

FABIO FORTI

## IL CONCETTO DEL «MOMENTO CARSIKO» NELLO STUDIO DEL CARSIKO DELLE ROCCE CARBONATICHE

(Nota preliminare)

### RIASSUNTO

In base allo studio delle rocce carbonatiche e dei rapporti esistenti tra litologia e morfologia carsica, viene proposto il concetto del «momento carsico». Le diverse fenomenologie sia superficiali che sotterranee nelle rocce carbonatiche carsificabili, sono legate alle condizioni geolitologiche e deformative che determinano variazioni morfologiche nello spazio e nel tempo. Il carsismo segue infatti dei «modelli» dissolutivi strettamente legati ad una «classe o scala di carsificabilità» che rappresenta un «momento carsico» se, i fenomeni carsici sono considerati fenomeni che condizionano «morfologie in movimento» («cinetica morfologica»), anziché «morfologie in arresto».

### SUMMARY

On the basis of study of carbonate rocks and the relations between karstic morphology and lithology the concept of the «moment of karst» has been put forward. The different phenomenologies of carbonate karstic rock, both superficial and subterranean, are linked to geolithological and deformative conditions which determine morphological variations in space and time.

The variability in space is due to the fact that the carbonate lithotypes have rather varied lithofacies and so morphologies on a different «scale of karst» can be present simultaneously.

The variability in time depends on a lowering of the karst through dissolution which makes different lithotypes of the local stratification emerge in the same place. This can make the «degree of karst» vary vertically.

Karst phenomena follow «models» of dissolution closely linked to a «class or scale of karst» which represents a «moment of karst» if karst phenomena are considered phenomena which condition «moving morphologies» rather than «arrested morphologies».

The «karst landscape» is not fixed in time but it has been, and still is, in a state of continual change as karst surfaces are gradually lowered by dissolution while in subterranean karst morphologies the «model» followed in the genesis and evolution of the phenomenon will depend on the variation of the geological conditions which the cave has met in its development deeper down.

The proposal to introduce the concept of the «moment of karst» into the study of the genesis and evolution of karstic morphology in carbonate rocks means thoroughly checking any contribution to the interpretation of the karst phenomena, superficial as well as subterranean, in strict relation to geological conditions.

### PREMESSA

Nel corso degli studi e delle ricerche sul carsismo delle rocce carbonatiche che l'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste conduce già da anni, in aree carsiche del Friuli-Venezia Giulia e Trentino-Alto Adige, sono stati affrontati interessanti problemi di interpretazione dei «fatti carsici» in rapporto alle caratteristiche geolitologiche e strutturali delle rocce carbonatiche.

E' stata dimostrata la possibilità di una classificazione dei fenomeni carsici epigei secondo una «scala di carsificabilità» proposta da F. Forti (1972), basata sulla costituzione geologica locale, valutando l'intensità del carsismo ed i suoi rapporti con la litologia, la stratigrafia, la tettonica. La sua validità è stata confermata dalla dimostrazione che le suddivisioni della «scala» corrispondono in pratica a gradi di solubilità dei diversi litotipi carbonatici, secondo quanto osservato da F. Forti, S. Stefanini & F. Ulcigrai (1975).

Ogni tipo di fenomeno carsico rappresenta un «momento carsico» tale in quanto determinato da condizioni geolitologiche variabili nello spazio e nel tempo.

La variabilità nello spazio è dovuta al fatto che i litotipi carbonatici hanno litofacies assai varie e di conseguenza su di una superficie carsica possono essere presenti contemporaneamente morfologie di diversa «scala di carsificabilità».

La variabilità nel tempo dipende dall'abbassamento per dissoluzione della superficie carsica che porta ad affiorare, nello stesso luogo, litotipi diversi della successione stratigrafica locale, ciò può far variare il «grado di carsificabilità» in senso verticale.

E' stato dimostrato in precedenti lavori, da F. Forti (1968, 1972, 1972 a, 1973, 1975 a) il significato che la variabilità delle condizioni geolitologiche ha nei riguardi del carsismo (1).

## CONDIZIONI GEOLOGICHE

Nelle successioni stratigrafiche delle rocce carbonatiche, si alternano litofacies appartenenti ad ambienti di sedimentazione diversi con passaggi laterali e verticali di facies e conseguente diverso tenore di residuo insolubile; ciò costituisce motivo di attento esame per i suoi notevoli effetti carsici.

A questa variabilità litologica si associano variazioni del periodo della stratificazione; si passa da ritmi di sedimentazione millimetrica (nelle serie carbonatiche più impure), a banchi di potenza metrica (in quelle più pure) e la frequenza dei piani di stratificazione avrà continue variazioni con passaggi sia laterali che verticali.

Infine, in riferimento alle deformazioni connesse con fenomeni orogenetici, i diversi litotipi reagiscono agli sforzi tettonici in maniera molto diversa. In rapporto alle condizioni litologiche e stratigrafiche i sistemi di fessurazione passeranno da reticolari - comminuti a frequenze metriche.

Piani di stratificazione e di fessurazione, come noto, rappresentano quelle superfici di discontinuità dell'edificio carbonatico, accessibili all'instaurarsi ed all'evolversi del processo carsico.

## CONSEGUENZE CARSCICHE

In relazione alle diverse caratteristiche litologiche e strutturali della successione stratigrafica, anche i fenomeni di dissoluzione, determinati dalle acque chi-

---

(1) Ringrazio il prof. Giulio Antonio Venzo, ordinario e direttore dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste per i consigli e la lettura critica del manoscritto ed il dott. Furio Ulcigrai, professore incaricato di geologia stratigrafica presso la Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali dell'Università di Trieste, per i consigli in sede di revisione del lavoro.

micamente aggressive, saranno di conseguenza molto diversi da zona a zona, anche nell'ambito di pochi mq.

Ciò è dimostrato nella «scala di carsificabilità» proposta da F. Forti (1972) e successivamente nei «modelli di dissoluzione carsica», nel significato dato da F. Forti (1975).

Ad esempio se in una determinata zona è presente un litotipo carbonatico abbastanza costante come composizione litologica, regolare nel periodo di stratificazione e nella frequenza dei sistemi di fessurazione, le morfologie carsiche ivi presenti appartengono ad una «classe» arealmente molto uniforme.

Se al contrario, nella stessa area affiorano diversi litotipi carbonatici, con tutte le peculiarità litologiche, stratigrafiche e tettoniche, caratterizzanti ciascun litotipo, assisteremo ad una grande variabilità di «classi di carsismo» di posizione anche estrema.

Nei due casi sopraccitati, le condizioni morfologiche rappresentano due diversi «momenti carsici», determinati nel primo caso, da un'unica «classe di carsismo», nel secondo da più «classi», con distribuzione areale non uniforme (2).

Ma questi due diversi «momenti carsici» rappresentano una «situazione attuale», poichè in «questo momento» su quelle superfici topografiche affiorano *quei* litotipi carbonatici, che danno luogo a *quei* fenomeni carsici.

E' stato affermato da molti AA. che si sono occupati di carsismo delle rocce carbonatiche, che le varie forme carsiche superficiali non sono altro che esempi di evoluzione delle stesse forme carsiche: un «campo solcato» ad esempio, si evolverà in una «griza carsica».

Seguendo invece il concetto generale del «ciclo carsico», sappiamo che qualsiasi superficie carsica esposta per un lungo periodo di tempo agli atmosferici, oltre a produrre delle morfologie particolari, gradualmente si abbassa per dissoluzione provocata principalmente da una «corrosione dorsale» delle rocce affioranti.

Abbiamo visto più sopra che la variabilità dei litotipi carbonatici oltre ad essere in senso orizzontale, lo è anche in senso verticale. Ora, consideriamo ad esempio che in un determinato luogo affiorino dei calcari micritici, molto compatti e bene stratificati e sotto a questi giacciono dei calcari impuri lamellari-lastroidi, nel «momento carsico» corrispondente all'affioramento dei calcari micritici sovrastanti, avremo una «classe» media di carsismo 4-5, mentre nel «momento carsico» corrispondente all'affioramento in superficie dei calcari lamellari-lastroidi, per dissoluzione dei livelli micritici sovrastanti, avremo una «classe» medio-bassa di carsismo 1-2.

Tutto ciò sta a significare che nel carsismo epigeo nulla è «immutabile», non solamente nello spazio ma anche nel tempo.

Seguendo questo ragionamento, che riguarda il «presente» ed il «futuro» delle superfici carsiche, dobbiamo supporre che identico sviluppo di fenomenologie carsiche è avvenuto nel «passato», cioè su quelle superfici carsiche non più esistenti perchè progressivamente abbassate dalla dissoluzione nel lungo periodo intercorso tra l'emersione del massiccio carsico ed il momento attuale.

Nello studio delle macromorfologie superficiali, i cosiddetti «paleosolchi» fluviali, la cui genesi dovremmo farla risalire a 10-30 milioni d'anni, possono essere invece, alla luce di questi nuovi studi, nient'altro che dei «momenti carsici» dovuti alla dissoluzione differenziata tra litotipi carbonatici di posizione estrema

---

(2) Ciò spiega quella variabilità di morfologie che si osserva nelle aree carsiche del Carso Triestino, caratterizzate appunto da condizioni geolitologiche molto variabili.

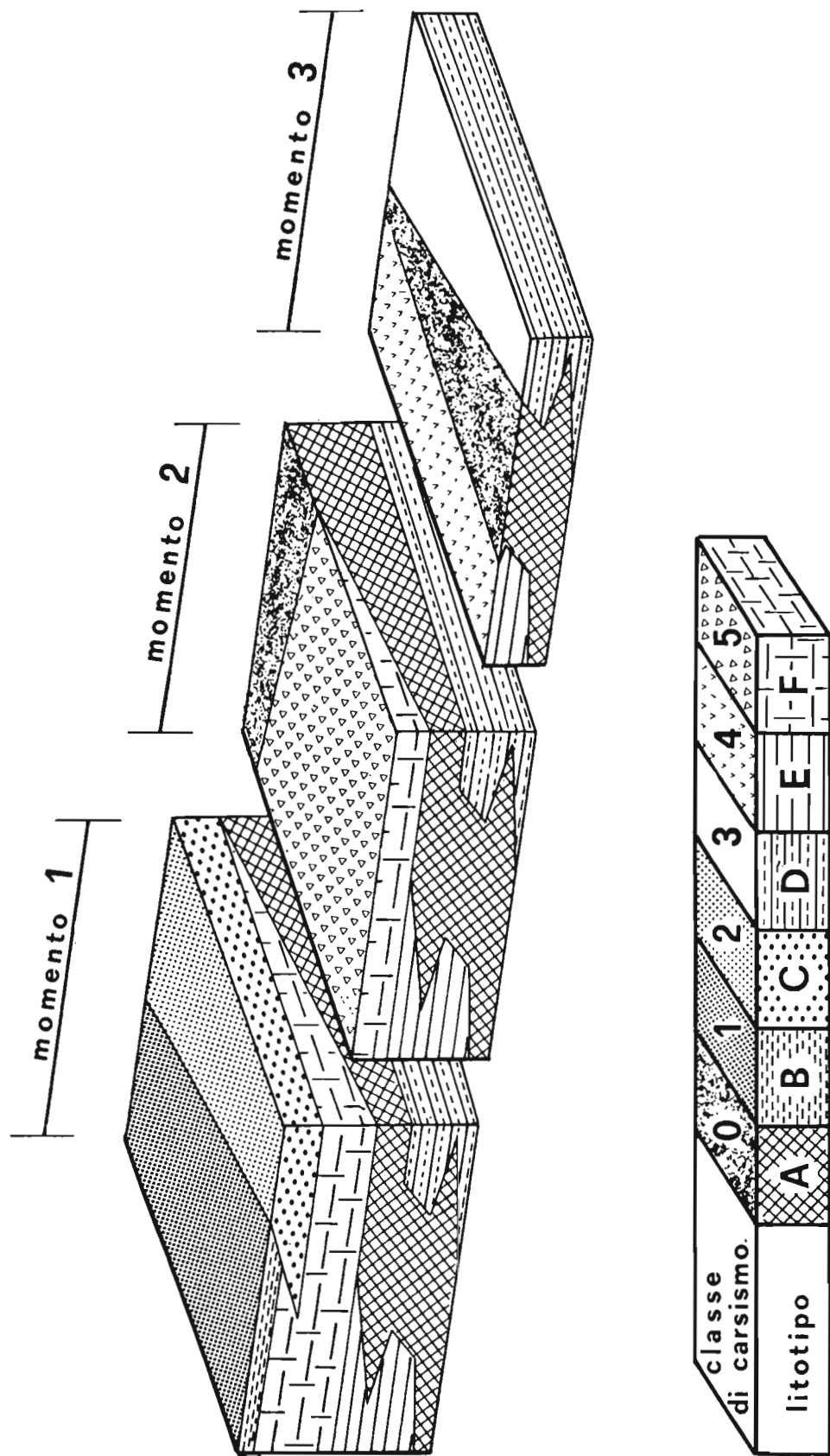


FIG. 1 — Esempio di «momento carsico» nello spazio e nel tempo. (dis. dott. F. Cucchi)

## LEGENDA

- Litotipo A - Dolomie cristalline grigie impure, fittamente stratificate;
- » B - Calcari poco compatti nerastri, argilloso-bituminosi, lammellari-lastroidi;
  - » C - Calcari poco compatti grigio-scuro, fossiliferi, fittamente stratificati;
  - » D - Calcari compatti grigi, fossiliferi, con stratificazione decimetrica;
  - » E - Calcari molto compatti grigio-chiari, poco fossiliferi, con stratificazione da decimetrica a metrica;
  - » F - Calcari molto compatti chiari, scarsamente fossiliferi, con stratificazione metrica.

- Classe 0 - «Morfologie paracarsiche»;
- » 1 - «Morfologie a carso coperto»;
  - » 2 - «Morfologie a denti»;
  - » 3 - «Morfologie a strati»;
  - » 4 - «Morfologie a strati e blocchi»;
  - » 5 - «Morfologie a banchi e blocchi».

- Nel «momento 1» affiorano due litotipi (B e C) che danno luogo a morfologie di Classe 1 e 2.
- Nel «momento 2» affiorano sempre due litotipi, diversi però dai precedenti (A e F) che danno luogo a diverse morfologie carsiche e cioè a quelle di Classe 0 e 5.
- Nel «momento 3» affiorano tre litotipi (A - D - E), due dei quali (D e E) nuovi, che danno luogo a morfologie di Classe 3 e 4, oltre a quella di Classe 0 del litotipo A, già presente nel «momento 2».

nella «scala della carsificabilità» (calcari-dolomie), il cui esempio classico è chiaramente riscontrabile sul Carso Triestino. Introducendo il concetto del «momento carsico» nella dinamica del carsismo, applicato alla «scala di carsificabilità», appare chiaro che le ricostruzioni paleogeografiche di un territorio carsico non possono essere complete e significative, se non si tiene nel debito conto le considerazioni sopra esposte.

A diversità di «classi di carsismo» corrisponde pure diversità nella velocità di dissoluzione delle rocce carbonatiche, come dimostrato da F. Forti, S. Stefanini & F. Ulcigrai (1975); pertanto i vari «momenti carsici» non corrispondono a delle superfici di dissoluzione piane, bensì ondulate, con zone di depressione ed altre di culminazione, in genere a contorni morbidi e arrotondati ma tormentate nei particolari. Se al «momento attuale», in una determinata zona abbiamo un certo paesaggio carsico, certamente non sarà più quello in un «momento futuro», cosicché se nella stessa zona (in senso verticale), oggi vi è una elevazione collinare, poichè affiorano qui delle rocce carbonatiche dotate di uno scarso grado di carsificabilità, in un tempo futuro si potrà sviluppare una situazione topografica esattamente opposta e cioè una zona di depressione (dolina), perchè in quel «momento» ivi affioreranno delle rocce dotate di un alto grado di carsificabilità.

Per una comprensione genetico-morfologica del carsismo delle rocce carbonatiche, è necessario avere oltre che una perfetta conoscenza delle condizioni geologiche, una visione di un tutto continuo a tre dimensioni in via di evoluzione. E' noto infatti che l'intero edificio carsico con tutti i suoi fenomeni: pozzi, grotte, doline, «piccole forme di corrosione», ecc., non sono altro che immagini morfologiche in atto in un determinato momento, che si potrebbe anche definire quale «morfologia in arresto». Per fare un esempio pratico, quando noi studiamo una dolina, le sue condizioni morfologiche sono determinate da una somma di fattori genetico-evolutivi, che non si esauriscono con l'osservazione e lo studio delle «attuali condizioni morfologiche» della dolina stessa. Per arrivare ad una rappresentazione genetica ed evolutiva di un qualsiasi fenomeno carsico, occorre ricostruire lo sviluppo delle varie fasi del «ciclo carsico», fino al momento attuale.

In particolare ciò vale soprattutto per quanto riguarda il movimento delle acque sotterranee in un massiccio carsico. Tali acque tenderanno ad avere dei percorsi sempre più complessi per dissoluzione differenziata a seconda dei litotipi, dei sistemi di fessurazione che via via incontreranno nel loro percorso sotterraneo, in cavità che si evolveranno conseguentemente in modo diverso. A tutto ciò bisogna aggiungere che l'evoluzione dei sistemi carsici sotterranei è strettamente legata anche alla variazione del «livello di base».

E' questa la «morfologia in movimento» o meglio si potrebbe chiamarla con termini più appropriati «cinetica morfologica» o «morfocinetica».

## CONCLUSIONI

La proposta di introdurre il concetto del «momento carsico» nello studio della genesi ed evoluzione del carsismo delle rocce carbonatiche, intende portare un contributo per un rigoroso controllo nell'interpretazione dei fenomeni carsici sia superficiali che sotterranei, in stretto rapporto alle condizioni geologiche.

Il cosiddetto «paesaggio carsico» non è stabile nel tempo, ma è stato ed è in continua mutazione man mano che le superfici carsiche si abbassano per dissoluzione, mentre nelle morfologie carsiche ipogee, il «modello» seguito nella genesi

ed evoluzione del fenomeno avrà dipeso dal variare delle condizioni geolitologiche che la cavità avrà incontrato nel suo sviluppo in profondità.

*Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste*  
*Dicembre 1976*

#### BIBLIOGRAFIA

- FORTI F. (1968) - *La geomorfologia nei dintorni di Slivia (Carso Triestino) in rapporto alla litologia ed alla tettonica*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 7, (1967), 23-61 pp., Trieste.
- FORTI F. (1972) - *Proposta di una scala di carsificabilità epigea nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino*. Atti Museo Civ. St. Nat. Trieste, Vol. 28, (1), (3), 67 - 100 pp., Trieste.
- FORTI F. (1972 a) - *Le «vaschette di corrosione». Rapporti tra geomorfologia carsica e condizioni geolitologiche delle carbonatiti affioranti sul Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 11, (1971), 37 - 65 pp., Trieste.
- FORTI F. (1973) - *Studio geomorfologico dei «fori di dissoluzione» nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 12, 19 - 27 pp., Trieste.
- FORTI F., STEFANINI S. & ULCIGRAI F. (1975) - *Relazione tra solubilità e carsificabilità nelle rocce carbonatiche del Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 14, (1974), 19 - 49 pp., Trieste.
- FORTI F. (1975 a) - *Modelli di dissoluzione carsica*. Mondo Sotterraneo, Numero unico del C.S.I.F., (1974 - 1975), 13 - 18 pp., Udine.