

**LE CONCREZIONI DI SALE NELLE  
GROTTE DEL MONTE SEDOM (ISRAELE)**

di PAOLO FORTI, ALBERTO BUZIO, AMOS FRUMKIN

estratto dal n. 2 - 1984 della R.M.I.

RIVISTA MINERALOGICA ITALIANA

Editore Gruppo Mineralogico Lombardo

Museo Civico di Storia Naturale

C.so Venezia, 55 - 20121 MILANO

# Le concrezioni di sale nelle grotte del Monte Sedom (Israele)

Paolo Forti\*, Alberto Buzio\*\*, Amos Frumkin\*\*\* \* Istituto Italiano di Speleologia — Bologna  
\*\* Gruppo Grotte CAI-SEM — Milano \*\*\* Israel Cave Research Center, Ofra, Israel

## Introduzione

■ Le grotte in sale del Monte Sedom in Israele sono note da vari anni (N.Shalem, 1962), ma fino a pochissimo tempo fa ben poco si sapeva della loro morfologia, speleogenesi e concrezionamento.

Per avviare a questo, nella primavera del 1983 veniva organizzata una spedizione italo-israeliana (M.Pederneschi, 1983), che permetteva di rilevare topograficamente e morfologicamente alcune grotte dell'area.

Le grotte esplorate presentavano anche un intenso concrezionamento (v.Fig. 1-2) particolarmente nei rami fossili, non interessati cioè dal flusso diretto delle acque nel breve periodo delle piogge.

Inoltre l'acqua concrezionante era spesso assai amara ed alcune concrezioni risultavano igroscopiche, tanto da far supporre la presenza di un sale potassico: tali sali fino ad oggi non erano mai stati segnalati nelle concrezioni di sale non solo delle grotte di Monte Sedom, ma anche in tutto il resto del mondo.

Pertanto, nell'ambito della stessa campagna speleologica, venivano prelevati alcuni frammenti di concrezioni, rinvenute peraltro già rotte, allo scopo di studiarne non solo la composizione chimica ma anche la struttura.

A tutt'oggi infatti, pur essendo note in varie parti del mondo grotte con all'interno depositi salini (C.Hill, 1976; P.Forti, 1983), ben pochi studi erano stati fatti per definire la composizione chimica innanzitutto e quindi anche la struttura interna di questo particolarissimo tipo di concrezioni.

Nel presente lavoro, dopo aver brevemente discusso la morfologia esterna delle concrezioni di sale si passa a considerarne la struttura interna e la composizione mineralogica.

## Descrizione morfologica

■ Le concrezioni di queste grotte sono molto sviluppate e raggiungono in alcuni casi dimensioni ragguardevoli (fino a 4 m di lunghezza). In generale si trovano in zone fossili o comunque non direttamente interessate dal flusso idrico che caratterizza le grotte nel breve periodo delle piogge: le precipitazioni annue raggiun-  
no qui a malapena i 50 mm e sono concentrate nel tempo.

Le concrezioni si formano quindi ad opera di infiltrazioni secondarie di acqua lungo piccole fratture, ove pertanto la velocità di flusso è bassa e quindi l'acqua stessa vi staziona più a lungo, a differenza di quella che scorre velocemente lungo l'asse attivo delle cavità.

Dal punto di vista della morfologia esterna si osservano praticamente tutte le forme principali: le stalattiti, le cannule, le colonne, le stalagmiti, le eccentriche.

In generale queste concrezioni presentano superfici rugose ed irregolari e sono quindi molto più simili a quelle in gesso che a quelle in calcare. Questo è abbastanza logico dato che il meccanismo genetico (sovrassaturazione per evaporazione) è comune alle concrezioni in salgemma e in gesso, mentre nel caso delle formazioni di calcite il meccanismo prevalente è la sovrassaturazione per diffusione di CO<sub>2</sub>.

Però nelle grotte di sale del Monte Sedom sono presenti anche cannule e concrezioni globulari da splash, che sono comuni nelle grotte calcaree e totalmente assenti in quelle di gesso.

In conclusione, pertanto, possiamo dire che le concrezioni di sale del Monte Sedom presentano morfologie esterne assai varie e complesse, che somigliano di volta in volta a quelle delle analoghe forme sia in calcare che in gesso.

La colorazione delle concrezioni è di norma bianca candida, a volte con delle sfumature verso il giallo più o meno intenso fino al marrone: la variazione cromatica è da attribuire, con ogni probabilità, piuttosto che ad un sale colorato depositatosi contemporaneamente al salgemma, ad impurezze solide trasportate dall'acqua concrezionante e provenienti, in massima parte, dalla copertura impermeabile che protegge il duomo salino di Monte Sedom.

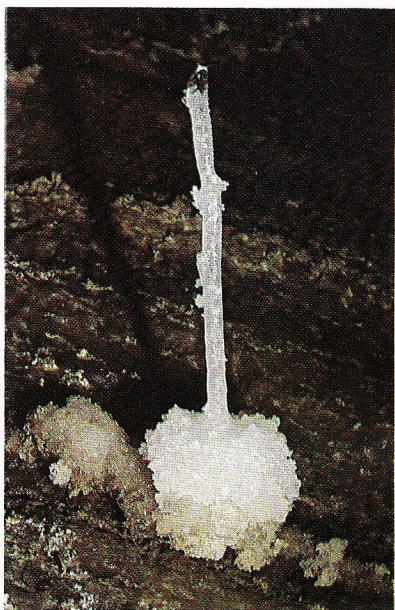
## Struttura cristallina

■ Di tutti i campioni di concrezioni prelevati sono state fatte sezioni perpendicolari e longitudinali rispetto all'asse di allungamento.

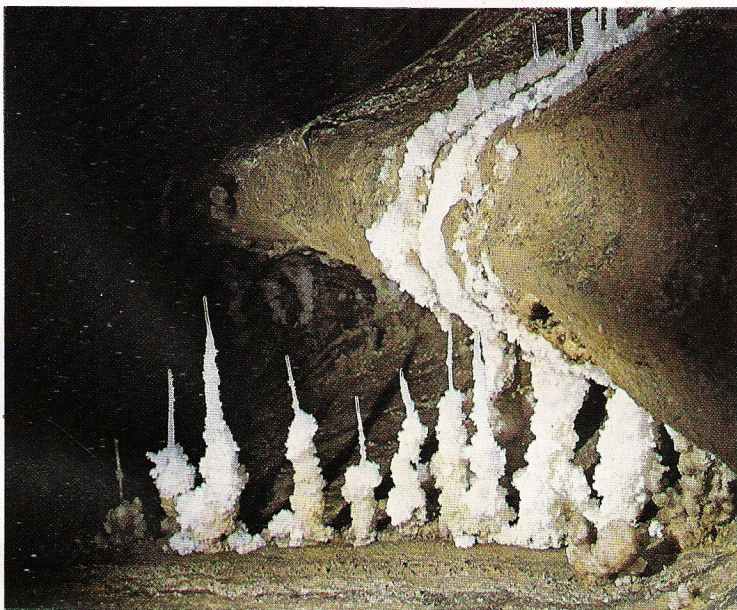
Tutti i campioni presentano bande di accrescimento (v.Fig.3), ben definite, e tutte le stalattiti esaminate possedevano un canalicolo centrale di alimentazione, che in alcuni casi risultava essere



**Fig.1 — Concrezioni di sale:**  
altezza del soggetto 20 cm.  
Foto R.Regalin,  
Gruppo Grotte Milano.



**Fig.2 — Gruppo di concrezione di sale:**  
altezza 80 cm.  
Foto R.Regalin,  
Gruppo Grotte Milano



in parte o completamente otturato da successivi depositi di sale.

All'interno delle singole bande di accrescimento, o al contatto tra due successive, è abbastanza comune rinvenire bolle di aria, che stanno a testimoniare la rapidità del processo di concrezionamento, nei periodi di attività idrica della grotta.

Assai interessante si è rivelato l'arrangiamento dei singoli cristalli all'interno delle bande di accrescimento delle concrezioni. Infatti il salgemma cristallizza nel sistema cubico, e pertanto i suoi cristalli risultano essere isometrici e quindi ci si poteva aspettare una orientazione del tutto casuale dei cristalli stessi.

Viceversa si è potuto constatare che vi è una ben chiara tendenza a disporsi con uno dei vertici del cubo nella direzione di accrescimento, cioè perpendicolarmente alla banda di accrescimento nelle zone radiali delle stalattiti e parallelamente all'asse della stalattite stessa nelle zone apicali (v.fig.4-5).

Questa tendenza nella disposizione spaziale dei singoli cristalli, pur differendo da quella sin qui osservata (C.Hill, 1976) con la sfaldatura del cubo perpendicolare all'asse, è del tutto logica se

si considera l'effetto della competizione durante la crescita dei cristalli stessi.

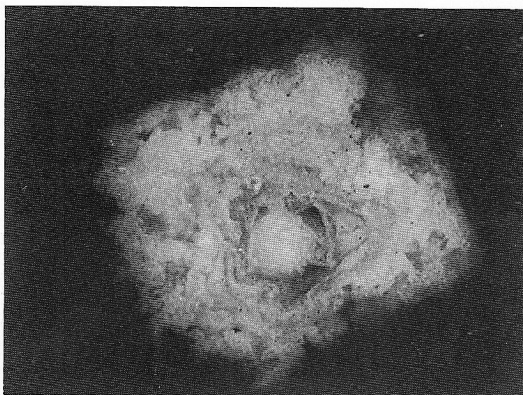
Infatti gli elementi orientati con un vertice nella direzione di accrescimento, a parità di alimentazione, si ingrandiscono con una velocità quasi doppia rispetto a quelli che si presentano con una faccia del cubo nella stessa direzione (v. fig. 6). In questo modo, analogamente a quanto avviene nelle concrezioni di calcite (Moore C.W., 1962) anche in quelle di sale, pur essendo i singoli cristalli isometrici, si osserva uno sviluppo selettivo in base all'orientazione.

A differenza di quello che si vede nelle concrezioni di calcite, però, in quelle di sale del Monte Sedom non è assolutamente evidente il passaggio tra l'originale cannula interna e la struttura esterna della stalattite: non è possibile cioè osservare la variazione di orientazione tra le pareti del canalico di alimentazione e la struttura esterna.

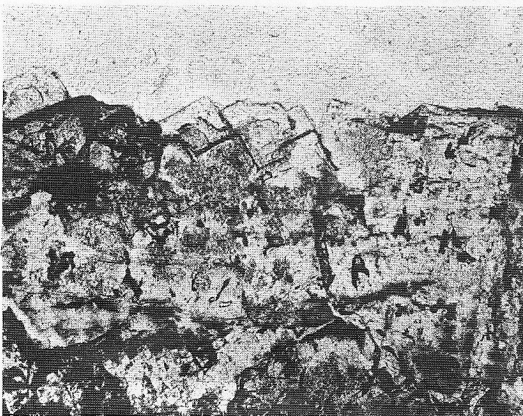
Tale differenza è evidente solamente a livello dell'apice della stalattite stessa.

Il motivo di ciò, con ogni probabilità, dipende dal fatto che, mentre per la calcite le due posizioni differiscono per un angolo di 90°, nel caso del salgemma tale angolo è di circa 20°, e quindi

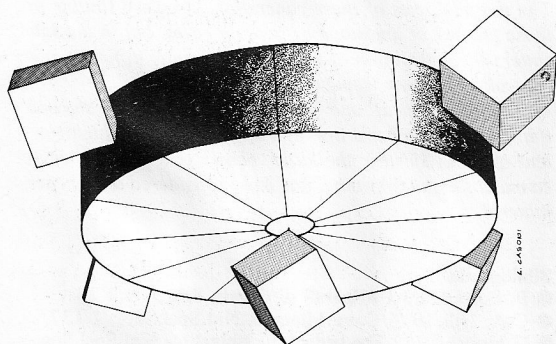




**Fig.3** — Sezione perpendicolare all'asse di accrescimento di una stalattite di sale: sono evidenti le bande di accrescimento successive ed il canalicolo di alimentazione particolarmente irregolare. (x2)



**Fig.4** — Sezione longitudinale di una stalattite di sale: sulla superficie esterna sono particolarmente evidenti i cristalli disposti con i vertici perpendicolarmente all'asse della stalattite stessa (x25)



**Fig.5** — Sezione teorica di una stalattite di sale con evidenziati gli orientamenti preferenziali dei singoli cristalli di salgemma nelle porzioni radiali e all'apice.

in pratica vi è una minima differenza angolare tra le due differenti orientazioni, per cui il passaggio dall'una all'altra avviene gradualmente e non di colpo.

### Analisi chimico-mineralogica

■ Dei campioni delle concrezioni delle grotte del Monte Sedom sono stati innanzitutto fatti spettri di polveri, che hanno mostrato come il costituente principale fosse il salgemma ( $\text{NaCl}$ ), ma che vi era anche la presenza in molti campioni di una frazione non indifferente di silvite ( $\text{KCl}$ ). L'analisi chimica quantitativa ha permesso di appurare che il tenore in  $\text{KCl}$  andava aumentando dal centro alla superficie esterna delle concrezioni e dall'attacco all'apice delle stalattiti (v. Fig. 7).

La percentuale di  $\text{KCl}$  risultava essere al massimo del 30% circa, mentre in genere si aggirava sul 15-20%, e nelle zone più interne delle concrezioni non superava il 2-5%.

La spiegazione di questo fatto è da ricercare nella maggiore solubilità del  $\text{KCl}$  rispetto al  $\text{NaCl}$ , per cui il  $\text{KCl}$  viene lisciviato con maggiore facilità anche ad opera delle acque interstiziali che circolano per capillarità nei vacui tra cristallo e cristallo delle concrezioni e che possono essere saturate rispetto al  $\text{NaCl}$  ed insature rispetto al  $\text{KCl}$ .

Una volta raggiunta la superficie esterna della concrezione, o l'apice delle stalattiti, questa acqua può evaporare concentrando così in queste zone il sale potassico.

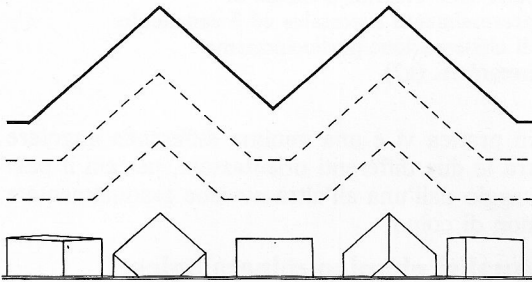
Nelle concrezioni quindi, e segnatamente nelle zone più esterne di queste, abbiamo un fenomeno di concentrazione selettiva della silvite che, nel duomo salino, almeno a livello delle zone carsificate, si trova in concentrazioni assai inferiori di quelle verificate nelle concrezioni stesse.

Da ultimo va osservato che le concrezioni del Monte Sedom sono le prime in cui è stato possibile dimostrare la presenza della silvite: pertanto da questo momento anche questo minerale viene a far parte della famiglia, sempre in espansione, dei minerali secondari di grotta.

### Conclusioni

■ Seppure limitato a pochi campioni, raccolti in





**Fig. 6** — Schema dell'accrescimento successivo di cristalli di salgemma disposti in maniera casuale all'interno di una banda di una stalattite: i cristalli che si presentano con un vertice nella direzione di accrescimento (radiale) finiscono per fagocitare gli altri.

solo due delle molte grotte di Monte Sedom, il presente studio ha permesso di ampliare in maniera considerevole le conoscenze relative al concrezionamento in sale.

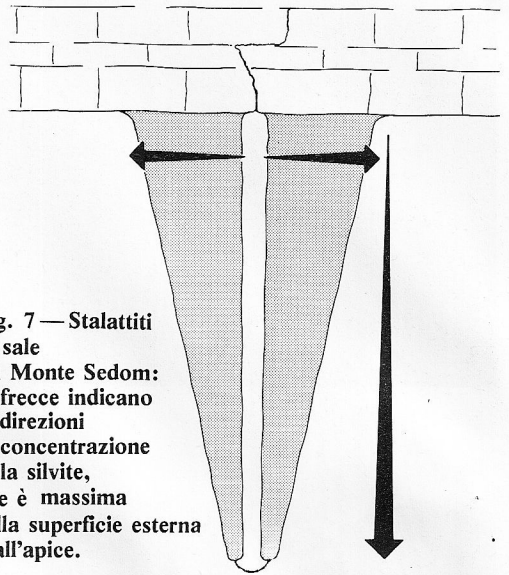
Si è potuto constatare innanzitutto l'estrema varietà di forme, che comunque sono del tutto simili per aspetto esterno e per struttura interna alle analoghe concrezioni vuoi in calcite, vuoi in gesso.

Si è anche appurato che i cristalli di salgemma, pur essendo isometrici, subiscono un'orientazione preferenziale nella loro crescita all'interno delle bande di accrescimento delle concrezioni. Da ultimo si è scoperto, tramite l'analisi mineralogica, un nuovo minerale secondario di grotta: la silvite.

La presenza di questo cloruro all'interno delle grotte di sale del Monte Sedom ci dimostra come non solo il cloruro di sodio, come fino ad ora era ritenuto, possa dar luogo a mineralizzazioni secondarie in ambiente carsico.

Pertanto nel prossimo futuro sarà bene analizzare sistematicamente i depositi concrezionari all'interno delle cavità naturali esistenti in questo tipo di rocce, poiché, con ogni probabilità, molti altri sono i minerali di questa famiglia che possono dare luogo a concrezionamenti.

In quest'ottica risultano particolarmente adatte, e verranno quanto prima prese in considerazione, le grotte presenti nei depositi salini siciliani, soprattutto nelle zone centrali, che risultano essere ricche di carnallite, kainite etc., minerali che, con ogni probabilità in condizioni ambientali particolari possono portare alla formazione di depositi concrezionari.



**Fig. 7** — Stalattiti di sale del Monte Sedom: le frecce indicano le direzioni di concentrazione della silvite, che è massima sulla superficie esterna e all'apice.

#### RIASSUNTO

■ Per la prima volta vengono analizzate dal punto di vista morfologico, cristallografico e chimico le concrezioni presenti nelle grotte di sale del Monte Sedom.

Morfologicamente queste concrezioni sono molto simili alle analoghe forme in calcite o gesso, mentre dal punto di vista dell'orientazione dei cristalli nelle bande di accrescimento la struttura differisce per il fatto che questi ultimi sono isometrici.

L'analisi mineralogica, poi, ha rivelato come le concrezioni non siano formate esclusivamente da NaCl, ma vi siano anche alti tenori in KCl (Silvite), che risulta quindi essere un nuovo minerale secondario di grotta.

#### ABSTRACT

■ Speleothems from salt caves on Mt Sedom have been analyzed for the first time from the morphological, chemical and crystallographic point of view.

The morphologies of these concretions are very similar to those present in limestone or gypsum caves, but in the salt sinters the orientation of the crystals is quite different and controlled by their isometry.

Moreover chemical and mineralogical analyses showed that these speleothems are built up by NaCl with high content of KCl (Sylvite): the latter, observed in the cave environment for the first time, has to be considered a new cave mineral.

#### Bibliografia

- P. Forti 1983 *I Minerali di Grotta Speleo* 9:9-24
- C.A. Hill 1976 *Cave Minerals* Nat.Spel.Soc.: 1-137
- G.Moore 1962 *The growth of stalactites* Nat.Spel.Soc. Bull. 24:95-106
- M.Pederneschi, G.Donini, G.Rossi 1983 *Israele 83 Speleologia* 9:26-30
- N.Shalem 1962 *The karst in the salt mountain of Sedom* Atti II° In. Cong.Spel.Bari: 353-355

Articolo ricevuto 30/11/83  
accettato per pubblicazione 4/2/84