



Acque dalle rocce, una ricchezza della montagna

Percorsi interdisciplinari nell'affascinante mondo delle sorgenti





Acque dalle rocce, una ricchezza della montagna

Percorsi interdisciplinari nell'affascinante mondo delle sorgenti



Assessorato Difesa del Suolo e della Costa,
protezione civile e politiche ambientali e della montagna

Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

In collaborazione con:



Da un'idea di:

Maria Teresa De Nardo, Stefano Segadelli

Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Contributi ai testi o ai casi di studio descritti:

Maria Teresa De Nardo, Stefano Segadelli, Daniele Bonaposta, Annalisa Parisi

Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Alessandro Alessandrini, Stefano Pezzoli

Regione Emilia-Romagna, Istituto dei Beni Artistici, Culturali e Naturali

Marco Cantonati, Nicola Angeli, Daniel Spitale

Museo delle Scienze (MUSE) di Trento – Sezione di Limnologia e Algologia

Francesco Lo Jacono

Regione Emilia-Romagna, Agenzia regionale di Protezione Civile

Attualmente: Servizio Area Reno e Po di Volano

Pietro Boggio Tomasaz

Provincia di Parma

Attualmente: ARPAE - Struttura Autorizzazioni e Concessioni di Parma

Andrea Pelosio

Provincia di Parma

Attualmente: Regione Emilia-Romagna, Servizio Coordinamento Interventi Urgenti e Messa in Sicurezza

Giorgio Barelli

Provincia di Modena

Attualmente: Comune di Modena, Settore Ambiente e Protezione Civile, Ufficio Attività Estrattive

Fulvio Celico, Paolo Vescovi, Alessandro Chelli, Lorenzo Toscani e Tiziano Boschetti

Università di Parma, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra "Macedonio Melloni"

Giampaolo Rossetti

Università di Parma, Dipartimento di Bioscienze

Elisa Bottazzi

Università di Parma, Dipartimento di Bioscienze

Attualmente: Libera professionista

Gino Naclerio e Antonio Bucci

Università del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio

Alessandro Gargini

Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali – BiGeA

Mauro Chiesi, Danilo De Maria, Paolo Forti e Piero Lucci

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, FSER

Lorenzo Negri, Matteo Righi, e Marco Vannucchi (GeoStudi S.r.l.)

Federico Madini, Massimiliano Trauzzi

Geologi, liberi professionisti

Responsabile del progetto:

Gabriele Bartolini

Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Coordinamento:

Maria Carla Centineo, Simonetta Scappini e Stefano Segadelli

Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Progetto, redazione grafica e cartografica:

 **GeoFOTOTECNICABARBIERI**: Parma

La redazione del testo è stata completata nel marzo 2016



Indice

1	Acque storiche	1
1.1	Generalità sulle sorgenti storiche.....	1
1.2	Riferimenti storico-documentali.....	2
2	Sorgenti e acquiferi dell'Appennino emiliano-romagnolo	7
2.1	La formazione del quadro conoscitivo regionale.....	7
2.1.1	Il punto di partenza.....	8
2.1.2	L'approfondimento in ambito provinciale.....	10
2.1.3	La cartografia per i Piani di Gestione di Distretto Idrografico.....	12
2.2	Un contributo alla descrizione dello stato qualitativo naturale delle acque sotterranee: il caso di studio delle analisi di potabilità.....	15
2.3	Le sorgenti captate, conoscenze quantitative di prima approssimazione.....	19
2.3.1	Premessa e criticità.....	19
2.3.2	Il quadro regionale.....	20
2.3.3	Classificazione dei Corpi Idrici Sotterranei montani.....	21
2.3.4	Le approssimazioni compiute.....	22
2.4	Le potenzialità geologiche dei dati storici ambientali: il caso delle sorgenti e dei fontanili in Emilia-Romagna.....	22
2.4.1	Materiali e metodi: sorgenti "storiche".....	23
2.4.1.1	Digitalizzazione dei "punti d'acqua".....	24
2.4.2	Materiali e metodi: risorgive.....	25
2.4.2.1	Basi cartografiche e digitalizzazione.....	26
2.4.3	Risultati e discussione – sorgenti "storiche".....	27
2.4.4	Risorgive – aspetti generali.....	28
2.4.5	Risorgive e Siti di Importanza Comunitaria.....	30
2.4.6	Sorgenti storiche e risorgive- potenzialità per l'analisi geologica.....	31
2.4.7	Conclusioni.....	33
2.5	Le acque minerali e termali dell'Emilia-Romagna e il caso delle Terme di Brisighella, Appennino ravennate.....	33
2.5.1	Il quadro generale.....	33
2.5.2	Geologia ed acque termali: il caso di studio di Brisighella.....	35
2.5.3	La concessione "Colombarino".....	36
2.5.4	Geologia e chimismo.....	37
2.5.5	Conclusioni, propedeutiche ad approfondimenti successivi.....	39
3	Le sorgenti carsiche dell'Emilia-Romagna	40
3.1	Le fonti di Poiano.....	42
3.2	Sistema carsico dell'Acquafredda.....	44
3.3	Il sistema carsico Rio Stella - Rio Basino.....	46
3.4	Sistema carsico di Onferno.....	48
3.5	Sorgente di S. Cristoforo di Labante.....	49
3.6	Conclusioni.....	49



3

Le sorgenti carsiche dell'Emilia-Romagna

Mauro Chiesi, Danilo De Maria, Paolo Forti, Piero Lucci Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

A differenza dalla maggioranza delle altre Regioni italiane, le formazioni carsificate dell'Emilia-Romagna sono molto limitate, rappresentando appena l'1% degli affioramenti regionali (LUCCI & ROSSI, 2011).

Per la grande maggioranza (Fig. 1.3) sono rappresentate da gessi messiniani, che bordano, in maniera discontinua, il pedeappennino da Reggio Emilia fino al confine con le Marche e in subordine da gessi triassici mentre i calcari sono praticamente assenti, se si eccettuano quelli del Massiccio del Titano, nel territorio della Repubblica di San Marino (FORTI & GURNARI, 1983).

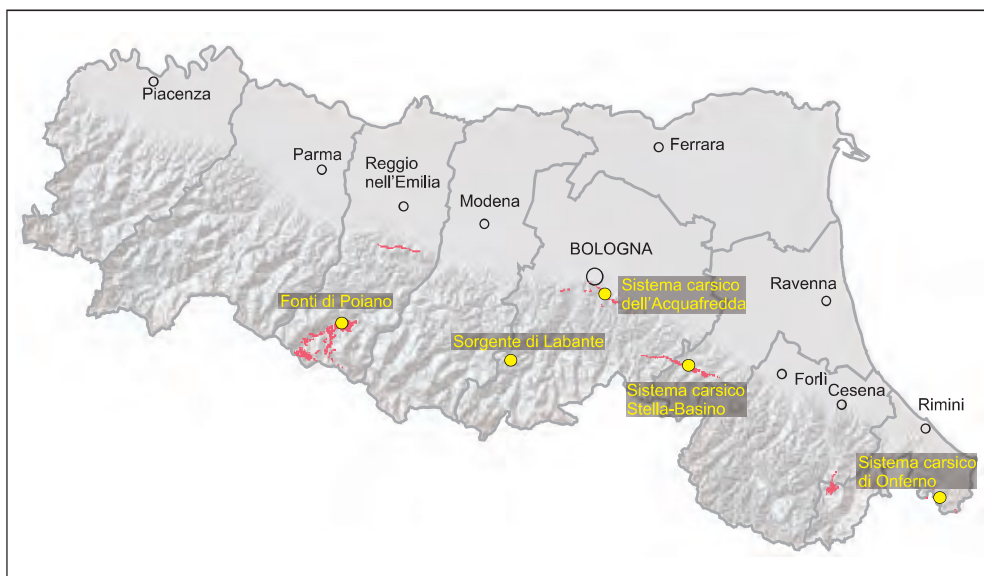


Figura 1.3

Carta degli affioramenti carsici dell'Emilia-Romagna con indicate le principali sorgenti carsiche trattate in questo articolo.

Nonostante questa situazione geologica, non certo favorevole, la Regione Emilia-Romagna ospita acquiferi carsici in grado di alimentare sorgenti e risorgenti la cui importanza scientifica, in alcuni casi, travalica ristretti confini regionali con emergenze che hanno sicuramente valenza nazionale e, almeno in due casi (Le Fonti di Poiano nel Reggiano e Le Grotte di Labante nel Bolognese), internazionale (CHIESI & FORTI, 2009; GSB & USB, 2006).

Naturalmente il maggior numero di sorgenti carsiche si trova al contatto tra le formazioni gessose messiniane e i depositi impermeabili (essenzialmente argillosi-limosi) che chiudono verso la pianura padana. Dal punto di vista idrogeologico quindi sono essenzialmente sorgenti di contatto, per soglia di permeabilità sovrainposta o sottoposta.

Le maggiori, e praticamente le uniche perenni, sono in realtà delle "risorgenti": costituiscono cioè la parte terminale di un traforo idrogeologico causato da un fiume esterno che, giunto in contatto con la roccia gessosa, vi è penetrato dando luogo a una grotta più o meno lunga fino a raggiungere l'estremità opposta dell'affioramento, ove, al contatto con le formazioni meno permeabili, ha dato luogo ad una scaturigine (la "risorgente" appunto). Classici esempi di questo tipo di sorgenti sono quelle alimentate dal sistema carsico Rio Stella-Rio Basino in Romagna (FORTI & LUCCI, 2010, FORTI et al., 1989) e da quello della Spipola-Acquafredda nel Bolognese (TREBBI, 1926; FORTI et al., 1985).

Molto più comuni comunque, sono le piccole sorgenti la cui alimentazione è garantita dall'infiltrazione delle acque meteoriche nelle porzioni elevate degli affioramenti gessosi, assorbimento che normalmente avviene all'interno di grandi doline, sotto cui si sviluppano più o meno estese cavità che drenano l'acqua fino alla sorgente: esempi classici sono le sorgenti alimentate dalla Grotta di Onferno nel Riminese (GRIMANDI, 2006; GRIMANDI et al., 2011), del Re Tiberio nel Ravennate (ERCOLANI et al., 2013) e della Tana della Mussina di Borzano nel Reggiano (FORTI & CHIESI, 2000).

Nessuna delle sorgenti carsiche dei gessi messiniane è captata per usi idropotabili dato che l'elevato contenuto in solfati nelle acque le rende inutilizzabili per questi scopi.

Al di fuori dei gessi, il numero delle sorgenti carsiche regionali è logicamente estremamente basso; ciononostante è appunto nei litotipi non gessosi che si trovano alcune di quelle di maggior interesse scientifico, ambientale ed anche economico-sociale.

Sempre nei gessi, ma in questo caso quelli triassici dell'Alta Valle del Secchia, si trovano le Fonti di Poiano, che sono di gran lunga la più grande sorgente carsica di tutta l'Emilia-Romagna con oltre 400 l/s di media (CHIESI & FORTI, 2009; CHIESI et al., 2010). La loro alimentazione è quasi totalmente fornita da perdite del fiume Lucola, mentre una porzione minore deriva da perdite del Rio Sologno, infine le sue acque sono moderatamente salate a seguito della progressiva risalita di un diapiro costituito dalla formazione di Burano. Le Fonti sono importantissime non solo dal punto di vista idrogeologico, ma anche, e forse soprattutto, per la presenza di un particolarissimo ecosistema che permette l'esistenza di specie botaniche e biologiche assolutamente uniche nel panorama regionale e nazionale (CHIESI & FORTI, 2010).

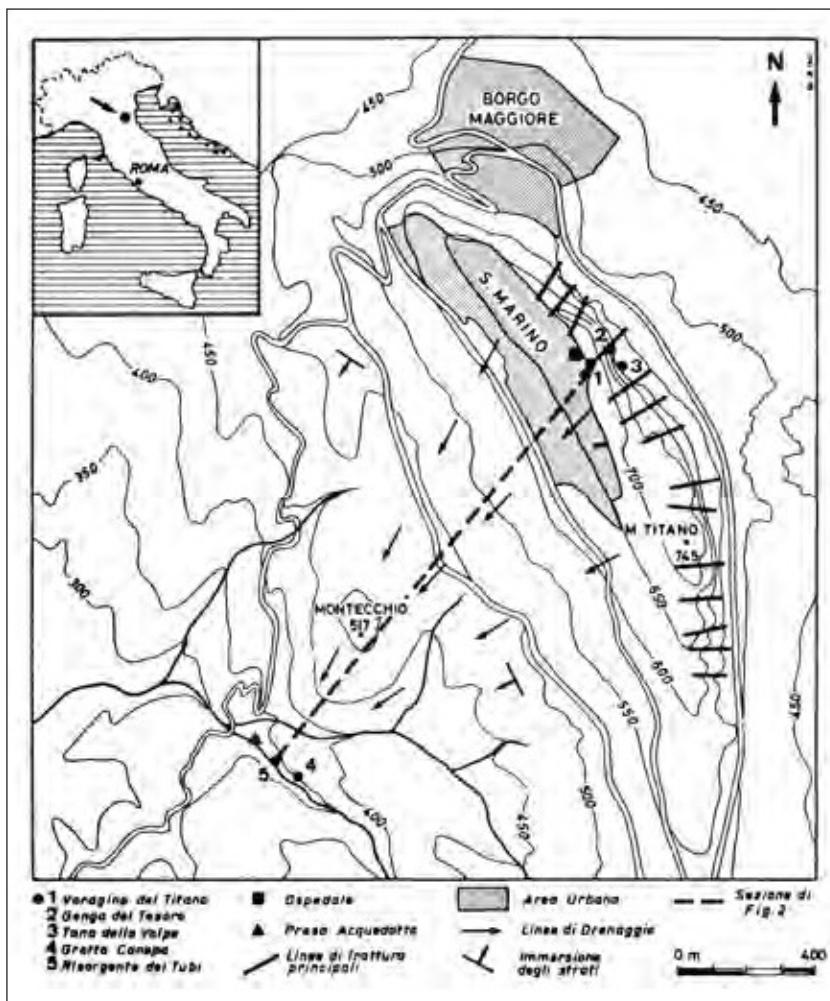


Figura 2.3

L'area carsica di San Marino con il percorso accertato delle acque dall'Abisso del Titano alla risorgente dei Tubi (da FORTI, 1981).

Come accennato precedentemente l'unico acquifero carsico regionale che alimenta una sorgente nei calcari si trova nella Repubblica di San Marino (Fig. 2.3): di questo acquifero fanno parte l'Abisso del Titano (la più profonda cavità di San Marino che si apre attualmente all'interno dell'Ospedale quasi alla sommità del monte Titano) e la Risorgente dei Tubi ai piedi dello stesso massiccio (FORTI & GURNARI, 1983). La portata media di questa classica sorgente per soglia di permeabilità sottoposta è di qualche litro al secondo e un tempo alimentava l'acquedotto che riforniva Borgo Maggiore. Tale utilizzo si è bruscamente interrotto alla fine degli anni '60 del secolo scorso a seguito di un grave inquinamento causato dall'immissione nell'acquifero dei rifiuti speciali dell'Ospedale di San Marino (FORTI, 1981).

Infine vi è la sorgente di Labante (BO) che in realtà è alimentata da un acquifero fessurato in rocce carbonatiche: questa sorgente è da considerarsi carsica per i suoi effetti "pietrificanti", che hanno permesso l'evoluzione di grotte primarie nei travertini tra le più importanti di tutta l'Europa (GSB USB, 2006; LUCCI & ROSSI, 2011). La portata di questa sorgente è di 13,5 l/s ed è stata da tempo captata per far fronte al forte aumento di richiesta di risorse idropotabili nell'area di Castel d'Aiano e di Vergato (LONGHI, 2003). A causa dell'eccessivo prelievo, negli anni '90 del secolo scorso, la sorgente di Labante ha rischiato di rimanere del tutto secca con conseguenze molto gravi per i suoi travertini in generale e per le grotte in particolare. Già da vari anni, però, la gestione delle sue acque è stata tarata in modo da renderla compatibile con la sopravvivenza dei suoi travertini delle rocce di travertino che la caratterizzano.

Dal punto di vista idrodinamico ed idrochimico tutte le sorgenti carsiche presentano una notevole variabilità dei loro parametri, conseguenza diretta dell'alta disomogeneità degli acquiferi che le alimentano. Eccezione sono le due sorgenti che fanno capo rispettivamente al sistema carsico Abisso del Titano- Risorgente dei Tubi e alla Grotta di Labante che, grazie ai loro acquiferi poco carsificati, presentano invece una variabilità molto minore.

Molte delle sorgenti carsiche nei gessi sono state monitorate a partire dalla metà del 2010 nell'ambito del Progetto Life + 08NAT/IT/000369 "Gypsum" coordinato dal Parco regionale dei Gessi e dei Calanchi dell'Abbadessa (BERGIANTI et al., 2013).

Di seguito, vengono sinteticamente presentate le 5 sorgenti che, per le loro caratteristiche, meglio descrivono nel complesso la situazione idrogeologica carsica della Regione Emilia-Romagna.

3.1 Le fonti di Poiano

La fontana salsa di Poiano (Villa Minozzo, RE), questa la denominazione storica delle "Fonti di Poiano", è la sorgente carsica più copiosa dell'Appennino settentrionale, ma anche, probabilmente, il fiume salato più corto al mondo.

Curiosamente di questa grande sorgente non si ha alcuna notizia sino a quando un eclettico musicista, Cosimo Bottegari nel 1612, a seguito di un suo viaggio ispettivo ne redige una approfondita relazione al Duca Estense: *...andai a visitar quella meravigliosa fonte, et origine, di dove scaturisce, quell'acqua abbondantissima salata, che con si gran vehemenza fa macinar quel Molino; quale più volte gustai, e trovai tanto salata che mi parve un miracolo; oltre che restai anco, più capace, che mediante tal così grande e continua abbondanza, faria correr'un fiume, e miracolo anco, per ciascun luogo dove era bagnata la terra da tal'acqua, vi si scorreva una specie di siffatta candidezza, che appariva, come coperta stata fosse da un bianco velo: la qual bianchezza volsi similmente gustare e la trovai non altrimenti, ch'un denso, e schietto sale. ...*

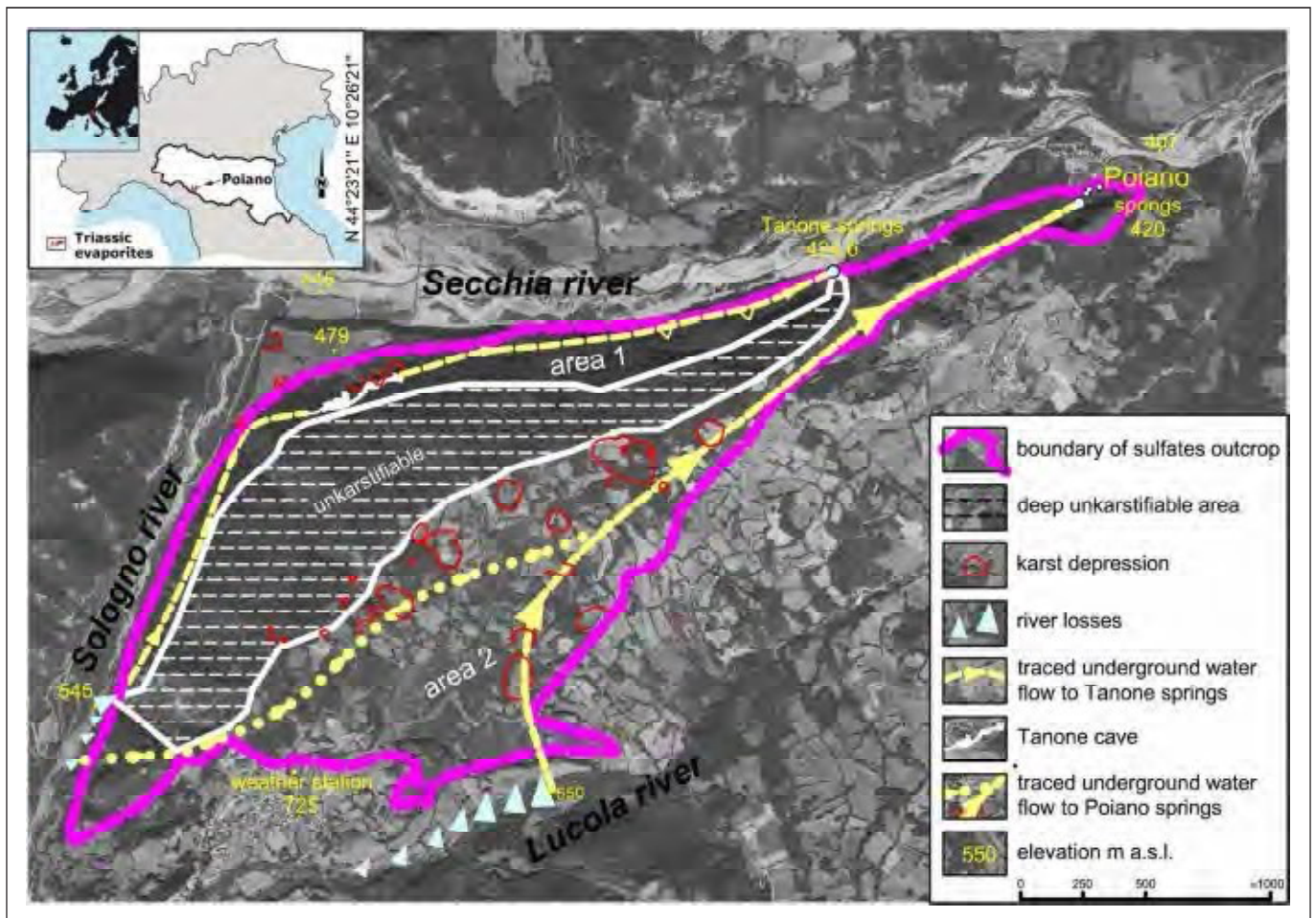
Bottegari, che oltre a occuparsi di musica, si appassionava in vari altri *negozii* (affari), descri-

ve una condizione di evidente sovrassaturazione del sale nella sorgente, riportando che il suo accompagnatore (tale Enea Pazzan) ... con la quantità di lib. 700 di tal'acqua, che fanno pesi 28 ne cavò fra li nove, e dieci pesi di sale ... indicativo grossomodo alla massima solubilità di NaCl in acqua, 358 g/l a 10°C.

Di quel negozio il Duca estense non ne fece poi nulla. Avrebbe alterato, non poco, il monopolio commerciale in atto tra gli Stati a cavallo dell'Appennino, oppure la condizione di sovrassaturazione fu di fatto temporanea? Non lo sappiamo, purtroppo. Sta di fatto, però, che della fontana salsa di Poiano questa è, assai curiosamente, la prima descrizione in assoluto (Leandro Alberti, in *Descrizione di tutta l'Italia e isole pertinenti ad essa*, 1550, illustra le vicine sorgenti saline di Quara, a solo 9 Km di distanza da Poiano ma assolutamente inferiori come portata e visibilità complessiva). Altrettanto singolare è che nessuno dei grandi naturalisti e viaggiatori settecenteschi, in primis Antonio Vallisneri (1661-1730) ma neppure Lazzaro Spallanzani (1729-1799), visitino o quantomeno citino un così imponente fenomeno naturale, fosse solo per l'importanza economica che aveva, a quel tempo, il commercio del sale.

Devono passare oltre due secoli e mezzo, di fatto, perché qualche altro studioso torni a interessarsi a questa sorgente salata: Pietro Doderlein, autore della prima carta geologica del reggiano e modenese, compie a partire dal 1842 le prime approfondite analisi di carattere scientifico sul fenomeno di Poiano, indicando in 17 g/l di NaCl la salinità. Con l'inizio del '900, infine, si moltiplicano le analisi chimico-fisiche sulle acque di Poiano, da cui sembrò emergere un lento esaurimento della concentrazione di sale: Pellegrino Spallanzani (1906) 9,68 g/l, Mario Bertolani (1949) 4,08 g/l, Forti et al. (1988) 3,80 g/l. Le analisi successive, nei primi anni 2000, rilevarono concentrazioni attorno a 6 g/l, demolendo le ipotesi di esaurimento, ponendo prepotentemente l'attenzione sui meccanismi di ricarica del sale di Poiano.

Figura 3.3
L'area carsica di Poiano con indicati i flussi idrici che la alimentano (da CHIESI et al., 2010 modificato).



Tramite un complesso programma di ricerca basato su misure in continuo di temperatura, conducibilità, piogge, portata e monitoraggio biologico (oltre 176.000 dati di analisi), coordinato per conto della Società Speleologica Italiana in collaborazione con il Parco Nazionale dell'Appennino tosco-emiliano, viene infine sviluppato il nuovo modello idrogeologico e di alimentazione del sale e della fontana salsa di Poiano (Fig. 3.3-4.3), che concorda con tutti i dati sperimentali pregressi (CHIESI et al., 2010).

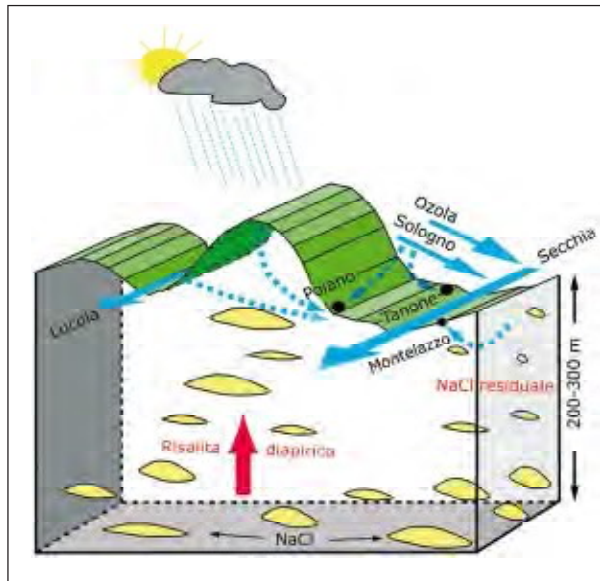


Figura 4.3

Schema degli apporti idrici per le Sorgenti di Poiano (da CHIESI et al., 2010 modificato).

La concentrazione di NaCl varia molto rapidamente nel breve periodo, e oscilla nel medio-lungo, per variazioni indotte sia da processi di pistonaggio causati da forti precipitazioni meteoriche, sia da processi indipendenti da queste ultime, correlati alla risalita diapirica di lenti di salgemma. Le acque clorurate non sono molto vecchie (10-20 anni) e non sono assolutamente sature (~ 60-80 g/l). Non esiste alcuna possibilità di carsificazione profonda dei gessi triassici, tranne nei pressi della superficie piezometrica e/o nelle zone di rilascio tensionale tettonico, a causa del fenomeno antitetico dell'idratazione dell'anidrite presente nella massa evaporitica.

Tutto il territorio di alimentazione delle Fonti di Poiano è attualmente compreso all'interno del Parco Nazionale dell'Appennino tosco-emiliano.

3.2 Sistema carsico dell'Acquafredda

Si tratta del più ampio sistema carsico della regione, situato all'interno dei gessi bolognesi, in località Croara. L'area di assorbimento delle acque meteoriche si suddivide fra tre valli cieche, collocate a meridione della linea dei gessi e sviluppate su terreni impermeabili della Formazione del Termina, per una superficie complessiva di 1.045.000 m², e le rocce evaporitiche affioranti fra il Monte Croara e il Torrente Savena, pari a 1.110.000 m².

L'area carsica in oggetto (Fig. 5.3) è interessata dalla presenza di 60 grotte, con uno sviluppo complessivo di 13,2 km di gallerie attualmente note e rilevate.

Il rio Acquafredda nasce sulle pendici settentrionali di Monte Calvo e, dopo aver solcato all'aperto il tratto sulle marne argillose del Termina, si inabissa appena giunto a contatto coi Gessi, iniziando il suo percorso sotterraneo con la prima grotta, l'Inghiottitoio dell'Acquafredda, a q. 170 m slm. Nel tragitto ipogeo, della lunghezza complessiva di 2.160 m, il torrente raccoglie gli apporti idrici provenienti dai numerosi punti di assorbimento ricordati sopra e percorre il livello inferiore di altre cavità, come la Grotta della Spipola e il Buco del Prete Santo, per terminare il suo percorso in località Siberia, alla Ponticella, dove sbocca la Risorgente dell'Acquafredda. I lavori di estrazione del gesso, condotti dalla cava ivi attiva nel corso degli anni '70, hanno causato l'intercettazione del torrente ipogeo, le cui acque si riversano oggi nei livelli inferiori delle gallerie di cava, allagandole.

La suddivisione quasi equa del bacino idrogeologico fra rocce impermeabili e carsiche è responsabile del particolare regime idrico a cui è soggetto il rio Acquafredda, in cui si som-

Risorgente Acquafredda		
Valori medi		
T	9,9	°C
pH	7,73	unità pH
Cond.	1742	µS/cm
Ca ²⁺	25,65	mEq/l
Mg ²⁺	8,73	mEq/l
HCO ₃ ⁻	4,75	mEq/l
Na ⁺	0,19	mEq/l
K ⁺	0,22	mEq/l
Cl ⁻	0,12	mEq/l
SO ₄ ²⁻	29,47	mEq/l

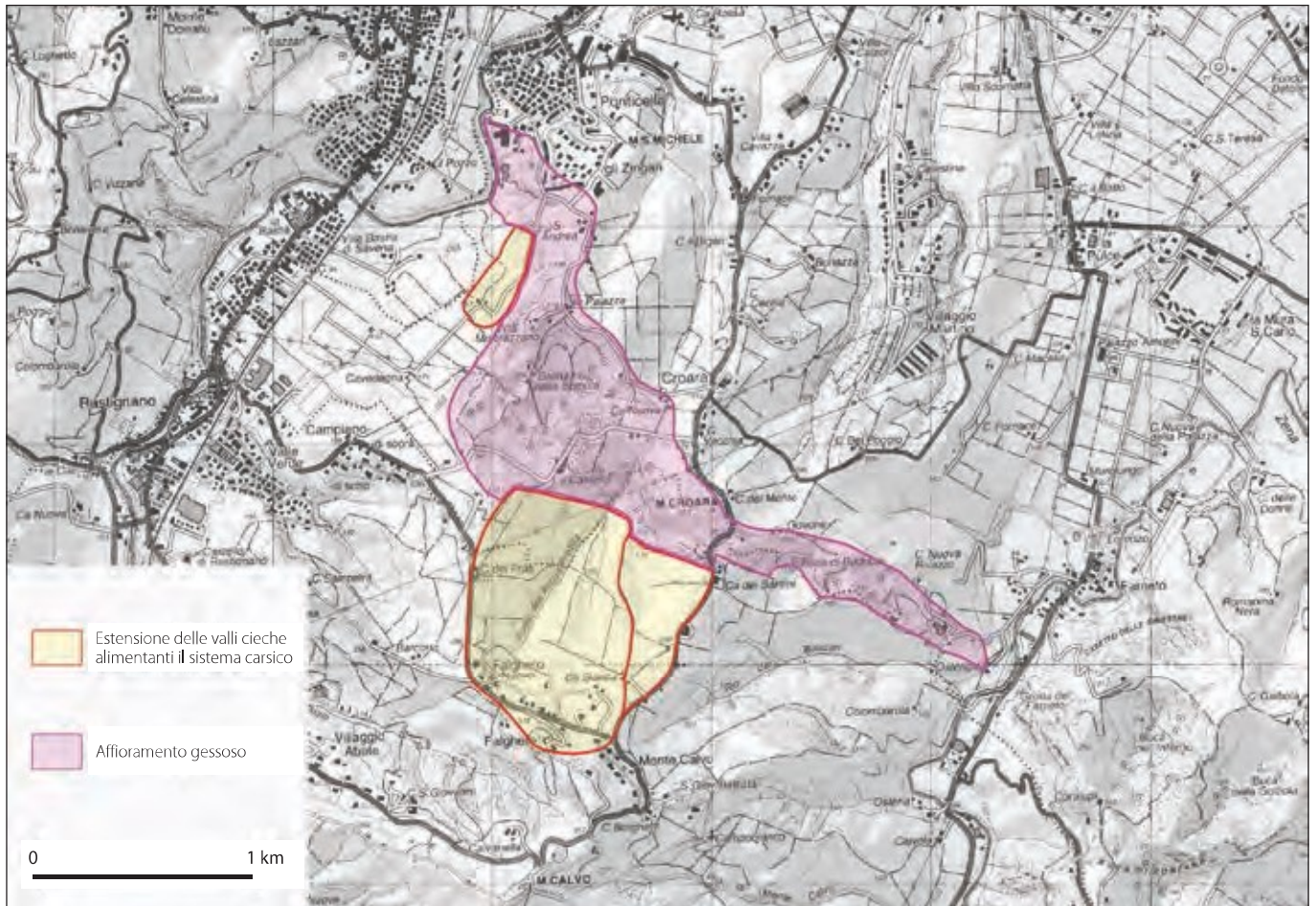


Figura 5.3
Il bacino idrogeologico del sistema carsico Spipola-Acquafredda.

mano i flussi idrici correlati al rapido drenaggio dalle superfici impermeabili a quelli, più lenti, dovuti alla circolazione delle acque all'interno delle fratture e dei vuoti del reticolo carsico.

La portata minima risulta essere di 4,7 l/s, dovuta quasi esclusivamente agli apporti legati alle acque circolanti all'interno dei gessi e al fenomeno della condensazione dell'umidità atmosferica a contatto con le pareti fredde delle grotte, particolarmente attivo nel periodo estivo. La portata massima misurata è di 600 l/s, in corrispondenza di eventi di piena: gli apporti di tali eventi sono da correlare con le acque raccolte nelle valli cieche, con tempi di corrivazione estremamente ridotti, e penetranti nel sottosuolo attraverso i principali inghiottitoi.

Il chimismo delle acque carsiche circolanti nei gessi è assolutamente peculiare e riflette l'estrema solubilità della roccia gessosa (fino a 2,5 g/l). La tabella di seguito riportata esprime i valori medi ricavati da analisi mensili condotte negli anni 1981-82 (FORTI et al., 1985).

L'intera area carsica ricade all'interno del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi, ed è pertanto soggetta alle norme di tutela da esso previste.

3.3 Il sistema carsico Rio Stella - Rio Basino

Il Sistema "Rio Stella-Rio Basino", che si estende in prevalenza all'interno di Monte Mauro, al confine tra i comuni di Brisighella, Casola Valsenio e Riolo Terme (provincia di Ravenna), è un grande complesso ipogeo di alcuni chilometri di sviluppo. Si tratta, in assoluto, di uno dei più importanti trafori idrogeologici in formazioni gessose d'Italia.

Infatti questa grotta è percorribile, seppure con notevoli difficoltà, da monte a valle, cioè dal punto in cui il Rio Stella scompare sottoterra fino a dove il torrente stesso, che, a valle, prende il nome di Rio Basino, termina il percorso sotterraneo.

Per l'importanza e la varietà delle morfologie, per la vastità e la complessità degli ambienti ipogei, questo grande sistema carsico può essere preso a modello tra i tanti presenti nella Vena del Gesso.

Inizialmente, le acque del Rio Stella scorrono per alcune centinaia di metri su rocce non carsificabili, nel punto più basso della valle cieca, a quota 246 m s.l.m., il torrente viene a contatto con la formazione evaporitica da cui viene repentinamente inghiottito, in corrispondenza di una vasta frana di enormi blocchi di roccia gessosa. Questa valle cieca, ampia circa 1,5 km² è da considerare tra i fenomeni di modellamento morfologico naturale più importanti e significativi dell'intera regione.

Anche il tratto iniziale del percorso sotterraneo del Rio Stella avviene tra enormi massi di frana, e attraversa zone pericolose e caotiche. Gli ambienti di crollo sono più vasti nella zona centrale della grotta e si sono formati su diversi livelli nei quali sono numerosi i massi in precario equilibrio.

È probabile che i grandi ambienti ipogei, presenti nel tratto più a ovest di tutto questo sistema carsico, siano impostati su una delle faglie principali che hanno originato il graben di Ca' Faggia.

Più a valle, lungo il torrente sotterraneo, si percorrono ampi meandri dalle pareti sinuose, larghi fino a qualche metro ed alti, a volte, alcune decine di metri. Lungo uno di questi meandri, a circa trecento metri dalla risorgenza, il Rio Stella-Basino è intercettato, sulla sua destra idrografica, dalle acque provenienti da un'altra grotta: l'Abisso Luciano Bentini, una cavità costituita da numerosi tratti verticali e, attualmente, solo in parte esplorata. Si tratta di una grotta caratterizzata da fangose strettoie e pozzi, meandri e crepacci che precedono le grandi gallerie freatiche che si sviluppano a partire da meno 100 m circa e che sono percorse da un torrentello che confluisce nel Rio Basino. Si può ragionevolmente presumere che, almeno in parte, le acque drenate dalle doline poste in prossimità della linea di crinale, compresa tra la cima di Monte Mauro e la Sella di Ca' Faggia, arrivino a scorrere in questo abisso.

Un altro affluente proviene da un sifone posto sulla sinistra idrografica a circa 200 metri dalla risorgente stessa. Nonostante vari tentativi di esplorazione subacquea, nulla si conosce del suo percorso sotterraneo oltre i primi metri. In base al fatto che le acque fuoriescano in pressione anche nei mesi più siccitosi suggerisce l'esistenza di un vasto bacino di alimentazione il cui spartiacque potrebbe trovarsi poco ad Est della frazione Crivellari; tuttavia, a tutt'oggi, non è stata ancora individuata alcuna cavità assorbente che dia accesso a quello che potrebbe costituire un vasto ed importante sistema carsico ipogeo.

Dopo un percorso sotterraneo di 1500 metri, il Rio Stella torna a giorno col nome di Rio Basino (Fig. 6.3), a quota 162 m s.l.m.. Prima di superare l'affioramento gessoso percorre una stretta forra (Fig. 7.3) tra massi di crollo, meandri, piccoli canyon, brevi cascate nonché alcuni brevi tratti sotterranei. È quanto resta dell'antico percorso terminale della grotta risorgente. Il limitato spessore della volta gessosa ne ha causato il collasso favorendo un progressivo arretramento, verso monte, della posizione di risorgenza del corso d'acqua.

Risorgente del Rio Basino		
Valori medi		
T	10,3	°C
pH	8,06	unità pH
Cond.	2000	µS/cm
Ca ²⁺	557	ppm
Mg ²⁺	39	ppm
HCO ₃ ⁻	173	ppm
Na ⁺	13	ppm
K ⁺	4	ppm
Cl ⁻	17	ppm
SO ₄ ²⁻	1391	ppm



Lungo tale forra il Rio Basino intercetta, sulla sua sinistra idrografica, un corso d'acqua proveniente da alcune grotte ubicate in prossimità di Ca' Roccale, mentre poco oltre, sulla destra idrografica, viene intercettato il corso d'acqua che fa capo alla Risorgente a Ovest di Ca' Poggiolo. La consistente e perenne portata di quest'ultimo acquifero fanno ipotizzare che il sistema a monte della risorgente drena le acque di un bacino al quale, almeno in parte, appartengono le numerose e ampie doline vicine a Ca' Castellina, alcune centinaia di metri a nord ovest della cima di Monte Mauro. Al fondo di due di queste si aprono la Grotta della Colombaia e la Grotta del Pilastrino, uniche cavità di certo in collegamento idrologico con la risorgente in questione.

Figura 6.3
La risorgente del rio Basino.

Figura 7.3
La forra che si sviluppa a valle della Grotta sorgente del rio Basino.

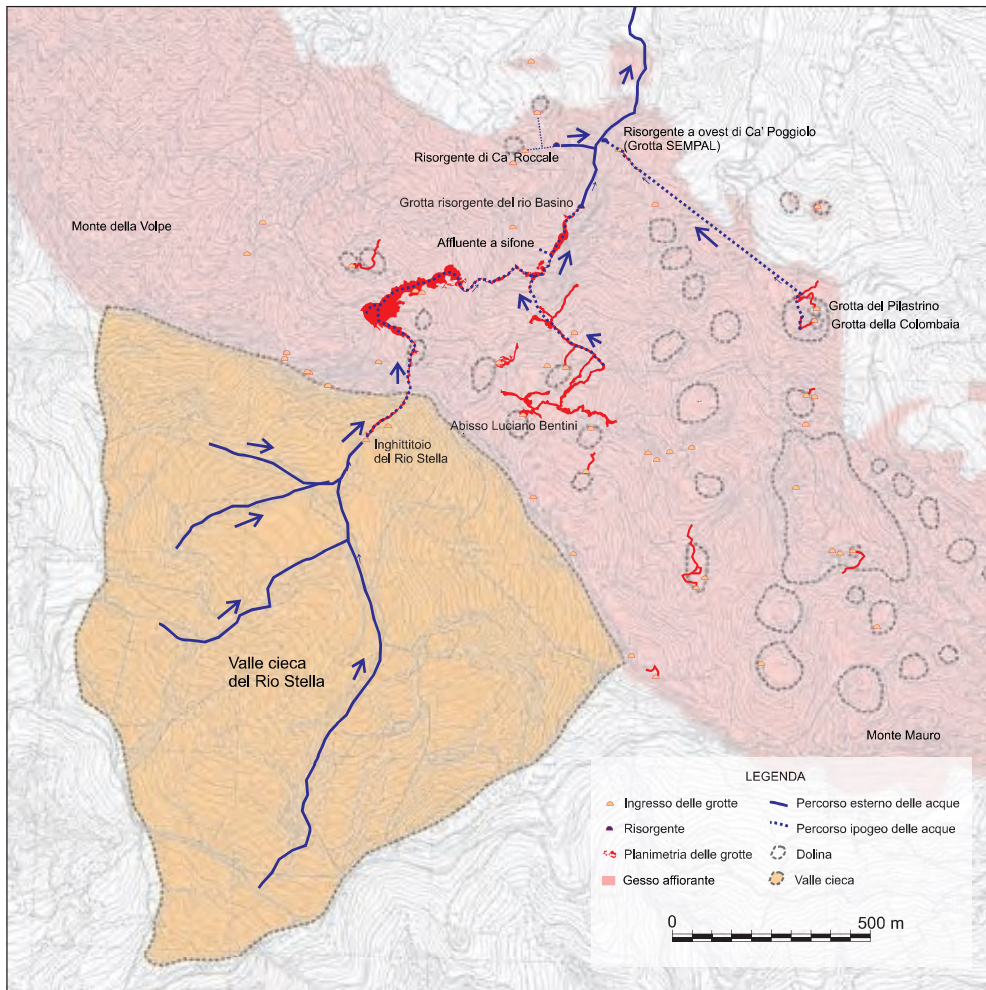


Figura 8.3
Il bacino idrogeologico che alimenta la Grotta sorgente del rio Basino.

Infine il Rio Basino abbandona la formazione gessosa e, dopo un percorso di circa 2 chilometri su rocce argillose, confluisce nel Torrente Senio nei pressi della località Isola.

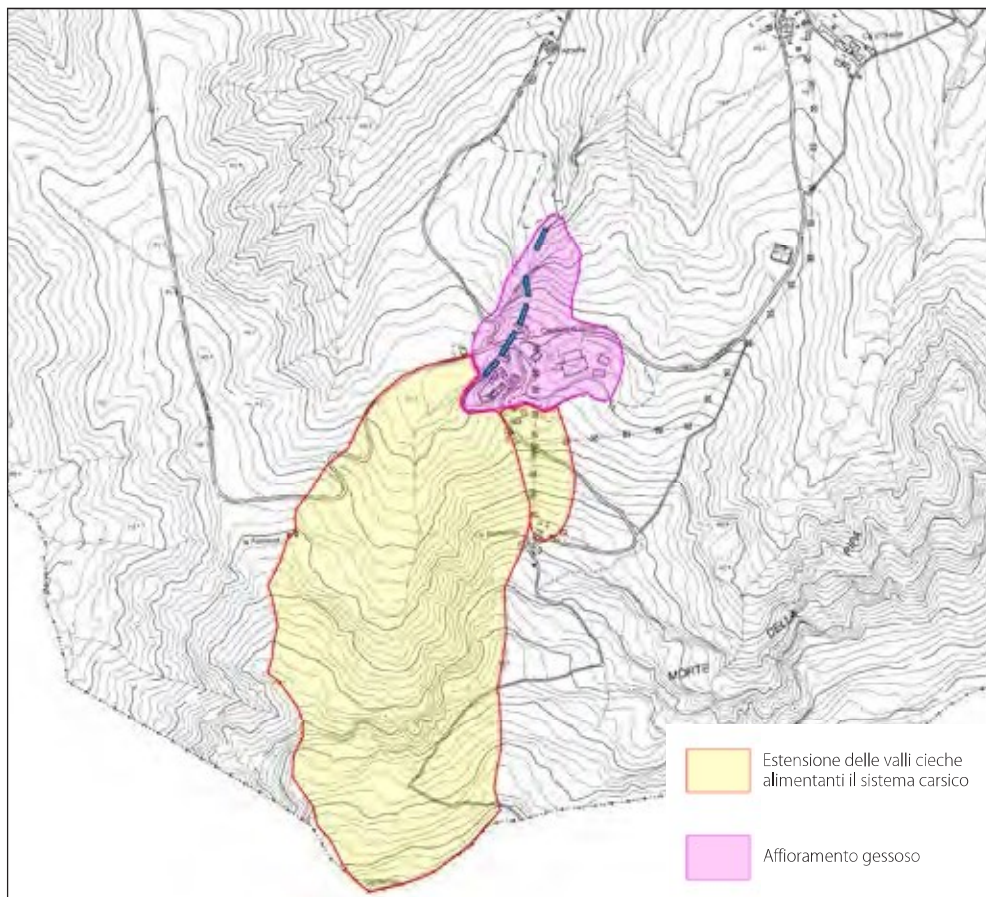
Quanto alla portata della risorgente questa risulta assai variabile e ovviamente in funzione delle precipitazioni. Si può stimare una portata massima di circa 500 litri/secondo e una portata minima di circa 4/5 litri/secondo. Mentre però i due principali affluenti (Abisso Luciano Bentini e affluente a sifone) risultano perenni, così non è per il corso d'acqua proveniente dalla valle cieca del Rio Stella che, particolarmente nei mesi estivi, risulta spesso completamente asciutto.

Tutto il bacino che alimenta il sistema carsico è attualmente parte del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola (Fig. 8.3).

3.4 Sistema carsico di Onferno

Questo sistema carsico interessa l'intero piccolo omonimo affioramento gessoso, presso Gemmano (RN). Pur nella sua limitata estensione, quella di Onferno è l'emergenza evaporitica più significativa della Romagna orientale, tutelata dall'apposita Riserva Naturale Orientata.

Il bacino idrogeologico (Fig. 9.3) si compone di due valli cieche, impostate su argille del Pliocene, la principale estesa su 308.500 m², la secondaria per soli 16.000 m² (per un totale di 324.500 m²), poste a meridione dell'abitato. Le acque da esse raccolte vengono assorbite al contatto coi Gessi (affioranti per 58.500 m²), in corrispondenza di alcuni inghiottitoi, dando origine a un sistema carsico importante, che attraversa l'intero colle gessoso, con formazione di ampie gallerie lungo l'asta torrentizia sotterranea.



Risorgente di Onferno		
Valori medi		
T	9,2	°C
pH	8,37	unità pH
Cond.	2046	µS/cm
Ca ²⁺	536	ppm
Mg ²⁺	63	ppm
HCO ₃ ⁻	291	ppm
Na ⁺	53	ppm
K ⁺	27	ppm
Cl ⁻	60	ppm
SO ₄ ²⁻	1343	ppm

Figura 9.3
Il bacino idrogeologico che alimenta la Grotta di Onferno.



Oltre alla Grotta di Onferno (sviluppo 900 m) si hanno alcune altre piccole cavità. Il percorso sotterraneo del torrente lungo la Grotta di Onferno è di circa 400 m: al suo sbocco a valle fa seguito un tratto a cielo aperto, ma inforato all'interno dei Gessi, e poi un ulteriore breve tratto ipogeo.

Il drenaggio dell'ammasso gessoso, che avviene lungo fratture e il reticolo di vuoti carsici, fornisce una quantità abbastanza esigua di acqua, stante la limitata ampiezza del medesimo. Le valli cieche, sviluppate su argille, forniscono apporti solo in caso di precipitazioni atmosferiche. Per buona parte dell'anno la portata del rio ipogeo è decisamente ridotta (nell'ordine di pochi l/min) e dovuta, nei periodi meno piovosi, quasi esclusivamente allo stillicidio all'interno della grotta. In caso di precipitazioni piuttosto consistenti la notevole estensione delle valli cieche, caratterizzate da tempi di corrivazione assai ridotti, è in grado di convogliare rapidamente all'interno del complesso carsico flussi idrici assai elevati, come testimoniato dalla presenza di grossi ciottoli alloctoni e massi arrotondati lungo tutta l'asta torrentizia e come evidenziato dalle stesse dimensioni delle gallerie carsiche, che nel corso del tempo si evolvono allargandosi proprio in funzione dei massimi flussi.

3.5 Sorgente di S. Cristoforo di Labante

È collocata in comune di Castel d'Aiano (BO), sul versante meridionale del Monte della Castellana (1000,5 m), nella valle del torrente Aneva, a quota 625 m s.l.m.. L'acquifero è impostato all'interno delle calcareniti bioclastiche della Formazione di Pantano (Gruppo di Bismantova, Burdigaliano-Serravalliano) e si classifica ad elevata permeabilità per fratturazione e carsismo (Fig. 10.3). Le acque della sorgente, ricche allo sbocco in carbonato di calcio disciolto, ne depositano grandi quantità formando il maggiore ammasso di travertino della regione, che si estende a formare una placca lunga 400 m raggiungendo la riva sinistra dell'Aneva a quota 490 m. Sono altresì caratteristiche due cascate, alte circa 10-15 m, la prima delle quali è collocata nello sperone travertinoso su cui sorge la chiesa, la seconda più a valle, in località Spunghe. L'area è importante per la presenza di grotte primarie in travertino (di sviluppo modesto), ossia cavità che si formano contemporaneamente alla deposizione della roccia che le ospita, un fenomeno questo assai raro. Ne sono censite sette: le principali sono la Grotta di Labante (sviluppo 51 m) e quella dei Tedeschi (sviluppo 27 m), collocate nello sperone sotto la chiesa.

La portata media è di 13,5 l/s, la massima di 27,2 l/s e la minima di 5,5 l/s. Le riserve regolatrici sono stimate in 125.000 m³ con tempi di rinnovamento totale calcolati fra 1,4 e 3,2 anni in funzione della maggiore o minore piovosità nell'area. I dati sono riferiti a misurazioni compiute nelle annate 2001-02.

L'area delle Grotte e Sorgenti pietrificanti di Labante è protetta tramite SIC (IT4050028).

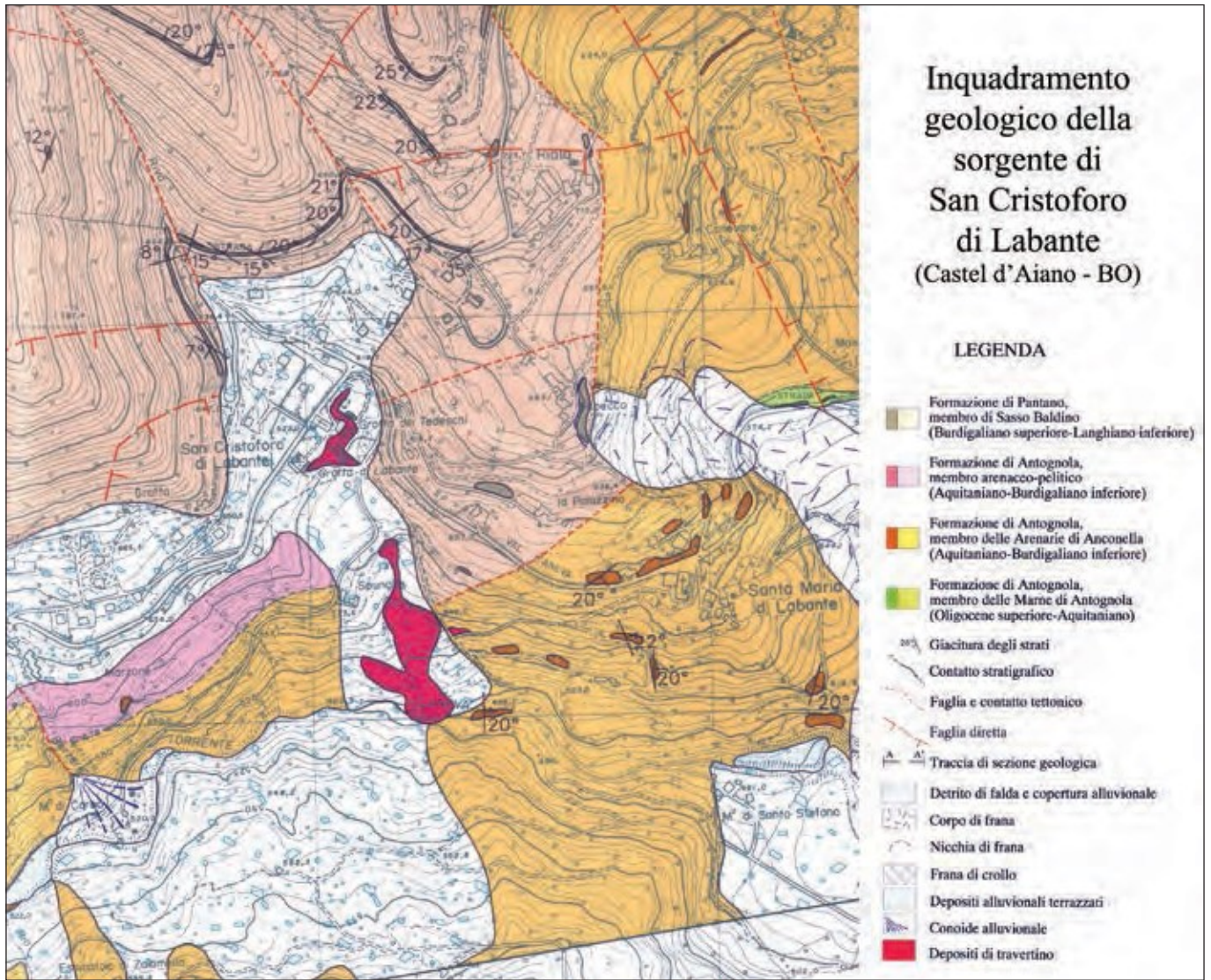
Sorgente di S. Cristoforo di Labante		
Valori medi		
T	11,3	°C
pH	7,25	unità pH
Cond.	646	µS/cm
Res. fisso	346,5	mg/l
Ca ²⁺	102,43	mg/l
Mg ²⁺	25,25	mg/l
HCO ₃ ⁻	403,96	mg/l
Na ⁺	4,68	mg/l
K ⁺	1,27	mg/l
Cl ⁻	9,47	mg/l
SO ₄ ²⁻	34,22	mg/l
NO ₃ ⁻	5,37	mg/l

3.6 Conclusioni

Al termine di questa sintetica carrellata sulle principali sorgenti carsiche della regione Emilia-Romagna, non resta che sottolineare la notevolissima loro variabilità sia idrochimica che idrodinamica, che deriva dal fatto non solo di essere alimentate da bacini carsici ma anche, e probabilmente soprattutto, dall'aver il loro bacino in rocce molto differenti tra loro (gessi, gessi-anidriti, calcari etc.)

È poi giusto sottolineare il fatto che, grazie agli interventi messi in campo negli anni da parte dell'Amministrazione Regionale, praticamente tutte sono soggette a una buona protezione ambientale. A differenza quindi di quello che accade in altre regioni italiane,





dove la situazione è praticamente opposta con quasi nessuna sorgente carsica soggetta a specifica protezione, possiamo affermare che la qualità delle acque carsiche della nostra regione è garantita.

Unica nota dissonante è rappresentata dalla risorgente dei Tubi, in territorio di San Marino, le cui acque, a causa dell'inquinamento subito, circa mezzo secolo addietro (FORTI, 1981), non potranno, per un lunghissimo tempo ancora, essere utilizzate per usi idropotabili.

Figura 10.3
Il bacino idrogeologico che alimenta le sorgenti di Labante.

Bibliografia citata e consultata

ARTONI A., PAPANI G., RIZZINI F., CALDERONI M., BERNINI M., ARGNANI A., ROVERI M., ROSSI M., ROGLEDI S., GENNARI R. (2004) - *The Salsomaggiore structure (Northwestern Apennine foothills, Italy): a Messinian mountain front shaped by mass-wasting products*. *Geoacta*, 3, 107-128.

ABBATE, E., BORTOLOTTI, V., CONTI, M., MARCUCCI, M., PRINCIPI, G., PASSERINI, P., & TREVES, B. (1986) - *Apennines and Alps ophiolites and the evolution of the Western Tethys*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 31, 23-44.

BERGIANTI S., CAPACCIONI B., DALMONTE C., DE WAELE J., FORMELLA W., GENTILINI A., PANZIERI R., ROSSETTI S. & SANSAVINI B. (2013) - *Progetto Life + 08 NAT/IT/000369 "GYPSUM": Primi risultati sulle analisi chimiche delle acque nei gessi dell'Emilia Romagna*. In: CUCCHI F. & GUIDI P. (Eds.), *Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia "Diffusione delle conoscenze"*, Trieste 2-5 giugno 2011, 296-301.

BERNINI M. & CLERICI A. (1983) - *Individuazione di un campo di sforzi compressivo in alcuni affioramenti del Pleistocene continentale del margine appenninico presso Collecchio (Parma)*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 102, 369-384.

BERTRAND G., GOLDSCHIEDER N., GOBAT J.M. & HUNKELER D. (2012) - *Review: From multi-scale conceptualization to a classification system for inland groundwater-dependent ecosystems*. *Hydrogeology Journal*, 20, Issue 1, 5-25. DOI: 10.1007/s10040-011-0791-5.

BOCCALETTI M. & COLI M. (1982) - *Carta strutturale dell'Appennino settentrionale 1:250.000*. CNR Progetto Finalizzato Geodinamica, SELCA, Firenze.

BONAPOSTA D., DE NARDO M.T. & MARTINELLI G. (2009) - *Il progetto di bonifica del sito di interesse nazionale di Sassuolo-Scandiano e gli ulteriori studi sulle Fonti di Poiano: risultati preliminari*. In CHIESI M., FORTI P. (Ed.) (2009) - *Il Progetto Trias: studi e ricerche sulle evaporiti triassiche dell'alta valle di Secchia e sull'acquifero carsico di Poiano (Reggio Emilia)*. *Memoria dell'Istituto Italiano di Speleologia*, s.2, XXII, 99-128.

BORONINA A., RENARD P., BALDERER W. & CHRISTODOULIDES A. (2003) - *Groundwater resources in the Kouris catchment (Cyprus): data analysis and numerical modelling*. *Journal of Hydrology*, 271, 130-149.

BORONINA A., BALDERER W., RENARD P. & STICHLER W. (2005) - *Study of stable isotopes in the Kouris catchment (Cyprus) for the description of the regional groundwater flow*. *Journal of Hydrology*, 308, 214-226.

BOSCHETTI T. & TOSCANI L. (2008) - *Springs and streams of the Taro-Ceno Valleys (Northern Apennine, Italy): Reaction path modeling of waters interacting with serpentinized ultramafic rocks*. *Chemical Geology*, 257, 76-91.

BOSCHETTI T., ETIOPE G., PENNISI M., ROMAIN M. & TOSCANI L. (2013) - *Boron, lithium and methane isotope composition of hyperalkaline waters (Northern Apennines, Italy): Terrestrial serpentinization or mixing with brine?*. *Applied Geochemistry*, 32, 17-25.

BOTTAZZI E. (2011) - *Progetto Spinner "Sorgenti Montane" (Az.4, Prot.096/09), relazione finale*, 52pp.

CANTONATI M., ANGELI N., BERTUZZI E., SPITALE D. & LANGE-BERTALOT H. (2012b) - *Diatoms in springs of the Alps: spring types, environmental determinants, and substratum*. In: M. CANTONATI, L. FÜREDER, I. JÜTTNER & E.J. COX (Eds.), *The Ecology of Springs*. *Freshwater Science* 31:499-524.



- CANTONATI M., FÜREDER L., GERECKE R., JÜTTNER I. & COX E.J. (2012a) - *Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology*. In: M. CANTONATI, L. FÜREDER, I. JÜTTNER & E.J. COX (Eds.), *The Ecology of Springs. Freshwater Science* (Formerly Journal of the North American Benthological Society) 31:463-480.
- CANTONATI M., ROTT E., SPITALE D., ANGELI N. & KOMÁREK J. (2012c) - *Are benthic algae related to spring types?* In: M. CANTONATI, L. FÜREDER, I. JÜTTNER & E.J. COX (Eds.), *The Ecology of Springs. Freshwater Science* 31:481-498.
- CANTONATI M., SEGADELLI S., OGATA K., TRAN H., SANDERS D., GERECKE R., ROTT E., FILIPPINI M., GARGINI A., CELICO F. (2016) - *A global review on ambient Limestone-Precipitating Springs (LPS): Hydrogeological setting, ecology, and conservation*. *Sci Total Environ*. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.02.105.
- CAPEZZUOLI E. & GANDIN A. (2004) - *I "Travertini" in Italia: proposta di una nuova nomenclatura basata sui caratteri genetici*. *Il Quaternario*, 17 (2/1), 273-284.
- CASSI L. (2008) - *Acque e nomi di luogo*. In *Atlante Tematico delle Acque d'Italia* a cura di Maria Gemma Grillotti Di Giacomo, Genova.
- CELICO P. (1986) - *Prospezioni idrogeologiche*. Vol. I e II, Liguori editore.
- CERRINA FERONI A., MARTELLI L., MARTINELLI P., OTTRIA G. & CATANZARITI R. (2002) - *Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo (1:250.000)*. Note illustrative. SELCA, Firenze, 23 pp.
- CHELLI A., SEGADELLI S., VESCOVI P. & TELLINI C. (2015) - *Large-scale geomorphological mapping as a tool to detect structural features: the case of Mt. Prinzera ophiolite rock mass (Northern Apennines, Italy)*. *Journal of Maps*, Taylor & Francis Online, DOI: 10.1080/17445647.2015.1072115.
- CHIESI M., FORTI P. (Ed.) (2009) - *Il Progetto Trias: studi e ricerche sulle evaporiti triassiche dell'alta valle di Secchia e sull'acquifero carsico di Poiano (Reggio Emilia)*. Memoria dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.2, XXII, 164 pp.
- CHIESI M., FORTI P. & DE WAELE J. (2010) - *Origin and evolution of a salty gypsum karst spring: the case of Poiano (Northern Apennines, Italy)*. *Hydrogeology Journal*, 18, 1111-1124.
- CRUZ J.V. & SILVA M.O. (2001) - *Hydrogeologic framework of Pico Island, Azores, Portugal*. *Hydrogeology Journal*, 9, n°2, 177-189.
- DALLA CASA G. & GHELARDONI R. (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Foglio 84-Pontremoli e Foglio 85-Castelnuovo né Monti*. *Serv. Geol. d'It.*, 83pp.
- DE NARDO M.T., PARISI A., BONOTTO P. & CASONI S. (2010) - *Formazione di un quadro conoscitivo sulle acque minerali e termali della regione Emilia-Romagna: stato dell'arte*. *Il Geologo dell'Emilia-Romagna*, anno X/2010 n. 38.
- DE NARDO M.T., SEGADELLI S. & VESCOVI P. (2007) - *Studio pilota per la caratterizzazione geologica delle sorgenti nella zona del M. Nero (alta Val Ceno e alta Val Nure - province di Parma e Piacenza)*. *Il Geologo dell'Emilia-Romagna*, Boll. Uff. d'Inf. Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna, 25, Nuova Serie, 5-21.
- DE NARDO M.T., ERCOLESI G. & PARISI A. (2007) - *Progetto per la perimetrazione delle zone di protezione delle acque sotterranee in ambito collinare e montano: contributo al Piano provinciale di Tutela delle Acque*. *Cartografie e Relazione Illustrativa predisposte per la Provincia di Ravenna*.
- DEWANDEL B., LACHASSAGNE P., BOUDIER F., AL-HATTALI S., LADOUCHE B., PINAULT J.L. & AL-SULEIMANI-Z. (2005) - *A conceptual hydrogeological model of ophiolite hard-rock aquifers in Oman based on a multiscale and a multidisciplinary approach*. *Hydrogeology Journal*, 13, 708-726.
- DEWANDEL B., LACHASSAGNE P., MARÉCHAL J. C., WYNS R. & KRISHNAMURTHY N. S. (2006) - *A generalized 3-D geological and hydrogeological conceptual model of granite aquifer controlled by single or multiphase weathering*. *Hydrogeology Journal*, 330, 260-284.



DI DIO G., MARTINI A., LASAGNA S. & ZANZUCCHI G. (2005) - Note illustrative della *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio Parma Sud-Ovest. Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologica Nazionale, 180pp.

DILEK Y. & FURNES H. (2011) - *Ophiolite genesis and global tectonics: Geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere*. Geological Society of America Bulletin, 123, 387-411. doi: 10.1130/B30446.1

DILEK Y. & FURNES H. (2014) - *Ophiolites and Their Origins*. Elements, 10, 2, 93-100.

ERCOLANI M., LUCCI P., PIASTRA S. & SAVINI B. (Eds.) (2013) - *I Gessi e la Cave i Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, XXVI, 559 pp.

EU-HD (EUROPEAN UNION HABITAT DIRECTIVE) (1992) - *Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (EC Habitats Directive)*. Official Journal of the European Communities L 206 (22.7.1992): 7-50.

FILIPPINI M. (2010) - *Monitoraggio del deflusso di base di un acquifero arenaceo dell'Appennino bolognese (Castel d'Aiano) al fine di valutare l'entità della risorsa idrica sotterranea*. Tesi di Laurea inedita, Università degli Studi di Bologna Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, 166pp.

FORD T.D. & PEDLEY H.M. (1996) - *A review of tufa and travertine deposits of the world*. Earth Science Reviews, 41, 117-175.

FORTI P. (1981) - *L'inquinamento dell'Abisso Titano e la conseguente grave situazione nell'approvvigionamento idrico per la Repubblica di San Marino*. Atti I° Symp. Int. "Utilizzazione delle Aree Carsiche", Trieste: 183-187.

FORTI P. & CHIESI M. (2000) - *Idrogeologia, idrodinamica e meteorologia ipogea dei gessi di Albinea, con particolare riguardo al sistema carsico della Tana della Mussina di Borzano (ER-RE 2) (Albinea, Reggio Emilia)*. GNDCI pubbl.2084. Memoria dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.2, XI, p.115-139.

FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E. & RABBI E. (1988) - *Idrochimica ed idrogeologia della formazione evaporitica triassica dell'alta val di Secchia con particolare riguardo alle Fonti di Poiano*. Regione E.R. Studi e Doc. 42, p.81-111.

FORTI P. & GURNARI G. (1983) - *Le cavità naturali della Repubblica di San Marino*. Sottorerra 65: 1-77.

FORTI P. & LUCCI P. (Ed.) (2010) - *Il Progetto Stella-Basino*. Memorie Istituto Italiano di Speleologia, s. II, XXIII, 264 pp.

FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E. & GRIFFONI A. (1989) - *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna: Il Complesso Carsico Rio Stella - Rio Basino (Riolo Terme)*. Atti XV Congr. Naz. Spel., Castellana Settembre 1987, p.349-368.

FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E., VENERI P. & FINOTELLI F. (1985) - *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna. Il complesso Spipola-Acqua Fredda*. Tip. Moderna, Bologna, 60 pp.

GARGINI A., VINCENZI V., PICCININI L., ZUPPI G.M., CANUTI P. (2008) - *Groundwater flow systems in turbidites of Northern Apennines (Italy): natural discharge and high speed railway tunnels drainage*. Hydrogeology Journal, 16, 8, pp.1577-1599, versione elettronica con supplementary material: doi: 10.1007/s10040-008-0352-8.

GHERARDI A. (2012) - *Bilancio idrogeologico sperimentale di un acquifero in ofioliti nell'Appennino parmense: il caso del M. Penna*. Tesi di laurea inedita, Dipartimento di Scienze della Terra Università degli studi di Bologna, 239pp.



GIAMMETTI F. (1964) - *Le serpentine del Monte Prinzerà*. Memorie della Società Geologica Italiana, 4 (01), 283-303.

GRIMANDI P. (2006) - *Il rilievo di dettaglio della Grotta di Onferno*. Sottoterra, a. XLV, n. 123, pp. 56-59 + tav. f.t.

GRIMANDI P., GENTILINI A. & GAUDIELLO F. (2011) - *Vecchie e nuove cavità nell'area di Onferno (RN)*. Sottoterra, 132, 45-59.

GSB-USB (2006) - *Le grotte di Labante*. I quaderni di Sottoterra, Bologna, 83 pp.

ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI PARMA (1966) - *Carta Geologica e Sezioni geologiche della Provincia di Parma e zone limitrofe (1:100.000)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.

JOSNIN J.Y. (2002) - *The role of unsaturated zone flow from strombolian cone on storage calculation for basaltic aquifers (a case study in Massif Central, France)*. EGS XXVII General Assembly, Nice, France.

LUCCI P. & ROSSI A. (Ed.) (2011) - *Speleologia e Geositi carsici in Emilia-Romagna*. Bologna.

LONGHI M. (2003) - *Studio idrogeologico della sorgente carsica di San Cristoforo di Labante (Castel d'Aiano - BO)*. Tesi di Laurea, Dip. di Scienze della Terra, Università di Bologna, 119 pp. + 24 n.n.

MAILLET E. (1905) - *Essai d'hydraulique souterraine et fluviale*. Lib. Scient. Herman, Paris, 218pp.

MARCHIANI C. & VENTURELLI G. (2006) - *Studio pilota interdisciplinare per la valutazione e la gestione delle risorse idriche della Riserva Naturale Monte Prinzerà*. Ricerca realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Investimenti nelle Aree Protette 2001-2003.

www.parchi.parma.it/allegato.asp?ID=674960

MARRONI M., MENEGHINI F., PANDOLFI L. (2010) - *Anatomy of the Ligure-Piemontese subduction system: evidence from Late Cretaceous-middle Eocene convergent margin deposits in the northern Apennines, Italy*. International Geology Review, 52: 1160-1192. DOI: 10.1080/00206810903545493.

PEDLEY H.M. (1990) - *Classification and environmental models of cool freshwater tufas*. Sedimentary Geology, 68, 143-154.

PICCININI L., GARGINI A., MARTELLI L., VINCENZI V. & DE NARDO M.T. (2012) - *Alto Bacino del Fiume Montone. Cartografia idrogeologica per la protezione delle risorse idriche sotterranee nelle unità torbiditiche*. InfoCartografica S.n.c., Piacenza, 119p.

ROTT E., HOTZY R., CANTONATI M. & SANDERS D. (2012) - *Calcification types of Oocardium stratum Nägeli and microhabitat conditions in springs of the Alps*. In: M. CANTONATI, L. FÜREDER, I. JÜTTNER & E.J. COX (Eds.) - *The Ecology of Springs*. Freshwater Science, 31, 610-624.

SANDERS D., WERTL W. & ROTT E. (2011) - *Spring-associated limestones of the Eastern Alps: overview of facies, deposystems, minerals and biota*. Facies, 57, 395-416.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000*, Foglio 85- Castelnuovo nè Monti. II Edizione, Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (2005) - *Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000*, Foglio 199 Parma sud-ovest. S.EL.CA, Firenze.

STEINMANN P. (1915) - *Praktikum der Süßwasserbiologie. Teil 1: Die Organismen der fließenden Wassers*. Bornträger, Berlin, Germany, 184 pp.

STOCH F., VALENTI D., CHIESI M., TOMASIN G. (2009) - *Il drift delle specie stigobie alle sorgenti di Poiano (Appennino Reggiano): relazioni con l'idrodinamica dell'acquifero*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 22: 129-144.

STOCH F., PIERI V., SAMBUGAR B., ZULLINI A. (2009) - *La fauna delle acque sotterranee dell'Alta Val Secchia (Appennino Reggiano)*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 22: 145-164.



- SUSINI G. (1975) - *Culti salutari e delle acque: materiali antichi nella Cispadana*. Studi Romagnoli, XXIV, 321-338.
- SUSINI G. (1981) - *I culti naturali e delle acque*. In *Cultura popolare nell'Emilia Romagna. Medicina, erbe e magia*. Silvana Editore, Milano, 12pp.
- TETI V. (2003) - *Storia dell'acqua: mondi materiali e universi simbolici*. Donzelli Editore, 486pp.
- THIENEMANN A. (1924) - *Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen*. Archiv für Hydrobiologie 14: 151-190.
- TREBBI G. (1926) - *Fenomeni carsici nei gessi emiliani. La Risorgente dell'Acqua Fredda*. Giornale di Geologia, s. II, vol. I, Bologna, pp. 20-48 + 2 tavv. f.t.
- VAN DER KAMP, G. (1995) - *The hydrogeology of springs in relation to the biodiversity of spring fauna: a review*. Journal of the Kansas Entomological Society, 68, n°2, 4-17.
- VEGGIANI A. (1989) - *Terme, miniere e petrolio*. In *Il Mondo della Natura in Emilia Romagna*. La Montagna. Cinisello Balsamo, 123-140.
- VENTURELLI G., CONTINI S., BONAZZI A. & MANGIA A. (1977) - *Weathering of ultramafic rocks and element mobility at Mt. Prinzerza, Northern Apennines, Italy*. Mineralogical Magazine, 61, 765-778.
- VENTURI S. (1987) - *Santuari in Emilia Romagna: carografia, antropologia e fabbrica*. In: AA.VV, *Arte e santuari in Emilia Romagna*. Cinisello Balsamo
- VIEL G., DE NARDO M.T. & MONTAGUTI M. (2003) - *Schema Direttore della Pericolosità Geoambientale. 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems*. Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico d'Italia.
- WALKER R.J., HOLDSWORTH R.E., ARMITAGE P.J. & FAULKNER D.R. (2012) - *Fault zone permeability structure evolution in basalts*. Geology, 41, n°1, 59-62.
- ZANZUCCHI G. (1980) - *I lineamenti geologici dell'Appennino parmense. Note illustrative alla Carta geologica e Sezioni geologiche della Provincia di Parma e zone limitrofe (1:100.000)*. Volume dedicato a S.Venzo, STEP, Parma: 201-233.

