

LE CONCREZIONI E LE MINERALIZZAZIONI DEL SISTEMA CARSICO RIO STELLA-RIO BASINO (VENA DEL GESSO ROMAGNOLA)

PAOLO FORTI¹, PIERO LUCCI²

Riassunto

Come quasi tutte le grotte in gesso, il sistema carsico Rio Stella-Rio Basino è abbastanza povero di speleotemi. Ciononostante lo studio di dettaglio dei suoi depositi ha permesso di evidenziare la presenza di alcune peculiarità che rendono questa grotta una delle più interessanti nel panorama regionale.

Parole chiave: Concrezioni, minerali di grotta.

Abstract

Like quite all the other gypsum caves, the Rio Stella-Rio Basino karst system is scarcely decorated. Anyway the detailed study of its chemical deposits puts in evidence some peculiarities that make this cave among the most interesting of the Emilia Romagna region.

Keywords: Speleothems, cave minerals.

Introduzione

In generale le grotte in gesso sono molto più povere di concrezioni e/o mineralizzazioni secondarie rispetto a quelle in calcare (FORTI, 1997, 2000) e questo essenzialmente perché il solfato di calcio è molto meno propenso a reagire con le acque di percolazione per dare luogo a nuovi composti chimici. Inoltre il gesso è molto più solubile del calcare e questo, causando una velocizzazione dell'evoluzione carsica, rende molto più breve il tempo di sopravvivenza delle forme sia epigee che ipogee e, conseguentemente, anche i depositi chimici hanno meno tempo per svilupparsi e vengono "demoliti" più rapidamente.

A questa regola generale non si sottrae certo il Sistema carsico Rio Stella-Rio Basino, anzi possiamo dire che, considerato il suo

sviluppo spaziale, è forse una delle grotte meno "ornate" di tutta la regione Emilia-Romagna.

Se quantitativamente il concrezionamento è decisamente scarso, ben altro discorso va fatto dal punto di vista qualitativo: infatti all'interno di questa cavità vi sono alcuni punti di eccellenza per quel che riguarda gli speleotemi. Per questo motivo si è ritenuto giusto dedicare un intero capitolo a questo particolare tema.

Il sistema carsico Rio Stella-Rio Basino contiene solo due tipi di depositi chimici secondari: quelli costituiti da carbonato di calcio (calcite) e quelli formati da gesso. Nessun altro minerale di grotta è stato fino ad ora trovato al suo interno, anche se la presenza di una grande colonia di chiroatteri potrebbe far pensare che nei depositi di guano possa-

¹ Istituto Italiano di Speleologia, via Zamboni 67, Bologna. E mail: paolo.forti@unibo.it

² Speleo GAM Mezzano e Federazione Speleologica dell'Emilia Romagna

no essersi sviluppati altri minerali secondari, che, però, allo stato attuale delle ricerche, non sono ancora stati studiati.

Gli speleotemi di calcite

Le concrezioni di calcite sono sufficientemente comuni nelle grotte in gesso della nostra regione: infatti, questi speleotemi hanno il loro massimo sviluppo nelle zone a clima temperato umido, quali appunto quelle dell'Emilia-Romagna (DE WAELE *et al.*, 2010). Va qui ricordato che il meccanismo che porta alla deposizione della calcite in grotte in gesso è completamente diverso da quello che causa l'evoluzione di analoghe forme in grotte calcaree. È stato, infatti, dimostrato (FORTI & RABBI, 1981) che l'evoluzione di speleotemi carbonatici in grotte in gesso è controllata dalla presenza di un elevato tasso di anidride carbonica disciolta nelle acque di infiltrazione e, di conseguenza, dall'abbondanza di suolo e di vegetazione. In queste condizioni, la deposizione di calcite è un effetto, diretto e simultaneo,

della dissoluzione incongruente del gesso da parte di acque di infiltrazione (Fig. 1). Una peculiarità di queste concrezioni è di trovarsi esclusivamente molto vicino al punto di infiltrazione delle acque all'interno dei gessi, dato che il processo della dissoluzione incongruente agisce non appena la roccia gessosa inizia a dissolversi.

Nel caso del sistema carsico Rio Stella-Rio Basino, va notato che la frequenza e la dimensione di questo tipo di concrezionamento è sicuramente nettamente inferiore a quello osservato in altre grotte della stessa area. Il motivo della scarsità di formazioni calcitiche non dipende evidentemente da problemi di chimica delle acque di infiltrazione, che sono del tutto analoghe a quelle di altre grotte in gesso che hanno al loro interno copiosi speleotemi calcarei (FORTI *et al.*, 1985, 1989).

La spiegazione di questa scarsità va invece ricercata nel fatto che questo sistema carsico, in gran parte del suo sviluppo, presenta una estrema instabilità, con crolli e scivo-

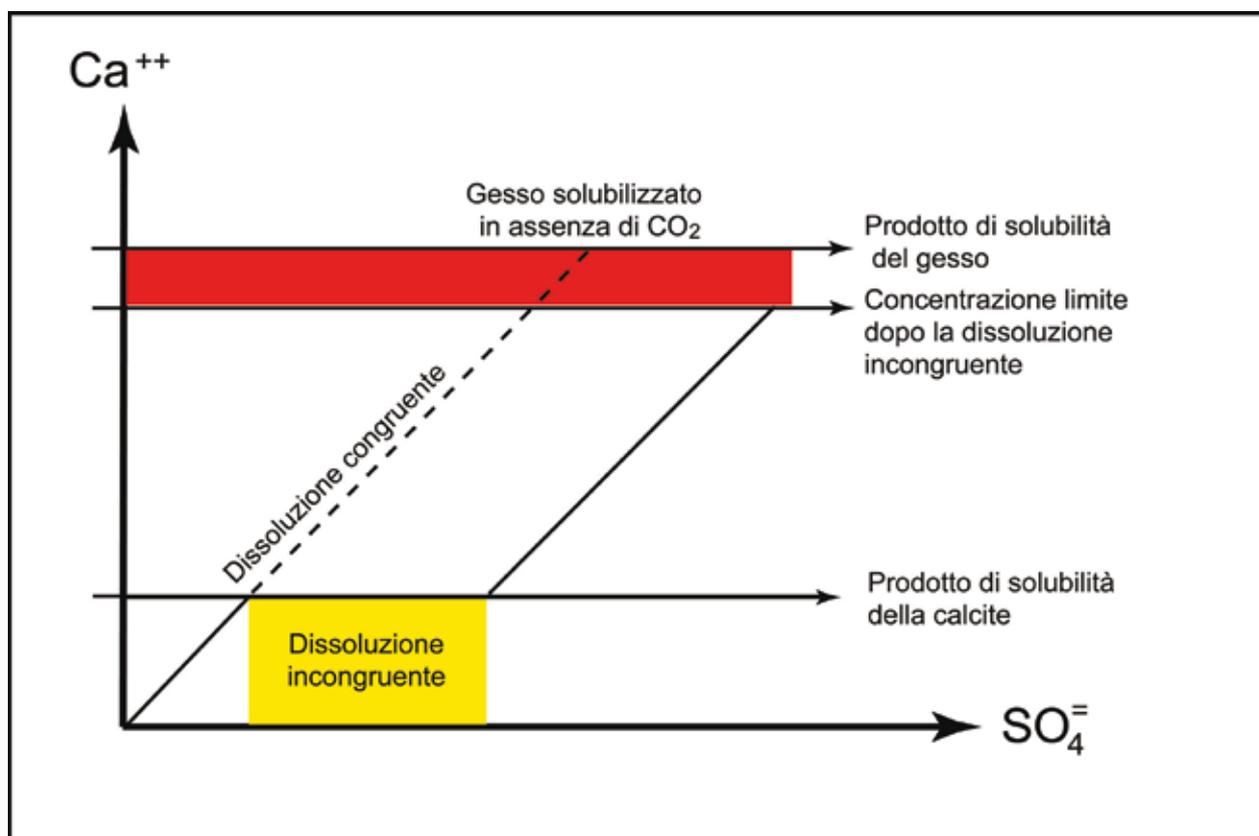


Fig. 1- Il fenomeno della dissoluzione incongruente, innescato dalla presenza di CO₂ nell'acqua di percolazione nei gessi, causa la deposizione di carbonato di calcio mentre si solubilizza il gesso (da DE WAELE *et al.*, 2010)



Fig. 2 - Crostoni calcitici parietali lungo il fiume sotterraneo.

lamenti continui, tali da impedire, in molti casi, la deposizione di calcite sulle pareti e sulle volte. Vi è poi anche un altro motivo che aumenta la difficoltà di sviluppo del concrezionamento sotterraneo: il regime del fiume sotterraneo, la cui idrodinamica varia moltissimo nell'arco dell'anno con periodi di torbida anche lunghi in cui l'erosione è estremamente accelerata.

Per questi motivi, lungo il corso del torrente, è possibile osservare su pareti di gesso lavorate dall'acqua alcuni crostoni di calcite (Fig. 2), che a volte sono stati anche parzialmente erosi.

Vi è però un punto della grotta dove si è sviluppato un concrezionamento parietale molto particolare (Fig. 3). Risalendo la "sala RSI 89" (caposaldo O04), interessata



Fig. 3 - Le "polpette": grande colata calcitica attualmente quasi fossile.



Fig. 4 - Un tratto di fiume concrezionato.

da imponenti crolli, si perviene ad una zona di minori dimensioni comunque caratterizzata da frane e da blocchi di gesso in equilibrio precario. Qui, alla base di una frattura tettonica che si perde verso l'alto, si possono ammirare alcune concrezioni calcaree "da splash" dalla morfologia davvero singolare. In questo punto la venuta d'acqua che le ha generate sembra essere cessata da tem-

po, mentre se si scende per alcuni metri si giunge ad una saletta di minori dimensioni dove invece lo stillicidio è ancora presente. La genesi e sviluppo di queste concrezioni è stata condizionata dalla presenza di una venuta d'acqua verticale assai copiosa, almeno in alcuni periodi dell'anno, tanto che oltre alla formazione di una colata, si sono sviluppate forme complesse in cui concor-



revano il gocciolamento diretto e l'effetto di splash. In questo modo la colata si è trasformata in una serie di tozzi rigonfiamenti sovrapposti (dovuti all'azione di splash e in parte a quella di flusso laminare), ciascuno caratterizzato da una sommità sub orizzontale (dovuta all'impatto diretto di un violento gocciolamento). L'impressione è che attualmente questa concrezione sia in una

fase di sviluppo senile: infatti la quantità d'acqua che la alimenta, anche nei periodi di disgelo o di alta piovosità, è scarsa e non sufficiente a giustificare la sua forma. Sempre a causa dell'idrodinamica del torrente, i crostoni stalagmitici, che caratterizzano molti dei fiumi sotterranei dell'Emilia-Romagna, sono qui se non del tutto assenti, molto meno sviluppati.

Questo tipo di concrezionamento è ancora dovuto alla dissoluzione incongruente, ma, a differenza degli altri, può svilupparsi anche molto lontano dal punto di ingresso delle acque nel massiccio gessoso. Ciò è possibile in quanto la reazione è mantenuta attiva da una continua formazione di CO₂ ad opera della progressiva ossidazione dei materiali organici (foglie, frustoli di legno, acidi umici e fulvici) fluitati all'interno del sistema carsico: nel caso del sistema Rio Stella-Rio Basino, poi, vi è anche il pesante inquinamento organico delle acque della valle cieca, che, teoricamente, rende più efficiente questo meccanismo.

In realtà, però, anche se lungo l'alveo del fiume sotterraneo in molti posti si vede che il meccanismo di formazione dei crostoni stalagmitici è sicuramente attivo (Fig. 4), in pratica le zone in cui sono ben visibili sono abbastanza piccole e rare. Questa è la conseguenza logica di quanto detto prima a proposito della forte erosione esercitata del torrente nei periodi di piena non solo sul-

le pareti gessose ma anche sul suo alveo, come indirettamente confermato dall'analisi statistica dei piccoli clasti presenti al suo interno, che si sono dimostrati essere, in larga maggioranza, formati da frammenti di concrezione carbonatica derivati evidentemente dallo smantellamento dei crostoni parietali e/o stalagmitici.

Comunque dal punto di vista delle concrezioni di carbonato di calcio, nel sistema Rio Stella-Rio Basino l'elemento di maggior interesse è ubicato in un'area di limitata superficie posta sulla destra idrografica di un piccolo corso d'acqua, lungo una condotta carsica di non grandi dimensioni. Una frattura, nella volta, dà luogo ad un diffuso stillicidio che ha generato un ambiente di rara bellezza.

Qui, tra l'altro, vi sono, piccole colate mammellonari di calcite rossa-arancio, al cui piede si trovano una serie di vaschette che ospitano una notevole quantità di pisoliti bianchissime (Fig. 5). La colorazione rosso-arancio intensa delle colate sovrastanti le vaschette è dovuta alla presenza di una



Fig. 5 – L'area con le vaschette con pisoliti: è evidente il contrasto cromatico tra la colata e le pisoliti.

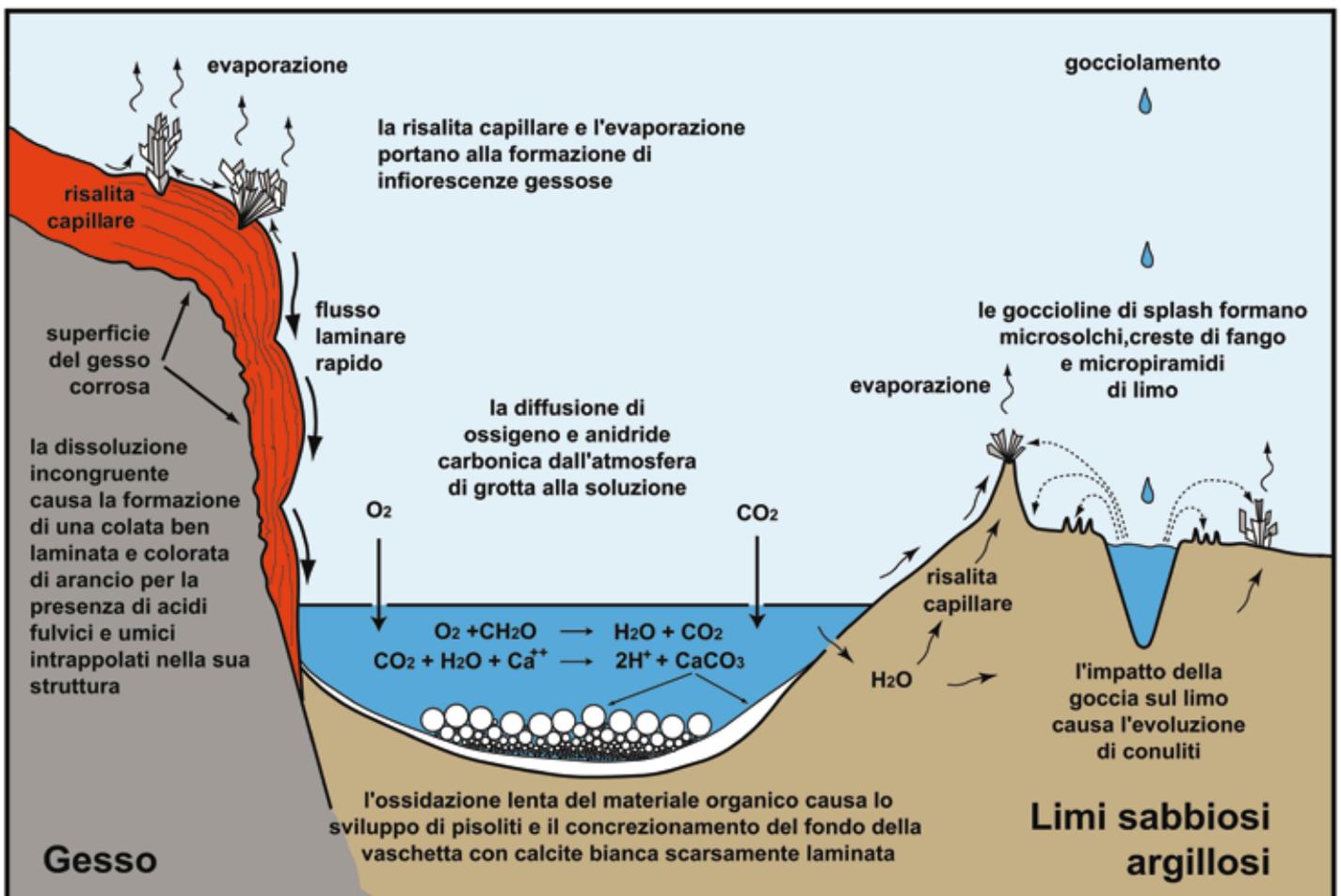


Fig. 6 - Schema genetico per le colate e le pisoliti di Fig. 5.

grande quantità di acidi fulvici e umici e non è certo una particolarità, dato che questa colorazione è quella che più comunemente si rinviene nelle concrezioni di calcite delle grotte in gesso. Questo perché dato che il meccanismo genetico è la dissoluzione incongruente, le acque che sono entrate da poco nella massa gessosa ovviamente sono ancora ricche di materiale organico trasportato in soluzione e/o in sospensione e quindi permettono che questi composti vengano intrappolati nella struttura delle concrezioni stesse.

Ma perché, dato che l'acqua di alimentazione è ovviamente la stessa, gli acidi umici e fulvici non vengono inglobati anche nelle pisoliti, che viceversa risultano praticamente formate da calcite purissima?

Il motivo per cui le colorazioni delle colate e delle pisoliti sono così differenti dipende dal fatto che, se è vero che l'acqua di alimentazione è la stessa, il meccanismo genetico è

invece diverso (Fig. 6): semplice sovrasaturazione per dissoluzione incongruente per le colate arancioni, mentre per le pisoliti è l'aumento della concentrazione di CO_2 nell'acqua a seguito della lenta ossidazione del materiale organico ancora presente o della diffusione di questo gas dall'atmosfera di grotta alla soluzione (FORTI, 2003).

La dissoluzione incongruente è un meccanismo che causa la precipitazione rapida del carbonato di calcio, che, quindi, facilmente ingloba nella sua struttura gli elementi cromatici (acidi umici e fulvici).

Al contrario gli altri due processi, per motivi legati da un lato alla lentezza delle reazioni di ossidazione in ambienti non turbolenti e dall'altro ai relativamente bassi tenori di CO_2 presenti nell'atmosfera di grotta, inducono una precipitazione lenta del carbonato di calcio che quindi tende a cristallizzare in elementi perfetti con conseguente quasi completa esclusione di inclusioni estranee.

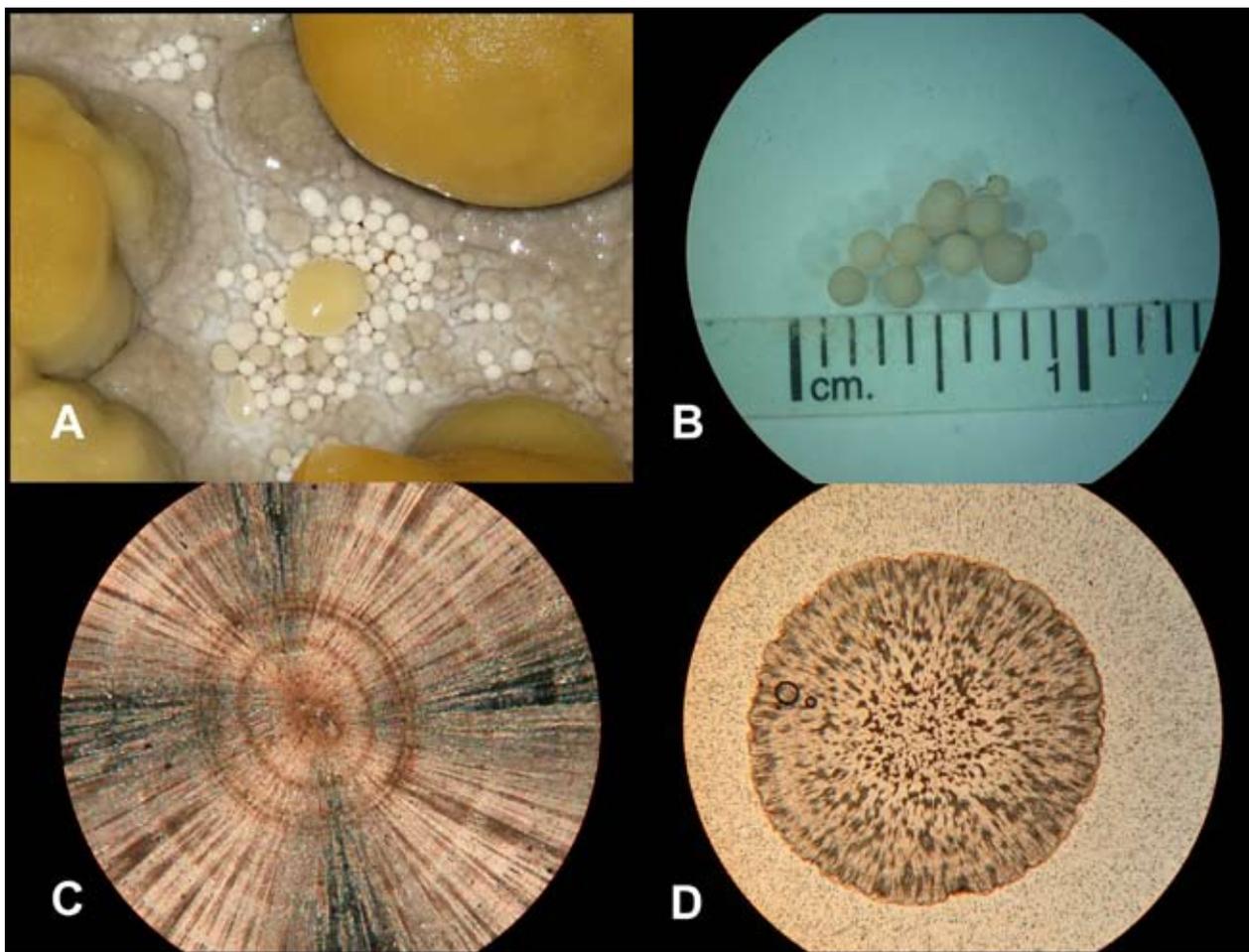


Fig 7- A: una vaschetta con numerose piccole pisoliti; B: foto al microscopio binoculare di alcune pisoliti; C: foto al microscopio da mineralogia di una sezione sottile di una pisolite in cui è evidente la scarsità di bande di accrescimento e la continuità dei cristalli di calcite lungo tutto il suo sviluppo; D: foto al microscopio da mineralogia di una sezione sottile di una pisolite in cui le bande di accrescimento sono del tutto assenti (foto B,C,D di A. Rossi, Università di Modena e Reggio Emilia).

L'analisi dimensionale e tessiturale (Fig. 7) delle pisoliti conferma in toto questa ipotesi. Nelle vaschette, infatti, a fianco di pisoliti di 5-10 mm di diametro massimo si trovano anche pisoliti con diametri dell'ordine di poche decine di micron (Fig. 7B). Questo fatto (FORTI, 1983), assieme presenza costante di nuclei di cristallizzazione addirittura più piccoli (pochi micron o assenti) (Fig. 7D) sono la prova certa che l'idrodinamica all'interno di queste vaschette è molto bassa, non riuscendo a mobilizzare e quindi asportare dalla vaschetta stessa pisoliti e/o eventuali nuclei di dimensioni minime. D'altro canto la presenza, solo in poche pisoliti, di scarsissime e poco accentuate bande di accrescimento (Fig. 7C) indica come il ciclo stagionale, responsabile della struttu-

ra laminata nella quasi totalità delle concrezioni naturali, in questo ambiente abbia una scarsa se non nulla rilevanza, confermando così che l'accrescimento delle pisoliti non è influenzato dalla quantità di anidride carbonica raccolta nel suolo dall'acqua di percolazione meteorica, ma deriva quasi totalmente dai due processi di ossidazione in loco di materiale organico e da diffusione dall'atmosfera di grotta.

I cristalli di gesso

A differenza di molte altre grotte dei gessi dell'Emilia-Romagna, il sistema carsico Rio Stella-Rio Basino non ospita al suo interno concrezioni di gesso: questo è probabilmente dovuto al fatto che tutta questa grotta è particolarmente instabile dal punto di vista



Fig. 8 - Piccole stalattiti di gesso ad andamento "elicoidale".

strutturale e la grande maggioranza delle superfici esposte è di crollo. Questa grande instabilità è probabilmente la causa dell'assenza di formazioni gessose. Va comunque detto che, in realtà, in alcuni rari posti particolarmente riparati, esistono alcune piccole stalattiti di gesso (Fig. 8)

Tra i pochi depositi di gesso rappresentati in questa cavità troviamo i grandi cristalli, spesso geminati a coda di rondine o a ferro di lancia, che danno luogo sia a depositi liberi che, più comunemente, a grandi druse parietali (Fig. 9)

I cristalli liberi di maggiori dimensioni (alcuni dei quali anche superiori ad un metro di lunghezza) sono stati osservati in diversi ambienti, caratterizzati da grandi superfici di distacco, in zone tettonicamente molto disturbate. Si possono rinvenire ammassi caotici di splendidi cristalli traslucidi nelle tante sale di crollo che caratterizzano le parti alte del complesso carsico. Questi cristalli si originano all'interno di grandi fratture tettoniche, riempite di limi argillosi (Fig. 10). Il loro sviluppo è controllato dal lento flusso capillare di acque, la cui evaporazione causa un grado di sovrassaturazione davvero molto basso così

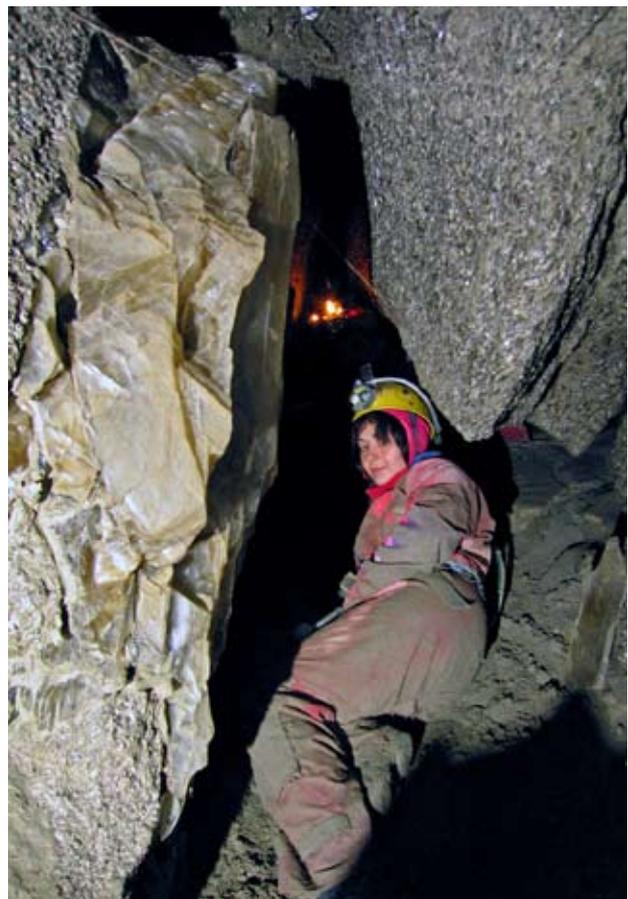


Fig. 9 - Particolare della grande frattura completamente riempita di macrocristalli di gesso di dimensioni metriche (foto Arch. RSI).

Fig. 10 - Un grande cristallo liberato e parzialmente eroso dal flusso idrico.



da favorire la genesi e lo sviluppo di pochi, ma grandi, individui cristallini (DE WAELE *et al.*, 2010).

In zone tettonicamente attive è abbastanza comune osservare la sericolite (Fig. 11): si tratta di aggregati cristallini di gesso fibroso con cristalli aciculari molto allungati, che si sviluppano all'interno di fratture in movimento. L'asse di allungamento della sericolite è sempre parallelo al movimento relativo dei due lembi della frattura al cui interno si va sviluppando la sericolite a seguito di fenomeni di dissoluzione delle pareti gessose ad opera delle acque di percolazione e di rideposizione del gesso per evaporazione.

Ma sono le infiorescenze gessose, pur non potendosi certo dire ben rappresentate in questa grotta, che costituiscono l'emergenza più importante del sistema carsico Rio Stella-Rio Basino, dando luogo, nella stessa area sopra descritta e che ospita anche le vaschette con pisoliti, ad un insieme che, a tutt'oggi, è di gran lunga il più bello di tutti i gessi regionali (Fig. 12).



Fig. 11- Sericolite formatasi all'interno di una frattura attiva.

Fig. 12 - Le infiorescenze gessose dell'area di Fig. 5: in alcuni casi i cristalli di gesso sono allungati verso l'alto a seguito delle forti correnti d'aria ascensionali.





Fig. 13 - Spesso le infiorescenze gessose crescono direttamente su concrezioni di carbonato di calcio.

Esse debbono la loro formazione all'evaporazione di sottili pellicole d'acqua che lentamente risalgono per capillarità le asperità delle pareti o del pavimento della grotta. In genere la loro evoluzione è sufficientemente rapida e la genesi è assolutamente identica a quella che dà origine ai coralloidi di calcite e/o aragonite nelle grotte calcaree. L'unica caratteristica che distingue le infiorescenze gessose da quelle calcaree, data la loro elevata sensibilità alle correnti d'aria, è che spesso presentano cristalli allungati nella direzione del vento.

Un tipo di infiorescenza singolare è costituito da cristalli di gesso che crescono al di sopra di concrezioni attive di carbonato di calcio (Fig. 13). La contemporanea evoluzione di due minerali, con prodotti di solubilità così differenti ad opera della medesima acqua, si spiega con il loro differente meccanismo genetico: diffusione della CO_2 e dissoluzione incongruente per la calcite, evaporazione per il gesso.

Gli altri minerali secondari

Se il sistema carsico Rio Stella-Rio Basino è povero di speleotemi di calcite e gesso, al suo interno sono praticamente assenti altri minerali di grotta.

In realtà la presenza di una notevole colonia di pipistrelli e la conseguente produzione di guano dovrebbe aver garantito lo sviluppo di almeno alcuni composti strettamente correlati al guano medesimo: in realtà però i depositi di guano di questo sistema non sono molto potenti sia per frequenti fenomeni graviclastici, che non permettono di mantenere un "pavimento" costantemente esposto alle deiezioni di questi animali, sia anche e soprattutto per il continuo processo di erosione esercitato durante le piene del fiume sotterraneo. In ogni caso nessuna ricerca specifica è stata effettuata in questo campo, almeno sino ad oggi.

Allo stato attuale si conoscono solo altri due minerali secondari: il ghiaccio e la dolomite.



Fig. 14 - Grandi colate di ghiaccio.

Il primo dà luogo a grandi speleotemi effimeri (Fig. 14) che si sviluppano esclusivamente nelle prime sale del Rio Stella e del Rio Basino durante brevi periodi centrali degli inverni più freddi.

Il loro sviluppo è dovuto alla particolare conformazione di ambedue questi ingressi al sistema: grazie infatti al loro andamen-

to discendente e alle numerose strettoie si creano delle classiche “trappole per il freddo”, dove le temperature possono arrivare anche a vari gradi sotto lo zero e quindi permettere il congelamento dell’acqua di stillicidio. Il secondo minerale secondario di questo sistema carsico, la dolomite, era stata sino ad oggi segnalata esclusivamen-



Fig. 15 - Le polveri che si formano sul gesso vivo nel primo tratto del Rio Basino.

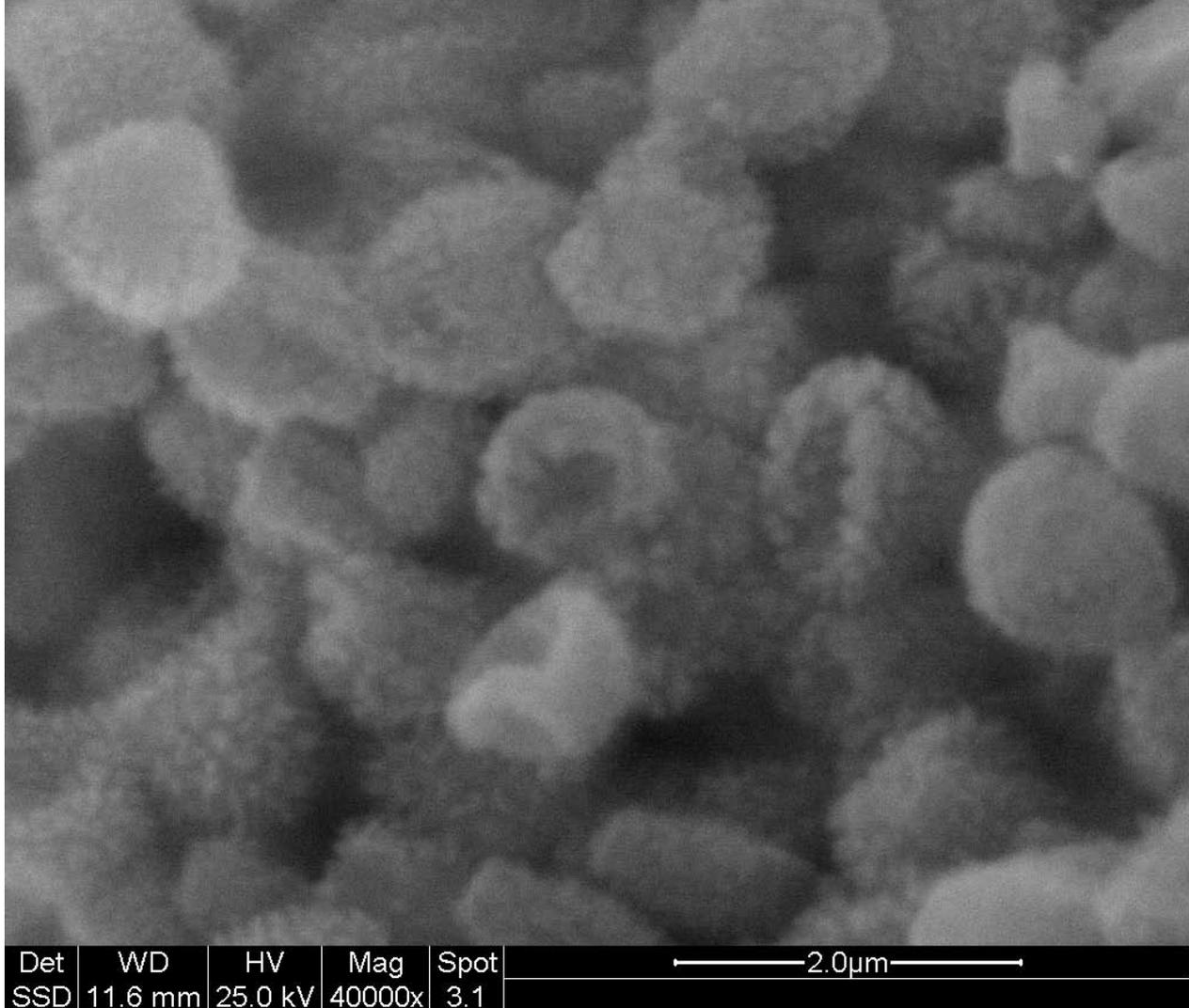


Fig. 16 - Immagine al microscopio elettronico dei microorganismi che "colonizzano" le polveri bianche di Fig. 15 (foto Laboratorio Grandi strumenti, Università di Modena e Reggio Emilia).

te all'interno del sistema carsico della Spi-pola, nei gessi bolognesi (FORTI *et al.*, 2004) ove era stata identificata all'interno di un moonmilk sul soffitto del salone Giordani. Nel Rio Basino è stata rilevata in traccia all'interno di piccoli depositi pulverulenti che si sviluppano lungo il corso del torrente a poche decine di metri dall'ingresso (Fig. 15). Lo studio di questi depositi al microscopio elettronico a scansione ha permesso di evidenziare come essi siano costituiti essenzialmente da biomasse (Fig. 16). Quindi la genesi della dolomite è da ritenersi assolutamente controllata da questi microorganismi che, con le loro attività vitali forniscono anche la CO₂ necessaria per la deposizione della dolomite. Lo ione calcio è praticamente ubiquitario in questa grotta dato che si sviluppa in roccia gessosa, mentre il Mg deriva dalla degradazione degli interstrati marnoso argillosi intercalati ai gessi.

Le forme in fango

La presenza nel sistema carsico Rio Stella-Rio Basino di grandi depositi di sabbia e limo ha fatto sì che si potessero sviluppare varie "forme in fango" (BINI *et al.*, 1991), che ovviamente non possono essere considerate in senso stretto concrezioni, ma dato che spesso sono molto simili a queste ultimi è consuetudine considerarle assieme (HILL & FORTI, 1997).

Le "forme di fango" si sviluppano per azione dell'acqua che gocciola o fluisce sopra dei depositi limosi-sabbiosi.

Allo stato attuale delle conoscenze all'interno del sistema Rio Stella-Rio Basino, sono state osservate solo alcune di queste forme che vengono qui di seguito brevemente descritte.

Plastici di fango

Sono associazioni di solchi, creste e piramidi, rettilinei o dendritici che somigliano ab-

bastanza ai “karren” su roccia viva. Queste forme sono caratteristiche dei depositi di argilla e limo che sono sottoposti a cicli di allagamento ed emersione a causa dell’oscillazione del livello dell’acqua.

Vi sono diversi metodi di evoluzione di queste forme, comunque, date le caratteristiche di scarsa coesione dei sedimenti presenti, nel Rio Stella-Rio Basino sono sviluppati esclusivamente i plastici di erosione (Fig. 17). Questi infatti si evolvono quando, dopo la piena, il reflusso avviene su sedimenti poco coerenti e quindi si ha facilmente erosione lungo linee preferenziali, che corrispondono al reflusso stesso delle acque. In questo modo si sviluppano solchi di 1-2 centimetri di larghezza ed altrettanto di profondità che possono essere rettilinei o dendritici in funzione dell’acclività e delle caratteristiche granulometriche del sedimento (minore l’acclività e minore l’omogeneità granulometrica e più facile è l’evoluzione di plastici dendritici).

Conuliti di fango

Nei luoghi dove vi è un gocciolamento attivo sopra un deposito argilloso-limoso, l’impatto della goccia erode la parte superficiale del deposito stesso dando luogo ad una depressione imbutiforme molto allungata (Fig. 18), che può raggiungere anche dieci centimetri di profondità e il cui diametro superiore dipende strettamente dalla eventuale variabilità di punto di impatto della goccia (variazioni stagionali di correnti d’aria) e/o presenza di più di uno stillicidio. Spesso le conuliti si trovano parzialmente riempite di acqua, la cui evaporazione può causare la formazione di croste più o meno spesse di concrezione calcarea che, per fenomeni di capillarità, può arrivare anche a coprire tutte le pareti della conulite e, nel caso la superficie del sedimento argilloso sia sub-pianeggiante, dare luogo anche ad un pavimento concrezionato da un sottile velo di concrezione calcarea.



Fig. 17 - *Plastici di fango lungo il corso del rio sotterraneo (foto arch. RSI).*



Fig. 18 - Una conulite lungo il corso del torrente sotterraneo.



Fig. 19 - Micropiramide di fango con il cappello formato da una rosetta di gesso.

Denti e micropiramidi di fango

Queste micro forme, la cui dimensione raramente supera il centimetro, si sviluppano esclusivamente dove i depositi limosi sono in maggioranza a granulometria molto fine (prevalenza di argilla).

La loro genesi è strettamente correlata a fenomeni di “splash”, frantumazione di gocce al suolo con formazione di molte goccioline più piccole che vanno quindi ad impattare il sedimento in luoghi differenti.

Se il sedimento è completamente fatto di argilla allora l'erosione causata dall'impatto delle microgocce causa lo sviluppo di un elevato numero di piccoli (qualche millimetro) rilievi molto affilati, che sono in genere disposti parallelamente alla direzione da cui provengono le micro gocce.

Se il sedimento contiene anche granuli di sabbia, meglio se grossolana, una volta che l'erosione li ha portati in superficie questi “proteggono” dall'erosione la frazione fine sottostante e quindi il procedere del processo crea delle micro-piramidi di fango.

Un caso particolare, e molto bello dal punto di vista estetico, di micro-piramidi è rappresentato da quelle il cui “cappello protettivo” è costituito da un cristallo o una rosetta di cristalli di gesso (Fig. 19). La zona, dove queste forme si sono sviluppate, è la stessa che ospita le pisoliti e le infiorescenze gessose ed è caratterizzata dalla presenza di una forte corrente d'aria, mentre lo stillicidio è presente solo nei periodi più piovosi e/o quando avviene lo scioglimento della neve.

Pertanto nei periodi di siccità l'acqua che ha imbevuto i sedimenti ha il tempo di migrare per capillarità sulla cima dei denti e qui evaporare, depositando il suo carico di gesso in soluzione. Il processo è molto lento e permette quindi lo sviluppo di cristalli perfetti, singoli o, più spesso aggregati a rosetta.

Conclusioni

Il sistema carsico Rio Stella-Rio Basino è caratterizzato da condizioni tettonico strutturali e idrodinamiche, che non favoriscono certo la formazione e lo sviluppo di concrezioni e mineralizzazioni secondarie.

Ciononostante l'analisi di dettaglio effet-

tuata durante la campagna di esplorazione, documentazione e ricerca coordinata dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna ha permesso di evidenziare come, a fianco di speleotemi comuni, all'interno di questa cavità esistono anche alcune peculiarità che la rendono una delle più interessanti grotte regionali dal punto di vista anche dei depositi chimici ospitati.

Bibliografia

- BINI A., CAPPÀ G., PELLEGRINI A., (1991), *Osservazioni su alcuni “plastici” di argillosi-limosi presenti in alcune grotte comasche*. Atti 12° Congresso speleologico Lombardo, pp. 87-95.
- DE WAELE J., FORTI P., ROSSI A., (2010), *Il Carsismo nelle Evaporiti dell'Emilia-Romagna*, Regione Emilia-Romagna, Volume sui Geositi Carsici, in stampa.
- FORTI P., (1983), *L'evoluzione delle pisoliti* Grotte d'It. s.4, 11, pp. 487-495.
- FORTI P., (1997), *Speleothems and cave minerals in gypsum caves*. Int. J. of Speleol. 25(3-4), pp. 91-104.
- FORTI P., (2000), *I depositi chimici delle grotte*, Erga Edizioni, Genova, 36 pp.
- FORTI P., (2003), *Un caso evidente di controllo climatico sugli speleotemi: Il moonmilk del Salone Giordani e i “cave raft” del Salone del Fango nella grotta della Spipola (Gessi Bolognesi)*. Atti 19° Congresso Nazionale di Speleologia, Bologna, pp. 115-126.
- FORTI P., RABBI E., (1981), *The role of CO₂ in gypsum speleogenesis: I° contribution* Int. J. of Speleol., 11, pp. 207-218.
- FORTI P., CASALI R., GNANI S., (1983), *I cristalli di gesso del Bolognese*. Ed. Calderini, Bologna, 82 pp.
- 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, 60 pp.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E., GRIFFONI A., (1989), *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna: il complesso Rio Stella-Rio Basi-*

no (Riolo Terme, Italia) Atti XV Congr. Naz. Spel., Castellana, Settembre 1987, pp.349-368.

HILL C., FORTI P., (1997), *Cave minerals of the World*, Nat. Spel. Soc., Huntsville, 464 pp.