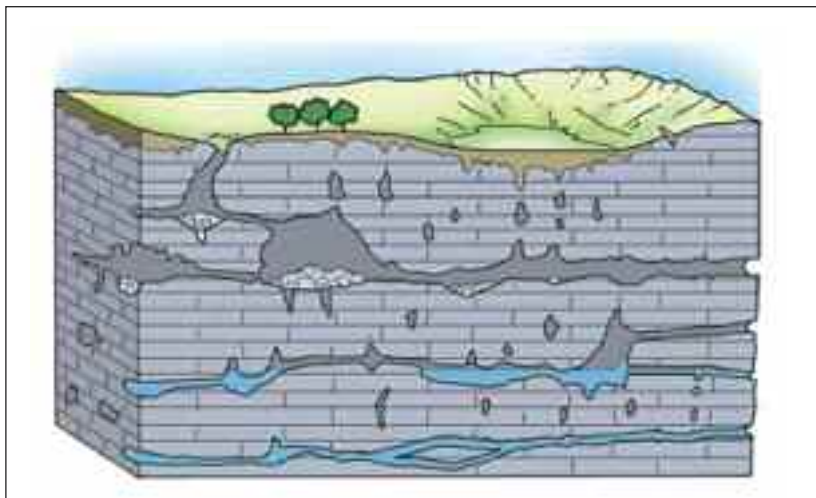
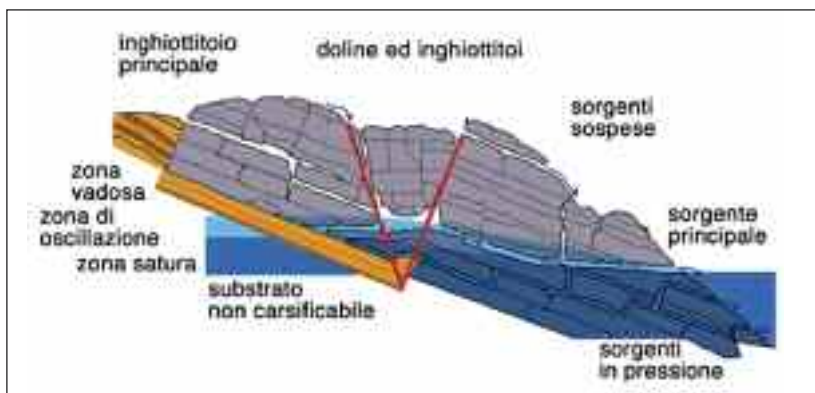
Un sistema idrologico carsico ha origine dall'infiltrazione di acque di provenienza esterna che può avvenire attraverso punti di assorbimento concentrati (inghiottitoi) o diffusi (fratture e altre discontinuità della roccia). La confluenza sotterranea dei diversi apporti idrici - alimentati anche dalle acque di condensazione atmosferica - crea dei ruscelli che a loro volta si uniscono a formare corsi d'acqua più consistenti.

Talvolta, veri e propri fiumi che scorrono in ampie gallerie, attraversano saloni e precipitano in pozzi verticali raggiungono profondità al di sotto delle quali ogni vuoto è riempito dall'acqua.

In questa regione perennemente allagata (zona satura o freatica) l'acqua inizia a muoversi in direzione delle sorgenti, generalmente situate vicine al contatto tra le rocce carsiche ed i terreni impermeabili.

Le modalità e le velocità di deflusso delle diverse zone sotterranee possono avere caratteristiche tra loro molto differenti. Nelle porzioni più alte (dette "vadose"), l'acqua scorre a pelo libero per effetto della forza di gravità, in condizioni dinamiche del tutto simili a quelle dei corsi d'acqua esterni. In questi casi i flussi idrici sono concentrati, le velocità alte e gli ambienti ipogei punteggiati di rapide e cascate. Nella zona satura, invece, l'acqua si muove in pressione, con velocità di qualche millimetro all'ora, esercitando sulle pareti rocciose un'azione uguale in tutte le direzioni.

La demarcazione tra queste due zone (superficie freatica) non costituisce un confine regolare o costante ma può subire notevoli oscillazioni in funzione dalle precipitazioni esterne (si conoscono variazioni di livello di molte decine di metri in tempi brevissimi). Altre variazioni, che si stabiliscono su scala temporale geologica, sono indotte dall'evoluzione della struttura dell'acquifero. Queste lentissime modificazioni possono portare allo svuotamento di gallerie un tempo completamente allagate, permettendo così agli speleologi di accedervi e di esplorarle.



Sezione e veduta tridimensionale di un sistema carsico dove sono evidenziate le diverse zone in cui è suddiviso l'acquifero: la zona satura, la zona vadosa e quella di transizione o di oscillazione.

Ma si può verificare anche il caso contrario: al termine dell'ultima glaciazione, ad esempio, il livello marino si è innalzato di oltre cento metri, sommergendo molte cavità che si erano evolute in ambiente aereo; è questa la genesi di gran parte delle grotte (e sorgenti) sottomarine che troviamo laddove il calcare si immerge direttamente in mare, dalla Liguria alla Campania, dalla Sardegna alla Puglia, dal Cilento al Carso.



Pissatella, fiume sotterraneo, foto Commissione Fotografica F.S.V.

LA SCOPERTA DELLE MISTERIOSE VIE SOTTERRANEE

“Penetrando innanzi si comincia a discernere, non essere quell'urlo cagionato che da acque cadenti dall'alto della caverna, per la quale scorrevano, e poi di nuovo si rimpiazzavano. ”

Antonio Vallisneri, *Lezione accademica intorno l'origine delle fontane*

Le cosmogonie dei vari popoli (tutti collocano la nascita del mondo in una distesa amniotica di acqua), i riti iniziatici e purificatori, i simbolismi, trovavano nella compresenza prodigiosa di acqua e roccia dei terreni carsici un fertile terreno in cui dispiegarsi in tutta la loro fantasiosa necessità di dare un ordine al mondo e di regolare la vita degli uomini mediante precetti, prescrizioni e tabù.

Per lungo tempo il mito, la leggenda e la narrazione fantastica furono l'unica chiave interpretativa di ogni manifestazione naturale che sfuggiva alla comprensione umana.

Già i Greci antichi fornirono spiegazioni (a volte sorprendentemente moderne) del fatto meraviglioso che la loro terra fosse ricca di fiumi che scomparivano e di altri che sbucavano in superficie provenendo dall'ignoto. Tuttavia, la scoperta reale - geografica - del sottosuolo e delle sue acque ebbe timidamente inizio solo nel Rinascimento, per affermarsi poi, nella seconda metà dell'800, con le prime esplorazioni ipogee che avevano come obiettivo principale proprio quello dell'approvvigionamento d'acqua.

La ricerca di acqua indispensabile per lo sviluppo di Trieste come principale porto dell'Impero Austroungarico, vide protagonisti personaggi come Federico Lindner, che nel 1841 scoprì il fiume sotterraneo Timavo in una grande sala a 329 metri di profondità nell'abisso di Trebiciano; come Adolf Schmidl, primo scienziato a studiare l'idrologia carsica mediante indagini dirette e fondatore della scuola idrologica viennese.

L'altro grande polo propulsivo della nascente speleologia si sviluppò in Francia attorno alla straordinaria figura di Edouard-Alfred Martel; i dati raccolti nella sua lunghissima attività furono condensati in libri che rimangono come pietre miliari nella conoscenza del mondo sotterraneo: fra gli altri, "Les Abimes" del 1894, "Les eaux souterraines" del 1908, ed il monumentale "Nouveau traité des eaux souterraines" del 1921.



Cavern in Glen Crae (Scozia)

Martel si considerò innanzitutto un idrologo e definì la speleologia "scienza delle acque sotterranee".

La relazione fra le grotte e l'acqua è ormai accertata: anche quelle cavità ormai asciutte (dette "fossili") devono la loro nascita all'acqua che ha corrosa, asportato, scavato la roccia fino a renderle di dimensioni tali da poter essere percorse. E per uno speleologo non c'è emozione più grande dello scoprire ed esplorare un fiume sotterraneo che si perde, rombando, nel buio più assoluto.

L'esplorazione delle cavità carsiche ha raggiunto traguardi impensabili solo fino a poco tempo fa: gli speleologi hanno raggiunto profondità incredibili (nella Krubera Voronja Cave, nel Caucaso, sono stati raggiunti i 2191 m di profondità) ed esplorato complessi di dimensioni ciclopiche (la Mammoth Cave, negli Stati Uniti, si sviluppa per 563 chilometri), avventurandosi anche nelle porzioni perennemente sommerse dei sistemi carsici. Decenni di ricerche e l'affinamento delle tecniche di progressione hanno permesso di svelare alcuni dei misteri del mondo ipogeo, scoprendo fiumi sconosciuti ed i limiti dei loro bacini, ma molto ancora rimane avvolto dal buio e dall'ignoto.

LA PROTEZIONE DELL'ACQUA UN IMPEGNO DI CIVILTÀ

Noi, uomini del nostro tempo, dobbiamo affrontare il fatto non più eludibile che i nostri rifiuti stanno avvelenando l'unico, fragile, mondo che abbiamo. Le scorie del benessere rappresentano un problema sempre più grave che, in alcuni casi, appare fuori da ogni nostra volontà di controllo.

Un aspetto particolare dell'inquinamento, quasi sempre sottovalutato, riguarda anche il sottosuolo: la gravità di questo fenomeno infido non è ancora ben compresa, perché nascosta e quasi invisibile, ma in alcune zone carsiche sta assumendo proporzioni davvero allarmanti.

L'inquinamento sotterraneo ha origini antiche: la diffusa credenza che sia sufficiente nascondere i rifiuti per poterli ignorare ha generato l'abitudine, dura a morire, di gettare oggetti, macerie e materiali biologici di ogni tipo, comprese le carcasse animali, nei pozzi naturali che abbondano nelle zone carsiche.

Una indagine condotta tra il 2005 e il 2009 dalla Società Speleologica Italiana, ha individuato oltre 400 grotte in cui è segnalata la presenza di rifiuti in quantità tale da poter costituire un problema per le acque sotterranee. Si tratta prevalentemente di "rifiuti solidi urbani", la cui presenza è da imputare a scariche abusive compiute da comunità locali, ma non mancano purtroppo altre tipologie di potenziali inquinanti: in 60 cavità sono stati rilevati "rifiuti tossici o nocivi" mentre in 58 sono ancora presenti ordigni bellici, residuali delle due Guerre Mondiali.

Il problema dell'inquinamento è aggravato dalle caratteristiche stesse degli acquiferi carsici, direttamente collegati al mondo esterno e dove l'acqua scorre velocemente.

La questione è poi ulteriormente complicata dal fatto che, nelle aree carsiche, il bacino idrico superficiale e quello sotterraneo raramente coincidono. Per questo motivo, eventuali agenti inquinanti immessi nel sottosuolo possono essere trasportati, per via sotterranea, verso sorgenti "insospettabili" distanti anche decine di chilometri dal punto d'inquinamento. Un'accurata conoscenza delle dimensioni reali e della struttura degli acquiferi carsici, quindi, è indispensabile per prevenire e neutralizzare questa minaccia subdola, che si diffonde invisibile sotto i nostri piedi, andando ad intossicare proprio ciò che, per antonomasia, è considerato liquido cristallino e salutare: l'acqua di sorgente.



Sorgenti dell'Oliero, Foto Mario Vianelli.

LE SORGENTI

*"Chiare, fresche, dolci acque, ove le belle membra pose
colei che sola a me par donna"*

Francesco Petrarca, "Canzoniere", CXXVI

La circolazione idrica nei terreni carsici è testimoniata in modo inequivocabile dalla presenza di grandi sorgenti che sgorgano a margini dei monti o degli altopiani. Sono quasi sempre luoghi di arcana e rara bellezza, dove le acque vedono la luce dopo il loro lungo viaggio nel buio delle profondità ipogee: acque limpidissime, gelide e abbondanti che possono uscire dal portale di una parete rocciosa, gorgogliare in una diafana polla oppure - e sono i casi più spettacolari - risalire da pozzi allagati profondi anche centinaia di metri, come è il caso delle sorgenti dette "valclusiane" dal nome della celeberrima sorgente provenzale del fiume Sorgue, cantata - fra gli altri - da Francesco Petrarca. Il grande poeta non è certamente stato l'unico ad avvertire l'attrazione di questi luoghi benedetti dal perpetuo miracolo dell'acqua che scaturisce dalla roccia con i suoi preziosi doni: verde, frescura, fertilità, vita. Davanti al prodigio, e fin dalla più remota antichità, tutti i popoli hanno infatti elaborato miti e complesse architetture di simbolismi, spesso trasformati in prescrizioni e divieti tesi a non violare la sacralità dell'acqua e che noi, che ci consideriamo uomini "evoluti", abbiamo dimenticato o ignoriamo.

A differenza delle modeste sorgenti che si trovano un po' in tutti i tipi di terreni, i punti di emersione delle acque carsiche, raccogliendo gli apporti di bacini molto vasti, hanno portate che possono essere imponenti, e che vengono misurate in m^3/s (metri cubi al secondo). In Italia la più copiosa emergenza di acque carsiche è quella del Timavo, che drena il Carso con un deflusso medio di circa $35 \text{ m}^3/\text{s}$, ma che può superare i $140 \text{ m}^3/\text{s}$ durante le piene.

Altre grandi sorgenti si trovano nell'Italia centrale: quelle del Peschiera e del Gari, entrambe con portate attorno ai $18 \text{ m}^3/\text{s}$ e quelle della gola di Narni (circa $15 \text{ m}^3/\text{s}$); ed ai piedi delle Prealpi, con le sorgenti del Livenza ($9 \text{ m}^3/\text{s}$) e dell'Oliero ($13 \text{ m}^3/\text{s}$).

Queste, assieme alla dozzina di altre sorgenti con portata media superiore ai $5 \text{ m}^3/\text{s}$, alla trentina che supera $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ed alla miriade di fonti minori, ma localmente assai importanti, costituiscono il patrimonio idrico carsico italiano, stimato complessivamente in circa $410 \text{ m}^3/\text{s}$.

Questa stima corrisponde a 13 miliardi di m³/anno, equivalenti a 632 litri di acqua al giorno per ogni italiano, vale a dire più del doppio del fabbisogno attuale.

Questo enorme "fiume" di acque di origine profonda costituisce quasi il 10% del deflusso superficiale dell'intero territorio nazionale ed ammonta al 20% considerando solamente l'Italia meridionale; e si tratta di stime valutate per difetto, che non considerano, per mancanza di dati, le portate da acquiferi carsici che alimentano direttamente i corsi d'acqua, quelle che transitano da sorgenti sottomarine o quelle cedute ad altri acquiferi.



Il Proteo, l'unico vertebrato troglobio europeo presente nelle acque di alcune cavità naturali del Nord Italia

LA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI CARSICI

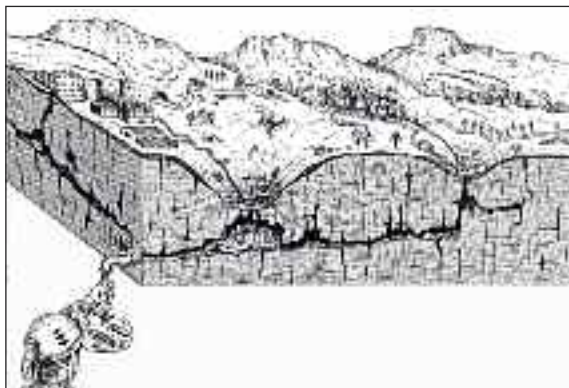
Gli acquiferi carsici presentano caratteristiche dinamiche tali da esercitare uno scarsissimo contrasto alla diffusione degli inquinanti, possedendo elevate velocità di deflusso e scarsissima capacità di autodepurazione, ciò rende questi acquiferi molto esposti a rischi di contaminazione, sia di tipo accidentale che permanente.

Il percorso di un'inquinante, dalla superficie alla sorgente, che in genere ne è il recapito, avviene seguendo vie precise: la sua introduzione dall'esterno, il percolamento nella zona non satura, la propagazione nella zona satura, la fuoriuscita tramite sorgente.

Se la copertura vegetale in superficie (ove presente) può ridurre gli effetti dell'inquinamento, nel percorso dalla zona vadosa a quella satura è la velocità del flusso a determinare direttamente la capacità auto depurativa del sistema idrico, influenzando sulla sedimentazione e sulla ossigenazione dell'acqua e, quindi, anche sulle condizioni biologiche complessive.

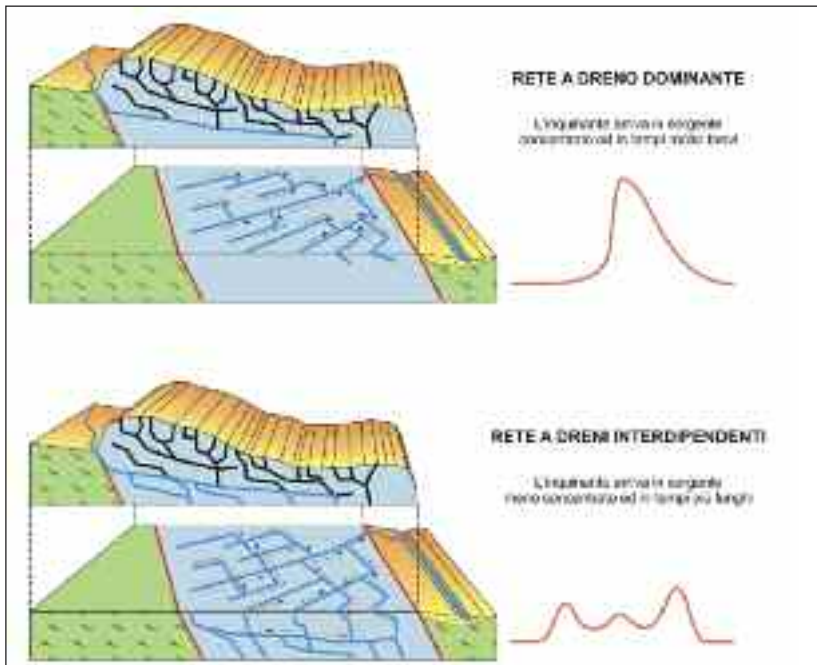
La restituzione degli inquinanti, quindi, dipende da vari fattori quali la tipologia dell'inquinante e, soprattutto, dai processi di diluizione che intervengono all'interno dell'acquifero. Nel caso di inquinamenti batteriologici, ad esempio, il loro carico viene completamente abbattuto dopo 20 giorni di permanenza nei condotti sotterranei. La diluizione degli inquinanti, invece, è strettamente legata alle caratteristiche idrogeologiche complessive dell'acquifero: i sistemi a dreno dominante, caratterizzati da tempi di percolazione brevi e diluizioni ridotte per assenza della zona satura, saranno

quelli più vulnerabili all'inquinamento mentre i sistemi a circolazione dispersiva, nei quali si stabiliscono lunghi tempi di percolazione delle acque, notevoli miscelamenti ed importanti effetti di diluizione per la presenza di una



estesa zona satura, sono sicuramente i meno vulnerabili.

Nel caso di infiltrazione concentrata delle acque sotterranee (tramite inghiottitoi), in occasione di eventi piovosi i contaminanti possono essere veicolati velocemente, in pochi giorni o addirittura ore, alle sorgenti. In condizioni di magra, viceversa, gli inquinanti possono accumularsi lentamente in zone a bassa energia all'interno degli acquiferi (come ad esempio nei laghi sotterranei o nei sifoni) raggiungendo concentrazioni elevate; forti eventi di piena sono in grado di rimobilizzare questi accumuli di sostanze inquinanti e trasportarle in massa alle sorgenti, dove possono raggiungere così concentrazioni addirittura superiori a quelle della fonte inquinante originaria. Anche le dimensioni e la struttura dell'acquifero condizionano direttamente il grado di vulnerabilità: sorgenti che drenano bacini molto estesi e caratterizzati da notevoli spessori di roccia presentano generalmente una vulnerabilità inferiore rispetto ad acquiferi poco profondi, con reti freatiche localizzate poche decine di metri al di sotto della superficie. È questo il caso di tutti gli acquiferi nei gessi che, a titolo di esempio, costituiscono circa un terzo del territorio delle assetate province siciliane di Agrigento, Enna, Caltanissetta.



LA SPELEOLOGIA IN ITALIA

A partire dagli anni del secondo dopoguerra la speleologia in Italia è cresciuta fino raggiungere gli eccellenti risultati numerici e organizzativi odierni. Attualmente oltre 34.500 cavità naturali sono censite e catalogate nel Catasto Nazionale delle Grotte d'Italia; sia la grotta più vasta che quella più profonda si trovano nelle Alpi Apuane, in Toscana: il Complesso del Monte Corchia (che si sviluppa per oltre 53 chilometri) e l'Abisso Paolo Roversi (che raggiunge i 1.240 metri di dislivello).

La Società Speleologica Italiana (SSI), fondata una prima volta nel 1903 e costituita a Verona il 25 giugno del 1950, è l'associazione di riferimento per gli oltre 4000 speleologi in attività, riuniti in Federazioni speleologiche regionali dove si coordinano oltre 200 Gruppi Speleologici locali.

Associazione di protezione ambientale, SSI incentiva l'esplorazione, conserva e divulga la documentazione scientifica e didattica, promuove un corretto approccio alle cavità naturali ed artificiali.

In collaborazione con l'Istituto Italiano di Speleologia, sua emanazione scientifica, la SSI ha creato (1976) il Centro Italiano di Documentazione Speleologica, con sede a Bologna. Con un patrimonio librario di oltre 55.000 volumi è la più grande biblioteca tematica di speleologia del mondo e rappresenta un apprezzato punto di riferimento per studiosi, ricercatori o semplici appassionati alla materia, anche grazie alla partecipazione allo Speleological Abstracts, repertorio bibliografico internazionale di Speleologia dell'Union Internationale de Spéléologie (UIS) e all'inserimento nel Sistema Bibliotecario Nazionale (OPAC).

A livello nazionale, inoltre, operano la Commissione Centrale per la Speleologia del Club Alpino Italiano, con finalità di coordinamento delle Scuole Nazionali di Speleologia, e la sezione speleologica del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico, che assicura gli interventi di soccorso in ambiente ipogeo con un organico di volontari appositamente addestrati e capillarmente presenti sul territorio nazionale.



*Buso della Rana, Ramo delle Marmitte,
Foto Sandro Sedran, Commissione Fotografica F.S.V.*

DOVE SONO LE ACQUE CARSICHE IN ITALIA E LA LORO IMPORTANZA

Dove si trovino i principali acquiferi carsici e quale sia la loro rilevanza sono informazioni note da tempo. Lo studio delle portate sorgive, inoltre, indica con buona approssimazione quali sono i volumi idrici rinnovabili.

I terreni carsici sono ampiamente diffusi in Italia e non vi è Regione che ne sia completamente priva: rocce carbonatiche ed evaporitiche (principalmente gessi) si trovano sparse in tutto il territorio nazionale. Il Carso; l'enorme estensione prealpina che va dalla Carnia al Lago Maggiore; gran parte delle Alpi Marittime; le Alpi Apuane; tutti i principali massicci della dorsale appenninica dalle Marche fino ai Monti di Orsomaso, in Calabria; quasi tutta la Puglia; vaste zone della Sardegna e della Sicilia; ed inoltre una miriade di affioramenti minori, isolati e talvolta poco più che puntiformi: questa è la diffusione del carsismo in Italia e qui si trovano i serbatoi naturali da cui hanno origine i fiumi sotterranei e che alimentano le grandi sorgenti.

D'altronde lo sapevano già gli antichi Romani, che portarono a perfezione la tecnica idraulica elaborata dagli Etruschi: nel lungo periodo imperiale ben 11 acquedotti rifornivano una città che superò i due milioni abitanti, e le portate più consistenti erano assicurate dalle grandi sorgenti carsiche dei monti Simbruini.

Ancora oggi Roma è dipendente dalle acque carsiche, che forniscono l'87% dei 543 milioni di metri cubi all'anno distribuiti dall'ACEA. La sola sorgente del Peschiera - che sgorga nella Piana di San Vittorino, vicino a Rieti - fornisce circa 10 m³/s (cioè 36 milioni di litri ogni ora, 864 milioni ogni giorno) di acqua di ottima qualità.

Quasi tutti i centri urbani centromeridionali sono riforniti, completamente o in gran parte, dall'acqua dei massicci carsici. Napoli si approvvigiona sin dall'antichità attraverso l'Acquedotto di Serino dalle montagne dell'Irpinia i cui ricchi sistemi acquiferi sono anche all'origine della più grande realizzazione idraulica europea: l'Acquedotto Pugliese (1906). Captando la Sorgente Sanità a Caposele, questo acquedotto è stato sviluppato nel tempo fino a raggiungere le dimensioni attuali: 19.635 chilometri di canalizzazioni e tubature garantiscono 312 litri al giorno a 4.635.000 abitanti di 429 centri abitati distribuiti in tutta la Puglia, parte della Basilicata e in numerosi comuni campani.

Diversa è invece la situazione nell'Italia settentrionale, dove molte sorgenti carsiche - alcune delle quali di portata ingente - sono prive di captazioni:

per approvvigionare i grandi nuclei urbani, infatti, è stato finora considerato conveniente scavare pozzi per attingere direttamente dalle acque di falda. Questa gigantesca risorsa idrica - assieme a quella fornita dalle particolarissime risorgenze note come "fontanili" - ha finora sostenuto la popolazione e lo sviluppo industriale. Ma anche queste fonti d'approvvigionamento, attualmente, iniziano a dare segni della loro insufficienza: in molte località, a causa del prelievo eccessivo, il livello delle falde si è talmente abbassato da rendere antieconomico il sollevamento dell'acqua fino in superficie mentre i tempi necessari per la loro ricarica assumono valori di svariati decenni. Altrove le stesse falde sono state inquinate da un uso abnorme di pesticidi, concimi e diserbanti ed ora risultano avvelenate ed inutilizzabili per scopi potabili; e in questi casi la depurazione naturale impiegherà secoli per rendere nuovamente "buone" quelle acque così preziose. Le grandi sorgenti prealpine diverranno quindi sempre più importanti e non è difficile prevedere che presto le loro acque saranno indispensabili



*Busa Fonda, Asiago una cavità naturale pesantemente inquinata da rifiuti urbani.
Foto, Antonio Danieli, Commissione Fotografica F.S.V.*

per almeno una decina di milioni di persone e per le attività economiche di vaste zone ad altissima concentrazione abitativa e produttiva. Come, ad esempio, ricordava un documento dell'ex Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche: "il progressivo degrado della qualità delle acque negli acquiferi della pianura Veneto-Friulana rende assolutamente necessario ed urgente la ricerca di nuove fonti di approvvigionamento idrico per uso idropotabile da utilizzarsi nel breve periodo come risorsa di emergenza nel caso di calamità

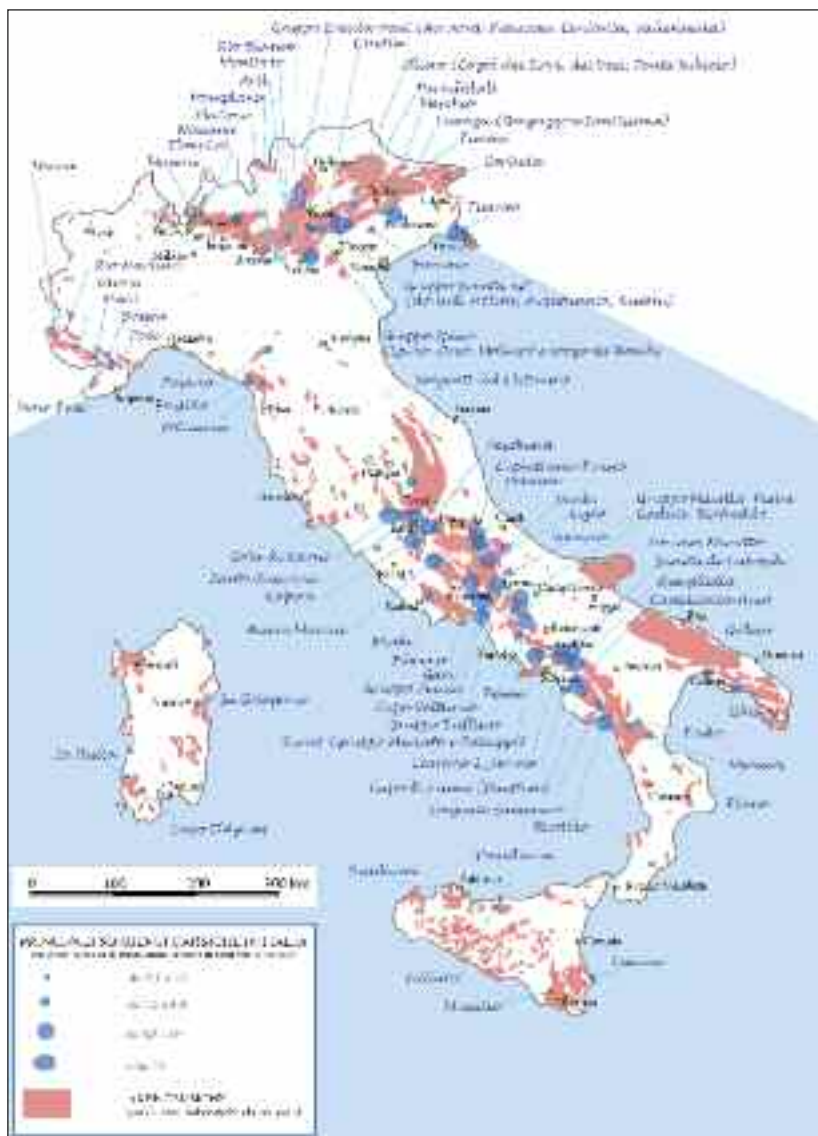
improvvisi, e nel medio periodo come risorse sostitutive.” Il fiume Timavo alimenta l'acquedotto di Trieste non prima di essere avvelenato dalle concherie slovene. L'acquedotto di Massa ha i filtri continuamente intasati dalla polvere di marmo delle cave apuane. Nella sorgente del Forame, in Veneto, sono finiti, attraverso ignote vie sotterranee, migliaia di litri di carburante fuoriusciti da un deposito militare.

La lista di simili esempi potrebbe essere lunga, e soprattutto preoccupante per i tempi e i mezzi necessari per un definitivo risanamento.

Fortunatamente molti dei principali acquiferi carsici comprendono territori montuosi quasi disabitati - tutelati da parchi, riserve o zone di rispetto degli acquedotti - dove l'impatto delle attività umane è praticamente inesistente. Ben diversa è invece la situazione nelle vaste aree carsiche di bassa quota e densamente popolate, dove viene sistematicamente ignorata l'estrema vulnerabilità di terreni altamente permeabili. Permane, quasi ovunque, la consuetudine di gettare un po' di tutto nei pozzi, nelle doline e nelle spaccature della roccia, dove inevitabilmente finiscono anche gli scarichi degli allevamenti e delle attività industriali. Situazioni più o meno compromesse si riscontrano negli altopiani prealpini (dove pascolano decine di migliaia di bovini), nel Carso (dove viene anche "importato" l'inquinamento sloveno) e nei Colli Berici (dove è l'agricoltura a impregnare il terreno, e l'acqua, di veleni).

Problemi analoghi si riscontrano in gran parte della Puglia, costituita da un tavolato calcareo, dove però il fenomeno più preoccupante, sempre legato alla permeabilità del terreno, è però quello dell'ingressione di acque marine nel sottostante acquifero d'acqua dolce. In questa Regione - che possiede unicamente risorse idriche di natura carsica - sono stati scavati negli ultimi cinquant'anni circa 120.000 pozzi, fra legali ed abusivi, usati soprattutto per l'irrigazione. In assenza di ogni tipo di controllo è stata (ed è) prelevata una quantità d'acqua molto superiore alla capacità dell'acquifero di ricaricarsi, che ha provocato la rottura dell'instabile equilibrio costiero fra le acque sotterranee continentali e quelle marine. Il risultato è che queste ultime sono entrate in profondità nelle falde: non essendo più contrastate dalla pressione dell'acqua dolce, le acque marine hanno avuto buon gioco nell'insinuarsi fino a molti chilometri dalla costa, dove, se si scava un pozzo, ora esce acqua salata.

Questi fenomeni, qui appena sfiorati nella loro gravità, condizioneranno la programmazione futura di molti territori italiani. Per invertire la tendenza appaiono indispensabili interventi concreti di governo del territorio, ma altrettanto utili potrebbero essere adeguate campagne di informazione e sensibilizzazione delle popolazioni locali.



Carta delle principali aree carsiche e grandi sorgenti alimentate da acquiferi carsici con portate suddivise per classi. A cura di U. Sauro e P. Forti.

Hanno fornito informazioni e precisato dati: B. Vigna per il Piemonte, A. Borsato per il Trentino Alto Adige, F. Cucchi per il Carso, M.D. Fidelibus, L. Tulipano, V. Allocca, P. De Vita, S. Fabbrocino e P. Celico per l'Italia Meridionale.

SPELEOLOGIA E RICERCA

Le grotte costituiscono ambienti straordinariamente “stabili”, caratterizzati da una bassa energia ambientale (chimica, fisica e biologica) che tende a conservare nel tempo tutto ciò che si raccoglie all’interno degli ambienti ipogei. Grazie al modesto “rumore di fondo” (le repentine variazioni ambientali del mondo esterno), questi sono diventati ambienti di estremo interesse per moltissime discipline della ricerca

DISCIPLINE		CAMPI DI INTERESSE
Archeologia		Reperti, pitture rupestri, graffiti, etrusca antica, insediamenti rupestri
Biologia		Strategie di adattamento, microbiologia, ambienti chemiosintotrofici
Fisica		Meteorologia, climatologia
Ingegneria		Grandi vuoti, giacimenti petroliferi, grotte turistiche
Medicina		Speleoterapia, psicologia, psichiatria
Geologia	Geomorfologia	Carsismo, speleogenesi, ricostruzioni paleoambientali
	Geochemica	Isotopi stabili, datazioni esecute
	Geofisica	Marco terrestri, paleosismicità, sinkhole, reti sismiche
	Idrogeologia	Acquiferi carsici
	Mineralogia	Minerali di grotta, processi di bassa entalpia
	Paleontologia	Tane, trappole di accumulo
	Sedimentologia	Sedimenti foidi, speleotemi
	Stratigrafia	Sequenze stratigrafiche
	Geologia strutturale	Elementi strutturali, neotettonica
	Vulcanologia	Morfologia della calata laviche, strutture profonde

(da P. Forti 2009, *Speleologia e ricerca scientifica*, modificato)

Tra queste, certamente la ricerca estensiva di nuove fonti di approvvigionamento idropotabile e l’approfondimento delle dinamiche di vulnerabilità di quelle già utilizzate rivestono certamente un primario significato sociale.

Gli speleologi collaborano da decenni con Enti di ricerca e con quelle

Amministrazioni pubbliche impegnate nello studio dei fenomeni che interessano il sottosuolo carsico e la sua complessa idrologia. Le scoperte speleologiche consentono infatti di conoscere e documentare le caratteristiche della zona vadosa dove la percolazione ed il ruscellamento avvengono a pelo libero, mentre le esplorazioni speleosubacquee si stanno spingendo in luoghi sempre più remoti della zona freatica perennemente sommersa.

Sebbene ancora incomplete, queste conoscenze risultano fondamentali per conoscere l'estensione e l'idrodinamica dei sistemi carsici. Le indagini dirette e quelle effettuate mediante l'uso di sostanze traccianti, rilevabili anche in concentrazioni infinitesimali, permettono attualmente di accertare il percorso delle acque sotterranee, di misurare la velocità e le variazioni di portata e di ipotizzare la struttura complessiva, e quindi la vulnerabilità, dei sistemi carsici sinora analizzati. Inoltre, le più recenti ricerche speleologiche stanno permettendo di individuare con precisione la quota delle superfici freatiche, sotto le quali ogni cavità è allagata, di monitorare la qualità delle acque e di identificare eventuali fonti di inquinamento.

A questa, che è la consueta attività delle associazioni speleologiche, si affiancano analisi specifiche – spesso in collaborazione con le Università e gli Enti Parco – riguardanti progetti mirati o aspetti particolari del carsismo: è il caso del recente Progetto Trias, svolto per il Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano. Le ricerche ed i monitoraggi svolti in tale ambito hanno permesso, tra l'altro, di definire i meccanismi di risalita diapirica di masse di sale disciolte dalle sorgenti carsiche più copiose dell'Appennino settentrionale, e di scoprire 7 nuove specie per la Scienza, tutte appartenenti alla fauna interstiziale degli acquiferi dell'area studiata. Un contributo inaspettato, ma assai importante, al 2010, Anno Internazionale della Biodiversità.

Il Catasto Nazionale delle Grotte d'Italia, dove attualmente sono catalogate oltre 34.500 grotte, è lo strumento fondamentale per ogni intervento riguardante il sottosuolo e, come riconosciuto da più di un intervento legislativo di livello regionale, per l'intera programmazione territoriale.

A questo scopo SSI ha da poco avviato il progetto WISH (Web Information System Hyperlink), con l'obiettivo di rendere fruibile e consultabile attraverso la rete informatica il Catasto Nazionale delle Grotte d'Italia. Tramite un portale di navigazione creato su piattaforma GIS è agevole la consultazione dei dati a livello nazionale, quali la ricerca di informazioni generali e statistiche riassuntive dei dati nazio-

nali e delle singole regioni.

I dati di interrogazione, forniti in formato tabellare, potranno infine essere ulteriormente approfonditi tramite un apposito link di accesso ai webGIS curati dai catasti regionali, ove presenti, con le caratteristiche, il dettaglio cartografico e le informazioni con cui essi sono realizzati.

Anche lo studio dell'idraulica antica presenta un grande interesse per gli speleologi, in quanto buone parte di tali opere sono di predominante sviluppo sotterraneo. Gli antichi acquedotti (il cui tracciato, peraltro, è quasi sempre ripreso da strutture moderne) e le opere di controllo dei bacini endoreici dell'Italia centrale rappresentano non solo imprese di grande interesse ingegneristico e storico, ma anche esempi di un utilizzo attento ed equilibrato delle risorse idriche sotterranee. Lo studio e la catalogazione di tali opere, in corso dal 2003 ad opera della Commissione cavità artificiali della SSI ed in continuo aggiornamento, è un ulteriore, importante strumento per la conoscenza del territorio e l'utilizzo delle acque.

La SSI è anche promotrice di una notevole produzione editoriale specializzata dove alle opere marcatamente scientifiche si affiancano quelle con finalità divulgative o didattiche, nell'intento di ampliare la conoscenza dell'affascinante mondo sotterraneo.

La tutela della qualità delle acque sotterranee è anche necessaria per conservare l'integrità delle delicate comunità animali che ospitano.

I più diffusi metodi di valutazione della qualità biologica delle acque sono basati proprio sullo studio dei macroinvertebrati bentonici, organismi che, essendo assai sensibili al tasso di inquinamento, sono in grado di registrare le variazioni di qualità delle acque con notevole precisione. Lo studio dei bioindicatori, quindi, risulta essenziale laddove le analisi chimiche non forniscono risultati adeguati nel tempo, cioè nel caso di inquinamenti intermittenti o episodici. Per questo motivo l'analisi dei bioindicatori presenti nelle acque sotterranee è un metodo sempre più utilizzato per definire lo stato di vulnerabilità degli acquiferi carsici.

Fra i diversi programmi di studio che riguardano le acque sotterranee va ricordato il progetto di ricerca europeo PASCALIS (Protocols for the Assessment and Conservation of Aquatic Life in the Subsurface), a cui partecipano Italia, Francia, Belgio e Slovenia. L'iniziativa è in-



Fauna Stigobia. Illustrazione di Fabio Stoch

centrata su due motivazioni principali:

- le acque sotterranee (carsiche in particolare) ospitano rappresentanti di tutti i maggiori gruppi tassonomici, con un alto livello di endemismo, e pertanto una notevole probabilità di estinzione di specie o di interi generi in seguito all'inquinamento;

- gli organismi delle acque sotterranee (stigobi) contribuiscono all'autodepurazione delle acque e sono ottimi indicatori della qualità dell'acqua, essendo molto sensibili all'inquinamento chimico ed organico.

Per quanto riguarda l'Italia è stata individuata nei Monti Lessini, in Veneto, un'area ottimale di studio in relazione agli obiettivi del progetto, che sono:

- mappare la biodiversità sotterranea e la distribuzione delle specie endemiche
- stabilire un protocollo operativo per la valutazione della biodiversità delle acque sotterranee individuare i bioindicatori
- sensibilizzare l'opinione pubblica europea sul problema della tutela delle acque sotterranee.

OBIETTIVI E STRATEGIE PER UNA TUTELA INTEGRATA

Per un paese in cui oltre un quarto del territorio montuoso è carsificato ed oltre il 40% delle risorse idriche ad uso potabile proviene da acquiferi carsici, la consapevolezza sociale, e quindi anche il quadro normativo di tutela, risulta, malauguratamente, ancora inadeguato.

Per ovviare a tale insufficienza occorre promuovere un complesso di iniziative a larga scala, al fine di:

- sostenere e sollecitare l'approvazione di linee-guida nazionali che identifichino i territori carsici - e i bacini idrogeologici delle sorgenti carsiche - definendoli quali ambienti naturali da salvaguardare con particolare attenzione e cura;
- prevenire le conseguenze di impatti negativi derivanti da inadeguati o insufficienti studi preventivi ad opere pubbliche e private;
- rimuovere, ove presenti, le cause di degrado ed inquinamento che gravano sulla qualità degli acquiferi carsici;
- sensibilizzare l'opinione pubblica sull'importanza ambientale delle aree carsiche, attraverso azioni di divulgazione e progetti didattici a vario livello.

L'acqua che si raccoglie nel territorio carsico nazionale rappresenta una imperdibile risorsa naturale collettiva che non è confinata né dall'orografia superficiale né da confini amministrativi. Questa risorsa si svela solo dove complessi fenomeni geologici lo consentono, fenomeni che, a volte, devono essere ancora compresi e studiati.

La Speleologia è un formidabile mezzo per esplorare, studiare e documentare la geografia e la delicatezza delle nostre fonti di approvvigionamento potabile: "l'acqua che berremo", quanta e di che qualità, dipende da quanto saremo realmente capaci di proteggerla. È per questo che gli Speleologi vogliono contribuire alla protezione di questi meravigliosi paesaggi a tre dimensioni, insieme a ciò che conservano, attraverso la ricerca, l'esplorazione, lo studio e la documentazione; e "illuminano il buio" per proteggerli.



*Fig. 1, Tipico esempio di valle secca negli alti Lessini.
Foto Ugo Sauro*

L'ACQUA NEI LESSINI CENTRO-OCCIDENTALI UN AMBIENTE MORFOLOGICO TECTO- E FLUVIO-CARSICO

Ugo Sauro

Accademia della Lessinia

I Lessini centro-occidentali, compresi tra il solco della Val d'Adige e la Valle d'Illasi, sono un singolare altopiano: una sorta di tavolato inclinato verso sud con la forma planimetrica di un ventaglio, che presenta un rilievo articolato in larghe dorsali separate da profonde valli, dirette verso l'alta pianura, dove le ultime si allargano assumendo l'aspetto di ampie insenature.

La superficie dell'altopiano è di circa 600 km², mentre l'altezza varia tra le poche decine di metri s.l.m. dell'alta pianura e i 1865 m s.l.m. del Monte Trappolino.

Dal punto di vista geologico, il gruppo montuoso è formato prevalentemente da formazioni carbonatiche di età compresa tra il Trias superiore e il Cretaceo, con stati a giacitura sub-orizzontale o debolmente inclinata verso SO.

Dal punto di vista geomorfologico, questi monti sono caratterizzati da una rete idrografica apparentemente evoluta ma generalmente priva di corsi d'acqua superficiali, consistente sia in canyon fluvio-carsici impostati lungo sistemi di fratture e faglie, sia in reticoli di valli secche; questi ultimi dissecano le dorsali e risultano sospesi rispetto al fondo dei canyon sopracitati di cui sono tributari (Fig. 1).

Relativamente scarse sono le doline, per lo più localizzate sia prossimità della transizione stratigrafica o tettonica tra le formazioni del Giurassico medio e superiore (Calcari di San Vigilio e Rosso Ammonitico) e la Maiolica del Cretaceo inferiore e medio.

Solo alcuni settori sono ricchi di acque superficiali, in particolare quelli dove non sono ancora state erose le rocce delle formazioni di età cretacea superiore e eocenica e/o esistono corpi intrusivi o effusioni laviche riferibili al vulcanesimo paleogenico. Tra questi settori ricordiamo la Lessinia occidentale e l'alta Valle di Fumane, dove sono presenti forre incassate nella formazione della Scaglia Rossa o nei calcari dell'Eocene (dove si trova il "parco delle cascate" di Molina, una riserva naturale ad indirizzo didattico del Parco della Lessinia), e alcune valli laterali della Valpantena e della Val d'Illasi sul cui fondo scorrono piccoli torrenti, che, tuttavia, nei periodi secchi tendono a prosciugarsi.

Numerose sono le cavità sotterranee, in prevalenza a sviluppo verticale, consistenti per lo più in pozzi e pozzetti impostati in corrispondenza di fessure e faglie.

Caratteristico e ben sviluppato è l'epicarso che ospita al suo interno riempimenti formati da sedimenti eluviali e colluviali di suolo, ricchi in frammenti di selce.

Un complesso serbatoio d'acque sotterranee

Dal punto di vista dei caratteri idrogeologici e della geomorfologia ipogea il serbatoio carsico sotterraneo dei Monti Lessini presenta una particolare complessità, legata sia ai caratteri e all'assetto stratigrafico delle formazioni geologiche che costituiscono il rilievo montuoso, sia alle vicende della deformazione tettonica e della carsificazione profonda. Se l'edificio strutturale non fosse stato dislocato da profonde faglie e deformazioni, il processo carsico lo avrebbe intaccato solo in prossimità della superficie, data l'esistenza al suo interno di diversi livelli poco permeabili o impermeabili; esiste invece un reticolo ben sviluppato di cavità interconnesse, tale da permettere alla maggior parte dell'acqua di penetrare in profondità, sino ad alimentare un serbatoio di acque profonde del cui deflusso sono espressione le sorgenti del livello di base.

La strutturazione e carsificazione dell'edificio sedimentario è certamente iniziata sin dalle fasi pre-orogenetiche, durante il periodo Giurassico, quando fenomeni di tettonica estensionale hanno comportato la frammentazione della crosta in blocchi allungati in senso N-S e separati da faglie normali. È possibile che già in questa prima fase si sia innescata, in corrispondenza dei piani delle faglie, una circolazione idrotermale responsabile dell'individuazione di una prima generazione di cavità ipogeniche (cioè, originate a partire dal basso, per la circolazione di acque profonde).

Durante il Paleogene, una fase importante di deformazione e carsificazione ha comportato numerosi e complessi fenomeni di vulcanismo effusivo e intrusivo, sia sottomarino, che subaereo. Durante questa fase si sono avuti all'interno delle masse rocciose estesi fenomeni di circolazione idrotermale con processi di speleogenesi ipogenica e di dolomitizzazione secondaria. Particolarmente significativa deve essere stata la carsificazione nelle rocce carbonatiche, in prossimità dal contatto con le masse magmatiche intrusive.

Parti di grotte esplorabili ancora oggi sono riferibili a quelle antiche fasi, come i Covoli di Velo, dove alcune condotte e gallerie di origine

ipogenica risultano parzialmente riempite da magmi basaltici, o il sistema carsico del Ponte di Veja, dove esistono gallerie piene di antichissimi sedimenti di suolo, del tipo terre gialle e rosse, che documentano una connessione idrologica con sovrastanti superfici ormai emerse dal mare (Rossi & Zorzin, 1989, 1991).

Durante l'emersione una carsificazione di tipo epigenico (legata cioè ai processi meteo-idrologici focalizzati sulla superficie topografica) ha interessato prevalentemente le formazioni affioranti, alimentando nel contempo il serbatoio di acque carsiche profonde e riattivando e ringiovanendo molte delle antiche cavità ipogeniche.

La complessità e la smisurata dimensione temporale della carsificazione sotterranea è evidenziata anche dai numerosi endemismi di invertebrati ipogei presenti nelle grotte della Lessinia, i quali sono il risultato di processi evolutivi avvenuti in intervalli di tempo molto lunghi all'interno di un reticolo di cavità carsiche tra loro interconnesse (ciò, ovviamente, con riferimento alle dimensioni di questi invertebrati e alla circolazione sotterranea dell'acqua) (Latella & Sauro, 2007).

Strutturazione dell'acquifero e impronta geo-ambientale delle acque

L'acquifero carsico attuale è caratterizzato, nella sua zona epicarsica e vadosa, da una notevole variabilità e frammentazione, così come risulta anche dall'esplorazione delle cavità sotterranee. La maggior parte dell'acqua di deflusso trova delle vie di penetrazione profonda e va ad alimentare sorgenti del livello di base o acquiferi all'interno dei depositi alluvionali marginali al gruppo montuoso, come i riempimenti clastici della Valle dell'Adige, della bassa Valpantena e Valle di Illasi, dell'alta pianura.

In numerose formazioni esistono acquiferi sospesi: I) quelli all'interno dei calcari eocenici e della Scaglia Rossa, che sono delimitati in basso dai livelli impermeabili delle Marne a Fucoidi (formazione soprastante alla Maiolica) e che alimentano numerose sorgenti sui versanti di cui esistono esempi tipici nella Lessinia occidentale; II) gli acquiferi sospesi nella fitta rete di discontinuità della Maiolica (in passato nota come Biancone), i quali perdono acqua prevalentemente verso il basso in prossimità del contatto stratigrafico e topografico con il sottostante Rosso Ammonitico, dove l'acqua viene convogliata verso le principali fratture, spesso in corrispondenza di ampie cavità carsiche (nella Maiolica si trova tuttavia qualche sorgente anche sui versanti, favorita dalla presenza di livelli argillosi); III) acquiferi sospesi nelle formazioni del Gruppo dei Calcari Grigi, i quali sono legati alla presenza di livelli

argillosi, talora ricchi di sostanza organica, e alimentano qualche piccola sorgente sui versanti (Fig. 2).

Oltre alle sorgenti fortemente influenzate dai caratteri litologici e dalle sequenze stratigrafiche ne esistono altre, che possono essere riferite a diverse situazioni morfostrutturali. Tra queste meritano un cenno i seguenti tipi:

a) sorgenti alimentate da acquiferi presenti nell'ambito di strutture tettoniche particolari, come nuclei di pieghe sinclinali (ne è un esempio la sorgente dei Fontani a NE di Velo Veronese);

b) sorgenti alimentate da acquiferi situati nell'ambito di rocce magmatiche fratturate e, in particolare, di camini vulcanici di esplosione (diatremi), le quali favoriscono una carsificazione di contatto litologico nell'ambito dei calcari incassanti (ne sono esempio le sorgenti delle conche dei Parpari, ormai asciutte in seguito alla trivellazione di pozzi all'interno del diatrema; le sorgenti di Laorno; le sorgenti di Scol; le sorgenti di Arnezzo);



*Fig. 2, Piccola sorgente su un versante del Vajo di Squaranto.
Foto Ugo Sauro*

c) sorgenti alimentate da acquiferi rappresentati da masse rocciose intensamente fratturate in seguito ad eventi di strutturazione tettonica recente o in corso (ne sono esempi quelle di Valdelera e di Scandole, situate nell'ambito di una scaglia tettonica attiva, a NO di Bosco Chiesanuova);

d) sorgenti alimentate da acquiferi ospitati all'interno di corpi di frana anche di considerevoli dimensioni (come quelle Fittanze che si trovano nell'ambito di un grande corpo di frana attivato a più riprese da eventi sismotettonici);

e) sorgenti del livello di base e sorgenti geologiche all'interno di riempimenti alluvionali alimentate dall'acquifero carsico di fondo ospitato nella zona satura.

Tra queste ultime degno di nota è il gruppo di sorgenti di Montorio situato nel Basso Vajo di Squaranto a NE di Verona. Qui l'acqua scaturisce dai depositi alluvionali dell'alta pianura formando dei laghetti che possono far pensare a delle "risorgive". In realtà si tratta di sorgenti carsiche mascherate da una sottile copertura di alluvioni attraverso cui l'acqua riesce ad affiorare grazie alla sua pressione. Il deflusso esterno complessivo è stato stimato tra un minimo di circa 1 m³/sec e un massimo di circa 12 m³/sec, per una media di oltre 4 m³/sec (Sorbin, 1994); ma certamente una parte considerevole del deflusso finisce con l'alimentare l'acquifero freatico nelle alluvioni. In occasione di periodi siccitosi le sorgenti a monte sono le prime a seccarsi. In epoca romana, queste sorgenti furono utilizzate per alimentare l'acquedotto di Verona (Fig. 3).

Dal punto di vista dell'impronta chimica delle acque di queste diverse sorgenti possono essere rilevati alcuni caratteri comuni accanto ad



Fig. 3 - Una delle quattro sorgenti di Montorio, il Fontanon quella che si trova più a valle. Foto Ugo Sauro

altri più specifici.

Le acque sono per la maggior parte oligominerali, presentando un residuo fisso a 180 °C inferiore a 250 mg/l; il principale composto chimico in soluzione ionica è il carbonato di calcio; il magnesio è più abbondante nelle sorgenti alimentate dagli acquiferi nella Dolomia Principale o nei magmi basaltici. La mineralizzazione è grossomodo proporzionale alla quota delle sorgenti (Borsato et al. 2007). Ma le sorgenti del livello di base, essendo alimentate da bacini molto ampi e con estensioni altimetriche considerevoli, presentano una mineralizzazione proporzionale alla quota mediana del bacino di alimentazione, e quindi si discostano considerevolmente dalla retta di regressione delle sorgenti minori (per le sorgenti di Montorio la quota mediana può essere stimata a circa 800 m s.l.m.) (Fig. 4).

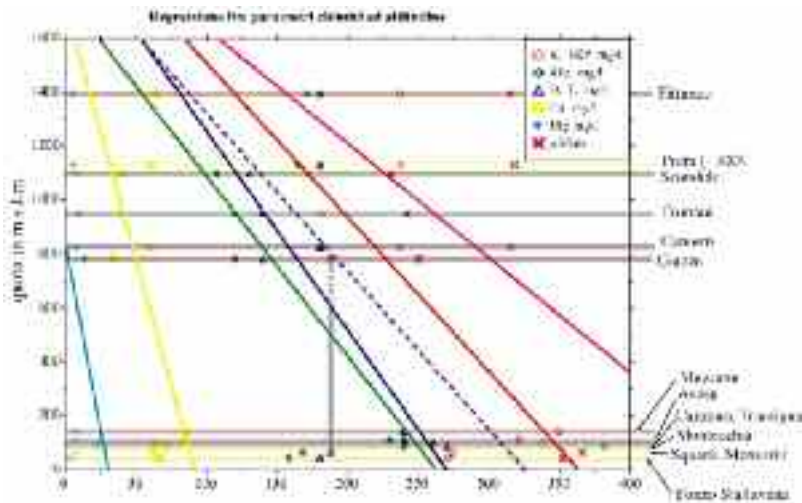


Fig. 4 - Interrelazioni tra le variabili chimiche delle acque delle sorgenti indicate nel riquadro e la quota media sul livello del mare delle stesse sorgenti. Risulta evidente come i valori relativi alle sorgenti del livello di base siano notevolmente fuori delle rette di regressione. Ad esempio il valore della durezza totale (D.T.) della sorgente Squarà di Montorio, se riportato verticalmente sulla rispettiva retta di regressione farebbe attribuire alle acque un bacino ad una quota mediana di 600 m s.l.m. Se si considera, tuttavia, la retta di regressione che esclude le sorgenti del livello di base (linea blu tratteggiata), la quota mediana cade a circa 800 m s.l.m.

L'acqua come risorsa

A partire dalla protostoria la localizzazione degli insediamenti in Lessinia è stata fortemente influenzata dalla distribuzione delle sorgenti. Così nella Lessinia occidentale, l'abbondanza della risorsa acqua ha favorito il sorgere di numerosi villaggi protostorici di tipo castelliere, realizzati con le pietre della Scaglia Rossa, particolarmente facile da cavare sia in blocchi parallelepipedi regolari, sia in laste (Sauro, 2010). Nella zona montana della Lessinia centrale, documenti medioevali attestano la presenza di pochi insediamenti permanenti o stagionali situati nelle "nicchie" ambientali dove si trovano sorgenti, sia pure di modesta portata.

In seguito alla colonizzazione dei cosiddetti "cimbrì", che ha comportato in un primo momento lo sviluppo di un sistema di masi sparsi e quindi di nuclei di più abitazioni, detti contrade, è stato via via perfezionato un metodo di raccolta e immagazzinamento dell'acqua piovana che cade sui tetti delle abitazioni, convogliandola in cisterne cilindriche interrate, dette "pozzi", impermeabilizzate con sedimenti di suolo argillosi, detti localmente "terra tonega" (nel senso di "terra" che tiene l'acqua). A partire dal XVI secolo la realizzazione di tetti con grandi laste di pietra, ideali per la raccolta dell'acqua, ha favorito un'ampia diffusione di questo metodo, il quale ha parzialmente affrancato le scelte insediative nei confronti delle poche fonti idriche naturali. Le necessità del bestiame allevato sono state invece soddisfatte realizzando delle conche chiuse impermeabilizzate, dette "pozze", le quali raccolgono le acque piovane di deflusso superficiale (Sauro, 2010).

Lo sviluppo del turismo estivo, a partire dalla seconda metà dell' 'Ottocento, ha messo sempre più in evidenza l'inadeguatezza di questo sistema di raccolta dell'acqua e ha stimolato la realizzazione dei primi acquedotti. Fra questi l'acquedotto di Bosco Chiesanuova, che nel 1913 captò l'acqua della sorgente di Valdelera convogliandola, per caduta, lungo una condotta lunga 8 km sino al capoluogo. Tuttavia ben presto si evidenziò la scarsità dell'acqua disponibile, dato che la piena della sorgente segue il disgelo della neve, mentre la magra è estiva, quando i fabbisogni idrici aumentano considerevolmente. Si provvide quindi a costruire un grande serbatoio di raccolta e immagazzinamento. Intorno al 1950 si concretizzò il progetto della captazione e del sollevamento delle acque della sorgente dei Fontani a NE di Velo Veronese, per alimentare sia l'acquedotto di Bosco che quello di Velo. Prese così l'avvio la realizzazione di acquedotti con sistemi di pompaggio in grado di sollevare le acque e di farle giungere per "caduta" anche a grandi distanze. Nel 1954 sorse il Consorzio per l'acquedotto della Lessinia

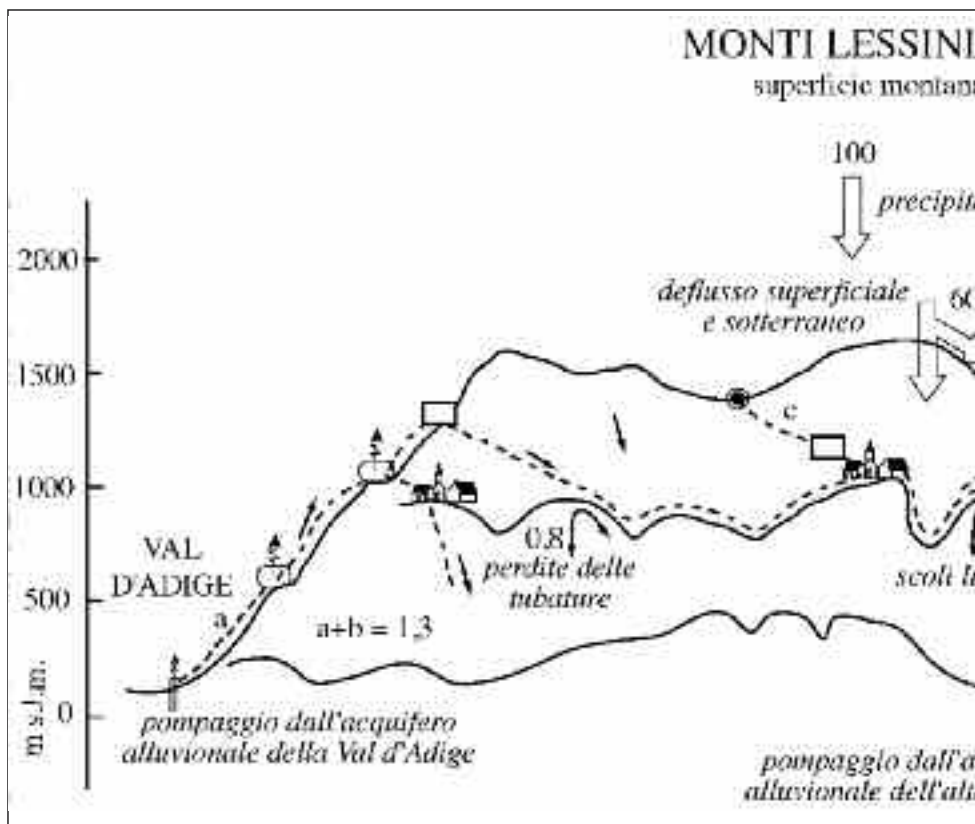
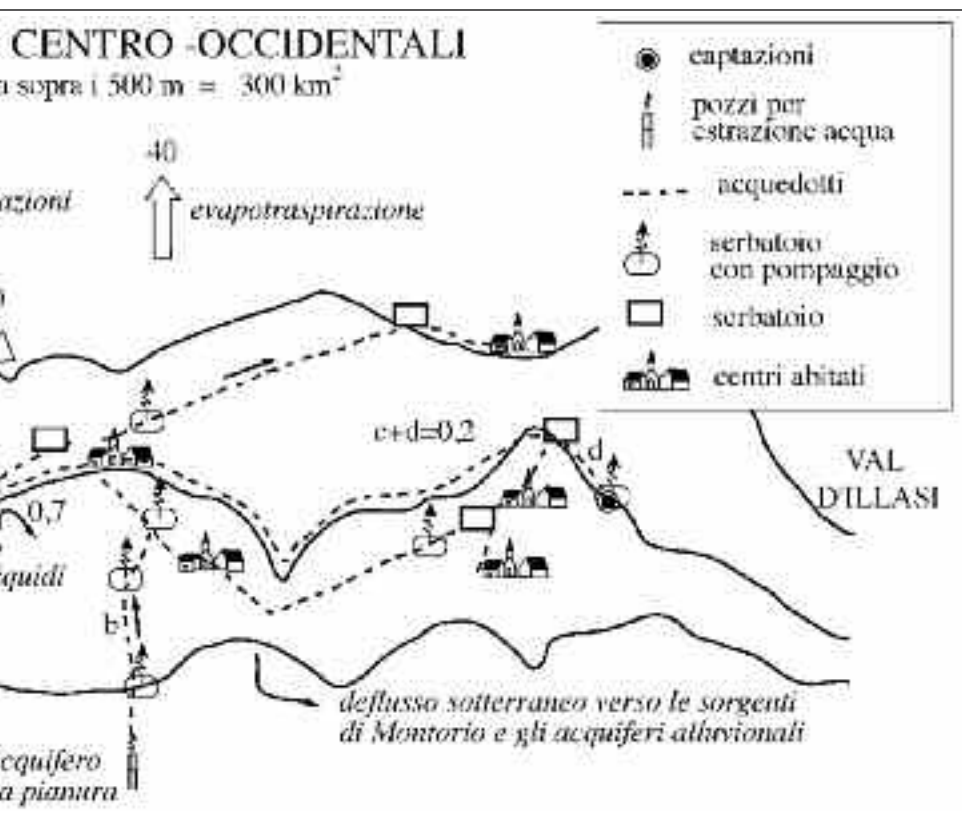


Fig. 5 - Modello del bilancio idrologico dei Monti Lessini centro-occidentali con stima delle quantità di acqua allogena introdotta dall'uomo nel sistema e per la maggior parte poi liberata nel sistema carsico sotto forma di scoli liquidi.

che nell'arco di pochi anni realizzò sistemi di sollevamento e distribuzione delle acque di falda alluvionale della Valle dell'Adige e quindi dell'alta pianura ad est di Verona. Vennero quindi immesse in Lessinia grandi quantità di acque alloctone, grazie a sistemi acquedottistici che a quei tempi furono considerati tra i più arditi d'Europa (Armani, 2010; Sauro 2010).

Secondo una stima, l'acqua alloctona immessa artificialmente nel sistema (Sauro, 1993) superò, intorno alla fine degli anni '80, l'1,3% del totale degli afflussi, calcolati sulla base delle precipitazioni (Fig. 5). Tale acqua fu e viene in gran parte liberata nell'ambiente in forma di scoli liquidi, senza essere soggetta a trattamenti di purificazione. Se si



considera che, dopo la Seconda Guerra, si è avuta in Lessinia, anche grazie allo sviluppo dell'industria dei mangimi, un'impressionante crescita degli allevamenti industriali di bovini, dei suini ed avicoli, con produzione di liquami corrispondenti a quelli di una città dell'ordine dei 200-300 mila abitanti, si comprendono le dimensioni dell'impatto di questi fenomeni sull'ambiente carsico ipogeo. Nell'ambito delle sorgenti di Montorio si è assistito ad un aumento del contenuto di nitrati delle acque; nitrati che sono circa raddoppiati tra la fine degli anni '70 e i primi anni '90 (tra circa 5 a 10 mg/l), continuando poi ad aumentare. Allo stato attuale le acque delle sorgenti del livello di base non sono utilizzate per scopi idropotabili, né d'altro canto potrebbero esserlo

dato il grado di inquinamento. È, tuttavia, opportuno fare presente come queste acque presentino un minor contenuto di composti organici di sintesi, come le atrazine, i quali continuano a crescere negli acquiferi della pianura. In prospettiva, quindi, queste acque potrebbero diventare preziose, alla condizione che si riesca a raccogliere tutte le deiezioni liquide dei sistemi urbani e industriali della Lessinia, trattandole in modo opportuno e allontanandole dal bacino di alimentazione. A questo proposito qualcosa si è iniziato a fare, come la costruzione di alcuni sistemi di fognatura urbani e il trasporto nelle discariche della pianura dei rifiuti solidi della maggior parte dei comuni montani, ma resta ancora molto da realizzare. In ogni caso, anche se in futuro si riuscirà a gestire in modo corretto tutte le deiezioni liquide e solide, saranno necessari tempi molto lunghi, dell'ordine delle decine di anni, per favorire un'autodepurazione dell'acquifero carsico.

Pertanto, nell'arco degli ultimi decenni è stata compromessa la qualità di una risorsa preziosa, elemento fondamentale di un ambiente il quale è frutto di un'evoluzione durata molti milioni di anni. Anche se il deterioramento non è irreversibile, esso perdurerà certamente nel futuro a noi prossimo, e quindi allo stato attuale non siamo in grado di rispondere alla domanda: quali acque berranno i nostri figli?

BIBLIOGRAFIA

Antonelli R., Castellani E., Consolaro S., Peretti A., Sauro U., Sorbini L., Zambano R., Zampieri D., Zorzin R. (1991) - *The springs of Montorio and the Karst aquifer in the central-western Lessini Mountains (Verona, Venetian Pre-Alps)*, Proc. Int. Conference on environmental Changes in Karst, Quad. Dipart. Geografia 13, Univ. Padova ISSN: 1120-9682, 1991, 249-268.

Armani G. (2010) (a cura di) - *L'uomo e il territorio. L'Acqua in Lessinia*, Cassa Rurale Bassa Vallagarina, Ala 2010 vol. 1, 208 pp.

Borsato A., Celi M., Meneghel M. & Sauro U. (2007) - *Aspetti dell'idrologia carsica nelle Prealpi Venete*. In: F. Cucchi, P. Forti & U. Sauro (a cura di) - *L'acqua nelle aree carsiche in Italia*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia. s.2, v. XIX, 41-48

Cucchi F., Forti P. & Sauro U. (2007) - (a cura di) - *L'acqua nelle aree carsiche in Italia*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia. s.2, v. XIX, 103 pp.

Forti P. & Sauro U. (2007) - *L'acqua negli ambienti carsici in Italia*. In: F. Cucchi, P. Forti & U. Sauro (a cura di) - *L'acqua nelle aree carsiche in Italia*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia. s.2, v. XIX, 7-20.

Forti P. & Sauro U. (2008) - *L'acqua negli ambienti carsici*. In: Atlante Tematico delle acque d'Italia (M.G. Grillotti Di Giacomo Ed.). Brigati, Genova, ISBN 9

788887 822540, 81-86.

Latella L. & Sauro U. (2007) - *Aspects of the evolution of an important geoecosystem in the Lessinian Mountain (Venetian Prealps, Italy)*. Time in Karst, Postojna 2007, Acta Carsologica 36/1, 69-75.

Meneghel M., Sauro U., Baciga M. L., Fileccia A., Frigo G., Toniello V. & Zampieri D. (1986) - *Sorgenti carsiche ed erosione chimica nelle Prealpi Venete*. Studi Trentini di Scienze Nat., 62, A.G. 145-172.

Mietto P. & Sauro U. (2000) - *Le Grotte del Veneto: paesaggi carsici e grotte del Veneto*. Regione del Veneto - La Grafica Editrice (Vago di Lavagno, Verona), seconda edizione, 480 pp., 2000.

Peretti A. & Sauro U. (1994) - *Caratteri idrochimici delle acque della Lessinia in relazione ai parametri ambientali*. In "AA. VV. (1994) - Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi." Mem. Museo St. Nat. Verona, s.2/4, 40-44.

Rossi G. & Zorzin R. (1989) *Fenomeni paleocarsici nei Monti Lessini Centrali Veronesi*. La Lessinia ieri oggi domani: quaderno culturale 1989, 47-54.

Rossi G. & Zorzin R. (1991) *Nuovi dati sui fenomeni paleocarsici dei Covoli di Velo (M.ti Lessini Verona)*. Atti XVI Congr. Naz. di Speleologia, Udine, 169-174.

Sauro U. (1993) - *Human impact on the karst of the Venetian Fore-Alps (Southern Alps, Northern Italy)*, Environmental Geology 21/3, 115-121.

Sauro U. (1994) - *Aspetti dell'idrologia carsica. Aspetti dell'impatto umano in Lessinia*. In "AA. VV. (1994) - Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi." Mem. Museo St. Nat. Verona, s.2/4, 34-35, 44-46; allegata una carta tematica.

Sauro U. (1999) - *Geoeosistemi carsici, risorsa acqua e impatto umano: esempi in aree carsiche del Veneto*. Convegno Nazionale sull'inquinamento delle grotte e degli acquiferi carsici e possibili ricadute sulla collettività - 1998. C.A.I. - Gruppo Speleologico Padovano, 41-60.

Sauro U. (1999) - *Towards a preliminary model of a Karst Geo-Ecosystem: the example of the Venetian Fore-Alps*. Karst 99, Etudes de géographie physique, suppl. n°. 28, cagpep, Université de Provence, 165-170.

Sauro U. (2008) - *Alcuni flash sul carsismo dei Lessini*. La Lessinia ieri oggi domani - 2008, 39-46.

Sauro U. (2010) - *Lessinia - Montagna teatro e montagna laboratorio*. Cierre Ed., 276 pp.

Sorbin L. (a cura di) (1994) - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Museo St. Nat. Verona, s.2/4, 1993, 150 pp., 5 carte.



Pissatella, fiume sotterraneo, foto Sandro Sedran Commissione Fotografica F.S.V.

L'AREA CARSICA DEL FAEDO-CASARON

Paolo Mietto

Club Speleologico Proteo Vicenza e
Catasto delle Grotte e delle aree carsiche del Veneto

La dorsale che separa la media Valle dell'Agno a sud dalla bassa Val Leogra a nord costituisce l'unità morfocarsica ML14 che è senza dubbio una delle più importanti del sistema montuoso dei Monti Lessini e, in particolare, dei Lessini orientali o vicentini (cf. Mietto & Sauro, 1989a). Questa grande unità morfocarsica, nella quale affiorano rocce sedimentarie e vulcaniche che coprono un intervallo cronologico che va dal Cretaceo inferiore al Miocene, ospita un gran numero di cavità - più di 250 - alcune con dislivelli oltre i 200 metri e sviluppi, in alcuni casi, ben superiori al chilometro. Il settore più orientale della dorsale è caratterizzato dall'affioramento di un complesso di calcareniti biogeniche, potente attorno ai 200 m, che costituisce le cosiddette Calcareniti di Castelgomberto, di età oligocenica inferiore. Questo complesso carbonatico poggia, in almeno apparente continuità di sedimentazione, su una unità stratigrafica marnoso-carbonatica di età eocenica superiore (Priaboniano), nota come Formazione di Priabona. Questa situazione stratigrafica, tuttavia, si realizza solamente nella parte orientale dell'area, perché le Calcareniti di Castelgomberto poggiano altrove su una superficie erosiva, che insiste su basalti di colata, essenzialmente di ambiente subaereo, effusi nel tardo Eocene medio (Bartonian). Di fatto quindi il complesso carbonatico di cui parliamo poggia su un substrato impermeabile (basalti) o su unità poco permeabili (Formazione di Priabona) (Mietto, 1992, 2001). Questa situazione stratigrafica è fondamentale dal punto di vista idrogeologico e per l'evoluzione dei sistemi carsici; non a caso quest'area ospita la più grande grotta d'Italia fornita di un solo ingresso, cioè il Buso della Rana. La presenza di questa compatta placca carbonatica ha condizionato l'evoluzione geomorfologica dell'area che ora si presenta come un vasto altopiano a doline che si sviluppa fra il Monte Faedo a NW, il Monte Stommita ad W, il Monte Casaron ad E e il Monte Verlaldo a sud, comprendendo le conche di Faedo-Milani, dei Maistri e dei Campipiani e la Valle delle Lore. L'altopiano è disseminato di cavità a prevalente sviluppo verticale fra le quali vanno ricordate la Spurga del Viperotto (2473 V Vi), profonda 151 m, il Buso de Checco (1014 V Vi), profondo 135 m e l'Abisso Papanero (6475 m) che arriva a 133 m di profondità. Le numerose cavità verticali, assieme alle moltissime doline, convogliano



La conca di Priabona alle pendici del Monte Casaron, foto Paolo Mietto

le acque meteoriche verso il livello di base, controllato dalla situazione stratigrafica. Lungo il contatto rocce permeabili - rocce impermeabili, infatti, si localizzano molti esutori attivi fra i quali ricordiamo il Buso della Rana, la Grotta della Poscola, l'Inghiottitoio dei Cracchi (Gleria & Zampieri, 1978). L'altopiano ha una forma grossolanamente rettangolare con asse maggiore orientato NNW-SSE lungo 3 km e larghezza di circa 1,5 km, culminante con il Monte Faedo (780 m). La valle essiccata delle Lore si sviluppa nel settore settentrionale dell'altopiano, con asse generale E-W, ma con un braccio che si origina a W (Monte Stommita). Più a sud si sviluppa l'altopiano a doline caratterizzato da una serie di grandi depressioni, in parte connesse, che costituiscono, partendo da nord, le conche dei Maistri, di Faedo e dei Milani. Un grane terrazzo ribassato ad est costituisce l'area delle Casare, dove si registra la massima concentrazione di cavità dolinari. Ancora più a S-E, infine, si riscontra la vasta area pianeggiante dei Campipiani, ma già oltre il ciglio dell'altopiano.

Il Buso della Rana (40 V Vi) è stato oggetto di esplorazioni speleologiche che dal 1887 non sono mai cessate, ma è soprattutto negli anni '70 del secolo scorso che la grotta mostra la sua complessità e le sue potenzialità

esplorative (cf. Allegranzi e altri, 1960; Mietto & Sauro, 1989b, 2000). Attualmente la cavità ha uno sviluppo di 26617 m coprendo, tra l'ingresso e il punto più alto raggiunto nei vari sistemi ascendenti, un dislivello di 270 m; varie centinaia di metri sono tuttavia ancora in corso di esplorazione e di rilevamento, per cui almeno 27 km di sviluppo sono accertati per il sistema. Si tenga tuttavia presente che nel soprastante altopiano è presente un'altra enorme cavità, il Buso della Pisatela (1707 V Vi), che ha uno sviluppo ufficiale di 7510 m, al quale vanno aggiunti almeno altri 2 km di gallerie, che portano peraltro ad un secondo ingresso posto a quota più alta rispetto al principale. La Pisatela si sviluppa praticamente lungo l'asse della valle essiccata delle Lore, proprio laddove Gleria (1982) aveva preconizzato l'estensione verso ovest del sistema del Buso della Rana. I punti estremi delle due grotte, infatti, sono vicinissimi, quasi a contatto di voce ma, almeno finora, tutti i tentativi di connettere fisicamente le due cavità sono risultati vani, a causa dell'instabilità delle frane che si interpongono fra il punto più profondo della Pisatela (- 80 m) e la fine del Ramo Nero, che è la diramazione del Buso della Rana che si spinge più ad ovest. Non c'è alcun dubbio, infatti, che la Pisatela costituisca il principale sistema assorbente del Buso della Rana; va da sé che l'unione delle due cavità realizzerebbe un sistema ipogeo con almeno tre ingressi e uno sviluppo prossimo ai 40 km.

Il complesso carsico del Buso della Rana inizia con un maestoso ingresso che è situato alla base di una grande parete rocciosa



L'ingresso del Buso della Rana, in piena attività idrica, foto Paolo Mietto

(roan in "cimbro"), dal quale fuoriesce il corso d'acqua che origina il Rio Rana. Come si è detto, i reticoli attivi della grotta si sviluppano al contatto tra i calcari oligocenici (o localmente i calcari marnosi della Formazione di Priabona) e le sottostanti colate vulcaniche basaltiche, che determinano un livello di base locale, sospeso sul fondovalle antistante. Particolarmente interessante è il fatto che, all'interno della grotta, i basalti si presentano talora sotto escavati meccanicamente dal corso d'acqua ipogeo (Zampieri, 1980).

Il tavolato calcareo che forma l'altopiano del Faedo-Casaron è dislocato da un fascio di faglie ad orientazione NW-SE (parallelo quindi alla nota faglia Schio-Vicenza, che è l'elemento strutturale fondamentale di tutta quest'area), creando settori progressivamente abbassati verso est. Questa situazione strutturale determina un potenziale carsico di almeno 400 m, cioè il doppio dello spessore stratigrafico dell'unità carbonatica.

Tutte le gallerie interne, che formano un intricato sistema di gallerie poste spesso a livelli diversi e sovrapposti, mostrano di essere condizionate dalle discontinuità di origine tettonica e di essere legate, almeno in parte, ad attività neotettonica (De Zanche e altri, 1978); quest'ultima sembra avere svolto un ruolo fondamentale nella evoluzione e nelle variazioni di deflusso dei reticoli idrografici. Nel settore iniziale della grotta prevalgono i sistemi di gallerie con direzioni NW-SE ed ENE-WSW; nel settore interno meridionale prevalgono, invece, i sistemi E-W, NE-SW e subordinatamente NW-SE; nel settore interno settentrionale tutti i sistemi sono presenti ma con netta prevalenza di quello E-W. Oltre ai reticoli sub-orizzontali, la grotta presenta anche rami ascendenti e numerosi fasci di fusi, che singolarmente possono superare i 100 m di dislivello (cf. Raumer, 1982). I vani ascendenti sono concentrati nel settore più occidentale del sistema e si sono formati direttamente al di sotto delle conche e dei gruppi di doline presenti sulla superficie del soprastante altopiano.

I vari sistemi di gallerie del Buso della Rana sono per lo più attivi costantemente, con deflusso primario verso l'area atriale, cioè verso est, anche se molti rami e la stessa area atriale sono invasi dall'acqua del torrente ipogeo solo durante le piene. Nel ramo principale è tuttavia localizzata una perdita importante che fa defluire almeno parte delle acque di magra verso sud, dove alimenta una serie di sorgenti perenni sub-detritiche (es. Grotta Marchiori 579 V Vi), in genere utilizzate dai locali acquedotti. In base alle relazioni topografiche fra superficie e sistemi ipogei, risulta evidente che il torrente che fuoriesce dal Buso della Rana è l'esutore connesso alle assorbenze di Casare, conca dei Maistri e Val delle Lore, cioè della porzione settentrionale dell'altopiano, anche se, come ricorda Gleria (1982),



"tubo freatico" nei rami inferiori della Grotta della Poscola, foto Paolo Mietto

una separazione netta fra i vari sistemi non è così assoluta.

La parte centrale dell'altopiano, invece, cioè le conche di Faedo e dei Milani, sembrano infatti in relazione con il secondo grande esutore del Faedo-Casaron (Gleria, 1982), cioè la Grotta della Poscola (136 V Vi). Questa si apre all'interno della Formazione di Priabona, alla testata della omonima valle, circa 2 km a SE del Buso della Rana. Il torrente ipogeo sgorga da un ampio portale, alimentato da reticoli di gallerie che si sono sviluppate in condizioni sature (tubi freatici) e che, solo in favorevoli condizioni meteorologiche, risultano caratterizzate da circolazione vadosa, anche se in presenza di numerosi sifoni. La Grotta della Poscola - sistema apparentemente isolato da quello del Buso della Rana - ha uno sviluppo di 1212 m, ed è caratterizzata da perdite legate alla presenza di reticoli giovanili, che alimentano piccole sorgenti poste a quote più basse lungo il versante che sale al Passo di Priabona.

La vasta area pianeggiante meridionale dei Campipiani, che si sviluppa ad est del ciglio meridionale dell'altopiano, sembra invece costituire l'area di assorbimento di un terzo importante esutore, il cosiddetto Inghiottitoio dei Crachi (634 V Vi), di cui è in corso l'esplorazione. Si tratta di una sorgente di tipo vaclusiano, caratterizzata, in periodi di magra, da un complesso sistema di gallerie a circolazione vadosa intervallate da brevi tratti sifonanti. Le esplorazioni in corso, che necessitano di mantenere svuotato

con pompe idrauliche il sifone iniziale, hanno finora permesso di percorrere varie centinaia di metri di gallerie, anche di notevoli dimensioni e talora riccamente concrezionate.

Bibliografia essenziale

Allegranzi A., Bartolomei G., Broglio A., Pasa A., Rigobello A. & Ruffo S., 1960 - *Il Buso della Rana (40 V Vi)*. Rass. Speleol. It., 12/3: 99-164.

De Zanche V., Mietto P. & Sedeà R., 1978 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 36 (Schio) e 49 (Verona)*. Contr. realizz. Carta Neotett. Italia, P.F. Geodinamica, 155: 181-188.

Gleria E., 1982 - *Il carso del Faedo-Casaron*. Speleologia, 8: 15-19.

Gleria E. & Zampieri D., 1978 - *Contributo alla conoscenza del carsismo dell'altopiano Faedo-Casaron in relazione ai sistemi ipogei del Rio Rana e del torrente Poscola*. Studi Trent.Sc. Nat., 55: 83-102.

Mietto P., 1992 - *Monte di Malo Aspetti Geologici*. 109 pp., Tip. Op. Menin, Schio.

Mietto P., 2001 - *The Priabonian in the type locality (Vicentinian Prealps, NE Italy)*. In: Bassi B. (ed.) - 5th Meeting of the IUGS-UNESCO IGCP 393. Field Trip Guidebook. Shallow water benthic communities at the Middle-Upper Eocene boundary. Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia, Hungary. Field Trip Guidebook. Ann. Univ. Ferrara, Sci. Terra, suppl. v. 8 (2000): 66-75.

Mietto P. & Sauro U., 1989a - *Aree carsiche Italiane: progetto per un Catasto*. Atti XIV Congr. Naz. Speleol., 145-160, Castellana Grotte.

Mietto P. & Sauro U., 1989b (a cura di) - *Grotte del Veneto. Paesaggi carsici e grotte del Veneto*. Regione Veneto & La Grafica eds, 416 pp., Vago di Lavagno (Vr).

Mietto P. & Sauro U., 2000 (a cura di) - *Grotte del Veneto. Paesaggi carsici e grotte del Veneto*. 2° edizione, Regione Veneto & La Grafica eds, 480 pp., Vago di Lavagno (Vr).

Raumer C., 1982 - *Buso della Rana: il Ramo Giacomelli*. Stalattite, 13 (1980-1982): 38-40.

Zampieri D., 1980 - *Morfologia di condotte freatiche relative a particolari condizioni litostratigrafiche del Vicentino*. Atti I° Congr. Triveneto Speleol., Treviso: 87-90.



*Spurga di Peri, cascata prima del sifone,
foto Sandro Sedran Commissione Fotografica F.S.V.*



*Cascata, sorgente di troppo pieno in Val di Fiemme,
foto Antonio Danieli, Commissione Fotografica F.S.V.*

GLI ACQUIFERI DELLA VAL DEL BRENTA

Monica Celi

Museo di Speleologia e Carsismo, Olerio

Introduzione

Tra le riserve d'acqua dolce gli acquiferi sotterranei, e gli acquiferi carsici in particolare, sono i più importanti per qualità e quantità d'acqua (Sauro, 1999). Essi alimentano sorgenti che forniscono alle comunità del nostro paese un'importante percentuale d'acqua destinata a uso umano, agricolo e industriale, percentuale destinata a crescere esponenzialmente nei prossimi anni. Si tratta infatti spesso di sorgenti perenni con un flusso di base costante; se accuratamente gestite, monitorate e tutelate possono offrire acque di buona qualità chimica per le loro caratteristiche di acque minerali.

Le risorse idriche sono soggette a tre processi di depauperamento, che influiscono pesantemente sulla loro qualità e quindi sulla loro rinnovabilità: la siccità, il sovra sfruttamento e l'inquinamento. In particolare le varie forme di impatto antropico sono le più importanti cause di deterioramento della qualità delle acque e i tempi di recupero in termini qualitativi degli acquiferi sono variabili in rapporto al tipo di impatto e alle caratteristiche dell'acquifero stesso (Gams et alii, 1993). Nella parte terminale della Valsugana percorsa dal fiume Brenta, che da Trento si estende sino a Bassano del Grappa, si trovano importanti sorgenti carsiche, tra le più grandi in Europa, una risorsa idrica di straordinaria importanza, capace di sostenere se correttamente gestito il bisogno idrico dell'intera popolazione del Veneto. Questo ultimo tratto della Valsugana interessato dalla presenza di queste importanti sorgenti è chiamato Canal del Brenta e si insinua tra l'Altopiano di Asiago, o Altopiano dei Sette Comuni, e il Massiccio del Monte Grappa. Entrambi i rilievi montuosi appartengono alla fascia Prealpina Veneta costituita prevalentemente da rocce calcaree e dolomitiche e interessate quindi dal fenomeno carsico (Mietto e Sauro, 2000).

L'Altopiano dei Sette Comuni e il Massiccio del Monte Grappa

L'Altopiano di Asiago è il più ampio altopiano del Veneto con un'area di 25x28 km, i rilievi sull'altopiano variano tra i 1000 e i 2000 m s.l.m. Il Massiccio del Monte Grappa presenta un rilievo più articolato in un complesso sistema di altopiani e dorsali con la quota massima di

Cima Grappa di 1775 m s.l.m.

Dal punto di vista geologico tra i due sistemi montuosi esiste una continuità interrotta dalla Valle del Brenta. Sono costituiti da rocce sedimentarie marine: dolomie triassiche e calcari giurassici e cretacei (Calcari Grigi, Rosso Ammonitico, Biancone e Scaglia Rossa) (Carraro et alii, 1989), (Zampieri, 1996 e 2009).

Per drenaggio e spessore la successione dei Calcari Grigi e della Dolomia Principale rappresentano gli acquiferi più importanti. Le formazioni tardo giurassiche e cretache quali il Rosso Ammonitico, Biancone e Scaglia Rossa agiscono invece più da aquitarde (ARPAV, Atlante delle sorgenti del Veneto, 2007).

Le precipitazioni medie negli ultimi cinquanta anni nell'Altopiano di Asiago sono di circa 1400 mm/anno su un'area di 610 km², per un afflusso meteorico totale è di 854x10⁶ m³/anno. Nel Massiccio del Monte Grappa le precipitazioni variano molto dal fondovalle a Cima Grappa passando da 1100 mm/anno a 1800 mm/anno, con una media in zona altopiano di circa 1400 mm/anno.

Le sorgenti: Cogol dei Siori, Cogol dei Veci, Elefante Bianco, Fontanazzi di Cismon e Fontanazzi di Solagna



Sorgente di Oliero, foto Antonio Danieli, Commissione Fotografica F.S.V.



Esplorazioni in Oliero, foto Antonio Danieli, Commissione Fotografica F.S.V.

L'insieme delle sorgenti alimentate dall'Altopiano di Asiago fornisce tra i 16 e i 20 metri cubi d'acqua al secondo. Le più conosciute sono le due sorgenti dell'Oliero: Cogol dei Siori e Cogol dei Veci. Situate a circa 200 m di distanza, le loro acque si uniscono poco dopo lo sbocco, per gettarsi dopo un brevissimo percorso di poche centinaia di metri sul fiume Brenta. Hanno una portata media circa 12 m³/s

(Cogol dei Siori ha una portata di 7 m³/s e il Cogol dei Veci ha una portata media di 5 m³/s). La portata varia molto in relazione alla quantità di precipitazioni e alla stagionalità passando da un minimo di 1 m³/s ad un massimo di 77 m³/s. Supponendo un'infiltrazione efficace pari a 1000 mm annui ed una portata media di 10 m³/s il bacino di alimentazione dovrebbe essere esteso di almeno 315 km². L'evento più caratteristico è quello della piena primaverile che segue il disgelo dell'acqua.

Il secondo picco di piena si registra in autunno.

Negli ultimi anni in particolare dal 2003 al 2007 l'andamento ha subito alcune variazioni determinate dall'anomalo andamento stagionale che ha visto fenomeni di piena nei mesi di agosto e gennaio.

Le due sorgenti dell'Oliero, Cogol dei Siori e Cogol dei Veci, presentano all'interno del corpo roccioso un andamento prevalentemente orizzontale raggiungendo profondità massime di circa -80 m (Celi e Sauro, 1996). La punta massima esplorativa è stata realizzata nel 2005 dallo speleosubacqueo Luigi Casati e risulta essere di 2635 m verso l'interno dell'Altopiano, alla profondità media di -50 m. Il Cogol dei Siori è divenuto così il sifone più lungo d'Italia e uno dei più lunghi nel mondo. Nel 2005 lo stesso Casati è riuscito anche a collegare le due sorgenti di Oliero: Cogol dei Siori e Cogol dei Veci, portando lo sviluppo totale del complesso a circa 9000 m.

Nel Cogol dei Veci un gruppo di speleosubacquei inglesi ha esplorato, oltre ad un primo sifone di circa 2000 m, 400 m di grotta emersa, un secondo sifone di importanti dimensioni di 1.090 m, alla profondità massima è di -50 m, e ancora circa 200 m di gallerie asciutte con un diametro di circa 8 m, per poi fermarsi sotto un'enorme pozzo.

Le sorgenti dell'Oliero sono una risorsa importante in quanto parte dell'acqua viene convogliata attraverso un canale artificiale alla Centrale Burgo di Campolongo sul Brenta, e allo stesso tempo una stazione di pompaggio rifornisce l'acquedotto dell'Altopiano dei Sette Comuni che proprio perché carsico non ha una idrografia superficiale e sorgenti in quota sufficienti a garantire il fabbisogno idrico delle popolazioni residenti e dei turisti.

A poca distanza, solo qualche chilometro a Nord delle Grotte di Oliero si apre un'altra importante sorgente carsica alimentata dall'Altopiano di Asiago: la grotta-sorgente dell'Elefante Bianco che forma il laghetto di Ponte Subiolo. La portata media annua è di 3,2 m³/s che nei momenti di piena può arrivare a oltre 25 m³/s.

La grotta dell'Elefante Bianco ha uno sviluppo prevalente in senso

verticale, a tutt'oggi è stata esplorata da Casati sino alla profondità di -186 m, ben 33 m al di sotto del livello del mare.

L'insieme delle sorgenti alimentate dal Massiccio del Monte Grappa fornisce tra i 5 e gli 8 metri cubi d'acqua al secondo. Oltre 26 sono i complessi sorgentizi più importanti del Massiccio, dislocati nell'intero perimetro, per una portata media di circa 6 m³/s. Tra questi hanno portata maggiore i Fontanazzi di Cismon e i Fontanazzi di Solagna che fuoriscono lungo il Canal del Brenta, e la sorgente del Tegorzo, sul lato opposto del Massiccio verso Est, a Schievenin di Quero in provincia di Belluno.

I Fontanazzi Cismon hanno una portata minima 250 l/s e media di 500 l/s. La sorgente è captata e rifornisce numerosi comuni del Canal del Brenta e del bassanese. I Fontanazzi di Solagna sono caratterizzati da un fronte sorgivo che si sviluppa per 200 m, con portate che vanno da un minimo di 1,4 m³/s ad un massimo di 8,6 m³/s, la sorgente principale è stata esplorata da un gruppo di speleosubacquei locali, Gruppo Grotte Giara Modon, per una lunghezza di circa 1700 m, raggiungendo una profondità di -133 m.

Studi e ricerche

Le importanti grotte sorgenti del Canal del Brenta sono da anni oggetto di interessanti ricerche idrologiche e idrogeologiche destinate al monitoraggio della qualità delle acque visto l'utilizzo di alcune come risorse idriche per le popolazioni del territorio, e alla comprensione delle dinamiche degli acquiferi.

Nell'ambito delle ricerche condotte per conoscere le caratteristiche idrologiche dell'Altopiano di Asiago sono stati attivati dei monitoraggi in continuo dei parametri di conducibilità e temperatura della sorgente del Cogol dei Siori attraverso l'installazione di uno strumento data logger Thermos Data in grado di registrare i due parametri ogni ora. Le prime rilevazioni avviate negli anni 1993-1994 (Celi e Sauro, 1995) hanno fornito preziose informazioni confermate da una successiva rilevazione avviata nel 2000-2001 dal Museo Tridentino di Scienze Naturali (Borsato et alii, 2007) anche attraverso il confronto con i dati meteorologici delle stazioni ARPAV. L'analisi dei dati ha evidenziato il diverso comportamento dell'acquifero in relazione alla tipologia precipitazioni e alle condizioni di ricarica in cui esso si trova. Talvolta l'effetto delle precipitazioni sull'acqua delle sorgenti può risultare non evidente perché immobilizzato in forma solida (ghiaccio e neve), o

	Cogol del Sile - Glera	Ponte Schiato	Fonتمان Solagna	Fonتمان Cimone	Valori limite per acque potabili (DPR 216/88)
T° aria	11,63	13,51	14,02	12,452	
T° acqua	8,82	11,40	9,66	9,322	12,00
Conduttività µS	226,46	237,70	232,50	213,54	400,00
pH	7,64	7,67	7,66	7,725	6,5-8,5
Residuo 180° mg/l	210	202	163	190	1500
NH ₄ ⁺ mg/l	0,041	0,022	0,024	0,011	0,5
NO ₃ ⁻ mg/l	0,01	0,01	0,5	0,17	0,70
NO ₂ ⁻ mg/l	1,01	1,1	0,47	0,248	50
P _T mg/l	0,064	0,03	0,033	0,018	400-5000
HCO ₃ ⁻ mg/l	163,47	173,04	164,63	158,88	
Cl ⁻ mg/l	1,419	1,14	0,77	0,444	200
TH mg/l	15,92	15,22	15,84	15,17	
Ca ²⁺ mg/l	39,07	39,45	30,15	35,59	100
Mg ²⁺ mg/l	10,035	13,43	15,17	11,78	30,00
SiO ₂ mg/l	2,048	2,02	2,37	2,65	
SO ₄ mg/l	7,203	7,85	5,64	7,62	250
Na ⁺ mg/l	1,148	1,027	0,77	0,675	175
Σ	0,674	0,67	0,74	0,748	10

semplicemente perché le piogge si limitano a ricaricare l'acqua del suolo o l'epicarso. Hanno invece effetti rapidi ed evidenti quando dopo aver caricato completamente il suolo e l'epicarso o trovandoli già saturi, provocano la compressione dell'aria e dell'acqua intrappolate nella sottostante zona vadosa e di conseguenza della tavola d'acqua della zona satura. E ancora tali effetti sono evidenti quando le precipitazioni sono abbondanti e concentrate provocando l'attivazione di corsi d'acqua superficiali e sotterranei che raggiungono rapidamente la tavola d'acqua della zona satura provocandone rigonfiamenti locali.

Questi dati sono estremamente importanti per comprendere la dinamica di risposta della sorgente in reazione alla movimentazione attraverso le precipitazioni di inquinanti presenti sulla superficie dell'Altopiano. Informazioni complementari sui tempi di risposta delle sorgenti e soprattutto sui tempi di deflusso delle acque dalla zona di alimentazione alle sorgenti sono state raccolte grazie ad esperienze con traccianti realizzate sia nell'Altopiano di Asiago che nel Massiccio del Monte Grappa.

Le velocità di deflusso rilevate dalla zona d'alimentazione, 460 m/h per l'Altopiano di Asiago (Gennari et alii, 1989) e 34 m/h (Gennari e Celi) per le due esperienze condotte nel Massiccio del Monte Grappa, sono molto diverse ma comunque entrambe sono molto elevate e particolarmente significative se si pensa che un possibile inquinante potrebbe nel giro di 24 ore arrivare alle Sorgenti di Oliero.

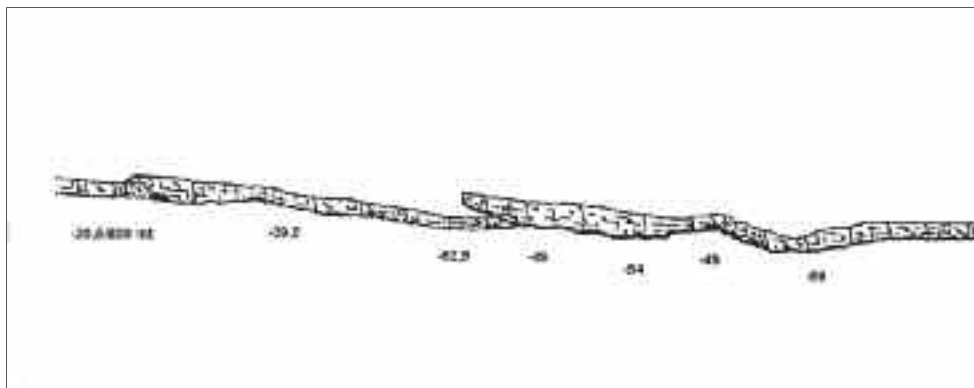
Il controllo dei parametri chimico-fisici delle acque delle sorgenti evidenzia che si tratta di acque tutto sommato in buona salute, sono acque minerali, in prevalenza bicarbonatiche. I valori medi dei cationi Ca^{+} , Mg^{+} , Na^{+} e K^{+} , evidenzia che le acque di queste sorgenti circolano in un ambiente relativamente arricchito di magnesio, maggiore per i Fontanazzi di Solagna. Questo consente di individuare che escluso il caso Solagna la circolazione avviene principalmente in rocce di tipo carbonatico-calcio. A Solagna e a Ponte Subiolo la circolazione sembra interessare di più la dolomia, questo appare confermato anche dall'andamento interno delle sorgenti che durante le esplorazioni speleosubacquee hanno portato i sub all'interno di sifoni molto profondi -136 per Fontanazzi Solagna e -186 per Ponte Subiolo, attraverso condotte che si aprono su Dolomia Principale.

In generale tutti i parametri chimici indicatori di inquinamento (nitriti, nitrati, ammoniaca, fosfati, tensioattivi etc.) risentono in modo evidente delle precipitazioni e del disgelo. In particolare sono le precipitazioni estive e autunnali che danno gli effetti più immediati, la circolazione di queste acque in un contesto di acquifero scarico, con regime di magra delle sorgenti, e di una circolazione in regime di frattura all'interno delle rocce dei rilievi, mobilita velocemente i possibili inquinanti.

Questo rapporto "causa-effetto", tra precipitazioni ed inquinanti nel periodo estivo e autunnale, lascia largo margine all'associazione tra attività antropiche estive in montagna (alpeggi, insediamenti turistici, etc.) e l'insorgere dei fenomeni di inquinamento (Sauro et Al., 1991; Sauro, 1999).

Riflessioni conclusive

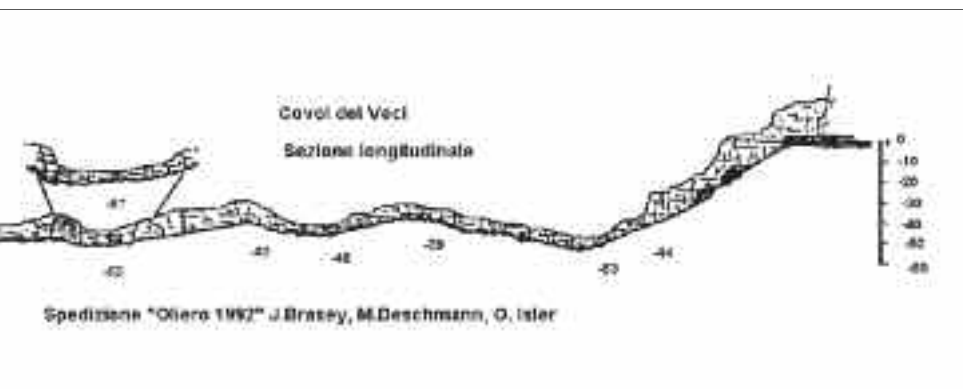
L'insieme delle ricerche svolte in questi anni sulle sorgenti del Canal del Brenta e sui sistemi carsici di alimentazione ha confermato, sia per l'Altopiano di Asiago che per il Massiccio del Monte Grappa, la presenza di acquiferi profondi molto importanti che potrebbero essere in collegamento tra loro al di sotto del livello di base, segnato dal fiume Brenta, vista la continuità litologica tra i due rilievi, le caratteri-



stiche chimiche abbastanza simili delle acque sorgenti e un certa convergenza di strutture della rete di circolazione delle acque al di sopra e al di sotto del livello di base. Le stesse ricerche speleosubacquee nelle grotte di Oliero, Elefante Bianco e Fontanazzi Solagna hanno evidenziato una circolazione molto profonda che si spinge al di sotto del livello del mare.

Entrambi i sistemi carsici si dimostrano molto vulnerabili all'inquinamento, pur nella peculiarità di alcune caratteristiche, velocità di deflusso, parametri chimico-fisici etc., legate alla condizione puntuale delle sorgenti, che funzionano un po' come spie dei relativi sistemi carsici, mantenendo la propria individualità determinata dalle condizioni geologiche locali e dall'assetto della rete idrografica sotterranea. La qualità delle acque sotterranee dipende strettamente dalle condizioni del bacino di alimentazione e se da un lato le acque delle sorgenti monitorate nei loro parametri chimico fisici mostrano una discreta qualità, la salvaguardia del territorio nella sua integrità è il presupposto fondamentale per evitare il degrado di quell'importante risorsa che sono gli acquiferi carsici.

È necessario che questa consapevolezza venga acquisita da chi è responsabile della gestione di questi territori, in modo che le attività antropiche svolte negli altopiani carsici siano sostenibili in termini di tutela della qualità delle acque delle sorgenti che rappresentano una risorsa fondamentale per il futuro visto il degrado progressivo delle altre fonti disponibili per l'approvvigionamento idrico. Al momento le sorgenti carsiche del Canal del Brenta sono sicuramente sottoutilizzate, si pensi che solo l'1% dell'acqua del Cogol dei Siori viene pompata sull'Altopiano di Asiago. Durante i periodi di magra le sole acque



delle sue sorgenti dell'Oliero (Cogol dei Siori e Cogol dei Veci) danno in un giorno 86400 m3 d'acqua, pari a 86.400.000 l d'acqua al giorno, potrebbero quindi garantire in media per ogni abitante del Veneto circa 17,5 l al giorno (riferimento n. abitanti Veneto 4.885.548 unità, dato aggiornato 2008), la potenzialità aumenta esponenzialmente nell'ipotesi di utilizzo anche delle altre sorgenti del Canal del Brenta ed in generale di tutte le sorgenti carsiche del Veneto, una risorsa anche dal punto di vista economico straordinaria, che merita di essere tutelata!

Bibliografia

- Borsato A., Celi M., Meneghel M. e Sauro U. (2007) - *Aspetti dell'idrologia carsica delle Prealpi Venete*. L'acqua nelle aree carsiche in Italia, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, vol. XIX. 41-48.
- Carraro F., Grandesso P. e Sauro U. (1989)- *Incontri con il Grappa, i segreti della geologia*. Editore Moro, Cassola (VI), 125 pp.
- Castiglioni G. B. (1991) – *Geomorfologia*. Torino Utet pp. 436
- Celi M & Sauro U. (1996) - *Monitoraggio di sistemi carsici: alcuni risultati preliminari. (monitoring of karst systems: some preliminary results)*. In "Bossea MCMXCV" - Proc. Int. Symp. Show caves and Environmental Monitoring. Cuneo, Italy, 1996, 357-365.
- Celi M. & Sauro U. (1995) - *Primi risultati del monitoraggio delle acque della Sorgente del Cogol dei Siori (Fiume Oliero, Valle del Brenta, Prealpi Venete)*. Studi Tridentini di Scienze Naturali - Acta Geologica, v. 70, 53-67.
- Gams I., Nicod J., Julian M., Anthony E. & Sauro U. (1993) - *Environ-*

mental changes and human impact in the mediterranean Karst of France, Italy and Dinaric Region. Catena suppl. 25, 59-98.

Gennari G., Landi M., Sauro U. (1989) - *Un'esperienza con traccianti sull'altopiano dei Sette Comuni (Prealpi Venete)*. Atti XV Congr. Speleol. Naz. di Castellana, 1987, 369-380.

Meneghel M., Sauro U., Baciga M. L., Fileccia A., Frigo G., Toniello V. & Zampieri D. (1986) - *Sorgenti carsiche ed erosione chimica nelle Prealpi Venete*. Studi Trentini di Scienze Nat., 62, A.G. 145-172.

Mietto P. & Sauro U. (2000) - *Le Grotte del Veneto: paesaggi carsici e grotte del Veneto*. Regione del Veneto – La Grafica Editrice (Vago di Lavagno, Verona), seconda edizione, 480 pp., 2000.

Regione del Veneto, ARPAV, 2007 - *Atlante sorgenti del Veneto*.

Pulina M. & Sauro U. (1993) - *Modello dell'erosione chimica potenziale di rocce carbonatiche in Italia*. Mem. Soc. Geol. It. 49, 313-323.

Sauro U. (1993) - *Human impact on the karst of the Venetian Fore-Alps (Southern Alps, Northern Italy)*, Environmental Geology 21/3, 115-121.

Sauro U. (1995) - *Dinamica geomorfologica e vulnerabilità della risorsa acqua nell'Altopiano dei Sette Comuni (Prealpi Venete)*. Studi Tridentini di Scienze Naturali - Acta Geologica, v. 70, 43-51.

Sauro U. (1999) – *Analisi e modellizzazione dei geo-ecosistemi carsici: verso un approccio globale per la comprensione della dinamica e della vulnerabilità degli acquiferi carsici*. Quaderni di Geologia Applicata, suppl. 2, 99, 1/235-242.

Sauro U. (1999) – *Geoecosistemi carsici, risorsa acqua e impatto umano: esempi in aree carsiche del Veneto*. Convegno Nazionale sull'inquinamento delle grotte e degli acquiferi carsici e possibili ricadute sulla collettività - 1998. C.A.I. – Gruppo Speleologico Padovano, 41-60.

Sauro U. (1999) - *Towards a preliminary model of a Karst Geo-Ecosystem: the example of the Venetian Fore-Alps*. Karst 99, Etudes de géographie physique, suppl. n°. 28, caged, Université de Provence, 165-170.

Zampieri D. (2009) - *Un balcone affacciato sull'adriatico: la struttura geologica*. In L'Altopiano dei Sette Comuni, a cura di Rigoni P. e Varotto M. Cierre Edizioni, Verona, 4-23.

Zampieri D. (1996) – *Structural outline of the Sette Comuni Plateau (Venetian Prealps)*. Int. Congr. Alpine Caves: alpine karst systems and their environmental context, Asiaga 11-14/6/1992, pp. 361-364, Vicenza.



Sorgente dell'Elefante Bianco, Val Brenta, Foto Andrea Cerradini



*L'inghiottitoio F1 Alpe di Fosses che assorbe le acque dell'emissario del Lago Grande,
foto C.S. Proteo*

L'ALTOPIANO DI FOSSES

ALTOPIANI AMPEZZANI - BELLUNO

Paolo Mietto

Club Speleologico Proteo Vicenza e
Catasto delle Grotte e delle aree carsiche del Veneto

L'estrema porzione nord-occidentale del Veneto è occupata da un grande acrocoro carbonatico che però si sviluppa compiutamente nel finitimo territorio dell'Alto Adige/Sudtirolo. Questa grande e complessa area, conosciuta come gli Altopiani Ampezzani, comprende il Parco Naturale Fanes - Sennes - Braies/Naturpark Fanes - Sennes - Braies, in provincia di Bolzano, e il Parco Naturale delle Dolomiti d'Ampezzo nel Bellunese. Quest'ultimo settore rientra nell'unità morfocarsica (sensu Mietto & Sauro, 1989a) denominata CC01: Croda Rossa - Altopiano di Fosses - Croda del Becco. Si tratta di un vasto e movimentato altopiano che si sviluppa mediamente poco al di sotto dei 2200 m, chiuso a nord dalla Croda del Becco (2810 m), ad est dalla Croda Rossa (3146 m), a sud - sudovest dall'incisione della Val Salata. Verso ovest quest'area è separata dall'adiacente Altopiano di Sennes dalla modesta e allungata elevazione del Col di Siores/Ra Siores (2309 m). Verso nordest, invece, i contrafforti della Croda Rossa sono costituiti dalla Remeda Rossa (2392 m), che si raccorda in continuità con la Piccola Croda Rossa (2869 m). L'altopiano ha il punto più depresso ai piedi della Remeda Rossa, dove sono ospitati alcuni suggestivi laghetti (lago Grande e lago Piccolo di Fosses e il lago temporaneo di Remeda Rossa, quest'ultimo a 2120 m di quota).

Dal punto di vista geologico strutturale l'area degli Altopiani Ampezzani è molto complessa, caratterizzata da una tettonica sia rigida che plicativa, che ha messo in posto una serie di importanti sovrascorrimenti che deformano profondamente e talora duplicano la serie stratigrafica. Quest'ultima è costituita da una successione di unità carbonatiche e terrigene che occupa un intervallo cronologico che va dal Triassico superiore (più precisamente dal Carnico superiore) al Miocene inferiore (Siorpaes in Sauro & Meneghel, 1995). Le aree di altopiano sono per lo più occupate dalle unità carbonatiche triassiche della Dolomia Principale, e quelle tardo-triassiche e giurassiche del Gruppo dei Calcari Grigi (che comprende alla base anche il Calcare di Dachstein di età retica), dall'Encrinite di Fanes e infine dal Rosso Ammonitico. Localmente, come ai Laghi di

Fosses, affiorano, per motivi strutturali le unità terrigene di età cretacea. Sostanzialmente si tratta quindi di un complesso carbonatico che, anche a causa delle duplicazioni tettoniche, raggiunge uno spessore di oltre 2000 m.

Le ricerche speleologiche nella vasta area di Fosses sono iniziate sostanzialmente dal Club Speleologico Proteo i Vicenza nel 1985 e sono ben lungi dall'essere concluse (Mietto & Sauro, 1988b, 2000; Mietto in Sauro & Meneghel, 1995; Dal Molin e altri, 2011). Queste ricerche hanno inaspettatamente messo in evidenza un carsismo estremamente complesso e diffuso, anche con cavità profonde e di grandi o enormi dimensioni, pur se ancora lontane, nel loro sviluppo, dal potenziale carsico dell'area. Questa situazione, d'altra parte, è condivisa anche nei vicini altopiani di Sennes e soprattutto di Fanes. In quest'ultima area si localizzano infatti i più profondi sistemi, finora conosciuti, di tutti gli altopiani, cioè l'Abisso dello Spaccalegna o Holzackerhöhle (1325 VT Bz), profondo 250 m, il gigantesco El Cenote o Buco nell'Acqua delle Counturines (1450 VT Bz), disceso recentemente fino a 285 m di profondità (Dal Molin e altri, 2011) e infine la grande cavità attiva dell'Ander dal Bolch (1414 VT Bz) che, dopo un percorso di oltre 1,5 km si arresta su sifoni alla profondità di 250 m. Va inoltre ricordata la ormai famosa Cunturine-shöhle o Grotta degli Orsi alle Cunturines (1347 VT Bz), che contiene un importante deposito pleistocenico con resti di orso delle caverne (Rabeder, 1988, 1989, 1992, 1993; Kübler, 1989; Rabeder e altri, 1989). Nell'area di Fosses sono finora note più di un centinaio di cavità, alcune di grandi dimensioni e considerevoli sviluppi (Verico & Zampieri, 1991; Mietto in Sauro & Meneghel, 1995; Coccimiglio e altri, 1999; Mietto & Sauro, 2000; Mietto, 2004; Bellocchi e altri, 2007).

Ai piedi del Col di Ra Siores si apre il Pozzo F22 Alpe di Fosses o Cioccherloch (4977 V BI), la maggiore fra quelle rilevate in questo settore. Si tratta di una cavità di imponenti dimensioni costituita da un ampio pozzo di una quindicina di metri che intercetta una grande galleria con un tratto retroverso e con il maggiore che si esaurisce, dopo un percorso totale di 240 m, alla profondità di 57 m.

Nell'Alpe di Fosses c'è la maggiore concentrazione di grandi cavità. Citiamo ad esempio il Meandro F7 Alpe di Fosses sotto il Rifugio Biella (2828 V BI), complessa e articolata cavità che presenta uno sviluppo di 330 m e una quarantina di metri di dislivello. Come praticamente tutte le cavità della zona, è caratterizzata da meandri con gallerie che mostrano di essersi evolute da condizioni sature a condizioni vadose, sempre interessate da canali di volta paragenetici. Questi ultimi indicano fasi di



La conca dei Laghi di Fosses, ai piedi della Remeda Rossa, foto C.S. Proteo

totale o quasi totale riempimento delle gallerie da parti di sedimenti, in connessione con variazioni del livello di base. Molto spesso, inoltre, le gallerie hanno le pareti ricoperte da uno spesso strato di "latte di monte". Quest'ultimo è straordinariamente abbondante nel Pozzo F69 Alpe di Fosses o Milchloch (5317 V BI), una grande galleria percorsa dall'acqua cui si accede attraverso un ampio pozzo. La grotta ha uno sviluppo complessivo di 543 m e raggiunge la profondità di 112 m.

Molto simile al Meandro F7, ma assai più complesso nella sua morfologia, è il Sistema dei Meandri F10-F11 Alpe di Fosses sotto il Rifugio Biella (3163 - 3480 V BI), realizzato attraverso la congiunzione appunto fra l'F11 e il sottostante F10. La grotta presenta tre grandi ingressi che danno origine ad un intricato sistema di meandri, anche molto ampi, che sfiorano il km di sviluppo. La cavità si arresta a 72 m di profondità in uno stretto cunicolo di ringiovanimento del sistema, che smaltisce le acque assorbite dalla grande cavità.

Ormai prossima alla conca dei Laghi di Fosses, si apre il Meandro F2 Alpe di Fosses (2823 V BI). Come suggerisce il nome, la cavità inizia con un meandro, talora molto disagevole, che immette rapidamente in una serie di pozzi, anche molto ampi, che si esauriscono, dopo un percorso totale di 430 m, a 152 m di profondità.

La suggestiva conca dei Laghi di Fosses è invece caratterizzata da una serie di inghiottitoi poco profondi ma attivi, che intercettano le acque dei

laghetti, le quali scorrono sul fondo della conca con caratteristici percorsi meandriformi. Le acque assorbite alimentano le sorgenti del torrente Boite, situate a sud nella sottostante Val Salata, circa trecento metri più in basso. Non si può tuttavia escludere, per motivi strutturali, che il deflusso principale delle acque sotterranee sia orientato verso nord, in direzione del Lago di Braies.

Sulle pendici della Remeda Rossa si apre infine la cavità senza dubbio più grande dell'intera area. L'Abisso 110 o Pozzo RR12 Remeda Rossa (8000 V BI) è ancora in piena esplorazione e si sta rivelando come un sistema estremamente complesso e di enormi dimensioni. La grotta, cui si accede attraverso un insignificante pozzetto, ma interessato da una potente circolazione d'aria, è costituito da una enorme galleria inclinata di oltre 40° la quale si sviluppa in varie direzioni. Le esplorazioni attuali hanno permesso di esplorare almeno 1 km di gallerie fino ad una profondità di oltre 100 m, ma la parte più interessante è costituita da una serie di meandri che con pozzi cascata sono stati risaliti per decine di metri e che puntano verso la superficie sommitale della Remeda Rossa, posta almeno 300 m più in alto.

da un punto di vista speleogenetico le cavità degli Altopiani Ampezzani sono straordinariamente interessanti. Contrariamente a quanto si era ritenuto dalle prime esplorazioni sistematiche realizzate da speleologi



Galleria "freatica" con vistoso canale di volta nel Meandro F7 Alpe di Fosses, foto C.S. Proteo

trentini nell'Altopiano di Sennes (Zambotto, 1985a, 1985b) le cavità degli Altopiani non possono essere interpretate come cavità superficiali o cutanee formatesi per percolazione di acque di fusione durante l'ultimo periodo glaciale (cf. Forti, 1975). Come ribadito da Bini e altri (in Sauro & Meneghel, 1995) e da Siorpaes e altri (2007), esse sono infatti il risultato di fenomeni estremamente complessi e lunghi, che traggono origine dai processi di sollevamento di questo settore delle Alpi Meridionale avvenuto a partire dall'Oligocene superiore. Dimensioni, morfologie, tipologie di talune gallerie e i loro depositi, infatti, non lasciano dubbi sul fatto che il carsismo ha iniziato a svilupparsi quando ancora l'area si trovava in condizioni costiere, per essere poi profondamente coinvolto nella deformazione tettonica dell'area, conseguente al suo sollevamento. Non è raro, infatti, trovare gallerie troncate o dislocate da faglie, come avviene ad esempio nella Cunturineshöhle o nella Grotta delle Bambole di Travenanzes (6143 V BI), sul versante orientale delle Torri del Fanis. Questi complessi processi hanno determinato fasi di riempimento e riesumazione delle cavità, come testimoniato dai canali di volta paragenetici presenti in quasi tutti i sistemi di meandri. Le cavità attualmente esplorabili, infine, derivano dalla giunzione di tratti di antiche gallerie attraverso reticoli più giovanili, in genere di dimensioni più ridotte.

Bibliografia essenziale

Bellocchi E., Boifava F., Coccimiglio F., dal Maso S., Dal Molin L. & marchetto Gc., 2007 – *Speleologic researches in the Natural Parks of Fanes-Sennes-Braies and Dolomiti d'Ampezzo (Italy)*. Untertage Alpine 2007, Ramsau bei Berchetsgaden, pp. 64-67.

Bini A., Meneghel M. & Sauro U., 1995 - *La morfologia carsica*. In: Sauro U. & Meneghel M. (a cura di) - Altopiani Ampezzani geologia geomorfologia speleologia. La Grafica ed., pp. 70-95., Vago di Lavagno (Vr).

Coccimiglio F., Dal Molin L., & Riello A., 1999 - *Parco Naturale di Fanes-Sennes e Braies e delle Dolomiti di Ampezzo: ricerche e esplorazioni*. Speleologia Veneta, 7: 109-131.

Dal Molin L., Burato G. & Sauro F., 2011 - *El Cenote. L'esplorazione di un abisso di alta quota nelle Dolomiti Ampezzane*. Speleologia, 64: 16-24.

Forti F., 1975 - *La geomorfologia carsica degli affioramenti carbonatici giurassici dell'Alpe di Fanes Piccola (Altopiani Ampezzani)*. Studi Trent. St. Nat., 53A/3: 21-40.

Kübler P., 1989 - Parte Storica; Geologia. In: Aa.Vv. - *Fanes. Escursioni in un paesaggio singolare ricco di leggende e di storia*. Athesia, pp. 7-

12, Bolzano/Bozen.

Mietto P., 1995 - *Le grotte degli Altopiani Ampezzani*. In: Sauro U. & Meneghel M. (a cura di) - *Altopiani Ampezzani geologia geomorfologia speleologia*. La Grafica ed., pp. 10-142., Vago di Lavagno (Vr).

Mietto P., 2004 - *La ricerca speleologica nell'area dolomitica: sintesi storica*. Atti 1° Conv. Naz. Speleol. In: Area Dolomitica, Agordo 24-25 maggio 2003, pp. 7-34, Mosnigo di Moriago (Tv).

Mietto P. & Sauro U., 1989a - *Aree carsiche Italiane: progetto per un Catasto*. Atti XIV Congr. Naz. Speleol., 145-160, Castellana Grotte.

Mietto P. & Sauro U., 1989b (a cura di) - *Grotte del Veneto. Paesaggi carsici e grotte del Veneto*. Regione Veneto & La Grafica eds, 416 pp., Vago di Lavagno (Vr).

Mietto P. & Sauro U., 2000 (a cura di) - *Grotte del Veneto. Paesaggi carsici e grotte del Veneto*. 2° edizione, Regione Veneto & La Grafica eds, 480 pp., Vago di Lavagno (Vr).

Rabeder G., 1988 - *Die Bären von Cunturines*. Berge, pp. 24-26.

Rabeder G., 1989 - *Paläontologische Grabungen in der Cunturineshöhle, Gemeinde Enneberg/Plan de Maréo*. Denkmalpflege in Südtirol 1987/1988, pp. 257-262, Bozen.

Rabeder G., 1992 - *Gli orsi speléi delle Conturines. Scavi paleontologici in una caverna delle Dolomiti (Val Badia) a 2800 metri*. Athesia, 124 pp., Bolzano/Bozen.

Rabeder G., 1993 - *Le Dolomiti nel periodo glaciale*. In: Aa.Vv - *Archeologia nelle Dolomiti*, Tip. Alcione, pp. 17-24, Trento.

Rabeder G., Arena M. & Boscolo C. 1989 - *Tra gli orsi del Regno di Dolasilla*. Corda Doppia, CAI Chioggia. 11-13.

Sauro U. & Meneghel M., 1995 (a cura di) - *Altopiani Ampezzani geologia geomorfologia speleologia*. La Grafica ed., 156 pp., Vago di Lavagno (Vr).

Siorpaes C. (1995) - *La Geologia*. In: Sauro U. & Meneghel M. (a cura di) - *Altopiani Ampezzani geologia geomorfologia speleologia*. La Grafica ed., pp. 7-40., Vago di Lavagno (Vr).

Siorpaes C., Furin S., Riva A., Oddone E., Tagliavini F., Pasuto A., Soldati M., Mantovani F., Panizza M., Furlanis S., Mietto P., Posenato R., Roghi G., Schiavon E., Mastellone F. & Buscemi P., 2007 - In: Neri C., Gianolla P., Furlanis S., Caputo R. & Bosellini A. (eds) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 029 Cortina d'Ampezzo*. 200 pp., Regione del Veneto, Venezia.

Verico P. & Zampieri D., 1991 - *Esplorazioni recenti sugli Altopiani Ampezzani*. Atti 9° Conv. Reg. Speleol. Trentino - Alto Adige, 1989, in:

Natura Alpina, 42/2-3: 107-116.

Zambotto P., 1985a - *Carsismo e grotte dell'Alto Adige*. Atti 8° Conv. Reg. Speleol. Trentino - Alto Adige, 1984. In: Natura Alpina, 36/2-3: 41-46.

Zambotto P., 1985b - *Un carso d'alta quota: L'Alpe di Sennes (Marebbe - Alto Adige)*. Atti 8° Conv. Reg. Speleol. Trentino - Alto Adige, 1984. In: Natura Alpina, 36/2-3: 47-52.



El Cenote, Fanes Grande, foto C.S. Proteo



Fontanon della Stua, foto Francesco Sauro

GLI ACQUIFERI DEL BELLUNESE

Alberto Riva(*) e Francesco Sauro ()**

(*) Gruppo Grotte Solve CAI Belluno, Commissione scientifica F.S.V.

(**) Gruppo Grotte CAI Padova

La Provincia di Belluno è la provincia più estesa e montagnosa della Regione del Veneto. L'area dolomitica in particolare è sede di importanti acquiferi che alimentano copiose sorgenti di fondovalle. La conforma-



Vena d'Oro, foto Alberto Riva



Piani Eterni, Vette Feltrine, foto Francesco Sauro

zione geologica costituita prevalentemente da rocce calcaree e dolomitiche favorisce lo sviluppo di importanti fenomeni carsici e l'abbondante presenza di cavità naturali, con interi massicci montuosi che sono letteralmente un groviera.

I sistemi carsici più estesi e sviluppati si trovano nelle Dolomiti Bellunesi, all'interno dell'omonimo Parco Nazionale. L'area dei Piani Eterni, situata nella zona di riserva integrale del Parco, rappresenta una delle aree più ricche di grotte del Veneto, con alcune centinaia di cavità identificate. Nelle vicine Vette Feltrine vi sono grotte meno profonde, ma il fenomeno carsico è tutt'altro che irrilevante: le grotte, così come sui Piani Eterni, sono spesso ostruite da ghiacciai interni in grado di costituire nel passato delle utili risorse per la popolazione locale. Il ghiaccio prelevato dalla "Giazza di Ramezza" veniva infatti usato per refrigerare la birra nella fabbrica di Pedavena, prodotta con l'acqua della sorgente carsica della Val di San Martino.

Nella parte occidentale del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi si trova la più spettacolare grotta sorgente del Bellunese: la Pissa ("Cascata" in dialetto). Nel periodo asciutto si tratta di una grotta profonda 40 m che termina in un laghetto. A seguito di piogge prolungate, la grotta si riempie completamente d'acqua e genera esternamente una imponente cascata con portata anche di qualche metro cubo al se-



Cavron, Vette Feltrine, foto Francesco Sauro

condo.

Nella zona meridionale del Bellunese anche l'Alpago presenta abbondanti fenomeni carsici, prevalentemente superficiali. In questo caso, le copiose acque carsiche delle sorgenti del Venal di Funes e del Venal di Montanes alimentano gli acquedotti della zona. Le acque sotterranee sono state anche causa dell'innescò di importanti fenomeni franosi (frana del Tessina), parzialmente risolti solo dopo aver costruito una galleria per drenare la falda.

L'Altopiano del Cansiglio, diviso amministrativamente tra le provincie di Treviso, Belluno e Pordenone presenta imponenti fenomeni carsici con risorgenze poste alla sua base davvero importanti situate nel versante friulano (Gorgazzo e Santissima da cui prende origine il fiume Livenza). Nell'area prealpina le sorgenti importanti sono solitamente situate nel versante trevigiano, con poche eccezioni tra le quali la Vena d'Oro. Questa sorgente, situata a bassa quota, era nota per le sue qualità curative tanto che venne costruito uno stabilimento idroterapico e venne poi imbottigliata come acqua minerale. Tale sorgente, purtroppo, è oggi abbandonata a causa di fenomeni di inquinamento batterico legato all'antropizzazione della zona di alimentazione dell'acquifero.

Nell'area dolomitica in senso stretto i fenomeni carsici superficiali tendono ad essere meno evidenti sia per la natura della roccia che per le carat-

teristiche climatiche legate all'altitudine.

Le sorgenti carsiche in questo caso tendono ad essere più piccole a causa della minor estensione dei bacini di alimentazione. Il Monte Pelmo, ad esempio, possiede numerose grotte verticali ma decisamente poche sorgenti, con portate normalmente modeste. Solo durante e dopo intensi fenomeni piovosi si possono osservare numerose sorgenti temporanee che si disattivano altrettanto rapidamente.

Una delle aree sicuramente più importanti per le sue sorgenti carsiche è rappresentata dal massiccio calcareo-dolomitico delle Marmarole. La parte superiore di questo gruppo montuoso è un altopiano con numerose grotte, di cui la più profonda raggiunge 175 m di profondità (Abisso Tiziano). Anche qui spesso le cavità carsiche sono riempite da ghiaccio o neve più o meno perenne che tende a sciogliersi solo nel periodo tardo estivo.

Una valenza particolare, come accennato sopra, rivestono i sistemi carsici dell'area del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi ed in particolare l'area carsica dei Piani Eterni che si presenta di notevole interesse idrogeologico grazie anche all'approfondita conoscenza del sottosuolo ottenuta attraverso vent'anni di esplorazioni nel Complesso Carsico dei Piani Eterni: sistema di cavità che funge da principale struttura drenante per l'intero altopiano.

L'Abisso dei Piani Eterni (PE10, V35, PE3, PE25), collegato recentemente con la vicina Grotta Isabella, è attualmente una delle maggiori cavità del Veneto e d'Italia, sia per sviluppo (maggiore di trenta chilometri) che per profondità (-971 m).

La scoperta, avvenuta nell'inverno del 2007, di un grande piano paleofreatico posto a circa 1320 m s.l.m. pone interessanti interrogativi sull'evoluzione geomorfologica di quest'area dolomitica e suggerisce che il complesso stesso alimenti non un'unica risorgente ma probabilmente diverse emergenze situate ai bordi dell'area comprendente le conche glaciocarsiche dei Piani Eterni, Erera, Forca, Pelse e Scortegade. Le recenti esplorazioni effettuate in seguito alla scoperta del piano freatico di -550, hanno dimostrato che l'area interessata dal sistema carsico non si limita ai Piani Eterni ma anche alle conche circostanti, ampliando notevolmente le prospettive esplorative.

Attualmente all'interno della grotta sono noti almeno 8 corsi d'acqua a carattere perenne, che drenano diversi settori della cavità. Nulla si conosce riguardo al loro percorso sotterraneo, oltre alle zone esplorate, né riguardo agli acquiferi che vanno ad alimentare.

Tutta l'area è caratterizzata da un sistema di faglie e fratture (un corridoio

tettonico) orientate grossomodo N30 che farebbero pertanto ipotizzare un collegamento idrologico, almeno di una parte del sistema carsico, con l'importante risorgenza del Fontanon della Stua nella Val del Mis. A sud di questo corridoio, già sui versanti della Val Belluna, ai piedi del Monte Pizzocco e del Monte Tre Pietre, è nota anche la più grande risorgenza di San Vittore Veses, di particolare importanza perché captata per uso idropotabile dall'acquedotto del comune di San Gregorio delle Alpi. Le ultime esplorazioni verso sud-est nel sistema dei Piani Eterni suggeriscono un probabile collegamento anche con tale risorgente. Se così fosse risulterebbe evidente la presenza di uno spartiacque sotterraneo, cioè di diversi torrenti che nella stessa cavità vanno ad alimentare bacini diversi. Un fenomeno molto raro ma che è possibile in caso di sistemi carsici così grandi e con una storia speleogenetica complessa. Inoltre ad ovest dell'altopiano, nella Val Canzoi è nota anche la risorgenza delle Caore, ormai sotto il livello del bacino artificiale del Lago della Stua. Sicuramente connessa con tale risorgenza è l'esutore di tipo valclusiano del Caoron. Si tratta di una cavità profonda quasi sessanta metri dove termina con uno specchio di acqua ferma. In caso di grandi acquazzoni nella sovrastante conca di Erera Brendol, il livello dell'acqua è in grado di risalire nella cavità per decine di metri con inquietanti rombi e boati fino a traboccare dall'ingresso. Anche questa risorgenza temporanea potrebbe essere quindi in comunicazione con sistema dei Piani Eterni.

L'unico metodo certo per avvalorare questi ipotetici collegamenti idrologici sarebbe l'utilizzo di traccianti artificiali (fluorescina o tinopal) che immessi nei torrenti del sistema carsico potrebbero poi essere ritrovati con strumentazioni scientifiche (fluorimetri) nelle sorgenti collegate. Si tratta di sostanze atossiche innocue per l'uomo, ma il fatto di trovarsi all'interno del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi costringe a una grande cautela nell'utilizzo di questi metodi, al fine di avere la certezza di non impattare gli habitat naturali che conservano una notevole biodiversità ipogea caratterizzata da numerose specie di invertebrati acquatici endemici.

Solitamente le sorgenti carsiche del bellunese, con l'eccezione della Vena d'Oro, sono di ottima qualità poiché scarse sono le attività umane che insistono sulla zona di alimentazione della falda. La presenza di ghiacciai di grotta garantisce inoltre un apporto minimo di acqua anche in assenza di precipitazioni, anche se negli ultimi anni purtroppo questi depositi si stanno riducendo a causa del riscaldamento globale.

**LA FEDERAZIONE SPELEOLOGICA VENETA
NEL TERRITORIO
INFORMAZIONE E DIDATTICA**





*Laboratorio Didattico di Biospeleologia "A. Saccardo" Montello, Nervesa,
foto Archivio G.N.M.*

IL LABORATORIO DIDATTICO DI BIOSPELEOLOGIA “A. SACCARDO”

Domenico Zanon

Gruppo Naturalistico Montelliano, Nervesa

Il Laboratorio

Proprio nel momento in cui il vortice del Network stava coinvolgendo grandi e piccini, maturava anche uno stimolo verso le cose naturali. Sembrava quasi che l'impulso di sapere di tutti si riflettesse anche sul conoscere ciò che Madre Natura custodisce con cura ed infatti negli ultimi decenni l'interesse per il misterioso ambiente sotterraneo è palesemente cresciuto.

Negli anni novanta questa riflessione non era sfuggita al G.N.M. (Gruppo Naturalistico Montelliano) che ritenne opportuno allestire in una grotta del Montello un laboratorio di biospeleologia.

Il Gruppo già organizzava visite guidate in grotta con scolaresche e associazioni varie, erudendo i partecipanti con informazioni basilari sulla geologia, sul carsismo, sulla meteorologia e su altre branche scientifiche: un laboratorio di biospeleologia avrebbe maggiormente aumentato l'interesse per l'ambiente ipogeo.

Seguirono serate di riunioni e nel 1997 fu inaugurato il laboratorio.

Il laboratorio didattico di biospeleologia “A. Saccardo” è ubicato nella grotta Tavarán Longo, che si trova nella zona nord-est del Montello, nella 7° presa in Nervesa della Battaglia (TV).

Il Tavarán Longo è una risorgiva, formatasi nel conglomerato negli ultimi 800 mila anni, ma, ad eccezione di intensi temporali, l'acqua che vi scorre è poca e, grazie ad opportune griglie in acciaio, non ci si bagna i piedi. La scelta di questa grotta, tra circa un centinaio presenti sul Montello, è stata effettuata per le sue caratteristiche morfologiche. Essa, infatti, in varie zone presenta al suo interno una cengia dove si son potuti sistemare una serie di acquari e terrari ed inoltre è pianeggiante e percorribile in posizione eretta per i primi 150 metri. La sua lunghezza è di circa 400 metri, ma solamente i primi cento interessano il laboratorio. L'entrata si trova in una dolina provvista di una scalinata in pietra e terra e l'avvicinamento, visto che la strada asfaltata è a qualche centinaio di metri, impegna solamente alcuni minuti.

Il laboratorio ha una chiara caratteristica: è didattico e non scientifico, cioè si presta ad appagare la curiosità di ogni visitatore e non vi si



fanno esperimenti di alcun genere.

Nel programmarlo si è prestata attenzione affinché assomigliasse ad un oblò, attraverso il quale spiare l'ambiente ipogeo e così ora, dopo varie esperienze, risulta essere un laboratorio equilibrato nel suo ambiente naturale e predisposto ad essere compreso sia dal biologo, sia dallo scolaro.

La fauna è sistemata in vari acquari e terrari, l'acqua per l'apporto idrico è captata all'interno della grotta stessa e una debole illuminazione a basso voltaggio è sufficiente sia per la deambulazione dei visitatori, sia per osservare le varie specie, che a seconda dei periodi vengono immesse e liberate.

Il laboratorio, infatti, non rappresenta uno "zoo perenne di fauna cavernicola", bensì un luogo dove sistemare la fauna per un periodo limitato ai giorni delle visite prenotate. In grotte adiacenti vengono catturati i vari esemplari che, terminato il periodo delle visite, vengono riportati nei medesimi luoghi dei prelievi.

Ne deriva che la manutenzione ordinaria viene effettuata spesso, e comunque sempre il giorno prima delle visite nel momento in cui viene immessa nuovamente la fauna, così i vetri di terrari ed acquari si presentano puliti per offrire una buona osservazione.

La fauna

La scelta delle varie entità faunistiche presenti nei box è vincolata a diverse esigenze. Gli endemismi hanno priorità sulle altre specie, d'altra parte è interessante sapere quali bestioline sono esclusive della nostra zona. Nelle grotte del Montello vivono infatti diversi endemismi, ma non si può pretendere di poter mettere a disposizione i diversi box esclusivamente per queste specie. La grandezza poi dell'esemplare è una caratteristica da prendere in considerazione; un insettino di due millimetri infatti, difficilmente si può scorgere in un terrario. Tra i millepiedi si può osservare il *Typhloiulus montellensis*, che solitamente vaga liberamente sulle cortecce di vecchi rami appositamente posizionati fuori dai terrari. Come coleotteri l'*Orotrechus targionii montellensis*, l'*Orotrechus messai*, l'*Orostygia doderoi*, e fra i ragni il *Troglohyphantes fatalis* che è stato scoperto la prima volta in una grotta poco lontana dal laboratorio. Per quanto riguarda la fauna acquatica il *Niphargus montellianus* occupa un intero acquario e spesso questi bianchi gamberetti sono in compagnia di occasionali gordii, che destano grande



Visite guidate in laboratorio, foto Paolo Gasparetto

stupore fra i ragazzi.

Il tema di un altro acquario è la biodiversità e contiene un insieme di larve di vari insetti che stazionano nelle risorgive della zona.

Un terrario, assegnato agli anfibi, risulta essere per i ragazzi il più interessante, perché possono toccare con le proprie mani le salamandre, le rane, i tritoni e i rospi. Oltre allo spunto didattico è un forte momento emozionale, perché a molti alunni si presenta l'occasione di toccare per la prima volta e vincere quell'innato ribrezzo o paura nei confronti di questi innocui animalletti.

Didattica

I temi principali trattati variano con l'età, la motivazione e la cultura dei visitatori; spesso una loro domanda è spunto per un discorso più ampio. Per quanto concerne le scolaresche le argomentazioni riguardano l'ecologia sotterranea, l'evoluzione, la nicchia ecologica, la catena alimentare, i predatori, le risorse trofiche, l'apporto esogeno, i parassiti,



Visite guidate in laboratorio, foto Paolo Gasparetto

l'inquinamento biologico, gli areali, la suddivisione basilare della fauna, la metamorfosi e cento altri argomenti, che la genuinità delle domande dei ragazzi fanno sorgere.

Ovviamente per gli studenti delle superiori i temi entrano nella branca scientifica e se laureandi i discorsi diventano discussioni approfondite e inerenti alla motivazione della visita.

A volte sono le maestre o gli accompagnatori, che con vocaboli mirati, "trascinano" la guida a parlare su tematiche già discusse in aula, quale verifica in ambiente naturale, o innanzi alla fauna viva.

La logistica

Normalmente una visita nasce da una richiesta da parte di una scuola. Si prende contatto con una maestra o con un insegnante e si stabilisce il giorno, la quota per l'assicurazione, il numero degli studenti, il luogo per l'appuntamento e si fornisce qualche altra informazione.

Ovviamente diamo delle indicazioni di massima. Non venire con i tacchi a spillo, meglio un paio stivaletti, non indossare abiti sfarzosi, meglio una tuta da ginnastica un po' pesante e tanti altri accorgimenti. All'entrata ad ogni visitatore viene consegnato un caschetto, privo di illuminazione, che serve esclusivamente per riparare la testa da eventuali disattenzioni.

Una visita prevede l'entrata di un gruppo di circa 10 persone e solitamente dura un'ora, ma molto dipende dall'entusiasmo dei bambini e dagli orari imposti dalla scuola.

L'esperienza ha insegnato, che specialmente per i bambini, la prima volta è così emozionante e talmente stimolante, che la gita perde il sapore del culturale.

Sulla sicurezza, nulla di allarmante; sono più di 5.000 i ragazzi e i bimbi accompagnati in laboratorio e non è mai successo niente.

Crediamo che la qualità del nostro lavoro sia ottima e la voce dei maestri o dei professori assume grande importanza per noi, a volte ci arrivano anche dei consigli tecnici.

Lo scopo principale è quello di far conoscere l'ecosistema ipogeo e noi operiamo nel modo più naturale possibile cercando di venire incontro alle aspettative del visitatore.

Siamo convinti, che da tutto questo nostro movimentato lavoro, una ventata di simpatia continui a depositare un po' di polline e un po' di polvere magica, nell'hard disk di ognuno di quei ragazzi, che sono venuti a visitare il nostro laboratorio.



Serradium semiaquaticum, *Spluga della Preta*, base del pozzo Torino,
Leg Domenico Zanon

LABORATORIO DI BIOLOGIA SOTTERRANEA DI VERONA

Gianfranco Caoduro

Laboratorio di Biologia Sotterranea

Il Laboratorio di Biologia Sotterranea di Verona è una struttura, gestita dal Gruppo Attività Speleologica Veronese, che dal 1990 si occupa dello studio degli ecosistemi sotterranei e della biodiversità del Veneto. Inaugurato ufficialmente nel 1993 nelle gallerie di una antica cava localizzata sotto il pendio retrostante Villa Francescatti, il Laboratorio gode del patrocinio dell'Assessorato all'Ecologia del Comune di Verona, della Società Speleologica Italiana e della Federazione Speleologica Veneta. Fin dall'inizio, il Laboratorio di Verona ha avuto l'obiettivo di ricreare le condizioni ambientali degli ecosistemi sotterranei per l'allevamento e lo studio degli animali ipogei, per indagarne, attraverso l'osservazione diretta, cicli e abitudini di vita. In particolare il Laboratorio ha effettuato ricerche sulle preferenze alimentari e sulla biologia delle più interessanti specie troglobie della regione veronese.

La ricerca scientifica, quindi, rappresenta l'obiettivo primario del Laboratorio; essa è rivolta in particolare ad approfondire le conoscenze su specie endemiche delle grotte del Monte Baldo e dei Lessini veronesi. I risultati più significativi di queste indagini riguardano specie della fauna cavernicola lessinea: *Italaphaenops dimaioi*, *Lessinodytes caoduroi*, *Serradium hirsutipes* e *Serradium semiaquaticum*. In particolare quest'ultima specie è stata scoperta e descritta proprio grazie alle ricerche condotte dal Laboratorio in collaborazione con il Max Planck Institut (Germania). Inoltre, sono stati ottenuti interessanti risultati anche nell'allevamento di *Antisphaerodius schreibersi*, *Ischyropsalis strandi*, *Niphargus stygius*, *Androniscus degener* e *Orotrechus juccii*.

Il Laboratorio promuove anche indagini sul territorio attraverso la realizzazione di progetti di ricerca finalizzati al miglioramento delle conoscenze sugli ecosistemi cavernicoli e di superficie. In tale contesto è stata realizzata una serie di ricerche in grotta per acquisire nuovi dati sulla fauna delle acque sotterranee del Veronese, in passato scarsamente indagate. Gli organismi viventi nelle acque sotterranee, appartenenti per lo più alla classe dei Crostacei, risultano preziosi anche per le indicazioni che possono fornire sullo "stato di salute" degli acquiferi. Infatti, essendo variamente sensibili all'inquinamento (alcune specie sono più resistenti di altre), in base alla loro presenza o assenza è possibile avere un quadro abbastanza

preciso sulla qualità delle acque in cui vivono; sono per questo definiti "indicatori biologici". A questo proposito, recentissime indagini biospeleologiche compiute negli acquiferi carsici delle grotte del ponte di Veja hanno permesso di segnalare dopo più di 50 anni (l'ultimo reperto era stato raccolto da Sandro Ruffo nel novembre del 1946!) la presenza di *Monolistra berica*, un crostaceo acquatico endemico dei Monti Lessini e dei Monti Berici, particolarmente sensibile a tutti i tipi di inquinamento e da decenni scomparso dalle grotte dei Lessini centro-occidentali. Questa segnalazione fa ben sperare circa la possibilità di ricolonizzazione da parte di questa specie di cavità interessate in passato da fenomeni di grave alterazione delle acque sotterranee dovuti soprattutto a scarichi domestici o agro-industriali. Il "ritorno" di *Monolistra*, pertanto, rappresenta un segnale confortante di miglioramento della qualità degli acquiferi della zona del Ponte di Veja.

Oltre alla ricerca scientifica, il Laboratorio propone anche attività didattiche, offrendo a studenti ed insegnanti percorsi tematici sulle ricerche naturalistiche in grotta e sull'evoluzione degli organismi, basati sullo studio degli ecosistemi sotterranei. La visita al Laboratorio è spesso preceduta da lezioni preparatorie in classe e da una vera e propria esplorazione speleologica in grotte di facile accesso. Vengono inoltre effettuate visite per allievi di Corsi di Speleologia per approfondire gli aspetti legati allo studio della fauna cavernicola, nonché per Corsi su tematiche ambientali organizzati da Enti e Associazioni varie. Il Laboratorio cerca, inoltre, di suscitare l'interesse della collettività sui problemi della tutela dell'ambiente e, in particolare, si pone come organo di promozione e diffusione delle attività speleologiche nel territorio, in difesa degli ecosistemi sotterranei, sempre più minacciati da attività antropiche ad elevato impatto ambientale.

Dal 2009, per motivi logistici, le attività di allevamento del Laboratorio sono state trasferite nella Grotta turistica di Roverè Mille. Questa nuova collocazione ha permesso da una parte di accrescere le conoscenze faunistiche della grotta naturale che ospita le specie allevate e, dall'altra, di far conoscere direttamente ai visitatori, che soprattutto nel periodo estivo frequentano quella che è l'unica grotta turistica del Veronese, le peculiarità della fauna troglobia.

Nel corso degli ultimi anni il Laboratorio ha continuato le attività di studio e ricerca biospeleologica nelle aree carsiche del Veronese. Le ricerche hanno riguardato in particolare:

a) ricerche biospeleologiche e studio della biodiversità delle comunità troglobie del Veronese, che comprendono vere e proprie emergenze naturalistiche, con specie endemiche ad elevatissima valenza biogeografica;



Il laboratorio di Verona

b) divulgazione delle tematiche riguardanti la biodiversità dei cavernicoli, attraverso attività didattiche e serate a tema dedicate alla biospeleologia;

c) collaborazione con Amministrazioni locali (Comuni di Marano di Valpolicella, San Zeno di Montagna, Brenzone, ecc.) per interventi di tutela e la valorizzazione dal punto di vista naturalistico dei fenomeni carsici presenti sul loro territorio;

d) realizzazione, in collaborazione con Associazioni locali, di corsi sulla "Didattica delle Scienze Naturali" per insegnanti;

e) consulenze all'Ente Parco Naturale Regionale della Lessinia, in collaborazione con la Commissione Speleologica Veronese, per la progettazione definitiva ed esecutiva di interventi di valorizzazione didattica e ambientale della Grotta di Monte Capriolo, e per la redazione dei Piani Ambientali di Aree SIC/ZPS presenti nel territorio veronese.

Le ricerche biospeleologiche condotte dal Laboratorio negli ultimi anni hanno permesso di aumentare le conoscenze sulla distribuzione di alcuni animali cavernicoli endemici dei Lessini veronesi. Le ricerche sono state effettuate in particolare nei Covoli di Marano, nella Grotta di Monte Capriolo (Roverè Mille), nelle Grotte del Ponte di Veja e nella Cava Brentani. Anche la Grotta del Tasso, una delle più interessanti dal punto di vista biologico del Monte Baldo, è stata rivisitata per effettuare indagini biospeleologiche. Il materiale raccolto è ora in corso di studio per la determinazione presso i singoli specialisti.

I reperti raccolti negli ultimi anni hanno permesso di incrementare in modo consistente le conoscenze sulla straordinaria biodiversità delle comunità cavernicole delle grotte veronesi, che presenta specie endemiche di eccezionale interesse naturalistico.



Monolistra



La Piana del Cansiglio, foto Antonio Danieli, Commissione Fotografica F.S.V.

IL SENTIERO CARSICO SOTTERRANEO E IL LABORATORIO DI BIOSPELEOLOGIA NEL BUS DELLA GENZIANA (1000 V TV) - ALTOPIANO DEL CANSIGLIO. PREALPI ORIENTALI

Vladimiro Toniello

Gruppo Speleologico CAI Vittorio Veneto

IL SENTIERO CARSICO IPOGEO

Sull'Altopiano del Cansiglio esistono già, tracciati e descritti, ben tredici sentieri naturalistici, alcuni dei quali mettono in rilievo principalmente le forme carsiche superficiali, piuttosto che quelle profonde, si è pensato pertanto di progettare un sentiero naturalistico carsico sotterraneo che illustrasse le morfologie più tipiche e rappresentative di tutto il carsismo profondo dell'Altopiano.

La scelta è caduta sul primo tratto del Bus della Genziana visto che è una cavità facilmente accessibile ed è già in parte attrezzata con scalette fisse e può essere inoltre provvisoriamente illuminata almeno in parte con un generatore di corrente elettrica.

Il Bus de la Genziana è l'unica cavità del Cansiglio che si apre in Scaglia grigia e si approfondisce poi nel calcare bioclastico (entrambe del Cretacico superiore) e data la sua lunghezza e profondità, è possibile riscontrarvi le forme più tipiche e rappresentative del carsismo profondo di tutto l'Altopiano.

Tra l'altro è l'unica cavità sotterranea italiana ad essere proclamata dal Ministero dell'Ambiente "Riserva naturale carsica ipogea".

Percorrendo il percorso sotterraneo si possono osservare varie morfologie che possono essere opportunamente illustrate e correlate tra loro dagli accompagnatori e suscitare discussioni a seconda delle motivazioni, della preparazione e dell'età degli escursionisti.

Geologia

Si osserva, nella parte iniziale delle cavità, la Formazione della Scaglia grigia con i suoi ritmi deposizionali, le sue stratificazioni piuttosto nette e centimetriche; segue una parte con alternanze di Scaglia grigia e calcare bioclastico grossolano; dopo questa segue un calcare bioclastico a grana più o meno grossolana, poco o non stratificato, ricco di frammenti di fossili che spesso emergono dalla superficie



Laboratorio della Genziana.

perché meno corrodibili.

Qua e là ci sono dei livelletti di argilla grigia verdognola e qualche rara tasca di deposizione ricca di grossi frammenti di fossili tipici della scogliera cretacea, immersi in una matrice verdognola-grigiastrea. Sulle pareti si osservano innumerevoli forme di corrosione che variano da quelle più minute della Scaglia, che è poco carsificabile, a quelle di maggiori dimensioni del calcare e, infine, diverse nei vari tipi di questo.

Tettonica

Si può osservare come la cavità sia impostata prevalentemente su una serie di fratture parallele, qualche volta intersecantesi ad X, ma aventi tutte direzioni circa NW - SE; in minor numero quelle di direzione NE-SW. Entrambi i sistemi seguono quindi il motivo tettonico dominante di tutto l'Altopiano.

Idrologia

Ad un'antica fase di scorrimento delle acque spesso in pressione, verso NW, le cui tracce sono visibili soprattutto sulle volte, è seguita l'attuale frammentazione del reticolo idrografico in numerosi e piccoli sistemi idrografici indipendenti; si osservano pure alcuni casi di retroversione dei corsi d'acqua, cioè di inversione delle direzioni di scorrimento.

Morfologie carsiche

Condotte a sezione circolare, sub-orizzontali, create dalle acque che scorrevano in pressione.

Vani e pozzi fusiformi verticali più ampi nel tratto intermedio e inferiore che all'estremità superiore; chiari esempi della teoria dell'erosione inversa per cui il loro ampliamento è dovuto alla corrosione da parte delle acque che percolano dal soffitto e che bagnano le pareti ed avviene procedendo dal basso verso l'alto.

Condotte sub-orizzontali, a sezione verticale alta e stretta, quasi semi-circolare in alto, con un solco di erosione sul fondo, dovute a scorrimento di acque prima in pressione, poi a pelo libero e con portata variabile; la sezione tende ad assumere un caratteristico aspetto "a buco di serratura" o a più "buchi" sovrapposti.

Pozzi-cascata, scavati da torrentelli che precipitavano, o che precipitano ancora adesso in occasione di piogge intense, dando luogo a forme verticali strette in alto e larghe alla base costituita spesso da marmitte, alcune delle quali sfondate.

Meandri sub-orizzontali, spesso stretti e profondi, che aumentano il raggio di curvatura mentre si procede verso il basso.

Gallerie con sezioni rettangolari, dovute a crolli di detriti dalle pareti e dalle volte, influenzati dagli interstrati e dai piani di fratturazione.

Microforme carsiche quali: scannellature, solchi carsici delle più svariate forme, fori carsici, vaschette, superfici cariate dalle quali emergono fossili più resistenti alla corrosione.

Ampliamenti delle sezioni delle gallerie in prossimità dei punti di confluenza, quali effetti dell'erosione per mescolanze di acque.

Depositi

Concrezioni calcitiche dovute alla precipitazione del CaCO_3 , quali stalattiti, stalagmiti, croste e grossi blocchi di concrezione; tutti questi depositi sono in fase di lenta dissoluzione perché il clima attuale facilita tale processo.

Depositi alluvionali più o meno stratificati, dovuti al trasporto delle acque correnti, con granulometria variabile dai grossi ciottoli alle sabbie e alle argille.

Depositi gravitativi con grossi blocchi caduti dal soffitto o dalle pareti; frane sotterranee detritiche.

Conclusioni

La cavità si presta bene a delle interessanti considerazioni tra geologia, tettonica, speleogenesi ed evoluzione del reticolo carsico sotterraneo. Le forme suddette si trovano ad un particolare stadio della loro evoluzione per cui spesso le stesse possono essere inattive, attive o addirittura in fase di ringiovanimento. Anche se non frequentemente è tuttavia possibile osservare in questo tratto vari artropodi: da quelli caduti accidentalmente in grotta a quelli meravigliosamente adattati all'ambiente cavernicolo.

Il Laboratorio di Biospeleologia

I motivi che hanno spinto la realizzazione del Laboratorio nel 1978 sono stati la ricerca biospeleologica, rivolta alla biologia dei microartropodi ipogei delle Prealpi Venete, mediante una conoscenza sperimentale tradotta nella realizzazione di un laboratorio sotterraneo al quale hanno contribuito le conoscenze scientifiche del dottor Maurizio Paoletti (Paoletti M. 1976, 1977, 1978) e dello scrivente per la parte costruttiva e sperimentale (Paoletti M.& Toniello V. 1978).

Questo Laboratorio è stato il primo in Italia nel suo genere per la localizzazione e per la sua attrezzatura. Gli allevamenti iniziali sono stati eseguiti con le tecniche messe a punto particolarmente dalla Deleurance in Francia e con la nostra esperienza acquisita durante una nostra visita al "Laboratoire souterrain de Moulis" nell'Ariege-Francia.

Installazioni del laboratorio sotterraneo: la dislocazione del laboratorio è stata organizzata in tre aree della cavità, di facile accessibilità con scalette fisse in ferro zincato, con scalini di cemento ecc., facendo bene attenzione a non alterare la morfologia preesistente, o perlomeno ad alterarla il meno possibile.

Tali infrastrutture sono state realizzate dalla generosità dei soci del Gruppo Speleologico C.A.,I. di Vittorio Veneto.

Prima area del Laboratorio: sala del Centenario e ramo di Ciano. Il ramo presenta variazioni dei parametri meteorologici meno spinti perché la continuazione "chiusa" verso l'alto ne fa una tipica grotta

ascendente.

Nella sala del Centenario sono state installate una mensola di cm 40 per 100 all'altezza di cm 100 da terra ed una raccolta d'acqua di una ventina di litri, sbarrando una piccola rientranza in roccia.

Seconda area del Laboratorio: a 20 m di profondità. Non avendo sbocchi verso il basso presenta caratteristiche microclimatiche più stabili. Qui sono state installate 2 mensole, una raccolta d'acqua in parete ed una sul pavimento, ricavate da nicchie naturali occluse da piccoli sbarramenti in cemento.

Terza area del Laboratorio: si sviluppa a circa 30 m di profondità e le installazioni sono costituite da mensole come quelle sopra descritte ed una raccolta d'acqua capiente.

Dati termometrici (XII.1974 - I.1976: sala Centenario): temp. media annua 5,6°C; temp. max. annua 7,4°C; temp. min. annua 3,3° C; max. oscillazione annuale 4,1°C (all'esterno la max escursione raggiunge i 50°C!).

I rilevamenti sono stati fatti con due termometri a massima tarati a 2/10 di grado C e due termometri a minima tarati a 2/10 di grado C. Le misurazioni eseguite con i termometri posti sulle mensole sono state fatte per l'arco di un anno con letture quindicinali.

La ricerca nel laboratorio sotterraneo

L'interpretazione della termometria fa riscontrare la scarsa variazione di temperatura durante le varie stagioni (la massima temperatura è stata riscontrata a fine autunno e la minima in aprile), ma anche sensibili sbalzi di non facile comprensione, legati comunque alla piccola distanza della stazione dalla superficie esterna del Cansiglio. Un certo rimescolamento d'aria avviene durante le visite ed è causato dall'apertura della botola esterna di accesso. Tali correnti non creano però rilevanti sbalzi di temperatura che si aggirano al massimo sui 2-2,5°C (sala del Centenario).

La bassa temperatura media annua fa annoverare tale stazione sotterranea tra le grotte "fredde" e si differenzia sostanzialmente dalla grotta-laboratorio di Moulis (Ariege- Francia) con 12°C e di Postumia con 8,6-8,8°C. Questa prima rilevazione termometrica ha una notevole importanza da un punto di vista biologico.

Per quanto riguarda l'igrometria e l'anemometria i dati sono del tutto empirici (causa le inadeguate misurazioni); si è rilevato con igrometro a capello un livello di umidità relativa sempre prossimo alla saturazione durante tutto l'anno. Le correnti d'aria più o meno forti, appena per-

cettibili dall'uomo non sono state ancora oggetto di misurazioni, come lo stillicidio assai variabile a seconda delle condizioni climatiche esterne.

Sono state analizzate ed allevate per qualche tempo le seguenti specie:

Cansiliella tonielloi (Coleoptera Bathysciinae) autoctona.

Orytus ravasinii (Coleoptera Bathysciinae) autoctona.

Qrostygia moczarskii (Coleoptera Bathysciinae) autoctona.

Qrostygia meggiolaroi (Coleoptera Bathysciinae) Gr. del Marmo, Schievenin (Bl.)

Qrotrechus venetianus (Coleoptera Trechinae) autoctona.

Ischyropsalis strandi (*) (Opilionidae) autoctona.

Niphargus tamanini barbatus (Crustacei Anfipodi Gammaridi) autoctona.

Typhoiulus ausugi gentianae (Diplopodi Iulidi) autoctona.

Tali allevamenti condotti preliminarmente per mettere a punto le tecniche d'indagine, hanno consentito in parte di stabilire:

possibilità di vita di "troglobi" a basse temperature;

caratteristiche biologiche delle specie, come deposizione, alimentazione, tigmotropismo ecc.;

possibilità e limiti per la conduzione di esperimenti con allevamento di materiale biologico in loco.

Tali prime indagini hanno permesso di giungere alla deposizione di uova in *Orostygia moczarskii*.

Ad un iniziale entusiasmo e qualche aiuto pervenuto che ha consentito di realizzare quanto sopra, dopo alcuni anni le osservazioni sono progressivamente diminuite a causa dell'impegno sempre gravoso per mancanza di aiuti, per la diminuzione di tempo a disposizione, per l'impegno fisico e per la distanza dalle abitazioni degli interessati.

Si è così optato sull'osservazione di organismi autoctoni, soprattutto acquatici, quali: *Cansiliella*, *Niphargus* (due specie) e di protozoi ipogei, anche sessili, mediante nuove tecniche messe a punto per l'occasione.

Attualmente (2011), alleviamo soprattutto *Niphargus*.

Le infrastrutture sono ancora molto utili per far vedere le forme di vita ipogee ai gruppi speleo che visitano la cavità, a studiosi interessati e ai visitatori accompagnati durante le escursioni. Il laboratorio ha perciò acquisito anche la funzione di Speleovivario.

(*) Alcuni autori ritengono *Ischyropsalis* del Cansiglio e Prealpi Bellunesi distinto da *strandii* ed ascrivono la specie ad *I. ravasinii*.

IL LABORATORIO SOTTERRANEO DI BIOSPELEOLOGIA DI VILLA PAPADOPOLI A VITTORIO VENETO

Vladimiro Toniello

Gruppo Speleologico CAI Vittorio Veneto

Il Laboratorio sotterraneo di Biospeleologia di Villa Papadopoli in Vittorio Veneto è stato fondato e materialmente costruito nel 1978 dai soci del Gruppo Speleologico CAI di Vittorio Veneto, adattando un vecchio rifugio antiaereo della prima guerra mondiale; in esso sono stati costruiti ripiani per sostenere gli acquari, i terrari, e realizzati l'impianto idraulico ed elettrico.

Lo scopo del Laboratorio è quello di effettuare ricerche sulla biologia e sull'etologia degli animali che vivono nell'ambiente sotterraneo; di collaborare alla stesura di tesi di laurea a carattere biospeleologico; di essere punto di riferimento per la didattica applicata alla biospeleologia coinvolgendo scuole d'ogni ordine e grado; di collaborare al progetto INAC-monitoraggio delle acque sotterranee della Federazione Speleologia Veneta.

Tra i primi, se non il primo in Italia con questi scopi, ha avuto bisogno



Protei allevati in laboratorio di Villa Papadopoli.

di Villa di notevole impiego di tempo e di energie perché, per poter allevare un qualsiasi animale dell'ambiente ipogeo, è necessario prima ricostruire ed allevare la sua catena alimentare, spesso non sempre sufficientemente conosciuta.

Un settore di ricerca è stato quello della sperimentazione di un metodo per la determinazione della biomassa mediante la colorazione di crostacei quali *Niphargus* e *Gammarus*. Tale metodo è stato sperimentato in un tratto di grotta di una sorgente carsica ed ha vinto il primo premio per la biologia nella sezione italiana al 19° Concorso Philips per giovani ricercatori europei nel 1986/87.

Le tesi di laurea sviluppate nel laboratorio, per la parte sperimentale, sono state:

“Biologia ed etologia di *Eophila tellinii*, lombrico variopinto di grandi dimensioni”. Laurea in Scienze Biologiche. Padova

“Studio sugli effetti di rame e zinco in *Niphargus montellianus* e in *Gammarus balcanicus*, possibili bioindicatori d'acque dolci”. Laurea in Scienze Biologiche, Padova

“La cavità del Landron (Colli di Conegliano, TV): indagine geomorfologica e studio degli effetti di Cu e Zn in *Niphargus montellianus* e in *Gammarus balcanicus*, possibili indicatori della qualità delle acque



Laboratorio di Villa Papadopoli.

carsiche". Laurea in Scienze Naturali, Padova.

"Effetti tossicologici di alcuni fitofarmaci in esemplari di *Niphargus* e *Gammarus*, possibili indicatori della qualità delle acque carsiche" Laurea in Scienze Naturali, Trieste.

"Protozoi di acque carsiche in un'area nord orientale della Provincia di Treviso". Laurea in Scienze Naturali. Padova

"Studio di protozoi epibionti su anfipodi di ambiente carsico". Laurea in Scienze naturali. Padova

Sono stati allevati e fatte ricerche sui seguenti crostacei:

Monolista: allevamento e comportamenti collegati all'alimentazione, utilizzando diversi substrati;

Androniscus roseus, *A. dentiger* e *A. stygius*: preferenze alimentari su substrati di faggio, quercia, pino strombo, abete rosso e mais. Esperimenti incrociati sulla competizione alimentare tra queste tre specie.

Asellus e Gammarus: utilizzo di questi crostacei per una ricerca sulla tossicità della fluorosceina. Si è dimostrato che la fluorosceina ha un certo effetto dannoso sulla fauna acquatica, anche a basse concentrazioni.

Allevamento e ricerche sugli anfibi:

Axolotl: allevamento e riproduzione;

Proteo: durante l'allevamento del Proteo, sono state effettuate delle ricerche sul suo sviluppo e comportamento. In particolare si sono squisiti dati riguardanti un'ipotetica "memoria" che esso sembra avere della conformazione del luogo in cui si trova.

Geotritoni: allevamento ed osservazioni sul corteggiamento e cure parentali.

Pesci:

allevamento e osservazioni di reazioni a stimoli chimici (somministrazione del cibo) e di comunicazioni sociali in *Astyanax mexicanus*.

Le suddette tesi, opportunamente rielaborate, e le ricerche effettuate sono state pubblicate in vari numeri di "Speleologia Veneta", organo ufficiale della Federazione Speleologica Veneta.

Dal 2002, a causa della vendita dell'area dove si apre il Laboratorio, non è stato più possibile fruire di acqua ed energia elettrica, con notevoli comprensibili disagi, tuttavia la ricerca non si è fermata e la maggior parte delle suddette tesi di laurea sono state compilate per la parte sperimentale dopo tale data.

Attualmente il lavoro sperimentale continua in tono minore.



L'inizio del Ramo dei Tre Amis, foto di Andrea Ceradini

LA GROTTA DI MONTE CAPRIOLO

Andrea Ceradini

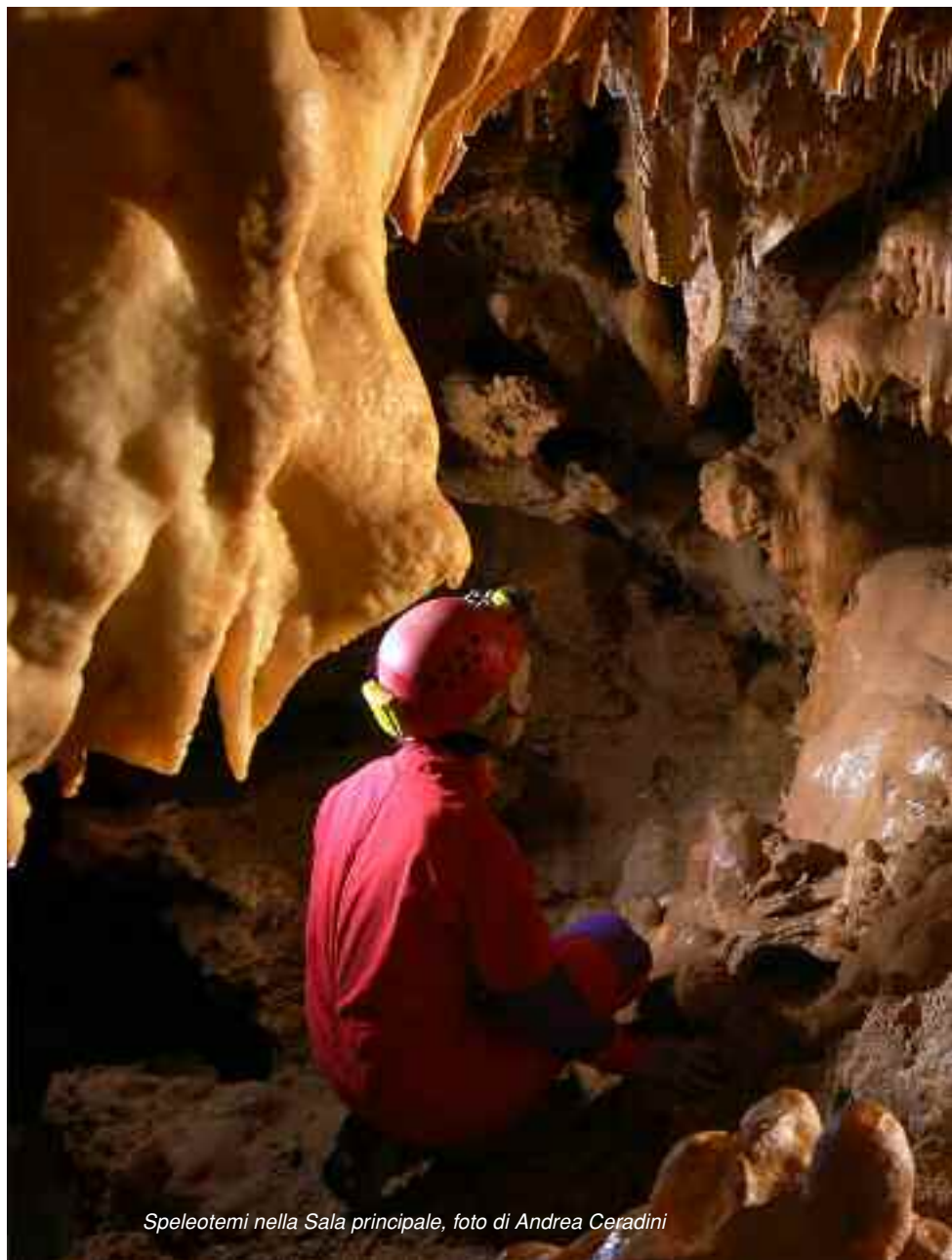
Gruppo Attività Speleologica Veronese

La Grotta di Monte Capriolo si apre ai piedi di una scarpata alta pochi metri, sul versante meridionale di un piccolo dosso arrotondato (M. Capriolo m.1059), situato nella zona intermedia dei Lessini centroccidentali, più o meno dove il paesaggio di questi passa da un dolce altopiano ad un ventaglio di vallate e dorsali che degradano verso la pianura. Le rocce affioranti sono prevalentemente di natura sedimentaria e carbonatica ed abbondanti e diffusi sono i fenomeni carsici, basti pensare che nel solo Comune di Roverè Veronese, nel cui territorio si apre la grotta, sono conosciute ben 43 grotte. La formazione in cui si apre e sviluppa la grotta è un calcare mesozoico chiamato Calcare Oolitico di S. Vigilio, la cui origine risale al Giurassico medio (190-175 MA).

La prima esplorazione della grotta risale al 1957 ad opera del GES Falchi di Verona, tuttavia da allora le scoperte non si sono arrestate, infatti un nuovo ramo che ha più che raddoppiato lo sviluppo della grotta fu scoperto da speleologi del G. S. C.A.I. di Verona nel 1985 (Ceradini 2002) e recentemente nuove fruttuose esplorazioni sono state condotte dall'U. S. Veronese.

Nel 1972 la grotta fu dotata di un impianto di illuminazione e attrezzata per le visite turistiche e didattiche. Ulteriori lavori di miglioramento, soprattutto nel campo della sicurezza, furono compiuti nel 1999 e nel 2010 e attualmente è l'unica grotta turistica del veronese, mentre nel Veneto è affiancata solo dalla Grotta Parolini di Valstagna (Vi). La gestione è curata, in collaborazione con l'Amministrazione Comunale di Roverè, dalla Commissione Speleologica Veronese, un organismo che coordina tutte le Associazioni speleologiche cittadine e che, in maniera del tutto volontaristica, garantisce l'apertura al pubblico durante tutti i weekend estivi e su prenotazione durante il resto dell'anno.

Si tratta quindi di uno dei pochissimi casi di grotta turistica "autogestita" da speleologi che svolgono con competenza la funzione di guida nei confronti degli oltre 2000 visitatori e delle numerose scolaresche che ogni anno si recano a visitare questo importante sito naturalistico. È facile intuire l'importanza didattica e culturale di questa cavità che,



Speleotemi nella Sala principale, foto di Andrea Ceradini



sola, costituisce una finestra che rende accessibile a tutti un mondo sotterraneo e semisconosciuto che è di solito, per sua natura, accessibile solo ad una ristretta elite di speleologi.

La Grotta di Monte Capriolo inoltre è stata ed è tuttora oggetto di campagne di studio e ricerca scientifica nei vari ambiti biologico, geologico e di tutela ambientale. Tra gli altri vi si sono svolti studi meteoclimatologici (Chignola 1995, 2007), sulle concentrazioni di radon (Trotti, Zorzin 2000), sulla fauna cavernicola (Caoduro, Osella, Ruffo 1984). Infine ricordiamo che nella Grotta di Monte Capriolo è presente un'abbondante fauna cavernicola rappresentata da oltre 15 specie diverse (Caoduro, Zorzin 2000) tra cui ragni, opilionidi, pseudoscorpioni come *Chthonius Lessinensis* endemico dei Lessini e rinvenuto per la prima volta proprio in questa grotta, cavallette e millepiedi perfettamente specializzati ed adattati all'ambiente sotterraneo.

Descrizione

La grotta, che presenta un dislivello di circa 50 metri e uno sviluppo complessivo di quasi 300, inizia con un pozzo di 7 metri (ingresso naturale) che immette in un piccolo ambiente circolare. Sul lato nord alcuni



Speleotemi nella Sala principale, foto di Andrea Ceradini



Speleotemi nella Sala principale, foto di Andrea Ceradini

cunicoli si esauriscono dopo pochi metri mentre sul lato sud si apre un'ampia sala in discesa lunga una decina di metri che costituisce la prima parte del percorso turistico. Sulla parete est un pozzo di circa 12 metri dà inizio al Ramo dei "Tre Amis" che, attraverso una serie di passaggi alquanto angusti intervallati da piccole sale variamente concrezionate, conduce alla base di un pozzo che è stato risalito per 40 metri fino quasi a sbucare alla superficie. Progredendo verso sud, lungo il percorso attrezzato, si supera un passaggio basso e, dopo aver risalito per tre metri una scala metallica, si sbuca nella sala principale della grotta. E' questo un vasto ambiente lungo oltre 30 metri e largo la metà ornato di una grande varietà e abbondanza di speleotemi, cioè di concrezioni calcaree, delle più varie forme, dimensioni e colori. Stalattiti, stalagmiti, drappi e colate tappezzano letteralmente pareti e volta creando un effetto scenografico alquanto spettacolare. Il percorso si articola in un saliscendi sul pavimento detritico della cavità e permette di osservare da vicino, tra le altre cose, anche alcuni terrari che ospitano esemplari di fauna cavernicola e una vasca che contiene un esemplare di *Proteus anguinus*, un anfibio cieco che un tempo era creduto la forma embrionale dei draghi, originario della Slovenia e che ben si è acclimatato a questa grotta dei Monti Lessini. All'estremità est del salone, attraverso un pozzetto di 8 metri si raggiunge un nuovo ramo che si sviluppa ad un livello inferiore e per ora è accessibile ai soli speleologi. Complessivamente il percorso turistico dura circa mezz'ora.

Bibliografia

Caoduro G., Osella G., Ruffo S. (1994) *La fauna cavernicola della regione veronese* Ser. II^a, 11 : 1-144

Caoduro G., Zorzin R. (2000) *Guida alla Grotta di Monte Capriolo*, Tip. Ed. Bettinelli Verona.

Ceradini A. (2002) *Grotte dei Lessini e del Baldo*, West Press Ed. Verona.

Chignola R. (1995) *Variazioni della temperatura nell'atmosfera della Grotta turistica di Monte Capriolo*, *Speleologia Veneta* 3: 66-69

Chignola R. (2007) *Un modello fenomenologico per l'analisi dell'impatto turistico nella Grotta di Monte Capriolo*, Atti del III^o Incontro di Speleologia Veronese Verona 2007

Trotti F., Zorzin R. (2000) *Misure di concentrazione di ²²²Rn nella Grotta turistica di Monte Capriolo*, Boll. Museo Civico St. Nat. Verona, Geol-pal-prei 24

Museo dell'Acqua

Il percorso didattico

"Esplora l'Anello dell'Acqua seguendo la goccia"

Il percorso ha una lunghezza di circa 2 km e si snoda tra prati e boschi nei pressi del Museo.

Il filo conduttore dell'acqua lega tra loro i siti di interesse naturalistico e storico, raggiungibili seguendo la goccia segnata e la tabella informativa:

- fenomeni carsici quali la città di roccia, i casipi solcati, le doline e la cavità sotterranea detta "Bucco dei nati";
 - postazioni di nitroglicerici della Prima Guerra Mondiale scavate nei massi calcarei;
 - manufatti per la raccolta delle acque meteoriche quali l'antica mulattiera comunale chiamata "Pia dell'acqua" e i toponimi cimbri relativi all'acqua.
- Perseguendo l'antica mulattiera "Pia dell'acqua", si può proseguire verso la località Clibice per visitare il "bosco fascioso".

L'Anello dell'Acqua è percorribile liberamente seguendo la goccia segnata.

Per effettuare visite guidate di gruppo, rivolgersi al Museo durante gli orari di apertura.



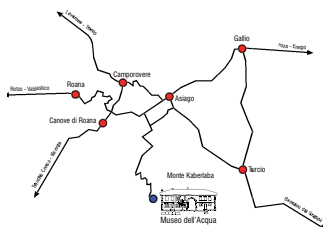
L'elemento fondativo di ogni museo è quello di costituire "una struttura organizzata per la conservazione e la valorizzazione di raccolte di beni culturali, acquisite, conservate, comunicate per tutti i fini della fruizione".

Il Museo dell'Acqua è stato ideato dal Gruppo Speleologico Settecomuni e proposto al Comune di Asiago nel 1998. I lavori di ristrutturazione sono stati portati a termine ad aprile 2009. Il Museo ha aperto le attività il primo giugno 2009 ed è ancora in fase di allestimento.

Gli obiettivi generali che il Museo dell'Acqua si propone sono i seguenti:

- esplorare il tema "acqua" quale filo conduttore che lega tra loro i molteplici aspetti del rapporto uomo-ambiente;
- concentrare sia nella conoscenza che nella memoria quanto la presenza e, nel contempo, la mancanza di questa risorsa hanno influito sulla storia e sullo sviluppo del territorio alpino e dei suoi abitanti;
- promuovere la conservazione e la valorizzazione dei beni legati al rapporto uomo-acqua in riferimento alla morfologia del territorio, alla vita, al lavoro, al divertimento e alla tutela della risorsa;
- diffondere la conoscenza della risorsa acqua dal punto di vista scientifico, storico, sociale, artistico;
- promuovere e diffondere una cultura dell'acqua quale risorsa indispensabile e bene comune e non bene merce.

Dove siamo:



Gruppi aderenti alla Federazione Speleologica Veneta

Provincia di Belluno



Gruppo Grotte SOLVE CAI Belluno (venerdì, ore 21.00)
c/o CAI, P.le Don Bosco, 9/11 – 32100 Belluno
T 0437 931655; gruppосolve@geodolomiti.net



Gruppo Speleologico CAI Feltre (venerdì, ore 21.00)
c/o CAI, Porta Imperiale, 3 – 32032 Feltre
T 0439 81140; speleo@caifeltre.it



Gruppo Speleologico Seren del Grappa (venerdì, ore 20.30)
P.za della Vittoria, 47 – 32030 Seren del Grappa
isabella.gssg@cheapnet.it

Provincia di Treviso



Gruppo Grotte Treviso (giovedì ore 21.00)
Indirizzo postale
c/o Rizzante Tiziana, via Zermanese Superiore 2/B 31030 Dosson di Casier
Sede del gruppo
Via Cal di Breda c/o Ex Azienda agricola provinciale, 31100 Treviso
Tel. 328 8948296 - 349 0072319 - 349 0667040
info@gruppogrottetrevise.it - www.gruppogrottetrevise.it



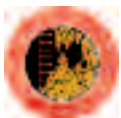
Gruppo Speleologico CAI Vittorio Veneto (venerdì, ore 21.00)
Via della Seta, 55 – 31029 Vittorio Veneto
T 0438 500799



Gruppo Naturalistico Montelliano, Nervesa (giovedì, ore 21.00)
Via Brigata Palermo, 7 – 31040 Nervesa della Battaglia
T 0422 779981; visiteguidate@gnmspeleo.it
www.gnmspeleo.it



Gruppo Speleologico Valdobbiadene (mercoledì, ore 20.30)
c/o Marco Sebenello, Borgo Marche, 26 – 31040 San Pietro di Barbozza
T 0423 972707 – 0437 540072; salomar@libero.it



Gruppo Speleologico Opitergino CAI, Oderzo (venerdì, ore 21.00)
c/o CAI Via Comunale di Fratta, 35 – 31046 Oderzo
T 0422 716354 – 0422 710968; gima@micso.net



Arianna speleologia esplorativa e di ricerca (mercoledì, ore 21.00)
c/o Andrea Favaro, viale Nazioni Unite 200, 1 – 31100 Treviso
T 0422 308542



Gruppo Speleologico Reithia
Via Cenghia, 76 – 31030 Borso del Grappa (Fraz. di Semonzo)
T 0423 910551 – 347 8488015; reithia@libero.it

Provincia di Venezia



Gruppo Speleologico San Marco CAI Mestre
c/o Antonio Danieli, via Padova 119 – 30037 Scorzè VE
antoniodanieli@yahoo.it



Equipe Veneziana di Ricerca, (martedì, ore 18.30)
Cannaregio 2999, Venezia
C.P. 202, 30100 Venezia
feryl@libero.it

Provincia di Padova



Gruppo Speleologico Padovano CAI, Padova (merc. ore 21.00; ven. ore 18.30)
CAI Gall. San Bernardino, 5/10 – 35121 Padova
Ritrovo: c/o CLAC, via Cornaro 1/b – 35128 Padova
T/F 049 8750842; www.caipadova.it/speleologia.html;
gruppospeleologicopadovano@gmail.com - www.gruppospeleologicopadovano.blogspot.com

Provincia di Venezia



Gruppo Grotte Schio CAI (giovedì, ore 21.00)
Via A. Rossi, 9 – 36015 Schio
T 0445 545369; craume@tin.it



Gruppo Grotte G. Trevisiol CAI, Vicenza (venerdì ore 21.00)
Contrà Porta S. Lucia, 95 – 36100 Vicenza
T 0444 513012; gruppgrottetrevisiol@gmail.com
www.gruppgrottetrevisiol.org



Club Speleologico Proteo, Vicenza (merc., ven. ore 21.00)
Ex scuola Fogazzaro, Riviera Berica, 631 – 36100 Vicenza
F 0444 248378; csproteo@gmail.com - <http://csproteo.clab.it>



Gruppo Speleologi Malo CAI (giovedì ore 21.00)
Piazza Zanini, 1 – 36034 Malo
gsm@speleomalo.it; www.speleomalo.it



Gruppo Grotte Giara Modon, Valstagna (venerdì, ore 21.00)
Piazzetta Brotto, 1 – 36020 Valstagna
gggmodon@gggmodon.it; www.gggmodon.it



Gruppo Speleologico Settecomuni, Asiago (giovedì, ore 21.00)
Via F. Baracca, 2 - 36012 Asiago
corradin.c@libero.it - www.gruppospeleo7c.it



Gruppo Speleologico Geo CAI Bassano (venerdì, ore 21.00)
Via Schiavonetti, cond. Sire, 26/I – 36061 Bassano
T 0424 227996; info@geocaibassano.it
www.geocaibassano.it



Gruppo Grotte Valdagno CAI (mercoledì, ore 21.00)

Corso Italia, 9 – 36078 Valdagno
gruppogrottevaldagno@tiscali.it
www.gruppogrottevaldagno.it

Provincia di Verona



Gruppo Speleologico CAI Verona (giovedì, ore 21.00)

c/o CAI, Via S. Toscana, 11 – 37100 Verona
T 045 8030555; costabon@hotmail.it
<http://www.caiverona.it/gruppo-speleo.htm>



Gruppo Grotte Falchi, Verona (giovedì, ore 21.00)

Via S. Giovanni in Valle, 11 – 37100 Verona



Gruppo Amici della Montagna, Verona (venerdì, ore 21.00)

Sede: Via C. Colombo, 37138 Verona
Posta a: c/o Annichini Fiorenzo -Via Quarto Ponte, 2/B- 37138 Verona
pellegrinibruno@aliceposta.it; f.annichini@tiscali.it
<http://www.gam-vr.it>



Gruppo Attività Speleologica Veronese, (giovedì, ore 21.00)

v.le dei Colli, Forte S. Mattia - 37128 Verona
raccor@tin.it - a ceradini@yahoo.com



Centro Ricerche Naturalistiche Monti Lessini, Verona (ven. 21.00)

c/o Stradiotto, via Leonardo da Quinto, 111 - 37134 Verona
crnml@tiscali.it; http://web.tiscalinet.it/CRN_Monti_Lessini



Gruppo Speleologico Montecchia (mercoledì, ore 21.00)

P.zza Castello 54, 37030 Montecchia di Crosara
dzteo@yahoo.it



Unione Speleologica Veronese, Verona (giovedì, ore 21.00)

Via Bionde, Forte Chievo – 37100 Verona
info@unionespeleover.it; www.unionespeleover.it

Musei e laboratori di Biologia Sotterranea

Museo di Speleologia e Carsismo "A. Parolini" via Oliero di Sotto, Valstagna, Vicenza tel/fax 0424 99983,
museivalstagna@libero.it - www.comune.valstagna.vi.it/musei/weboliero/introduzione.htm

Laboratorio di Villa Papadopoli, Vittorio Veneto (tel. 0438-60096);

Laboratorio di Ponte Subiolo, Valstagna;

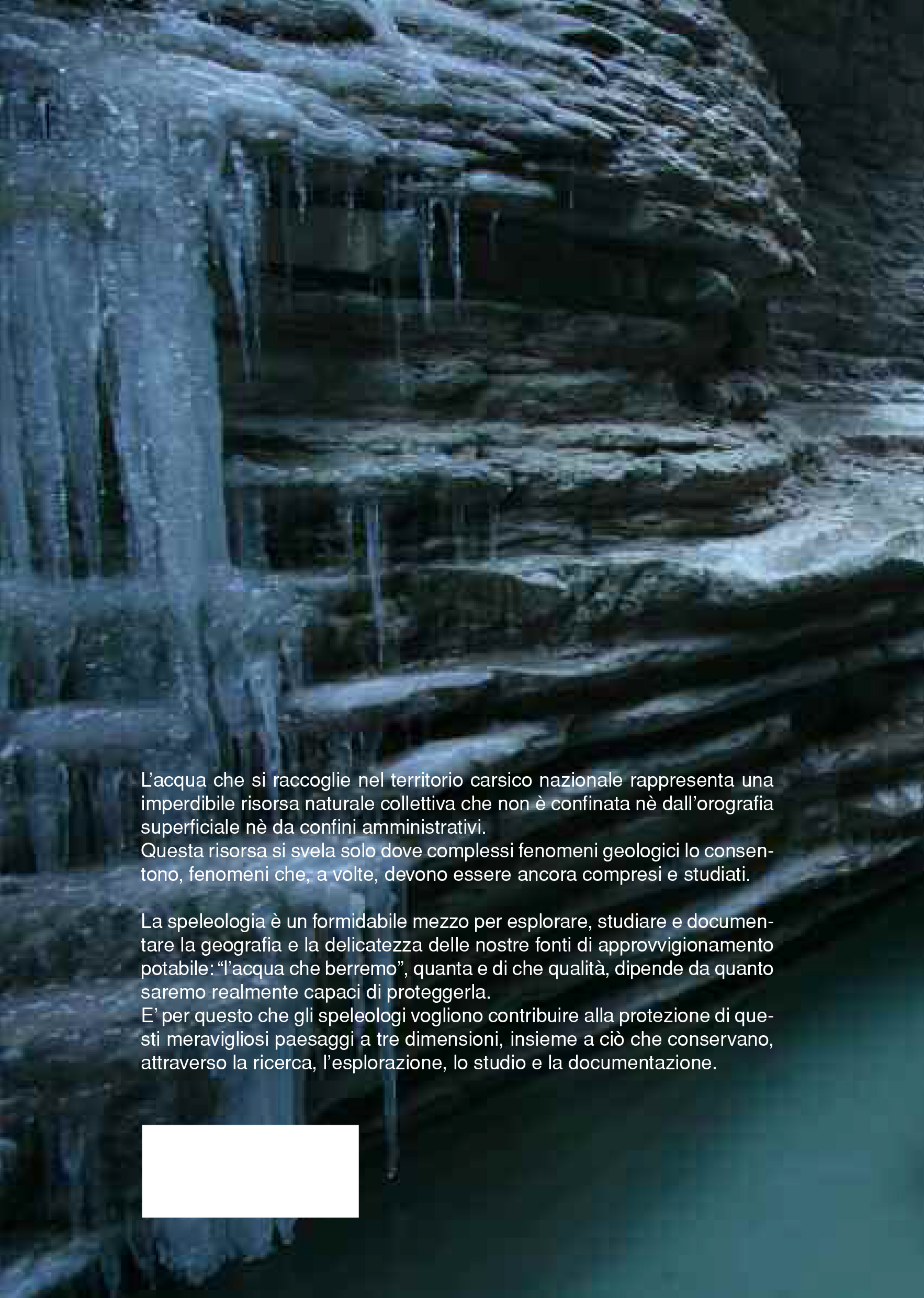
Laboratorio di Biologia Sotterranea di Verona, Salita Fontana del Ferro,
15 - 37129 Verona (tel. 045/568505 fax 045/8001333);

Laboratorio Didattico di Biospeleologia "A. Saccardo" Tavarin Longo
31040 Nervesa della B. (tel. 0422/779981 - 02/70636899).

www.speleologiaveneta.it

INDICE

Introduzione di <i>Mauro Chiesi</i>	3
Prefazione di <i>Massimo Civita</i>	5
Presentazione del Presidente della Federazione Speleologica Veneta di <i>Silvano Gava</i>	7
Presentazione del Presidente della Società Speleologica Italiana di <i>Giampietro Marchesi</i>	9
Il dono dell'acqua	11
La risorsa idrica	13
L'acqua nelle montagne carsiche	17
Gli acquiferi carsici	18
La scoperta delle misteriose vie sotterranee	21
La protezione dell'acqua, un impegno di civiltà	23
Le sorgenti	25
La vulnerabilità degli acquiferi carsici	27
La speleologia in Italia	29
Dove sono le acque carsiche in Italia e loro importanza	31
Speleologia e ricerca	35
Obbiettivi e strategie per una tutela integrata	39
Lacqua nei Lessini Occidentali, un ambiente morfologico tecto- e fluvio-carsico di <i>Ugo Sauro</i>	41
L'area carsica del Faedo-Casaron di <i>Paolo Mietto</i>	53
Gli acquiferi della Val Brenta di <i>Monica Celi</i>	61
L'altopiano di Fosses, Altopiani Ampezzani di <i>Paolo Mietto</i>	73
Gli acquiferi dell'altopiani Bellunesi di <i>Alberto Riva e Francesco Sauro</i>	81
La Federazione Speleologica Speleologica Veneta nel Territorio, informazione e didattica	
Il Laboratorio Didattico di Biospeleologia "A. Saccardo" di <i>Domenico Zanon</i>	89
Il Laboratorio di Biologia Sotterranea ed il Laboratorio di Biospeleologia nel Bus della Genziana (1000 V TV) Altopiano del Cansiglio, Prealpi Venete di <i>Vladimiro Toniello</i>	99
Il Laboratorio Sotterraneo di Biospeleologia di Villa Papadopoli a Vittorio Veneto di <i>Vladimiro Toniello</i>	105
La Grotta di Monte Capriolo di <i>Andrea Ceradini</i>	109
Il Museo dell'Acqua di Asiago di <i>Corrado Corradin</i>	114
Le associazioni speleologiche del Veneto	115



L'acqua che si raccoglie nel territorio carsico nazionale rappresenta una imperdibile risorsa naturale collettiva che non è confinata nè dall'orografia superficiale nè da confini amministrativi.

Questa risorsa si svela solo dove complessi fenomeni geologici lo consentono, fenomeni che, a volte, devono essere ancora compresi e studiati.

La speleologia è un formidabile mezzo per esplorare, studiare e documentare la geografia e la delicatezza delle nostre fonti di approvvigionamento potabile: "l'acqua che berremo", quanta e di che qualità, dipende da quanto saremo realmente capaci di proteggerla.

E' per questo che gli speleologi vogliono contribuire alla protezione di questi meravigliosi paesaggi a tre dimensioni, insieme a ciò che conservano, attraverso la ricerca, l'esplorazione, lo studio e la documentazione.

