HUBERT TRIMMEL

SUL PROBLEMA DEI CICLI DI FORMAZIONE, RIEMPIMENTO E SVILUPPO DELLE GROTTE

Estratto da: ***« Rassegna Speleologica Italiana »*** - Como
Anno XV - Fasc. 4 - Novembre 1963

HUBERT TRIMMEL

SUL PROBLEMA DEI CICLI DI FORMAZIONE, RIEMPIMENTO E SVILUPPO DELLE GROTTE

Questo studio è stato presentato in tedesco dall'Autore al Symposium Internazionale di Speleologia (Varenna, ottobre 1960). Esso mi è parso ricco di idee interessanti ed originali, per cui l'ho tradotto in italiano per uso mio e di alcuni miei amici. Successivamente ho pensato che valesse la pena di pubblicarlo sulla Rassegna Speleologica Italiana affinchè un maggior numero di speleologi italiani potessero venire a conoscenza dei concetti di questo studioso straniero.

Ringrazio il prof. Trimmel che ha gentilmente acconsentito alla pubblicazione della versione italiana del suo lavoro, il dott. Antonio Alberti che mi ha aiutato nella traduzione ed il prof. Walter Maucci che l'ha riveduta.

MARINO VIANELLO

Il riempimento naturale delle cavità, che in qualche fase della evoluzione delle grotte ha uno sviluppo notevole, pone alcuni punti fermi sull'età delle grotte. I sedimenti che sono stati deposti nelle cavità naturali presuppongono l'esistenza delle cavità stesse. Se si riesce a datare il tempo d'origine dei sedimenti o a determinare il momento della loro sedimentazione si ha così nello stesso tempo un indiscutibile limite del periodo geologico che può venir in causa per l'origine della cavità. La cavità in ogni caso è più vecchia del sedimento e del processo di sedimentazione e non più vecchia della roccia madre.

Un'analisi comparata degli eterogenei riempimenti che possono presentarsi — alcuni esempi dovranno venir discussi nella relazione seguente — porta alla conclusione che le cavità hanno avuto origine in periodi molto diversi della storia della terra. I prodotti del riempimento testimoniano dei processi di sviluppo ai quali le cavità al tempo della sedimentazione e dal tempo della sedimentazione erano sottoposte. Normalmente il decorso dei fenomeni speleologici avviene secondo uno schema già dato dal Kyrle e leggermente variato dal Trimmel. Secondo il concetto del Trimmel, l'allargamento ed il riempimento delle cavità non sono due fasi successive dell'evoluzione della cavità stessa, ma lo sviluppo di una cavità è il prodotto della contemporanea influenza dei fattori che tendono all'ampliamento e dei fattori che tendono al riempimento della cavità. Normalmente il risultato di questa cooperazione è un parziale riempimento. L'ampliamento ed il riempimento continuano così a farsi sentire a lungo, fino che la parziale decadenza della grotta porta allo stadio della « cavità di relitto » ed alla fine allo stadio della completa distruzione della cavità (asporto dei resti della cavità).

Nella seguente relazione sarà trattato quell'importante caso particolare in cui, in seguito alla prevalenza dei fattori di riempimento, la normale evoluzione della cavità è stata interrotta in un determinato stadio o in un determinato momento ed è pervenuta ad una stasi.

Il completo riempimento toglie ad una cavità le sue caratteristiche naturali e la sua unità. Dal momento dell'interrimento l'evoluzione della cavità nel senso dell'ampliamento subisce un arresto. Non si ha più alcuna modificazione in seguito all'influsso del clima ipogeo, nessuna sostanziale modifica morfologica delle pareti della cavità: le forme raggiunte al momento del riempimento vengono più o meno conservate. Queste correlazioni tra cavità e sedimenti valgono naturalmente anche quando una cavità è

già riempita parzialmente. Mentre continua l'evoluzione delle pareti del convacuo (1), lo sviluppo micro-morfologico nelle restanti parti del vacuo (2) perviene ad una stasi, oppure obbedisce ad altre leggi, così che in seguito ad un successivo ringiovanimento della parte del vacuo già occupata dai sedimenti possono essere osservate sulle pareti numerose formazioni e gruppi di formazioni che derivano da diverse fasi dell'evoluzione della cavità. Esempi di ciò furono citati dall'Autore tra l'altro sulla parete della Badlhöle, nel carso medio stiriano (Austria - 2) e della Tropfsteinhöle di Griffen nella Carinzia (Austria - 3).

EVOLUZIONE DI UNA CAVITA' NATURALE		
Caso normale		Caso particolare
Kyrle 1923	Trimmel	Trimmel
origine della cavità Preparazione tettonica e corrosione	Preparazione tettonica o stratigrafica (prefase dell'origine della cavità) Origine della cavità	
Allargamento della cavità Riempimento della cavità	*sviluppo della cavità* Come sintesi delle forze e rispettivamente dei processi tendenti all'allargamento ed al riempimento	*sviluppo della cavità* Come sintesi dei processi di allargamento e riempimento Completo riempimento
Decadenza della cavità	Decadenza della cavità Distruzione della cavità	

Nel caso di completo riempimento di una cavità possono aversi due casi che in natura avvengono frequentemente:

a) il vacuo è riempito con masse mobili (fango di grotta, sabbia, argilla, strati fossiliferi. strati antropozoici).

b) il vacuo è riempito non con sedimenti mobili, ma con sedimenti fissi, cioè con sedimenti cementati (breccie, conglomerati etc.).

Per l'ulteriore trattazione della questione su quali conclusioni trarre dal fenomeno del completo riempimento è irrilevante se un riempimento solido deriva per cementazione da sedimenti mobili o, se nel caso delle concrezioni e delle stalattiti si origina subito un sedimento roccioso.

Nelle grotte in cui al riempimento concorrono in comune sedimenti mobili e fissi, sono le masse mobili decisive per l'ulteriore evoluzione che prende la cavità; in questo caso il comportamento della cavità corrisponde al tipo *a*).

Tra i due tipi descritti esistono fondamentali differenze di sviluppo. Mentre nell'uso generale della lingua parlata ad una cavità parzialmente o totalmente riempita con sedimenti mobili viene senz'altro attribuito ancora il termine di « grotta », ciò non

(1) Vacuo: il vano ipogeo primario, costituente una cavità, delimitato dalla roccia in sito, prescindendo dal fatto che sia totalmente o affatto occupato da riempimenti.

(2) Convacuo: la parte di cavità direttamente visibile ed accessibile, delimitata sia dalla roccia in sito sia dal riempimento.

(Da: WALTER MAUCCI, *Contributo per una terminologia speleologica italiana*, « Boll. della Soc. Adriatica di Scienze, vol. LI, 1960).

DIFFERENZE EVOLUTIVE NEL CASO DI COMPLETO RIEMPIMENTO

	Riempimento completo con sedimenti incoerenti o con sedimenti in parte (maggiore) mobili ed in parte compatti o cementati.	Riempimento completo con sedimenti compatti o cementati. (p.e. Concrezioni, breccie, conglomerati, lumachelle).
Pareti della grotta	Interruzione della normale evoluzione delle microforme. Cambiamento della parete in seguito alla influenza dei sedimenti sulla roccia madre (p.e. corrosione fosfatica) ed in seguito all'acqua di infiltrazione.	Completa stasi della evoluzione delle microforme.
	Estesa fossilizzazione delle forme delle pareti.	Completa fossilizzazione delle forme delle pareti.
Ulteriore sviluppo della cavità	Asporto o sbombero facilmente possibili.	Asporto o sgombero sostanzialmente più difficili che per le cavità con riempimenti mobili.
	Frequente ripresa di una normale evoluzione della cavità, dopo una stasi temporanea (p.e. nei sifoni otturati per una invasione di acqua.	Rara ripresa di una normale evoluzione della cavità; spesso dopo lunghe stasi.
	L'ulteriore evoluzione può essere proseguita in condizioni uguali o simili come prima del riempimento.	Un ulteriore sviluppo della cavità segue sempre nuove e diverse condizioni di sviluppo. (Il materiale di riempimento si comporta come una roccia madre).
	Tipo *a*)	Tipo *b*)

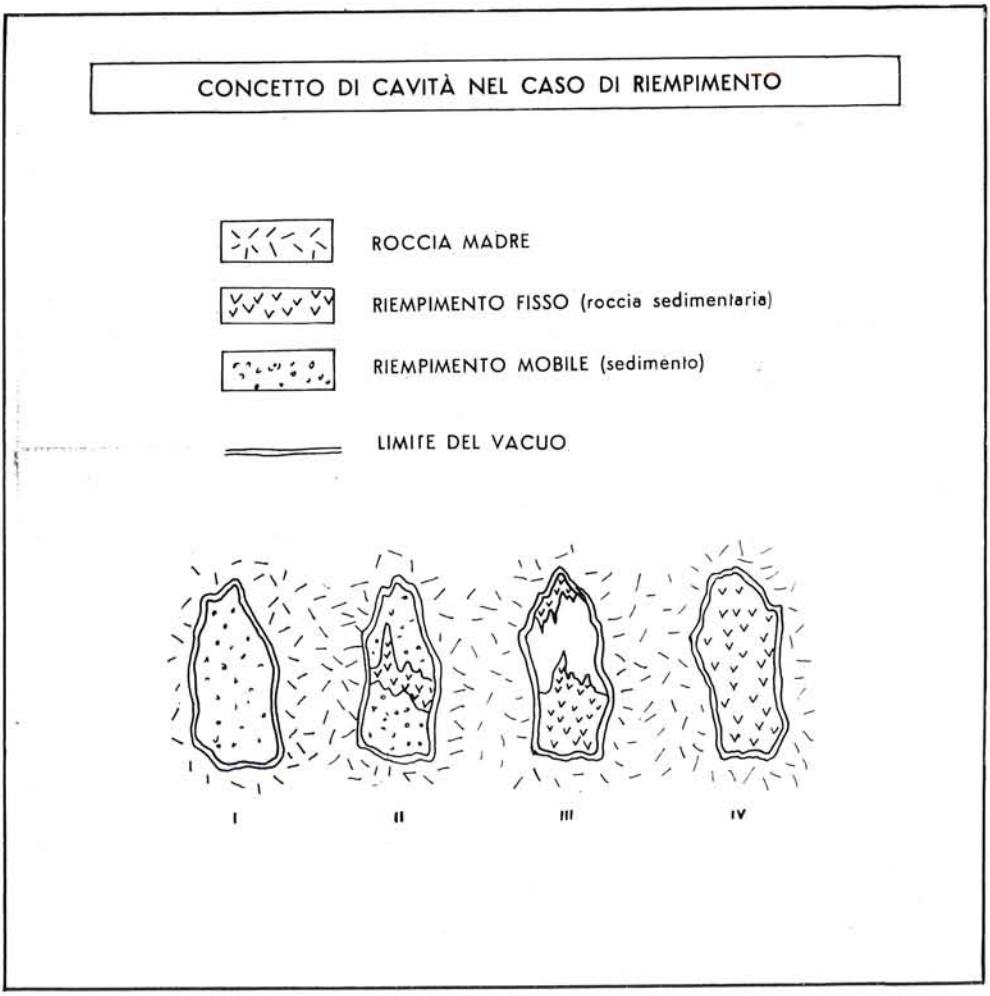
succede più normalmente per una cavità completamente riempita di sedimenti pietrificati. In una tabella comparativa sono indicate le differenze su quello che riguarda lo sviluppo delle microforme e sulla eventuale ripresa di un normale sviluppo.

Dal punto di vista genetico-morfologico, come risulta da questa tabella è di principale importanza il tipo *b*). L'esame delle grotte completamente « conservate » e lo studio del loro riempimento possono portare ad importanti conclusioni.

Nel significato speleogenetico-morfologico il termine « grotta », come viene mostrato in uno schizzo deve essere usato anche per questo tipo. Le grotte « conservate » in questo significato sono derivate senza dubbio da diversi periodi della storia della terra. Alcuni esempi che sono portati prevalentemente dalle Alpi Orientali possono confermare questa affermazione.

1) Nelle alte montagne calcaree della catena alpina Nord Orientale il Hierlatz-

kalk, depositato sui calcari del Dachstein appartenenti alla falda di ricoprimento alpina del Dachstein orientale superiore, ha una larga e caratteristica diffusione. Si trovano questi calcari a crinoidi del Giura deposti non sulla superficie, ma in larghe conche carsiche e spaccature dei calcari del Dachstein che al tempo della sedimentazione dei Hierlatzkalken dovevano conseguentemente essere già esistiti. Il Hierlatzkalk giace su di un rilievo incarsito e corroso. K. Murban ha constatato indipendentemente da me che il riempimento dei Hierlatzkalken, p.e. nella zona della Bärenhöhle nel Kleinen Brieglerskogel sui Toten Gebirge sud-orientali (Stiria), si incontrano ancora 60 metri sotto l'attuale piano di campagna, ed io potei lì osservare ciottoli che praticamente consistevano esclusivamente di crinoidi (gigli di mare) caratteristici dei Hierlatzkalken. Questo significa però che nel Lias inferiore (Lias β) dovevano già essere esistenti pozzi carsici e fessure beanti che raggiungevano almeno la profondità di 60 metri, con la supposizione che l'odierno piano di campangna corrisponda esattamente al livello supe-



Gli schizzi I. e II. illustrano il tipo a), riempimento completo lo schizzo III; mostra che in caso di parziale riempimento con materiale cementato, il termine vacuo viene interpretato nel senso più estensivo. Dalla successione degli schizzi risulta logicamente che il termine grotta è da usare anche per il tipo b), IV. schizzo (riempimento completo).

riore della formazione del Dachstein del Trias superiore ed ancora non vi sia stata denudazione dei calcari del Dachstein. La formazione dei Hierlatzkalken è dunque successiva ad un periodo di forte carsificazione che può porsi soltanto nel Retico o nel Lias inferiore. Quanto intensa sia stata questa carsificazione e la conseguente formazione di cavità si rileva dal fatto che forre carsiche larghe da 10 fino a 20 metri furono per così dire « cementate » dal Hierlatzkalk.

2) Nel rilievo del Borgeland meridionale, immediatamente al confine Austro-Ungarico, dove le Alpi passano nel bassopiano Ungherese, gli strati alto-pannonici giacciono su una superficie fortemente incarsita di calcari devoniani. Le ghiaie e le argille alto-pannoniche non giacciono però solamente sulla superficie dei calcari, ma riempiono completamente anche i pozzi carsici e le grotte dei calcari devoniani. Questo fatto è stato osservato prima di tutto nelle cave di calcare del castello sul versante degli Eisenberg, dove per i lavori di cava le cavità carsiche profonde dovettero anzitutto essere vuotate per arrivare al calcare puro ed inoltre divennero sempre più riconoscibili anche formazioni stalattitiche. L'intensa carsificazione deve conseguentemente aver avuto un'età almeno bassa o media pannonica. Nella medesima roccia e non lontano dai fenomeni sopra descritti, nel Hohensteinmaisberg presso Kirchfidisch (Burgenland), negli scavi paleontologici degli ultimi anni che forniscono una fauna pliocenica, venne fatta la constatazione che i sedimenti con i resti di animali non rappresentano altro che una cavità naturale il cui sviluppo nel pliocene è stato interrotto da un completo riempimento, la cui esatta datazione non è però, almeno per il momento, stabilita.

3) La Knochenspalte presso Hundsheim nella Bassa Austria orientale, quando il riempimento del pleistocene inferiore fu vuotato dal taglio di una cava, si dimostrò come una cavità carsica fossile con sviluppo più o meno a forma di pozzo. La sua roccia madre, i calcari del Ballenstein, appartiene al Giura. Il preciso periodo della sua origine non è noto. Nella letteratura paleontologica sono conosciuti parecchi simili riempimenti di fessure e cavità che per lo più risalgono al Pliocene od al Pleistocene inferiore ed in quel periodo obliterarono i vuoti esistenti togliendo ogni caratteristica di cavità. In quasi tutti i casi vennero osservati come riempimento sedimenti sciolti e non induriti.

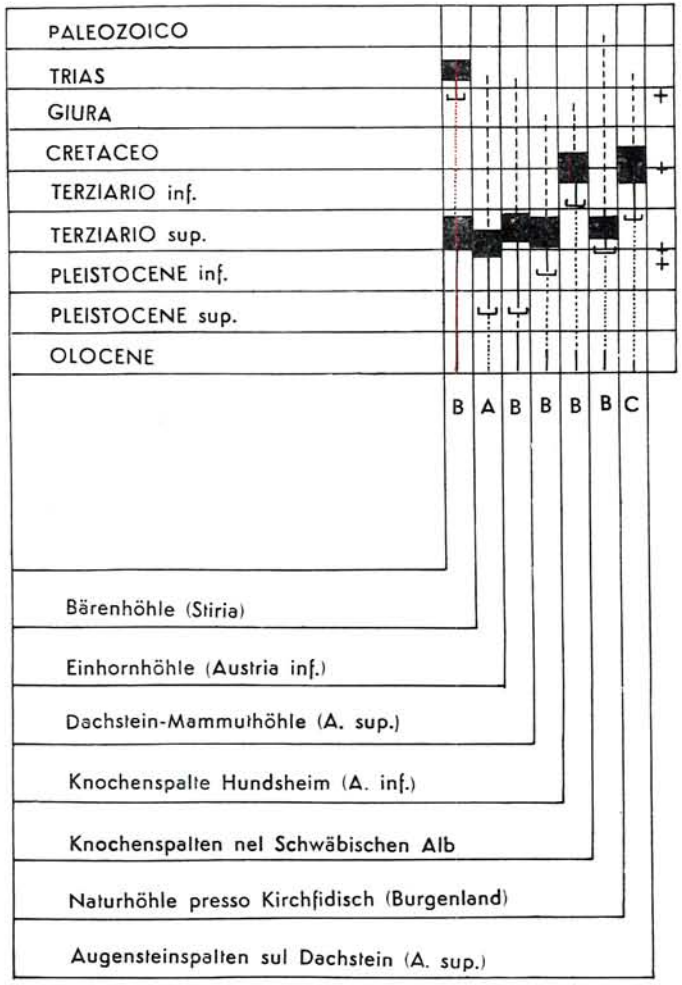
4) Cavità situate nella catena alpina, la cui origine risale probabilmente al Pliocene, sono state private delle loro caratteristiche di cavità di quando in quando anche nel Pleistocene superiore, perfino con la formazione di sedimenti litici. Così è stato constatato nella Einhornhoele, sugli Hohen Wand (Austria Inferiore) che il vacuo originale è stato ristretto in seguito alla deposizione di una breccia ossifera potente alcuni metri; un compatto riempimento che invade tutta la cavità e che era costituito come la roccia madre diede l'impressione di chiudere una grotta della Carinzia, l'Eggerloch, presso Warmbad Villach. Nell'ultima cavità citata poterono essere scoperte da Oscar Hessè con scavi ed esplosivi ulteriori sale di una bella galleria.

5) Nella Dachstein-Mammuthoehle presso Obertraum, (Austria Superiore) suolo pareti, e volta di una determinata parte della grotta vennero formati non nella roccia madre (i calcari del Dachstein), ma in materiale morenico saldato, dal quale le grotte e le cavità carsiche erano state riempite durante i periodi glaciali pleistocenici, particolarmente nel Pleistocene superiore. Questa osservazione è particolarmente tipica nella zona dei cosiddetti « banchi di conglomerato ». Ci troviamo di nuovo in presenza di un riempimento del Pleistocene (superiore).

Dagli esempi riportati, ai quali ancora molti altri potrebbero venir aggiunti, mi sembra già risultare che il completo riempimento di una cavità naturale esistente può essere anche un singolo caso particolare, ma che un rapido riempimento di cavità che porta ad un completo riempimento dei vani e con ciò alla stasi dell'evoluzione della cavità si presenti in determinati tempi nelle maggiori cavità.

Una prima importante constatazione fondamentale è che alla base di ciò sono fattori climatici-morfologici.

TABELLA DELLO SVILUPPO E DEL RIEMPIMENTO DELLE GROTTE



Spiegazione dei simboli

- possibile periodo d'origine
- probabile periodo d'origine
- periodo di sviluppo
- periodo di riempimento
- periodo di stasi

In caso di ripresa dello sviluppo della cavità:

A per svuotamento (cause naturali)

B per sgombero (scavi e simili)

C per erosioni delle montagne (denudazione)

\+ periodo di maggiore attività speleogenetica

IL PROBLEMA DEI CICLI SPELEOLOGENETICI E CARSICI NELLA ZONA CENTRALE DELLE ALPI ORIENTALI

TRIAS	*Scitico*	
	Anisico *Ladinico*	Formazione di roccie carsificabili.
	Carnico *Norico* *Retico*	Formazione dei calcari del Dachstein, emersione e sollevamento dei calcari del Dachstein, sviluppo dei fenomeni carsici superficiali ed ipogei nei calcari del Dachstein; nel Lias riempimento delle cavità del primo ciclo speleogenetico con il Hierlatzkalk.
GIURA	*Lias*	
	Dogger	
	Malm	
CRETACEO	*Cretaceo inf.*	
	Cretaceo sup.	Orogenesi pre-Gosau (probabile formazione delle prime cavità embrionali nell'interno delle montagne) II ciclo speleogenetico.
TERZIARIO	*Eocene*	
	Oligocene	Orogenesi port-Gosau, sviluppo del paesaggio tipo « Augenstein ».
		Riempimento delle cavità carsiche con Augenstein.
	Miocene	Sviluppo del paesaggio tipo « Rax », inizio di un intenso sviluppo del carsismo del terziario superiore.
	Pliocene	Apice della speleogenesi del terzo ciclo carsico.
PLEISTOCENE	— *inferiore*	Sviluppo delle cavità (non rilevabile dai sedimenti).
	— *superiore*	Apice dello sviluppo dei sedimenti attuali.

Ad un completo riempimento si arriva sempre in unione con periodi di stasi dei processi di carsificazione, cioè nei periodi della « Decarsificazione » (Entkarstung). Che esistano periodi simili è un fatto fino a questo momento solo raramente espresso con chiarezza nella letteratura. L'ostruzione delle vie di deflusso ipogee per il riempimento con sedimenti del reticolo idrografico carsico e soprattutto con brecce e conglomerati

formatisi per saldatura di questi sedimenti (come nel caso dell'alluvionamento con materiale morenico) dimostra senza dubbio un forte ostacolo nei processi di carsificazione. E' ovvio, dal confronto dei diversi esempi riportati di casi di conservazione di cavità fossili di giungere alla conclusione che questi possono essere il punto di partenza per ulteriori studi ed esempi dei fenomeni carsici e speleologici. Un confronto consimile è stato tentato nella allegata tabella 5. In questa tabella sono indicati con segni appropriati:

a) il « possibile periodo d'origine » della cavità, cioè quel periodo nel quale la roccia madre della cavità era già esistente e per cui teoricamente era possibile la formazione della cavità; *b*) il « probabile periodo d'origine », cioè quel periodo nel quale in base ai processi tettonici ed alle nostre conoscenze geologiche è probabilmente avvenuta la formazione della cavità; *c*) il « periodo di sviluppo », cioè quel periodo nel quale la cavità esisteva già ed era sottoposta ai processi di un normale ampliamento (un periodo che è provato da sedimenti, tutto od in parte); *d*) il periodo del riempimento, cioè quel momento in cui inizia la conservazione della cavità ed il suo sviluppo giunge ad una stasi; *e*) il periodo « di riposo » cioè il periodo dopo il termine del riempimento, fino ad una eventuale ripresa dello sviluppo. Nel caso di una ripresa dello sviluppo, viene anche indicato se questa avviene per processi di svuotamento per cause naturali (A), per casuale o volontaria liberazione da parte dell'uomo (F) o per scavo o per processi di ablazione, cioè denudazione.

Da un esame della tabella si rileva il mio modo di vedere che può così riassumersi:

a) si delineano determinati periodi di erosione e di particolarmente intenso sviluppo di cavità. Sostanzialmente sembrano esserci stati nel settore alpino medio-europeo tre periodi speleogenetici efficaci: il passaggio tra Trias e Giura, il passaggio tra Cretaceo superiore e terziario inferiore ed il periodo del terziario superiore fino all'inizio del pleistocene inferiore.

b) Il riempimento delle cavità può aver luogo in ogni tempo e non soltanto in dipendenza dello sviluppo paleoclimatico o regionale, ma anche e per una notevole quantità delle condizioni locali.

c) A quanto pare le cavità oggi esistenti si possono far risalire direttamente soltanto fino all'alto terziario. All'autore non è noto alcun caso in cui una cavità abbia mantenuto fino ad oggi in continuità uno sviluppo derivato da un periodo d'origine precedente al terziario superiore non interrotto da un completo riempimento.

Queste constatazioni ottenute dall'interpretazione della tabella possono con ciò essere messe in discussione. Si dà così un punto d'appoggio per la possibile età che una cavità può raggiungere nel corso del suo sviluppo. Da questo deriva anche il problema se è possibile ed esatto parlare della presenza dei cicli speleologenetici. Nell'area alpina si potrebbero distinguere dal Trias tre cicli speleogenetici che possono essere messi in collegamento con il decorso dei processi orogenetici (tav. 6). Con la ripresa dei processi speleogenetici in una cavità conservata dal riempimento si avrebbe l'inizio di un nuovo ciclo speleogenetico. La presenza però di una cavità così conservata non può essere implicitamente considerata la premessa per l'inizio di un ciclo nel senso sopracitato.

P.S.: Dopo la chiusura del presente manoscritto mi sono stati resi noti ancora due lavori che sono in stretta relazione col tema del mio studio. Essi sono il manoscritto « Sull'età e la durata delle grotte » di Kurt Ehrenberg, che verrà pubblicato sul periodico « Die Höhle » e tratta socialmente i problemi relativi al periodo iniziale della formazione dei più importanti sistemi di cavità attuali, ed il lavoro « Il materiale di riempimento delle cavità carsiche nelle catene paleozoiche calcaree a sud-est di Aquisgrana » di H. Jarminowski, che nel 1957 fu presentato alla facoltà di ingegneria mineraria e

metallurgia della Scuola Tecnica Superiore di Aquisgrana. Entrambi i lavori citati non poterono essere presi in considerazione nel mio lavoro.

(*Traduzione dal tedesco di Marino Vianello, Comm. Grotte "E. Boegan", Soc. Alpina delle Giulie, C.A.I. Trieste*).

Riassunto: Il normale decorso dell'evoluzione delle grotte, dalla formazione fino alla completa distruzione, come lo dimostrano alcuni esempi citati, in casi eccezionali può essere portato ad una stasi in seguito al completo riempimento della cavità con sedimenti. Queste « cavità conservate » mostrano attualmente quell'assetto e quelle ricchezze di forme che avevano al momento della deposizione dei sedimenti e rendono con ciò possibile un prezioso sguardo nel problema paleogeografico.

Qualche riflessione a questo riguardo può dare un contributo ai problemi dell'età delle grotte e dei cicli speleogenetici, e deve offrire lo spunto per più approfonditi esami del complesso di problemi a questi collegati.

BIBLIOGRAFIA

1. KYRLE G., *Grundiss der theoretischen Speläologie*, « Speläologische Monographien », Band I, Wien, 1923.
2. TRIMMEL H., *Beobachtungen zur Frage der Raumbildung in der Badlhöhle bei Badl. (Steiermark)*, « Mitt. d. Geogr. Ges. Wien », Bd. 92, Wien, 1950, S. 26-30.
3. TRIMMEL H., *Die Griffener Tropfsteinhöhle*, « Carinthia II », Bd. 67, Klagenfurt, 1957, S. 21-36.
4. MURBAN K., *Geologische Bemerkungen zum Bau des Südostteiles des Toten Gebirges*, in: « K. Murban, M. Mottl, Die Bärenhöhle (Herman - Bok-Höhle) im Kleinen Brieglersberg, Totes Gebirge », Mitt. Mus. f. Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum « Joanneum », H. 9, Graz, 1953.
5. KUMEL F., *Eine pliozäne Karstlandschaft im südlichen Burgenland*. Die Höhle, 4 Jagg., H. I., Wien, 1953, S. 1-6.
6. ZAPFE H., *Beiträge zur Erklärung der Entstehung von Knochenlagerstätten in Karstspalten und Höhlen*, « Beiheft zur Zeitschrift Geologie », n. 12, Akademie-Verlag, Berlin, 1954.