

COMPORTAMENTO IDROGEOLOGICO DI ALCUNE RISORGENTI CARSIICHE NEI GESSI DELL'EMILIA-ROMAGNA.

LEONARDO TEDESCHI¹, ILENIA MARIA D'ANGELI¹, BARTOLOMEO VIGNA²,
DALMONTE CLAUDIO¹, JO DE WAELE¹

¹ Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali, Sezione di Geologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna; ilenia.dangeli@alice.it; jo.dewaele@unibo.it

² Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 Torino; Bartolomeo.vigna@polito.it

Riassunto

Nell'ambito del progetto LIFE+ 08NAT/IT/000369 "GYPSUM" è stato eseguito un monitoraggio idrogeologico tramite acquisitori automatici "STS Datalogger DL/N 70" di sette sorgenti carsiche nei gessi emiliano-romagnoli. Le variazioni di conducibilità (mS/cm), temperatura (°C) e livelli idrici (mH₂O) misurati nelle sorgenti forniscono utili informazioni sul comportamento idrogeologico dei sistemi carsici studiati. Due delle sorgenti sono sviluppate nei gessi triassici (le risorgenti dell'Acqua Bianca vicino al Passo del Cerreto e quella del rio Vei nell'Alta Val di Secchia), mentre le altre interessano i gessi macro-cristallini messiniani (risorgente del Rio Groppo, in provincia di Reggio Emilia, e le risorgenti del Rio Gambellaro, del SEMPAL, del Rio Basino, oltre che il sifone laterale all'interno di quest'ultima, tutte nella Vena del Gesso Romagnola). Le variazioni dei parametri monitorati, messe in relazione a parametri ambientali di precipitazioni e temperatura dell'aria, hanno consentito di riconoscere diversi tipi di risposta idrochimica ed idrodinamica. Tutti i sistemi esaminati sembrano rientrare nella tipologia di "rete di drenaggio a dreno dominante", caratterizzata da una rapida variazione dei parametri idrogeologici in funzione delle precipitazioni con aumento dei livelli idrici e diminuzione della conducibilità (tipico fenomeno della sostituzione prevalente). Una di esse, la risorgente dell'Acqua Bianca, mostra chiaramente una ricarica secondaria attraverso travasi da parte dei depositi glaciali, che controllano in parte i processi infiltrativi, con leggeri fenomeni di pistonaggio. Nel sistema di Rio Vei, è ben visibile anche una risposta giornaliera in seguito ai cicli diurni di fusione delle nevi.

Parole chiave: acquiferi carsici, idrodinamica, gessi

Abstract

HYDROGEOLOGICAL BEHAVIOUR OF SOME GYPSUM KARST SPRINGS IN EMILIA ROMAGNA - In the framework of the Project LIFE+ 08NAT/IT/000369 "GYPSUM" a monitoring campaign by means of "STS Datalogger DL/N 70" of seven gypsum karst springs of Emilia Romagna region has been carried out. The variations of electric conductivity (mS/cm), temperature (°C) and water level (mH₂O) measured in these springs give useful information on the hydrologic behaviour of the related karst aquifer systems. Two of the studied springs concern Triassic gypsum areas (Acqua Bianca close to the Cerreto Pass, and rio Vei in the Upper Secchia Valley), while all others are located in macro-crystalline Messinian gypsum outcrops (Rio Groppo in Reggio Emilia province, Rio Gambellaro, SEMPAL, Rio Basino, and the lateral sump in this last cave, all located in the Vena del Gesso Romagnola). The variations of the measured parameters together with those of the environmental conditions of rainfall and air temperature allow to distinguish different types of hydrochemical and hydrodynamical output. All springs appear to be of the "dominant drain system type", characterised by a fast variation of the measured hydrogeological parameters in function of rainfall with increase in flow rate and a drop in electric conductivity (typical phenomenon of prevalent substitution). One spring, the resurgence of Acqua Bianca, clearly shows the control of indirect recharge coming from the covering glacial deposits, with slight piston-flow phenomena. In the Rio Vei Resurgence, diurnal cyclic snowmelt phenomena are clearly visible.

Key words: karst aquifers, hydrodynamics, gypsum karst

Introduzione

Nell'ambito del progetto europeo Life+ 08NAT/IT/000369 "Gypsum", che ha come obiettivo la tutela e la

gestione di habitat associati ai principali ambienti gessosi dell'Emilia-Romagna (DE WAELE et al., 2013), è stato eseguito un monitoraggio idrogeologico di sette sorgenti carsiche nei gessi. Il monitoraggio pluriennale è stato eseguito tramite acquisitori automatici "Datalogger DL/N 70" di conducibilità elettrica (mS/cm), temperatura (°C) e livelli idrici (mH₂O) delle sorgenti esaminate. L'elaborazione dei dati consente di comprendere il funzionamento idrodinamico ed idrochimico delle sorgenti prese in esame in risposta agli eventi infiltrativi e quindi di caratterizzare gli acquiferi che li alimentano.

Carsismo in Emilia Romagna e studi idrogeologici precedenti.

In Emilia-Romagna il fenomeno carsico si manifesta principalmente nelle rocce evaporitiche, in particolare nei gessi, con 600 cavità esplorate tra le quali la grotta più profonda al mondo in gesso, il sistema carsico di Monte Caldina (Alta Val di Secchia) profonda ben 265 m (CHIESI et al., 1999), e la grotta epigenica in gesso più lunga al mondo, il sistema carsico Spipola-Acquafredda nei Gessi bolognesi con oltre 11 km di sviluppo (DEMARIA, 2003). Va ricordato che nella regione Emilia-Romagna gli affioramenti evaporitici rappresentano meno dell'1% del territorio (fig. 1) e che sono costituiti da due differenti formazioni, quella delle Evaporiti triassiche, meno note, affioranti nell'Alta Val di Secchia in provincia di Reggio Emilia (1 in Fig. 1), e quella delle Evaporiti messiniane, più note, distribuite lungo la fascia pede-appenninica da Reggio Emilia a Rimini (2-5 in Fig. 1) (DE WAELE et al., 2013).

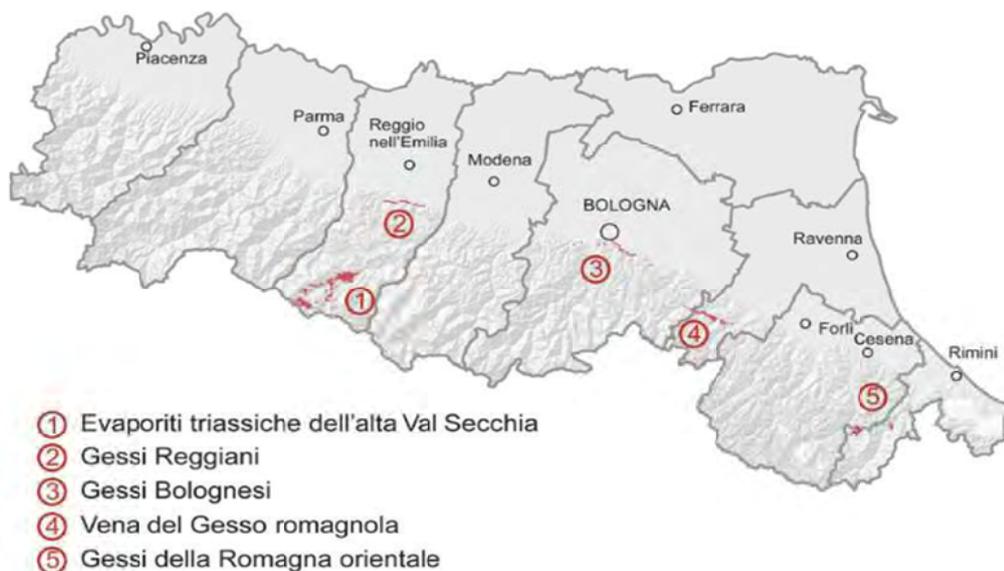


Figura 1. Principali aree carsiche gessose in Emilia-Romagna (da LUCCI & ROSSI, 2011).

Figure 1. Main gypsum karst areas in Emilia-Romagna (from LUCCI & ROSSI, 2011).

Le aree carsiche in Emilia-Romagna sono sede di ecosistemi ad alta biodiversità ed hanno una forte connotazione paesaggistica, oggi in gran parte tutelata da parchi Nazionali, Regionali, riserve e nello specifico SIC (Siti di Interesse Comunitario, direttiva Habitat della CE) (LUCCI & ROSSI, 2011). I principali SIC carsici sono: SIC IT4030009 Gessi Triassici (alta val di Secchia, Reggio Emilia), SIC IT4030017 Cà del Vento-Cà del Lupo-Gessi di Borzano (Reggio Emilia), SIC IT4050001 Parco dei Gessi bolognesi-Calanchi dell'Abbadessa (Bologna), SIC IT4050027 Gessi di Monte Rocca, Monte Capra e Tizzano (Zola Predosa, BO), SIC IT4070011 Vena del Gesso romagnola (Faenza/Imola) e SIC IT4090001 Onferno (Rimini) (DE WAELE et al., 2013).

Lo studio idrogeologico di queste aree carsiche è stato piuttosto frammentato (FORTI & FRANCAVILLA, 1990), con alcune aree ben studiate come le Fonti di Poiano (AA.VV., 1988; CHIESI & FORTI, 2009; CHIESI et al., 2010), altre meno in dettaglio, come i sistemi carsici della Spipola a Bologna e del Rio Stella/Rio Basino di Riolo Terme, il Farneto e l'area carsica di Borzano (CASALI, 1972; FORTI et al., 1985, 1989; FORTI & CHIESI, 2001). Di altre aree si dispone soltanto di poche informazioni (BENTINI & LUCCI, 1999), mentre della maggior parte dei sistemi carsici, invece, non si sa quasi nulla, sia per quanto riguarda i sistemi, che per quanto riguarda le acque in queste aree. Nel progetto LIFE+ 08NAT/IT/000369 "GYPSUM" si tenta anche di colmare alcune di queste lacune (DE WAELE et al., 2013).

Metodi

Le sorgenti monitorate sono sette: tre si trovano nella provincia di Reggio Emilia, due nei gessi triassici e una nei gessi messiniani, e quattro nella provincia di Ravenna nei gessi messiniani della Vena del Gesso Romagnola (Tabella 1).

Sorgente	Aree carsica	Quota m s.l.m.	Temp. media °C	Cond. media mS/cm	Mesi monitorati
Rio Groppo	Borzano	305	10,4	1,95	12
Acqua Bianca	Passo del Cerreto	1175	5,6	1,55	16
Rio Vei	Alta Val Secchia	510	5,8	0,92	6
Rio Gambellaro	Vena del Gesso	170	12,8	2,34	8
Rio Basino	Vena del Gesso	175	9,7	1,37	22
Sifone Basino	Vena del Gesso	180	12,5	1,49	25
Sempal	Vena del Gesso	155	12,7	2,57	4

Tabella 1. Sorgenti studiate e loro principali caratteristiche.

Table 1. Studied springs and their main characteristics.

Le sorgenti sono state attrezzate con un datalogger STS DL/N70 composto da un sensore che misura i valori di conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), dei livelli idrici (mH_2O), e da una memoria, esterna al sensore, in cui vengono salvati periodicamente i dati. E' stato scelto come intervallo di misurazione quello orario, relativamente grossolano per osservazioni molto dettagliate ma adeguato su scala annuale. Periodicamente vengono eseguiti sopralluoghi per controllare il funzionamento dello strumento, per lo scarico dati e per la taratura delle misure rilevate dalla apparecchiature.

I dati forniti dal Datalogger DL/N70 sono stati integrati con i valori di precipitazione (mm) e temperatura dell'aria presi con cadenza oraria dall'applicazione online dell'Arpa "Dexter", una banca dati di tutte le misurazioni delle stazioni meteo dell'Arpa sul territorio emiliano-romagnolo. Per rendere più significativo il confronto tra i dati idrogeologici rilevati e l'andamento dei parametri meteorologici sono state scelte per ogni sistema carsico preso in esame due stazioni in prossimità dell'area di alimentazione. E' stata poi calcolata la media oraria dei valori delle due stazioni sia per le precipitazioni sia per la temperatura. Per quanto riguarda la temperatura dell'aria è stata calcolata la media giornaliera per semplificare, dove serve, l'andamento del grafico.

Sono stati quindi elaborati una serie di idrogrammi e chemiogrammi per evidenziare i cambiamenti dei parametri fisico-chimici (conducibilità elettrica, temperatura e livelli dell'acqua) delle sorgenti in funzione delle precipitazioni e della temperatura dell'aria. Infatti in base alla risposta di una emergenza alle precipitazioni si possono osservare diversi andamenti dei principali parametri idrogeologici legati alla tipologia di drenaggio del sistema carsico e al suo funzionamento. In questi grafici l'asse delle ascisse indica il periodo di monitoraggio mentre in ordinata sono rappresentati i valori di altezza dei livelli idrici, di conducibilità elettrica, di temperatura dell'acqua e della media giornaliera della temperatura dell'aria esterna.

Risultati

In generale quasi tutte le sorgenti studiate mostrano delle risposte rapide agli input infiltrativi con un comportamento tipico dei sistemi a "dreno dominante" (VIGNA, 2007). In occasione di importanti eventi infiltrativi si osserva alle sorgenti il fenomeno della "sostituzione prevalente" evidenziato da una rapida e temporanea diminuzione della conducibilità elettrica e variazione di temperatura dell'acqua (in genere un abbassamento) strettamente correlate alle variazioni di portata. Questo tipo di comportamento è stato rilevato nella Risorgente del Rio Basino e nel suo sifone, nella sorgente del Rio Vei, nel Rio Groppo, nel Rio Gambellaro ed alla sorgente Sempal. In Figura 2 si riporta un tipico grafico della Risorgente del Rio Groppo.

L'unica sorgente che mostra un comportamento assai diverso delle altre è quella di Acqua Bianca (Fig. 4). Questa mostra un blando aumento della conducibilità elettrica contemporaneo ad un aumento di portata e di temperatura delle acque. Tale andamento sembra rispecchiare un funzionamento del sistema con una risposta "a pistonaggio" legato alla trasmissione delle pressioni idrauliche nella rete di drenaggio e alla mobilitazione di acque maggiormente mineralizzate presenti nelle zone meno trasmissive dell'acquifero.

Nelle sorgenti poste a quote più alte, come quella del Rio Vei, si nota un andamento ciclico giornaliero della temperatura dell'acqua, della conducibilità e della pressione idrica, ben correlabile con le variazioni termiche giornaliere. Nella stagione invernale la correlazione è ancora più evidente legata ai processi di fusione nivale che si verificano nell'area di alimentazione di questo sistema. Anche in questa sorgente si osserva in seguito a fenomeni infiltrativi abbassamenti quasi istantanei della conducibilità elettrica delle acque ed aumenti della portata (Fig. 3).

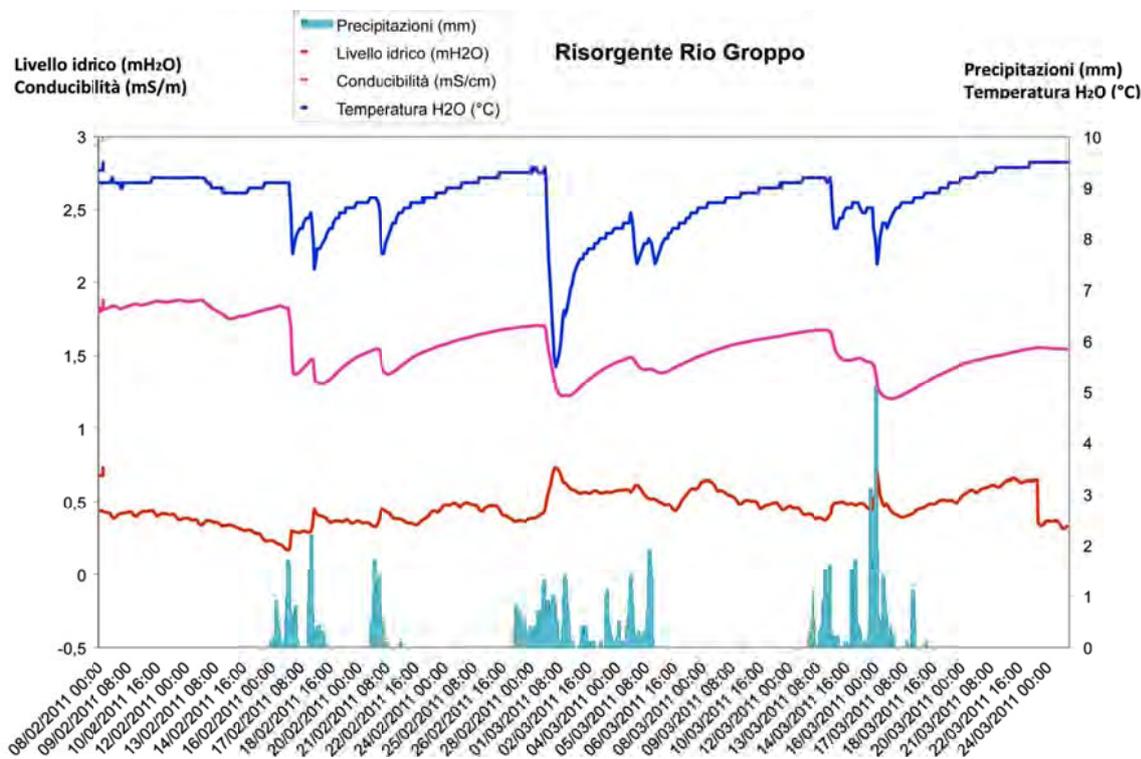


Figura 2. Tipico fenomeno di sostituzione nella Sorgente del Rio Groppo.

Figure 2. Typical substitution behaviour in the Rio Groppo spring.

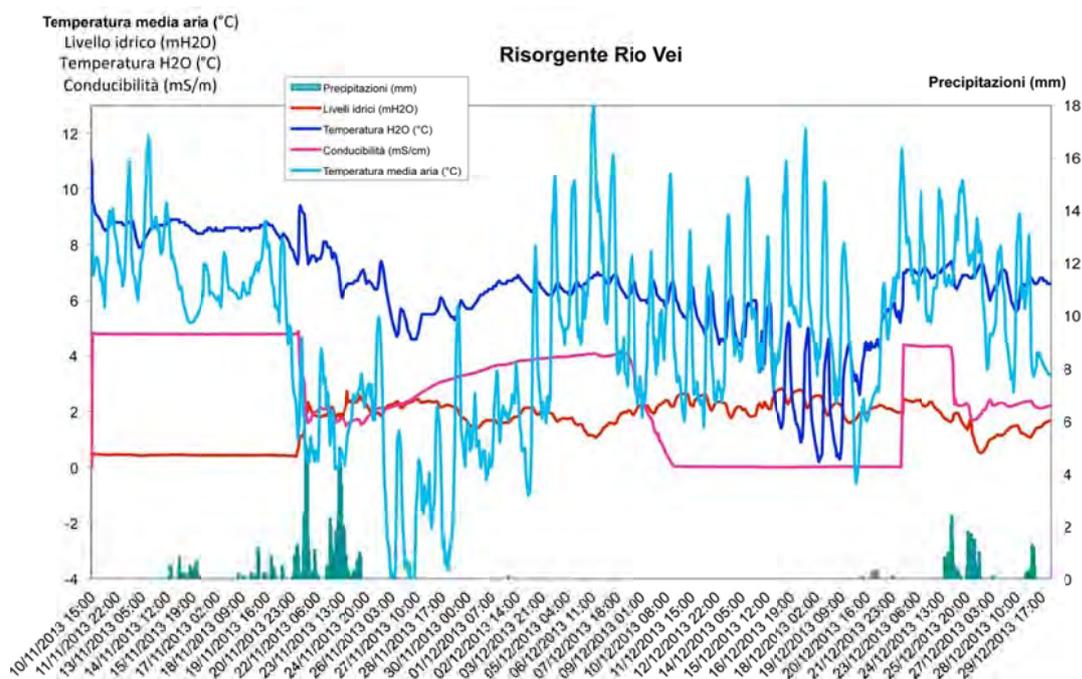


Figura 3. Andamento dei parametri chimico-fisici della Sorgente del Rio Vei.

Figure 3. Behaviour of the physical and chemical parameters in the Rio Vei spring.

Sulla base dei rilevamenti idrogeologici risulta invece che l'andamento dei principali parametri sorgivi sia legato alla presenza di depositi morenici che ricoprono l'acquifero carsico e che condizionano pesantemente i processi infiltrativi.

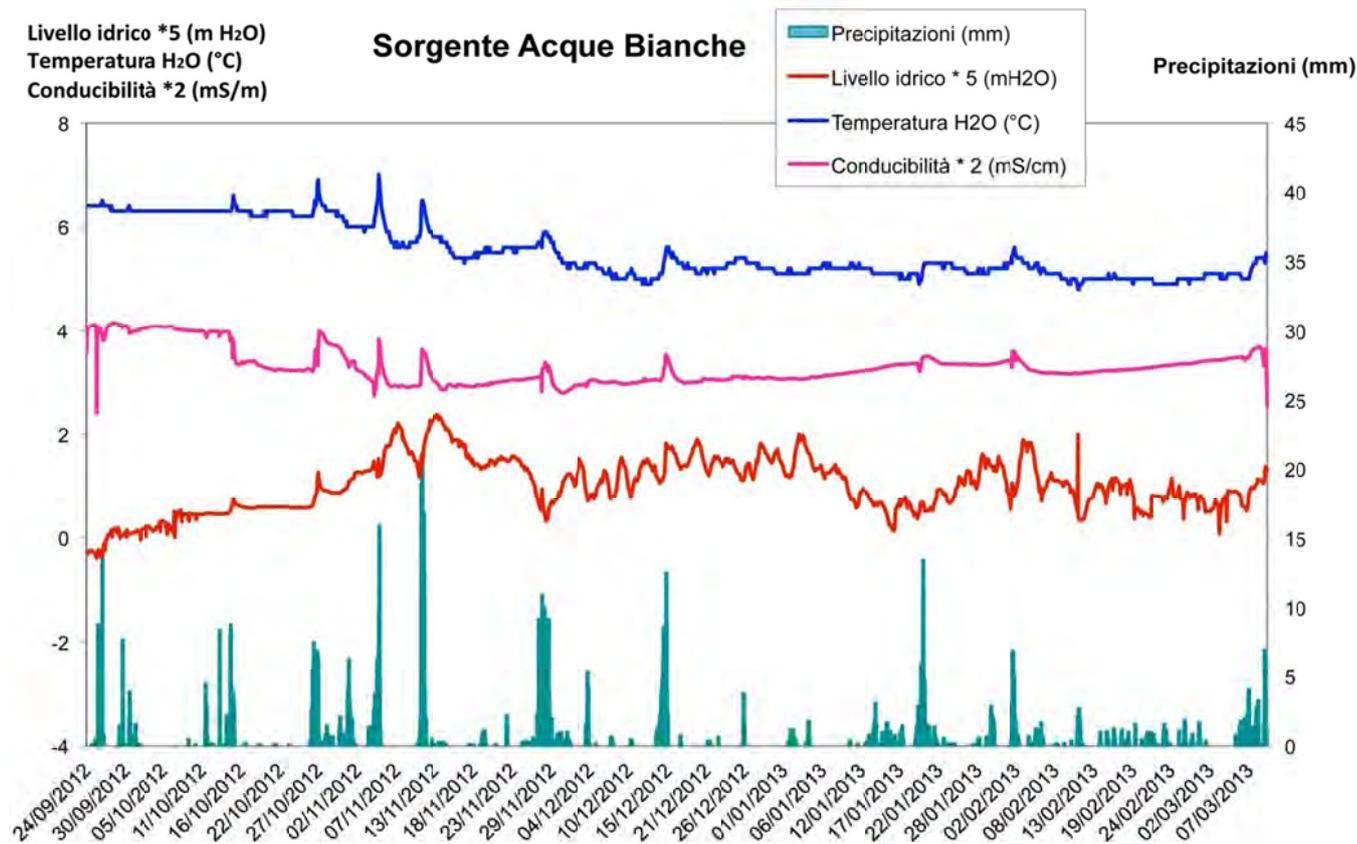


Figura 4. Andamento dei parametri chimico-fisici della Sorgente dell'Acqua Bianca.

Figure 4. Behaviour of the physical and chemical parameters in the Acqua Bianca spring.

Discussione e conclusioni

Sulla base dei dati forniti dal monitoraggio in continuo di sei sorgenti carsiche e l'apporto laterale nel sistema del Basino (sifone) ubicate in varie aree gessose dell'Emilia-Romagna si possono riconoscere alcuni modelli concettuali di funzionamento dei sistemi carsici. La maggior parte delle sorgenti studiate mostra una tipica risposta di un "sistema con rete a dreno dominante" (VIGNA & CALANDRI, 2001), con la parziale sostituzione delle acque residenti con acque di neo-infiltrazione. Tale fenomeno causa un repentino abbassamento della conducibilità elettrica delle acque, una variazione di temperatura (in genere un abbassamento) e un aumento di portata. A questo gruppo di sorgenti appartengono le emergenze ubicate nella Vena del Gesso (Basino, SEMPAL, Gambellaro), la sorgente del Rio Groppo nei gessi messiniani di Borzano e quella del Rio Vei nei gessi Triassici dell'Alta Val di Secchia. Gli acquiferi che alimentano questi sistemi sono caratterizzati dalla presenza di grotte di attraversamento (fiumi sotterranei), con assenza di una zona satura tradizionale.

La Risorgente del Rio Vei ubicata ad una quota più alta, mostra un andamento giornaliero, soprattutto in tarda primavera, legato ai processi di fusione nivale. All'aumentare della temperatura dell'aria, durante le ore di maggior insolazione, l'ammasso nevoso fonde, alimentando l'acquifero con una notevole quantità di acque poco mineralizzate e fredde.

L'andamento dei grafici della Risorgente dell'Acqua Bianca mostra blandi fenomeni di pistonaggio. Infatti, in seguito a rilevanti apporti, la conducibilità elettrica e la temperatura delle acque aumentano significativamente, mentre la portata non presenta apprezzabili variazioni. Tale comportamento, sembra essere legato ad un travaso verso l'acquifero gessoso da parte di depositi morenici che ricoprono i gessi nella zona di ricarica.

Ringraziamenti

Questo programma di monitoraggio delle sorgenti è stato svolto nell'ambito del Progetto LIFE+ 08 NAT/IT/00369 "GYPSUM" (2010-2014) coordinato dal Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi

dell'Abbadessa. Per l'installazione degli strumenti di monitoraggio si ringraziano GARIBALDI SANSAVINO del Speleo GAM Mezzano (Vena del Gesso) e STEFANO BERGIANTI del Gruppo Speleologico Paleontologico "G. Chierici" di Reggio Emilia per il Reggiano.

Bibliografia

- AA.VV., 1988. *L'area carsica dell'alta Val di Secchia, studio interdisciplinare dei caratteri ambientali*. Studi e Documentazioni, **42**. Reg. Emilia Romagna – Prov. Reggio Emilia, 303 p.
- BENTINI L., LUCCI P., 1999. *Le grotte della Vena del Gesso Romagnola. I gessi di Rontana e Castelnuovo*. FSRER, 23-26.
- CASALI R., 1972. *Idrologia ipogea della zona compresa fra i torrenti Zena ed Idice in località Farneto (S. Lazzaro in Savena Bologna)*. Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, S. Lazzaro in Savena-Bologna, 9-10 Ottobre 1971, Rassegna Speleologica Italiana, Mem. **X**, 148-152.
- CHIESI M., FORTI P., (Eds.) 2009. *Il Progetto Trias: studi e ricerche sulle evaporiti triassiche dell'alta valle di Secchia e sull'acquifero carsico di Poiano (Reggio Emilia)*. Mem. Ist. It. Spel., **II (22)**, 1-164.
- CHIESI M., FORMELLA W., CASADEI A., FRANCHI M., DOMENICHINI M., 1999. *Il sistema carsico di Monte Caldina Alta Valle del Fiume Secchia, Reggio Emilia*. Speleologia Emiliana, **10**, 19-27.
- CHIESI M., FORTI P., DE WAELE J., 2010. *Origin and evolution of a salty gypsum/anhydrite karst spring: the case of Poiano (Northern Apennines, Italy)*. Hydrogeology Journal, **18**, 1111-1124.
- DEMARIA D., 2003. *Emilia Romagna*. In: G. MADONIA & P. FORTI (Eds.), *Le aree carsiche gessose d'Italia*. Mem. Ist. It. Spel., **II (14)**, 159-184.
- DE WAELE J., BERGIANTI S., CAPACCIONI B., DALMONTE C., FORMELLA W., GENTILINI A., PANZERI 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*. Atti XXI Congr. Naz. Speleol. "Diffusione delle conoscenze", Trieste, 2-5 giugno 2011, 296-301.
- FORTI P., CHIESI M., 2001. *Idrogeologia, idrodinamica e meteorologia ipogea dei gessi di Albinea, con particolare riguardo al Sistema carsico afferente alla Tana della Mussina di Borzano (Er-RE 2) (Albinea-Reggio Emilia)*. In: M. CHIESI (Ed.), *L'area carsica di Borzano (Albinea-Reggio Emilia)*. Mem. Ist. It. Spel., **II (11)**, 1-139.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., 1990. *Gli acquiferi carsici dell'Emilia-Romagna: conoscenze attuali e problemi di salvaguardia*. At. Parm., Acta Nat., **26 (1-2)**, 69-80.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E., VENERI P., FINOTELLI F., 1985. *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna: 1- Problematica generale; 2- Il complesso Spipola - Acqua Fredda*. Regione Emilia Romagna, Tip. Moderna, Bologna, 1-60.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E., GRIFFONI A., 1989. *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna: il complesso Rio Stella-Rio Basino (Riolo Terme, Italia)*. Atti XV Congr. Naz. Spel., Udine, pp. 349-368.
- LUCCI P., ROSSI A. (Eds.), 2011. *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*. Pendragon, Bologna.
- VIGNA B., 2007. *Schematizzazione e funzionamento degli acquiferi in rocce carbonatiche*. In: CUCCHI F., FORTI P., SAURO U. (Eds.), *L'acqua nelle aree carsiche in Italia*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, serie **II (19)**, 21-26.
- VIGNA B., CALANDRI G., 2001. *Gli acquiferi carsici*. Quaderni Didattici della SSI, **12**, 1-48.