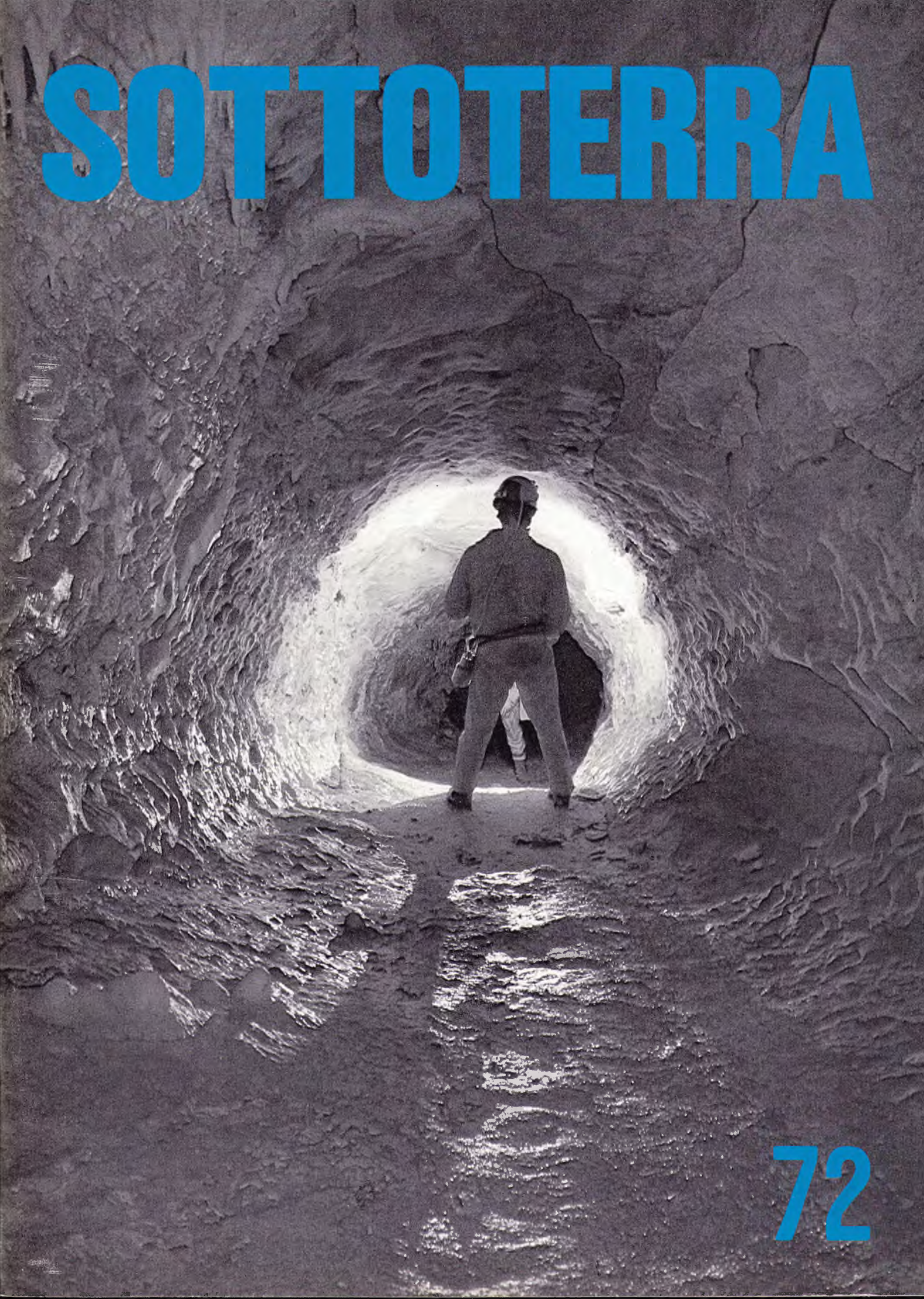


SOTTOTERRA



72

G.S.B. del CAI

Fondato nel 1932 da Luigi Fantini.

Aderente alla Società Speleologica Italiana

Membro della Federazione Speleologica

Regionale dell'Emilia e Romagna

Ramo della neve (Antro del Corchia)

Foto M. Vianelli (GSB-USB)



*Rivista di Speleologia del
Gruppo Speleologico Bolognese del C.A.I.*

Anno XXIV n. 72 - Dicembre 1985

I N D I C E

Attività di campagna (a cura di Cesare Poggioni) pag. 2

Relazioni estratte dal Volume degli

ATTI DEL SIMPOSIO INTERNAZIONALE SUL CARSISMO NELLE EVAPORITI

organizzato dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna e dall'Istituto Italiano di Speleologia.

Bologna 21-26 ottobre 1985

Finotelli F., Giraldi E., Pini G.A. - *Analisi genetica della Grotta della
Sipola (Sistema carsico Sipola-Acquafredda - Bologna)* » 4

Brini M., Grimandi P. - *Osservazioni sulla morfologia dei grandi Canali
di Volta presenti nella « Galleria della Dolina Interna », nella « Grotta
della Sipola » (Bologna, Italia). Nota Preliminare* » 15

Forti P., Postpischl D. - *Relazioni tra terremoti e deviazioni degli assi
delle stalagmiti: risultati preliminari dallo studio delle grotte di Bo-
logna (Italia)* » 30

Brini M., Fabbri M., Frabetti P.G., Grimandi P. - *Recenti esplorazioni
nel sistema carsico Sipola-Acquafredda (Bologna, Italia)* » 47

"Attività di campagna,,

- 7 luglio: *Vena del Gesso - Borgo Tossignano* (BO) - Part.: C. Dall'Olio, M. Liverani della R.S. Imolese. Numerate alcune cavità e scoperto un nuovo ramo nella Tana sotto la rocca di Tossignano.
- 1 settembre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio, G. Frabetti, P. Grimandi. Risalita della fessura-camino Primerano (18 m; continua).
- 3 settembre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: M. Brini, P. Grimandi, G. Rivalta. Diacolor canali di volta.
- 15 settembre: « *Inghiottitoio superiore di Castel dé Britti* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio, M. Rizzoli. Scoperta di un nuovo ramo.
- 6 ottobre: *1ª Uscita 25º Corso di 1º Livello:*
1ª Squadra: « *Grotta S. Calindri* » (BO): istr.: M. Brini, A. Cangini, MM. Fabbri, F. Finotelli, A. Grandi, P. Grimandi (10 all.).
2ª Squadra: « *Buco dei Buoi* » (BO): istr.: G. Belvederi, G. Frabetti, M. Garberi, B. Parini, M. Russo (6 all.).
- 13 ottobre: « *Inghiottitoio superiore di Castel dei Britti* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio, A. Grandi, D. Lanzi, M. Rizzoli. Rilievo della cavità.
- 13 ottobre: *2ª Uscita 25 Corso di 1º Livello:*
1ª Squadra: « *Grotta S. Calindri* » (BO) - istr. M. Brini, G. Frabetti, P. Grimandi (6 all.).
2ª Squadra: « *Inghiottitoio dell'Acquafredda* » (BO) - istr.: A. Cangini, MM. Fabbri, F. Finotelli, M. Sivelli, G. Zuffa (8 all.).
3ª Squadra: « *Grotta Nuova* » (BO) - istr.: G. Belvederi, M. Garberi, B. Parini (6 all.). Incidente ad un allievo della 2ª squadra.
- 25 ottobre: « *Inghiottitoio superiore di Castel de' Britti* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio, A. Grandi, D. Lanzi, M. Rizzoli. Rilievo della cavità.
- 22 ottobre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: M. Brini, P. Grimandi. Rilievo canali di volta.
- 26 ottobre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio, F. Finotelli, P. Grimandi, J.J. Duran Valsero (uscita Simposio Evaporiti).

26-27 ottobre: 3^a Uscita 25° Corso di 1° Livello:

« *Palestra di Monte Croara* » - istr.: G. Agolini, G. Belvederi, M. Fabbri, MM. Fabbri, F. Finotelli, M. Garberi, P. Nanetti, B. Parini, M. Sivelli, M. Vianelli (16 all.).

1-3 novembre: *Stage di tecnica al Rifugio Pian della Fioba* (MS) - 25° Corso di 1° Livello:

1^a Squadra: « *Abisso G. Bagnulo* » - istr.: M. Fabbri, MM. Fabbri, B. Parini, M. Sivelli (6 all.).

2^a Squadra: « *Buca dei Tunnel* » - istr.: A. Cangini, P. Nanetti, S. Zucchini, G. Zuffa (6 all.).

3^a Squadra: « *Grotta del Baccile* » - istr.: G. Belvederi, G. Frabetti, M. Garberi, M. Sivelli (5 all.).

10 novembre: 5^a Uscita 25° Corso di 1° Livello:

1^a Squadra: « *Antro del Corchia* » (fondo) - istr.: MM. Fabbri, B. Parini, M. Sivelli, M. Vianelli (6 all.).

2^a Squadra: « *Grotta del Mezzogiorno* » (trav.) - istr.: G. Belvederi, M. Garberi, G. Zuffa (5 all.).

24 novembre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: M. Brini, P. Grimandi. Livellazione Galleria della Dolina interna.

30 novembre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: M. Brini, C. Dall'Olio, A. Grandi, P. Grimandi. Visita guidata (25 al. Classe V elem.).

7 dicembre: « *Grotta della Spipola* » (BO) - Part.: U. Bertuzzi, M. Brini, G. Cinti, D. Evangelisti, G. Fogli, P. Grimandi, E. Pagano. Visita guidata (31 al. Classe V elem.).

22 dicembre: « *Pozzo dei Modenesi* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio, D. Pasquali. Rilievo della cavità.

31 dicembre: « *Pozzo dei Modenesi* » (BO) - Part.: C. Dall'Olio. Lanciati 100 g di florescina.

(Dall'elenco sono state stralciate 8 uscite di allenamento).

(a cura di Cesare Poggioni)

FINOTELLI F. (*), GIRALDI E. (*) & PINI G. A. (**)

ANALISI GENETICA DALLA GROTTA DELLA SPIPOLA (SISTEMA CARSICO SPIPOLA-ACQUA FREDDA, BOLOGNA)

Traduzione della nota presentata in lingua inglese al Simposio Internazionale sulle
Evaporiti - Bologna, 1985.

ABSTRACT. - This work presents a genetical interpretation of the Spipola gypsum cave (Croara area, Bologna, Italy) based on structural and stratigraphical data collected inside the cavity. We have studied the relationship between the trend of fractures and faults and the preferential cave's development and we have related the various cave's levels to the main thick gypsum beds.

The cave has formed in a sequence of thick soluble gypsum beds in alternation with thin layers of euxinic shales that constitute impermeable seams.

Two principal systems of fracturation have been recognized, both related to the major faults occurring in the cave.

The cave originated along the principal system of fracturation (fractures system), parallel to the strike of bedding.

The other system of fracturation (parallel to the dip of bedding) has not developed important karst phenomena. This fact is related to the presence of euxinic shales that cap the permeable rocks and interrupt the water flow in the strata dip direction.

Further cave development was produced by enlargement by water action, collapses of ceiling, detachments of blocks and other mechanical phenomena. The various morphologies due to water action or to mechanic collapses are described and interpreted.

RIASSUNTO. - In questo lavoro viene presentata un'ipotesi genetica ed evolutiva della Grotta della Spipola (Bologna, Italia) in base ai dati emersi da un rilevamento morfologico, stratigrafico e strutturale in essa eseguito.

La grotta si sviluppa in un'alternanza di banconi di gesso (con varie facies interne) e di livelli di marne di interstrato (marne eusiniche).

Le fratture hanno due direzioni preferenziali di sviluppo, entrambe ben compatibili con l'andamento delle faglie rilevate in grotta. Di queste due direzioni principali una ha un andamento sub-parallelo alla direzione degli strati, l'altra tende a disporsi subparallelamente all'immersione degli strati stessi.

La comparazione tra l'andamento della grotta e la distribuzione delle fratture ha dimostrato che la grotta si è impostata lungo le fratture subparallele alla direzione della stratificazione, mentre le fratture dirette lungo l'immersione degli strati non hanno sviluppato fenomeni carsici di apprezzabile estensione. Questo fatto è stato da noi messo in relazione con la pre-

(*) Gruppo Speleologico Bolognese C.A.I. - Unione Speleologica Bolognese.

(**) Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna.

senza dei setti impermeabili di marne di interstrato che devono aver impedito il deflusso orizzontale dell'acqua lungo le fratture dirette verso gli interstrati stessi.

Lo sviluppo successivo della grotta è stato caratterizzato dall'instaurarsi di numerosi crolli di diversa natura e genesi. Le morfologie caratteristiche determinate dai diversi crolli sono state descritte e interpretate.

Geologia dei Gessi bolognesi

I gessi bolognesi affiorano in una stretta fascia parallela al margine appenninico padano nella zona compresa tra le valli del torrente Savena (ad Ovest) e del Rio Olmatello (ad Est); nelle aree contermini del Subappennino bolognese vi sono altri più limitati e sporadici affioramenti.

I corpi gessosi sono compresi in una sequenza stratigrafica caratterizzata da numerose discordanze e da una intensa tettonizzazione. Questa sequenza comprende terreni di età oligocenica, miocenica, pliocenica e quaternaria ed è sovrapposta a materiali di età cretacea-eocenica (Argille Scagliose, complessi caotici liguridi, ecc.), caratterizzati da un elevato grado di caoticità interna e da una forte alloctonia (MERLA, 1951; WIEDERMAYER, 1951; LIPPARINI, 1966; LUCCHETTI et Al., 1963). Anche i materiali dall'Oligocene al Pliocene vengono considerati, pur in minor grado, alloctoni (BRUNI, 1973; RICCHI LUCCHI et Al., 1982).

I sistemi di faglie interessanti i Gessi messiniani sono da mettersi in relazione ai moti traslativi dell'alloctono caotico e agli accavallamenti profondi oltre che alle principali faglie trascorrenti di carattere regionale (RICCHI LUCCHI et Al., 1981; FAZZINI e GUGLIELMINI, 1982; MARABINI e VAI, 1985).

Geologia del sistema carsico

Stratigrafia

Le rocce evaporitiche all'interno delle quali si sviluppa la cavità studiata sono comprese (fig. 1) fra livelli sedimentari terrigeni di età messiniana: le marne pre-evaporitiche a Sud e i materiali clastici post-evaporitici a Nord.

La stratigrafia interna dell'intervallo evaporitico è caratterizzata dalla presenza di banconi di gesso, separati da livelli di marne eusiniche (marne siltoso-bituminose, fogliettate, con livelli siltosi più chiari e sparsi aggregati lenticolari di cristalli di gesso). All'interno dei singoli banconi è possibile riconoscere differenti tipi litologici:

- arenarie calcareo-gessose, sono livelli di arenarie grossolane laminate, con clasti calcarei e gessosi e una abbondante matrice argilloso-siltosa;
- gessi selenitici massivi, sono spessori di roccia compatta e priva di strutture caratteristiche, a parte la disposizione regolare e isorientata di cristalli geminati a ferro di lancia;
- gessi a bande, anch'essi caratterizzati da geminati a ferro di lancia a tessitura isorientata, ma con in più la presenza di lineazioni sedimentarie che danno alla compagine rocciosa un aspetto a bande;
- gessi clastici, sono livelli costituiti da frammenti di cristalli di gesso erosi e smangiati con abbondante matrice siltoso-argillosa.

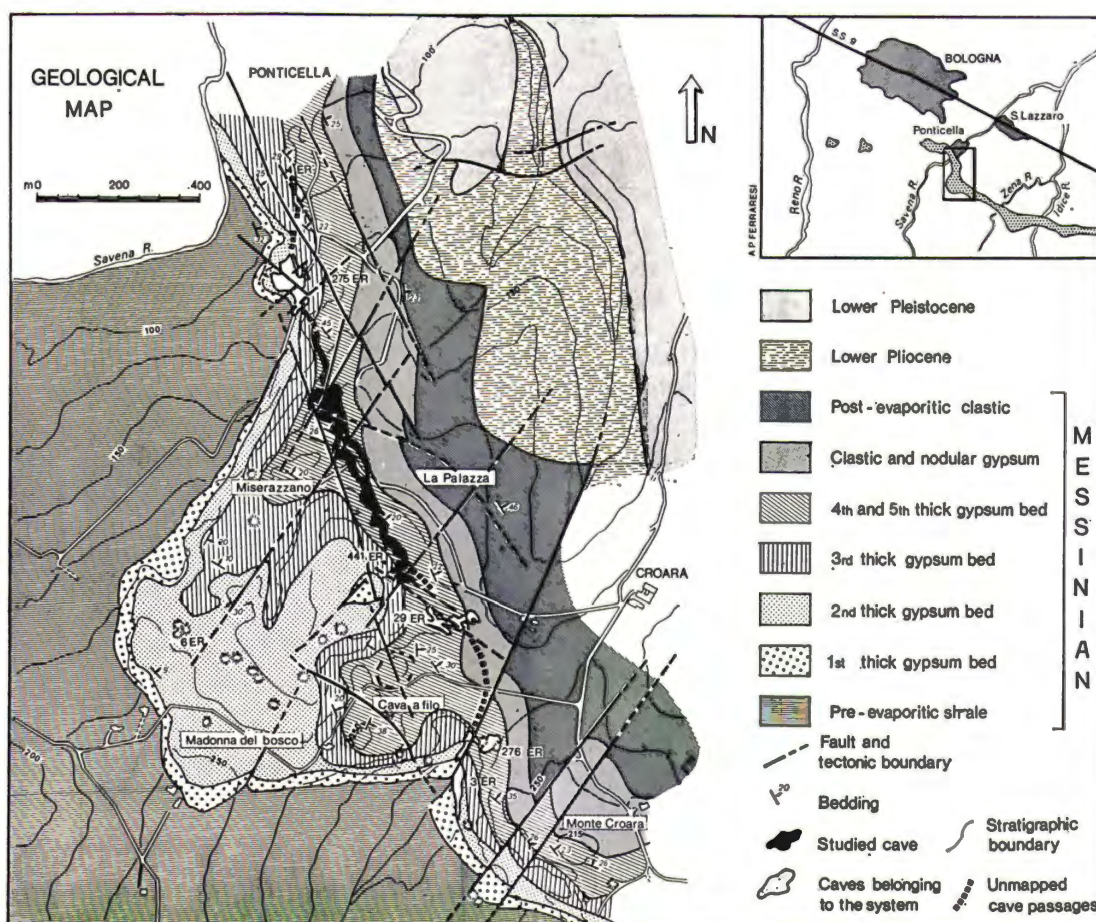


Fig. 1. - Carta geologica della zona della Croara (Bologna) da dati originali di G. A. PINI, completata e modificata dai dati raccolti in cava. Vengono indicate le principali cavità naturali con le sigle del Catasto delle cavità naturali dell'Emilia-Romagna (ad es. 441 E R), ubicate da G.S.B.-U.S.B.

Queste litofacies sono simili a quelle descritte e interpretate geneticamente da VAI e RICCI LUCCHI (1967) per i gessi messiniani affioranti in Romagna (Vena del Gesso).

Dei banconi di gesso che costituiscono l'intervallo evaporitico soltanto tre, quelli più bassi stratigraficamente, sono direttamente interessati dallo sviluppo della cavità studiata. Tali banconi costituiscono la base della serie dei gessi e sovrastano direttamente le marne pre-evaporitiche. La descrizione dei tre banconi viene fatta dal più basso (stratigraficamente e topograficamente) al più alto.

— 1° bancone (circa 12 m. di spessore), è costituito quasi esclusivamente da gesso selenitico massivo con cristalli composti di 30-40 cm, solo nella parte inferiore si ha un livello di arenarie calcareo-gessose di 15-20 cm. di spessore.

— 2° bancone (circa 20 m. di spessore), è separato dal precedente da un livello di marne eusiniche di 100-130 cm. di spessore ed inizia con un livello sui 20 cm. di arenarie calcareo-gessose. Il bancone è costituito in prevalenza da gesso selenitico massivo con cristalli di 8-10 cm. di lunghezza. La parte superiore

è caratterizzata da uno spessore variabile (30-50 cm.) di gesso clastico a granulometria molto grossolana (5-20 cm.).

— 3° bancone (spessore oltre ai 35 m.), un sottile spessore di marne eusyniche (30-40 cm.) lo separa dal precedente, mentre discontinuità di natura sedimentaria lo suddividono in quattro strati. Di questi strati interni il più basso è di gesso selenitico massivo (cristalli sui 3-5 cm.), gli altri tre di gesso a bande (bande di 5-8 cm. di spessore e cristalli di 2-4 cm. di lunghezza). Alla base del bancone è presente un esiguo livello (10-15 cm. di spessore) di arenarie calcareo-gessose.

Caratteristica per tutti i tre banconi è la presenza alla loro base di aggregati sub-conici di lunghi cristalli geminati a ferro di lancia che si sviluppano in continuità dai gessi all'interno delle marne sottostanti. Tali forme (note in letteratura col nome di « mammelloni ») con le loro diverse dimensioni concorrono a rendere ben riconoscibili, soprattutto all'interno della cavità, i banconi stessi. Il bancone inferiore (1° bancone) ha, infatti, mammelloni di 40-50 cm. di diametro e 40 cm. di altezza, il secondo ne ha di 60-180 cm. di diametro e 50-150 cm. di altezza, il terzo di 30-40 cm. di diametro e 20-30 cm. di altezza. Particolarmente caratteristici sono i grandi mammelloni presenti nelle sale della grotta sviluppatesi sotto al 2° bancone (fig. 2 b).

Tettonica

Nell'area circostante alla cavità studiata si sono riconosciute strutture tettoniche che indicano il succedersi di tre distinti momenti deformativi (dati originali di G. A. PINI).

Il primo momento di deformazione è rappresentato da due sistemi di faglie dirette di direzioni NNE-SSW e NW-SE. Non è ancora stato chiarito se questi sistemi di faglie siano da mettersi in relazione ad una unica o a due distinte fasi tettoniche; si è invece abbastanza sicuri che tali faglie sono sempre precedenti alle altre osservate e interessano soltanto i terreni messiniani.

Il secondo momento deformativo riprende molte delle precedenti strutture in faglie trascorrenti coniugate e crea nuove faglie trascorrenti NNE-SSW. La riattivazione delle vecchie strutture è documentata dalla sovrapposizione di meso-strutture (strie, gradini meccanici, varie generazioni di gesso sericolitico striato) sui piani di faglia (osservati nella cavità studiata, in altre circostanti e in cave vicine). Questa fase deforma i terreni sino al Pliocene.

Il terzo momento di deformazione è caratterizzato da faglie inverse di direzione da WNW-ESE a W-E immergenti verso SW. Queste strutture sono maggiormente rappresentate nella parte settentrionale della zona (fig. 1) e coinvolgono tutti i terreni affioranti.

Rapporti tra il rilevamento geologico in grotta e in superficie

La carta geologica (fig. 1) è stata elaborata principalmente in base ai dati ricavati da un rilevamento geologico in superficie, tali dati sono stati però integrati da altri ricavati nella cavità in analisi. L'utilità fondamentale dei dati raccolti in cava è legata alla possibilità di estrapolare le osservazioni di superficie in profondità, potendo quindi « controllare » l'andamento delle strutture sedimentarie e tettoniche anche al di sotto della superficie topografica. Nel caso specifico i dati raccolti in cava sono stati inoltre utilissimi per meglio comprendere lo sviluppo stratigrafico dei gessi e l'andamento delle dislocazioni tettoniche. Soprattutto

attraverso i dati raccolti nella grotta della Spipola e nelle cave limitrofe è stato possibile, infatti, ricostruire la sequenza ed il tipo di fasi deformative che hanno interessato la zona; i dati mesostrutturali necessari (lineazioni indicatrici del movimento sui piani di faglia) sono stati misurati essenzialmente nelle cavità naturali o artificiali.

Questa situazione di estrema utilità del rilevamento « strutturale » in grotta sembra essere estesa a tutta la fascia di affioramento dei Gessi bolognesi, ponendo quindi la prospettiva di un utilizzo delle numerose cavità presenti nell'area ai fini della miglior comprensione della geologia dell'intervallo gessoso.

Analisi della cavità

Analisi genetica delle morfologie

Nella Grotta della Spipola si possono riscontrare morfologie da 5 tipi genetici principali, schematizzate in fig. 3.

a) Per azione idrica - l'attività erosiva dell'acqua ha prodotto gallerie vadose. Si presentano come gallerie a soffitto levigato, piatto o lievemente concavo, con pareti parallele a volte caratterizzate da concavità sviluppantisi longitudinalmente. Le incisioni sulle pareti testimoniano erosioni a quote differenti dovute a variazioni del livello dell'acqua all'interno delle condotte. Caratteristica saliente delle gallerie è la presenza dei canali di volta (PASINI, 1967). I crolli sono poco frequenti ed estremamente localizzati.

b) Crolli rotazionali - tipici degli ambienti sviluppatisi al di sotto ed a contatto con le marne eusiniche di interstrato (fig. 2 b) e sono caratterizzati da distacchi di blocchi dalle pareti seguiti dalla rotazione e dall'accumulo degli stessi blocchi entro la cavità. La dinamica del crollo è da connettere alla presenza di fratture subparallele alle pareti della sala e alla debolezza meccanica degli intervalli di marne, oltre che, naturalmente, alla presenza di una originaria cavità di fianco e al di sotto del blocco crollato. A questo tipo di crolli sono dovuti ambienti con il soffitto a mammelloni ed il pavimento a blocchi prismatici accatastati con parziale copertura di marne eusiniche crollate.

c) Distacchi laminari dal tetto - sono distacchi di lastre dal soffitto di una cavità a causa della intensa fratturazione della roccia e della presenza di una discontinuità meccanica suborizzontale. Nei casi osservati la discontinuità superiore è una discontinuità di natura sedimentaria, il giunto di stratificazione che separa due degli strati interni del 3° bancone. Questo « tipo » produce morfologie simili a quelle appena descritte (soffitto parallelo alla stratificazione), con accumulo sul pavimento, però, di blocchi tabulari non ricoperti da marne e con il soffitto piatto e liscio e non con i mammelloni.

d) Distacchi lungo discontinuità tettoniche - sono distacchi e crolli dal tetto di blocchi determinati dalla presenza di faglie e/o fratture subverticali intersecantisi verso l'alto. Producono morfologie irregolari con soffitti a V rovesciata e pareti scabre.

e) Miste - sono qui raccolti quei casi di sovrapposizione di una azione idrica lungo cavità causate da crolli tipo « d », producono morfologie simili al tipo precedente con forti tracce di erosione idrica sulle pareti.

Suddivisione della grotta in livelli

È possibile suddividere la grotta in quattro livelli orizzontali (fig. 2 b) che molto probabilmente rappresentano quattro diverse fasi di approfondimento della stessa.

Il primo livello (il più alto) è sviluppato principalmente nella parte superiore del 2° bancone ed interessa parzialmente anche il 3°. Questo livello mostra morfologie da meccanismi tipo « b » (Salone del Fango - fig. 2 a), tipo « a » (Sala della Dolina Interna) ed « e » (prima e seconda sala dall'ingresso). Il Salone Giordani ha probabilmente iniziato a formarsi attraverso meccanismi di tipo « b » alla base del terzo bancone, ma, data l'ampiezza della cavità, l'intensa fratturazione e l'esistenza della stratificazione, si è verificato il crollo generalizzato del soffitto con meccanismi di tipo « c ». Nella zona a NW del Salone Giordani troviamo un pozzo tettonico di circa 40 m. in una zona d'incrocio di linee di faglia.

Il secondo livello, intermedio, è contenuto interamente nella parte centrale ed inferiore del 2° bancone ed è caratterizzato da morfologie da tipo « b » e « d ».

Il terzo livello interessa il 1° bancone con morfologie da tipo « a » e solo localmente il 2° con il tipo « d ».

Il quarto livello, ancora attivo e non rappresentato nella figura 2 b, è contenuto interamente nel 1° bancone e presenta, nelle sue parti conosciute, morfologie da meccanismi tipo « a ».

È interessante notare come l'approfondimento di questo livello e della grotta in generale sia ormai giunto al termine, essendo il contatto gessi - marne pre-evaporitiche ormai pochi metri al di sotto.

Lineazioni tettoniche presenti nella Grotta della Spipola

Le faglie rilevate nella cavità possono essere raggruppate in quattro gruppi in relazione alla differente direzione e meccanica. Questi gruppi sono:

- 1 - faglie normali ad alto angolo o verticali a movimento verticale (dip-slip) con due direzioni medie N 30° (N 30° E) e N 320° (N 40° W);
- 2 - faglie trascorrenti coniugate a debole componente compressiva parallele alle precedenti;
- 3 - faglie normali ad alto angolo o verticali a movimento verticale con direzione N-S;
- 4 - faglie inverse con direzione N 320° (N 40° W) e immergenti a SW.

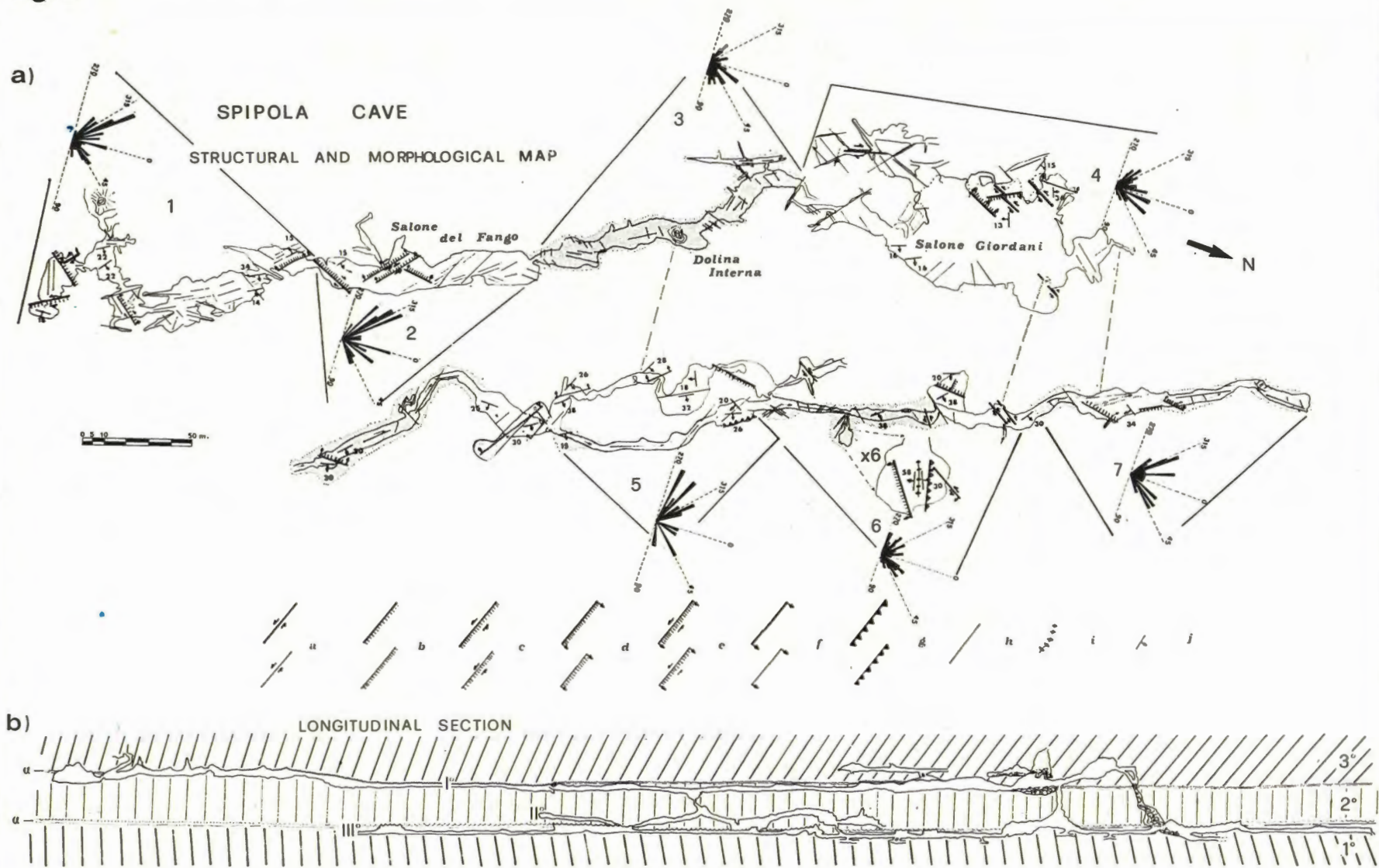
I primi due gruppi sono comuni nell'intera zona carsica e sono assai simili ai sistemi osservati nella Vena del Gesso romagnola (MARABINI e VAI, 1985). Questi due primi gruppi sono riferibili alle due prime fasi deformative che hanno afflitto la zona del complesso carsico (vedi sopra).

Il significato del terzo gruppo non è stato ancora ben compreso, sembra comunque che possa interpretarsi come associato al primo momento deformativo (faglie associate di ordine inferiore - RIEDEL, 1929; MOODY e HILL, 1956).

Il quarto gruppo è legato alla ultima fase compressiva che ha interessato i materiali affioranti nella zona ed è abbastanza recente (almeno post-pleistocenica inferiore).

I diagrammi di fig. 2 a mostrano la distribuzione di fratture e faglie (joints totali) nella cavità. I vari diagrammi sono relativi a settori a diversa distribuzione.

fig. 2



L'andamento generale dei joints che emerge dall'analisi complessiva dei diagrammi mostra due massimi principali nelle direzioni N 30°-45° (N 30°-45° E) e N 310°-330° (N 30°-50° W), con un altro massimo meno importante in direzione circa N-S. Questa distribuzione è coerente con l'andamento delle faglie osservate nella cavità, le variazioni riscontrabili nei diversi settori sono da metter in relazione alle diverse faglie dominanti nei settori stessi. La direzione in assoluto prevalente dei joints è quella attorno a N 320° (N 40° W), la quale corrisponde con la direzione di sviluppo preferenziale della cavità.

Conclusioni

I vari livelli che formano la Grotta della Spipola mostrano una direzione comune di massimo sviluppo, si può supporre, quindi, un meccanismo genetico comune. Noi pensiamo perciò che la grotta si sia impostata e poi sviluppata principalmente lungo le discontinuità tettoniche orientate N 310°-330° (N 30°-50° W), direzione questa di maggior fratturazione per molti settori della cavità (settori 1, 2, 5, 7 in fig. 2 a). Nei settori 3, 4 e 6 si ha la massima fratturazione in direzione N 30°-40° (N 40° E), mentre il senso di sviluppo preferenziale rimane lo stesso comune all'intera cavità. Il mancato sviluppo di importanti fenomeni carsici con quest'ultimo orientamento è da noi messo in relazione alla presenza dei livelli di marne eusiniche di interstrato, che, immergenti ad Est (in media di 25°) possono aver ostacolato il flusso orizzontale delle acque parallelo all'immersione dei banconi e favorito lo scorrimento delle acque parallelamente alla direzione degli strati.

I quattro livelli nei quali si articola la grotta possono rappresentare altrettanti livelli di approfondimento significativo del livello di base del sistema idrografico della cavità. Questa è per ora soltanto un'ipotesi, poiché non abbiamo ancora collegato i livelli nella grotta con i livelli di base del sistema idrografico esterno.

Ovviamente i collassi e i crolli di blocchi sono successivi all'azione di formazione ed allargamento della cavità ad opera delle acque. I tipi genetici di crolli prima descritti sono strettamente legati, anzi determinati dall'intensità della fratturazione e dalle differenti situazioni stratigrafiche. In alcuni casi si sono succedute più morfologie; come tipicamente è avvenuto nelle grandi zone di crollo che hanno interessato più di un bancone di gesso e/o più di un livello.

Fig. 2. a) - Pianta strutturale e morfologica della Grotta della Spipola, eseguita sulla cartografia del G.S.B. - U.S.B.

Spiegazione dei simboli (i simboli più marcati rappresentano faglie con lineazioni evidenti sui piani): a) faglie trascorrenti con componente inversa; b) faglie verticali dip-slip; c) faglie verticali dip-slip con componente trascorrente; d) faglie normali; e) faglie normali con componente trascorrente; f) faglie inverse ad alto angolo; g) faglie inverse a basso angolo; h) fratture; i) assi di sinclinali; piano di giacitura dei banconi di gesso.

I numeri presso i diagrammi indicano i vari settori della cavità (vedi il testo); le aree retinate corrispondono a zone interessate da sola azione idrica.

b) - Sezione longitudinale della Grotta della Spipola (senza esagerazione verticale), su cartografia di base del G.S.B. - U.S.B., modificata.

Spiegazione dei simboli: (i livelli di marne eusiniche di interstrato; 1°, 2°, 3°) (banconi di gesso; I°, II°, III°) livelli di sviluppo della cavità, manca quello inferiore, attivo.

SCHEMATIZZAZIONE DEI TIPI MORFOLOGICI

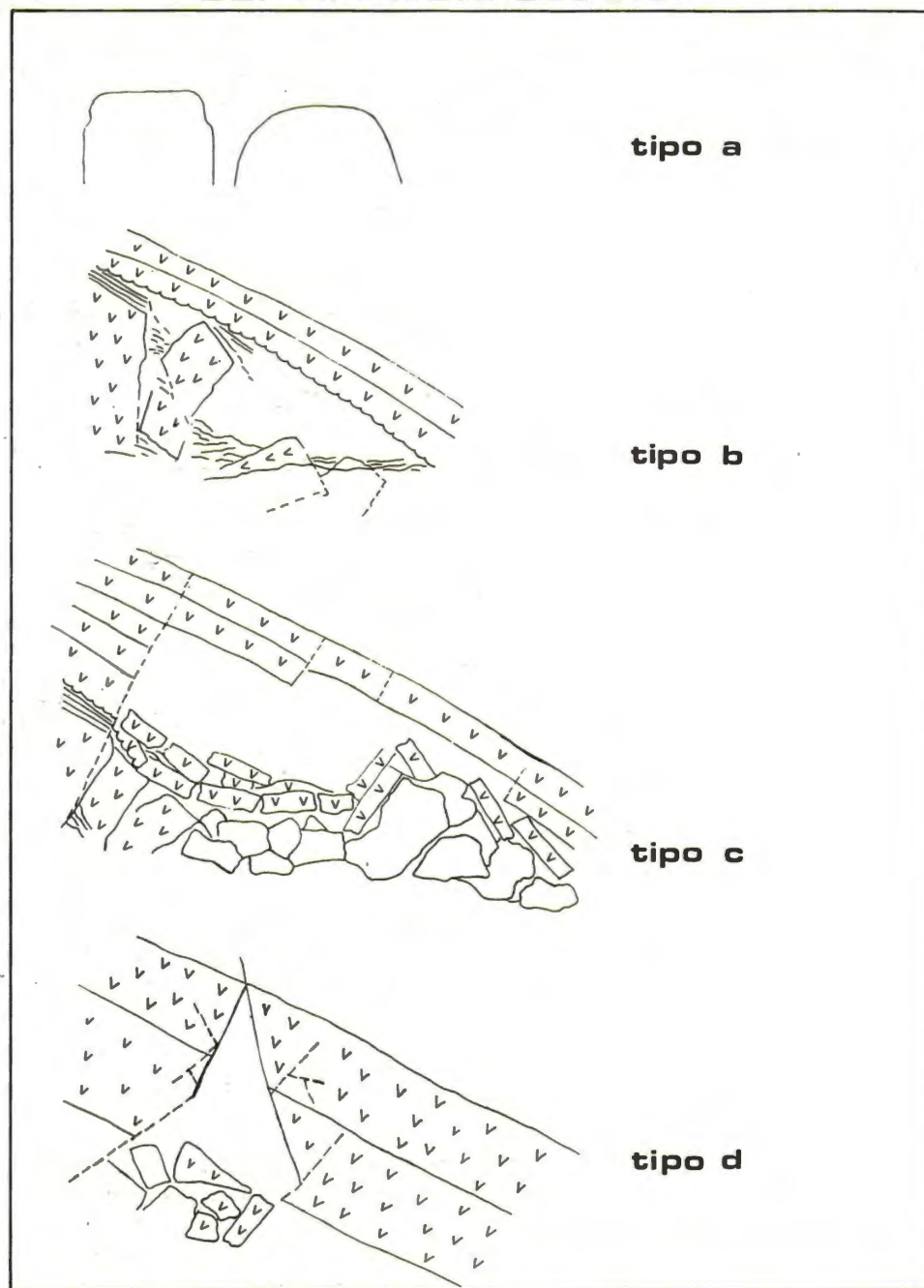


Fig. 3. - Schemi ideali dei vari tipi genetico-morfologici.

Ringraziamenti

Gli autori sono profondamente grati ai Proff. Alberto Castellarin, Paolo Forti, Ernesto Rabbi e Gian Battista Vai per gli utili suggerimenti sui vari aspetti del lavoro e per la lettura del manoscritto e al Dott. Renzo Sartori per la lettura critica del testo e l'indispensabile aiuto datoci nella stesura in inglese del lavoro. Un ringraziamento particolare va alla Prof. Anna Maria Borsetti, le cui determinazioni micropaleontologiche e cronostratigrafiche sono state essenziali per lo sviluppo della parte geologica di questo lavoro.

Si ringraziano inoltre: il Sig. Claudio Busi per l'esecuzione delle fotografie; il Sig. Maurizio Fabbri per le utilissime discussioni sulla presentazione grafica dei dati e per l'aiuto nell'esecuzione dei diagrammi e la Sig.ra Patrizia Ferraresi per il disegno della carta geologica. Si ricordano, inoltre, con gratitudine i componenti dei gruppi speleologici G.S.B. - U.S.B. di Bologna, per l'aiuto tecnico ed i continui incoraggiamenti.

Bibliografia

- BERTOLANI M., 1972 - Aspetti del fenomeno carsico nei gessi. *Grotte d'Italia*, s. 4, 199-218.
- BRUNI P., 1973 - Considerazioni tettoniche e paleogeografiche sulle serie dell'Appennino bolognese tra il F. Santerno ed il F. Idice. *Mem. Soc. Geol. It.*, 12, n. 2, 157-185.
- FANTINI L., 1934 - Le Grotte Bolognesi. Off. Grafiche Combattenti, Bologna, 67 pp.
- FAZZINI P. & GELMINI R., 1982 - Tettonica trasversale nell'Appennino settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 24, 299-309.
- 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. *Quaderni Regione Emilia-Romagna*, 60 pp.
- GRIMANDI P., 1980 - Grotta della Spipola: il rilievo. *Sottoterra*, 55, 23-26.
- GRIMANDI P., BRINI M. & FABBRI M., 1982 - Il complesso Spipola-Acquafredda alla luce delle recenti esplorazioni. *Atti XIV Cong. Naz. Spel.*, Bologna, 47-60.
- LIPPARINI T., 1966 - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, foglio 87, Bologna.
- LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI R., THIEME R., BONGIORNI D. & DONDI L., 1963 - Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino padano. *Bol. Soc. Geol. It.*, 81, n. 4, 5-245.
- MARABINI S. & VAI G.B., 1985 - Analisi di facies e macrotettonica della Vena del Gesso romagnola. *Boll. Soc. Geol. It.*, 104, 21-42.
- MERLA G., 1951 - Geologia dell'Appennino settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, 70, 95-382.
- MOODY J.D. & HILL M.J., 1956 - Wrench fault tectonics. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 70, 1207-1246.
- PASINI G., 1958 - Esplorazione del torrente sotterraneo Acqua Fredda (Croara - Bologna). *Studia Speleologica*, 3, 103-10.
- PASINI G., 1967 - Osservazioni sui canali di volta delle grotte bolognesi. *Grotte d'Italia*, s. 4, 1, 17-57.
- PASINI G., 1972 - Sull'importanza spelogenetica dell'erosione antigrafitiva. *Grotte d'Italia*, s. 4, 4, 297-321.
- RIEDEL W., 1929 - Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen. *Zentralbl. f. Mineral. Geol. Paleon.*, v. 1929 B, 354-368.

- RICCI LUCCHI F., COLELLA A., ORI G.G. & OGLIANI F. (with the collaboration of PADOVANI M. A., PAINI G. C., RAFFI S. & VENTURI L.), 1981 - Pliocene fan deltas of the Intra-apenninic Basin, Bologna, in: F. RICCI LUCCHI « Excursion Guidebook, 2nd I.A.S. Reg. Mtg. Bologna », 79-162.
- RICCI LUCCHI F., COLALONGO M. L., CREMONINI G., GASPERI G., IACCARINO S., PAPANI G., RAFFI S. & RIO D., 1982 - Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico. in: G. CREMONINI & F. RICCI LUCCHI « Guida alla geologia del margine appenninico-padano », *Guida Geol. Reg. S.G.I.*, 17-46.
- TREBBI G., 1903 - Ricerche speleologiche nei gessi del Bolognese. *Riv. It. di Speleologia*, 1 (n. 3-4).
- TREBBI G., 1926 - Fenomeni carsici nei gessi del Bolognese: la risorgente dell'Acqua Fredda. *Giorn. Geol.*, s. 2, 2, n. 1, 1-13.
- VAI G.B. & RICCI LUCCHI F., 1976 - The Vena Gesso in Northern Apennines: growth and mechanical breakdown of gypsified algal crusts. *Mem. Soc. Geol. It.*, 16, 217-249.

MASSIMO BRINI, PAOLO GRIMANDI (*)

OSSERVAZIONI SULLA MORFOLOGIA DEI GRANDI CANALI DI VOLTA PRESENTI NELLA « GALLERIA DELLA DOLINA INTERNA », NELLA « GROTTA DELLA SPIPOLA » (Bologna, Italia).

NOTA PRELIMINARE

RIASSUNTO - Fra le numerose morfologie che caratterizzano la « Grotta della Spipola » (5 ER/BO), spiccano per importanza e varietà di forme i grandi canali di volta, presenti in molte parti della cavità, ma con particolare evidenza nella così detta « Galleria della Dolina Interna », a 330 m dall'ingresso.

In questo tronco della grotta la volta, intatta, conserva una miriade di canalicoli di sviluppo e dimensioni estremamente diversificate.

Il rilevamento topografico di dettaglio dell'intero reticolo di canalizzazioni e la raccolta di altri dati e parametri hanno offerto lo spunto per una prima correlazione fra gli elementi finora accertati e per la formulazione di ipotesi interpretative dei complessi meccanismi attraverso i quali si sono evolute le attuali morfologie.

ABSTRACT - Some observations on the morphology of the big roof tubes in the « Inside dolina gallery » of the « Grotta della Spipola » (Bologna, Italy). A preliminary note.

The big roof tubes stand out for importance and variety of shapes among the numerous morphologies that characterize the « Grotta della Spipola » (5 ER/BO). They are present in many parts of the cave, but particularly in the part called « Inside dolina gallery », at 330 m from the entrance. In this section of the cave the roof is intact and presents a lot of little channels extremely diversified in development and dimension. The detail survey of the whole network of channels and gathering of other data and parameters have been the starting-point for a first correlation of the elements checked up to now and for some interpretative hypotheses on the complex, evolutive mechanisms of present morphologies.

INTRODUZIONE

Nella « Grotta della Spipola » (n. 5 ER/BO) (FANTINI, 1934), a 330 m dall'ingresso, ad una quota relativa di circa — 18,50 m, subito al termine

(*) Gruppo Speleologico Bolognese del C.A.I., Unione Speleologica Bolognese, Società Speleologica Italiana.

del « Salone del Fango », e ad esso raccordata da uno scivolo subverticale, noto come il « Toboga », è situata una galleria, lunga 150 m e larga mediamente 6-8 m, la cui morfologia si discosta profondamente da quelle che caratterizzano gli altri vani, anch'essi altimetricamente ascrivibili al livello superiore della cavità.

Questa singolarità deriva dalla presenza di una miriade di canali di volta, di ogni dimensione e forma, talvolta anastomizzati fra loro, e dalla scarsa rilevanza di fenomeni graviclastici, che, interessando solo brevi tratti delle pareti e del soffitto della galleria, ha consentito la loro conservazione. Dette canalizzazioni scompaiono poi improvvisamente, anche se sarebbe più corretto dire che quasi si azzerano, nell'ampia volta piana e lustrata che sovrasta la « Dolina Interna », a 70 m dall'inizio della Galleria omonima, per ricomparire, con geometrie ancora diversificate e non meno imponenti, poco oltre la Dolina.

Si intende per « Dolina Interna » una depressione imbutiforme, scavata nei sedimenti che costituiscono il pavimento della Galleria, del diametro massimo di 10 m, dalla quale viene drenato il più cospicuo corso d'acqua del livello alto della Grotta, che di qui si immette, una ventina di metri più in basso, nell'alveo del Torrente Acquafredda.

I dati e le osservazioni esposte in questa nota preliminare riguardano i canali di volta rilevati nel primo tratto di questa Galleria, dal « Toboga » alla « Dolina Interna ».

La prima fase della ricerca ha considerato ogni canale di volta come una cavità a sé stante, poi le interazioni fra un canale e l'altro, ed infine l'insieme dei canali come un sistema di cavità.

Per operare con questo metodo, si è reso necessario situare ogni canale nel contesto topografico della Galleria, cioè rispetto alle pareti che ne delimitano il perimetro, mediante il rilevamento dei dati di lunghezza, direzione, dimensioni trasversali ed eventuale pendenza dei condotti, e nei confronti del piano della Galleria principale, già quotato, attraverso la misura della sommità della volta.

Ulteriori elementi raccolti sono stati quelli riguardanti la distribuzione e la natura dei riempimenti e la presenza di fratture.

ELEMENTI GRAFICI

La planimetria di Fig. 1 illustra la proiezione della volta della Galleria della Dolina, sulla quale è tracciato — a tratto continuo — l'anda-

mento dei canali principali, designati con numero progressivo ordinale (1°, 2°, ecc.) e di quelli secondari o di raccordo, designati con lettere (Q, R, S, ecc.). Le pareti che delimitano la Galleria sono anch'esse a tratto continuo, mentre a tratteggio sono riportati i dislivelli e le discontinuità fra i vari canali di volta, le eversioni e le cupole.

I contorni a punto e linea indicano importanti elementi caratteristici, situati sul pavimento della galleria: crolli, dislivelli, quinte di roccia.

Il simbolo adottato per i riempimenti argillosi è il doppio tratteggio parallelo; l'eventuale presenza di clasti è segnalata con il simbolo « ° »; per le pareti e i massi di gesso il segno adottato è « v ».

I Capisaldi riferiti al rilievo della « Grotta della Spipola » (GRIMANDI, 1980) sono materializzati, nella planimetria, con il loro numero cardinale (37, 38, ecc.), seguito da un triangolo.

Gli altri numeri cardinali, con punto, segnalano l'ubicazione delle sezioni trasversali dei singoli canali di volta (riportate in Fig. 2), orientate in direzione del flusso, e vanno pertanto osservate da monte a valle.

L'ordinata funge da asse di simmetria verticale, mentre l'ascissa indica la quota del pavimento attuale, nel punto in cui è stata ricavata la sezione o lungo il tratto in cui il canale ha eguali caratteristiche geometriche. Il tratteggio periferico delle sezioni è utilizzato per far risaltare i contorni, e non suggerisce connotazioni stratigrafiche.

Il poligono stellare di Fig. 3 schematizza l'orientamento della sommatoria degli assi di sviluppo dei canali di volta, suddivisi in due gruppi: grandi e piccoli, intendendo il parametro « grandezza » come ampiezza trasversale di ogni canale, misurata nel punto di intersezione con il sottostante soffitto della Galleria.

DESCRIZIONE DELLE MORFOLOGIE E REGIME IDRICO ATTUALE

Il primo settore della Galleria, per una trentina di metri, verso W., è praticamente intatto: solo le pareti sono modificate dal collasso di cornici relitte e di sedimenti. I canali sono integri, come risulta dalle sezioni riportate.

Il lato E è invece interessato dai crolli, che hanno isolato grandi parallelepipedi di roccia, lame e pendenti e causato il distacco di una cu-

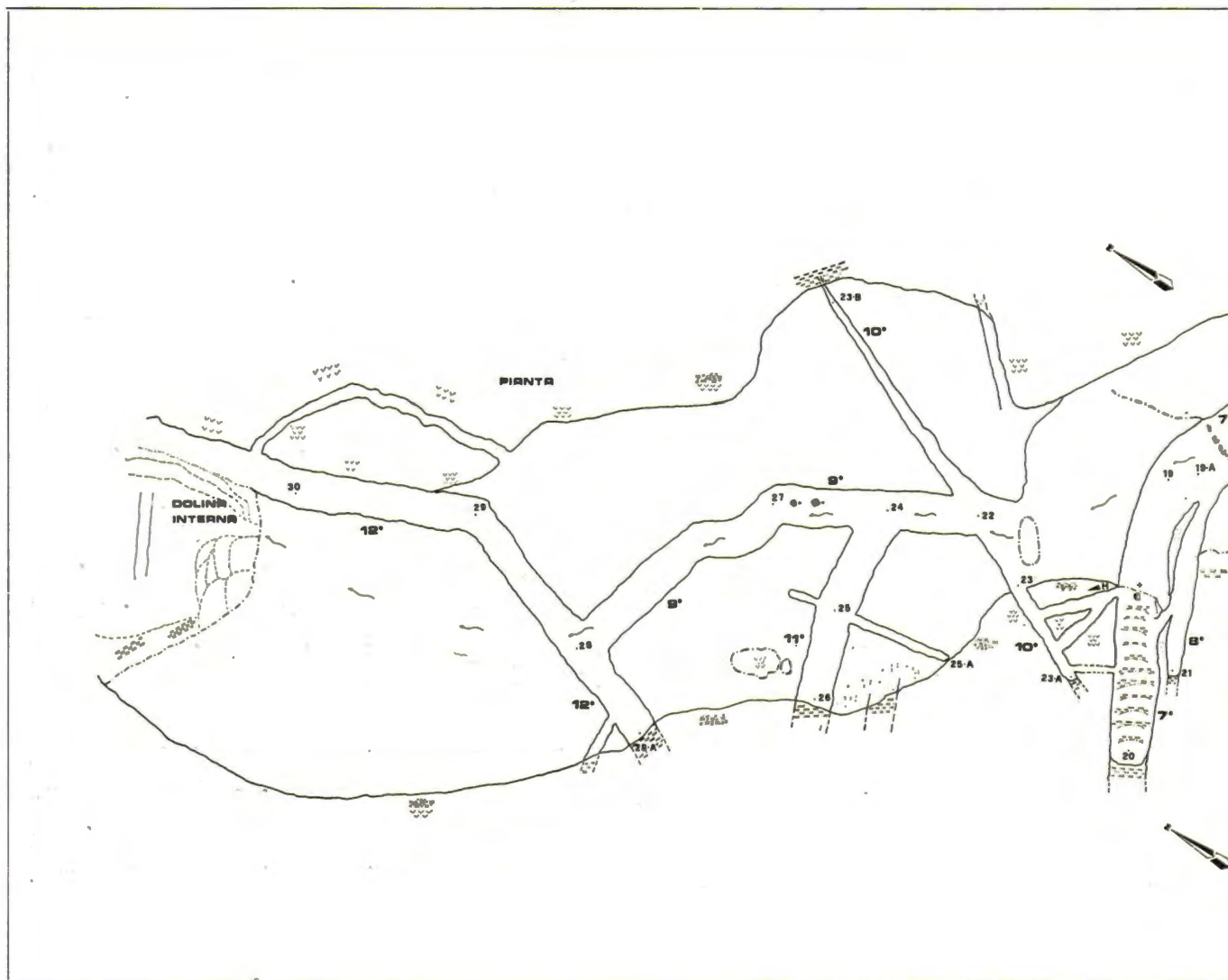
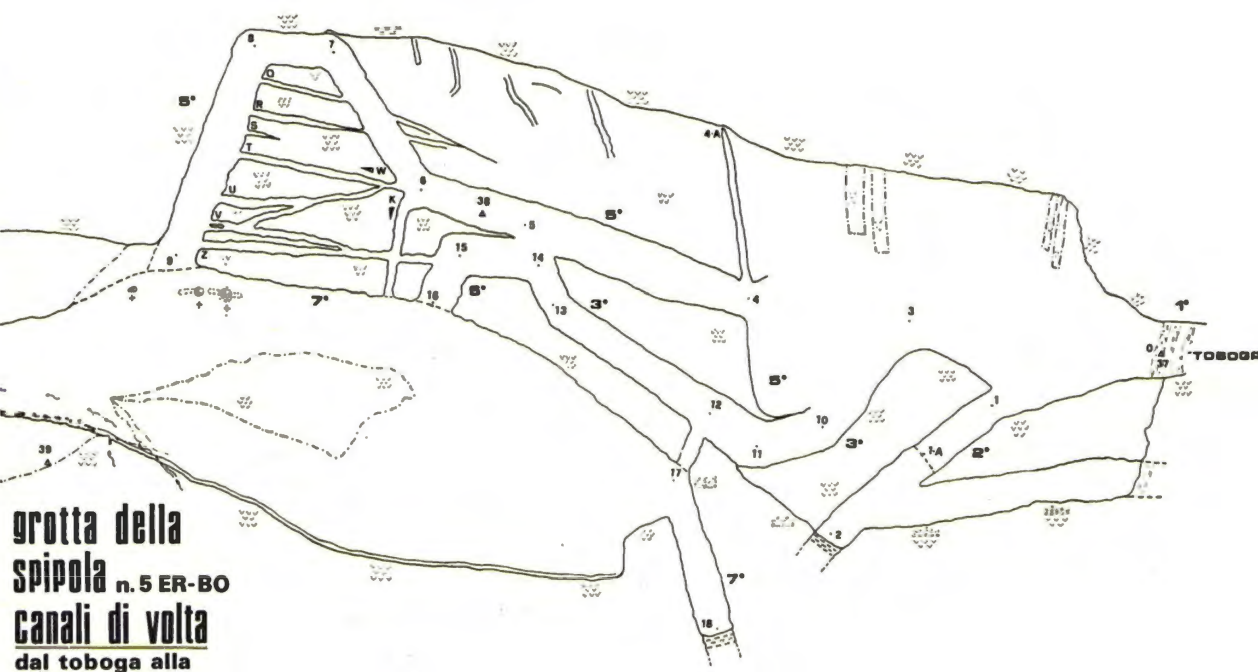


Fig. 1 - Planimetria della Galleria della Dolina Interna: l'andamento dei canali principali, indicati con lettere (Q, R, etc.), sono disegnati con tratto continuo, mentre a tratteggio sono riportati i dislivelli tra i vari canali, le evorsioni e le cupole. I numeri cardinali seguiti da un triangolo indicano i capisaldi del rilievo topografico della Grotta della Spipola. I numeri cardinali seguiti da un punto indicano le sezioni trasversali dei singoli canali di volta, riportate in fig. 2.



**grotta della
spipola n. 5 ER-BO**
canali di volta
**dal toboga alla
dolina interna**

PIL: BRINI, GRIMANDI.
G. S. B. - U. B. B. 1985



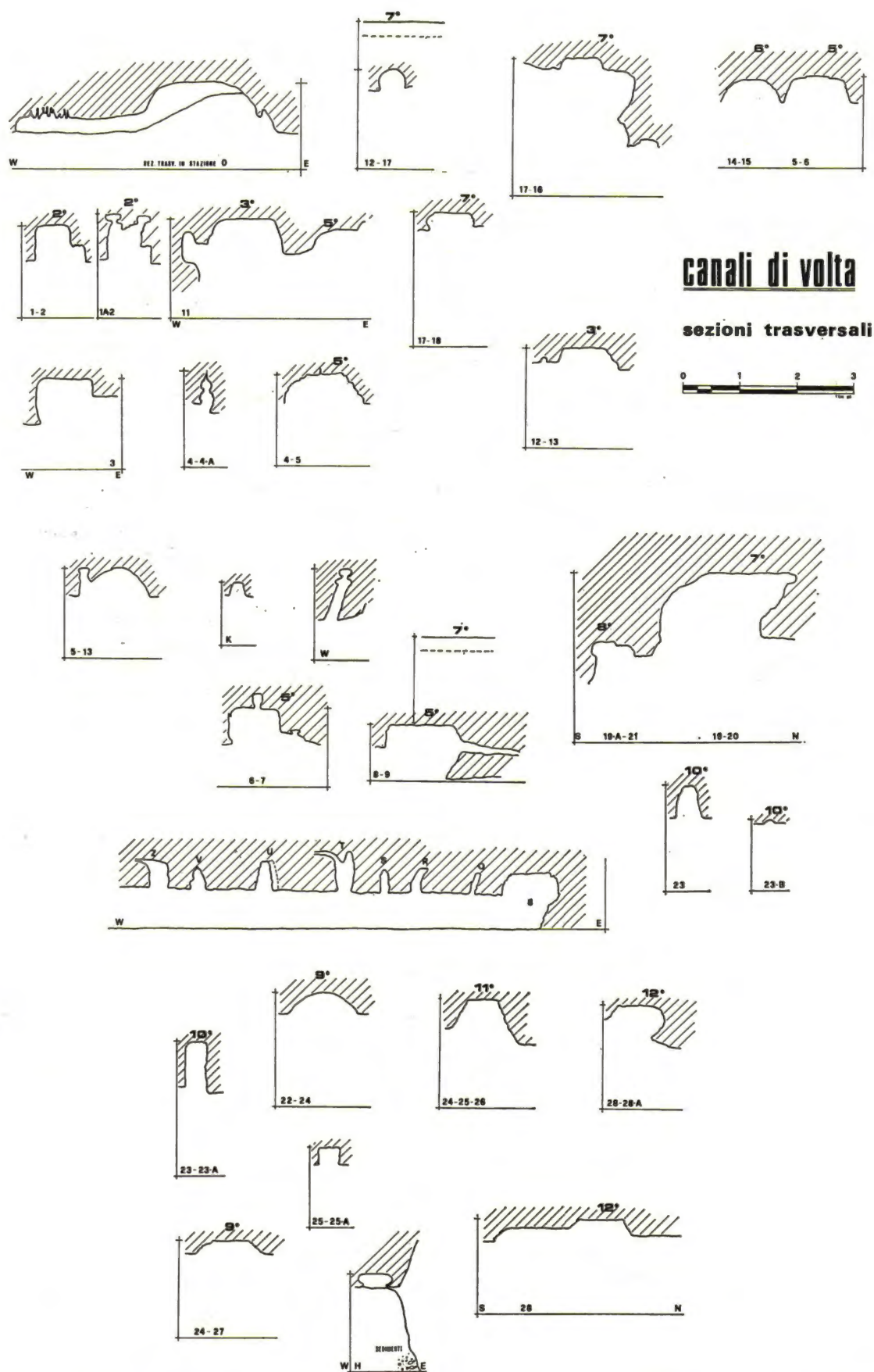


Fig. 2 - Sezioni trasversali dei canali di volta la cui pianta è riportata in fig. 1: l'ordinata funge da asse di simmetria verticale per ogni singolo canale, mentre l'ascissa indica la quota del pavimento attuale.

riosa sezione, apparentemente di origine erosiva, il cui estradosso emisferico (convesso) coincide con la superficie subcircolare (concava) di un'ansa laterale di un canale.

L'ampliamento della galleria, verso W, è stato determinato da un vasto movimento tettonico, indubbiamente innescato dallo svuotamento degli ampi profili erosivi preesistenti, un meccanismo distruttivo facilitato dalla inclinazione degli strati, che si immergono con un'inclinazione di 19° verso N.E. e dall'allineamento dei canali lungo la direzione degli strati.

GALLERIA DELLA DOLINA INTERNA

POLIGONO STELLARE ANDAMENTO DEI CANALI DI VOLTA

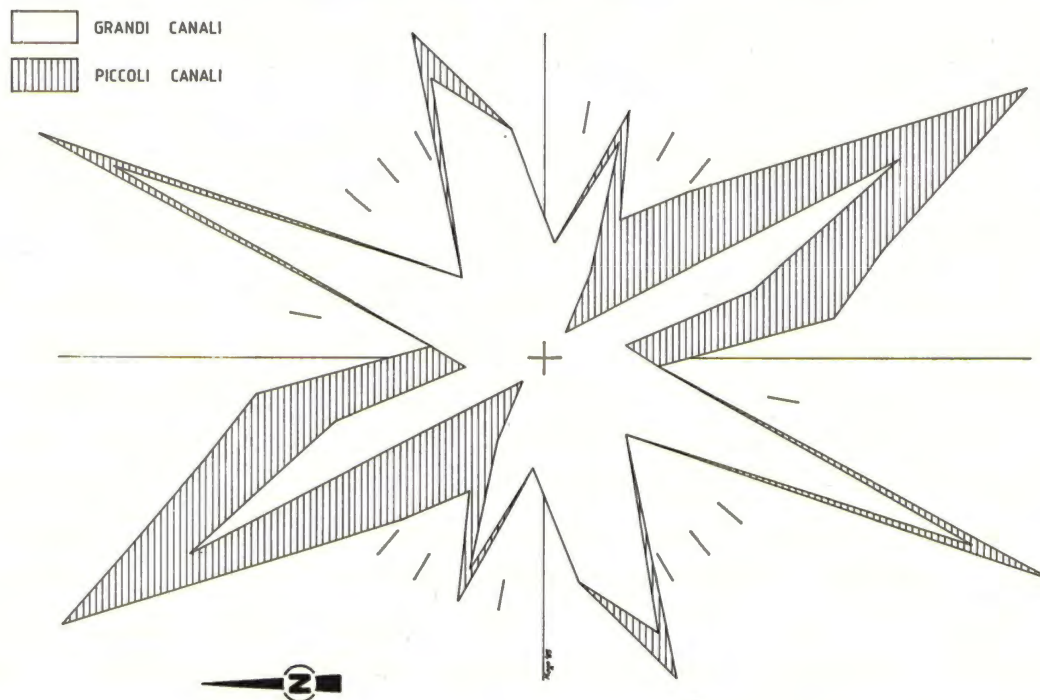


Fig. 3 - Diagramma stellare dello sviluppo delle direzioni di flusso dei canali di volta, distinti tra grandi canali e piccoli canali.

Dalla parete W proviene il Can. 7°, il maggiore della Galleria, la cui altezza sul pavimento si innalza fino a m 1,80-2.20,, (Sez. 18-17) e di cui manca tutta la sezione occidentale, coinvolta dai crolli. Il Can. 7° termina occluso da riempimenti, alle Sez. 19-20.

Verso N la volta si abbassa, e da un'altezza di poco superiore ad 1 m, caratteristica del tratto in cui sono scavati i Can. 2°, 3°, 5° e 6°, si passa ai 0,90 m del settore occupato dal Can. « K » e ai 0,70 del tronco in cui compaiono i Can. « Q, R, S, T, U, V, W e Z ».

Pure la parete prospiciente il P. 39 r.t. è esito di crolli: l'ablazione dei riempimenti delle condotte ha anche in questo caso prodotto il rovesciamento delle mensole N.E. dei canali, che ha indotto ulteriori movimenti nelle strutture retrostanti.

Il Canale 10°, ortogonale alla Galleria, delimita un nuovo, repentino abbassamento della volta, che si attesta su di un'altezza di 1,40-1,60 m dal suolo, fino alla « Dolina Interna » (Can. 9°, 11°, 12° ed altri minori).

Nei 26 m che precedono la « Dolina Interna », entrambe le pareti mostrano sezioni in cui le stratificazioni gessose, profondamente incise da più livelli erosivi, si alternano a banchi di sedimenti compositi (argille, sabbia grossolana, clasti).

Presso il Can. 11° si osserva un masso (1,5 x 1 c.a) la cui cuspide è letteralmente infissa nella volta e che, nella vasta superficie di contatto, del tutto sbriciolata, mostra gli effetti di una enorme compressione.

Il pavimento della galleria è costituito da un letto di sedimenti compattati, che è stato sondato, in occasione di questa ricerca, fino oltre m 1,50 di profondità, ma dei quali non è stato al momento possibile estrarre campioni stratigraficamente attendibili.

Quasi ovunque è visibile, in superficie, o rintracciabile al di sotto di più recenti depositi alluvionali, eminentemente argillosi, una crosta stalagmitica carbonatica, dello spessore medio di cm 1,5 (nel tratto ascendente), depositata dalle acque di un torrentello di portata esigua, ma pressochè perenne, che sgorga da un canalicolo situato alla base della parete W della Galleria, a 27 m dal Toboga.

Il pavimento sale lievemente (30 cm) dal Toboga fino al P. 39 r.t., con una pendenza dell'1%, poi assume un costante, accentuato decremento, fino al bordo della Dolina Interna (4%). Un'unica discontinuità altimetrica, di 20 cm, interrompe la livelletta della Galleria, ed è dovuta allo sfondamento dell'incrostazione stalagmitica (spessore 2 cm) che proteggeva i sedimenti di fondo, i quali, una volta messi a nudo, sono stati parzialmente rimossi dal torrente.

Il regime idrico instauratosi al presente nella Galleria è determinato

dall'unico torrente sopra citato, che normalmente scorre in direzione N.-N.W., fino a che viene inghiottito dalla Dolina.

In occasione di incrementi di portata o accumulo di sedimenti lungo l'asta principale, l'acqua però spaglia verso S.-S.E., causando temporanei allagamenti nel tratto a monte della condotta, che giungono a lambire la base del Toboga.

La potente copertura stalagmitica (oltre 4 cm) che riveste il riempimento di argilla, sabbia e ciottoli in corrispondenza della Dolina Interna non interessa tuttavia il solo versante del cono rovesciato sul quale scorrono le acque del torrente, ma anche quello opposto, ove frange sospese nel vuoto, isolate dalla erosione dei sottostanti sedimenti portanti, indicano che in questo punto, per un tempo più o meno lungo, è stato drenato un altro collettore, con scorrimento a pelo libero, situato a valle della Dolina.

Si tratta, probabilmente, di un'antica derivazione dal ruscello che percorre la galleria cui si accede attraverso i cunicoli scavati nella parte W della condotta (P. 45 r.t.), a 50 m dalla Dolina Interna, verso N.W., galleria questa sopraelevata e parallela rispetto a quella principale.

Attualmente, in caso di piena o dopo il disgelo, le acque dilagano in direzione N.-N.E. ed indugiano nel vano che precede il cunicolo di 40 m che introduce nel « Salone G. Giordani », fino a quando l'evaporazione e l'assorbimento da parte della rete di microfratture capillari le esaurisce.

Anche nel cunicolo che reca al « Salone Giordani », poco al di sotto di una sottile coltre di argilla, è reperibile un crostone alabastrino, e le pareti mostrano superfici arcuate, inequivocabile testimonianza di attività idrica.

LE FRATTURE

Le indagini strutturali recentemente condotte all'interno della « Grotta dello Spipola » da FINOTELLI, GIRALDI E PINI (1986), i cui risultati sono stati esposti in occasione di questo Simposio, hanno accertato un'accentuata carenza di fratture proprio nel tratto compreso fra il Toboga e la Dolina Interna.

Sono state rilevate in gran parte microfratture verticali o subverticali, il 19% delle quali con orientamento 74°-78° N, il 9% comprese fra i 22 ed i 26° N, e fra 58 e 62° N, il 7% fra i 330 ed i 337° N.

Solo alcune di esse sono allineate lungo l'asse dei canali di volta, dove si possono seguire per tratti assai limitati, fatta eccezione per il Can. 4-4A, per il Can. 10° e per la serie di canalicoli « a ponte » designati con lettere, tutti impostati su piccole fessurazioni continue.

Si ipotizza che le tracce di molte fratture originarie siano state interamente cancellate dai processi di dissoluzione della roccia gessosa.

I CANALI DI VOLTA ED I RIEMPIMENTI

L'osservazione del poligono stellare (v. fig. 3), che sintetizza l'andamento e lo sviluppo dei canali di volta rilevati, illustra in quale misura gli assi dei maggiori condotti seguano, con orientamento 23, 67, 331°, la linea delle fratture principali, sulle quali giace l'intera cavità (FORTI et al., 1985), mentre tutte le altre canalizzazioni, se non confluenti in quelle citate, possano essere comprese su un allineamento E-W, ortogonale alla serie di faglie N-W, e terminino tutte occluse da sedimenti.

Si nota inoltre che solo i canali volti ad W si esauriscono nei riempimenti: il 2°, il 7°, 8°, 10°, 11° ed il 12°, mentre nessun canale di grandi dimensioni termina a contatto con la parete E o N.

Infine, i canalicoli abortiti od ostruiti, evolutisi lungo fratture (il 5°, nel tratto 4-4A, il 10° ed altri minori, non rilevati), sono disposti sull'asse 23 e 45° N e sono gli unici ad evidenziare sezioni in cui la dimensione verticale è preponderante rispetto a quella orizzontale.

Per quanto riguarda le numerose canalizzazioni parallele, « a ponte », a volta piana o appena arcuata (Can. Q, R, S, T, U, V, W, Z), esse hanno più o meno la stessa direzione: 151 N, e, come si è detto, seguono evidenti microfratture.

Tutte sono invariabilmente derivate dal Can. 5° o dal suo diverticolo « K », e sfociano, dopo restringimenti e confluenze, ancora nella prosecuzione del Can. 5°, alla cui volta si raccordano i piani sommitali dei singoli canali.

Nella parete N del Can. 5°, il parziale ampliamento di fessurazioni e nicchie conferma l'intenso lavoro delle acque.

L'andamento dei canali è rettilineo; i cambiamenti di direzione di norma avvengono con angolazioni molto ristrette, comprese fra i 45 ed i 90°.

Le intersezioni fra un canale e l'altro e la penetrazione nelle pareti della Galleria, considerata la dislocazione planimetrica di ogni canale e dell'insieme dei canali nell'ambito dell'elemento contenitore, si verificano, nella maggior parte dei casi, su assi ortogonali.

Tutti i canali di volta rilevati, indipendentemente dalle loro dimensioni trasversali e dalla quota relativa rispetto al pavimento della Galleria, hanno la volta piana.

Si discostano dalla regola alcuni brevi tratti, e segnatamente il raccordo fra il Can. 3° ed il 7°, fra le Sez. 12 e 17, il solo punto di contatto fra il Can. 3°, il 5° ed il 6°, presso la Sez. 14, ed il breve tratto iniziale (Sez. 22-24) del Can. 9°.

Queste sezioni, tipiche di morfologie singenetiche, costituiscono eccezioni in un contesto caratterizzato da forme chiaramente paragenetiche, e sono probabilmente derivate da situazioni di disturbo della normale circolazione idrica, estremamente circoscritte.

Nel primo caso (Sez. 12/17), l'anomalia si riterrebbe ascrivibile al netto dislivello esistente fra l'affluente ed il collettore Can. 7°, pari a circa 80 cm.

Nel secondo (Can. 3°), è ipotizzabile che la doppia confluenza con il Can. 5° e 6° abbia innescato fenomeni di particolare turbolenza.

Altrettanto può dirsi per il terzo caso (imboccatura Can. 9°), ove la causa di perturbazione potrebbe essere identificata nella frattura sulla quale si è insediato il Can. 10°.

EVORSIONI E CUPOLE

La volta dei Can. 7° e 9° è interessata in alcuni punti, molto ravvicinati, da evorsioni e cupole, che si rastremano progressivamente verso l'alto, partendo da fori subcircolari del diametro di 20-40 cm.

Queste forme si insinuano più o meno profondamente all'interno della volta, in direzione del canale che le ospita.

In dettaglio: nel Can. 7°, a monte della confluenza con il Can. 5°, il diametro iniziale è di 25 cm per la prima evorsione, che si prolunga a valle per 60 cm. La seconda, del diametro di 40 cm, procede per 70 cm verso la Dolina, e di 40 verso il Toboga. Una serie di concavità allineate si trova sulla verticale del punto di emergenza del torrente, dove il piccolo

canale di volta che scorre lungo la linea di distacco del crollo che ha esposto la parete S.W., dà luogo a strutture simili ad evorsioni, che attraversano il Can. 7°, in direzione N.

Ancora nel Can. 7°, all'intersezione con il Can. « H », altre evorsioni, del diametro di 25 cm, che si innalzano per 130 cm.

Nel Can. 9°, a monte della Sez. 27, le ultime due: la prima del diametro di 20 cm, alta 70 cm, e la seconda, del diametro di 25 cm, alta 15.

Alcune di esse sono alimentate da percolazione d'acqua o stillicidio, tranne quelle che costituiscono solo un tratto ascendente del Can. « H ».

CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Alla luce degli elementi topografici e morfometrici finora raccolti, si può ritenere che quasi tutti i canali di volta presenti nella Galleria della Dolina Interna, ancorchè talora geneticamente predeterminati dall'ampliamento di primitivi tubi freatici, impostati su fratture, abbiano poi subito il pesante condizionamento delle basse velocità di afflusso delle acque, e si siano quindi evoluti, secondo il noto processo antigrafitivo (PASINI, 1975; BINI 1978), attraverso la deposizione di sedimenti argillosi, verso forme paragenetiche.

L'instaurarsi di un regime vadoso, conseguente improvvisi abbassamenti del livello piezometrico (dovuti a mutazioni della rete idrografica esterna ricevente, o a rapide catture del corso d'acqua a monte, che hanno più volte alterato il carico e la velocità dei vettori idrici all'interno della cavità), ha poi causato lo svuotamento di determinati livelli della grotta (e l'isolamento di altri) interessati dai canali di volta, senza peraltro intaccare i riempimenti costipati e ben protetti nelle condotte laterali o più elevate, sezionate e messe a nudo dalla più recente fase di ringiovanimento della Galleria.

Da un primo esame dei riempimenti accumulati nelle anse laterali della Galleria e nei canali di volta, si è potuto constatare che quelli situati fino ad una certa altezza (m 1,30 circa), sono piuttosto incoerenti, composti da limi e argille sabbiose, mescolate a grandi quantità di ciottoli arrotondati (gran. media 3 cm) e a clasti a spigoli vivi, anche di medie dimensioni (oltre 8 cm). A contatto con la volta, è sempre presente un sottile strato di argilla, dello spessore medio di 5 cm.



Fig. 1 - Il canale 5°, nella Galleria della Dolina Interna - Foto: E. Rivalta (G.S.B.).



Fig. 2 - Galleria a N.W della Dolina Interna. Scalzamento al piede del grande canale di volta.

I sedimenti che riempiono le sezioni delle grandi condotte, che si esauriscono contro il lato S.W. della Galleria, sono invece costituiti da sole argille grigie, stratificate e debolmente ossidate, contenenti elementi e aggregati di ricristallizzazioni gessose.

L'attuale aspetto della Galleria si deve alla Dolina Interna, fenomeno secondario, insignificante ai fini della genesi e dell'evoluzione del livello alto della Grotta e dei suoi canali di volta, ma che, una volta instauratosi, ha svolto un ruolo determinante, in quanto ha inghiottito i depositi accumulati, che in parte tuttora vengono aggrediti e trasportati dalle acque nel livello inferiore della cavità.

Le considerazioni generali che si è in grado di trarre al termine di questa prima indagine, riguardano le relazioni esistenti fra lo sviluppo di alcuni canali « principali » e le altre parti della Grotta della Spipola.

Il Can. 1°, ad esempio, che ha inizio alla base del Toboga, e quelli ad esso paralleli, più ad W., ostruiti da depositi o sezionati da crolli, proseguivano evidentemente verso S.-S.W., ma ogni traccia di questo orizzonte di condotti, per almeno 200 m verso monte, è stata sepolta dai movimenti tettonici che hanno conferito agli ambienti la nota geometria subtriangolare o trapezia, e posto in luce il soprastante letto di strato, costellato di formazioni mammellonari.

Anche in questo settore sono frequenti tipologie di canali di volta, che hanno scavato la loro sede fra i mammelloni, o inciso e profondamente meandrizzato il soffitto in corrispondenza di giunti di strato, ma nulla che sia direttamente ricollegabile alla creazione di grandi vani, dovuti a processi di dissoluzione, forme, queste, che si riscontrano nuovamente solo nei 100 m successivi, oltre il « Salone del Fango » e dalla base del Pozzo naturale d'accesso (P. 9 r.t.), fino al P. 21 r.t.

Il Can. 7°, che è situato alla quota più elevata, rispetto agli altri, proviene da un condotto obliterato dai riempimenti, e attraversa la Galleria per una trentina di metri, poi, con una netta curva, scompare di nuovo nei sedimenti.

Così è del 2°, dell'11°, del 12° e di altri minori, che, in qualche modo, sono da ritenere interferenti con la prosecuzione del condotto già descritto, parallelo alla Galleria della Dolina Interna (Direzione 15-20° N.), accessibile dal P. 45 r.t.

Di qui provengono i torretelli di cui si è detto, ed è proprio da S.W. che si verificano tutte le attuali, rare immissioni di acque di superficie,

fluenti nel livello alto della Grotta della Spipola, che sembrano quindi assecondare la immersione delle stratificazioni.

La complessità e la vastità del fenomeno descritto, cui concorrono molti elementi morfogenetici diversi e suscettibili di molteplici interpretazioni, l'alternanza e la sovrapposizione di cicli di alluvionamento e di ablazione di depositi, la necessità di estendere la ricerca ad altri settori della Grotta, per corredare di dati e di tutti i possibili raffronti un esame completo, impediscono in questa fase di proporre altre ipotesi e, soprattutto, di esprimere conclusioni.

Lo studio approfondito dei sedimenti e dei pollini contenutivi potrà fornire ulteriori e preziose indicazioni, fino a delineare con chiarezza l'intero mosaico morfogenetico, cui questa nota preliminare ha cercato di apportare qualche tessera.

BIBLIOGRAFIA

- BINI A., 1978 - *Appunti di geomorfologia ipogea: le forme parietali*. Estr. Atti V Convegno Speleologico Trentino-A. Adige. Lavis: 22-41.
- FANTINI L., 1934 - *Le Grotte Bolognesi*. Officine Grafiche Combattenti, Bologna: 25-38.
- FINOTELLI F., GIRALDI E., PINI G. A., 1986 - *Genetical Analyses of natural cavities in the Messinian evaporites of the area of Bologna (Italy)*. Atti Symposio Internazionale sul carsismo nelle evaporiti, Bologna, 1985. FSRER e IIS.
- FORTI P., FRANCAVILLA F. ed altri, 1985 - *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna*. Regione E.R., Università di Bologna: 27-37.
- GRIMANDI P., 1980 - *Grotta della Spipola: il rilievo*. Sottoterra, Rivista GSB. CAI Bologna, XIX (55): 23-26.
- PASINI G.C., 1973 - *Sull'importanza speleogenetica dell'erosione antigravitativa*. Le Grotte d'Italia, (4), IV, 1973: 297-322.

FORTI PAOLO (*), POSTPISCHL DANIELE (**)

RELAZIONI TRA TERREMOTI E DEVIAZIONI DEGLI ASSI
DI ACCRESCIMENTO DELLE STALAGMITI
RISULTATI PRELIMINARI DALLO STUDIO DELLE GROTT
DI BOLOGNA (ITALIA)

RIASSUNTO - Lo studio di due stalagmiti provenienti da due diverse grotte dei gessi Bolognesi, ha permesso di evidenziare la correlazione esistente tra le discontinuità degli assi di accrescimento delle stalagmiti e il catalogo dei terremoti. Risulta inoltre che l'accrescimento medio annuo delle due stalagmiti, ricavato sulla base di una scala temporale definita per mezzo del catalogo dei terremoti, è comparabile con il valore di accrescimento medio annuo ricavato sperimentalmente nel laboratorio ipogeo della Grotta Novella localizzata anche questa nei gessi Bolognesi. La stima delle date da associare alle diverse discontinuità mostrate dalle due sezioni stalagmitiche risulta più precisa di quanto si possa ottenere per mezzo di metodi radiometrici.

ABSTRACT - The analysis of two stalagmites from different caves in the gypsum outcrop near Bologna (Italy) showed a noticeable agreement in the displacements of their growing axes. Moreover these displacements seem to fit chronologically with the catalogue of the historical earthquakes for the Bologna area. And indirect proof for the reliability of the presented hypothesis was given by coherence in the growing speed for both the stalagmites: the average deduced speeds for them are very close to each other and also to the experimental one measured in the hypogean laboratory of the Novella Cave, which is not far from the caves under examination. With this method, all the discontinuities have been better defined chronologically than using radiometric datings.

1 - INTRODUZIONE

Negli ultimi anni diversi lavori hanno precisato le possibilità dell'utilizzo delle concrezioni stalagmitiche per lo studio della paleosismicità (FORTI et al., 1983; FORTI, POSTPISCHL, 1984).

(*) Istituto Italiano di Speleologia - Via Zamboni 67 - Bologna - Italia.

(**) Istituto di Topografia, Geodesia e Geofisica Mineraria - Viale Risorgimento 2 - Bologna - Italia.

Questi studi si limitavano tuttavia agli aspetti teorici del problema senza tentar di riconoscere nelle stalagmiti un particolare evento sismico.

Scopo del presente lavoro è quello di provare il riconoscimento di terremoti storici; in questo modo si viene a definire, sulla base del catalogo dei terremoti, una scala temporale per la datazione delle deviazioni dell'asse di accrescimento delle stalagmiti. La congruenza o meno delle date desumibili dalle stalagmiti con quelle che si ricavano dal catalogo dei terremoti testimonia di conseguenza della veridicità della ipotesi.

Il terremoto che è stato assunto come evento di riferimento per questo lavoro è quello del 3 Gennaio 1117 in quanto si tratta del principale evento sismico dell'Italia settentrionale.

Il quadro di danneggiamento che si ricava dalla ricerca storica mostra ampie aree in Veneto, Lombardia e Emilia in cui si sono avuti effetti fortemente distruttivi; l'area di risentimento fu pure vastissima come indicano alcune testimonianze che precisano che in concomitanza con il terremoto furono osservate oscillazioni di lampadari a Reims (Francia), Colonia (Germania) e a Montecassino (Italia).

Testimonianze di sostanziali modifiche morfologiche e ambientali sono inoltre ricavabili indirettamente dalle cronache contemporanee all'evento; come quella che ricorda come dal monastero di Meersburg furono visti i campanili e le torri della città di Costanza che prima del terremoto non si vedevano.

Nel catalogo dei terremoti (POSTPISCHL ed., 1985) il terremoto è localizzato nel Monte Baldo e risulta classificato con una intensità epicentrale di incerta attribuzione tra i gradi X e XI della scala Mercalli, Cancani, Sieberg (MCS).

Sia la localizzazione che l'intensità epicentrale, alla luce di recenti ricerche di sismicità storica (ENEL, 1985), risultano oggi da rivedere; rimane comunque confermato che attorno a quella data più scosse particolarmente violente colpirono con effetti distruttivi i principali centri delle regioni sopracitate.

Anche Bologna risulta essere stata severamente interessata dal fenomeno tettonico e di conseguenza ci si è posto il problema del riconoscimento di questo terremoto nelle stalagmiti delle grotte Bolognesi. La scelta delle grotte Bolognesi come primo luogo di applicazione di questo metodo di indagine si motiva con il fatto che in questa area carsica è operante da oltre 14 anni un laboratorio ipogeo sperimentale in cui viene studiata la velocità di accrescimento delle concrezioni alabastrine (FORTI et al., 1978).

L'area del Bolognese è stata inoltre oggetto di recenti studi di sismicità storica che hanno portato alla redazione di un attendibile e aggiornato catalogo dei terremoti (FERRARI et al., 1980; POSTPISCHL ed., 1985).

L'ipotesi di lavoro assunta per il presente lavoro è stata quindi la seguente: la prima discontinuità che mostra una sostanziale variazione della direzione della verticale locale è quella da associare al terremoto del 3 Gennaio 117.

Per il presente studio sono state utilizzate due stalagmiti provenienti rispettivamente dalla grotta della Spipola e dal Buco dei Buoi, prelevate la prima nel 1950 e la seconda nel 1978. Entrambe le grotte fanno parte di quell'area carsica nota con il nome di « gessi Bolognesi »; si aprono a pochi chilometri dalla città di Bologna e distano tra loro poche centinaia di metri. Ci si attendeva pertanto un comportamento simile nelle variazioni degli assi di accrescimento delle due stalagmiti campione. Tali variazioni sono segnalate in modo evidente tracciando l'asse di simmetria dei diversi settori di accrescimento individuati da bande particolarmente marcate, che corrispondono a periodi in cui si sono avute variazioni notevoli permanenti o momentanee delle caratteristiche chimico fisiche delle acque di percolamento.

2 - OSSERVAZIONI SPERIMENTALI

Le fig. 1 e 2 mostrano l'andamento degli assi di accrescimento delle due stalagmiti lungo un piano longitudinale scelto in modo da evidenziare le massime anomalie; queste sono state inoltre numerate a partire dalla sommità della stalagmite stessa. L'evoluzione degli assi di accrescimento è stata studiata secondo lo schema descritto nei precedenti lavori (FORTI, POSTPISCHL, 1980).

Per tarare la scala cronologica degli eventi, si è assunto come terremoto origine della prima principale discontinuità osservabile in entrambe le stalagmiti (discontinuità n. 10 per la stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi; discontinuità n. 9 per quella proveniente dalla grotta della Spipola), il sopracitato terremoto del 3 Gennaio 117.

Con queste premesse e assumendo come costante per tutto il periodo di sviluppo delle concrezioni la velocità di accrescimento è possibile ricavare il valore medio annuale di tale parametro per le due stalagmiti.

I valori di accrescimento medio annuale risultano per il Buco dei Buoi 0.15 mm/anno e 0.12 mm/anno per la Grotta della Spipola. I due valori

CRESCITA 0,1469 m/anno

BUCO BUOI

1978		0	
1924	54	0,6	1
1890	88	1,2	2
1863	115	1,7	3
1638	340	5,0	4
1607	371	5,45	5
1482	496	7,3	6
1366	612	9,0	7
1315	663	9,75	8
1277	701	10,3	9
1100	878	12,9	10
991	987	14,5	11
787	1191	17,5	12
745	1232	18,1	13

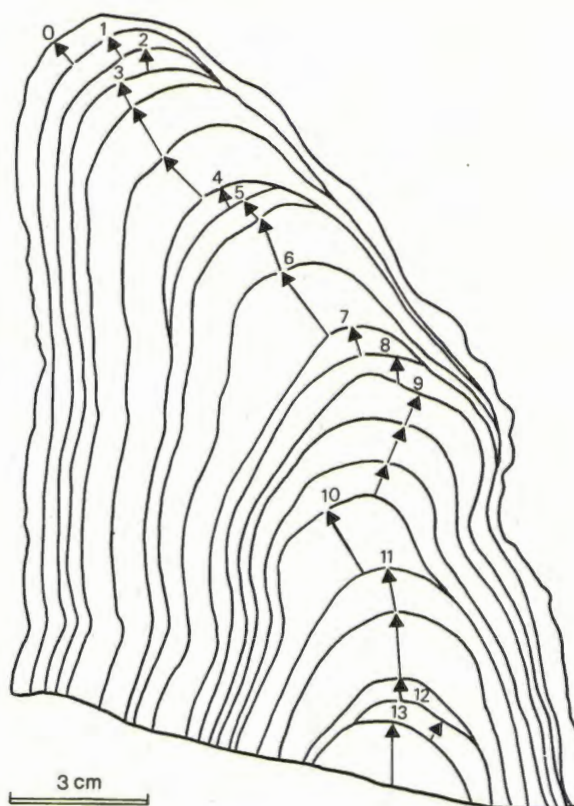


Fig. 1 - Sezione della stalagmite prelevata nel 1978 dal Buco dei Buoi con indicazione dell'asse di accrescimento: i numeri classificano le diverse anomalie per lo studio della correlazione con il catalogo dei terremoti.

così ottenuti sono congruenti e risultano inoltre in accordo con il valore di 0.14 mm/anno che si ricava sperimentalmente sulla base dei dati raccolti nell'arco di 14 anni nel laboratorio ipogeo installato nella Grotta Novella; tale grotta si apre a circa 3 km dall'area in cui si trovano le due grotte della Spipola e del Buco dei Buoi.

Questo accordo tra i valori calcolati e il valore sperimentale costituisce una conferma della ipotesi di lavoro assunta e della corretta associazione delle due discontinuità n. 10 e n. 9 al terremoto del 1117.

Sulla base di questa prima verifica della ipotesi di lavoro assunta è possibile procedere alla datazione di tutte le altre discontinuità dell'asse di accrescimento delle due stalagmiti ed è naturale, assumendo che anche queste siano da attribuire a terremoti, procedere al confronto tra le serie cronologiche delle discontinuità osservabili nelle sezioni delle due stalagmiti e il catalogo dei terremoti.

CRESCITA 0,1212 m/anno

SPIPOLA DOLINA INTERNA

1950		0	
1920	30	04	1
1884	66	0,80	2
1777	173	2,10	3
1674	276	3,35	4
1608	342		4 bis
1559	391	4,75	5
1505	445	5,40	6
1325	635	7,70	7
1228	722	8,75	8
1100	850	10,30	9
989	961	11,65	10
811	1139	13,80	11
745	1205	14,60	12

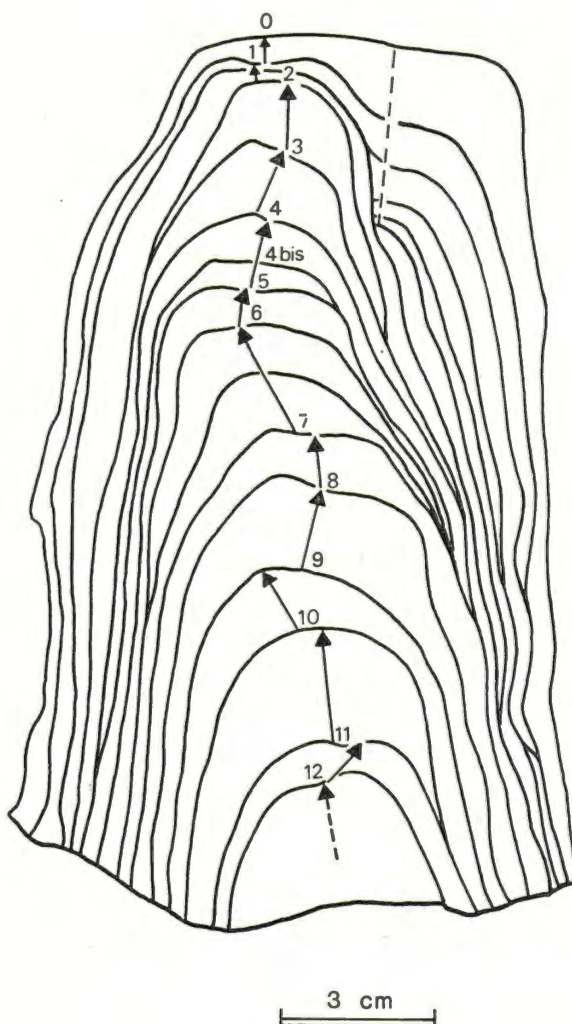


Fig. 2 - Sezione della stalagmite prelevata nel 1950 dalla grotta della Spipola con indicazione dell'asse di accrescimento: i numeri classificano le diverse anomalie utilizzate per lo studio della correlazione con il catalogo dei terremoti.

Sulla base di questa prima analisi risultano come coincidenze correlate a terremoti in entrambe le stalagmiti le seguenti discontinuità:

Buco dei buoi	Spipola	Terremoto	Intensità
10	9	3-1-1117	X-XI
8	7	25-2-1323	VIII
1	1	10-4-1929	VII

Assumendo queste date per le discontinuità sopra citate è possibile ricalcolare le date corrispondenti alle bande comprese negli intervalli tra una data e la successiva, si ottengono in questo modo le date sottolineate in fig. 3.

In questo modo si ottiene una sorprendente correlazione con le date segnalate dal catalogo dei terremoti. La tabella n. 1 fornisce un breve commento per ogni terremoto considerato. La discontinuità n. 8 della stalagmite proveniente dalla grotta della Spipola, assumendo costante l'accrescimento tra il 1323 e il 1117 risulterebbe datata 1239 e coincide con la discontinuità 9 bis della stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi che risulta datata nel 1238.

Il terremoto più prossimo a queste date che ha interessato severamente la città di Bologna è quello del 1222 (ENEL, 1985) e pertanto si è assunta questa come data da associare a queste discontinuità.

La stalagmite del Buco dei Buoi presenta altre due discontinuità negli intervalli tra il 1323 e il 1222 e tra il 1222 e il 1117; queste risultano di conseguenza databili rispettivamente nel 1280 e nel 1171 (date doppiamente sottolineate in fig. 3). La corrispondenza con terremoti che hanno interessato Bologna è nuovamente verificata e conferma indirettamente l'ipotesi iniziale. È da precisare che sono stati selezionati solo i terremoti che figurano con un epicentro nel raggio di 10 km dalla città oppure quelli più distanti ma che tuttavia hanno provocato danni sensibili.

Procedendo verso la sommità delle stalagmiti nell'intervallo tra il 1505 e il 1323, come risulta dalla fig. 3, si hanno una discontinuità per la grotta della Spipola e due per il Buco dei Buoi, queste risultano databili rispettivamente nel 1425 per la grotta della Spipola e nel 1439 e nel 1363 per il Buco dei Buoi. Le due date 1425 e 1439 possono essere associate al terremoto del 25-2-1433 oppure in alternativa a quello del 20-12-1455,

TABELLA N. 1

Buco dei Buoi			Sipola			Catalogo dei Terremoti
Disc.	cm.	Anno	Disc.	cm.	Anno	
1	0.6	1924	1	0.4	1920	10-4-1929 I° = VII A partire da aprile Bologna è stata epicentro di un periodo sismico caratterizzato da numerose scosse di debole intensità che sono continuate anche per tutto l'anno successivo. La scossa principale ha arrecato danni alla parte più elevata degli edifici della città. Le due sezioni stalagmitiche sembrano avere registrato l'evento. (Postpischl, ed. 1985).
2	1.2	1881	2	0.8	1884	8-3-1889 I° = VI-VII Al mattino due forti scosse a pochi minuti una dall'altra fecero cadere alcuni camini a Bologna. L'evento è registrato nelle due stalagmiti. (ENEL, 1985).
3	1.7	1832	—	—	—	4-10-1834 I° = VII In questo giorno una forte scossa preceduta da un intenso rombo ha provocato la caduta di numerosi comignoli e notevoli danni a molti edifici. L'evento è riconoscibile solo nella stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi. (Baratta M., 1901).
3 bis	2.3	1781	3	2.1	1777	4-6-1779 I° = VII A partire da maggio di questo anno Bologna è stata interessata da numerose scosse che hanno raggiunto il massimo di intensità all'inizio del mese di giugno. Le scosse lesionarono numerose abitazioni di Bologna e degli abitanti vicini. L'evento risulta ben individuato in entrambe le stalagmiti. (Baratta M., 1901).
3 tris	3.65	1680	4	3.35	1674	14-4-1666 I° = VI Le anomalie nell'asse di accrescimento delle due stalagmiti sono associabili al

Buco dei Buoi			Spipola			Catalogo dei Terremoti
Disc.	cm.	Anno	Disc.	cm.	Anno	
						terremoto che nel 1666 ha colpito sensibilmente Bologna. (Baratta M., 1901).
4	5.0	1577	4 bis	4.3	1602	17-11-1570 I° = VIII Il periodo sismico ha interessato prevalentemente la città di Ferrara; l'epicentro risulta localizzato a meno di 45 km. da Bologna. Gli effetti documentati in Bologna parlano solo di risentimenti senza danni. Il periodo sismico è stato tuttavia particolarmente lungo dando origine a oltre 2000 scosse nell'arco di quattro anni con alcune repliche a quella della scossa principale. (Ferrari et al., 1985).
5	5.5	1541	5	4.8	1559	24-11-1561 I° = VIII Il terremoto ha interessato prevalentemente la città di Ferrara. L'epicentro risulta a 45 Km. dalla città di Bologna. L'evento è comunque marcato in modo evidente nelle due stalagmiti da bande di accrescimento molto marcate. (Ferrari et al., 1985).
5 bis	5.9	1584*	6	5.4	1505	3-1-1505 = VII Il periodo sismico è caratterizzato da tre scosse di intensità VII e una di intensità VIII. Molte altre scosse di debole intensità colpirono la città di Bologna nel corso dell'anno. Anche in questo caso la coincidenza delle date, per la stalagmite proveniente dalla Grotta della Spipola, è eccezionale. La correlazione con l'evento segnalato dalla stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi è stata fatta anche in base a considerazioni sull'ampiezza degli intervalli tra le diverse discontinuità. (Ferrari et al., 1985).
6	7.3	1439*	6 bis	6.4	1432	4-5-1433 I° = VII Alcune considerazioni precisate nel te-

Buco dei Buoi			Sipola			Catalogo dei Terremoti
Disc.	cm.	Anno	Disc.	cm.	Anno	
						sto portato a correlare i due eventi i quali pertanto vanno associati al terremoto che il 4 aprile dell'anno 1433 ha lesionato gli edifici di Bologna. L'evento è segnalato in entrambe le stalagmiti da una banda di accrescimento particolarmente marcata. Un altro terremoto molto prossimo a queste date e che potrebbe giustificare l'evento segnalato nella stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi è quello realizzatosi nella notte del: 20-12-1455 I° = VIII. Questo periodo sismico è caratterizzato da tre scosse tutte molto intense che provocarono danni diffusi agli edifici bolognesi. (ENEL, 1985). Le anomalie delle due stalagmiti sono state considerate come correlate anche se probabilmente devono essere associate al primo terremoto quella della stalagmite proveniente dalla Grotta della Sipola e al secondo terremoto quella proveniente dal Buco dei Buoi.
7	9.0	1366	—	—	—	7-4-1365 I° = VIII Recenti ricerche storiche (*) confermano sostanzialmente il dato fornito dal Catalogo. Il terremoto ha avuto luogo alle 18 e danneggiò seriamente numerosi edifici. Le cronache parlano anche di inondazioni, piogge e venti di straordinaria violenza che seguirono al terremoto. L'evento non è distinguibile nella stalagmite proveniente dalla Grotta della Sipola. (ENEL, 1985).
8	9.8	1315	7	7.7	1325	25-2-1323 I° = VIII L'anomalia è riconoscibile in modo evidente in entrambe le stalagmiti; le date sono riconducibili al terremoto che nella notte del 25 febbraio 1323 provocò danni agli edifici bolognesi.

Buco dei Buoi			Spipola			Catalogo dei Terremoti
Disc.	cm.	Anno	Disc.	cm.	Anno	
						(Baratta M., 1901; Postpischl ed. 1985).
9	10.3	1280	—	—	—	25-1-1280 I° = VI Le cronache Bolognesi ricordano in questa data un grande terremoto a Bologna e dintorni. L'evento è classificato come alla soglia di danneggiamento. (Baratta M., 1901; Postpischl ed. 1985).
9 bis	11.1	1238	8	8.8	1228	I terremoti che da Catalogo risultano aver interessato Bologna in questo periodo temporale sono i seguenti: — — 1229 I° = VIII 25-12-1222 I° = XI Il Baratta localizza nel 1229 a Bologna un evento sismico distruttivo basando le sue conclusioni unicamente su notizie di seconda mano. Recenti ricerche (Ferrari et al., 1985 h) hanno fornito elementi sufficienti per affermare che nel 1229 non vi sono state scosse localizzate a Bologna; tutti gli elementi raccolti portano a ritenere che si tratta di un errore di trascrizione della data 1299, anno in cui si verificò un forte terremoto nelle campagne romane. Le discontinuità presenti nelle due stalagmiti sono quindi da associare al grande terremoto del 25 dicembre 1222, che come severità degli effetti fu secondo solo all'evento del 1117. Il terremoto con epicentro nel Bresciano ha tuttavia colpito con danni molte città dell'Italia settentrionale tra cui Bologna (ENEL, 1985). Il terremoto è riconoscibile come variazione della direzione di accrescimento nella stalagmite della Grotta della Spipola; in quella proveniente dal Buco dei Buoi si osserva solo una banda di accrescimento particolarmente marcata.

Buco dei Buoi			Spipola			Catalogo dei Terremoti
Disc.	cm.	Anno	Disc.	cm.	Anno	
9 tris	12.0	1171	—	—	—	17-8-1174 I° = VI-VII La documentazione relativa a questo terremoto porta a localizzare il massimo risentimento nella città di Bologna. Sono segnalati risentimenti anche a Ferrara e Cremona. L'evento è riconoscibile nella stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi in una banda di accrescimento molto marcata; non risulta invece distinguibile nella stalagmite proveniente dalla Grotta della Spipola. (Baratta M., 1901; Postpischl, 1985).
10	12.9	1117*	9	10.3	1117*	3-1-1117 I° = X-XI La stima dell'anno è indicata con l'asterisco in quanto in questo caso si tratta della ipotesi di lavoro adottata. Si tratta del più grande terremoto dell'Italia settentrionale, ricordato in tutte le cronache e le storie municipali dell'Alta Italia. Moltissime città, paesi e castelli subirono gravi danni. Anche Bologna fu interessata in modo severo. (ENEL, 195).
11	14.5	1010	10	11.7	1009	Tra il 1000 e il 1005 sono segnalati numerosi terremoti distruttivi a Verona, Padova e in Toscana. (Baratta M., 1901).
12	17.5	810	11	13.8	834	Nell'815 grande terremoto in Italia settentrionale con gravi danni a Ravenna. (Baratta M., 1901).
13	18.1	770	12	14.6	769	Nel 793 gravissimi danni a Verona e dintorni. Nel 758 terremoto terribile in Italia. (Baratta M., 1901).

oppure ancora si potrebbe assumere il terremoto del 1455 a giustificazione della discontinuità della stalagmite del Buco dei Buoi e il terremoto del 1433 a giustificazione di quella della grotta della Spipola.

In ogni caso rimane il fatto che le date che risultano dal processo di datazione corrispondono sempre a terremoti dell'area Bolognese.

Anche la seconda discontinuità della stalagmite del Buco dei Buoi che risulta datata nel 1363 trova riscontro nel catalogo dei terremoti con il sisma del 7 Aprile 1365.

È da segnalare anche che a partire dalla discontinuità n. 7 la stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi testimonia un fenomeno di scorrimento laterale che ha interessato l'intero blocco su cui era impiantata la stalagmite stessa (FORTI, POSTPISCHL, 1984); la correlazione diretta delle date ricavabili dalle due stalagmiti deve pertanto essere successiva a un processo di riconoscimento basato su considerazioni sulla similitudine della ampiezza di intervalli corrispondenti.

In un unico caso l'ampiezza dell'intervallo definito nella stalagmite del Buco dei Buoi è risultata essere maggiore di quanto atteso in base all'ampiezza dell'intervallo corrispondente nella stalagmite proveniente dalla Grotta della Spipola; si tratta del passaggio tra la discontinuità n. 7 e la n. 6 che per essere giustificata implica una velocità di accrescimento annuo di 0.22 mm. decisamente superiore ai valori medi riscontrati per ambedue le stalagmiti in tutti gli altri intervalli e in disaccordo anche con i dati sperimentali ottenuti nel laboratorio ipogeo della Grotta Novella.

Questo comportamento è certamente da attribuire al fenomeno di scorrimento laterale che ha avuto inizio a partire dalla discontinuità n. 7 e poi è continuato fino al momento del prelievo anche se in modo meno attivo come risulta dalla sezione di fig. 1.

Le date che si ricavano per la stalagmite proveniente dalla grotta della Spipola, non disturbata da fenomeni di traslazione, corrispondono infatti in modo straordinario a date di terremoti che hanno provocato danni a Bologna. Le successive discontinuità n. 5 e n. 4 bis sono giustificate dal periodo sismico che ha interessato prevalentemente la città di Ferrara nel 1570. Tale periodo sismico, anche se l'area epicentrale è localizzata ad una distanza di almeno 40 km, corrisponde tuttavia a un notevole fatto tettonico per la zona in quanto ha dato luogo ad oltre 2000 scosse nell'arco di 4 anni (FERRARI et al., 1985 c) ed è di conseguenza motivata la memorizzazione del fenomeno dal registratore costituito dalla stalagmite.

Procedendo ancora verso l'epoca attuale la successiva discontinuità

(n. 4) della stalagmite della grotta della Spipola, che risulta datata nel 1674, è associabile al terremoto Bolognese del 14 Aprile 1666; anche le altre date risultano tutte giustificate dalle date di terremoti con epicentro a distanze inferiori a 10 km dalle grotte considerate e con scarti temporali inferiori a 10 anni.

In definitiva tutte le anomalie evidenti nella stalagmite proveniente dalla grotta della Spipola sono associabili a terremoti storici dell'area, in particolare solo 2 di queste (20%) infatti fanno riferimento ad epicentri distanti più di 10 km dalle grotte considerate.

Per quanto riguarda la stalagmite proveniente dal Buco dei Buoi, una volta superato il problema posto dalla datazione delle discontinuità n. 5 bis e n. 6, assumendo il 1505 come data da associare alla discontinuità n. 5 bis tutte le altre date vengono corrette rispettivamente in 1541, 1577, 1685, 1793, 1841, 1881 e 1929.

Le due prime date sono riconducibili al periodo sismico Ferrarese, il cui evento principale è quello del 17 Novembre 1570, ma che fu caratterizzato da notevoli scosse che precedettero (24-11-1561) e che seguirono il terremoto principale.

Ridatando le discontinuità successive alla n. 4 a partire dalla data del terremoto principale del periodo sismico Ferrarese, si ottengono le seguenti date: 1680, 1790, 1839, 1880 e 1929. L'evento del 1680 è riconoscibile con il terremoto del 1666 e apportando questa correzione si ottengono per le discontinuità successive le date: 1781, 1832, 1875 e 1927.

L'evento del 1781 è quindi associabile al periodo sismico del 1779, quello del 1832 corrisponde a un severo terremoto che ha interessato Bologna nel 1834 (vedi tab. 1) non registrato dalla stalagmite della Spipola, mentre la discontinuità datata 1875 può essere associata al terremoto del 1889; l'ultima discontinuità testimonia invece del periodo sismico più recente che ha interessato la città di Bologna, quello del 1929.

Questo processo di ridatazione successiva della sezione stalagmitica permette di compensare le indeterminazioni introdotte dal fenomeno di scorrimento citato sopra.

In definitiva tutte le date desumibili dalle sezioni stalagmitiche corrispondono a terremoti importanti per il Bolognese; il quadro finale è fornito dalla tabella n. 3, in cui ad ogni terremoto è associata la data finale stimata dalle stalagmiti, il numero della discontinuità, lo scarto temporale e la distanza in km dall'epicentro.

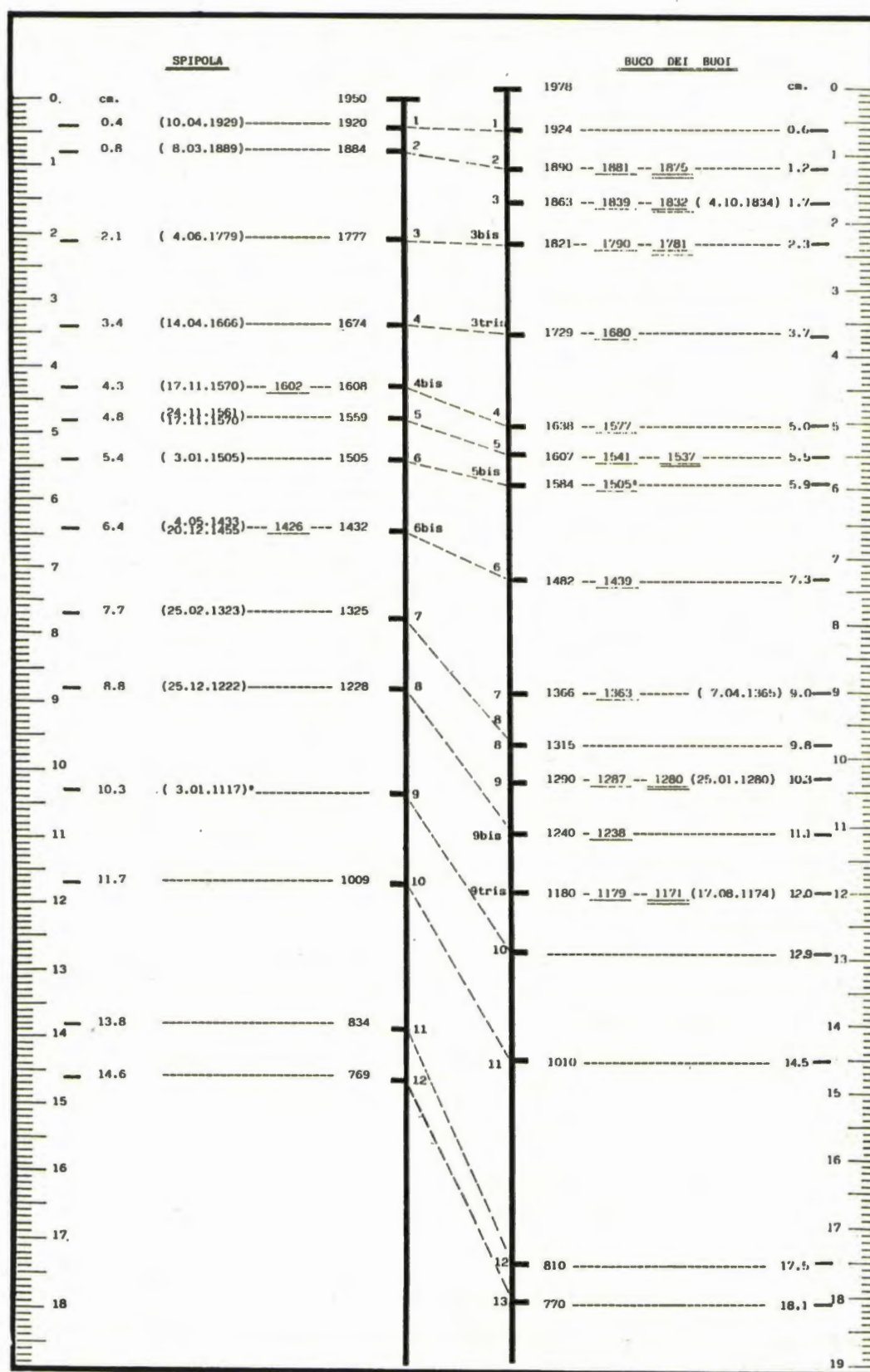


Fig. 3 - Relazioni tra le date associabili alle anomalie registrate nelle due stalagmiti e il catalogo dei terremoti: le date non sottolineate sono state ricavate; il 1117 come data delle discontinuità n. 10 e n. 9 rispettivamente per il Buco dei Buoi e per la grotta della Spipola; quelle sottolineate una volta sono state ricavate assumendo gli intervalli di appartenenza definiti dalle date non sottolineate, quelle sottolineate due volte fanno riferimento agli intervalli di appartenenza definiti dalle date sottolineate una volta e così via.

Rimangono da discutere 3 eventi che dalle sezioni stalagmitiche risultano antecedenti al terremoto del 1117.

Il catalogo dei terremoti per questi periodi risulta del tutto incompleto a causa della scarsità e della genericità delle notizie storiche disponibili. È da precisare comunque che ricerche storiche specifiche condotte da specialisti su documentazione coeva a questi eventi non sono ancora state effettuate e non è quindi da escludere che, come verificato per il periodo storico, anche in questi casi si possano trovare testimonianze dirette di fatti sismici locali, per il momento sono possibili sole le osservazioni riportate in tabella 1.

3 - CONCLUSIONI

Lo studio delle due stalagmiti provenienti dalle grotte della Spipola e del Buco dei Buoi, mette in evidenza che i fenomeni associati alle anomalie dell'asse di accrescimento delle sezioni stalagmitiche riconoscibili dalle bande di accrescimento delle stesse, sono tutti associabili a terremoti storici con epicentro in un intorno di 10 km dalle grotte considerate o da terremoti che hanno comunque interessato severamente l'area considerata.

L'estrapolazione della scala temporale così definita ai tempi non storici, assumendo costante l'accrescimento annuo, può poi fornire informazioni essenziali per gli studi di paleosismicità e di conseguenza per le analisi di rischio sismico. L'importanza di questo tipo di studi per la definizione della pericolosità sismica di un'area e in particolare per la definizione del massimo terremoto possibile per una data struttura sismogenetica è evidente ed è stata più volte precisata (FORTI, POSTPISCHL, 1983, 1984, 1985); la registrazione della storia sismica contenuta nella stalagmite permette infatti di estendere al passato geologico l'informazione sui terremoti usualmente limitata al periodo storico.

Dal presente studio risulta che tutte le anomalie evidenti dell'asse di accrescimento di concrezioni stalagmitiche corrispondono a date di terremoti con epicentro a distanze inferiori a 30 km dalle grotte considerate e con una indeterminazione media che in generale risulta essere $\Delta T = 11$ anni. Se si escludono dal computo del valore medio le correzioni apportate per datare le discontinuità n. 5 bis e n. 6 della stalagmite del Buco dei Buoi, tale intervallo si riduce a $\Delta T = 6$ anni.

La correlazione osservata conferma l'ipotesi che le concrezioni stalagmitiche funzionino da registratori di fatti tettonici e inoltre lo scarto

TAB. N. 2

Terremoto (data)	I° (MCS)	Buco dei Buoi			Disc.	Spipola		Δd km.
		Disc. n.	Anno	Δt		Anno	Δt	
10.04.1929	VII	1	1920	— 9	1	1929	0	5
08.03.1889	VI-VII	2	1881	— 8	2	1884	— 5	8
04.10.1834	VII	3	1832	— 2	—	—	—	8
04.06.1779	VII	3 bis	1781	+ 2	3	1777	— 2	18
14.04.1666	VI	3 tris	1680	+14	4	1674	+ 8	8
17.11.1570	VIII	4	1577	+ 7	4 bis	1602	—15	45
24.11.1561	VIII	5	1541	—20	5	1559	— 2	45
03.01.1505	VII	5 bis	1584	+79	6	1505	0	13
20.12.1455	VIII	6	1482	+27	—	—	—	13
04.05.1433	VII	6	1439	+ 6	6 bis	1432	— 1	8
07.04.1365	VIII	7	1366	+ 1	—	—	—	13
25.02.1323	VIII	8	1315	— 8	7	1325	+ 2	8
25.01.1280	VI	9	1280	0	—	—	—	8
25.12.1222	XI	9 bis	1238	+16	8	1239	+17	130
17.08.1174	VI-VII	9 tris	1171	— 3	—	—	—	8
03.01.1117	X-XI	10	1117*	—	9	1117*	—	100
		11	1010	—	10	1009	—	—
		12	810	—	11	834	—	—
		13	770	—	12	769	—	—

medio delle singole datazioni risulta molto più preciso di quanto ottenibile in base a metodi di datazione radiometrici.

Se la correlazione tra anomalie dell'asse di accrescimento delle stalagmiti e terremoti storici risulterà anche per altri sistemi carsici, lo schema proposto rende disponibile un nuovo metodo di datazione.

BIBLIOGRAFIA

- BARATTA M. - *I terremoti d'Italia*. Torino, 1901; Ristampa Forni, Bologna, 1979.
- CASALI R., FORTI P., PASINI G., ZAVATTI R. - *Il laboratorio sperimentale sotterraneo Grotta Novella*. Spel. Em. 3. 2, a. 4, v. 7, p. 49-54, 1972.
- ENEL - *Studi per la localizzazione di un impianto nucleare della Regione Lombardia*. ENEL Doc. n. RAT - DGF - 0012, rev. 0, 1985.
- FERRARI G., GASPERINI P., POSTPISCHL D. - *Catalogo dei terremoti della Regione Emilia Romagna*. RER/MBT, 62, CNR/PFG, 273, p. 1-149, 1980.
- FERRARI G., GUIDOBONI E., POSTPISCHL D. - *The Ferrara earthquake of November 17, 1570*. La Ricerca Scientifica, CNR/PFG, 114 v. 2A, p. 30-33, 1985.
- FERRARI G., GUIDOBONI E., POSTPISCHL D. - *The Bologna earthquake of January 3, 1505*. La Ricerca Scientifica, CNR/PFG, 114 v. 2A, p. 30-33, 1985.

- FORTI P., CASALI R., PASINI G. - *Prime osservazioni in margine a una esperienza di concrezionamento di alabastri calcarei in ambiente ipogeo*. Int. J. of Spelol., v. 10 (3-4), p. 293-302, 1978.
- FORTI P., POSTPISCHL D. - *Derivazione di dati neotettonici da analisi di concrezioni alabastrine: II° contributo*. Contr. Carta Neotett. Italia, CNR/RFG, n. 356, p. 1399-1409, 1980.
- FORTI P., PETRINI V., POSTPISCHL D. - *Ricostruzione di fenomeni paleosismici da strutture carsiche*. Rend. Sc. Geol. It., n. 4, p. 563-569, 1983.
- FORTI P., POSTPISCHL D. - *Seismotectonic and paleosesmic analysis using Karst structures*. Marine Geol., v. 55, p. 145-161, 1984.
- POSTPISCHL D. ed. - *Catalogo dei terremoti Italiani dall'anno 1000 al 1980*. Quaderni della Ricerca Scientifica, n. 114, v. 2B, 1985.

MASSIMO BRINI (*), MAURIZIO FABBRI (*), PIER GIORGIO FRABETTI (*),
PAOLO GRIMANDI (*)

RECENTI ESPLORAZIONI NEL SISTEMA CARSICO SPIPOLA-ACQUAFREDDA (Bologna, Italia)

RIASSUNTO - La più recente campagna di ricerche esplorative condotta da G.S.B. e U.S.B. nel settore mediano e terminale del « Sistema Spipola-Acquafredda » si è concentrata nella porzione più tettonizzata di questa parte del grande complesso carsico scavato nei gessi Messiniani dell'area Bolognese: il Salone Giulio Giordani della « Grotta della Spipola ».

Qui, attraverso alcuni passaggi fra i massi della frana che occupa il lato W del Salone, si è penetrati in una serie di brevi gallerie, parzialmente intasate da sedimenti, la cui morfologia ha consentito di formulare più documentate ipotesi sull'evoluzione della Grotta.

ABSTRACT - The most recent explorations carried out by G.S.B. and U.S.B. in the middle and ending sector of the Spipola-Acquafredda system have been concentrated on the « Giulio Giordani » hall, in the Spipola Cave: it is the tectonic part of this wide karst system in the messinian gypsum of the Bologna area.

Through some passages between the boulders of the block-fall which fills the western side of this hall, it is possible to penetrate into a succession of short galleries partly obstructed by sediments, the morphology of which has enabled to formulate more documented hypothesis on the evolution of the cave.

INTRODUZIONE

Sono trascorsi poco più di duecento anni dalla prima descrizione dell'« Inghiottoio dell'Acquafredda », che Serafino Calindri diede nel suo « Dizionario » del 1781, e a tutt'oggi sono più di duecento anche le pubblicazioni che trattano della « Grotta della Spipola » e delle altre cavità che fanno parte del suo grande Sistema carsico.

Punti di partenza di questi studi, condotti di norma dai Gruppi Speleologici Bolognesi e da singoli speleologi appartenenti all'Ateneo Bolo-

(*) Gruppo Speleologico Bolognese del C.A.I., Unione Speleologica Bolognese, Società Speleologica Italiana.

gnese, sono alcune campagne esplorative, che hanno dato corpo ed incentivo a tutte le successive ricerche (FABBRI, 1979).

L'esplorazione metodica e scientifica del Sistema ha inizio nel 1903, quando GIORGIO TREBBI, membro della Società Speleologica costituitasi in Bologna proprio allora, intraprende un ciclo di solitarie investigazioni in numerose grotte aprentisi nei gessi Messiniani del Bolognese, da Gesso a Gaibola, da Monte Donato alla Croara ed al Farneto.

L'attenzione dell'intraprendente studioso si concentra in particolare sulla « Risorgente dell'Acquafredda », che viene rilevata e descritta in uno studio apparso nel 1926, nel quale è esattamente delineata l'entità di un complesso ipogeo lungo 1200 m in linea d'aria, cui vengono conferite le acque di una miriade di cavità, disseminate nelle depressioni dell'altopiano della Croara.

Nel periodo compreso fra il 1932 ed il 1936 LUIGI FANTINI ed il suo Gruppo Speleologico Bolognese portano a termine l'esplorazione del tratto centrale del Sistema: la « Grotta della Spipola », e riescono a collegarla alla Risorgenza, tramite il « Buco del Prete Santo ». Lo sviluppo rilevato ammonta a circa 2000 metri.

Nella seconda metà degli anni '50 GIANCARLO PASINI E LUIGI ZUFFA, del G.S.B., penetrano nell'« Inghiottitoio dell'Acquafredda » e, con una serie di difficili punte, percorrono per la prima volta (1958) il cunicolo allagato che unisce l'Inghiottitoio alla Spipola.

È di quegli anni un secondo elaborato topografico, le cui risultanze attribuiscono al Sistema uno sviluppo spaziale complessivo di 5670 metri.

Fra il '65 ed il '69 GIANCARLO ZUFFA, del G.S.B., conduce approfondite indagini nelle zone più elevate dell'Inghiottitoio, esplorando e descrivendo 1200 metri di gallerie ed ambienti fino ad allora sconosciuti.

Il rilevamento della « Grotta della Spipola », portato a termine nel 1974 dal G.S.B. (GRIMANDI, 1980), fa il punto della situazione, almeno nella parte centrale del Sistema, e costituisce una solida base per ogni ulteriore ricerca.

Occorre dire infatti che spesso, dopo avere aperto un cunicolo o spostato un masso, ci si imbatte in settori della Grotta in cui qualcuno è già penetrato: le sigle del G.S.B. o i nomi dei suoi esploratori, pervenuti da altre vie, più alte o più basse, fan sì che non si possa definire del tutto « ignota » una diramazione, peraltro mai descritta e mai rilevata.

All'elaborato del '74, di soddisfacente e verificata precisione, che già riporta l'indicazione di alcune diramazioni potenzialmente interessanti, vengono quindi via via connesse le tessere di un mosaico che diviene sempre più esteso.

Nel 1977 l'applicazione della Legge Regionale n. 8/76, che regola l'attività delle industrie estrattive, dà luogo alla chiusura delle due cave di gesso, che in decenni di escavazioni hanno distrutto gran parte della « Risorgente dell'Acquafredda » e del « Buco del Prete Santo », deviando il torrente sotterraneo e colmando di detriti le doline del Sistema e l'alveo del corso d'acqua, nel suo tronco a monte.

Il provvedimento giunge a tempo per impedire che anche la « Grotta della Spipola » sia raggiunta dalle gallerie di cava, fatto questo che incoraggia la ripresa delle esplorazioni nei settori terminali del Sistema, ritenuti fino a quel momento irrimediabilmente destinati alla distruzione, ed ai quali — fra l'altro — resta interdetto l'accesso fino al 1979.

Al termine del '79 prende avvio un nuovo ciclo di ricerche, che si dilata nell' '80, quando RODOLFO REGNOLI, del G.S. B., perde la vita nel corso delle operazioni di rilevamento del torrente Acquafredda.

Nel 1981 l'allargamento di una fessura all'interno di una piccola cavità posta a quota 203 slm (« Pozzo presso il Pozzo di S. Antonio »), esattamente sulla cerniera delle due faglie sull'allineamento delle quali è impostato il Sistema Spipola-Acquafredda, consente di realizzare il congiungimento con il sottostante Inghiottoio, attraverso una successione di vasti ambienti di crollo e stretti cunicoli discendenti. Lo sviluppo supera i 450 metri (SAPORITO, ZUFFA, 1981).

Contemporaneamente, dalle gallerie della ex cava « Prete Santo », si perviene ad un angusto meandro, che introduce in grandi caverne, dalla volta costellata di grandi formazioni mammellonari e dal pavimento ingombro di profonde coltri limose. Di qui alla Spipola il passo è breve. È quanto resta del « Buco del Prete Santo », separato dalla « Risorgente dell'Acquafredda » fin dagli ultimi anni '30, a causa dei lavori della cava (GRIMANDI, 1982; GARBERI, 1982). Altri 300 metri rilevati vanno ad aggiungersi all'estensione del Complesso.

In occasione del XIV Congresso Nazionale di Speleologia, tenutosi a Bologna, nel 1983, il Gruppo Speleologico Bolognese presenta una nota (GRIMANDI et Al., 1983), che compendia le conoscenze circa l'intero Sistema, che tocca ormai i 7000 metri di sviluppo spaziale, con un dislivello massimo di 118 metri.

LE ESPLORAZIONI

La più recente campagna di esplorazioni (1985) si svolge nella zona maggiormente tettonizzata della « Grotta della Spipola »: il « Salone G. Giordani », a 500 metri dall'ingresso.

È questa un'enorme caverna (150 x 60 m), alta più di 30; sulla volta compaiono nitide le superfici di distacco dei massi accatastati sul pavimento. Il margine Ovest è solcato da profonde diaclasi, parallele alla faglia N.NE. sulla quale è impostato il secondo tronco del Sistema.

Lungo questa parete di fondo è stato rilevato un insieme di vani, inizialmente interessati dai crolli, naturale estensione della morfologia del Salone (P. 65, Fig. 1).

Ad essi fa luogo una galleria lunga una quarantina di metri, che si restringe progressivamente, fino a divenire intransitabile. Qui convergono due ampi canali, da N e da S, che seguono in sintonia l'andamento della faglia principale, e la cui conformazione, del tutto inconsueta in questa parte della Grotta, denuncia chiaramente un'evoluzione antigravitativa (PASINI, 1975).

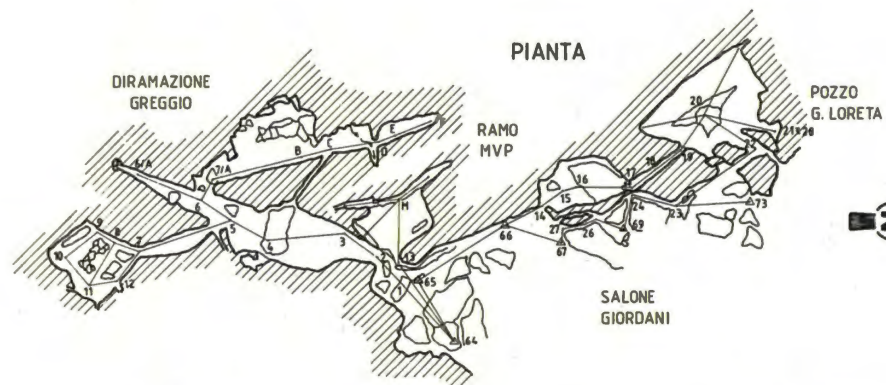
Nella galleria diretta a N la volta è piatta e lustrata, mentre le pareti arrotondate scompaiono nei sedimenti di fondo. (P. 7/F, Fig. 1). Un riempimento marnoso-argilloso occlude la sua sezione dopo altri quaranta metri. Lateralmente, verso W, si riscontrano formazioni mammellonari erose.

Il pavimento, pianeggiante, è sfondato in alcuni punti da massi subpiramidali, le cui cuspidi si sono incuneate nella volta della condotta.

Il fatto che essi non mostrino segni di erosione pare dimostrare l'alloctonia di queste emergenze, forse dovute ad un riflusso di materie conseguente le grandi dislocazioni verificatesi nell'adiacente Salone, o all'abbassamento compatto della volta, fino ad interessare i clasti descritti.

La galleria opposta, in direzione S, reca anch'essa profondi segni di attività idrica: canali di volta, condotte subcircolari ed altre matrici erosive, che si estendono anche in questo caso per qualche decina di metri, perdendosi in meati impraticabili al contatto con i riempimenti. (P. 11, Fig. 1).

Le dimensioni delle forme sono qui meno imponenti, e ciò potrebbe imputarsi al fatto che l'accentuato disassamento delle due gallerie abbia dato luogo a canalizzazioni diversificate e più esigue, anche se la continuità idrologica dei due settori appare fuori di dubbio.



GROTTA DELLA SPIPOLA 5er/bo "RAMI ALTI"

RIL.TOP.: Brini, Fabbri, Grimandi - G.S.B. / U.S.B. 1985



▲ - CAPISALDI PLANIMETRIA GENERALE

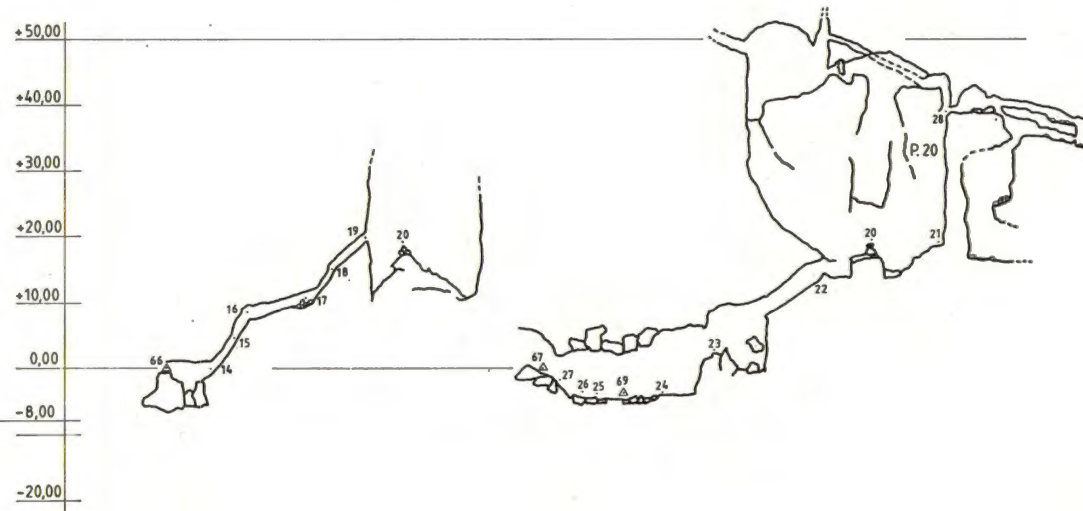
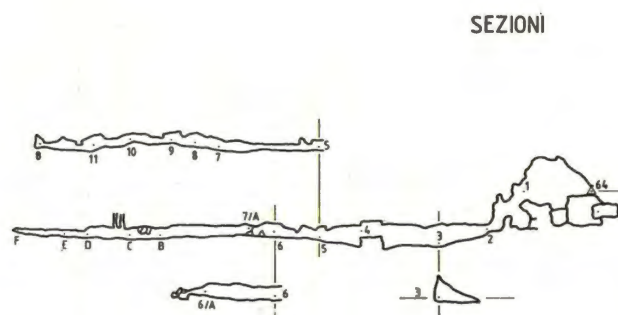


Fig. 1 - Pianta e Sezioni dei « Rami Alt » nella Grotta della Spipola.

Le nuove concamerazioni sono state dedicate ai F.lli GREGGIO, che negli anni '30 diedero un fondamentale contributo alle esplorazioni del G.S.B. Esse hanno consentito inoltre di formulare più mirate ipotesi circa la provenienza del ruscello, di portata modesta ma pressochè perenne, in cui ci si imbatte dieci metri dopo l'ingresso nel Salone Giordani.

Il corso d'acqua è dovuto infatti ad un forte stillicidio, che cade dall'alto di una stretta diaclasi obliqua, nella quale è conficcato un tubo di acciaio del diametro di 200 mm, coperto da spesse incrostazioni carbonatiche.

È probabilmente la prima volta che un manufatto del genere penetra e viene reperito in una grotta naturale; non è stato difficile, sulla scorta del rilievo, trovare l'estremità del tubo all'esterno, e quindi verificare l'esattezza degli elaborati topografici. Lo spessore della copertura di gesso in questo punto è di 95 metri, q — 15 rispetto all'ingresso (q. 135 slm) della « Grotta della Spipola ».

L'analisi delle acque prelevate alla base del tubo ha rivelato un discreto tasso di inquinamento, dovuto evidentemente agli scarichi delle abitazioni soprastanti: la « Palazza » e « Villa Miserazzano ».

Un largo vano ascendente (P. 13/M, Fig. 1), originato dal distacco di due strati lungo il giunto, è stato esplorato al di sopra della cengia che delimita ad W il Salone.

Il fondo è costituito da un profondo deposito di « guano », e ciò in un ambiente molto basso, lontano dalla volta del Salone Giordani, che un tempo ospitava folte colonie di pipistrelli: un'osservazione che induce a ipotizzare — pur con le dovute cautele — che il « guano » del nuovo Ramo, denominato « M.V.P. », e forse parte di quello depositato nel Salone non sia tutto di origine animale, ma vi sia stato convogliato, per mezzo delle numerose fessurazioni verticali, collegate con l'insediamento di superficie.

La ricerca si è poi spostata lungo il margine N della caverna, verso le alte pareti situate grosso modo al di sotto della falesia che all'esterno si affaccia sulla valle del Torrente Sàvena.

L'arrampicata, con tecnica artificiale, di una verticale di 20 m, dedicata al primo rilevatore della Spipola, GIUSEPPE LORETA, del G.S.B., reca (P. 28, Fig. 1) in un vano impostato lungo una frattura.

Attraverso i massi di una frana, si penetra in una serie di minuscoli ambienti, caratterizzati dalla presenza di moltissime radici, che testimoniano



Fig. 1

La camicia di acciaio della perforazione che attraversa la prima sala del « Ramo Greggio »

Foto E. Scagliarini (G.S.B.).

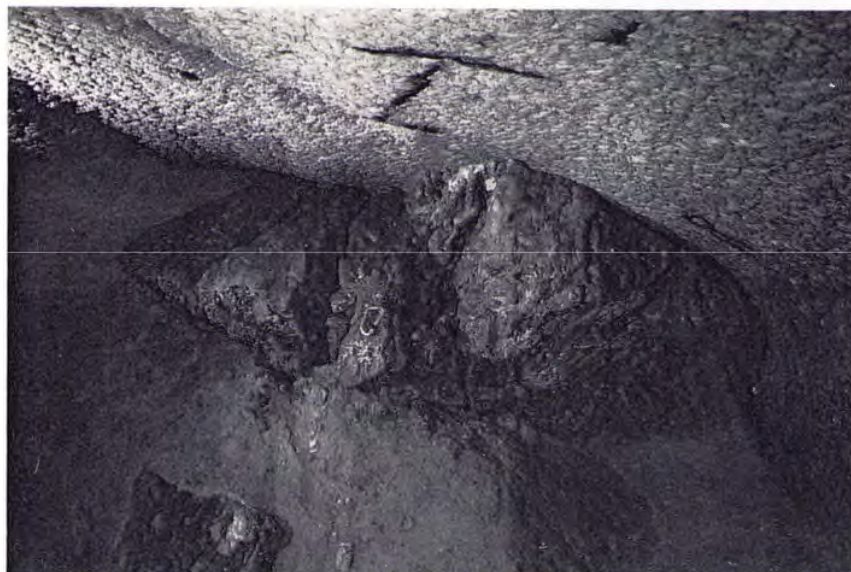


Fig. 2

Ramo Greggio - la cuspide di un masso infissa nella volta, mostra gli effetti di una forte compressione.

Foto E. Scagliarini (G.S.B.).

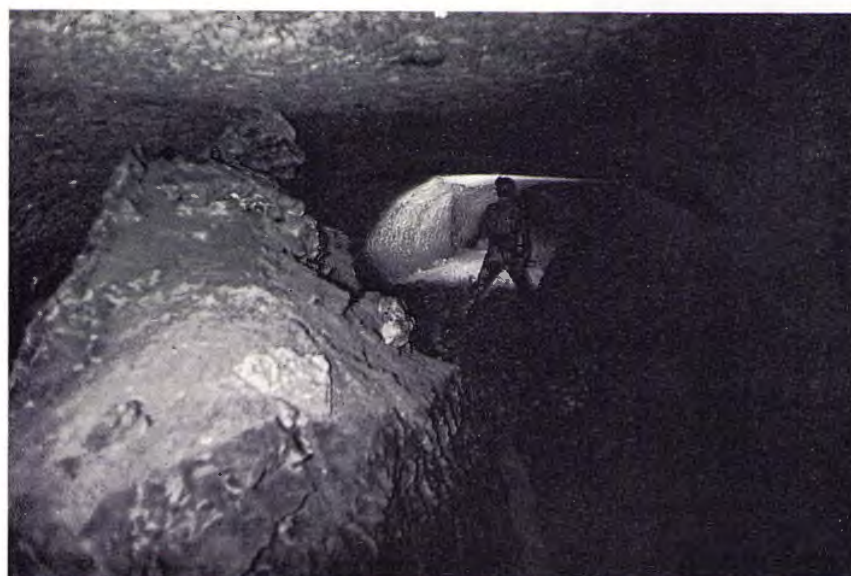


Fig. 3

La galleria Nord, nel « Ramo Greggio ».

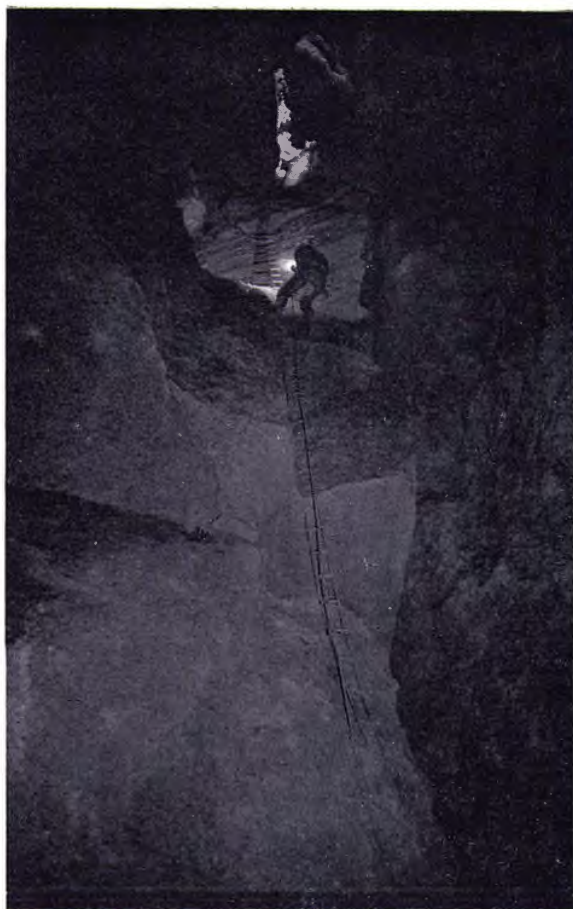


Fig. 4

L'attacco del Pozzo G. Loreta, nei
Rami Alti.

Foto E. Scagliarini (G.S.B.).



Fig. 5

Canali e pendenti sulla volta a NW
del Salone G. Giordani.

Foto E. Calderara (G.S.B.).

la prossimità dell'esterno. In questa diramazione si apre anche un pozzo di collegamento, profondo 40 m.

Risalendo il P. 20 per altri tre metri, si è in una grande diaclasi obliqua, quasi del tutto intasata da sedimenti. Di qui si intercetta un meandro, nel quale sono in corso lavori di disostruzione.

È questo il punto più elevato della Grotta della Spipola, a q. + 50 m (185 m slm), che attribuisce alla cavità il nuovo dislivello relativo massimo di 92 m.

CONCLUSIONI

Il rilievo delle nuove diramazioni descritte e le prime osservazioni circa la loro morfologia forniscono insperati elementi di valutazione, che in parte rettificano quelli noti e danno consistenti indicazioni sulle direttrici che dovranno assumere le future esplorazioni.

L'andamento e la quota (q. — 14) delle gallerie del « Ramo Greggio » le identificano come facenti parte dell'insieme di canali, distanti non più di 20 m, ubicati in parallelo alle condotte della « Dolina Interna », a monte del Salone Giordani.

Esse devono la loro parziale integrità al fatto di essere state coinvolte solo marginalmente dai crolli che hanno cancellato ogni traccia dei canali di volta ad E della faglia principale, posta a cornice della maggiore caverna della Spipola.

Verso E, infatti, solo il margine più basso del Salone (q. — 20), risparmiato dagli eventi tettonici, conserva canali di volta e solchi di antiche condotte abbandonate, mentre, sulla volta, solo a NW un breve tratto isolato ospita un gruppo di « pendenti » di gesso.

Queste morfologie relitte e le più recenti scoperte fanno ora annettere al ruolo speleogenetico svolto dai processi di dissoluzione molta più importanza di quella fin qui riservatagli in base ai dati disponibili.

L'attività tettonica ed i riempimenti hanno sconvolto permanentemente o tenuto a lungo celate nella Spipola le morfologie erosive originarie, che nel piano superiore della cavità sono conservate nitidamente solo nel settore compreso fra il Toboga e le gallerie che seguono la Dolina Interna.

A monte di questo tronco, i paleocondotti sono stati distrutti dalla dislocazione di intere banconate di strati, che hanno dato luogo alle tipi-

che sezioni subtriangolari o trapezie, nelle quali il letto dello strato sovrastante, inclinato, funge da volta e la parete verticale coincide con la testata di un potente banco gessoso, messo a nudo da una diaclasi.

Le caratteristiche suddette sono costanti per almeno 200 metri; lungo questo percorso solo la volta è in sito e vi compaiono le note formazioni mammellonari.

Altrove l'azione graviclastica è stata più caotica, ed ha sortito ambienti per i quali è azzardato tentare dettagliate interpretazioni genetiche, difficilmente documentabili.

Tutto il livello attualmente inattivo della Grotta è comunque l'esito di una sovrapposizione di agenti tettonici ed erosivi, e in questo processo i primi hanno avuto ovviamente il sopravvento sui secondi, assecondati prima dall'arretramento, poi dall'abbassamento progressivo del Torrente principale, fino al livello inferiore attivo.

È auspicabile che le esplorazioni in corso forniscano altri nuovi dati sui paleocondotti della Spipola e le loro connessioni con l'odierno assetto della Grotta, con il Torrente Acquafredda e con il reticolo idrico secondario.

BIBLIOGRAFIA

- FABBRI M., 1979 - *Il passaggio Spipola-Acquafredda - Storia delle esplorazioni*. Sottoterra, XVIII (52), 7-11.
- GARBERI M. L., 1982 - *Il passaggio Prete Santo-Spipola*. Sottoterra, XXI (63), 13-15.
- GRIMANDI P., 1980 - *Grotta della Spipola: il rilievo*. Sottoterra, XIX (55), 23-26.
- GRIMANDI P., BRINI M., FABBRI M., 1983 - *Il Complesso Spipola-Acquafredda alla luce delle recenti esplorazioni*. Atti XIV Congresso Nazionale di Speleologia, Bologna Le Grotte d'Italia, (4), XI, 1983, 47-60.
- GRIMANDI P., 1982 - *Il Buco del Prete Santo*. Sottoterra, XXI (62), 25-30.
- SAPORITO G., ZUFFA G. C., 1981 - *Direttissima per l'Acquafredda: il Ramo Rodolfo Regnoli*. Sottoterra, XX (58), 13-16.
- PASINI G. C., 1975 - *Sull'importanza speleogenetica dell'erosione antigravitativa*. Le Grotte d'Italia, (4), IV, 1973, 297-322.

Per scambio pubblicazioni indirizzare a:

**BIBLIOTECA
DEL GRUPPO SPELEOLOGICO BOLOGNESE
del C.A.I.**

Via dell'Indipendenza, 2 - 40121 BOLOGNA (Italia)



Gli articoli e le note pubblicate impegnano, per contenuto e forma, unicamente gli autori.

Non è consentita la riproduzione di notizie, articoli o di rilievi, nemmeno in parte, senza la preventiva autorizzazione della Segreteria e senza citarne la fonte.

SOTTOTERRA - Rivista quadrimestrale di speleologia del Gruppo Speleologico Bolognese del C.A.I.

Direttore responsabile: Carlo D'Arpe.

Redattori: Massimo Brini, Maurizio Fabbri, Fabrizio Finotelli e Paolo Grimandi.

Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 3085 del 27 febbraio 1964.

Segreteria, Amministrazione e abbonamenti: G.S.B. del C.A.I., Via Indipendenza, 2 - 40121 BOLOGNA - Tel. 234856.

Abbonamento annuo:

L. 6.000 - Una copia L. 2.500 - Estero L. 12.000 - Una copia L. 5.000.

Versamenti su C.C. postale n. 20045407 - Gratuito per le Associazioni Speleologiche Italiane ed Estere con le quali si effettui scambio di pubblicazioni periodiche.

**Rivista quadrimestrale di speleologia
del Gruppo Speleologico Bolognese C. A. I.**

n° 72 - Anno XXIV - dicembre 1985


BOLOGNA

Arti Grafiche Conti - Via del Fossato 4/2 - Bologna - Tel. 051/332705