FULVIO GASPARO

NOTE SULLE MORFOLOGIE DI CORROSIONE E DI CONCREZIONAMENTO CALCITICO CONDIZIONATE DALLA PRESENZA DI DEPOSITI DI RIEMPIMENTO NELLA GROTTA AZZURRA DI SAMATORZA (Carso Triestino)

Estratto dagli
ATTI E MEMORIE
della
Commissione Grotte «Eugenio Boegan»
Volume XVI

TRIESTE 1977

Stampato presso lo Stab. Tip. Nazionale - Trieste

FULVIO GASPARO

NOTE SULLE MORFOLOGIE DI CORROSIONE E DI CONCREZIONAMENTO CALCITICO CONDIZIONATE DALLA PRESENZA DI DEPOSITI DI RIEMPIMENTO NELLA GROTTA AZZURRA DI SAMATORZA (Carso Triestino)

RIASSUNTO

Viene data la descrizione geomorfologica della Grotta Azzurra di Samatorza (Carso Triestino), con particolare riferimento ad alcune forme di corrosione carsica osservate nella parte inferiore della cavità.

Si tratta di canali di volta, karren inversi e fori di corrosione per miscela d'acque che si sono sviluppati quando quel tratto di grotta era occupato da sedimenti argillosi, con una circolazione idrica al livello della volta dei vani, al contatto fra la roccia calcarea ed i sedimenti stessi.

SUMMARY

A geomorphological description is given of the «Grotta Azzurra» near Samatorza (Triestine Karst), with particular reference to some forms of karst corrosion seen in the lower part of the cave.

These are ceiling channels, inverted karren and dissolution holes caused by the mixing of waters which came about when that part of the cave was occupied by clayey deposits with water circulation at the level of the vaults of the chambers and through contact between the limestone rock and the sediments themselves.

PREMESSA

La Commissione Grotte «Eugenio Boegan» — Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del C. A. I. — ha da tempo intrapreso un ciclo di ricerche, condotte spesso in collaborazione con l'Istituto di Geologia dell'Università di Trieste, sulla geomorfologia carsica in rapporto alla litologia ed alla tettonica delle rocce carbonatiche del Carso Triestino (1).

(1) Nel quadro di questi studi sono stati recentemente raccolti elementi — derivati soprattutto dall'interpretazione di particolari forme di corrosione e concrezionamento calcitico — che consentono di avanzare l'ipotesi che le cavità dell'altipiano carsico siano state interessate in periodi recenti da una fase di riempimento, forse totale, da parte di sedimenti in prevalenza argillosi, come già segnalato nel bacino del F. Piuca (Gospodarič, 1963, 1969) e nel bacino del Timavo Superiore (Radinja, 1967) attraverso lo studio dei terrazzi fluviali, a monte degli inghiottitoi carsici.

Tali sedimenti sono attualmente presenti sotto forma di depositi al pavimento delle gallerie e di «tappi» che rappresentano il fondo di molte delle più interessanti grotte del Carso (es. Grotta Gigante, VG 2; Grotta di Gabrovizza, VG 6; Grotta di Padriciano, VG 12 ecc.) e sono in fase di «riassorbimento» — cioè di mobilizzazione e trasporto a quote inferiori — ad opera di acque circolanti nelle cavità carsiche al contatto fra i sedimenti stessi e la roccia calcarea incassante.

La circolazione idrica si suppone avvenga generalmente sotto pressione, in condizioni di «freaticità temporanea», ed eserciti un'azione corrosiva più o meno intensa a spese della roccia.

Sono stati riconosciuti, a questo riguardo, alcuni tipi morfologici («cupole di corrosione», «canali di volta», fori dovuti a miscelamento d'acque, livelli orizzontali

Nella presente nota viene considerata la morfologia della Grotta Azzurra di Samatorza, VG 257, una delle più note cavità della Venezia Giulia, con particolare riferimento alle forme di corrosione e di concrezionamento calcitico legate alla presenza di sedimenti argillosi.

DESCRIZIONE DELLA CAVITA'

La Grotta Azzurra di Samatorza (2) si apre a 243 m s. l. m., al fondo di una piccola dolina con tracce di assaggi di scavo per l'estrazione di concrezione calcitica, fra le quote 275 e 264, 1100 metri a WSW dall'abitato di Samatorza.

Si sviluppa in un calcare grigio, grigio scuro, compatto, più o meno fossilifero, con frattura irregolare, a volte un po' concoide, corrispondente ai termini basali dei «Calcari di Aurisina» (Forti, 1968).

La roccia appare ben stratificata, con periodi generalmente decimetrici. La stratificazione ha direzione NW - SE, con un'inclinazione media di 18° ed immersione a SW.

La grotta presenta un andamento generale suborizzontale, concorde con la giacitura della stratificazione della roccia calcarea, di cui segue nel primo tratto l'immersione e nel tratto finale la direzione.

Soffitto e fondo sono generalmente subparalleli. Il fondo della grotta è costituito da un potente tappo argilloso in fase di riassorbimento, al di sotto del quale la cavità continua probabilmente per un buon tratto, come dimostrato da uno scavo effettuato nel 1970 al contatto fra la volta e la parte superiore del deposito.

La morfologia della volta appare generalmente condizionata da fenomeni di crollo, impostatisi in prevalenza lungo i giunti di stratificazione, con distacco di ampie porzioni di strato. Solo nel tratto finale sono presenti sulla volta morfologie di corrosione legate alla presenza dei depositi di riempimento argillosi, le quali sono chiaramente sovraimposte ad una antica volta di crollo. Queste morfologie verranno esaminate in dettaglio più oltre.

I fenomeni di concrezionamento calcitico sono scarsi e localizzati in pochi tratti della grotta, pur raggiungendo in alcuni casi dimensioni notevoli (grossi gruppi stalattitici e stalagmitici). Colate calcitiche rivestono pareti e fondo nel tratto più interno della cavità. Un caso particolare dei fenomeni di concrezionamento è dato dai crostoni pensili che verranno descritti assieme alle altre forme legate alla presenza dei depositi di riempimento.

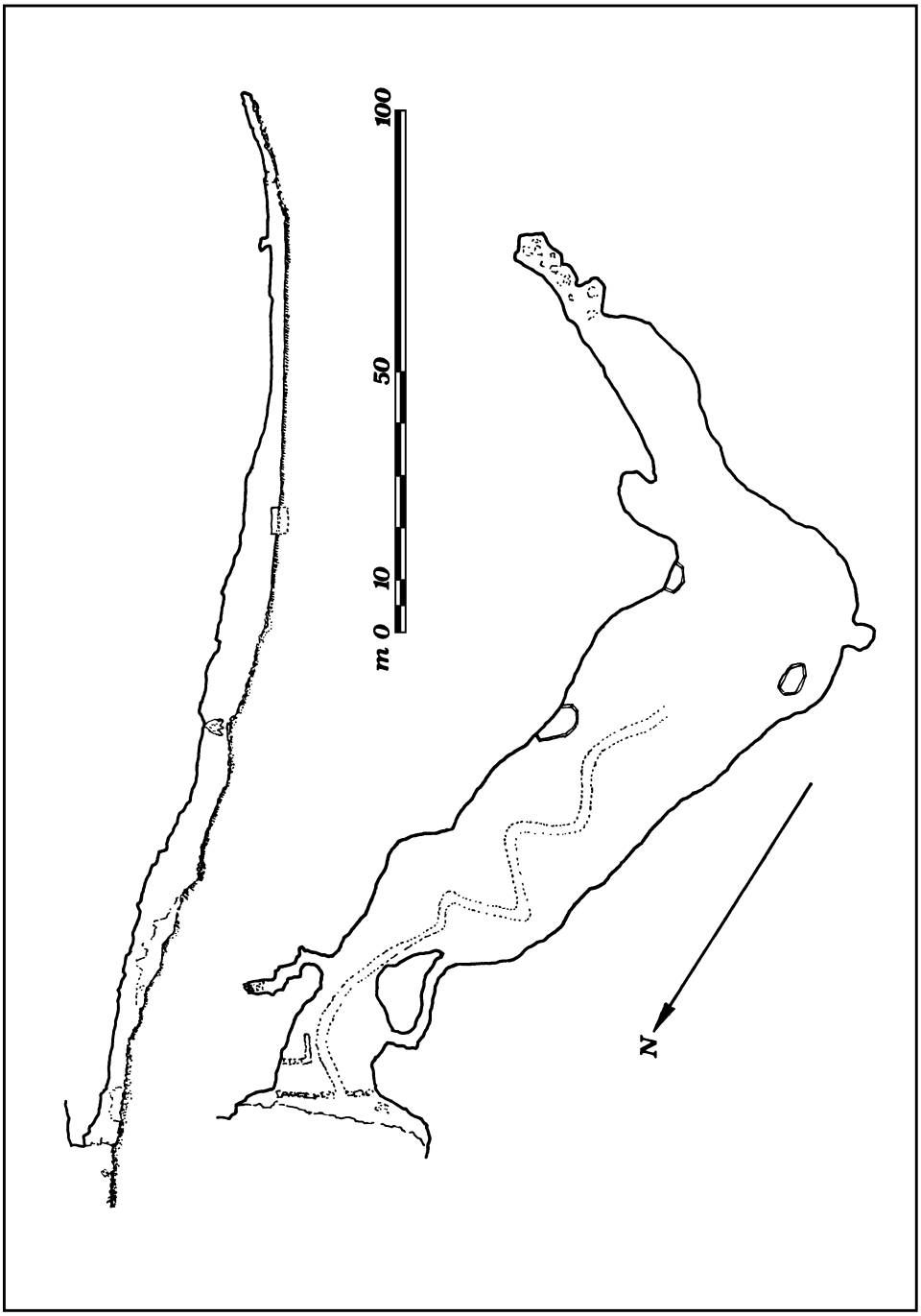
---

di corrosione, ecc.) legati ai fenomeni di dissoluzione presso l'interfacie roccia-argilla, che sono attualmente ben evidenti in zone interessate recentemente da uno «svuotamento» del vano carsico preesistente per effetto del riassorbimento delle argille.

A tali forme si associano spesso testimonianze di fenomeni di concrezionamento calcitico in corrispondenza dei vari livelli raggiunti dai tappi argillosi, presenti come piccole mensole (crostoni pensili) sulle pareti dei vani carsici (Forti, 1973).

Le forme suddette sono state riscontrate in quasi tutte le cavità del Carso Triestino esaminate negli ultimi anni (Grotta di Padriciano, VG 12; Grotta del Bosco dei Pini, VG 18; Grotta del Monte dei Pini, VG 2945; Grotta nella cava dell'Italcementi, VG 4841; ecc.) e sono state brevemente descritte per la Grotta di Padriciano da Cucchi et al. (1976).

(2) Dati catastali: VG 257 - Grotta Azzurra di Samatorza (Caverna presso Samatorza) - 40A II NO - Samatorza - Posizione: 1° 15' 10" 45° 45' 08" - Quota ingresso: m 243 - Profondità: m 42 - Lunghezza: m 216 - Rilevatori: R. Battaglia, B. Boegan - 23 marzo 1925.



TAV. 1 — Pianta e sezione longitudinale della Grotta Azzurra di Samatorza, VG 257.

MORFOLOGIE LEGATE AI DEPOSITI DI RIEMPIMENTO ARGILLOSI

Queste forme sono presenti, come già si è accennato, nella parte inferiore della cavità, il cui fondo è rappresentato dal tappo argilloso.

Il tipo più rappresentato è dato dai «canali di volta», che si presentano a volte anastomosati al punto di dar origine a morfologie tipo «karren inverso» («Deckenkarren»; Bögli, 1960), date da una serie di pendenti isolati da un reticolo di solchi. Sono pure presenti micro e macrocavità (camini e nicchie) dovute a fenomeni di miscelamento d'acque e corrosioni che hanno determinato un irregolare allargamento delle fratture in alcuni tratti della volta.

Per tutte queste forme si ritiene valida l'ipotesi di fenomeni di dissoluzione a spese della roccia calcarea presso l'interfacie roccia-argilla, in condizioni di temporanea freaticità. Testimonianza di una successiva fase vadosa si suppone siano i concrezionamenti al fondo dei canali di volta, osservati in qualche caso, e le mensole calcitiche, spesso incrostanti argille, presenti alle pareti della grotta.

CANALI DI VOLTA

Morfologie di questo tipo (3) sono state osservate un po' ovunque nel tratto finale e, pur essendosi sviluppate in condizioni molto simili, presentano forme alquanto variabili.

La direzione generale è da N a S e molte forme terminano in corrispondenza di bruschi dislivelli negativi della volta, nella quale «entrano» con una serie di piccoli tubi freatici con sezione simile a quella dei canali stessi (vedi foto 4 e 5).

Vengono descritti qui di seguito cinque esempi particolarmente rappresentativi, corredati da una planimetria schematica e da alcune sezioni trasversali (vedi tav. 2) .

Canale 1

Ha inizio da un camino di dissoluzione e presenta una direzione di scorrimento generale da NE a SW, concorde con l'immersione della volta che segue a sua volta quella della stratificazione della roccia. La lunghezza complessiva dei vari rami è di circa 10 metri.

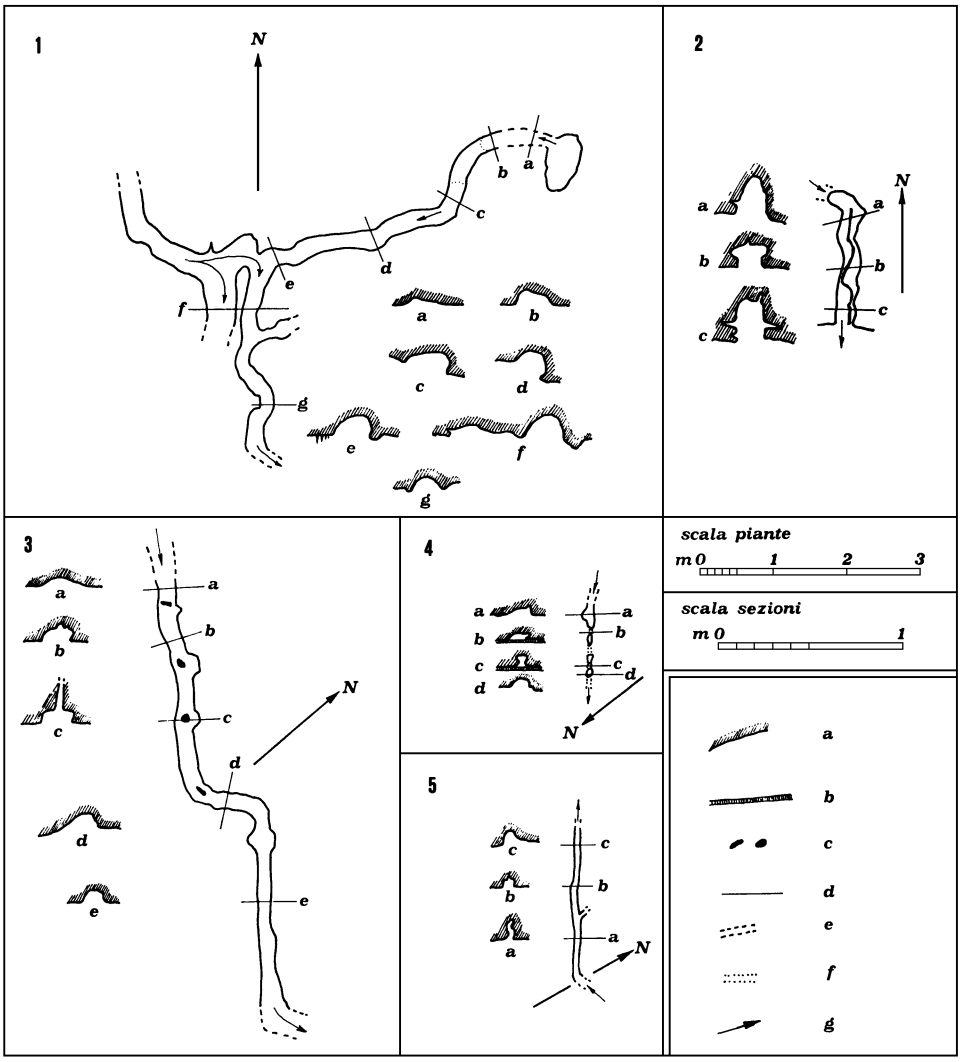
---

(3) Una descrizione di questo tipo morfologico è stata fatta recentemente da Pasini (1967), che dopo l'esame di una serie di forme presenti in grotte del Pedeappennino Bolognese, ne propone una classificazione genetica sulla base delle sue osservazioni e dei tipi già considerati da vari Autori.

Nel caso in oggetto, il tipo che interessa maggiormente è dato dai «canali freatici per alluvionamento di condotti» («ceiling channels» di Bretz, 1942, 1956). Pasini (1967) ricorda a questo avviso che «i veri ceiling channels sono forme freatiche (in quanto generate sempre da acque circolanti sotto pressione) sviluppatesi in una cavità che aveva già raggiunto le condizioni vadose», concordando in questo con una precedente osservazione di Dematteis (1960).

Per il Carso Triestino sono stati descritti due tipi morfologici da Cucchi et al. (1976). Si tratta di macrocanali di volta (corrispondenti ai «ceiling channels» di Bretz, 1942, 1956) e di microcanali con andamento serpeggiante, larghi in media 5 centimetri e profondi altrettanto. Per ambedue queste forme è stato proposto un meccanismo genetico che implica scorrimenti limitati d'acqua con bassa velocità in corrispondenza della volta di un vano carsico, completamente ostruito da sedimenti argillosi.

Presenta sezioni generalmente semicircolari o semiellittiche, più o meno eccentriche, con una larghezza media di 15 - 20 centimetri ed una profondità di cm 5 - 10, ed appare condizionato nel suo percorso dalle primitive asperità della volta di crollo.



TAV. 2 — Piante e sezioni trasversali dei canali di volta descritti nel testo.
LEGENDA: a: roccia in posto (sezioni); b: crostone calcitico; c: fori di dissoluzione (pianta); d: traccia delle sezioni (pianta); e: tratti con percorso mal definito (pianta); f: tratti con percorso non rilevabile per la presenza di crostoni calcitici al fondo dei canali (pianta); g: verso di scorrimento delle acque (pianta).

Si nota, particolarmente nelle sezioni b, c, d, rappresentative di tratti in curva, una migrazione verso l'esterno della curva (centrifuga) del percorso del canale.

In corrispondenza dell'incontro di due rami (sez. f) si ha un notevole allargamento ed un leggero approfondimento dei canali, dovuto probabilmente a fenomeni di miscelamento d'acque.

Canale 2

Si tratta di un canale ben marcato, con un percorso rettilineo, da N a S, per una lunghezza complessiva di circa 2,5 metri. Termina (a sud) in corrispondenza di un brusco innalzamento della volta.

Le sezioni del canale sono generalmente «a ponte» (Pasini, 1967), larghe 15 cm e profonde 20, con allargamenti in corrispondenza di soluzioni di continuità suborizzontali della roccia (giunti di stratificazione). Nella pianta è stato pure indicato un canalicolo che solca la parte superiore del canale principale; il canalicolo è impostato su fratture e deriva da un maggiore allargamento delle fratture stesse, come già notato per i giunti di stratificazione.

Nel tratto di volta interessato dal canale (accompagnato da altri con caratteristiche analoghe) la roccia è degradata superficialmente, per lo spessore di alcuni millimetri, a latte di monte biancastro.

Canale 3

Si sviluppa da NW a SE, seguendo la direzione della stratificazione; il percorso è dunque suborizzontale, caratterizzato da un minimo dislivello fra il tratto «a monte» e quello «a valle». La lunghezza è di 6 metri circa; la larghezza media è di 20 centimetri, la profondità è di 6-8 cm.

Questo canale presenta caratteristiche simili al canale 1; come questo è condizionato dall'antica morfologia di crollo della volta, alla quale sono imputabili i principali cambiamenti di direzione.

La particolarità più interessante è data dalla confluenza nella parte a monte del canale di piccoli fori di dissoluzione, indicati in nero sulla pianta. In corrispondenza di questi si hanno improvvisi allargamenti del canale, che evidenziano fenomeni di miscelamento d'acque in condizioni di freaticità temporanea.

Canale 4

Ha un percorso rettilineo, da SE a NW, seguendo la direzione di una frattura subverticale, sulla quale il canale stesso è impostato. La lunghezza è di un metro circa.

Il fondo del canale è costituito da un crostone calcitico, in parte sfondato, dello spessore medio di un centimetro.

Le sezioni sono caratterizzate da volte piatte suborizzontali, dove solo in qualche caso si osserva la traccia della frattura, evidenziata da fenomeni di corrosione.

Canale 5

E' impostato come il precedente su di una frattura e presenta un percorso rettilineo da SE a NW. La lunghezza è di due metri circa.

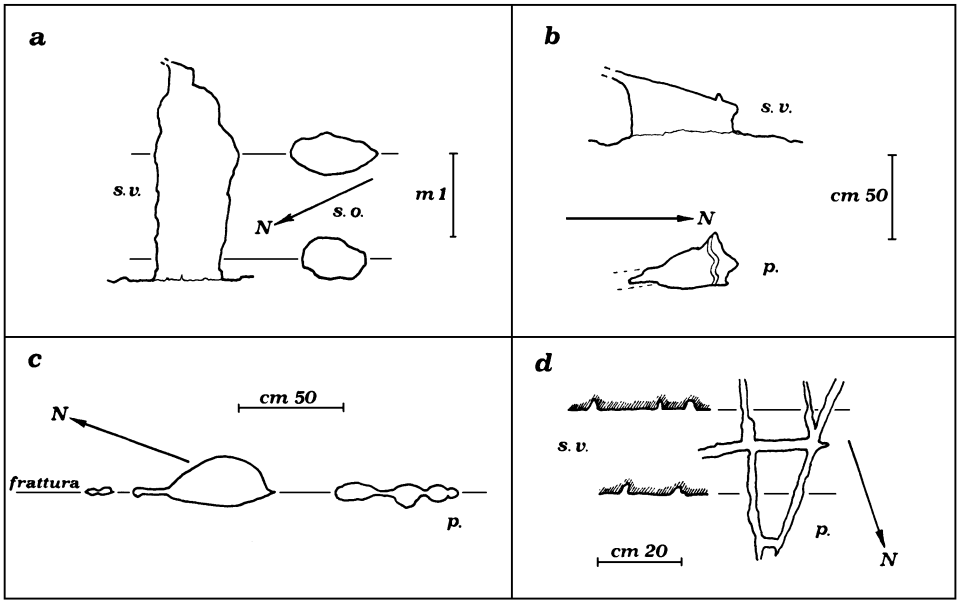
La morfologia in questo caso è variabile. Da monte a valle si passa da una sezione tortuosa della larghezza di 4-5 centimetri, a sezioni più ampie, con volta piatta ed una larghezza di 6-7 centimetri.

I canali 4 e 5 seguono fratture con direzione analoga a quella della stratificazione (NW-SE) e si trovano in un'ampia nicchia presso la parete N del tratto

finale della grotta, ove l'antico verso di circolazione delle acque è mal definibile e non segue la direzione generale di deflusso da N a S (tav. 4).

MICRO E MACROCAVITA' DI CORROSIONE PER MISCELAMENTO D'ACQUE

Sono presenti sulla volta del tratto inferiore della grotta e in alcuni casi da queste forme prendono origine canali di volta. Hanno aspetto e dimensioni quanto mai variabili e ne vengono descritte alcune forme tipo, alle quali le altre morfologie presenti possono venir ricondotte.



TAV. 3 — Forme di corrosione rilevate sulla volta del tratto inferiore della grotta. Per la descrizione, vedere il testo.

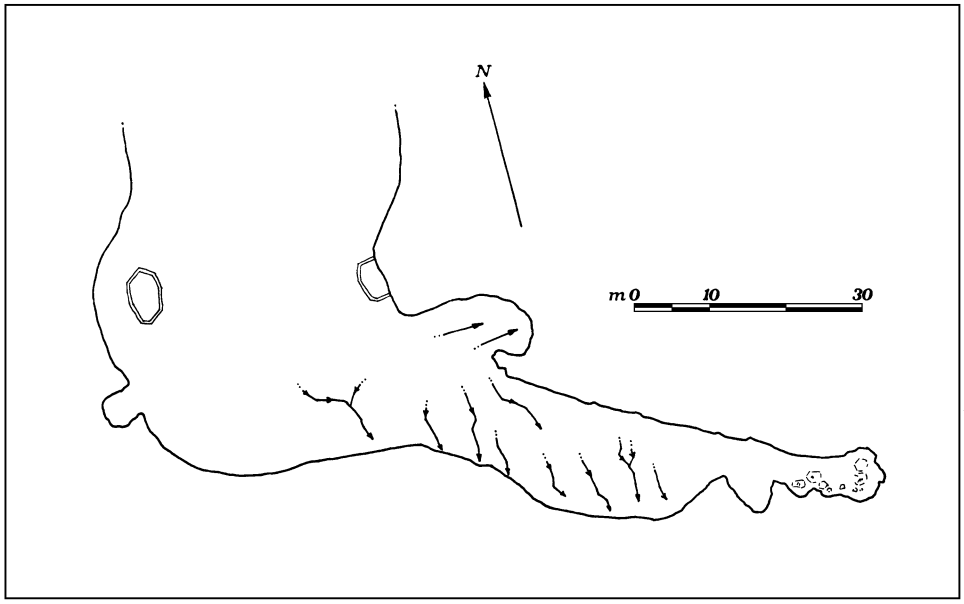
Nel primo caso (tav. 3 a) si tratta di un camino di dissoluzione, impostato su di una frattura con direzione NE - SW. L'altezza è di circa 2,5 metri, con una larghezza delle sezioni (generalmente subellitiche, con l'asse maggiore corrispondente alla direzione della frattura generatrice) di cm 80 x 50.

Il secondo tipo (tav. 3 b) è dato da una nicchia di volta con soffitto tabulare poco inclinato corrispondente ad un letto di strato, in comunicazione con i vani sottostanti per sfondamento di uno strato inferiore. Nel caso particolare il soffitto della nicchia è inciso da un piccolo canale di volta che si sviluppa in direzione E-W.

Nel terzo caso, rappresentato nella tav. 3 c con la sola pianta, si tratta di una serie di corrosioni cupuliformi in parte anastomosate, impostate su di una frattura con direzione NNW - SSE. Le dimensioni delle singole forme sono variabili, con diametri maggiori che vanno dai 5 ai 50 centimetri.

ALTRE FORME DI CORROSIONE

Sono date da corrosioni di fratture, come nel caso illustrato nella tav. 3 d, che condizionano sulla volta una morfologia reticolare e da piccole cariature, indipendenti da fratture o giunti di strato, che si osservano a tratti sul soffitto della grotta.



TAV. 4 — Principali linee di deflusso al soffitto del tratto inferiore della grotta, rilevate dallo studio dei canali di volta.

FORME DI CONCREZIONAMENTO CALCITICO

Sono rappresentative di una fase vadosa, di incrostazione della parte superiore del tappo argilloso da parte di acque sature in carbonato di calcio.

Si presentano attualmente come crostoni al fondo dei canali di volta o di mensole alla parete S della cavità, nei pressi dei fori di entrata dei canali di volta nella parete (vedi foto 4). Spesso questi crostoni inglobano nella parte inferiore materiali argillosi, residuo del tappo un tempo presente a quota superiore.

CONCLUSIONI

Le morfologie esaminate, presenti nel tratto inferiore della Grotta Azzurra di Samatorza, vengono interpretate come forme legate ad una circolazione idrica a livello della volta, sostenuta da depositi di riempimento argillosi.

Questi depositi, come già riscontrato in altre cavità carsiche del Carso Triestino, sono attualmente in fase di riassorbimento, con conseguente abbassamento del tappo argilloso che rappresenta il fondo della grotta, liberando pertanto via via nuovi vani come quello in cui sono state osservate le forme descritte in precedenza.

Le morfologie di corrosione della Grotta Azzurra di Samatorza sono caratterizzate da una solubilità dinamica, come testimonia la frequente presenza di canali di volta impostati su superfici inclinate, favorita dall'incontro di acque provenienti da drenaggi verticali entro fessure della roccia calcarea; in corrispondenza delle zone d'incontro di acque con chimismo differente sono presenti forme riferibili a corrosione per miscelamento d'acque (camini di dissoluzione).

Per la cavità in esame viene proposta la seguente evoluzione del vano carsico preesistente, un tempo completamente occupato da depositi di riempimento argillosi interessati da mobilizzazione e trasporto a quote inferiori ad opera delle acque circolanti (riassorbimento):

1) circolazione di acque lungo l'interfacie roccia-argilla a livello della volta del vano carsico preesistente, con formazione delle morfologie di corrosione (fase freatica);

2) progressivo svuotamento della cavità, a partire dalla parte superiore, con concrezionamenti calcitici (crostoni e mensole) sulla superficie superiore del tappo argilloso interessato dal riassorbimento con velocità variabile nel tempo (periodi di abbassamento e di stasi alternati irregolarmente);

3) demolizione delle morfologie di corrosione e concrezionamento per fenomeni di crollo che interessano la volta e le pareti della cavità (tratto iniziale della grotta).

BIBLIOGRAFIA

ANDREOLOTTI S. (1965). *I depositi di riempimento nelle cavità del Carso Triestino.* Atti e Memorie Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 5, pp. 49-71, Trieste.

BERTARELLI L. V. & BOEGAN E. (1926). *Duemila Grotte. Quarant'anni di esplorazioni nella Venezia Giulia.* Ed. T. C. I., pp. 1-494, Milano.

BÖGLI A. (1960). *Kalklösung und karrenbildung.* Int. Beiträge z. Karstmorph., 2, Zeitschr. für Geomorph., pp. 4-21, Göttingen.

BÖGLI A. (1964). *Corrosion par mélange des aux.* Int. Journal of Spel., vol. 1(1-2), pp. 61 - 70.

BRETZ J. H. (1942). *Vadose and phreatic features of limestone caves.* J. Geol., vol. 50 (6), pp. 675-811, Chicago.

BRETZ J. H. (1956). *Caves of Missouri.* Missouri Geol. Surv. W. ress., vol. 39 (2), pp. 1-490, Rolla.

CUCCHI F., FORTI F. & SEMERARO R. (1975). *Studio geomorfologico della grotta di Padriciano (VG 12).* Atti e Memorie Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 15, pp. 21-55, Trieste.

DEMATTEIS G. (1960). *Le «forme semplici» come strumenti di analisi nello studio della speleogenesi.* Grotte, Boll. Gr. Spel. Piemontese, anno 3 (13), pp. 28-43, Torino.

FORTI F. (1967). *La geomorfologia nei dintorni di Slivia (Carso Triestino) in rapporto alla litologia ed alla tettonica.* Atti e Memorie Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 7, pp. 23-61, Trieste.

FORTI F. (1968). *Particolari forme carsiche del Carso Triestino. Corrosioni e concrezioni asimmetriche.* Atti e Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 8, pp. 47-51, Trieste.

FORTI F. (1972). *Proposta di una scala di carsificabilità epigea nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino.* Atti Museo Civ. St. Nat. di Trieste, vol. 28 (3), pp. 69-100, Trieste.

FORTI F. (1973). *Considerazioni sui depositi di riempimento delle cavità carsiche nel Carso Triestino.* Atti e Memorie Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 13, pp. 27-39, Trieste.

FORTI F. (1975). *Modelli di dissoluzione carsica.* Mondo Sotterraneo, vol. 1974-1975, pp. 13-19, Udine.

FORTI F. & TOMMASINI T. (1964). *Il carso di Monte Spaccato. Osservazioni di geomorfologia carsica in rapporto con la litostratigrafia e tettonica.* Atti e Memorie Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 4, pp. 29-77, Trieste.

FORTI F. & TOMMASINI T. (1966). *Una sezione geologica del Carso Triestino. Osservazioni di geomorfologia carsica in rapporto con la litostratigrafia e la tettonica eseguita lungo una sezione trasversale all'andamento assiale del Carso Triestino, dal Monte Lanaro alla località Cedas.* Atti e Memorie Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 6, pp. 43-139, Trieste.

GOSPODARIC R. (1963). *Sledovi tektoniskih premikov iz ledene dobe v Postoinski jami.* Naše Jame, vol. 5, pp. 5-11, Ljubljana.

GOSPODARIC R. (1969). *Prirodne akumulacije vode v jamah porečia Ljubljanice.* Krš Jugoslavije, Vol. 6, Jugos. Akad. Znan. i Umet., pp. 157-174, Zagreb.

PASINI G. (1967). *Osservazioni sui canali di volta delle grotte bolognesi.* Le Grotte d'Italia, serie 4, vol. 1, pp. 17-57, Castellana Grotte.

MAUCCI W. (1953). *Inghiottitoi fossili e paleoidrografia epigea del Solco di Aurisina (Carso Triestino).* Actes I Congr. Int. Spél., 2 (1), pp. 45, Paris.

RADINJA D. (1967). *Vremska Dolina in Divaški Kras. Problematika Kraške Morfogeneze.* Geogr. Zbornik, vol. 10, pp. 159-269. Ljubljana.

TRIMMEL H. (1963). *Sul problema dei cicli di formazione, riempimento e sviluppo delle grotte.* Rass. Spel. It., anno 15 (4), pp. 132-140, Como.

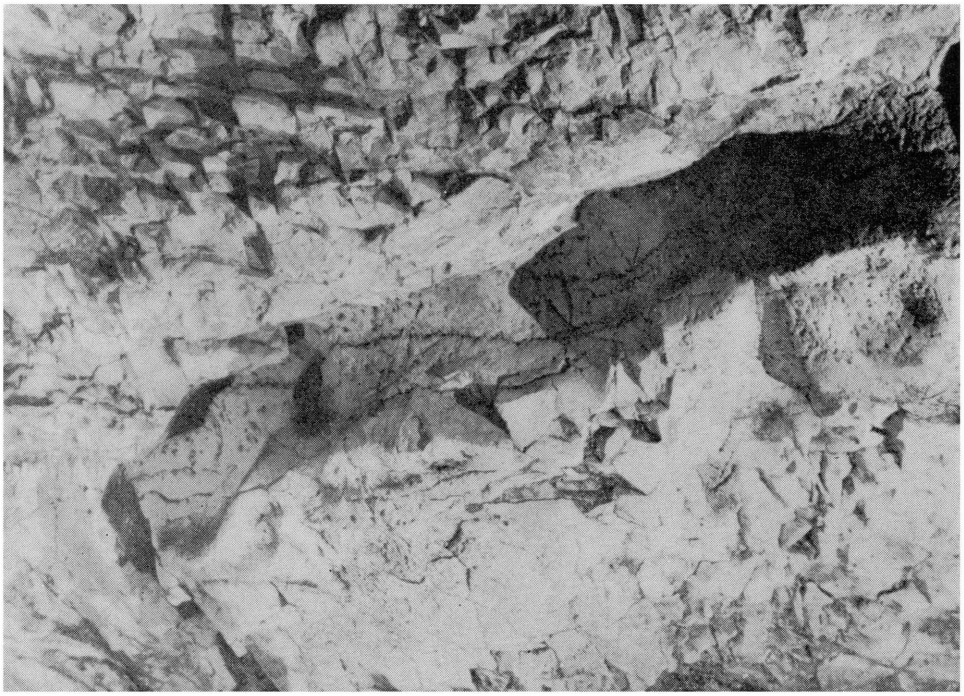


FOTO 1 — Particolare del tratto centrale del canale 1.

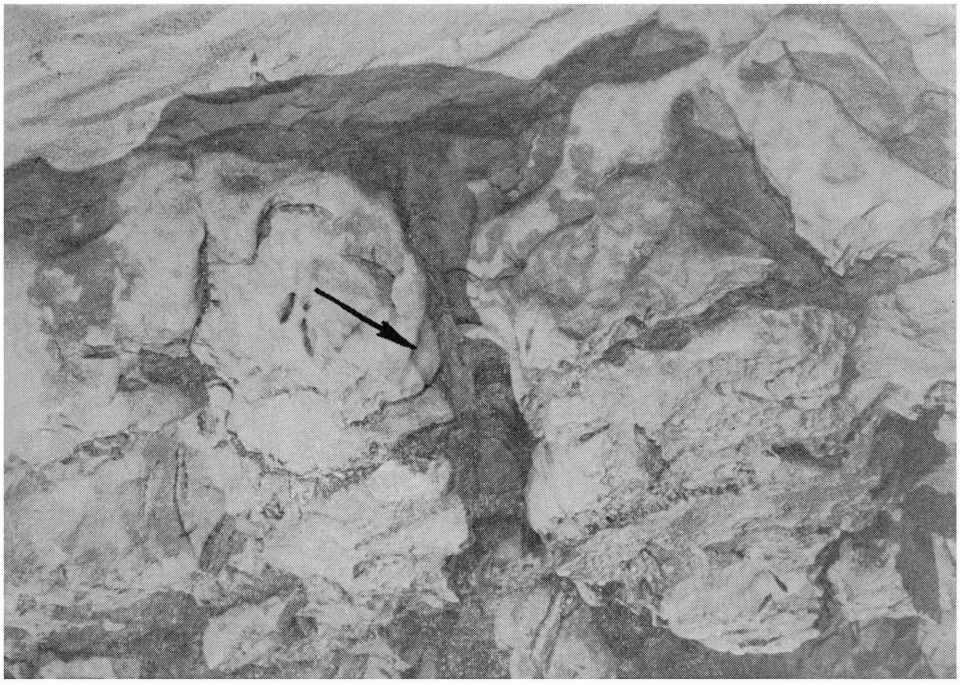


FOTO 2 — Tratto finale del canale 2. Si notino gli allargamenti dei giunti di stratificazione (vedi pure la sez. 2c della tav. 2).

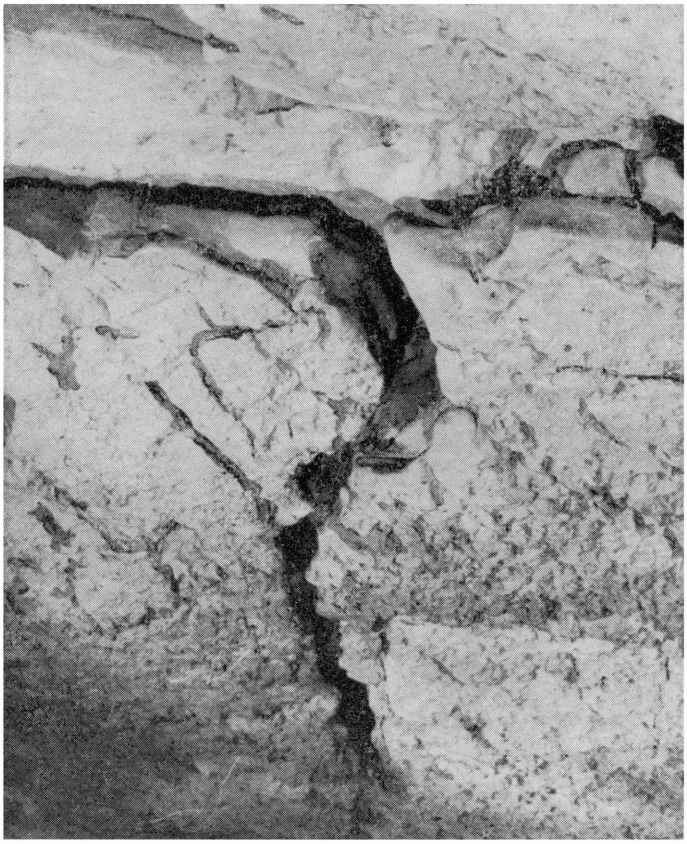


FOTO 3 — Canale di volta nella parte inferiore della cavità.

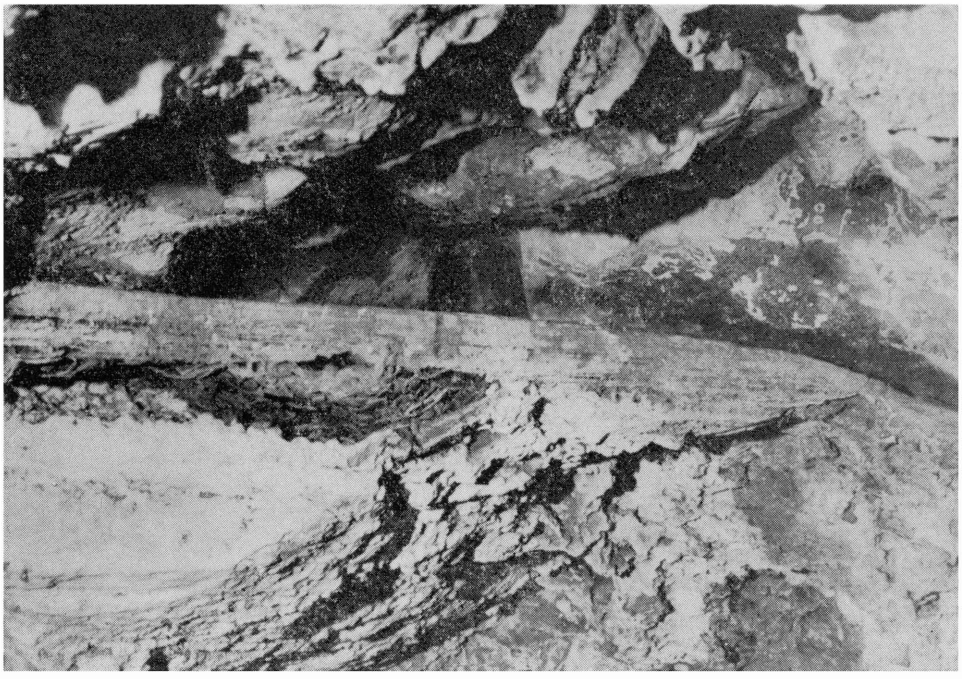


FOTO 4 — Sistema di fori di entrata di canali di volta nella roccia in corrispondenza della parete sud del tratto inferiore della grotta. Il fondo è rappresentato da un crostone calcitico inglobante argille.

FOTO 5 — Foro di entrata di un canale di volta nella parete.

FOTO 6 — Reticolo di fratture allargate per effetto della dissoluzione carsica operata da acque circolanti in pressione lungo la volta della parte inferiore della grotta.

FOTO 7 — Camino di dissoluzione. Si tratta della forma rappresentata nella tav. 3a.

(Le foto sono di C. Finocchiaro)