

## ANALISI CHIMICO-FISICHE DELLE ACQUE CAMPIONATE NEI GESSI DI BRISIGHELLA E RONTANA

ILENIA M. D'ANGELI<sup>1</sup>, JO DE WAELE<sup>2</sup>

### Riassunto

Nell'ambito del Progetto Life+ 08NAT/IT/000369 *Gypsum*, tra il 2010 e 2014 sono stati campionati e analizzati chimicamente cinque punti d'acqua nelle aree gessose di Brisighella e Rontana. La composizione chimica di queste acque dipende naturalmente dal loro percorso attraverso le rocce evaporitiche, con un aumento dei solfati da monte a valle, ma anche da locali condizioni di inquinamento da nitrati legate ad attività antropiche e/o la presenza stagionale di colonie di pipistrelli.

**Parole chiave:** Gessi, chimica delle acque, inquinamento.

### Abstract

*In the framework of the Project Life+ 08NAT/IT/000369 Gypsum, five water points have been sampled in the gypsum areas of Rontana and Brisighella (Messinian Gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola, Northern Italy) between 2010 and 2014. The chemical composition of these waters obviously depends on their flowpath through the gypsum area, with an increase in sulfates downstream, but also on local conditions of pollution related to human activities or the seasonal presence of bat colonies.*

**Keywords:** *Gypsum, Water Chemistry, Pollution.*

Il carsismo dell'Emilia-Romagna, diversamente da quello delle altre regioni italiane, si sviluppa per circa il 90% all'interno di aree evaporitiche che rappresentano meno del 1% del territorio regionale (DE WAELE *et alii* 2011; LUCCI, ROSSI 2011). Le formazioni evaporitiche principali sono quelle triassiche fortemente tettonizzate e microcristalline localizzate nell'Alta Val di Secchia in Provincia di Reggio Emilia,

e i gessi messiniani diffusi lungo la fascia pedeappenninica che da Reggio giunge fino a Rimini (LUCCI, ROSSI 2011).

L'ambiente carsico delle rocce evaporitiche presenta delle caratteristiche assolutamente peculiari, tanto che la maggior parte di queste aree sono salvaguardate e inserite in aree protette quali Parchi, Riserve naturali e Siti di Interesse Comunitario (SIC).

<sup>1</sup> Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna - ilenia.dangeli@alice.it

<sup>2</sup> Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna - jo.dewaele@unibo.it

Negli ultimi 5 anni, dal 2010 al 2014, nell'ambito del progetto europeo LIFE + 08NAT/IT/000369 *Gypsum* di recupero ambientale e riqualificazione del territorio (BIANCO 2010; DE WAELE 2012; BERGIANTI *et alii* 2013; DE WAELE 2013), sono stati condotti una serie di monitoraggi e campionamenti di acque nei principali sistemi carsici della regione. Il campionamento e monitoraggio delle acque gessose è avvenuto ogni tre mesi e le analisi chimiche ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , e  $\text{PO}_4^-$ ) sono state effettuate nei laboratori del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (BIGEA) dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna. Le analisi chimiche per lo ione ammonio ( $\text{NH}_4^+$ , eseguite con lo spettrofotometro Hack DR 2010 portatile a raggio singolo) e alcalinità (effettuate con titolazione acidimetrica) sono state eseguite entro le 24 ore. Sono stati utilizzati anche strumenti come lo Spettrometro di Assorbimento Atomico Thermo S a doppio raggio per i cationi ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) ed un Cromatografo Ionico Metrohm 881bIC

Pro per gli anioni ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , e  $\text{PO}_4^-$ ).

Tali analisi sono volte allo studio delle variabilità chimico-fisica dei parametri in funzione della stagionalità e soprattutto a studi riguardo la qualità delle acque gessose e l'individuazione di eventuali episodi di inquinamento ambientale o umano.

Una serie di campionamenti sono stati effettuati negli affioramenti gessosi di Monte Rontana e di Brisighella all'interno del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola.

### *Qualità delle acque nei sistemi carsici dei Gessi di Rontana*

Nei Gessi di Rontana sono ubicati due punti di campionamento (fig. 1), la Risorgente del Rio Cavinale (E13) e la Grotta di Selva (E15).

I parametri chimico-fisici delle acque provenienti dalla Risorgente del Rio Cavinale sono riportate nella tab. 1 e quelli delle acque provenienti dalla Grotta di Selva sono

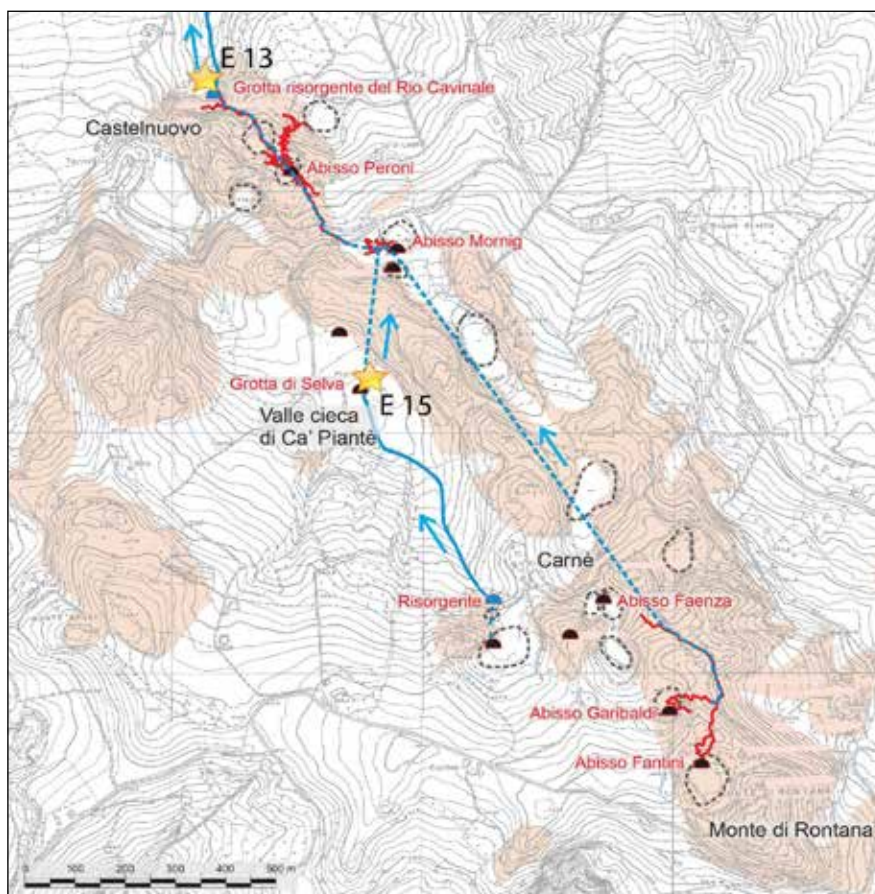


Fig. 1 – Ubicazione dei punti di campionamento nei Gessi di Rontana. In rosa la Formazione Gesso-solfifera.

<b>E 13</b>												
<b>Periodo</b>	<b>T C°</b>	<b>pH</b>	<b>Na<sup>+</sup> ppm</b>	<b>K<sup>+</sup> ppm</b>	<b>Ca<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>Mg<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>F<sup>-</sup> ppm</b>	<b>Cl<sup>-</sup> ppm</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ppm</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ppm</b>
<b>II-2010</b>	11.7	8.3	8.06	3.51	462.23	30.15	280.7	0	7.47	8.27	1057.46	0.00
<b>III-2010</b>	12.3	8.39	7.72	2.92	501.89	28.58	268.5	0.70	33.23	13.16	1002.77	0.01
<b>IV-2010</b>	7.1	8.14	24.81	6.13	495.07	32.62	219.6	6.23	51.21	14.73	1162.77	0.03
<b>I-2011</b>	11.2	8.4	27.07	6.45	490.09	35.69	219.7	3.43	51.21	15.55	1161.05	0.05
<b>II-2011</b>	12.7	7.66	29.33	6.78	485.11	38.75	213.6	0.63	51.21	16.37	1159.33	0.06
<b>IV-2012</b>	6.4	8.08	31.83	0.01	514.26	47.97	69.7	3.637	23.12	13.61	1288.86	0.23
<b>I-2013</b>	12.6	8.14	13.24	2.97	508.61	36.28	74.2	1.026	15.87	9.05	1226.61	0.00
<b>II-2013</b>	15.3	7.21	15.24	7.99	512.79	33.73	133.6	0.792	13.45	7.45	1362.59	0.01
<b>III-2013</b>	14	8.35	14.35	5.78	528.56	36.28	128.56	0.90	18.65	8.45	1356.89	0.15

Tab. 1 – Parametri chimici delle acque del campione E13 Risorgente del Rio Cavinale (I = Marzo-Aprile; II = Giugno-Luglio; III = Settembre-Ottobre; IV = Dicembre-Gennaio).

<b>E 15</b>												
<b>Periodo</b>	<b>T C°</b>	<b>pH</b>	<b>Na<sup>+</sup> ppm</b>	<b>K<sup>+</sup> ppm</b>	<b>Ca<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>Mg<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>F<sup>-</sup> ppm</b>	<b>Cl<sup>-</sup> ppm</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ppm</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ppm</b>
<b>II-2010</b>	12	8.45	8.81	5.10	293.25	23.61	439.3	0.27	4.87	1.65	501.34	0.00
<b>IV-2010</b>	9.9	8.38	9.12	4.37	148.91	32.68	323.4	1.89	22.54	26.19	223.80	0.01
<b>I-2011</b>	8.5	8.64	10.23	5.20	156.84	35.99	323.4	1.56	25.19	27.38	234.72	0.02
<b>II-2011</b>	19.8	7.92	12.39	6.02	164.77	39.29	335.6	1.23	28.11	28.56	265.63	0.02

Tab. 2 – Parametri chimici delle acque del campione E15 Grotta di Selva (I = Marzo-Aprile; II = Giugno-Luglio; III = Settembre-Ottobre; IV = Dicembre-Gennaio).

riportati nella tab. 2.

Dalle due tabelle è evidente come le acque provenienti da questi punti di campionamento siano piuttosto mineralizzate, con una quantità di sali disciolti spesso > 1500 mg/L (ppm = mg/L). Come disposto dal D.Lgs. 105/92, le acque minerali possono essere classificate in funzione dell'anione dominante. In questo caso, considerato il contesto geologico, l'anione dominante è ovviamente rappresentato dal SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, che sia nel caso dell'inghiottitoio (E15) che della risorgente (E13) supera la soglia di 200 mg/L. La risorgente risulta fortemente arricchita nell'anione SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, raggiungendo anche valori di 1350 mg/L, evidentemente legati alla dissoluzione del gesso lungo il percorso che dall'inghiottitoio porta alla sorgente. Tenendo conto del D.Lgs. 31/01 è possibile stabilire che le acque provenien-

ti da questi due punti di campionamento ricadano al di fuori dei limiti di potabilità (superando la soglia di 250 mg/L per la concentrazione dei solfati).

La concentrazione dei nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), risulta particolarmente alta (evidenziata dal colore rosso nella tab. 2), soprattutto nella Grotta di Selva. Per questo anione il valore limite dato dal D.Lgs 31/01 è di 50 mg/L, anche se la stessa normativa consiglia che la concentrazione non superi i 25 mg/L. I nitrati indicherebbero la presenza di inquinamento antropico come ad esempio attività zootecniche oppure massiccio uso di fertilizzanti, nella zona di ricarica di questo inghiottitoio.

La caratterizzazione chimica rispetto ai sette ioni fondamentali delle acque sopra descritte (E13 ed E15) è mostrata nel diagramma classificativo delle acque di Lu-



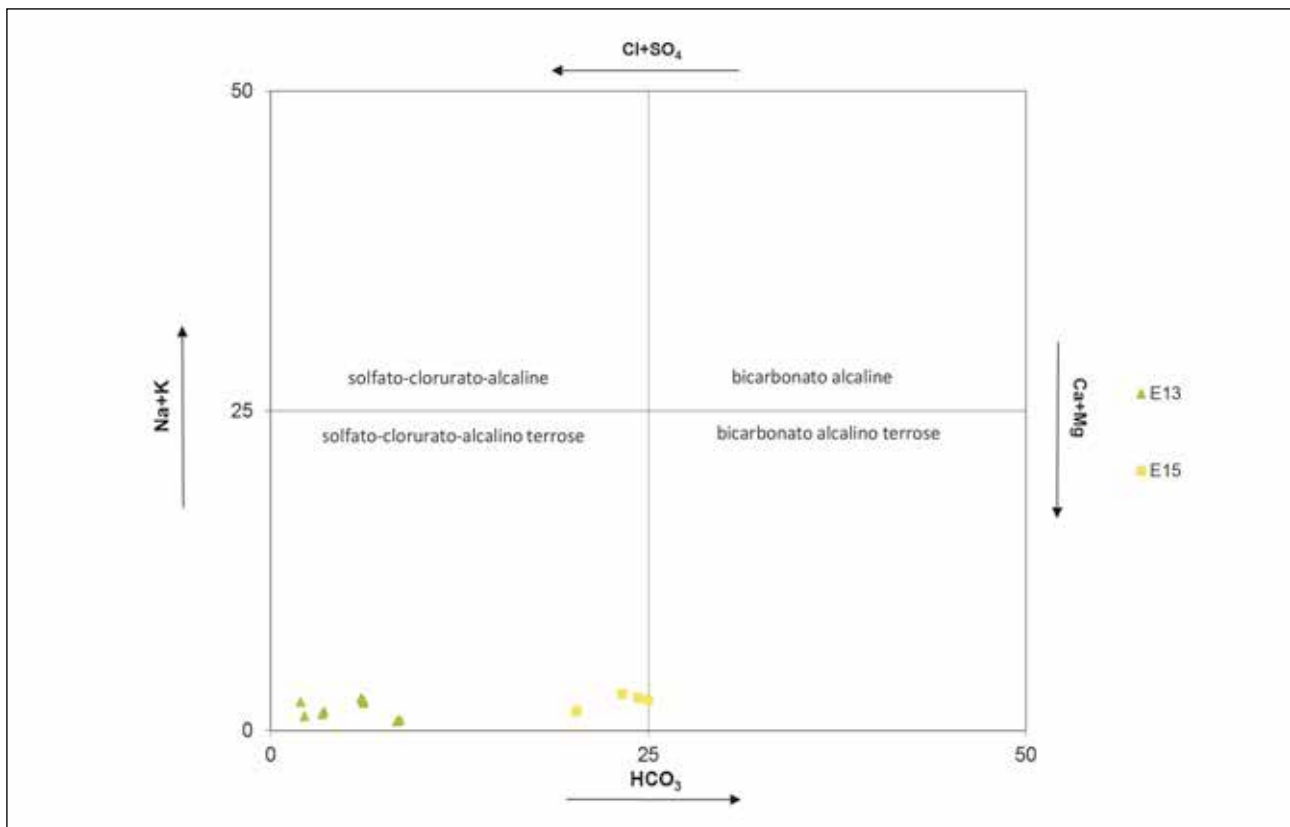


Fig. 2 – Diagramma di Ludwig-Langelier delle acque provenienti dai punti di campionamento E13 ed E15.



Fig. 3 – Concrezione carbonatica sul letto del fiume sotterraneo nella Grotta Risorgente del Rio Cavinale (foto P. Lucci).

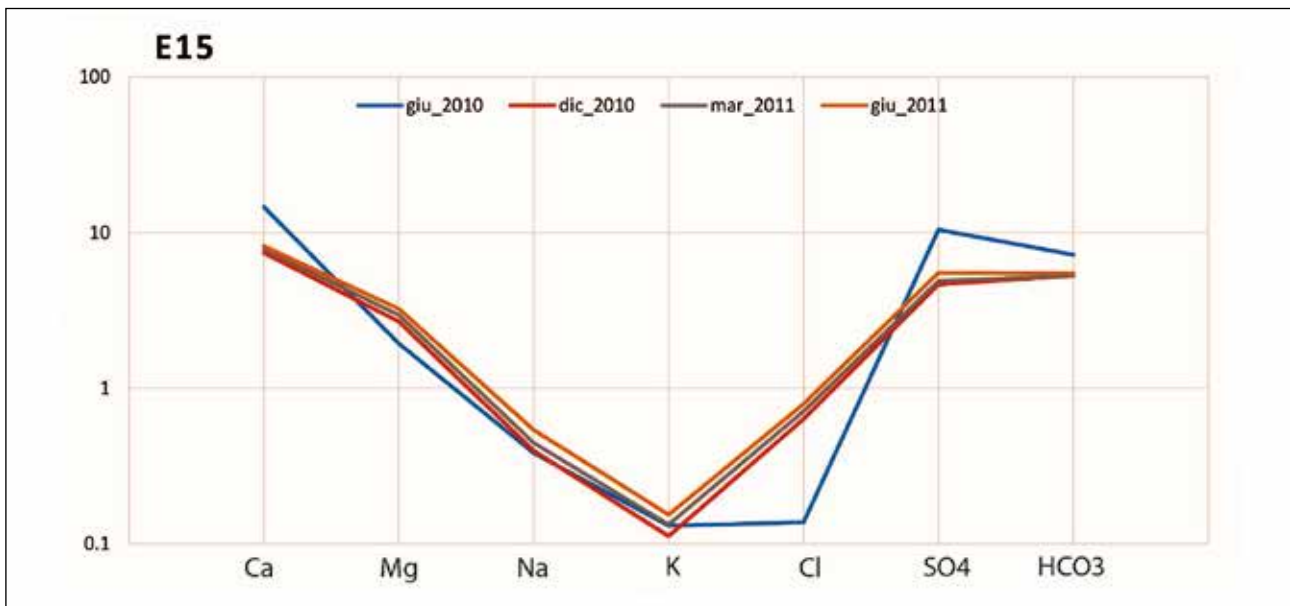
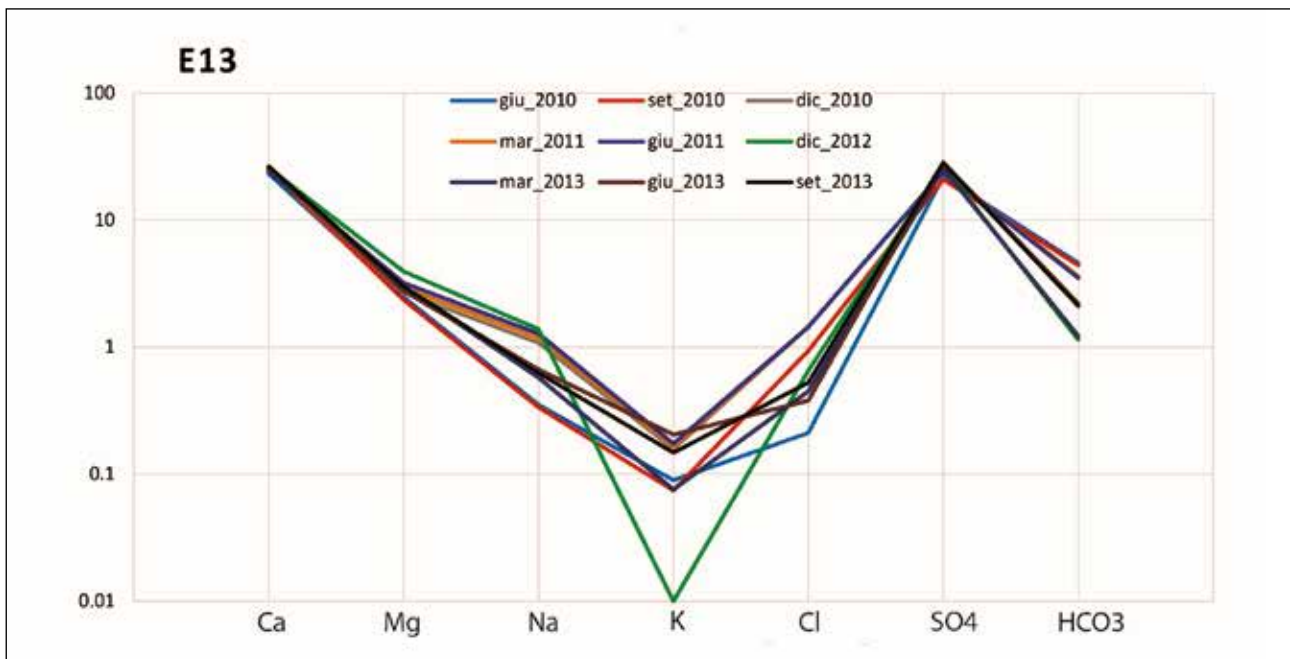


Fig. 4 – Diagrammi di Schoeller per i campioni E13 ed E15. Le concentrazioni dei parametri sono riportate in meq/L.

dwig-Langelier (fig. 2).

I campioni E13 e E15 avendo interagito con sistemi carsici costituiti da gesso si collocano nel quadrante delle acque “solfato-clorurato-alcalino-terrose”, anche se quelli dell’inghiottitoio sono molto più ricche in bicarbonati. Le acque della Risorgente del Rio Cavinale risultano saturate in gesso disciolto, mentre quelle provenienti dall’inghiottitoio sono prossime al limite delle acque “bicarbonato-alcalino-terrose”. È evidente in questo caso che nel tragitto dall’inghiottitoio a valle il carbonato precipita, sotto forma di calcite (colate lungo il

corso d’acqua, ben visibili nella Risorgente del Rio Cavinale (fig. 3) e negli Abissi Peroni e Mornig, consentendo alle acque di sciogliere ulteriore gesso (processo noto come dissoluzione incongruente).

La stabilità chimica delle acque è rappresentata dai diagrammi di Schoeller. Le acque provenienti dalla Risorgente del Rio Cavinale (E13) presentano una certa stabilità chimica nel tempo (fig. 4 in alto). Il mese di Dicembre 2012 rappresenta il periodo in cui sembra ci sia stata una maggiore variabilità riguardo la concentrazione dei cationi alcalini ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) e del cloro



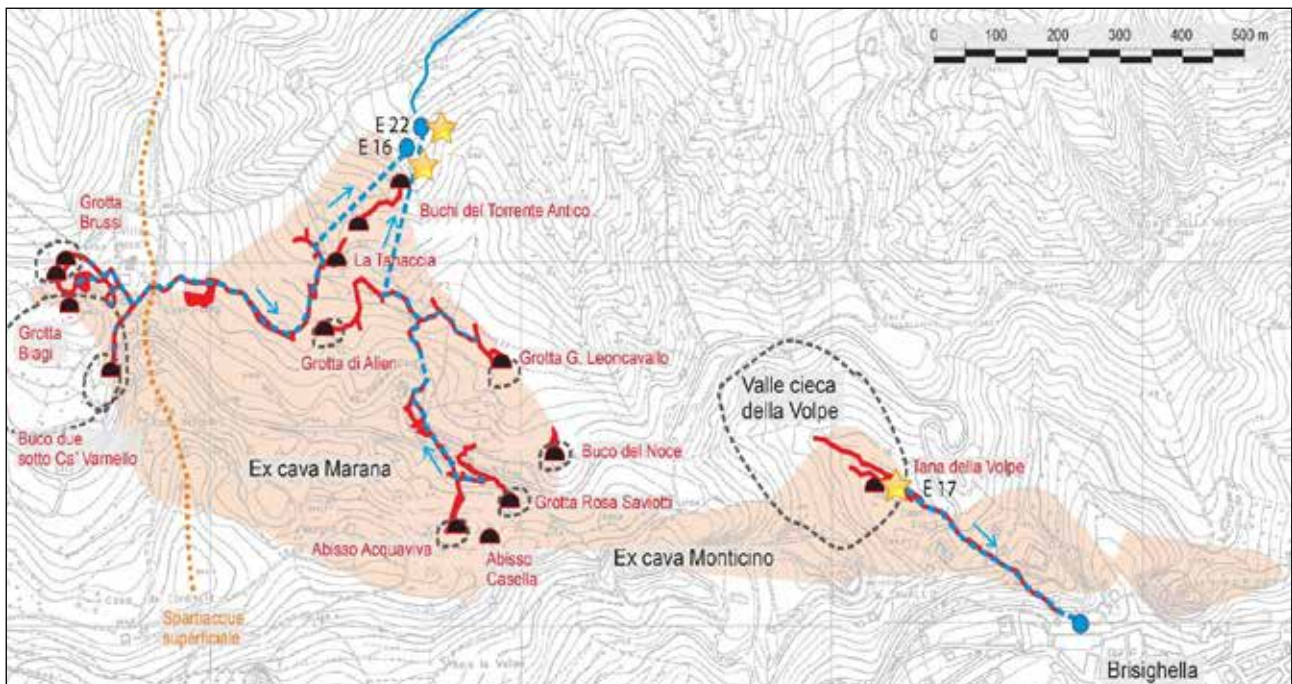


Fig. 5 – Ubicazione dei punti di campionamento E16, E17 ed E22 nei Gessi di Brisighella. In rosa, la Formazione Gesso-solfifera.

(Cl), ed in particolare del catione potassio ( $K^+$ ). Anche le acque provenienti dalla Grotta di Selva presentano una certa stabilità chimica nel tempo (fig. 4 in basso). Le variazioni di concentrazione sono presumibilmente da imputare ad effetti di diluizione.

#### *Qualità delle acque nei sistemi carsici dei Gessi di Brisighella*

Nei Gessi di Brisighella sono ubicati tre punti di campionamento (fig. 5): Risorgente della Tanaccia (E16), Inghiottitoio della Tana della Volpe (E17), Risorgente sulfurea del sistema carsico Acquaviva, Saviotti, Leoncavallo, Alien (E22).

I parametri chimico-fisici delle acque provenienti dalla Tanaccia sono riportati nella tab. 3, quelli dell'Inghiottitoio della Tana della Volpe nella tab. 4 e le acque della Risorgente sulfurea del sistema carsico Abisso Acquaviva, Grotta Rosa Saviotti, Grotta di Alien, Grotta Leoncavallo nella tab. 5.

Osservando le tabelle è ben evidente come, anche in questo caso, le acque provenienti dai tre punti di campionamento siano for-

temente mineralizzate, con una quantità di sali disciolti quasi sempre  $> 1500$  mg/L (ppm = mg/L). L'anione dominante è sempre il solfato ( $SO_4^{2-}$ ), dovuto alla dissoluzione della roccia gessosa con cui l'acqua si trova in contatto. La sua concentrazione risulta alta, superando i 750 mg/L, anche nel campionamento effettuato nell'Inghiottitoio della Tana della Volpe. Questo inghiottitoio raccoglie le acque della valle cieca omonima. La Risorgente sulfurea del sistema carsico Abisso Acquaviva, Grotta Rosa Saviotti, Grotta di Alien, Grotta Leoncavallo presenta valori ( $SO_4^{2-}$ ) spesso  $> 1500$  mg/L. Lo sgradevole odore (uova marce) indica inoltre la presenza di  $H_2S$ . È probabile che tali acque abbiano percorso circuiti saturi poveri in ossigeno, o ricchi in sostanza organica la cui ossidazione crea delle condizioni anossiche. Non sono da escludere anche processi riducenti legati alla presenza di solfobatteri, ben visibili come croste rosate che crescono nel tubo da cui fuoriescono queste acque odorose (fig. 6). Le concentrazioni in solfati di tutte le acque ricadono molto al di sopra del limite di potabilità delle acque (250 mg/L) per il D.Lgs 31/01.

Nella tab. 3 è possibile osservare una con-

<b>E16</b>												
<b>Periodo</b>	<b>TC°</b>	<b>pH</b>	<b>Na<sup>+</sup> ppm</b>	<b>K<sup>+</sup> ppm</b>	<b>Ca<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>Mg<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>F<sup>-</sup> ppm</b>	<b>Cl<sup>-</sup> ppm</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ppm</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ppm</b>
<b>II-2010</b>	11.9	7.78	23.39	5.83	517.15	24.68	225.8		32.57	9.69	1233.38	0.00
<b>III-2010</b>	12.7	7.93	15.67	7.20	523.18	21.88	219.6	0.27	23.01	12.64	1168.00	0.00
<b>IV-2010</b>	10.2	8.03	25.10	9.65	495.07	29.45	311.2	0.46	35.16	14.18	1101.24	0.01
<b>I-2011</b>	12	7.3	27.15	9.71	500.58	34.48	323.4	0.49	37.48	13.37	1181.81	0.01
<b>II-2011</b>	12.9	7.78	29.20	9.78	506.09	39.52	289.8	0.53	39.80	12.55	1262.37	0.00
<b>IV-2011</b>			25.189	8.31	489.95	33.34	344.7	0.41	31.56	8.69	1083.61	0.02
<b>II-2012</b>	12.4	6.85	35.28	9.56	536.89	37.89	299.0	0.41	42.31	36.78	1256.44	0.01
<b>III-2012</b>	13.3	8.01	15.36	4.05	481.60	66.01	259.3		28.57	9.69	1253.38	0.02
<b>IV-2012</b>	10.6	8.06	27.83	2.21	519.47	37.80	77.3		30.16	4.00	1291.12	0.03
<b>I-2013</b>	12.4	8.04	24.77	5.66	514.70	27.38	68.6		36.56	6.91	1310.00	0.03
<b>II-2013</b>	13.8	7.22	34.96	8.69	534.12	25.31	126.7		44.46	10.64	1394.29	0.01
<b>III-2013</b>	13.1	8.25	33.89	6.01	527.77	23.69	119.91	0.66	46.58	9.85	1255.66	0.09

Tab. 3 – Parametri delle acque del campione E16 provenienti dalla Tanaccia (I = Marzo-Aprile; II = Giugno-Luglio; III = Settembre-Ottobre; IV = Dicembre-Gennaio).

<b>E17</b>												
<b>Periodo</b>	<b>TC°</b>	<b>pH</b>	<b>Na<sup>+</sup> ppm</b>	<b>K<sup>+</sup> ppm</b>	<b>Ca<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>Mg<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>F<sup>-</sup> ppm</b>	<b>Cl<sup>-</sup> ppm</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ppm</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ppm</b>
<b>II-2010</b>	15.7	8.3	132.64	19.84	471.96	91.52	329.4	0.61	64.39	0.43	1577.85	0.01
<b>III-2010</b>	18.5	8.29	175.54	26.90	567.40	100.08	335.6	0.38	93.42	9.93	1632.58	0.00
<b>IV-2010</b>	5.5	8.1	92.43	16.79	264.80	44.20	183.0	0.46	36.23	10.65	779.11	0.00
<b>I-2011</b>	12.6	8.57	32.49	17.89	311.66	46.91	173.9	1.29	31.80	9.59	827.17	0.00

Tab. 4 – Parametri delle acque del campione E17 provenienti dall'Inghiottoio della Tana della Volpe (I = Marzo-Aprile; II = Giugno-Luglio; III = Settembre-Ottobre; IV = Dicembre-Gennaio).

<b>E22</b>													
<b>Periodo</b>	<b>TC°</b>	<b>pH</b>	<b>Na<sup>+</sup> ppm</b>	<b>K<sup>+</sup> ppm</b>	<b>Ca<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>Mg<sup>+2</sup> ppm</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>F<sup>-</sup> ppm</b>	<b>Cl<sup>-</sup> ppm</b>	<b>Br ppm</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ppm</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ppm</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ppm</b>
<b>II-2011</b>	11.2	6.58	129.05	58.89	678.26	61.36	262.4	0.81	370.11	1.560	0.79	1580.66	0.03
<b>IV-2011</b>			115.99	55.33	668.55	57.39	219.7	0.63	366.44		0.81	1518.39	0.40
<b>II-2012</b>	12.6	6.6	121.36	62.71	679.44	63.89	256.3	0.72	372.36	0.36	0.98	1545.29	3.00
<b>III-2012</b>	13.5	6.74	18.80	4.63	538.66	83.61	512.5		13.45		7.30	1321.91	3.60
<b>IV-2012</b>	11.5	6.62	187.97	4.99	664.85	95.64	189.9	0.871	368.91	1.727	1.80	1838.02	0.01
<b>I-2013</b>	12.5	7.04	237.92	8.00	621.42	61.36	169.3	1.239	194.41		2.77	1727.88	
<b>II-2013</b>	14.2	6.72	12.09	8.12	545.80	61.35	176.7	0.530	18.76		3.00	1392.18	0.04
<b>III-2013</b>	13.1	6.86	14.04	7.98	564.39	60.88	183.34	0.77	19.24		2.85	1434.45	0.05

Tab. 5 – Parametri delle acque del campione E22 provenienti dalla Risorgente sulfurea del sistema carsico Abisso Acquaviva, Grotta Rosa Saviotti, Grotta di Alien, Grotta Leoncavallo (I = Marzo-Aprile; II = Giugno-Luglio; III = Settembre-Ottobre; IV = Dicembre-Gennaio).



Fig. 6 – La Risorgente sulfurea del sistema carsico Abisso Acquaviva, Grotta Rosa Saviotti, Grotta di Alien, Grotta Leoncavallo (E22), con evidenti colorazioni giallastre e rossastre dovute a solfobatteri (foto P. Lucci).

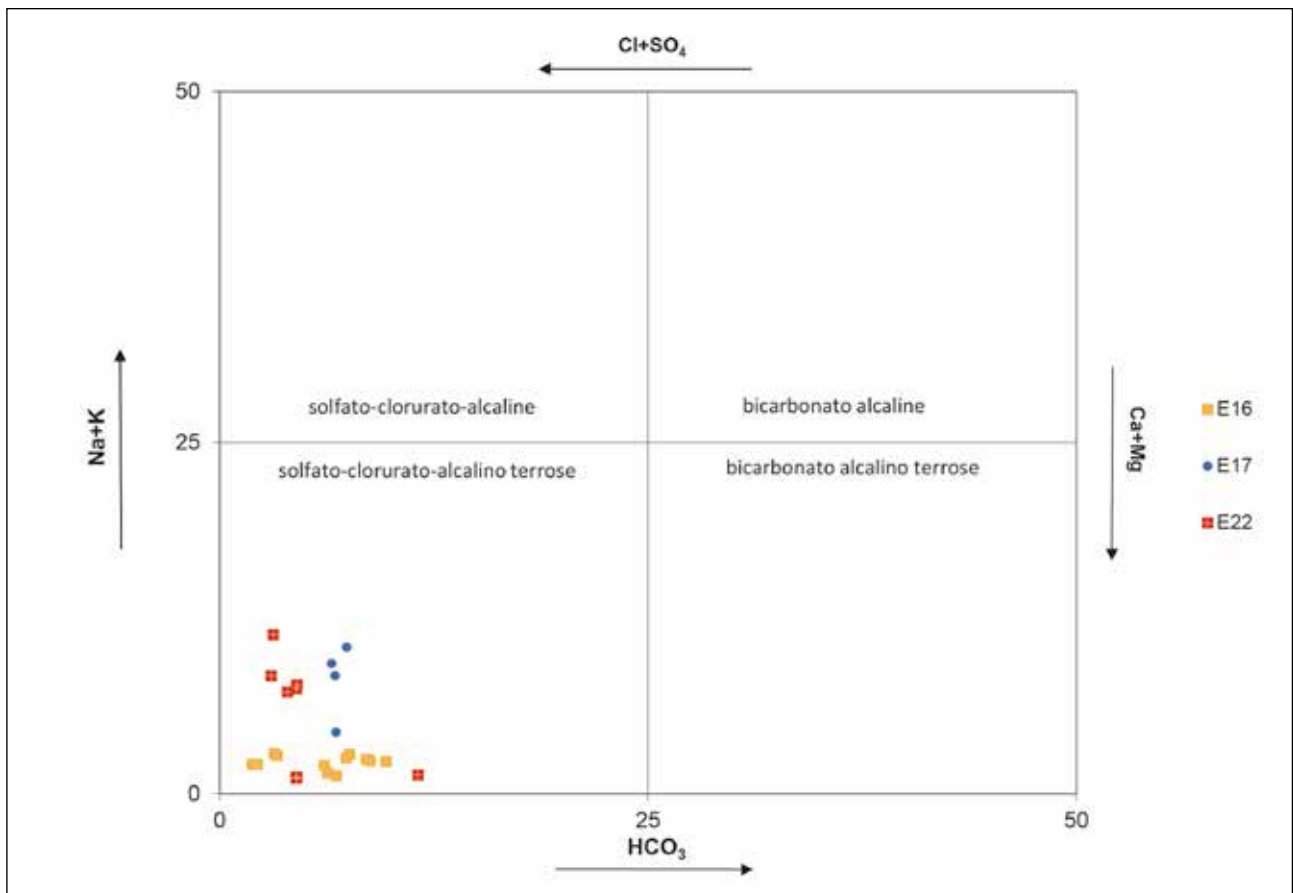


Fig. 7 – Diagramma di Ludwig-Langelier delle acque provenienti dai punti di campionamento E16, E17 ed E22.



centrazione molto alta di nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ) durante il periodo estivo 2012 (evidenziata in rosso), indicativa di attività antropica e/o utilizzo di fertilizzanti.

Nella tab. 5, invece, sono state evidenziate delle concentrazioni elevate di ione ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Il D.Lgs 31/01 fissa come soglia massima una concentrazione di 0,5 mg/L. la presenza di Azoto ammoniacale sarebbe indicativo di inquinamento organico in atto.

Il diagramma classificativo delle acque di Ludwig-Langelier (fig. 7) mostra che tutti i campioni provenienti dai punti E16, E17, ed E22 ricadono nel quadrante delle acque "solfato-clorurato-alcino terrose". La variabilità chimica delle acque della Tana della Volpe (E17) è da imputare a fattori di diluizione (stagionalità) in condizioni di flusso differente (magra-morbida), mentre quella della Risorgente della Tanaccia (E16) rispecchia un differente grado di saturazione in gesso, dovuto all'effetto descritto prima della dissoluzione incongruente (ad esempio formazione di colate calcitiche lungo il corso sotterraneo). La variabilità nella Risorgente sulfurea del sistema carsico Abisso Acquaviva, Grotta Rosa Saviotti, Grotta di Alien, Grotta Leoncavallo (E22), invece, è sia legata alla sua portata (quindi effetti di diluizione), ma anche alla quantità di materia organica presente nella vaschetta in cui si raccoglie il campione (e quindi presenza di anidride carbonica e ioni bicarbonato) (fig. 6). I diagrammi di Schoeller (fig. 8) evidenziano come i punti di campionamento E16 e E17 presentino una certa stabilità chimica nel tempo. Diversa è la condizione del punto E22, che si manifesta piuttosto variabile nel tempo. I campionamenti di giugno 2011, dicembre 2011 e giugno 2012 risultano quelli più concentrati. L'estate 2011 ha presentato diverse ondate di calore, e la stessa tendenza ha continuato a persistere durante tutto l'autunno, infatti settembre e novembre sono risultati particolarmente secchi. Anche l'estate 2012 è stata piuttosto secca.

I campionamenti di dicembre 2012 e marzo 2013 presentano una certa diluizione in

particolare modo nel catione potassico ( $\text{K}^+$ ). Il mese di dicembre 2012 ha presentato una quantità di precipitazioni inferiori alla norma, mentre i mesi seguenti quali gennaio e febbraio 2013 sono stati piuttosto piovosi, registrando valori elevatissimi di precipitazione, che è risultata ragguardevole anche durante tutta la primavera 2013.

I campionamenti di settembre 2012, giugno e settembre 2013 sono quelli che manifestano un'evidente variabilità nella concentrazione degli ioni. Il settembre 2012 è stato interessato da diversi periodi di diffuse precipitazioni. L'estate 2013 in questa parte del territorio è risultata piuttosto piovosa; dati dell'Arpa testimoniano che durante l'estate 2013 sono state registrate precipitazioni di 100 mm. Anche durante settembre e ottobre 2013 la parte orientale della Regione Emilia-Romagna è stata oggetto di intense precipitazioni ([www.arpa.emr.it/sim](http://www.arpa.emr.it/sim)).

Una variabilità riguardo la concentrazione degli ioni in acqua potrebbe essere, inoltre, influenzata dal metabolismo dei batteri presenti. In effetti, solo l'acqua proveniente da questo punto di campionamento (E22) presenta una variabilità nel tempo molto pronunciata.

### *Conclusioni*

Le analisi delle acque nei Gessi di Brisighella e Rontana non hanno mai riscontrato gravi fenomeni di inquinamento, anche se la concentrazione dei nitrati supera talvolta i 25 mg/L, in particolare per la Grotta di Selva. La presenza dei nitrati in questo caso è sicuramente da imputare ad attività agricole nei terreni a monte. Nel caso della Tanaccia, i nitrati potrebbero anche essere legati sia ai pipistrelli che frequentano la grotta e sia alle attività agricole presenti nella valle cieca sotto Ca' Varnello, dove si aprono gli inghiottitoi di questo sistema carsico. In generale le acque sono molto ricche in solfato, che deriva dalla dissoluzione del gesso, con maggiori quantità nelle risorgenti rispetto agli in-

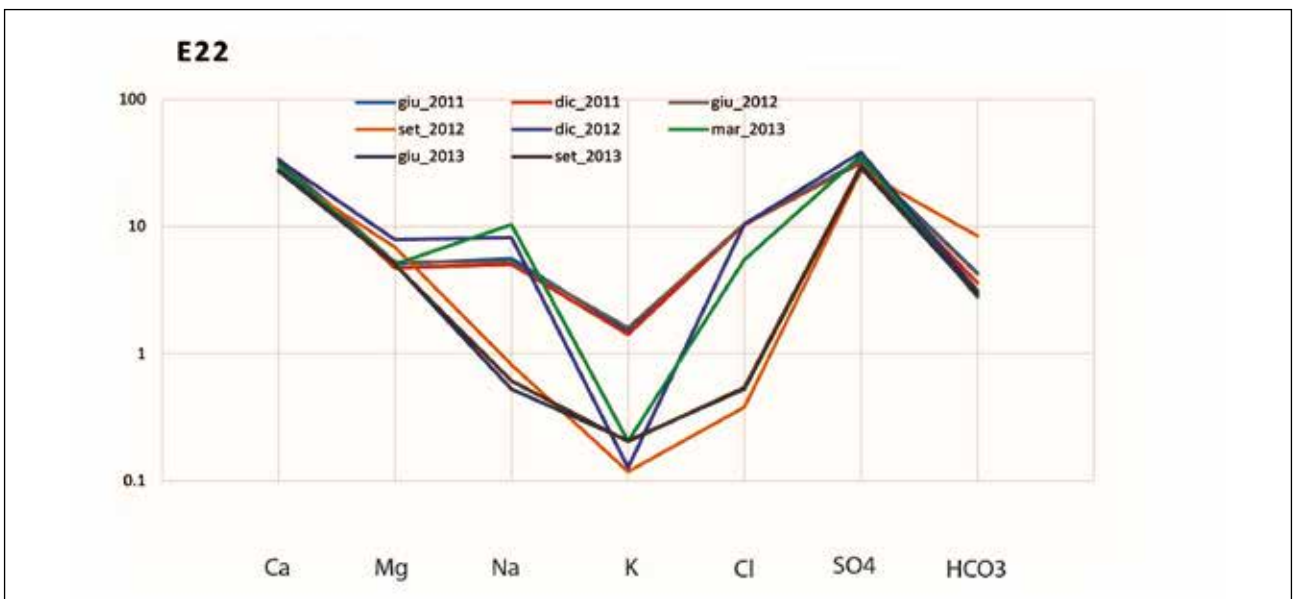
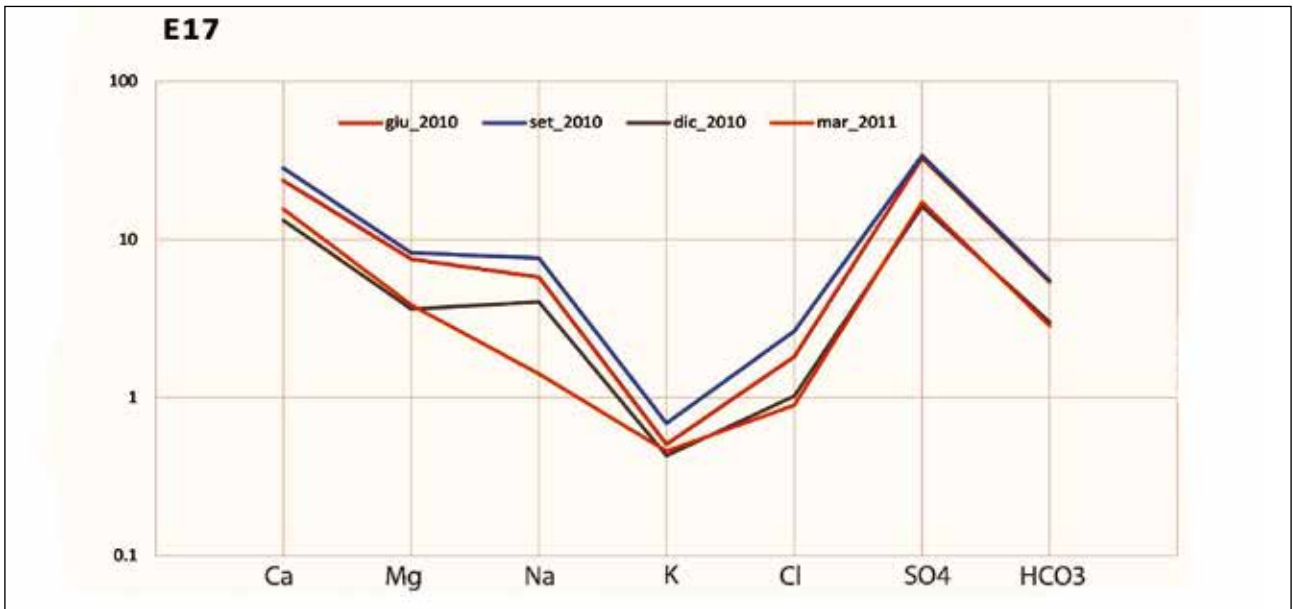
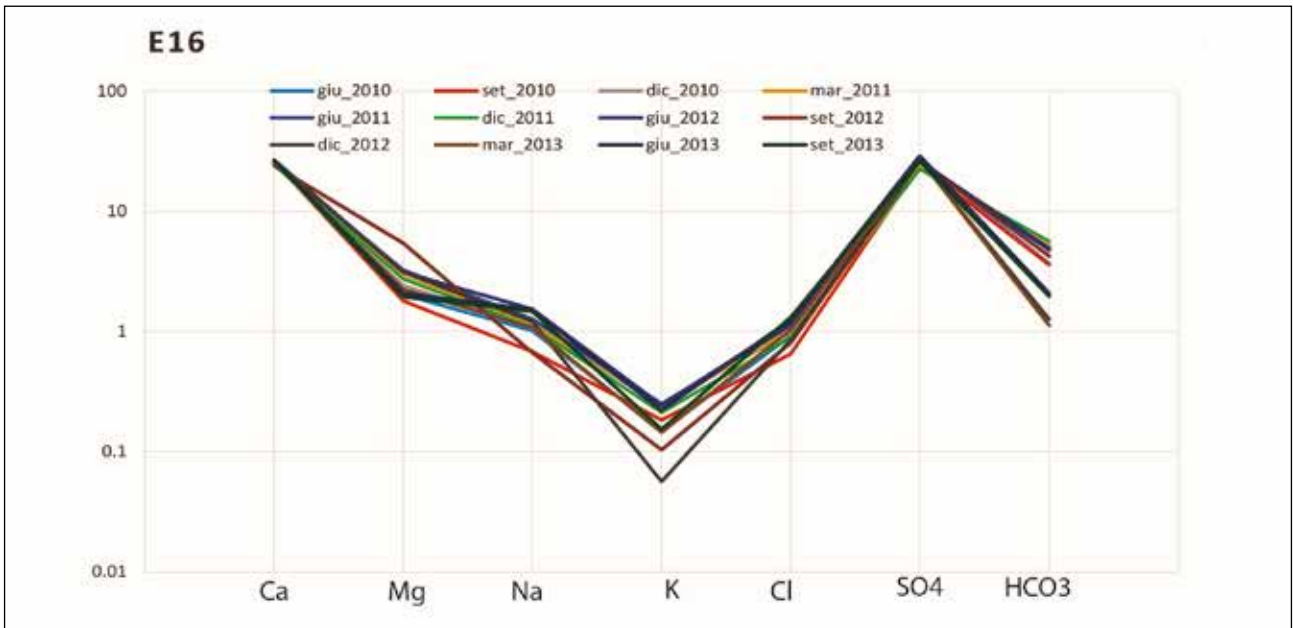


Fig. 8 – Diagrammi di Schoeller per i campioni E16, E17 ed E22. Le concentrazioni dei parametri sono riportate in meq/L.

ghiottittoi. Dalle analisi è molto evidente il processo delle dissoluzioni incongrue, con precipitazione del carbonato di calcio lungo i torrenti ipogei, ed ulteriore dissoluzione del gesso (è il caso ad esempio del corso d'acqua ipogeo che torna a giorno con la Risorgente del Rio Cavinale).

## Bibliografia

- S. BERGIANTI, B. CAPACCIONI, C. DALMONTE, J. DE WAELE, W. FORMELLA, A. GENTILINI, R. PANZERI, S. ROSSETTI, B. SANSAVINI 2013, *Progetto Life + 08 NAT/IT/000369 "GYPSUM". Primi risultati sulle analisi chimiche delle acque nei gessi dell'Emilia Romagna*, in F. CUCCHI, P. GUIDI (a cura di), *Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia "Diffusione delle conoscenze"*, (Trieste 2-5 giugno 2011), Trieste, pp. 296-301.
- D. BIANCO 2010, *Il progetto Gypsum. Un progetto europeo per la tutela della biodiversità nei gessi da Reggio Emilia a Rimini*, "Storie Naturali" 5, pp. 42-49.
- J. DE WAELE 2012, *Monitorare le acque*

*nei gessi dell'Emilia Romagna. Progetto Life+ 08NAT/IT/000369 "Gypsum"*, in D. DEMARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, Bologna, pp. 127-128.

- J. DE WAELE 2013, *Qualità delle acque nei sistemi carsici del Monte Tondo*, in M. ERCOLANI, P. LUCCI, S. PIASTRA, B. SANSAVINI (a cura di), *I Gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 205-211.
- J. DE WAELE, P. FORTI, A. ROSSI 2011, *Il carsismo nelle evaporiti dell'Emilia-Romagna*, in P. LUCCI, A. ROSSI (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna, pp. 25-59.
- P. LUCCI, A. ROSSI (a cura di) 2011, *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna.

## Siti internet

<http://www.arpa.emr.it/sim>