

Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"	Vol. 32	pp. 43-53	Trieste 1995
---	---------	-----------	--------------

PAOLO FORTI (*) & MAURO CHIESI (**)

A PROPOSITO DI UNA PARTICOLARE FORMA DI CALCITE FLOTTANTE OSSERVATA NELLA GROTTA GRAVE GRUBBO - CB 258 (VERZINO, CALABRIA) (°)

RIASSUNTO

Nel corso di una ricerca multidisciplinare nell'area dei Gessi di Verzino (Calabria) all'interno delle Grave Grubbo veniva osservata una strana concrezione flottante sopra una pozza d'acqua.

Le analisi dimostravano trattarsi di un particolare tipo di calcite flottante, che per la sua forma veniva battezzato "gusci di calcite".

Nel presente lavoro viene descritto e discusso il meccansimo genetico per questo nuovo speleotema, che, una volta di più, dimostra la peculiarità degli ambienti gessosi.

SUMMARY

The Italian Institute of Speleology organised a multidisciplinary research in the gypsum area of Verzino (Calabria, Italy), where inside the Grave Grubbo cave a strange calcite floating speleothem, similar to a group of half-bubbles, was found.

In the present paper the genetic mechanism for this new type of speleothem is discussed.

This finding confirms the peculiarity of the gypsum karst environment for the development of strange and unusual chemical deposits.

Introduzione

La ricerca speleologica in Calabria ha, solo recentemente, scoperto le enormi potenzialità esplorative nonché naturalistiche delle vaste aree gessose del messiniano che, nel caso dell'Alto Crotonese, assumono spessori di circa 100 metri con giaciture pressoché indisturbate.

Nel territorio comunale di Verzino-Caccuri-Castelsilano e Cerenzia a partire dal 1988 sono state esplorate oltre trenta cavità (LAROCCA, 1991; GRUPPO SPELEOLOGICO SPARVIERE, 1994), più o meno sviluppate, la gran parte delle quali prende origine dal fondo di una delle numerose e profonde doline esistenti in quel territorio. Nel caso della grotta in esame, viceversa, l'accesso al sistema sotterraneo è costituito da una enorme dolina di crollo di forma allungata (110x45 m) e di circa 30 metri di profondità.

(*) Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40127 Bologna

(**) Società Speleologica Italiana, Via Zamboni 67, 40127 Bologna

(°) Lavoro effettuato con il contributo MURST 40% e 60% e CNR

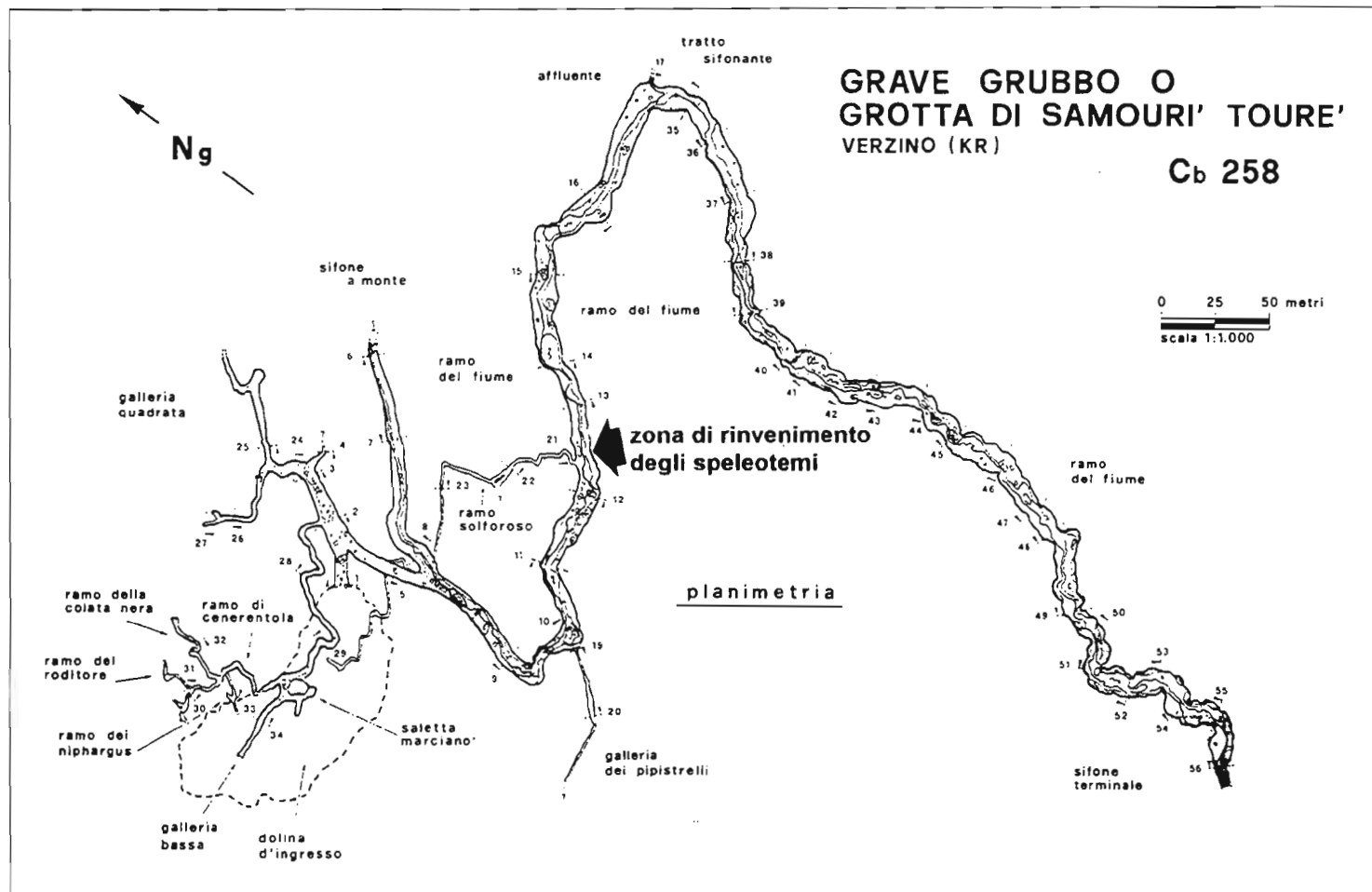


Fig. 1- Rilievo planimetrico della grotta con indicazione della zona di rinvenimento dei "gusci" di calcite flottante (da Gruppo Speleologico Sparviere 1994, modificato).

La dolina di crollo intercetta una grande cavità sub-orizzontale, il cui sviluppo è decisamente influenzato sia dalla giacitura degli strati gessosi (leggermente inclinata), sia da semplici lineamenti di fratturazione della massa evaporitica (fig. 1).

La grotta ha uno sviluppo spaziale di 1955 metri ed è originata da un corso d'acqua perenne che, stante la notevole portata, fa pensare alle grotte in gesso originate da perdite o catture di acque superficiali, quali le "anse ipogee" delle evaporiti triassiche dell'alta Val di Secchia.

Il sistema idrologico principale, intercettato dalla Grave Grubbio solamente nel suo tratto medio-terminale, è sicuramente ben più sviluppato, rispetto al tratto fino ad ora esplorato. Se la risorgente è nota (la splendida Risorgenza di Vallone Cufalo - Cb 257, con uno sviluppo di 575 m) ma non ancora "fisicamente" collegata alla grotta a monte a causa di tratti sifonanti, enormi potenzialità esplorative riserva la parte a monte di Grave Grubbio: l'impressionante sequenza di profonde doline faticosamente evitate dalla strada che dalla località Vigne di Verzino scende verso Vallone Cufalo e il Fiume Lese, dovrebbe indurre in un prossimo futuro a ricerche speleologiche sistematiche ed approfondite (CALANDRI, 1993).

Il torrente sotterraneo che scorre nella cavità è dotato di notevole energia ed è periodicamente soggetto ad ingenti piene, come dimostrano le dimensioni dei clasti alluvionali (marne), la dimensione di alcune marmitte e i recenti depositi di materiali organici fluitati, posti a notevole altezza dal suolo.

Marmitte inverse, cupole di condensazione, pendenti, canali di volta, mensole, sono forme caratteristiche e diffuse delle ampie gallerie che conferiscono alla grotta, unitamente alla particolare struttura delle bancate gessose (gessi laminati di colore chiaro intercalati da straterelli di argille gessose o di gesso selenitico secondario), una particolare bellezza scenografica (fig. 2).

Da segnalare pure alcune consistenti venute di acqua solfurea provenienti da piccoli affluenti laterali del sistema.

Vista la notevole energia di tutto il sistema pochissimi sono i depositi chimici secondari di questa grotta, che si limitano a piccole colate e crostoni calcarei, spesso relitti, in aree particolarmente protette dal flusso diretto del torrente sotterraneo.

Durante una visita condotta nel luglio 1994 veniva, però, notata una strana calcite flottante (fig. 3), che si decideva di prelevare per studiarne la composizione e la struttura al fine di definirne il meccanismo genetico.

Il presente lavoro riporta appunto i risultati di tale studio, che ha evidenziato, ancora una volta, come l'ambiente ipogeo gessoso possa fornire condizioni assolutamente peculiari che permettono lo sviluppo di concrezioni differenti da quelle esistenti in ambiente carbonatico.

I "gusci galleggianti"

Subito a valle della confluenza del ramo solfureo (fig. 1), in una pozza di acqua quasi ferma, relitto di una precedente piena e al momento delle osservazioni separata dal flusso del fiume sotterraneo in magra, è stata notata una curiosa concrezione galleggiante di colore giallo marroncino chiaro, formata da una serie di piccole "vaschette" emisferiche, ovoidali o ellittiche saldate tra loro per i bordi, che fuoriuscivano dall'acqua di pochi millimetri (fig. 3): per la loro forma sembravano essere niente altro che il "calco" della metà inferiore di un aggregato di bolle di sapone posate sull'acqua.

La dimensione di questi gusci variava da 0.3 a 2.5-3 centimetri per l'asse di maggior allungamento: quelle più piccole tendevano a mantenere la forma emisferica, mentre

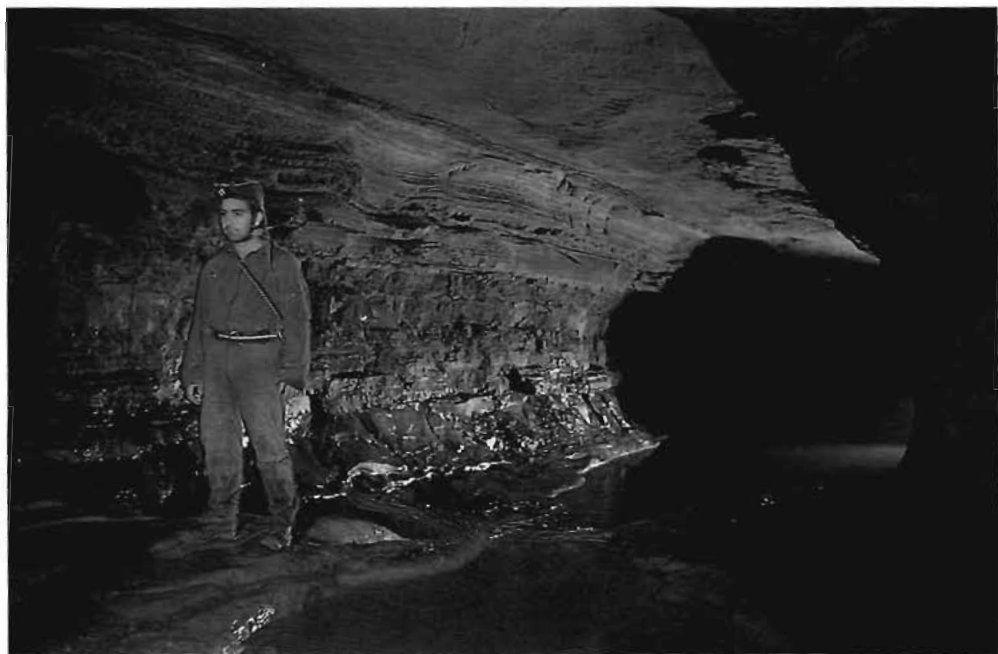


Fig. 2 - L'ampia galleria principale (foto Chiesi).



Fig. 3 - I "gusci" di calcite flottante di Grave Grubbo (foto Chiesi).

mano a mano che diventavano più grandi la struttura della loro parte centrale tendeva a divenire piatta, mentre la loro circonferenza si modificava sempre più a causa della compenetrazione di una bolla nell'altra (impedimento sterico).

La concrezione era molto fragile (il suo spessore non superava il mezzo millimetro) e a prima vista sembrava possedere una struttura molto simile a quella della calcite flottante.

Come già accennato nell'introduzione, una piccola porzione di questo inusuale speleotema è stato campionato al fine di studiarne la composizione chimica innanzitutto e la struttura cristallina poi, per cercare di definirne il meccanismo genetico.

La diffrattometria a raggi x ha evidenziato come la concrezione fosse costituita praticamente da calcite pura. Tale risultato è stato poi confermato dall'analisi chimica che ha anche permesso di mostrare l'esistenza di una piccolissima quantità di materiale organico (< 3%).

Le osservazioni condotte al microscopio elettronico hanno permesso di appurare che, morfologicamente, la superficie superiore e quella inferiore dello speleotema erano assai differenti.

Nella parte interna superiore, molto più liscia e piatta, erano presenti cariatore e forme a tramoggia (fig. 4), mentre quella esterna, inferiore, che poggiava direttamente sulla superficie della pozza d'acqua, era costituita da una drusa continua di cristalli scalenoedrici di calcite che formavano spesso anche alcuni "micromammelloni" (fig. 5): su di essi mancavano assolutamente le forme di cariatore presenti nell'altra parte della concrezione. Nella parte esterna, poi, ad ingrandimento maggiore era possibile osservare frequenti strutture filamentose, amorfe, di chiara origine organica (fig. 6), materiali che non è stato possibile individuare in nessuna porzione della superficie interna.

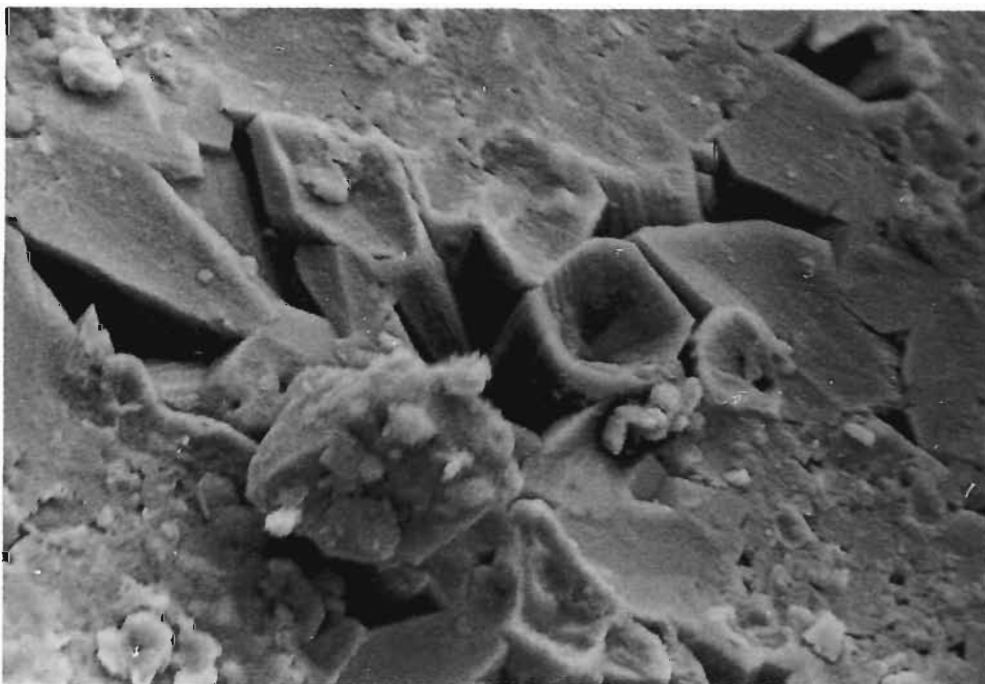


Fig. 4 - Foto al microscopio elettronico a scansione della superficie interna (superiore) dei "gusci" con evidenza delle cariatore e delle strutture a tramoggia (foto Ferrieri).

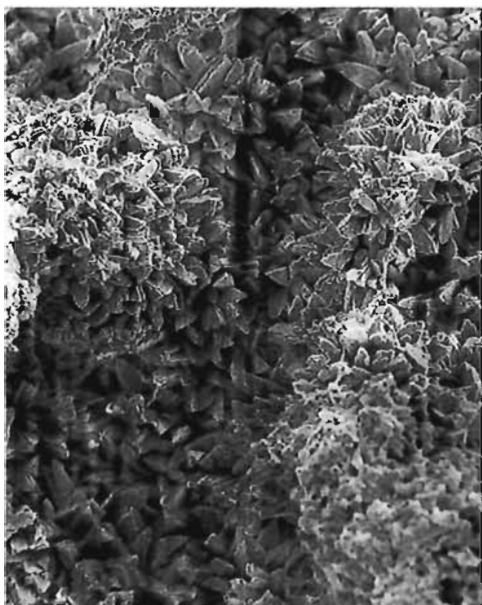


Fig. 5 - Foto al microscopio elettronico a scansione della superficie esterna (inferiore) dei "gusci" caratterizzata dalla presenza di cristalli scalenoedrici di calcite che formano strutture mammellonari (foto Ferrieri).

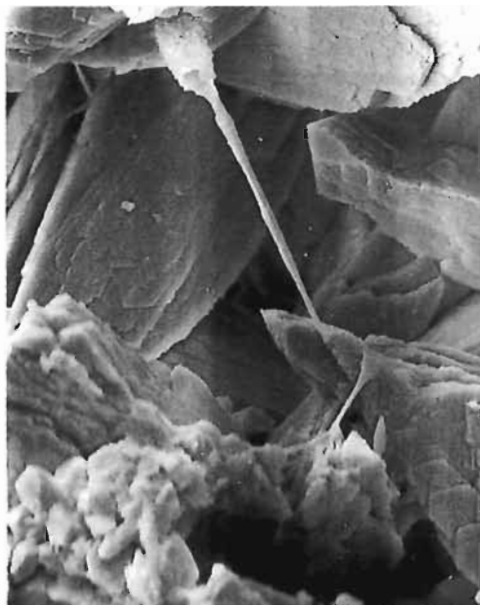


Fig. 6 - Foto al microscopio elettronico a scansione di una porzione della superficie esterna (inferiore) dei "gusci" ove sono presenti filamenti di origine organica (foto Ferrieri).

Discussione

È evidente che il meccanismo che ha portato alla genesi di questi "gusci galleggianti" è molto difficile da realizzarsi, altrimenti non si spiegherebbe il fatto che sino ad ora in nessuna grotta al mondo erano stati notati simili speleotemi.

Per cercare di definire questo meccanismo sarà bene considerare tutti gli elementi caratterizzanti il luogo di rinvenimento.

Innanzitutto si tratta di una grotta in gesso in cui, per altro, le concrezioni di carbonato di calcio sono abbastanza rare, e quelle che si generano normalmente da evaporazione, quali la calcite flottante appunto, mancano del tutto.

Pochi metri a monte del luogo di rinvenimento, poi, vi è la confluenza di un piccolo ramo in cui scorre una vena d'acqua solfurea con conseguente ampio sviluppo di solfobatteri e quindi di materiale organico in sospensione nell'acqua.

Presso le cascatelle e le rapide del fiume che scorre all'interno del ramo principale della grotta sono poi stati notati a valle della confluenza solfurea alcuni accumuli di schiuma, chiaramente riferibili ai processi ossidativi dell'abbondante materiale organico trasportato in sospensione dalle acque.

Sulla base di queste osservazioni e considerando anche le caratteristiche morfologiche e strutturali delle semibolle è possibile delineare gli stadi che ne hanno causato la genesi e lo sviluppo sino all'evoluzione da noi osservata.

Il primo elemento indispensabile per la formazione di questo speleotema è l'esistenza

di emulsioni a vita medio-lunga: le condizioni perchè si creino schiume nella grotta esistono (presenza di molto materiale organico in via di ossidazione), come ampiamente dimostrato dalle bolle da noi viste sotto molte delle cascate.

È evidente però che il tempo di vita medio di queste bolle è assai basso nelle condizioni normali di idrodinamica del fiume sotterraneo: ma, come abbiamo detto precedentemente, il punto di rinvenimento è stato una pozza d'acqua stagnante, residuo di una piena passata: nelle condizioni di acqua stagnante, senza sollecitazioni idrodinamiche, le schiume eventualmente intrappolate dentro la vasca hanno avuto le condizioni ideali per sopravvivere a lungo.

Una volta appurato che il materiale su cui il "calco" poteva svilupparsi effettivamente era disponibile, rimane ancora da definire come e perchè si è depositata la calcite solo nella parte inferiore e come mai esistano differenze morfologiche tra la superficie superiore (interna) e quella inferiore esterna delle semibolle.

In bibliografia esistono varie notizie di bolle di calcite e di aragonite osservate in alcune grotte del mondo (HILL & FORTI, 1986): ma tutti i casi descritti attribuiscono la sovrassaturazione e quindi la precipitazione della calcite a una diffusione rapida di CO_2 attraverso la parete della bolla. Dato che la diffusione e quindi la sovrassaturazione sarebbe massima sulla sommità della stessa, la deposizione di carbonato di calcio risulterebbe non simmetrica (massima alla sommità) con conseguente rotazione della bolla di calcite che così si ispessirebbe da tutti i lati.

Nel caso delle Grave Grubbo questo meccanismo non può essere assolutamente attivo: infatti ci troviamo di fronte ad acqua stagnante satura in gesso ma sicuramente molto povera in anidride carbonica, come dimostra la quasi assoluta mancanza di concrezioni calcaree in tutta la cavità: la genesi dei gusci di calcite deve esser quindi assai differente e complessa come mostrato nelle figure 7 e 8.

Innanzitutto bisogna tener presente che in tutta l'acqua della vasca, ma soprattutto sulle pareti delle bolle è sicuramente attivo il processo di ossidazione, da parte dell'ossigeno dell'atmosfera della abbondante materia organica trasportata dal vicino affluente solfureo: tali reazioni portano alla produzione di grandi quantità di anidride carbonica anche se questo processo è diluito in un lungo arco di tempo.

All'interno delle pareti delle bolle, dunque, ci dobbiamo aspettare una certa concentrazione di CO_2 anche se mai molto elevata, stante la rapida diffusione a cui è sottoposta verso l'atmosfera della grotta: ma il fatto che ci si trovi in un ambiente gessoso, con l'acqua satura di solfato di calcio, è l'elemento che permette, per doppio scambio, la precipitazione del carbonato di calcio anche in presenza di pochi ioni CO_3^- (fig. 7).

La precipitazione conseguentemente sarà lenta e diffusa su tutta la parete scoperta della bolla e porterà alla formazione di molti e piccoli microcristalli di calcite che, per tensione superficiale e gravità, tenderanno a scendere nelle parti più basse della bolla.

Il processo può procedere indefinitamente, dato che continuamente, per diffusione, dall'acqua sottostante gli ioni calcio, sottratti per precipitazione, verranno reintegrati.

In questo modo si potrà ottenere anche un notevole accumulo di carbonato di calcio alla base delle bolle, ove i singoli cristallini si salderanno l'un l'altro a seguito dei processi di precipitazione qui attivi, anche se in minor misura rispetto alle pareti esterne delle bolle (fig. 8).

Dato che più bolle possono essere in contatto tra loro, i singoli "gusci di calcite", con il procedere dei processi di sedimentazione e cementazione, si salderanno l'un l'altro "fossilizzando" così la forma delle bolle, con le più grandi deformate dall'impedimento sterico e con il fondo appiattito dalla tensione superficiale.

Il meccanismo genetico proposto, basato sulla ossidazione del materiale organico in sospensione e conseguente precipitazione di carbonato di calcio dalla reazione dell'ani-

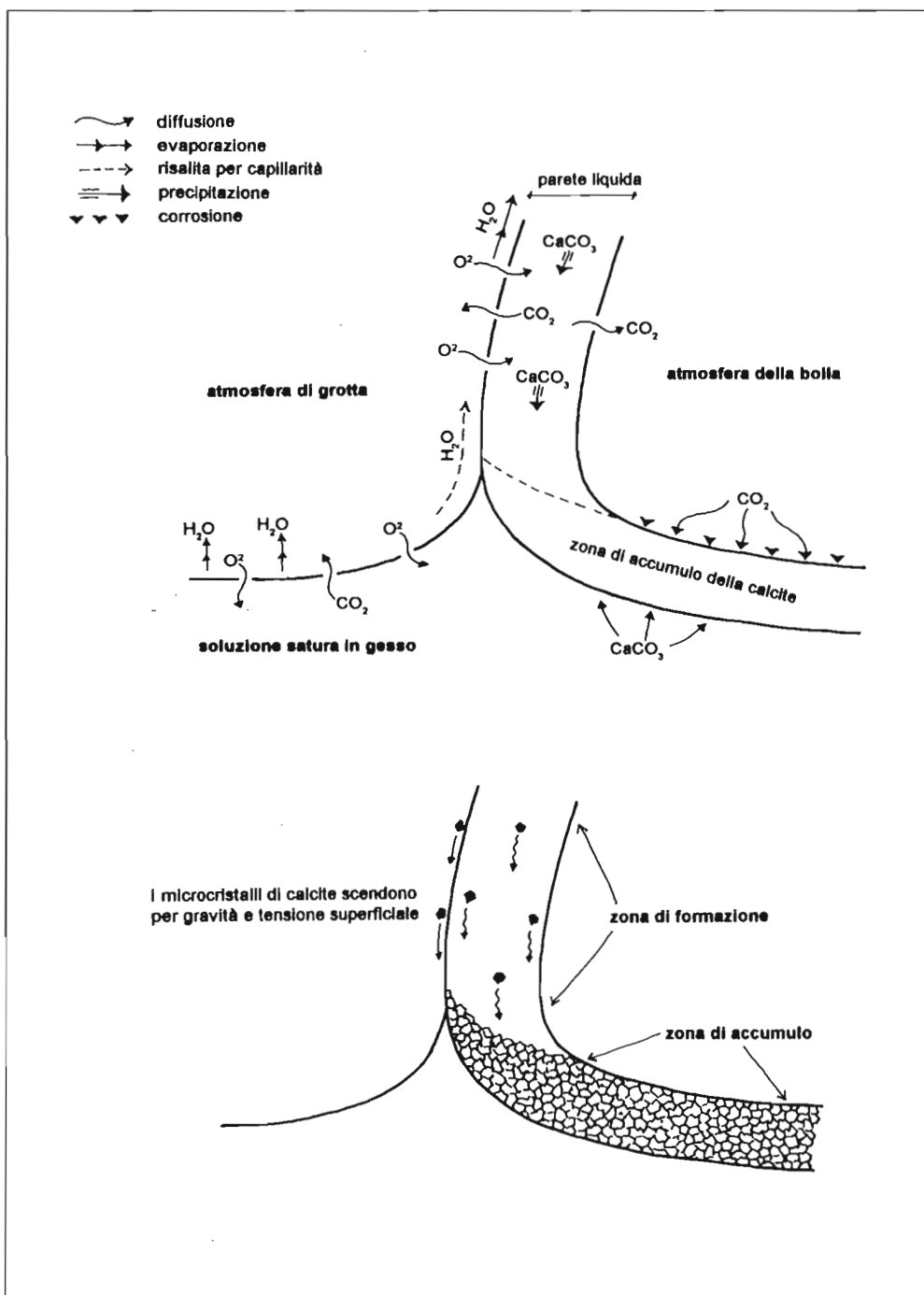


Fig. 7 - Schema genetico ed evolutivo per i gusci di calcite flottante: in alto l'insieme dei meccanismi chimico-fisici attivi a livello dell'acqua e delle superfici dei gusci; in basso l'accumulo gravitativo dei microcristalli di calcite che genera la struttura dei gusci (disegno Sassi)

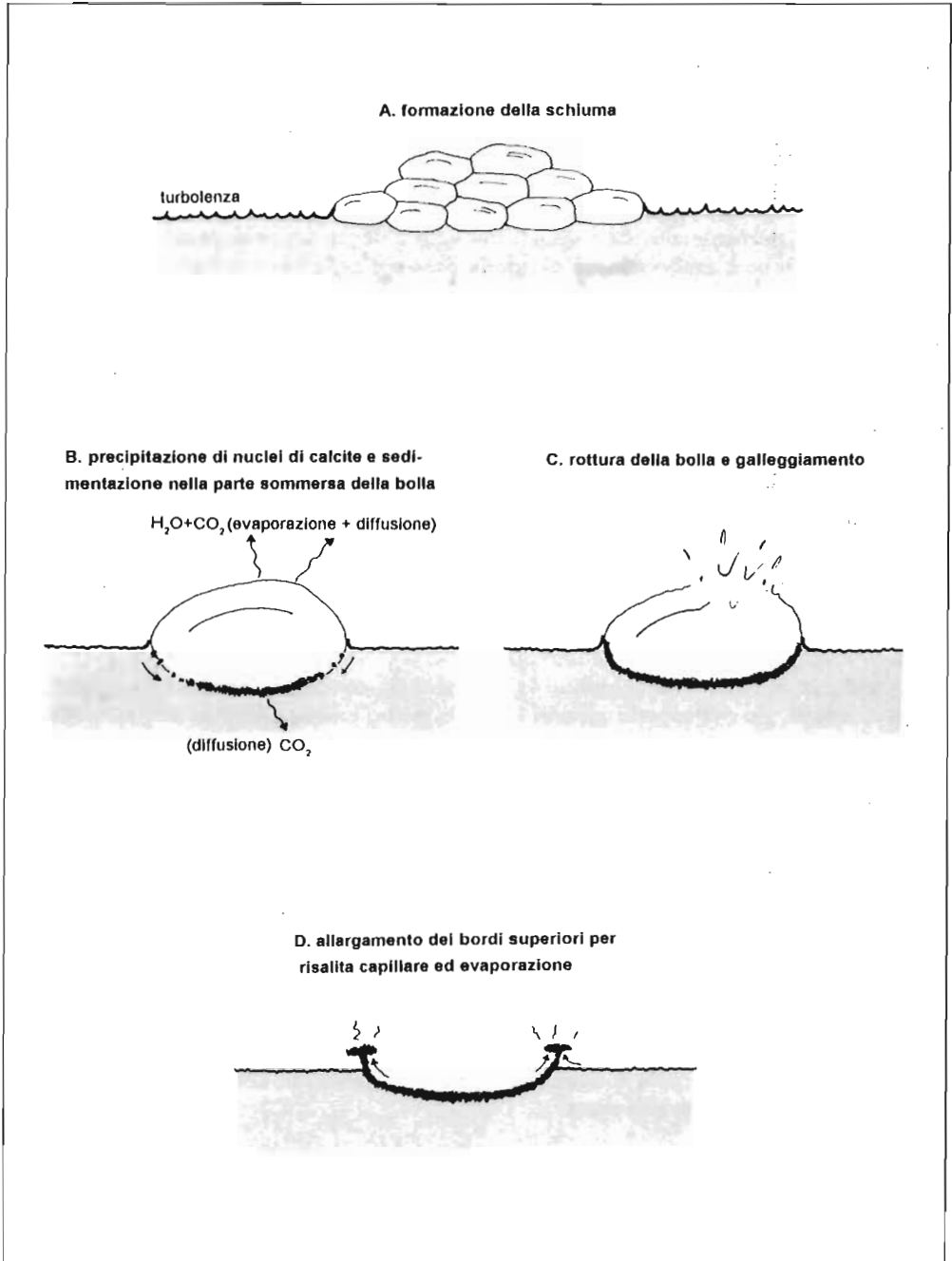


Fig. 8 - Stadi evolutivi dei gusci di calcite flottante: A) la turbolenza crea una emulsione con bolle di differente dimensione sulla superficie dell'acqua; B) l'ossidazione dei materiali organici sulla pellicola delle bolle causa la precipitazione per doppio scambio di calcite che si accumula sul fondo della bolla; C) quando la bolla si dissolve i gusci, se sufficientemente formati, galleggiano; D) i bordi superiori dei gusci si ingrossano per risalita capillare ed evaporazione (disegno Sassi).

dride carbonica prodotta con le acque sature di gesso è in grado di spiegare anche la differente morfologia osservata al microscopio elettronico tra la parte interna (superiore) e quella esterna (inferiore dei gusci).

Il fatto che la superficie superiore sia essenzialmente liscia è spiegata dal fatto che fintantochè esiste la bolla, la sedimentazione e la deposizione del carbonato di calcio può avvenire solamente all'interno del sottile velo idrico.

La presenza poi in questa di carature e di forme a tramoggia può esser interpretata come conseguenza del fatto che, all'interno della bolla, la concentrazione di anidride carbonica è sicuramente elevata e quindi nel velo d'acqua sopra la crosticina di calcare la sovrasaturazione è molto minore di quella presente nella parte inferiore, anche per il minor apporto di ioni calcio dalla soluzione sottostante ostacolati nella loro migrazione dalla crosta stessa di calcite che va ispessendosi e compattandosi: la conseguente bassissima energia di cristallizzazione è quindi la responsabile dei difetti nella cristallizzazione del carbonato di calcio in questa parte della concrezione.

Nella superficie inferiore, le druse di cristalli scalenoedrici di calcite con i vertici diretti verso l'interno della soluzione è fatto normale, come per le concrezioni che si sviluppano sulla superficie libera di uno specchio d'acqua (HILL & FORTI, 1986).

Ma la superficie esterna (inferiore) è caratterizzata anche dalla presenza di filamenti e di piccoli grumi colloidali, chiaramente di origine organica: tali materiali evidenziano come l'acqua in cui si sono sviluppati i gusci era effettivamente ricca di biomasse. L'assenza di simili depositi sulla superficie interna (superiore) è spiegabile col fatto che a livello del velo d'acqua il ricambio è limitato e assicurato solo per diffusione e movimenti capillari ed inoltre il poco materiale organico che riesce ad arrivare viene ossidato e quindi completamente demolito.

Quando la bolla che ha permesso la genesi della concrezione si rompe questo non significa che il suo sviluppo si arresti: lo speleotema, infatti, continua ancora nella sua evoluzione, anche se con meccanismi differenti.

Non esistendo più la tensione superficiale che teneva assieme la lamina di liquido delle pareti della bolla, lo speleotema si ritroverà coi bordi leggermente sollevati rispetto al pelo dell'acqua (fig. 7). Tale situazione rimarrà stazionaria, e quindi il guscio galleggerà, qualora la crosta di carbonato di calcio sia sufficientemente compatta da impedire il passaggio di acqua capillare all'interno: in caso contrario la semibolla affonderà e quindi la sua evoluzione sarà terminata.

Se il guscio o l'insieme dei gusci galleggerà allora il processo evolutivo continuerà, ma solamente lungo tutta la superficie inferiore e soprattutto sugli orli superiori ove massima continuerà ad essere l'evaporazione e la diffusione, mentre la superficie superiore (interna) non registrerà nessuna variazione.

Questo dovrebbe portare a un lento innalzamento dei bordi esterni e a un allargamento degli orli superiori con la formazione di piccoli coralloidi, come effettivamente osservato nella concrezione rinvenuta.

Conclusioni

La scoperta dei gusci di calcite in Grave Grubbo è servita innanzitutto ad evidenziare l'esistenza, per questo particolare tipo di concrezioni flottanti, di un meccanismo genetico assolutamente nuovo basato sullo sviluppo di anidride carbonica per ossidazione di materiale organico in presenza di una soluzione satura di gesso.

Ma cosa ancora più importante ha fornito un'ulteriore dimostrazione di quanto fosse valida l'intuizione di alcuni anni addietro, quando, ancora in controtendenza rispetto alla

comune credenza, si era cominciato a sostenere che anche le grotte in gesso potevano essere interessanti al pari delle più rinomate cavità in calcare per i depositi chimici secondari da loro ospitati (FORTI 1991).

Siamo assolutamente sicuri che in un prossimo futuro le grotte in gesso sapranno ancora riservare piacevoli sorprese a coloro che vorranno dedicarsi all'analisi e allo studio del loro concrezionamento.

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano porgere un particolare ringraziamento alla famiglia Lombardo di Verzino per la cortese e calorosa ospitalità ricevuta.

BIBLIOGRAFIA

- CALANDRI G., 1993 - *In Calabria il record di profondità nei gessi?* - Boll. Gr. Spel. Imperiese 41: 33-36.
- CHIESI M., 1985 - *Genesi e sviluppo delle "Anse Ipogee", caratteristiche delle cavità carsiche nella formazione evaporitica triassica della Alta Val di Secchia (Reggio Emilia)* - Gr. d'It. s. 4, v. 12: 175-183.
- FORTI P., 1991 - *Il carsismo nei gessi con particolare riguardo a quelli dell'Emilia-Romagna* - Spel. Em. s. 4, n. 2: 11-36.
- GRUPPO SPELEOLOGICO SPARVIERE, 1994 - *Le grotte dell'Alto Crotonese* - Mariani, Triggiano, pp. 1-80.
- HILL C.A., FORTI P., 1986 - *Cave Minerals of the World* - NSS, Huntsville, pp. 1-238.
- LAROCCA F., 1991 - *Le grotte della Calabria* - Nuova Apulia, Martina Franca, pp. 1-222.