

ATTI
del
XIII CONGRESSO NAZIONALE DI SPELEOLOGIA

Perugia, 30 settembre - 4 ottobre 1978

organizzato dal
GRUPPO SPELEOLOGICO C. A. I. - PERUGIA

PREPRINTS

Stampati a cura della Regione dell' Umbria e del Gruppo Speleologico C. A. I. Perugia

PERUGIA 1978

SOMMARIO

- Novelli G.** - La speleologia nelle scuole attraverso le proiezioni di documentari. Le esperienze del Gruppo Genova Bolzaneto C.A.I.
- Dini A., Forti F., Pichi E. e Semeraro R.** - Prima proposta d'intervento per la protezione e la salvaguardia dei fenomeni carsici ipogei nell'area della progettata zona franca Industriale sul Carso.
- Burri E.** - Considerazioni metodologiche per la fruizione delle aree carsiche nell'ambito della pianificazione territoriale per la costituzione di parchi e riserve naturali.
- Burri E.** - Ipotesi per la tutela e valorizzazione del patrimonio carsico abruzzese.
- Guldi P. e Pavanetto A.** - Il Soccorso Speleologico in Italia: realtà e prospettive.
- Novelli G. e Roncaglio R.** - Nota sulle prove eseguite durante la risalita di due speleologi, contemporaneamente, sulla medesima fune.
- Novelli G. e Roncaglio R.** - Nota sulle modifiche apportate all'autobloccante Gibbs.
- Boila P.** - Tecnica di progressione su corda e note di soccorso.
- Ceccarelli G. L. e Menichetti M.** - Tecniche di soccorso su sola corda.
- Rondoni R.** - Relazione tecnica sulla Grotta di Monte Cucco.
- Ronchi B.** - Proposta di dieta per periodi di breve permanenza in grotta.
- Rossi G. e Sauro U.** - Il problema della raccolta di dati speleologici. Proposta di apposite schede.
- Nozzoli S.** - Attrezzatura portatile per la ricerca di cavità con il metodo delle prospezioni geoelettriche.
- Grippa C. e Menardi Noguera A.** - Un efficiente dispositivo per il rilievo radiogoniometrico in speleologia.
- Vallati D.** - Due nuove stazioni di *Ghidinia morettii* morettii PAVAN sul Monte Guglielmo (Brescia) (Coleoptera Carabidae).
- Novelli G.** - La ceramica a mano, senza uso di tornio, di Ousseltia (Tunisia).
- Bentini L.** - Nota preliminari sulla Grotta Preistorica dei Banditi (384 E/RA) nei gessi di Monte Mauro (Brisighella, Ravenna).
- Calandri G., Grippa C. e Ramella L.** - La preistoria nelle grotte della Valle Argentina.
- Console C.** - Sulla possibilità di impiego del poliuretano espanso nel recupero di materiali fossili in grotta.
- Gasparo F.** - Relazione sugli esperimenti di marcatura delle acque finora effettuati nelle cavità del gruppo del Monte Canin (Alpi Giulie Occidentali).
- Calandri G.** - Le sorgenti carsiche del Monte Toraggio in Val Nervia (Imperia).
- Salvatori F.** - Contributo alla conoscenza dei meccanismi speleogenetici: analisi cinetica delle relazioni di solubilizzazione delle rocce carsogene.
- Forti F.** - Il significato morfogenetico dei termini "energia" e "classe" applicati allo studio del carsismo delle rocce carbonatiche.
- Forti F.** - Il problema dell'energia morfologica nello studio del carsismo delle rocce carbonatiche (studi sul Carso Triestino).
- Forti F.** - Rapporti fra cavità e doline sul Carso Triestino.
- Balbiano d'Aramengo C.** - Ipotesi sulla genesi dei soffitti orizzontali nella Grotta del Caudano (Cuneo).
- Castellani V.** - Una singolare evidenza di speleogenesi in fase precoce.
- Pema G. e Sauro U.** - Il biocarsismo.
- Gleria E.** - Considerazioni sulla circolazione d'aria nei camini di erosione inversa.
- Bixio R.** - Nuove considerazioni sulle grotte tettoniche in rocce carsificabili. Caratteri morfologici ed elementi comparativi.
- Licitra G.** - Classificazione "genetica" delle grotte vulcaniche.
- Licitra G.** - La formazione delle cavità reogenetiche di frattura.
- Licitra G. e Cavallaro F.** - Una insolita cavità "reogenetica di frattura": Il Pozzo del Monte Silvestri Inferiore (SI/CT/1002).
- Castellani V. e Cigna A.** - Aspetti di speleogenesi in ambienti extraterrestri.
- Forti P. e Quarzè S.** - I livelli neri delle concrezioni alabastrine nella Grotta Novella (San Lazzaro di Savena - Bologna).
- Forti P. e Marsigli M.** - Sulla genesi delle infiorescenze gessose sopra le concrezioni calcitiche della grotte in gesso del bolognese.
- Bini A. e Cappa G.** - Osservazioni su alcuni "ciottoli di fango" (Mud-balls) trovati in grotte comasche.
- Bini A., Cappa G. e Pellegrini A.** - Osservazioni sui "plastici" argillo-limosi presenti in alcune grotte comasche.
- Amelio M. e Calandri G.** - Segnalazioni di cristalli di gesso in cavità artificiali dell'Imperia.
- Bocchini A. e Coltorti M.** - Rilievo topografico e geomorfologico del complesso carsico Grotta del Fiume (8 Ma/AN) - Grotta Grande del Vento (307 Ma/AN).
- Bocchini A. e Coltorti M.** - Considerazioni sulla speleogenesi della zona carsica di Frasassi (Ancona) in relazione all'evoluzione geomorfologica esterna.
- Galdenzi S.** - Osservazioni sulle cavità nei pressi della Sorgente Sulfurea di Frasassi.
- Calvaruso E., Cusimano G., Favara R., Mascari A. e Panzica M.** - Contributo alla conoscenza dell'ambiente carsico nei monti di Palermo.
- Calvaruso E., Cusimano G., Favara R., Mascari A. e Panzica M.** - Primo contributo alla conoscenza del fenomeno carsico nei gessi in Sicilia. Inghiottoio di M. Conca (Campofranco - CL).
- Bixio R., Bruzzone E. e Pesenti E.** - Forme di erosione nei territori carbonatici dell'isola di Marettimo.
- Gruppo Speleologico "S. Giusto" di Trieste e Tarabocchia G.** - Note geomorfologiche su alcuni fenomeni epi-ipogei del Gargano (Puglia) con appendice archeologica.
- Calandra R.** - Fenomeni carsici nel travertino dell'Ascolano.
- Gambelli G., Recchioni R. e Santolini C.** - Complesso carsico del Monte Vallemontagna.
- Calandri G.** - Caratteri del fenomeno carsico nella provincia di Imperia.
- Tavagnutti M.** - Indagine geospeleologica sull'altopiano dei Monti La Bernadia-Tarcento (Udine).
- Cofella G.** - La Grotta Arequita a Nord di Minas (Uruguay).
- Gruppo Speleologico Sassarese** - L'Inghiottoio di Monte Doglia nel comune di Alghero (Sardegna Nord-Occidentale).
- Gruppo Grotte Catania** - Nota preliminare sulle grotte di un affluente del Torrente Belluzza. Monti Iblei-Sicilia Sud-Orientale.
- Fonda P.** - L'Abisso Francesco Simi.
- Sera S.** - Abisso 1° a SW del M. Spric (Fr 1249).
- Camerini C. e Vallati D.** - La Grotta della Carbonella (N. 452 Lo/BS).
- Vallati D. e Vinal M.** - Nota preliminare sulle esplorazioni dell'Ombra en Banda al Bus del Zel.

Novelli Giuseppe

E' nelle nostre intenzioni che questi Atti rispecchino la realtà della speleologia italiana attuale, nei suoi lati positivi come in quelli negativi.

Non è stata condotta infatti alcuna operazione di camuffamento attraverso una facile, rigorosa selezione dei lavori pervenuti, come sarebbe stato giusto se avessimo voluto seguire una logica strettamente scientifica. Abbiamo invece ritenuto opportuno accettare tutte le comunicazioni inviate, alcune poco adeguate ed esorbitanti i limiti imposti, per mettere in evidenza ogni aspetto di quel gran fervore che in questo momento anima la speleologia italiana, nella convinzione che solo così facendo è possibile tentare di ridurre gli aspetti negativi e consolidare ed espandere quelli positivi. Non è certo con il nascondere i suoi malanni che sarà possibile fare una analisi approfondita della situazione speleologica italiana, che serva da corretta base di partenza per elaborare delle linee di azione comuni lungo le quali operare in futuro; solo così si potranno superare le attuali, evidenti, carenze nelle forme e nei contenuti associativi e nella cultura scientifica di base.

Pertanto si è evitato di accettare solo quelle comunicazioni che, per il contenuto, l'originalità o lo stesso prestigio dell'autore, dessero "lustro" alla manifestazione ma, per contro, presentassero la speleologia in una veste che per ora non le si adatte; non è un mistero infatti che solo una ridottissima parte degli speleologi italiani ha la fortuna di possedere una cultura adeguata e di poter accedere agli strumenti universitari, indispensabili per portare avanti ricerche speleologiche serie. Inoltre, se così non fosse avvenuto, avremmo ancora una volta favorito il ripetersi delle condizioni che hanno reso assoluti protagonisti nei congressi passati i possessori delle conoscenze e del linguaggio della speleologia scientifica, lasciando a tutti gli altri, la maggior parte, il ruolo di spettatori passivi.

Con ciò non si pretende di modificare di colpo una situazione radicata che ha le sue origini in un lontano passato; sicuramente però si è fatto un passo avanti verso una speleologia che coinvolga in modo creativo e costruttivo un numero sempre maggiore di appassionati, mettendo in atto potenzialità compresse. Non è nostra intenzione neppure sminuire l'importanza, determinante, della cultura e degli strumenti scientifici universitari che debbono sempre rimanere un punto di riferimento a cui tendere quando la volontà e le capacità lo permettano, fermo restando che la pratica speleologica ha anche altre forme di impegno civile e culturale in cui realizzarsi.

Ed è proprio per questo che si è voluto dare - per la prima volta e contro una tradizione ormai consolidata che vede i nostri congressi unicamente riservati alla speleologia scientifica - ampio spazio e rilievo a tutto ciò che nel complesso caratterizza da lungo tempo l'attività delle associazioni speleologiche italiane: non solo la ricerca scientifica e geografica ma anche l'impegno caparbio e incisivo verso una più ampia realtà territoriale e sociale.

Vogliamo infine sottolineare che è stato possibile dare, con questi Atti, concretezza alle nostre spinte ideali solo perché viviamo il nostro impegno in una collettività che crea e favorisce sbocchi autonomi, fornendo quei strumenti, anche finanziari, che possono permettere di svincolarsi dai condizionamenti imposti dalle altre tradizionali possibili vie di pubblicazione.

Gruppo Speleologico C.A.I. Perugia

LA SPELEOLOGIA NELLE SCUOLE ATTRAVERSO LE PROIEZIONI DI DOCUMENTARI LE ESPERIENZE DEL GRUPPO DI GENOVA BOLZANETO C.A.I.

RIASSUNTO

Nella nota si descrive l'esperienza di proiezioni di diapositive fatte nelle Scuole di Genova da parte del Gruppo Speleologico del C.A.I. Bolzaneto, con riferimento alla evoluzione che hanno subito queste proiezioni dopo il contatto con la realtà delle diverse classi. Si descrive inoltre il metodo di lavoro del Gruppo al fine di ottenere i migliori risultati e come si possa avere come contropartita un notevole contributo in temi e disegni d'argomento speleologico che scaturisce dalla classe dopo l'esperienza. Una mostra di questi lavori viene allestita nell'ambito del XIII Congresso Nazionale.

Durante Congressi o riunioni tra gruppi speleologici ci si ritrova a parlare di quella attività, collaterale a quella speleologica vera e propria, che si chiama divulgazione dell'attività e nel caso specifico, proiezioni di servizi di diapositive eseguite in occasione di spedizioni. La grande maggioranza di Gruppi speleologici esegue proiezioni principalmente nelle scuole di livelli differenti. Questa nota riguarda un'esperienza di lavoro di oltre sei anni che il Gruppo del C.A.I. Bolzaneto ha fatto nella Città di Genova.

Infatti nel momento in cui il Gruppo realizzò certe spedizioni, l'archivio si arricchì di conseguenza di belle immagini che si valutò dovessero essere visionate anche da "non addetti ai lavori".

Risultò che le stesse proiezioni fatte in Sede non richiamavano mai un pubblico tale da ritenersi soddisfatti in termini di numero quindi occorre fare qualche cosa per cercare altri fruitori. In Sede continuano invece le proiezioni in occasione dei Corsi di Speleologia che portano sempre, specie all'inaugurazione e alla conclusione un numero pubblico.

Ritornando alle scuole. Ci siamo rivolti appunto a questo settore pensando che dovesse essere il più indicato per propagandare la nostra attività.

Siamo partiti con delle proiezioni di esplorazioni complete riguardanti grotte meta di nostri grossi risultati, Revel, Corchia, ecc. Il servizio era completo di sonoro e commento parlato. Ci siamo rivolti inizialmente ai licei della Città o comunque ad Istituti professionali poiché credevamo che questi fruitori potessero diventare a breve scadenza sollecitati nel modo giusto, fonte di nuovi soci del Gruppo Speleologico. Purtroppo dopo una serie nutrita di proiezioni non siamo riusciti ad avere nessun nuovo speleologo. Non solo, le stesse diapo non suscitavano l'interesse che noi credevamo. Una sorta di indifferenza che terminava con un freddo grazie al termine della proiezione.

Teniamo a sottolineare che queste proiezioni riviste a distanza di anni hanno una loro validità sia spettacolare che scientifica. Solo raramente riuscivamo a fare un dibattito dopo la proiezione. Ottenuti questi risultati dopo un paio di anni di tentativi abbiamo fatto un bilancio ed abbiamo cambiato completamente programma ed indirizzo. Le nostre osservazioni furono le seguenti: se le nostre proiezioni non riescono ad entusiasmare o quanto meno a suscitare interesse occorre rivolgersi ad un altro tipo di pubblico. Proviamo ad andare nelle scuole elementari. In questo modo cominciamo a parlare delle grotte ad alunni negli anni di prima formazione e quindi ci sono tutti i presupposti per una educazione a tempi lunghi ma forse più fruttiferi. Abbiamo iniziato il lavoro con lo stesso tipo di proiezione fatta in precedenza. La risposta fu molto più

vivace che non con le prime esperienze. Le classi entravano in dibattiti lunghissimi non appena terminata la proiezione.

Ci parve però che la proiezione di una spedizione così come noi l'avavamo realizzata poteva essere modificata in ragione delle osservazioni che ci venivano dai bambini. Così modificammo la proiezione senza tenere conto del racconto logico di una spedizione. Le diapositive scelte sono rimaste le stesse da quel giorno e si rinnovano nel momento in cui riusciamo a scattare diapositive più belle od interessanti.

Un'altra iniziativa di questo secondo nuovo corso è stata quella di abolire il commento sonoro e parlato. Troppo spesso i ragazzi ponevano domande durante la proiezione ed erano zitti dalla maestra. D'altra parte ci rimaneva difficile rispondere durante la proiezione od interromperla. Tenere il dibattito dopo la proiezione ci faceva perdere una serie di domande a volte molto interessanti che i ragazzi dimenticavano via via che la proiezione si sviluppava. Quindi, ricapitolando, una serie di diapositive, 30-50 con commento a voce e raccomandazione di porre immediatamente le domande: il maestro conoscendo i suoi alunni ci aiutava nel dibattito. Molto spesso l'insegnante registrava tutta la proiezione comprese le domande per riprenderla in classe il discorso. E' ovvio che il commento, poiché si rivolge di volta in volta ad alunni che vanno dalla 1ª alla 5ª elementare, è differenziato tenendo anche conto del programma che la classe in quel momento svolge.

La proiezione tipo è strutturata nel seguente modo:

- a) formazione delle grotte,
- b) l'esplorazione,
- c) la ricerca.

Nella 1ª parte si inizia con il calcare, l'azione dell'acqua, paesaggi, carsici, ingressi di grotte, formazioni varie, fiumi e laghi ipogei. In tutto una quindicina di diapositive.

Dopo ogni diapositiva si inizia possibilmente un dibattito.

Per l'esplorazione: gli uomini, il materiale individuale e collettivo, le scale, i pozzi, i canotti e l'indagine subacquea, le strettoie, ecc. i bivacchi, i campi base, i collegamenti telefonici.

Alcune diapositive riguardano l'intervento del soccorso o comunque si parla dell'organizzazione dell'intervento in caso di incidente.

La terza parte, la ricerca, verte su gli animali cavernicoli, le presenze di resti di animali ed uomini preistorici nella grotta, gli scavi, pitture e sculture.

Al termine della proiezione, coadiuvati dall'insegnante, facciamo vedere il materiale che abbiamo portato con noi: casco con illuminazione ad acetilene che proviamo all'istante, scale che possibilmente sistemiamo per provare alcuni gradini, sacchi, corde, moschettoni, attrezzi vari; questo per quanto riguarda l'attrezzatura, cioè la parte che più interessa i ragazzi. Portiamo anche frammenti di calcare conchigliifero, fossili marini, ossa di orso delle caverne, salci dell'uomo preistorico, sezioni di formazioni calcaree: stalattiti e stalagmiti, animali in provetta. Prima di salutarci, chiediamo ai ragazzi, come ringraziamento, qualche disegno o piccolo tema su quanto li ha colpiti nella proiezione. Ogni tanto ripassiamo nelle classi a ritirare i lavori. Ed è proprio in occasione dell'analisi di questi lavori che ci siamo resi conto della efficacia delle nostre proiezioni. Cose splendide ed interessanti da parte di ragazzi così piccoli. I temi poi, sono cose veramente eccezionali. Altre volte la classe intera si impegna in lavori collettivi eseguendo per gruppi ricerche specifiche.

I disegni e gli stessi temi ci sono serviti in un primo tempo per correggere la proiezione; infatti in alcuni casi abbiamo riscontrato che le diapositive non erano correttamente fruite e davano adito a dubbi od incertezze. Abbiamo anche domandato alcune volte di disegnare una specifica diapositiva, per esempio una stalattite particolare. La serie di disegni interpretativi del candelieri di Trassanel da parte di alcune classi ci è servita per una mostra che abbiamo portato in Francia, allestita nel villaggio ove si apre la grotta.

Un concorso è stato anche fatto a Sestri Ponente, Genova, presso il Museo Speleo-

logico Ligure. Tutti i disegni sono stati premiati in occasione di una simpatica riunione.

Ritornando alle proiezioni, abbiamo notato che il numero di ragazzi che assistono non deve superare un massimo di due classi, 40-50 ragazzi. Andare oltre questo numero significa creare confusione, d'altra parte una sola classe per proiezione implica d'aver molto tempo per fare molte proiezioni. In genere si inizia alle ore 8,30-9 in questo modo si possono fare nella stessa scuola due distinte proiezioni, abbinando livelli di classi uguali.

L'organizzazione di questi programmi di proiezioni deve essere curata in modo particolare per non perdere tempo prezioso. Contattiamo di preferenza la Direzione Didattica con la quale si stabiliscono date e numero di proiezioni. Saranno poi le stesse maestre che cureranno di portare le classi tenendo conto dei livelli o dei tempi di ricerca. Si cerca poi, sempre per problemi di tempo, di lavorare in quartieri limitrofi se non in scuole di una certa entità. Ricordo che per tutto un anno scolastico abbiamo lavorato in una sola scuola con oltre 12 giornate di proiezione. Un altro anno abbiamo proiettato all'altro capo della Città.

Dopo un paio di anni di proiezioni saranno gli stessi insegnanti che verranno in gruppo e cureranno l'organizzazione delle date e delle proiezioni consigliando in anticipo il "taglio" delle stesse.

Se poi esiste qualche scuola isolata che ha bisogno dell'intervento del gruppo si fanno proiezioni singole così come si possono realizzare proiezioni particolari su argomenti particolari. In alcuni casi abbiamo fatto, nella stessa classe, una serie di proiezioni su singoli aspetti della speleologia.

Forse tra qualche anno vedremo nella ns. Sede alcuni di questi ragazzi ai quali oggi ci rivolgiamo e grande sarà la gioia di quanto abbiamo fatto. Nella mostra che abbiamo allestito in occasione del Congresso potrete rendervi conto di alcuni lavori scaturiti dalle proiezioni nelle scuole elementari.

COMITATO REGIONALE PER LA DIFESA DEI FENOMENI CARSICI

A. Dini - F. Forti - E. Pichl - R. Semeraro

PRIMA PROPOSTA D'INTERVENTO PER LA PROTEZIONE E LA SALVAGUARDIA DEI FENOMENI CARSICI IPOGEI NELL'AREA DELLA PROGETTATA ZONA FRANCA INDUSTRIALE SUL CARSO

RIASSUNTO

Si espone la situazione geocarsica e le proposte d'intervento per quanto concerne i beni ambientali relativi ai 300 ettari proposti quale Zona Franca Industriale sul Carso.

E' accertata la presenza di un complesso reticolo idrografico sotterraneo: un ramo del fiume Timavo scorre alla profondità di 329 metri, alla quota di 12 metri s.l.m., sul fondo dell'Abisso di Trebiciano. Ricerche gravimetriche hanno confermato la presenza di allineamenti di grandi vuoti nel sottosuolo.

Il carsismo sotterraneo è rappresentato da un complesso sistema di cavità: pozzi e gallerie. I depositi di riempimento sono rappresentati in genere da argille rosse e concrezioni calcifiche, molto importanti per ricerche di datazione relativa e per la ricostruzione dei paleoambienti pleistocenici.

In conclusione, i fenomeni carsici ipogei conosciuti fanno dell'area un "oggetto" scientifico di eccezionale interesse.

Si propone pertanto: 1) la tutela delle cavità più importanti mediante l'applicazione della Legge Statale n. 1497 del 1939, a cui si riferisce anche la Legge Regionale n. 27 del 1966, 2) la creazione di due piccole riserve integrali situate nei dintorni delle grotte 525/VG 4429 e 3/VG 17; 3) lo studio di progetti di reti fognarie atte a non alterare l'ambiente sotterraneo, 4) lo studio di sistemi di depurazione delle acque nere di sicura funzionalità, 5) lo studio geotecnico e geocarsico dettagliato del terreno in sede di attuazione edilizia.

La presente relazione è stata eseguita per conto del Comitato Regionale per la Difesa dei Fenomeni Carsici (Friuli - Venezia Giulia).

ZUSAMMENFASSUNG

Es Wird die geologisch-karstliche Lage vorgetragen und die Interventionsvorschläge, was die Naturgüter betrifft, die sich im Gebiet befinden, wo die industrielle Freizone auf dem Karst (Triest) entstehen soll.

Es ist die Anwesenheit eines komplexen unterirdischen Gewässernetzes festgestellt worden: ein Arm des Flusses Timavo fließt in einer Tiefe von 329 Metern, 12 Meter über dem Meeresspiegel, auf dem Grunde der Höhle von Trebiciano. Gravimetrische Untersuchungen haben die Anwesenheit grosser unterirdischen Hohlräume festgestellt.

Das unterirdische Phänomen besteht aus einem komplexen System von Höhlungen: Klüfte und Galerien. Die Füllungslagerungen bestehen gewöhnlich aus roter Tonerde und kalzitischen Konkretionen die sehr wichtig sind für die Forschungen über deren Datierung und für die Rekonstruktion der pleistozänischen Umwelt.

Zusammenfassend, die bekannten unterirdischen Karst-phänomene bilden ein wissenschaftliches "Objekt" von ausserordentlichem Interesse.

Man schlägt daher vor: 1) Die wichtigsten Höhlen zu beschützen, mittels der Anwendung des Staatgesetzes N. 1497 des Jahres 1939, auf das sich auch das Regionalgesetz N. 27 des Jahres 1966 bezieht, 2) Die Erschaffung von zwei kleinen integralen

Revieren in der Umgebung der Höhlen 1525/VG und 3/VG 17; 3) Das Studium von Projekten von Kloakenetzen, welche die unterirdische Welt nicht verunstalten sollen; 4) Das Studium von Depurationsystemen der flüssigen Abfälle die sicher funktionieren; 5) Das ausführliche geo-technische und geo-karstliche Studium des Bodens, fallsman zu bauen beginnen fähe.

Dieser Bericht ist im Namen des Regionalen Ausschusses für den Schutz der Karstphänomene (Friaul-Venezia Giulia) ausgeführt worden.

PREMESSA

Che il Carso sia un'area di rilevante interesse scientifico è dimostrato ormai da tempo dalle ricerche geologiche, idrologiche, paleontologiche, ecc. che vi si sono sviluppate nel corso del secolo. In questa ristretta superficie si manifestano tali e tanti fenomeni per cui il Carso rappresenta un caso assolutamente unico per concentrazione, diversità e particolarità di aspetti morfologici di fondamentale importanza per gli studiosi dell'argomento.

Poichè la zona carsica è ubicata nelle immediate vicinanze di una città di ca. 300.000 abitanti - ed è a sua volta interessata da insediamenti umani - si trova ad essere direttamente coinvolta dai molteplici problemi che ne derivano, con il concreto pericolo di distruzione ed inquinamento.

Ciò premesso e considerati i vari progetti di sfruttamento del suolo attualmente in fase di elaborazione, viene presentata una proposta di salvaguardia per una zona seriamente minacciata da distruzione e dove sono presenti fenomeni carsici di eccezionale interesse: la zona progettata quale Zona Franca Industriale sul Carso. Fenomeni, questi, che è assolutamente necessario proteggere integralmente e che comunque avrebbero dovuto già da tempo essere adeguatamente tutelati con una più oculata osservanza ed applicazione delle Leggi vigenti in materia.

Per tutto quanto esposto, si può affermare che i problemi inerenti la protezione e la salvaguardia dei beni ambientali del Carso rivestono aspetti ecologici e giuridici.

1. UBICAZIONE E DELIMITAZIONE

L'area è compresa tra la strada statale 58 (tratto Opicina-Fernetti), strada provinciale Opicina-Trebiciano e da Trebiciano in direzione NE verso il confine di stato, secondo un limite non ancora definito esattamente.

L'area censita si riferisce a soli 300 ettari di territorio italiano attualmente interessati da possibili insediamenti industriali e non all'intera superficie destinata a zona franca, che è invece molto più estesa.

La presente relazione vuole fare il punto della situazione in merito la consistenza del patrimonio naturalistico sotto il profilo geocarsico, in particolare speleologico, e le proposte d'intervento.

2. GEOLOGIA E CARSISMO

Vengono espone le caratteristiche geologiche delle rocce carbonatiche della zona; vengono inoltre inquadrati l'idrogeologia sotterranea e il carsismo superficiale che sono direttamente legati alla geotologia ed alla tettonica della zona calcarea.

2.1. LITOLOGIA

La serie stratigrafica appartiene al Cretacico superiore, le rocce sono calcaree e comprendono tre litotipi fondamentali.

Litotipo A: calcari molto compatti, grigi e grigio chiari, più o meno fossiliferi (Rudiste). Petrograficamente definibili in prevalenza come biomicriti e micriti fossilifere. La stratificazione è in grossi banchi o con potenze decimetriche-metriche.

Litotipo B: calcari abbastanza compatti, grigio scuri, più o meno fossiliferi (Foraminiferi). Petrograficamente definibili in prevalenza come micriti fossilifere e intramicriti. La stratificazione è in periodi centimetrici-decimetrici. A questi sono alternati calcari grigio chiari ricchi di blocchi (Rudiste ed altri Lamellibranchi) petrograficamente definibili in prevalenza come bioclastiti e biomicriti con stratificazione indistinta o in grossi banchi, e calcari neri mm-ritmici in prevalenza micritici e intramicritici.

Litotipo C: calcari molto compatti, grigio chiari, fossiliferi, localmente ricchi di resti organici (Rudiste) e spatizzati. Petrograficamente definibili in prevalenza come biomicriti spatizzate. La stratificazione è in grossi banchi o in periodi decimetrici-metrici.

2.2. TETTONICA

L'area fa parte del fianco meridionale della piega anticlinale del Carso Triestino, inteso come unità geologica.

La stratificazione presenta direzioni variabili da SE-NW a E-W, l'immersione è verso SW e S con inclinazioni generalmente di pochi gradi, localmente fino a 20°.

Nell'ambito di questa struttura si possono rintracciare deboli strutture anticlinoriche locali con piccole culminazioni anticlinali condizionate da più assi di piegamento.

Le deformazioni tettoniche sono rappresentate da modesti assi B locali, fratture e piccole faglie. Le fratture sono generalmente subverticali ed orientate secondo N-S, NNE-SSW, NE-SW, E-W, SSE-NNW. Le faglie presentano le stesse direzioni.

2.3. IDROGEOLOGIA

La presenza di un reticolo idrografico sotterraneo è comprovata dalla presenza di un ramo del Fiume Timavo, che scorre a quota 12 s.l.m. sul fondo dell'Abisso di Trebiciano, alla profondità di 329 metri. Le portate medie giornaliere di questo corso d'acqua sono di 400.000 m³. L'esistenza del reticolo è inoltre comprovata dalle prospezioni gravimetriche che hanno rivelato una serie di anomalie negative; queste anomalie sono interpretabili come grandi vuoti carsici, sedi, almeno in parte, di una idrografia profonda incanalata. Altra prova è data dalla struttura geocarsica stessa dell'area, caratterizzata da un'alta frequenza di piani di discontinuità incassati, che determinano una rapida penetrazione delle acque meteoriche fino al livello di base della falda freatica carsica.

2.4. CARSISMO EPIGEO

Le doline ad "imbuto" sono particolarmente frequenti nei litotipi A e C, che risultano più carsificabili del litotipo B. In quest'ultimo litotipo prevalgono invece le doline a "piatto": ciò è dovuto al maggior residuo insolubile di questi calcari che dà luogo alla formazione di "terra rossa", che si accumula poi sul fondo delle doline.

Le grandi doline, con diametri dal 50 al 100 metri, sono presenti esclusivamente nel litotipo A, che nella zona è il più carsificabile.

I "campi solcati" sono particolarmente presenti nei litotipi A e C: in genere si tratta di "Kluftkarren"; gli altri morfotipi sono subordinati.

Importanti anche i solchi torrentizi incisi sulla superficie carsica; queste morfologie hanno legami diretti con antichi inghiottitoi.

3 SPELEOLOGIA

I fenomeni carsici ipogei vengono trattati sotto il profilo carsogenetico. Ciò comprende l'esame delle caratteristiche geomorfologiche ipogee e delle interrelazioni tra cavità carsiche e fenomeni superficiali, cioè nel contesto dell'evoluzione del sistema carsico in relazione con la situazione geologica e paleoambientale.

3.1. CARSISMO IPOGEO

L'area è caratterizzata da un complesso sistema di cavità. In tutta la "zona vadosa" sono presenti con alta frequenza pozzi, anche di grande profondità; le gallerie costituiscono invece un reticolo interrotto da depositi di riempimento attribuibili al Quaternario continentale e sono disposte a vari livelli.

Le morfologie sono diverse: pozzi di erosione-dissoluzione, pozzi di dissoluzione-erosione, meandri, forre, gallerie con sezioni derivate, gallerie sin genetiche, gallerie paragenetiche. Questi morfotipi, che sono legati nei loro aspetti morfologici di dettaglio e strutturali alle caratteristiche litologiche ed al sistema deformativo della zolla carbonatica, costituiscono le cavità carsiche dell'area e sono di grande interesse scientifico.

I depositi di riempimento, presenti in tutte le cavità, sono rappresentati da colate calciche parietali, stalattiti, stalagmiti, strati di concrezione intercalati nelle serie sedimentarie argillose; sono di estremo interesse in quanto rappresentano indicatori di paleoambienti quaternari.

Le argille sono generalmente in banchi, possono presentare struttura fluidale o stratificata in livelli con potenze mm-centimetriche. Si tratta quasi sempre di argille rosse pleistoceniche, e piccoli depositi di argille gialle oloceniche e rappresentano importanti materiali di studio per ricerche di datazione relativa e ricostruzione paleoambientale delle fasi di sedimentazione delle grotte.

Ricerche condotte nell'area integrale della Z.F.I.C. hanno dimostrato la possibilità di rinvenimenti di sabbie e silts, che sono di eccezionale interesse per la ricostruzione paleogeografica del territorio e per l'interpretazione dell'evoluzione morfogenetica del sistema carsico.

La zona costituisce uno dei migliori esempi di reticolo carsico dato da canalizzazioni di corsi d'acqua ipogei con legami genetici tra le varie cavità. L'evoluzione del carsismo ipogeo è qui perfettamente rappresentata sin dalle sue fasi iniziali: dai primi scorrimenti idrici in gallerie, alla successiva formazione dei pozzi. La conservazione dei depositi clastici in cavità, costituisce un elemento integrante per la interpretazione morfogenetica.

Questi elementi, nel contesto dell'accertata elevatissima densità di grotte, come poche altre zone del Carso, fanno sì che l'area in esame sia da considerarsi integralmente come un oggetto scientifico di eccezionale interesse.

3.2. GROTTA DI PREMINENTE INTERESSE SCIENTIFICO

Vengono elencate le grotte di preminente interesse scientifico abiotico (geologia, morfologia, sedimenti, idrologia, ecc.), contrassegnate dal numero del Catasto

Regionale delle Grotte del Friuli Venezia Giulia e numero del catasto speleologico della Venezia Giulia.

3VG 17	1083/VG4036	1330/VG 4290
32/VG 79	1086/VG 4029	1338/VG4291
65/VG 27	1087/VG 4045	1400/VG 4384
101/VG 157	1090/VG 4040	1525/VG 4029
831/VG 3992	1092/VG 4041	1527/VG 4028
	1094/VG 4039	

Vengono elencate le grotte di preminente interesse paleontologico (depositi con resti accertati preistorici e preromani), contrassegnate allo stesso modo delle precedenti.

288/VG 390	3932/VG 5008
1304/VG 4245	2933/VG 5009

4. VINCOLI AMBIENTALI E NATURALISTICI

La carta tematica rappresenta l'area che sarà soggetta ad intense alterazioni ambientali, e cioè: dalla nuova autostrada Lisert-Ferneti-Pese; dal nuovo cimitero di 291.000 m²; dalla probabile zona di ubicazione della progettata Zona Franca Industriale sul Carso.

Dallo studio dei vincoli ambientali e naturalistici esistenti, e per primo la Legge Statale n. 442 del 1971 per la tutela del Carso (Legge Belci), si nota che l'area in oggetto non è considerata. Tale gravissima lacuna dimostra come questa Legge sia stata emanata unicamente in base a considerazioni di tipo floristico-vegetazionale, trascurando invece quasi completamente gli aspetti più singolari e scientificamente interessanti del Carso, cioè i fenomeni carsici. Questa considerazione è comprovata dalla ricca bibliografia scientifica sull'argomento e dal fatto che il Carso Triestino è ormai considerato, in sede internazionale, quale area-raffronto per lo studio di tutti i fenomeni carsici.

L'analisi di tale Legge rivela pure come non siano state assolutamente considerate due ristrette zone, nell'ambito dell'area stessa, che sono di eccezionale interesse scientifico: la zona dei dintorni della Grotta Germoni 1525/VG4429 e dell'abisso di Trebiciano 3/VG 17, zone di ridotta superficie dove sono presenti sistemi di cavità con caratteristiche altrove non ripetibili per il Carso Triestino.

Un vincolo appellabile per dette aree potrebbe riferirsi alla Legge statale per le bellezze naturali n. 1497 del 1939 e sue successive modifiche, Legge gestita dalla Soprintendenza Archeologica di Trieste per i beni ambientali, architettonici, artistici e storici del Friuli - Venezia Giulia. Tale Ente fornisce infatti parere vincolante in materia di salvaguardia e protezione dei beni ambientali.

Ed ancora la Legge Regionale n. 27 del 1966, Legge per la speleologia, dove l'art. 1, che si riferisce alla citata legge n. 1497, sancisce l'intervento regionale contro il danneggiamento delle cavità carsiche della Regione Friuli - Venezia Giulia.

5. PROPOSTE D'INTERVENTO PER LA PROTEZIONE DEI FENOMENI CARSIICI

La singolarità dei fenomeni carsici sotterranei dell'area fanno sì che essi rappresentino un bene scientifico-ambientale che deve essere assolutamente protetto. Si propone pertanto l'applicazione della Legge Statale n. 1497 del 1939, a cui si riferisce anche la Legge Regionale n. 27 del 1966.

Sulla scorta di quanto dimostrato, tutte le grotte della zona costituiscono parte integrante di un reticolo carsico di eccezionale interesse scientifico e le grotte precedente-

mente elencate quali oggetti di preminente interesse, vanno salvaguardate non alterando il loro ambiente naturale circostante.

In particolare, per le due ristrette aree dei dintorni delle grotte 1525/VG 4429 e 3/VG 17 (Zone A e B sulla carta tematica) va considerata come preminente la necessità della creazione di due zone di riserva integrale, mediante intervento istitutivo della Regione. Ciò è possibile poiché dette aree sono situate su superfici che non verranno interessate dalla nuova autostrada, dal nuovo cimitero e da probabili insediamenti industriali ed urbani. Per le altre grotte riportate sulla carta tematica si impongono invece interventi di protezione mediante manufatti, allo scopo di rendere sempre agibile l'accesso nel caso di un loro coinvolgimento in opere edilizie (come già sperimentato nel vicino Autoporto di Ferneti).

Lo studio della rete fognaria va eseguito tenendo conto dell'assoluto non coinvolgimento delle grotte con gli scarichi della rete stessa, in modo da non poter alterare le caratteristiche ambientali sotterranee.

E' indispensabile inoltre la necessità di rigorosi studi tecnici geocarsici in sede di attuazione edilizia.

Per quanto concerne la tutela del patrimonio ipogeo della Regione, si deve progettare impianti di depurazione delle acque nere di accertata funzionalità, allo scopo di evitare eventuali pericoli d'inquinamento della falda idrica profonda.

Se durante il corso dei lavori nuove cavità venissero alla luce, queste andrebbero immediatamente esplorate per valutare la consistenza del loro interesse scientifico e provvedere all'eventuale asporto dei reperti in esse contenuti per la custodia, in attesa di un loro studio.

Parte di queste considerazioni e proposte d'intervento sono state oggetto di un documento inviato dal Comitato Regionale per la Difesa dei Fenomeni Carsici alla Commissione Parlamentare italiana per l'attuazione della parte economica degli accordi di Osimo.

BIBLIOGRAFIA

- DINI A. (1975) - I problemi ecologici del Carso. - Atti 1° Conv. Spel. Friuli Venezia-Giulia, Trieste 1973, Trieste.
- DINI A., FORTI F., PICHL E. & SEMERARO R. (-) La progettata Zona Franca Industriale sul Carso: situazione geocarsica e proposte d'intervento per la salvaguardia dei relativi beni ambientali. (in pubbl.)
- FORTI F. & SEMERARO R. (-b) - Segnalazione di un paleocarsismo turoniano sul Carso Triestino. - in pubblicazione
- FORTI F. & SEMERARO R. (-a) - Il carsismo ipogeo dei dintorni di Gropada (Carso Triestino). - In pubblicazione.
- FORTI F. & TOMASSINI T. (1967) - Una sezione geologica del Carso Triestino. - Atti Mem. Comm. Gr. "E. Boegan", v. VI - 1966, Trieste.
- MEZZENA R. & POLDINI L. (1966) - Contributo alla risoluzione del problema istitutivo di un Parco Carsico. - Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste, 25, 1, Trieste.
- MORELLI C. (1954) - Indagini geofisiche per la ricerca del corso sotterraneo del Timavo (Parte 1ª - Misure gravimetriche). - Pubbl. Oss. Geof. n.a.s.e., pubbl. n. 54, Trieste.
- PICHL E. (1975) - Una proposta per una mozione a carattere ecologico. (atti 1° Conv. Spel. Friuli Venezia Giulia, Trieste 1973, Trieste)
- SEMERARO R. (1975) - Geomorfologia carsica ipogea delle rocce carbonatiche del Carso n. un. 1974-75 Circ. Spel. Idrol. Friulano, Udine.

SPELEO CLUB CHIETI

Ezio Burrì

IPOTESI PER LA TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO CARSIICO ABRUZZESE

RIASSUNTO

Nell'ambito delle iniziative di pianificazione sull'uso del territorio, non possono rimanere estranee le aree carsiche e le cavità ivi ubicate, per il loro potenziale interesse turistico, sino ad oggi sottovalutato se non ignorato.

La valorizzazione turistica della grotte non può essere disgiunta dalla tutela della medesima che anzi viene attuata anche mediante una corretta fruizione.

Nei limiti geografico-amministrativi dell'Abruzzo, per tale e caratteristico patrimonio, viene pertanto proposta una suddivisione in classe di interesse ed elencate le aree e le cavità meritevoli di attenzione.

RESUME

Dans le cadre des initiatives de planification en vue de l'exploitation du territoire, ne peuvent pas demeurer étrangères les zones karstiques avec leurs grottes, pour leur potentiel intérêt touristique, jusqu'à présent sous-estimé ou même ignoré.

Une exploitation correcte de la grotte ne peut se faire sans tenir compte de sa sauvegarde.

Dans les limites géographiques et administratives des Abruzzes, pour ce patrimoine, on propose donc une subdivision en classe d'intérêt et on dresse une liste des zones et de grottes dignes d'attention.

La pianificazione territoriale rappresenta, generalmente un momento altamente qualificante per la vita sociale di una comunità. L'uso del territorio viene così ad essere programmato secondo le naturali vocazioni dedotte da un esame delle risorse, delle emergenze e delle degradazioni subite o in atto.

Nell'ambito delle valutazioni e delle necessarie scelte, tradizionalmente due sono i concetti che si contrappongono: se da una parte infatti vi è la tendenza a considerare la risorsa naturale come potenziale da sfruttare integralmente a fini economici, dall'altra vi è la reazione di tipo vincolistico che tende a preservare totalmente il territorio dalle degradazioni in atto o ipotizzate.

Alla base di queste concezioni antitetiche vi è una diversa collocazione dell'uomo rispetto all'ambiente che lo circonda; ma questa posizione è solamente apparentemente contrapposta, poichè è abbastanza chiaro che la fruizione della risorsa naturale non può essere disgiunta dalla sua conservazione, per permetterne un uso adeguato e prolungato nel tempo.

Si è sempre considerato molto valido il concetto espresso dal francese Jean Brunhes "L'uomo non sfugge alle forze della natura, ma pur subendone il condizionamento, esercita a sua volta una propria influenza", enunciando questa che compendia i problemi connessi all'equilibrio tra uomo ed ambiente.

Ad iniziare dai suoi lontanissimi trapassi culturali e sociali, l'uomo ha cercato di modificare a proprio vantaggio il territorio, ma a sua volta ne è rimasto condizionato; solo l'incidenza della moderna tecnologia ha turbato questo delicato equilibrio, per cui di fronte alle gravi ed irreversibili manomissioni attuate, con particolare frequenza in questi

ultimi tempi, sorge naturale l'esigenza di proteggere adeguatamente il patrimonio rimasto e destinarlo ad una più organica fruizione. Alla base di questa necessità vi è la consapevolezza che la risorsa naturale è un bene finito e limitato con una sua precisa dignità economica che, ove sia dissipata, finisce prima o poi con l'incidere notevolmente, come costi, sull'economia sociale.

Purtroppo sino ad oggi poco o nulle sono state le iniziative di pianificazione territoriale che hanno tenuto conto del fenomeno carsico in Abruzzo e della sua incidenza sul territorio e sulla popolazione. Se si considera che tale fenomeno coinvolge un buon quarto della superficie regionale e principalmente la dorsale appenninica si comprende come ogni tentativo di pianificazione integrata che ignori questa realtà, sin dall'inizio si presenti carente. Occorre più che mai in questo particolare settore, uscire dalla statica visione di un areale morfologico immutabile nel tempo e poco o nulla connesso con l'attività antropica che sulle medesime aree si esplicano. La stessa esistenza dei terreni calcarei e dei fenomeni connessi sono stati considerati solo come problemi tecnici da superare nelle opere civili o come beni di consumo nella apertura delle cave. Il dissesto idrogeologico ed il deturpamento delle aree montane mostrano ampiamente i risultati dovuti a queste errate valutazioni.

L'economia della stessa regione, oggi anche largamente orientata verso l'uso turistico del territorio, piuttosto che agire da deterrente, ha viceversa accelerato il processo di degradazione sino a limiti non più tollerabili e rende pertanto urgente e non più procrastinabile nel tempo una adeguata normativa che tuteli e programmi per una più idonea fruizione, tale patrimonio.

Il fenomeno carsico in Abruzzo è molto diffuso ed ovviamente insiste sui massicci carbonatici dell'ossatura appenninica. In sintesi le aree più interessanti possono essere così ripartite:

Monti della Laga: il gruppo, pur raccordato orograficamente al Sibillini, e la catena del Gran Sasso esprime a riguardo una sua precisa individualità. In questa area il fenomeno è evidenziato da alcune forme superficiali e da altre profonde e più frequenti, principalmente ubicate sulla Montagna dei Fiori.

Massiccio del Gran Sasso: su questa dorsale notevole ed estese sono le forme carsiche superficiali: valli secche, doline, piccoli e grandi polje, microforme di corrosione non sono altro che una generalizzazione dei molteplici aspetti che la morfologia predominante assume. E' opinione generale che questi fenomeni siano ancora ad uno stadio evolutivo giovanile caratterizzato da incroci di faglie.

Oltre al notevole esempio di Campo Imperatore e Campo Pericoli, si ricordano quelli posti al di sopra di Castel del Monte, e S. Stefano di Sessanio, il Piano S. Marco e gli altri limitrofi, la località Locce con i Piani di Fogna, Valle Cupa, Valle Ombrica, Piano Barisciano e Passanete. Morfologicamente notevoli sono anche la Fossa Paganica ed i piani a valle di S. Stefano e Calascio. Le forme di carsismo profondo, viceversa, non appaiono molto sviluppate; tra queste meritano di essere citate la Grotta a Male nei pressi di Assergi (AQ) e la risorgenza Fonte Grotta sul M.te Camicia.

Massiccio della Majella: anche il fenomeno carsico della Majella è in una fase iniziale di sviluppo. Le forme superficiali sono comunque presenti ed evidenziate principalmente nei ripiani compresi tra i Tre Portoni e la Tavola Rotonda. In queste aree predominano i campi a doline non disgiunti da microforme di corrosione superficiale.

Notevoli, morfologicamente, sono le depressioni, anche se non molto vaste di Femmina Morta e Fondo Femmina Morta. Tra le forme carsiche profonde si evidenziano, per lunghezza e grandezza delle cavità sotterranee, la celebre Grotta del Cavallone con la vicina Grotta del Bue e dell'Asino nella Vallata di Taranta Peligna, la Grotta Nera di Pennapiedimonte nella Montagna d'Ugni e la Grotta delle Praje nel versante settentrionale del massiccio. Molte altre cavità hanno minore estensione.

Ai piedi del gruppo della Majella si aprono viceversa polje di notevoli dimensioni.

Localmente chiamati "quarti" prendono varia denominazione: Quarto grande, Quarto del Barone, Quarto S. Chiara; in quest'ultimo si apre un inghiottitoio impraticabile che, durante il periodo del disgelo, non potendo smaltire tutte le acque provoca l'allagamento del piano circostante.

I Monti Carseolani: questo gruppo montuoso, anche se di non elevata altitudine, esteso tra Rieti e Carsoli, ospita alcune tra le maggiori cavità sotterranee d'Abruzzo. Notevoli a questo proposito sono i bacini chiusi di Luppa, ove si apre l'omonimo inghiottitoio lungo oltre un Km; la parte meridionale di tale bacino confluisce in una depressione chiusa con doline. Il bacino di Pietrasecca, con perimetro trapezoidale e più vasto di quello di Luppa, ha in comune con quest'ultimo un tratto dello spartiacque; l'omonimo inghiottitoio, il collettore sotterraneo del bacino, è senza dubbio tra le più interessanti cavità della zona, seconda solo a quella più estesa di Luppa. Il bacino di Tufo, allungato in direzione N-S, possedeva anticamente un inghiottitoio ubicato sotto l'omonimo abitato; in seguito una frana ne ha segmentato il corso sotterraneo.

I Monti Simbruini-Erlici: il sistema di bacini chiusi di questa dorsale montuosa, ubicati tra Tagliacozzo e Cappadocia sono molto simili a quelli dei Carseolani; a questi infatti la grossa area di assorbimento è collegata tramite una zona a piccoli bacini, vallecole e doline. Tra i sistemi carsici di maggiore rilievo dobbiamo ricordare l'inghiottitoio delle acque del fiume Imele che dopo un percorso sotterraneo, solo in parte conosciuto, fuori escono presso Tagliacozzo. Non distante è ubicata la voragine dell'Ovido, la Grotta di Verrecchie o di Beatrice Cenci, la Grotta Cola ed altre di non minore interesse.

Il gruppo Velino-Sirante e l'Altopiano delle Rocche: in questa zona elevata tornano a prevalere le forme carsiche superficiali. Si presentano sotto l'aspetto di vasti piani caratterizzati anche dalla presenza di inghiottitoi spesso occultati da detriti. Tra questi piani il più importante ed esteso è quello di Rocca di Mezzo; il dosso calcareo sul quale è ubicato l'abitato di Rovere separa questo piano dal limitrofo e più ridotto di Ovindoli.

Nel piano di Rocca di Mezzo, nei pressi dell'abitato di Terranera, le acque del Rio Gamberale si inabissano nell'ampio inghiottitoio noto come Pozzo Caldalo; queste acque fuoriescono nei pressi dell'abitato di Stiffe dall'omonima risorgenza. Similari depressioni sono il Piano di Pezza, ed il Piano di Campo Felice, mentre ampie cavità dolinaliformi, localmente chiamate "fosse" si aprono sui pendii inferiori del versante settentrionale del M.te d'Ocre degradante sul fiume Aterno. Tra queste le maggiori sono la Fossa Raganasca e la Fossa di Monticchio.

La regione degli Altopiani ed i monti Marsicani: nel cuore di questo massiccio montuoso si apre uno dei maggiori altopiani carsici della regione: il Piano delle Cinquemiglia.

Ampia valle chiusa, forma una entità morfologica unica con le contigue depressioni; infatti si allaccia, con irrilevanti soglie rocciose, con i tre piani carsici già citati precedentemente.

Vario si presenta inoltre il fenomeno carsico relativo al gruppo di monti compresi nel Parco Nazionale d'Abruzzo. Agli estesi campi di doline di Campo Rotondo, Campo Lungo ed alle basse pendici del M.te Turchio, fa riscontro un carsismo profondo di notevole interesse anche per la presenza di cavità ad andamento prevalentemente verticale.

Infine anche negli affioramenti gessosi della regione si sviluppano tipiche forme carsiche sia epigee che ipogee.

Attualmente entro i confini amministrativi dell'Abruzzo risultano conosciute circa trecentocinquanta cavità di varia estensione ed interesse, tutte o quasi meritevoli di attenzione e di tutela.

Interesse particolare rivestono inoltre le numerose sorgenti, di origine carsica o legate comunque a tale fenomeno. In breve si ricordano le sorgenti del Gizio (m 620 s.l.m.) con portata circa 4000 l/s; Capo Pescara (m 270 s.l.m.) con circa 6000 l/s; Capo

d'Acqua (m 340 s.l.m.) con circa 5000 l/s ed infine le sorgenti del Verde (m 415 s.l.m.) con portata totale di circa 2000 l/s.

Da un punto di vista antropico oltre alle numerose grotte tradizionalmente usate come riparo o abitazione temporanea per pastori, sono da annoverare molte cavità di interesse paleontologico e le chiese rupestri che costituiscono per l'Abruzzo una caratteristica e che ancora oggi, in gran parte ignorate, attendono una paziente opera di restauro.

Ma buona parte di tale patrimonio è anche degradato o sul punto di esserlo. Sinteticamente possiamo così compendiare le cause dei dissesti o degli inquinamenti in atto:

- Colmamento
- a) doline e poie - apertura cave
- sbancamenti stradali
- scarico di rifiuti
- scarico di rifiuti
- b) inghiottitoi - scarico di medicinali
- attivi e fossili - scarico di carogne di animali
- scarico di fogne urbane
- captazione indiscriminata
- c) risorgenze - ampliamento ed apertura gallerie per captazioni non redditizie
- inquinamento per i fattori di b)
- raccolta concrezioni a fini commerciali
- scavi clandestini in depositi archeologici
- d) complessi ipogei attivi e - incuria e ruina delle chiese rupestri
- fossili - utilizzazione turistica con criteri inadeguati
- attraversamento da gallerie stradali

Molte, inoltre, sono anche le degradazioni indirette subite dal patrimonio biologico caratteristico che insiste sulle aree carsiche compromesse.

Lo statuto della Regione Abruzzo nella sua formulazione enuncia, nell'art. 4, la specifica volontà di tutelare il paesaggio ed il patrimonio storico ed artistico, prevedendo nella politica di piano specificatamente il potenziamento, tra le altre, delle attività connesse con la speleologia.

La Legge Regionale n° 32 del 9 Aprile 1975, inoltre, prevede:
(.....omissis.....)

art. 1) La Regione riconosce l'importanza scientifica e turistica del patrimonio speleologico esistente sul proprio territorio e promuove ogni iniziativa diretta alla sua conservazione e valorizzazione.

art. 2) La Regione emana provvedimenti diretti ad evitare il deterioramento, il danneggiamento e deturpamento derivanti anche dall'inquinamento delle acque ipogee, delle cavità sotterranee naturali e dei più caratteristici monumenti naturali carsici della Regione.

A tal fine promuove ed incoraggia - anche con l'erogazione di contributi - gli studi e le ricerche diretti a tal scopo,....

....(omissis)

Vi è da rilevare, però che ancora non è stata attuata una precisa politica di piano e di programmazione pluriennale di riferimento per gli interventi di tutela o di incentivazione futuri: in questo contesto sarebbe inoltre auspicabile per tale legge una revisione od una normativa di applicazione per rendere più incisivi ed immediati, alla luce anche delle recenti deleghe alla Regione, eventuali interventi.

Abbiamo detto che il patrimonio carsico abruzzese, di notevole interesse per varietà

di forme e connotazioni, rappresenta in sostanza un bene naturale meritevole di tutela e di diversificata fruizione.

Nella accezione comune del termine, "valorizzazione turistica" è stato sinonimo di trasformazione e di degradazione ambientale, mentre "parco e protezione" hanno solo voluto significare un congelamento del territorio e delle attività produttive ad esse legate.

Nella rivalutazione e nella destinazione di alcune cavità ad emergenza per fini turistici, inteso come uso complementare del territorio, si può pertanto ipotizzare la creazione di itinerari che percorrano le maggiori zone carsiche e ne comprendano le cavità più significative, in una sorta di "circuito" che unisca tra loro aree morfologicamente omogenee.

A questo proposito si è voluta tentare una ripartizione di massima delle entità più interessanti suddivise in tre classi:

- 1) aree carsiche epigee, (a loro volta percorribili in auto o a piedi);
- 2) grotte turistiche esistenti e/o valorizzabili;
- 3) grotte per escursionisti.

1 - Le aree carsiche superficiali presentano particolari caratteri propri sotto il profilo sia scenografico che morfologico. Associate agli altri elementi (flora, fauna, aspetti antropici etc.) si prestano ad essere incluse, con differenti parametri di utilizzazione, nelle aree da adibire a parchi o riserve naturali o comunque soggette a rispetto:

- 1.1 - itinerari percorribili con auto:
 - 1.1.1. - Quarto S. Chiara, Quarto del Barone, Quarto Grande;
 - 1.1.2. - Piano delle Cinquemiglia;
 - 1.1.3. - Campo Imperatore;
 - 1.1.4. - Piano di Campo Felice
- 1.2. - Itinerari percorribili a piedi: (sentieri montani da... a...)
 - 1.2.1. - Majella, dal Blockhaus a Campo di Giove;
 - 1.2.2. - Majella, dal Blockhaus a Fara S. Martino;
 - 1.2.3. - Gran Sasso, da Assergi ai Prati di Tivo;
 - 1.2.4. - Parco Nazionale d'Abruzzo, dal Passo del Diavolo a Giola Vecchio;
 - 1.2.5. - Fucino, da Trasacco a Collelongo.

E' ovvio che sono stati indicati solo alcuni degli itinerari possibili, vari per interesse ed estensione, rinviando alla sede più idonea la compilazione dettagliata e puntuale.

2 - Le cavità semplici o i complessi ipogei sono senza dubbio gli elementi, del vario e diffuso patrimonio carsico abruzzese, che meglio si prestano ad una valorizzazione e che maggiormente esercitano attrattiva sulle masse turistiche. In Abruzzo, rispetto alle altre regioni, relativamente scarso è il patrimonio speleologico utilizzato per fini turistici e quanto è stato fatto è ben lungi dal rispondere alle linee comuni del corretto intervento.

Anche nell'ambito di questa classe si è dovuta operare una ulteriore suddivisione:

- 2.1. - Grotte già, più o meno, attrezzate turisticamente;
- 2.2. - Grotte meritevoli di valorizzazione turistica.

In sintesi, in entrambe le sottoclassi ne sono stati identificati gli elementi così definiti in dettaglio:

- Grotte turistiche esistenti e che necessitano di pochi e limitati interventi:
- 2.1.1. - Grotta del Cavallone (Lama e Taranta Peligna, CH)
 - 2.1.2. - Grotta dei Piccioni (Bolognano, PE)
 - 2.1.3. - Grotta di S. Domenico (Villalago, AQ)
 - 2.1.4. - Grotta di S. Bartolomeo (Roccamorice, PE)
 - 2.1.5. - Grotta di S. Onofrio (Serramonacesca, PE)
 - 2.1.6. - Grotta di S. Angelo (Balsorano, AQ)
 - 2.1.7. - Grotta dei Pulcini (Guardiareale, CH)

Grotta da valorizzare mediante interventi totali (t) o parziali (p):

- 2.2.1. (t) - Inghiottoio di Pietrasecca (Pietrasecca, AQ)
- 2.2.2. (t) - Grotta di Verrecchie (Cappadocia, AQ)
- 2.2.3. (t) - Grotte Cola (Petrella Liri, AQ)
- 2.2.4. (t) - Risorgenza di Stiffe (D. Demetrio, AQ)
- 2.2.5. (t) - Nevera di Val Mugone (Lecca del Marsi, AQ)
- 2.2.6. (t) - Nevera del Tratturello (Lecca del Marsi, AQ)
- 2.2.7. (p) - Grotta di S. Angelo in Vetullis (Sulmona, AQ)
- 2.2.8. (p) - Grotta S. Michele (Pescocostanzo, AQ)
- 2.2.9. (p) - Grotta di S. Angelo (Caporciano, AQ)
- 2.2.10 (p) - Grotta di Cicco Felice (Avezzano, AQ)
- 2.2.11 (t) - Grotta del Bove (Lama e Taranta Peligna CH)
- 2.2.12. (t) - Grotta Nera (Pennapiedimonte, CH)
- 2.2.13. (t) - Grotta del Colle (Rapino, CH)
- 2.2.14. (p) - Grotta di S. Angelo (Palombaro, CH)
- 2.2.15 (t) - Grotta Scura (Bolognano, PE)
- 2.2.16 (p) - Grotta di S. Angelo (Civitella del Tronto TE)
- 2.2.17 (p) - Grotta della Scallinella (Civitella del Tronto TE)
- 2.2.18 (p) - Grotta dell'Eremita (Farindola, PE)

3. - In questa categoria sono comprese quelle grotte che non presentano particolari difficoltà e che possono essere visitate da escursionisti con poca attrezzatura (scarponi, caschi, lampada).

L'organizzazione di tali visite dovrebbe far capo ai gruppi speleologici più vicini, secondo criteri ed autorizzazioni da regolamentare, oppure ad uffici predisposti ove queste cavità siano ubicate nelle aree comprese nel Parco Nazionale o in quelli Regionali di prossima costituzione.

Questo elenco potrà essere suscettibile di variazioni in rapporto alla scoperta ed esplorazioni di nuove cavità, in sintesi si sono voluti indicare:

- 3.1. - Risorgenza Mandrilli (Lecca del Marsi, AQ)
- 3.2. - Nevera di Macchia Arvana (Pescasseroli, AQ)
- 3.3. - Grotta di Achille Graziani (Villetta Barrea, AQ)
- 3.4. - Fonte Grotta (Castel del Monte, AQ)
- 3.5. - Grotta a Male (L'Aquila, AQ)
- 3.6. - Grotta delle Praje (Lettomanoppello, AQ)

CONCLUSIONI

Nel contesto delle iniziative che la Regione Abruzzo vorrà realizzare, quella della valorizzazione turistica delle aree carsiche e delle cavità elencate, non è che un aspetto della più vasta politica di pianificazione da tempo richiesta.

E' chiaro che le indicazioni prospettate, data la loro complessa diversificazione morfologica e strutturale, presuppongono tempi lunghi di realizzazione.

Ciò non esclude che già come fase preliminare di attuazione possano essere studiati e proposti gli idonei strumenti legislativi per lo studio e l'intervento di dettaglio.

BIBLIOGRAFIA

- BRUHNS J., 1912 - *La Géographie Humaine*, Paris.
FONDI M., 1970 - *Abruzzo e Molise*, UTET, Torino.

- LAURETI L., 1974 - *L'uomo e l'ambiente carsico*, Atti XI Congresso Nazionale di Speleologia, Rassegna Speleologica Italiana, memoria XI - tomo II, pp. 65-72, Como.
- SEGRE A.G., 1948 - *I fenomeni carsici e la speleologia nel Lazio*, Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia dell'Università di Roma, Serie A, n° 7, Roma.

SPELEO CLUB CHIETI

Ezlo Burr

CONSIDERAZIONI METODOLOGICHE PER LA FRUIZIONE DELLE AREE CARSIICHE NELL'AMBITO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PER LA COSTITUZIONE DI PARCHI E RISERVE NATURALI.

RIASSUNTO

Nell'ambito delle iniziative tendenti alla pianificazione per una corretta fruizione del territorio, trova sempre maggiore spazio la esigenza di destinare parte di esso a Parco o Riserva Naturale.

Per le aree carsiche italiane viene proposta, sulla base di esperienze già condotte, una metodologia di massima per la identificazione delle caratteristiche morfologiche, biologiche ed antropiche del territorio. Tali elementi opportunamente valutati e classificati concorrono alla formulazione delle aree, suddivise per tipicità, costituenti la struttura stessa del Parco.

SUMMARY

In the sphere of the initiatives aiming at the pianification a correct fruition of the territory, the necessity of destinating it to the Park or to the Natural Reserve always finds greater space. For the Italian Karst areas, on the basis of experiences already conducted, a general methodology for the identification of morphological, biological and anthropological characteristics of the land is proposed. These elements appropriately valued and classified contribute to the formulation of the zones, subdivided by typicallity, constituting the same structure of the Park.

1 - PREMESSA

Tra i problemi maggiormente dibattuti dalla società attuale vi è quello della utilizzazione delle risorse naturali. Sulle modalità e criteri d'intervento si sono delineate due diverse e contrapposte concezioni che investono anche il rapporto-ruolo tra uomo e natura.

Esiste infatti un atteggiamento liberista proprio di certi ceti sociali imprenditoriali che considera la risorsa naturale solo in funzione del suo potenziale economico, come bene di consumo e di (facile) profitto. A questa si contrappone una posizione, definibile malthusiana, che tende viceversa a conservare, con iniziative vincolistiche, il territorio sottraendolo in gran parte alla naturale produttività per una fruizione contemplativa ed elitaria.

Le conseguenti polemiche sollevate in sede di pianificazione territoriale hanno sortito il solo effetto di ritardare ogni intervento conservativo permettendo il progredire del degradamento ambientale già giunto a livelli di preoccupante irreversibilità.

Non è questa la sede per discutere in dettaglio tutta la vasta problematica inerente la istituzione e la gestione dei parchi, ma non si può rimanere estranei ed insensibili di fronte a speculazioni di vera rapina o scelte programmatiche macroscopicamente errate e che sottraggono in tutto o in parte il territorio alla propria naturale vocazione. Resta oggettiva l'esperienza, comune purtroppo a molte parti della penisola, in merito alle gravi manomissioni che quasi quotidianamente il nostro patrimonio naturale subisce. Una

adeguata normativa generale è quanto di meglio possa essere auspicato, ma proprio in questo caso la legislazione vigente mostra gravi e colpevoli carenze.

Una ottima occasione, qualificante per l'avvenire sociale ed economico di una comunità è rappresentata dalla pianificazione regionale. In questa fase d'intervento è possibile valutare con criteri di omogeneità vaste estensioni territoriali che per la loro stessa diversificazione permettono una varia e molteplice fruizione. Non possono rimanere estranee a questa politica di programmazione le aeree carsiche che per la loro stessa struttura sono particolarmente interconnesse e sensibili ad ogni forma di inquinamento. Tutelare pertanto tali territori destinandone una parte alla corretta fruizione turistica o alla conservazione appare necessario e non più rinviabile. Fruizione e conservazione sono inoltre realizzabili mediante la istituzione di parchi e riserve naturali che nella eccezione del termine "carsico" verrebbero ad acquisire marcate caratteristiche di tipicità.

2 - METODOLOGIA PROGETTUALE

Prima di entrare nel merito progettuale specifico è opportuno distinguere due tipologie areali: il *parco* ampiamente esteso territorialmente, complesso in molteplici finalità normative e modalità di gestione e la *riserva*, meno estesa e che comporta quasi sempre omogeneità di carattere ed unicità di scopo istituzionale. Naturalmente la genericità concettuale dovrà poi adattarsi alle esigenze spaziali delle aree preposte a tale scopo, non trascurando l'incidenza dell'elemento antropico, la degradazione e le possibilità di recupero. La fase di intervento progettuale su un'area da adibire a *Parco Naturale*, che nella circoscrizione amministrativa può assumere la denominazione di *Regionale* o *Interregionale*, o *Riserva Naturale* può essere distinto in varie fasi successive:

2.1. - Ipotesi di piano generale d'intervento

In questa fase preliminare dovranno essere identificate le zone da sottoporre a provvedimenti di tutela o destinazione d'uso sia come *Parco* che come *Riserva*. In pratica dovrà essere svolta una analisi territoriale a largo raggio sugli areali che presentino proprie fisionomie ecologiche e morfologiche unitarie e territorialmente compatte. Parimenti l'analisi dovrà considerare le aree antropizzate soggette ad insediamento stabile, e/o temporanee e qualificare le attività che caratterizzano l'uso del suolo. Delimitati i settori d'intervento si avvierà la fase d'indagine di dettaglio riguardante la fisionomia ecologica (2.2.) ed il contesto antropico (2.3.).

Se numerosi sono gli elementi che concorrono nella definizione di ambiente carsico, altrettanti molteplici saranno le tematiche di indagine e per ogni fattore dovranno essere redatte delle schede di rilevamento che opportunamente realizzate forniranno i quadri di riferimento cartografico del territorio.

2.2. - Indagine di dettaglio:

La fisionomia ecologica

In questo ambito potranno essere valutati i seguenti parametri:

2.2.1. - Il contesto geomorfologico

2.2.1.1. - La struttura geologica

2.2.1.2. - la struttura pedologica

2.2.1.3. - le caratteristiche paleontologiche

2.2.1.4. - macroforme epigee (pothos, uvale, doline etc.)

2.2.1.5. - microforme di corrosione

2.2.1.6. - la morfologia glaciale

2.2.1.7. - la morfologia orlonivale

2.2.1.8. - inghiottitoi ad assorbimento concentrato

2.2.1.9. - le risorgenze

2.2.1.10 - i sistemi carsici profondi (fossili o attivi)

2.2.1.11. - cavità semplici e ripari

2.2.1.12. - dorsali orografiche

2.2.1.13. - i dissesti franosi

2.2.1.14. - idrografia corrente di superficie

2.2.1.15. - idrografia lacustre di superficie

2.2. - l'ambiente botanico e zoologico

2.2.2.1. - la flora

2.2.2.2. - la forestazione

2.2.2.3. - il pascolo

2.2.2.4. - i mammiferi

2.2.2.5. - gli uccelli

2.2.2.6. - i rettili

2.2.2.7. - gli Insetti

2.2.3. - i caratteri climatologici

2.2.3.1. - direzione ed intensità dei venti

2.2.3.2. - piovosità (nei vari parametri)

2.2.3.3. - umidità (nei vari parametri)

2.2.3.4. - temperatura (nei vari parametri)

2.2.3.5. - innevamento (nei vari parametri)

2.2.4.5. - incidenza del fattore nebbia

Per ognuno di questi aspetti, in relazione alle caratteristiche del territorio potranno essere condotte ricerche ed analisi più particolareggiate.

2.3. - Indagine di dettaglio:

il contesto antropico

più varia e complessa è l'analisi sugli aspetti antropici sia passati che recenti. In questo settore l'indagine dovrà individuare i seguenti elementi:

2.3.1. - le caratteristiche archeologiche

2.3.2. - le abitazioni temporanee (per tipologia ed uso)

2.3.3. - le abitazioni permanenti (sparse ed agglomerate)

2.3.4. - le attività antropiche suddivise per tipo e connessione

2.3.5. - viabilità suddivisa per classi e tipologia (penetrazione, trasversale e longitudinale)

2.3.6. - le attrezzature ricettive

2.3.7. - la struttura della popolazione suddivisa per tipo (ISTAT) ed analisi dello spopolamento montano

2.3.8. - la superficie agricola utilizzabile (SAU)

2.4.9. - lo stato patrimoniale dei terreni

Alla redazione di queste carte tematiche si dovrà giungere anche tramite la lettura e la interpretazione di aereofotografie e la verifica mediante ricognizioni sul terreno. Le carte tematiche non dovranno essere valutate in misura settoriale ma con una lettura sinottica che ne permetta la classificazione delle emergenze in base alle quali successivamente saranno classificate le varie zone per la diversa utilizzazione e diversa normativa.

3 - FORMULAZIONE DEL PIANO

Una ipotesi di parco deve rispondere alla duplice esigenza di conservazione e fruizione del territorio. Le aree pertanto potranno essere divise in quattro grandi categorie, comunemente chiamate riserve:

a) *riserva speciale*; con finalità specifiche della conservazione rigorosa dell'ambiente anche limitatamente ad un solo aspetto naturalistico e/o paesaggistico, osservabile solo dall'esterno (esclusi quindi i visitatori) con accessi limitatissimi ed attrezzature consentite solo per finalità scientifiche. Divieto di qualsiasi attività antropica e raccolta prodotti.

b) *riserva integrale*; con finalità specifiche della conservazione dell'ambiente nella totalità dei suoi attributi naturalistici: i visitatori vi saranno ammessi solo su predeterminati percorsi con attrezzature ricettive limitate e di appoggio per l'esplicazione di tale attività; interdizione di qualsiasi uso antropico e/o d'intervento.

c) *riserva guidata*; con finalità specifiche per la conservazione dell'ambiente comprendente le attività antropiche non stanziali. La percorrenza ed il soggiorno sarà coordinato con le attrezzature preesistenti o limitatamente previste; disciplina del pascolo e dell'alpeggio, della gestione forestale; sfruttamento idrico regolato; divieto di caccia, pesca ed apertura di cave o miniere.

d) *riserva controllata*; comprende la restante area del parco avente come finalizzazione la protezione del territorio in rapporto alle tradizionali attività antropiche stanziali. Permanenza del divieto dell'esercizio della caccia e della pesca, della apertura di cave e miniere; attrezzature ricettive e provvedimenti da regolamentare. Questi ultimi prevederanno essenzialmente:

1) provvedimenti di servizio, tendenti alla conservazione e/o alla trasformazione delle strutture esistenti; rientrano in questa categoria la regolamentazione dei tagli, la tenuta dei prati, la sistemazione delle sorgenti e ruscelli, l'attrezzatura minuta.

2) provvedimenti di valorizzazione cioè tendenti alla valorizzazione dello stato di fatto locale; rientrano in questa fase i piani di rimboschimento dei boschi degradati, la rivalutazione dei pascoli, dei casolari abbandonati, delle attività artigiane ed agricole.

3) provvedimenti di sviluppo, cioè tendenti alla valorizzazione ex-novo di elementi di richiamo turistico senza incidere in modo grave sul territorio, né creare squilibri con le altre zone: grotte, insediamenti preistorici, emergenze archeologiche, musei etc. In questa fase sono anche compresi i piani regolatori dei centri inclusi nelle aree perimetrate a Parco.

Una sperimentazione ottimale delle varie zone dovrebbe prevedere le seguenti percentuali di disponibilità areale utilizzate opportunamente secondo scale di valori e di priorità:

- zona a) dall'1 al 5%
- zona b) dal 30 al 40%
- zona c) dal 35 al 50%
- zona d) dal 6 al 33%

Ultimata la fase di progettazione, ascoltate anche le istanze delle popolazioni interessate mediante opportune indagini seguite da incontri e dibattiti, si dovrà provvedere alla formulazione della normativa di attuazione. E' questa la fase più delicata che necessita della collaborazione di altre componenti tecnico-giuridiche. In generale dovrebbe essere prevista una scala di normativa che indichi dalla zona a) alla d), i provvedimenti graduati di tipo vincolativo, e pertanto passivi e finì produttivi, sino ai soli provvedimenti attivi. Poiché gran parte della zona sottoposta a vincolo è sottratta al reddito diretto è opportuno anche verificare l'esistenza, in sede amministrativa, dei fondi da destinare ad indennizzo delle comunità interessate.

L'ultima fase, che prelude la emanazione della legge specifica, è quella che prevede le acquisizioni delle condizioni tecnico amministrative per l'attuazione del programma formulato.

CONCLUSIONI

Progettare un sistema di Parchi o Riserve Naturali nell'ambito anche della sola estensione regionale è compito non facile. Quelle espresse sono solo indicazioni di massima e pertanto orientative. I dettagli per lo sviluppo di tali fasi, spesso complesse e collegate fra loro, sono stati e sono oggetto di dibattiti e di studi ampiamente consultabili nella letteratura specializzata.

Tali formulazioni non possono essere effettuate se non dopo una attenta lettura ed analisi del territorio, considerato sempre nella sua globalità, attraverso metodologie avanzate (gravitazioni, soglie etc.) e messo in stretto rapporto tra offerta e domanda, due elementi molto fluidi e variabili in relazione all'intera struttura del territorio regionale e nazionale.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV., 1969 - *La pianificazione regionale: problemi di teoria e metodo nelle esperienze italiane e straniere*, Atti del Convegno Internazionale di Sorrento, 12-14 sett. 1968, Marsilio, Padova.

AA. VV., 1972 - *Tavola Rotonda sui Parchi Nazionali e le Riserve Naturali*, Atti del XIII Convegno Nazionale Italia Nostra su "Contributi per la difesa della natura, Roma 25-26 nov. 1971", Italia Nostra, Roma.

AA. VV., 1974 - *L'uomo e l'ambiente*, Editori Riuniti, Roma.

AA. VV., s.d. - *Le risorse paesistiche in Liguria, - proposte di valorizzazione*, Centro Studi - Unione delle Camere di Commercio Liguri, Genova.

BATTISTI E. & CROTTI S., 1968 - *Note sulla progettazione del paesaggio antropogeografico*, Studi Urbanistici, VI, pp. 65-71 Fondazione Aldo Rocca, Roma.

BOATO A., 1975 Parte prima: - *i Parchi naturali - generalità*; Parte seconda: *progettazione*, Parametro (38), pp. 4-31, 60-61, Faenza.

BONAMICO S. & GIGLI G., 1968 - *Finalità, orientamenti e metodologia di studio dei piani di sviluppo turistico*, Studi Urbanistici, VI, pp. 35-62, Fondazione Aldo Rocca, Roma.

BURRI E., 1976 - *Problemi e proposte per un parco Naturale Regionale della Majella*, Atti del Convegno "per la protezione dell'ambiente naturale nell'Appennino", Castelli (TE) - Agosto 1976, (in stampa).

VALLE C., 1968 - *Introduzione a "La tutela dei valori del paesaggio e la formazione di centri turistici nelle zone paesistiche"*, Studi Urbanistici, VI, pp. 9-32, Fondazione Aldo Rocca, Roma.

SEZIONE SPELEOLOGICA C.N.S.A.

Pino Galdi - Aurelio Pavanello

IL SOCCORSO SPELEOLOGICO IN ITALIA: REALTA' E PROSPETTIVE

SPELEOLOGIC RESCUE IN ITALY: REALITY AND PROSPECTS

SUMMARY

After a short introduction on the need of actual firmness's control on the values which led twelve years ago to the foundation of Speleologic Assistance, the Authors criticize the actual structure of Speleologic Assistance Corps.

By the analysis, results that the Assistance, practical concreteness of the modern Speleologic Groups' aspirationis, is still bound to the speleologic reality.

So, it is necessary to involve the speleologists, with personal or collective responsibility, allowing the replacement of the cadres, essential introduction to a correct operation of Assistance Group.

RIASSUNTO

Gli Autori, dopo una breve introduzione sulla necessità di una verifica della consistenza attuale dei valori che portarono una dozzina di anni or sono alla fondazione del Soccorso Speleologico, esaminano criticamente l'attuale struttura del Corpo di Soccorso Speleologico.

Dalla suddetta analisi risulta evidente che il Soccorso Speleologico, che rappresenta la concretizzazione sul piano pratico di aspirazioni per lungo tempo coltivate nel seno dei Gruppi Speleologici più evoluti, rimane ancora e sempre legato - sia in senso positivo che negativo - a quella che è la realtà speleologica in cui opera e vive. Da qui la necessità di coinvolgere sempre più gli speleologi, responsabilizzandoli a livello sia personale che di Gruppo, nell'attività del Soccorso, permettendo quel ricambio dei quadri che è una premessa indispensabile per un suo corretto funzionamento.

PREMESSA

Si è parlato molto ultimamente, sia in seno alle varie squadre di Soccorso come al di fuori di queste, della necessità di una verifica sulla reale utilità della nostra organizzazione e - in caso di risposta affermativa - sulla sua effettiva funzionalità. Il bisogno di questa verifica è sentito a tutti i livelli, per cui la direzione della Sezione Speleologica del CNSA è ben lieta non solo di accettare il confronto con la base, ma di suscitarlo presentando alcune considerazioni e proposte.

a) NECESSITA' DELL'ESISTENZA DI UN CORPO DI SOCCORSO

Se si prende in esame il numero medio annuo di interventi delle squadre di soccorso si potrebbe giungere alla conclusione sulla non necessità di una organizzazione strutturata come lo è la nostra oggi. Infatti per tre-quattro interventi impegnativi all'anno si

potrebbe ricorrere (come fatto nel 1965 e 1966, agli inizi dell'attività della Sezione) ai servizi dei migliori speleologi disponibili in Italia al momento (tenendo però presente che questi per quanto bravi sarebbero carenti nell'addestramento alle manovre di recupero, nell'affiatamento, per non parlare poi della necessità di possedere attrezzature e tecniche specializzate e un'organizzazione già collaudata). Ben altro però è il discorso ove si inquadri il Soccorso nelle sue reali funzioni (che non sono soltanto di mero recupero degli infortunati, ma anche e soprattutto di prevenzione) e nel tempo (si sta assistendo ad una notevole espansione della speleologia esplorativa, cosa che può portare ad un aumento del numero degli incidenti).

Da questo altro punto di vista il Soccorso non soltanto risulta essere necessario, ma meritevole di essere potenziato. Che il Soccorso vada mantenuto e rafforzato risulta ancora evidente dalle richieste degli speleologi italiani di costituire Gruppi e Squadre ove queste ancora non sono presenti: ricordiamo che la formazione dei Gruppi VI, VII, VIII e delle Squadre di Soccorso siciliane e trentine ha fatto seguito ad una diretta richiesta degli speleologi locali che si sono impegnati, anche con notevoli sacrifici finanziari, di dotare queste nuove entità di almeno parte della necessaria attrezzatura. In conclusione si può dire che l'attuale struttura della Sezione Speleologica del CNSA altro non è se non la concretizzazione sul piano pratico dell'aspirazione dello speleologo italiano di avere a disposizione un'organizzazione in grado di intervenire - con rapidità e competenza - in caso di incidente in grotta.

b) SUA ATTUALE FUNZIONALITA'

Il discorso potrebbe variare da Gruppo a Gruppo, come pure fra le Squadre di uno stesso Gruppo, anche se si tratta - in ultima analisi - del solito discorso sugli uomini e sui mezzi. Anni or sono al Convegno di Trento Pasquini, allora capo del V Gruppo, paragonò il Soccorso all'Esercito, organizzazione che si prepara sempre a fare la guerra sperando di non doverla fare mai e nelle cui fila passano giovani che apprendono l'uso di armi che non avranno mai l'occasione di adoperare. Il paragone calza a pennello, tranne che in un paio di dettagli non del tutto secondari: i mezzi, ben diversi fra le due organizzazioni, e la struttura volontaristica della nostra.

Avendo la possibilità di disporre di cospicui finanziamenti il problema del Soccorso si porrebbe in ben altri termini, cosa che del resto succederebbe anche ove avessimo la possibilità di eseguire una coscrizione obbligatoria. Non avendo - chiaramente - le due possibilità su accennate il discorso si semplifica notevolmente: in grotta ci andiamo noi speleologi, in caso di incidenti siamo noi gli unici in grado di intervenire, ergo è nostro interesse e nostro dovere gestire un corpo di Soccorso Speleologico, mettendogli a disposizione uomini - possibilmente i migliori - e mezzi. La funzionalità del Soccorso dipenderà essenzialmente da questo e quindi se il discorso non funziona come vorremmo dobbiamo cercarne fra di noi cause e rimedi.

Per comodità di esposizione suddivideremo il discorso sulla funzionalità nelle sue tre componenti più importanti: organizzativa, tecnica e medica.

1) Organizzativa

Qualsiasi società, ente od associazione, per poter funzionare deve darsi una certa struttura organizzativa. Il Soccorso Speleologico non può derogare da questa norma e sta in noi volontari che ne facciamo parte e speleologi tutti - che anche non facendone parte sono interessati al suo buon funzionamento - far sì che questa organizzazione risponda veramente agli scopi prefissi.

Prima di cominciare però a discutere sull'organizzazione e strutturazione futura del Soccorso è necessario avere le idee chiare su quelle che sono le reali possibilità del Soccorso Speleologico in questo campo. Non bisogna dimenticare, infatti che il

Soccorso Speleologico è parte integrante del Corpo Nazionale Soccorso Alpino, di cui ha recepito Statuto e Regolamento. L'affiliazione - se così si può chiamare - al CNSA del Corpo Nazionale di Soccorso Speleologico Eraldo Saracco è stata voluta dall'Assemblea dei Volontari tenuta a Bologna nel 1968. L'indipendenza è una bella cosa - uno dei componenti del carattere degli speleologi - che permette di fare e disfare a proprio talento, ma il fine era, evidentemente, troppo elevato per cui si ritenne quel giorno sacrificarla (assieme al nome) in cambio di un nome più prestigioso, di un riconoscimento ufficiale, di una solida struttura tecnico-organizzativa a cui appoggiarsi ed infine di non indifferenti aiuti materiali. Nel senso del CNSA la Sezione Speleologica si è irrobustita diventando dapprima Delegazione, poi Sezione composta da Gruppi equiparati alle Delegazioni (e la denominazione di "Gruppo" viene mantenuta per non ingenerare confusione con l'organismo incaricato del Soccorso Alpino propriamente detto) e con piena e completa indipendenza formale e sostanziale dalle stesse. In questo momento la Sezione Speleologica è strutturata su nove Gruppi, coprenti in pratica quasi tutto il territorio nazionale, suddivisi in 32 squadre ubicate di norma in località ove l'attività speleologica è più virulenta, per un totale di 400 volontari.

Sarebbe tendenza del Direttivo della Sezione costituire Gruppi in ogni ambito territoriale (regione o gruppi omogeneo di regioni) che può sostenerli con uomini - presupposto base, ci devono essere gli speleologi - e mezzi: leggi regionali e similia. Ogni Gruppo dovrebbe essere in grado di assolvere i compiti istituzionali di prevenzione e soccorso nella zona di pertinenza e disporre quindi di medico, uomini e materiali.

Questo decentramento funzionale è per il momento frenato da molti fattori: ci sono regioni che hanno i soldi per fare il Soccorso ma non gli uomini; altre - più numerose - in cui ci sono gli uomini ma non i soldi; altre ancora che non hanno né l'una né l'altra componente. Il processo, comunque è in alto, e si può dire che in questo caso il Soccorso si sviluppi e cresca con lo svilupparsi ed il crescere delle varie speleologie regionali.

Ben più difficile si fa il discorso ove si voglia affrontare la regolamentazione interna che ci siamo data. Come d'anzi ricordato siamo legati a doppio filo con il CNSA, di cui siamo una componente di non secondaria importanza, ed il nostro Regolamento - pur se formulato in previsione di un'attività del tutto particolare - non può essere in contrasto con il Regolamento del CNSA stesso. Delle modifiche, suggerite da questi anni di esperienza diretta, sono state presentate tempo fa all'approvazione delle Assemblee dei Volontari ed ora sono allo studio presso la Direzione del CNSA per il loro inserimento nel nuovo Regolamento del Corpo, da tempo in gestazione.

2) Tecnica

Negli anni '60, quando il Soccorso ha cominciato a muovere i suoi primi passi, si è fortemente sentita la necessità di uniformare il più possibile materiali e tecniche in uso presso le varie Squadre. Quale mezzo per ottenere questo scopo erano parse idonee delle manovre a carattere nazionale, effettuate in cavità di un certo impegno e con la partecipazione di Volontari provenienti da tutti i Gruppi. Pur non disconoscendo la validità dell'iniziativa si deve osservare che essa presentava alcuni nei, i più evidenti dei quali erano:

- I) eccessivo dispendio di forze, per un risultato ridotto (i Volontari viaggiavano - fra andata e ritorno - per 24/36 ore, per lavorare in grotta 6/8 ore);
- II) l'esecuzione delle manovre più difficili finiva per essere affidata ai soliti 5/6 elementi più preparati. Limitandosi gli altri a fare da manovalanza generica;
- III) elefantiasi dell'organizzazione, per cui si finiva per ritrovarsi in 50/70 persone, con i conseguenti costi economici che lo spostamento di un così alto numero di uomini comporta.

Dopo l'infelice riuscita dell'ultima manovra nazionale (Campolongo 1974), disertata da molti Volontari perchè troppo decentrata, si era deciso di ristrutturare questo tipo di

Incontri. Il primo risultato fu il Corso Nazionale per tecnici di Soccorso, tenutosi a Genga nel maggio 1975, che forse non ha potuto dare i risultati sperati a causa di una serie di malintesi. La strada parve comunque buona, tanto che si ritenne opportuno ripetere l'esperimento finalizzandolo alla soluzione di alcuni problemi specifici da affrontare e risolvere di volta in volta.

Quali nuove soluzioni al problema dell'affiatamento delle diverse Squadre e dell'uniformità delle tecniche a livello nazionale si potrebbero suggerire le seguenti iniziative:

- I) esercitazioni di Gruppo aperte ai Volontari dei Gruppi contermini (in pratica esercitazioni Interregionali);
- II) corsi annuali, o biennali, di specializzazione, sul tipo di quello di Genga del 1975 e del Marguareis di quest'anno, organizzati con la collaborazione - anche finanziaria - della S.S.I. e della Commissione Speleologica del CAI.

Nel discorso sulla tecnica del Soccorso rientrano, come importante momento di verifica e di approfondimento, i Convegni sul Soccorso e sulle tecniche. Sono manifestazioni che - se correttamente organizzate e condotte - rappresentano la naturale assise ove dibattere i temi che stiamo affrontando oggi. Non crediamo di essere lontani dal vero affermando che se oggi il Soccorso ha nella speleologia nazionale il peso che ha questo si deve anche ed in buona parte ai vari Convegni susseguiti dal 1969 ad oggi.

3) Medica

Essendo questo argomento tema di una nota presentata dai medici del Soccorso, ci limiteremo a dare alcune indicazioni di base. Premesso che la rimozione di un infortunato con lesioni gravi o dubbie non deve avvenire prima dell'arrivo del medico, che si assume quindi tutte le responsabilità del caso, i Volontari dovrebbero essere in grado di prestare comunque la prima assistenza e di usare quindi correttamente la confezione minima di pronto soccorso di cui dovrebbe essere dotato ogni Gruppo Speleologico. Se non vogliamo che la nostra organizzazione si riduca ad essere un'azienda che cura il trasporto di morti e feriti (contribuendo indirettamente, magari, a far sì che questi ultimi passino nella prima categoria), se vogliamo che il Volontario sia anche e soprattutto un soccorritore è d'uopo:

- I) curare la diffusione capillare delle confezioni specializzate di pronto soccorso ed il loro corretto uso;
- II) curare l'addestramento al pronto soccorso dei Volontari;
- III) assicurare la presenza di medici nelle Squadre;
- IV) dotare le Squadre di attrezzature mediche;
- V) curare, anche attraverso i medici Volontari, i contatti con gli ospedali, al fine di accelerare il reperimento di medicinali speciali in caso di intervento.

Queste poche righe sulla componente medica del Soccorso non hanno la pretesa di chiarire quanto c'è ancora da fare in questo campo, ma soltanto di dare delle indicazioni di carattere generale sulla politica che in questo settore intende tenere la Direzione della Sezione Speleologica del CNSA.

CONCLUSIONI

Il quadro che abbiamo esposto del Soccorso Speleologico non ha forse soddisfatto tutti: vi si potranno notare manchevolezze, molte e non tutte ovviabili subito. E' nostra abitudine guardare in faccia la realtà, quale essa sia, ed i discorsi ottimistici ad oltranza o celebrativi ad ogni costo preferiamo lasciarli ai politici di mestiere. Manca, oltretutto, la puntualizzazione del nostro pensiero sulla prevenzione degli incidenti, componente talmente importante del Soccorso da meritare non solo una nota a se stante, ma addirittura che vi si dedichi un convegno od un incontro specializzato, a cui dovrebbero partecipare tutte le componenti - nessuna esclusa - della speleologia italiana.

Succintamente si può affermare che,

Come obiettivo primario, la Sezione Speleologica CNSA, aveva esaminato principalmente l'organizzazione tecnica e medica, preoccupandosi cioè che riguarda il momento dell'intervento ed il soccorso vero e proprio.

Non può più essere però trascurata la parte che si preoccupa di evitare, o limitare, gli incidenti; è ovvio che a questo punto si deve parlare di prevenzione.

Al momento attuale non esiste un programma ben definito sul come fare della prevenzione.

Una prima iniziativa in questo senso fu la stampa e la distribuzione di manifesti che invitavano alla prudenza, credo comunque che non abbiamo sensibilizzato sufficientemente gli speleologi italiani; molti Gruppi Grotte non li hanno ricevuti o richiesti, altri non li hanno neppure esposti, ecc..

Il momento più opportuno per affrontare questo argomento, può essere il corso di speleologia: più o meno tutti i Gruppi Grotte ne organizzano uno (interno, regionale, intergruppi, ecc.).

Tra le varie lezioni, diversi corsi prevedono il tema "prevenzione e soccorso"; troppe volte però si parla poi solo del soccorso vero e proprio trascurando la parte preventivazione.

In effetti l'impostazione di questa lezione, non è mai stata esaminata a fondo, ed ogni Gruppo Speleologico la svolge a modo proprio, in relazione anche a chi tiene la lezione.

Le esigenze della Sezione Speleologica CNSA, in questo momento, sono tali da far esaminare attentamente la possibilità di offrire a tutti i Gruppi, grandi o piccoli che siano, una lezione su questo argomento. Tale lezione dovrà essere preparata dalla Sezione stessa, con la collaborazione della SSI e della Commissione speleologica del CAI.

Il nostro obiettivo è quello di inserire, in modo uguale per tutti, ed in tutti i corsi di speleologia, la lezione che affronta tutti gli aspetti del soccorso, con particolare attenzione alla prevenzione.

E' molto importante far capire, soprattutto a chi si avvicina per la prima volta alla speleologia, come sia fondamentale questo aspetto.

D'altra parte lo scopo della Sezione Speleologica CNSA non si limita solo all'intervento ad incidente avvenuto, ma deve occuparsi e fare il possibile affinché l'incidente sia evitato.

Concludendo crediamo di poter dire che la nostra organizzazione stia attraversando una fase delicata - forse crisi di crescita o di consolidamento - contrassegnata dalla graduale sostituzione dei quadri dirigenti ed operativi; nuovi elementi, con nuove idee, stanno via via rimpiazzando quei speleologi, ormai anziani, che una quindicina di anni fa gettarono le basi del Soccorso. Se l'operazione riuscirà senza traumi sarà segno che il Soccorso ha veramente radici nella speleologia italiana e che quanto fatto sinora sul piano organizzativo non è stata cosa vana. Per il futuro, per il Soccorso di domani, possiamo soltanto indicare una strada di duro lavoro a cui dovranno venir chiamati un po' tutti. I capisaldi di questo programma potrebbero essere i seguenti:

- 1) indipendenza economica del Soccorso, da ottenersi attraverso la promulgazione di leggi regionali apposite, il reperimento di contributi di aziende o enti pubblici e privati e, in mancanza di questi, con l'autofinanziamento dei Gruppi Speleologici;
- 2) ottenimento di un peso - ed una rappresentanza - pari alla sua effettiva consistenza in senso al CNSA;
- 3) maggior integrazione e collaborazione con gli organismi a carattere nazionale che in Italia si occupano di speleologia;
- 4) maggiori contatti con gli organismi di Soccorso stranieri, anche al fine di ottenere una nostra più incisiva presenza in seno alla Commissione dell'U.I.S. per il Soccorso;

5) Regolamentazione dei rapporti con le autorità civili e militari con cui si è portati a collaborare in caso di intervento.

E' un programma minimo, di per se' già molto ambizioso, che il Soccorso - organismo degli speleologi e per gli speleologi - è chiamato ad affrontare: la sua realizzazione dipende dalla buona volontà e dall'impegno di tutti.

GRUPPO SPELEOLOGICO C.A.I. BOLZANETO

Giuseppe Novelli - Roberto Roncagliolo

NOTA SULLE PROVE ESEGUITE DURANTE LA RISALITA DI DUE SPELEOLOGI; CONTEMPORANEAMENTE, SULLA MEDESIMA FUNE.

RIASSUNTO

Questa nota espone i risultati delle esperienze fatte, con uso di dinamometro, da parte di due speleologi che risalgono contemporaneamente sulla stessa fune. Con questo non si vuole esporre il lavoro come una possibile progressione d'esplorazione ma come una serie di dati da poter utilizzare in particolari circostanze tali da vedere due speleologi operare sulla stessa corda.

La tecnica "sola fune" in Italia ha avuto il suo esordio con l'inizio del 1974. Dopo un primo vivace contrasto con i difensori delle tecniche tradizionali, questo nuovo metodo di progressione esplorativa, è andato via via diffondendosi tra i Gruppi italiani anche se, possiamo constatare, le scalette non sono state abbandonate completamente.

I pregi ed i vantaggi della "sola fune" sono stati tali che questa tecnica si è diffusa rapidamente su tutto il territorio. Oggi non c'è, crediamo, Regione Italiana in cui non operi qualche gruppo che ha adottata definitivamente questa moderna metodologia.

Ricordiamo che i Gruppi speleologici che hanno sperimentata per primi la sola fune, sono stati anche i divulgatori e che, adottando tecniche simili ma differenti nell'utilizzazione di attrezzi, ancora oggi esistono "scuole" diverse di "sola fune". La differenziazione tra le tecniche è grosso modo la seguente: tecnica Gibbs (inizialmente adottata dal C.A.I. di Genova Bolzaneto), maniglia Petiz e Gibbone (oggi sostituito dal Croll) da parte del Gruppo Speleologico C.A.I. di Perugia, tecnica Jumar o Jumar e Gibbs da parte dei Gruppi S. di Torino e Cuneo. Ultima in ordine di tempo la tecnica "randa" da parte del Gruppo di Bologna C.A.I. che deve però essere considerata a parte poiché utilizza solo una soluzione particolare di sistemazione degli attrezzi e non di strumentazioni differenti.

A distanza di ormai quattro anni dai primi esperimenti, il problema di quale tra tutte sia la tecnica migliore, deve ancora verificarsi. Un po' per legittima tradizione un po' per fattori oggettivi, ci sono motivi validi per ritenere tutte le tecniche "sola fune" buone e soprattutto ineccepibili dal punto di vista della sicurezza.

Quello che invece è stato patrimonio di tutti e sul quale non esiste più discussione e quel che concerne altri fattori e cioè:

- attacchi, nodi più sicuri,
- funi da utilizzare, statiche o dinamiche, (statiche le più idonee naturalmente),
- frazionamenti.

Su questi fattori non esiste più dibattito.

Il problema invece che poniamo con questa nota è quello relativo alla risalita di due speleologi sulla medesima fune, contemporaneamente.

Abbiamo fatto esperienze con due uomini sulla stessa corda ma si è trattato sempre di manovre di soccorso, in cui un uomo era fermo sulla fune mentre il secondo progrediva per il soccorso. Quanto ci siamo invece domandati è stato questo: in casi di emergenza (piene improvvise, scarsità di riserve di illuminazione o cibo o altri casi di difficoltà contingenti) si possono avventurare due speleologi sulla medesima fune e progredire contemporaneamente?

Ecco quindi la necessità di verificare con dati alla mano quanto ciò fosse possibile. Abbiamo iniziata questa nostra esperienza con i dati che già avevamo in nostro possesso e che riguardavano le prove al dinamometro di speleologi in discesa a varie velocità o in risalita con tecniche differenti.

Il mezzo utilizzato in questa esperienza è stato un dinamometro a molla in compressione, con contrazione corrispondente di 350 Km, con una corsa di 80 millimetri circa. Un altro fattore tenuto presente è stato quello di far risalire i due uomini con tecniche differenti tra di loro per vedere se questo fatto potesse far variare i dati definitivi.

Diamo di seguito i risultati ottenuti facendoli procedere dai dati già conosciuti e che ci serviranno per il confronto.

I dati sottolineati riguardano i due speleologi che salgono contemporaneamente.

Discesa	Peso speleologo in Kg.	Kg. registrati al dinamometro
regolare	<u>65</u>	<u>160</u> (dopo 10 mt. di disc.)
accelerata	<u>64</u>	<u>225</u> (dopo 10 mt. di disc.)
regolare	<u>90</u>	<u>105</u>
accelerata	<u>90</u>	<u>oltre i 200</u>
Risalita Gibbs	<u>65</u>	<u>85</u>
Risalita Gibbs	<u>65</u>	<u>85</u>
Risalita Jumar	<u>90</u>	<u>110</u>
Risalita Jumar	<u>90</u>	<u>115</u>
Risalita Gibbs + Croll - sincrona	<u>130 (1+1)</u>	<u>180</u>
Risalita Jumar + Croll - asincrona	<u>130 (1+1)</u>	<u>180</u>

Le prove sono state eseguite con fune statica da 10 mm di Ø

Da questa tabella possiamo intanto rilevare che i maggiori pericoli possono verificarsi durante le discese (abbiamo utilizzato esclusivamente di discensore Petiz tipo doppio) sulla parete da 19 metri dove uno speleologo di soli 65 Kg. in discesa accelerata, cioè superiore al 1/2 metro secondo, può, con un brusco arresto arrivare oltre i 200 Kg. di sforzo.

Detto questo e analizzando che le due persone sulla fune arrivano al massimo, con ascesa asincrona, intorno ai 180 Km. max, possiamo dire che la maggior sollecitazione sulla fune avviene se la discesa non è fatta secondo criteri di tutta sicurezza. I 180 Kg. max del due speleologi in risalita ci danno un dato che può essere tranquillamente considerato come di buona sicurezza.

Ricordiamo ancora una volta, prima di terminare, per scrupolo di coscienza, che in questi termini, la risalita di due persone sulla stessa fune non crea pericolosi momenti ma al contrario come per tutta la tematica sola fune occorre dare la massima attenzione a ciò che concerne stato delle funi e attacchi delle stesse. Ancora troppo sovente i frazionamenti si compiono con una sola chiodatura e non, come dovrebbe essere, con una seconda chiodatura per rimando.

Ci sono particolari situazioni in cui due uomini devono succedersi nella risalita, è bene tenere conto che se tutto è stato fatto a regola d'arte questi due speleologi possono risalire in tutta tranquillità.

BIBLIOGRAFIA

- A. C. PINCHAK e C.H. GIBBS: A rope ascender Field test, Climbing Magazine - Aspen Colorado 1972
- BORDIN, TALON: Utilisation du Shunt. N° 1 Spelunca - 1972
- G. NOVELLI: Nota sul discensore tipo Petzl, Bollettino CAI Bolzaneto N° 3 - 1973
- VANIN A.: salire sulle corde o fermarsi sulle scale, Il Grottesco, CAI SEM MILANO 1973
- SALVATORI F.: Attrezzature tecniche e problemi di sicurezza nel superamento dei pozzi con l'ausilio della sola corda, Atti del: 1° Convegno nazionale sulla sicurezza in Grotta, Bologna 1974.
- G. NOVELLI e R. RONCAGLILO: Impiego di sola fune nella esplorazione sotterranea, Genova 1974.

GRUPPO SPELEOLOGICO C.A.I. BOLZANETO

Giuseppe Novelli e Roberto Roncagliolo

NOTA SULLE MODIFICHE APPORTATE ALL'AUTOBLOCCANTE GIBBS

RIASSUNTO

Tra gli autobloccanti impiegati in speleologia il Gibbs è considerato un attrezzo sicuro in tutte le condizioni particolarmente difficili - funi gelate e impregnate d'argilla.

Il grosso problema rimane però la difficoltà di questo strumento ad essere velocemente disinserito od inserito nella fune, specie durante le manovre di frazionamento.

Le modifiche apportate ad un normale Gibbs rendono il nuovo attrezzo molto più maneggevole mantenendo una buona sicurezza complessiva. Nella nota viene consigliato l'uso come sicura pettorale in tecnica sola fune o come sicura in discesa.

E' bene ricordare che tra gli autobloccanti in uso tra gli speleologi in Italia, il Gibbs rappresenta l'attrezzo più sicuro sia per quanto carico di rottura, sia per l'uso nelle condizioni più disagiate. Coloro che si sono trovati a risalire con tecnica sola fune su corde molto impregnate di argille o corde gelate si saranno certamente resi conto di come sia facile scivolare senza che l'autobloccante (jumar, Petzl zedel) funzioni correttamente. Fanno testo alcuni esempi ben conosciuti: nella grotta di Trizout, Francia, il sottoscritto con attrezzi jumar ed altri colleghi francesi con sistemi misti o Petzl, hanno faticato enormemente nel risalire l'ultimo pozzo di 45 metri su fune molto argillosa. Il solo Roberto Roncagliolo che impiegava tecnica Gibbs non ebbe difficoltà alcuna.

Mentre i primi speleologi in risalita non accusarono inconvenienti, a mano a mano che la fune si sporcava di argilla le difficoltà aumentavano. Gli ultimi riuscirono a risalire solo facendo pressione sui cricchetti dell'attrezzo in modo da facilitare il bloccaggio che non avveniva più automaticamente.

Tavagnutti di Gorizia ha avuto modo di scivolare per una decina di metri sugli attrezzi prima di fermarsi su un autobloccante Zedel stranamente e fortunatamente inserito sulla fune a mo di sicura. Anche in questo caso, grotta di Monte Cucco, la fune era particolarmente argillosa. L'argilla infatti oltre ad intasare la parte dell'attrezzo che alloggia la molla rendendo difficile il funzionamento della stessa, intasa anche la parte anteriore del cricchetto rendendo inoperanti i piccoli denti di bloccaggio.

E' bene a questo punto fare anche un altro tipo di riflessione. Il Gibbs ha un lato particolarmente negativo a confronto di altri attrezzi: la difficoltà di inserimento della fune e il pericolo della perdita di particolari - corpo o perno o cavetto.

Il fatto è dovuto alla particolarità d'essere smontato ad ogni passaggio o frazionamento. Ed è questo aspetto particolarmente negativo che fa sì che l'attrezzo non abbia un'adozione generale da parte degli speleologi.

Tenendo conto che la sicurezza dell'attrezzo è dovuta al fatto che lo speleologo agisce con il suo peso sul cricchetto determinando *sempre ed a ogni condizione* il blocco dello stesso sulla fune, abbiamo pensato di approntare una modifica tale da rendere l'attrezzo riproponibile.

Le modifiche apportate al modello originale sono le seguenti riduzioni di un lato del corpo, a destra o sinistra a secondo dell'uso, e modifica del perno sul quale lavora il cricchetto. Queste modifiche hanno come conseguenza determinato:

- a) - facilità di inserimento o di stacco dell'attrezzo dalla fune senza procedere allo smontaggio.

b) - abbassamento del carico di rottura dell'attrezzo.

Per quanto riguarda il punto a) - è chiaro che è stato risolto il problema principale dell'attrezzo; inoltre viene eliminato il pericolo della perdita dei particolari.

Lo svantaggio defarminato, punto b) - può essere contenuto migliorando lo spessore del corpo ed il diametro del perno tenendo presente che è inutile un attrezzo con carico di rottura oltre i 1000 Kg. quando l'azione dei cricchetti determina la rottura della calza esterna della fune, con scivolamento dell'attrezzo sulla stessa, a circa 600-700 Kg.

Ritornando alla modifica apportata, il corpo deve subire una riduzione minima tale da permettere l'inserimento della fune, fig. 1.

Per inserire l'attrezzo nella fune, questa deve essere portata con una curva secca verso la parte superiore del corpo dello stesso, fig. 2. Quindi facendo lievemente ruotare o il corpo o il cricchetto si terminerà di inserire la fune seguendo l'apertura che si determina con la rotazione, fig. 3. Per il disinserimento si procederà con una manovra inversa: si staccherà la fune prima del basso, quindi con rotazione dell'attrezzo, dall'alto.

Sul pericolo dovuto al disinserimento automatico della fune dall'attrezzo durante la risalita: tutti gli altri attrezzi possono disinserirsi dalla fune in tensione perché così è il funzionamento, pregio e difetto già considerati.

Questo Gibbs modificato, al contrario, non permette questo fatto poiché già a 3, 4 metri dal fondo la fune si disporrà con una tensione tale da rendere impossibile la fuoriuscita della stessa.

Questo fatto porterà a dover sollevare un po' di fune nei frazionamenti per operare il disinserimento e tale manovra potrà essere risentita allorché la fune a valle dello speleologo è particolarmente lunga e pesante ma è questa una eventualità che già è ben conosciuta dallo speleologo quando deve inserire il discensore nella stessa fune lunga e pesante.

A questo punto non ci resta che consigliare questo nuovo attrezzo come sicura pettorale o come sicura in discesa: avremo una sicurezza tale che ci farà evitare brutte esperienze, in condizioni particolarmente difficoltose.

GRUPPO SPELEOLOGICO CAI - PERUGIA

Paolo Bolla

TECNICA DI PROGRESSIONE SU CORDA E NOTE DI SOCCORSO

RIASSUNTO

La tecnica su corda è ormai conosciuta da tutti: moltissimi sono quelli che la praticano anche con risultati tecnici eccezionali e, nonostante che vi siano ancora pregiudizi e dubbi da parte di pochi, la sua sicurezza è ormai indiscutibile. Questo lavoro, che è il frutto di anni di ricerche e sperimentazioni effettuate da tutti i membri del Gruppo Speleologico CAI Perugia, descrive le attrezzature, e nostra avvisa, più idonee, al momento, per una progressione sicura, efficace e meno faticosa, elaborata non tanto per la realizzazione di exploits a carattere sportivo, ma per l'eliminazione di disparità tecnico-atletiche all'interno dei gruppi.

RESUMMEE

La technique sur corde est désormais connue par tout le monde: beaucoup sont ceux qui le pratiquent même avec des résultats techniques exceptionnels et, quoiqu'il y ait des préjugés et des doutes de la part de quelques uns, sa sûreté est désormais indiscutable. Ce travail, qui est le fruit des années de recherche et d'expérimentation effectuée par tous les membres du Groupe Speleologique CAI Perugia, décrit la matériel, à notre avis, le plus efficace actuellement, pour une progression plus sûre, efficace et moins fatigante élaborée non pour la réalisation d'exploits à caractère sportif, mais pour l'élimination d'inégalités techniques et athlétiques dans les groupes.

PREFAZIONE

In questi ultimi anni, in seno al nostro gruppo, si è sistematicamente elaborato un metodo di progressione su corda che ci ha portato dall'uso iniziale di certe attrezzature (dresser, jumar, gibbon) ad un punto che, anche se non può e non deve essere considerato un traguardo finale, è certamente una delle fasi attualmente più avanzate di tecnica di progressione speleologica.

Il metodo attualmente raggiunto, battezzato MAO (minima azione operativa - SALVATORI 1977) è frutto di un intenso lavoro di équipe, teso non solo ad elaborare la tecnica di progressione e tutte quelle attrezzature necessarie per renderla meno faticosa, più comoda e più sicura in modo tale da permettere una maggiore lucidità e quindi una migliore incisività operativa da parte dello speleologo, ma attenta anche ad eliminare disparità tecniche ed atletiche che incidono profondamente nei rapporti fra vari componenti di un gruppo, determinando una selezione psicologica ed una azione disagregante che non permette la crescita e lo sviluppo del gruppo in genere e della speleologia stessa.

ATTREZZATURA

L'attrezzatura riveste un'importanza fondamentale nella progressione su corda. E'

necessario quindi, non solo che il materiale offra notevoli livelli di sicurezza, ma perché questo modo di andare in grotta possa essere veramente efficace, è necessario un suo razionale e sperimentato uso.

Ogni pezzo deve cioè rispondere a determinate esigenze tecniche e pratiche in maniera soddisfacente.

Veniamo quindi alle varie parti dell'attrezzatura.

IMBRACATURA

Si può distinguere sostanzialmente in due parti: il sottogamba ed il pettorale. Il sottogamba deve essere estremamente comodo, anche per lunga permanenza su corda; essenziale, quindi, che sia a fasce larghe e di giusta aderenza. Deve avere inoltre la possibilità di attacchi differenziati: uno arretrato per il bloccante "ventrale" ed il cordino per il sacco, uno più avanti per il discensore, la longe ed il moschettone di rimando (Fig. 1). Questa disposizione degli attrezzi meccanici, evita il loro concentrazione in un unico punto di attacco e, quindi, la possibilità di incastri e grovigli ed inoltre facilita notevolmente le manovre di passaggio dal discensore ai bloccanti e viceversa ed anche le eventuali manovre di soccorso. La particolare posizione del bloccante ventrale (Fig. 2), dovuta ad un attacco su di una fascia arretrata rispetto al resto dell'imbracatura, oltre a permettere una sua migliore aderenza al corpo, lo sposta verso il basso all'altezza del baricentro, migliorando la posizione che si assume sulla corda e guadagnando spazio per la "pedalata" in risalita. Un sottogamba adatto può essere ottenuto modificando un cosciale con l'aggiunta di una fascia ventrale in grossa fettuccia di nylon. Usando bloccanti ventrali del tipo croll, con apertura del fermacorda laterale, è importante che questa fascia sia piegata in maniera opportuna (Fig. 3) di modo da imprimere al bloccante una posizione che ne faciliti l'apertura in qualsiasi condizione.

Per quanto riguarda l'attacco per il discensore e la longe, è di una certa utilità l'uso di un anello di acciaio (Fig. 1) sul quale questi attrezzi vengono a disporsi in maniera molto più regolare che non su di un normale moschettone o su un maillon rapid a delta. L'altro pezzo fondamentale è il pettorale (Fig. 4) la cui funzione è di esercitare una trazione verso l'alto del bloccante ventrale, in modo da permettere una sua perfetta aderenza al corpo durante la progressione e sostenerlo costantemente nel caso di sacchi appesi in cintura. È importante, però, che sia regolabile in modo da esercitare la sua funzione solo durante la risalita e di poter essere allentato durante le altre fasi.

L'aggancio del bloccante ventrale all'imbracatura, si effettua mediante un maillon rapid a delta n° 9-10 che garantisce la sicurezza e, data la sua forma, anche un perfetto posizionamento dal bloccante (Fig. 1). Al pettorale, invece, l'aggancio si effettua con un grillo (Fig. 4) in acciaio, di adeguate dimensioni. (A questi due imbraghi ne può essere aggiunto un terzo: una cintura in vita (Fig. 1) collegata al maillon del sottogamba, da utilizzare soprattutto per lunghe permanenze su corda, sostenendo le reni ed essendo utile per appendere ai vari anelli l'acetilene, i moschettoni, ecc.).

BLOCCANTI E PEDALE CARRUCOLA

I bloccanti usabili, come si sa, sono svariatissimi; per l'uso come "ventrale" quello che a parere nostro offre una maggiore elasticità di impiego è il croll, che rispetto agli altri bloccanti presenta il vantaggio di un ridottissimo ingombro in ogni direzione, di bloccaggio anche in condizioni limite, di un buon carico di rottura e di estrema semplicità di manovra.

Il bloccante superiore deve avere anch'esso un buon c.r., buone qualità di bloccaggio e deve essere comodamente e saldamente impugnabile; inoltre deve permettere l'aggancio nella sua parte inferiore di una carrucola per il pedale.

Infatti, al posto del tradizionale pedale fisso e del relativo cordino di sicura, è stata adottata appunto una carrucola attraverso la quale passa il cordino del pedale (Fig. 5), che di lunghezza adeguata (*) viene fissato al moschettone della del sottogamba, sulla sinistra del croll (in modo da non intralciare le manovre, di apertura dell'attrezzo) (Fig. 1)

(*) - La lunghezza del pedale deve essere tale da permettere, che una volta appesi, avendo la gamba in massima estensione verso il basso, il croll si trovi quasi a toccare la carrucola.

Sul cordino, che deve avere un diametro adeguato (8mm - 7mm) viene effettuato un nodo (tipo nodo del frate) che serve da sicura bloccandosi contro le flange della carrucola qualora, per una qualsiasi ragione, il bloccante ventrale dovesse essera fuori uso. È necessario che questo nodo sia fatto ad una distanza tale che restandovi appesi, la maniglia sia facilmente raggiungibile.

Il cordino deve inoltre essere fatto passare attraverso il grillo del pettorale (Fig. 4), così facendo, infatti, si migliora l'effetto della trazione del pedale.

Dato il tipo di attrezzatura adottato, sono necessari alcuni accorgimenti per un suo uso quanto più sicuro e razionale: la carrucola deve essere molto robusta ed offrire una notevole resistenza non solo sul perno centrale, ma anche sulle flange. Visto il suo uso come sicura, inoltre, il collegamento con il bloccante superiore (maniglia od altro) deve essere tale da permettere un certo giuoco fra i due pezzi, dato che il tiro del pedale non è sempre in linea. Il cordino pedale, oltre ad essere robusto, deve avere in alcuni punti un'adeguata protezione all'abrasione, ottenibile con un normale tubo di gomma trasparente onde evitare un suo rapido deterioramento. La scelta o la costruzione di una carrucola adeguata eviterà lesioni al cordino da parte della stessa.

Molto importante è la posizione del bloccante superiore e del pedale, rispetto alla corda, durante la risalita. Usando la maniglia Petzl destra è necessario, ad esempio, porla al contrario (Fig. 6). Si viene così ad avere il pedale completamente sulla sinistra, evitando il suo attrito contro la corda mentre si risale.

PROGRESSIONE SU CORDA

La discesa si effettua come al solito, su discensore (consigliabile l'uso del moschettone di rimando che permette un adeguato controllo della corda e l'effettuazione del nodo bloccante sul discensore). Per la risalita il succedersi dei movimenti è quello solito su corda; muta rispetto alla tecnica con il pedale fisso la posizione del corpo durante la progressione e l'effetto della spinta che si esercita sul pedale. È infatti necessario mandare la maniglia e di conseguenza anche il piede più in alto possibile per salire un tratto abbastanza ampio: per far questo, ad ogni innalzamento della maniglia deve corrispondere una inclinazione all'indietro del busto. A questo punto, spingendo con la gamba verso il basso, si agisce direttamente sull'imbracatura e quindi il pedale non è più un punto di appoggio fisso, ma bensì, scorrendo sulla carrucola, fa la funzione di un paranco (Salvatori 1977); il corpo viene sollevato verso l'alto dalla trazione effettuata sul pedale, le braccia agiscono solo come punto di sostegno con un notevole risparmio di energie. Nei pozzi molto lunghi e nel vuoto, lo sforzo si riduce al minimo usando entrambe le gambe, ma così facendo si riduce pure, di molto, la lunghezza della pedalata; è quindi consigliabile alternare le gambe nella spinta. Nei pozzi in parete la gamba che non agisce sul pedale, va spinta in avanti contro la roccia, verso l'alto, di modo da tenere il corpo costantemente lontano dalla parete. Invece, nei pozzi inclinati, è consigliabile non usare il pedale che ci costringerebbe a strisciare quasi sulla parete, ma puntando i piedi sulla roccia risalire facendo forza con una mano sulla maniglia e con l'altra tirando il cordino del pedale. Il trasporto dei sacchi è notevolmente facilitato da

questo metodo, basta usare l'accortezza di agganciarli nella parte inferiore del maillon a delta, cui è fissato il croll; si ha così un punto di attacco sufficientemente basso ed in presa diretta con il tiro del pedale.

Durante la risalita con il sacco, è consigliabile mantenere un ritmo costante quanto più è possibile: infatti, brusche variazioni di velocità, determinano una fastidiosa ed ampia oscillazione del sacco stesso dovuta alla notevole inclinazione all'indietro del busto.

PUNTI DI FRAZIONAMENTO

Qui di seguito, sono indicate schematicamente le operazioni da eseguire per il superamento dei frazionamenti in risalita, dato che il loro superamento in discesa è cosa quasi scontata:

- a) raggiungere con il bloccante superiore (maniglia) il nodo, lasciando alcuni centimetri di spazio per facilitarne il successivo distacco,
- b) alzarsi, premendo sul pedale, e agganciare la longe all'asola della corda,
- c) sganciare il croll e appendersi sulla longe,
- d) agganciare il croll sulla corda che pende dall'alto,
- e) passare la maniglia sulla corda soprastante (a questo punto bisogna fare una certa attenzione per evitare che il cordino del pedale rimanga sotto il frazionamento),
- f) iniziare la risalita, quando la longe non è più in tensione staccarla.

Il vantaggio notevole del pedale carrucola è dato dal fatto che tutte le manovre possono essere eseguite con entrambi le mani, senza che una di esse sia impegnata a sostenere il busto, come per il pedale fisso, visto che tale funzione è assolta in questo caso dal pedale stesso.

Anche durante la risalita una mano è sempre libera e può essere utilizzata per far scorrere la corda nel bloccante ventrale nei primi metri. La possibilità di un notevole risparmio di energie durante la risalita, anche trasportando carichi notevoli, la libertà di impiego lasciata alle braccia per le manovre sopra descritte e per qualsiasi altra evenienza, aumentano in maniera considerevole la sicurezza di questa tecnica di sola corda e ne fanno un metodo che una volta acquisito, elimina in maniera drastica qualsiasi divario tecnico-atletico e la inevitabile selezione che ne deriva.

SOCCORSO SU CORDA NEL METODO CON PEDALE CARRUCOLA

La tecnica sin ora descritta porta anche un grosso vantaggio nel caso da portare soccorso ad uno speleologo che per una qualsiasi ragione rimanga appeso alla corda, non essendo più in grado di proseguire.

Di solito, in questi casi, permettendolo le condizioni ambientali, si opera in maniera di far discendere il ferito. E' necessario quindi che un soccorritore salga dal basso sulla stessa corda, sblocchi il ferito e discenda con lui. Il punto più delicato della manovra, che è costituito proprio dal far passare il ferito dai bloccanti al discensore, è estremamente semplificato con il metodo MAO, supponendo a priori, che questa sia la tecnica adoperata dallo speleologo rimasto bloccato.

Infatti, in questo caso, si può procedere come segue:

- a) il soccorritore sale con estrema cautela per evitare sollecitazioni troppo forti alla corda ed agli attacchi;
- b) raggiunto il ferito, gli sfilta eventualmente il piede dall'asola del pedale;
- c) monta il discensore sull'imbracatura del ferito, effettuando il nodo bloccante, si collega anche lui mediante un moschettoni;
- d) toglie dalla corda la propria maniglia;

e) piazza la maniglia del ferito all'altezza minima necessaria per sbloccargli il bloccante ventrale;

f) spinge con la propria gamba sul pedale del ferito, sollevandone il corpo (in questa operazione, nel caso di un rapporto di peso molto sfavorevole, ci si può aiutare con le braccia alzando il corpo dell'altro);

g) sblocca il bloccante ventrale;

h) cala il ferito finché il suo peso non grava sul discensore (in questa fase controllare il nodo bloccante);

i) si toglie la maniglia del ferito dalla corda;

l) si rimonta la propria maniglia e si sblocca il ventrale appendendosi sullo stesso discensore del ferito;

m) si scende lentamente.

Questa serie di manovre risulta di estrema facilità e sicurezza, a patto che, le attrezzature di entrambi siano rigorosamente efficienti.

BIBLIOGRAFIA

BADINO G. - 1974 Gibbs, note tecniche - Grotte - Torino anno 17 n° 53.

BADINO G. - 1975 Esperienze e conclusioni sulle Jumars, note tecniche - Grotte - Torino anno 17 n° 55 - anno 18 n° 56.

DOBRIILA J.C. e MARBACH G. - 1973 "Techniques de la Spéléologie Alpine" Nabeyrat - Parigi.

NOVELLI G. e RONCAGLIOLO R. 1974 Manovra di soccorso con uso di sola fune Bollettino n° 3 del Corpo Nazionale Soccorso Alpino Delegazione Speleologica Trieste 1974

POLVERINI R. - 1976 Speleo: aggiornamenti tecnici - L'Appennino a. XXIV n° 5 - Roma.

SALVATORI F. - 1974 Attrezzature tecniche e problemi di sicurezza nel superamento dei pozzi con l'ausilio della sola corda - Atti I Convegno Nazionale sulla sicurezza le attrezzature e le tecniche speleologiche - Bologna 20-21 Aprile 1974.

SALVATORI F. - 1977 Il metodo MAO (minima azione operativa) di progressione su corda come contributo al rinnovamento della ricerca speleologica Atti III Convegno Friuli-Venezia Giulia 4-5-6 Novembre 1977.

SPELEO CLUB GUBBIO

Ceccarelli Gian Luigi - Menichetti Marco

TECNICHE DI SOCCORSO SU SOLA CORDA

RIASSUNTO

Le nuove tecniche di progressione su sola corda impongono una particolare attenzione sulle manovre da effettuare nel caso che un uomo impegnato in discesa o in risalita rimanga bloccato.

Mentre con le vecchie tecniche le squadre operanti erano composte da molte persone, attualmente abbiamo squadre veloci operanti con due o tre uomini; quindi in caso di incidente è molto difficile saper intervenire.

Vengono descritte una serie di operazioni da effettuare quando un uomo rimane bloccato su una sola corda, sia per quanto riguarda il sollevamento che la discesa.

Tutte le manovre proposte vengono effettuate utilizzando l'attrezzatura a disposizione del soccorritore e dell'eventuale infortunato, e cioè: discensore tipo Petzl-shunt- bloccante ventrale-maniglia Petzl munita di carrucola per il pedale.

SUMMARY

The new single rope techniques impose special attention on emergency operation when a man is stop on the rope.

In old techniques of speleological exploration the team was numerous, now with new techniques there are rapid teams with three or two men; therefore in the accident is very difficult to intervene.

Here the A. describe some operations for to intervene when a man is stop on single rope in descend o in ascent.

All operation are excute with normal group of implements of the eventual succourer and of the injured: Petzl descending apparatus - shunt Petzl - jammer - zedel handle with pulley.

Le tecniche di progressione in grotta hanno subito nel corso degli ultimi anni notevoli modificazioni ed evoluzioni; anche le manovre da effettuare durante situazioni eccezionali, quali incidenti o rottura delle attrezzature impiegate nella discesa e risalita, sono state adeguate a questo nuovo modo di praticare la speleologia.

Verso la fine degli anni sessanta veniva alla ribalta, grazie a particolari attrezzi studiati per venire utilizzati esclusivamente in grotta, un nuovo modo di concepire l'esplorazione sotterranea. Non più grosse squadre che si scaglionavano lungo i pozzi e assicuravano direttamente la discesa e la risalita degli uomini, ma squadre composte al massimo da cinque o sei persone completamente autonome che scendevano i pozzi, autoassicurandosi con il discensore tipo Petzl, e risalivano autonomamente lungo le scale servendosi del bloccante dressler. In definitiva la propria sicurezza nella discesa e nella risalita, non più divisa con gli altri, ma controllata personalmente. Questi attrezzi inventati e poi via via perfezionati dai nostri colleghi transalpini, portavano molto spesso, a chi non conosceva bene il funzionamento e i limiti, a degli incidenti provocati principalmente o dalla eccessiva velocità di discesa lungo la corda o dall'uso errato del freno dressler.

Troppo spesso ci si è dimenticati di imparare, oltre come funzionano dressler e discensore, come ci si comporta in situazioni di emergenza e quali sono le manovre per venire fuori.

Il passaggio dalla situazione di controllo diretto del compagno che ci assicurava in discesa e in risalita, all'uso individuale di queste attrezzature aggiunge un fattore di rischio in più, sia per rottura degli attrezzi difficilmente controllabili, che per il loro uso scorretto.

D'altra parte non possiamo dimenticare che queste novità tecniche ci hanno offerto e offrono tuttora grandi capacità di azione durante le esplorazioni sotterranee, semplificandole e rendendole più alla portata di tutti.

Anche durante le operazioni di soccorso questi attrezzi si sono rivelati così funzionali da essere diventati strumenti indispensabili.

Se nel passaggio dal sistema tradizionale di sicura a spalla al sistema dressler + discensore avevamo affidato in parte la nostra sicurezza a degli attrezzi meccanici, con il sistema delle sole corde, introdotto in Italia agli inizi degli anni settanta, la progressione in grotta è affidata esclusivamente a questi semplici "marchingegni".

Queste innovazioni, semplici nella loro struttura e nel loro funzionamento possono per altro rivelarsi pericolose se usate in maniera scorretta. Quindi la loro corretta utilizzazione non può prescindere dalla conoscenza e dalla costante pratica di tutte quelle manovre di emergenza che possono servire per liberarci da situazioni anomale. Tutto questo è tanto più importante e indispensabile se pensiamo che il sistema delle sole corde consente la progressione in grotta a squadre composte da pochissimi uomini, limitando così al minimo le possibilità di aiuto reciproco.

Quando si hanno in dotazione solamente le proprie attrezzature e si è in poche persone, se non addirittura da soli, è impossibile intervenire direttamente sulla corda per recuperare o calare un eventuale infortunato, senza una preliminare conoscenza delle possibilità offerte dagli attrezzi a disposizione. Dobbiamo considerare che molto spesso, abbiamo con noi attrezzi meccanici a basso carico di rottura e quindi soggetti a frequenti avarie.

Con la presente comunicazione vogliamo addentrarci nei particolari tecnico-operativi di queste manovre; siamo comunque dell'avviso che oltre ad una minuziosa conoscenza teorica, sia necessaria una costante verifica pratica da eseguirsi in palestra di esercitazione ancor prima che nella grotta stessa.

Tutte le operazioni qui descritte sono effettuate con le attrezzature in dotazione ad ogni speleologo: discensore tipo Petzl - shunt - bloccante ventrale (esempio Croll) - maniglia Petzl con carrucola (sistema M.A.O. come poeticamente qualcuno lo ha battezzato).

Passiamo ora in rassegna le varie situazioni anomale che possono verificarsi quando un uomo è impegnato nella discesa:

L'unico tipo di situazione anomala nella quale è possibile operare un intervento attivo da parte di chi è impegnato nella discesa o da parte di un suo compagno, si verifica nel caso che chi scende sia colto da malore o sia colpito da un corpo contundente e quindi non possa controllare più la discesa; negli altri casi: rottura della corda, rottura degli attacchi, è praticamente impossibile operare un intervento attivo!

Quindi se la persona che è impegnata nella discesa non manovra più il discensore per le cause sopra dette, o continua la discesa fino a terra, o sino al primo punto di frazionamento, oppure rimane appesa poiché il peso stesso della corda frena la sua discesa.

Potremmo di conseguenza intervenire o dall'alto o dal basso a seconda della nostra posizione:

se ci troviamo alla sommità del pozzo e il ferito è bloccato ad un punto di frazionamento, è bene utilizzare un'altra corda per la discesa, in quanto quella su cui è appeso il ferito potrebbe in qualche modo essere lesionata; si provvede a scendere sino all'altezza

dell'infortunato, ci si blocca sulla corda con il croll, lo si attacca con il suo bloccante ventrale alla nostra corda, e lo si innalza utilizzando la sua maniglia, fino a scaricare il suo discensore; dopo averlo liberato dalla corda lesionata si eseguiranno le stesse manovre descritte oltre per disinserire i bloccanti in risalita. Dovrà farsi attenzione in quanto l'infortunato raggiunge terra prima del soccorritore (vedi avanti).

Probabilmente queste manovre verranno effettuate un po' in basso del punto di frazionamento dove è fermo l'infortunato; per questo, prima di effettuare l'operazione, se lo si ritiene opportuno, è bene predisporre un punto di frazionamento molto solido realizzato almeno con un paio di chiodi.

Se ci si trova alla sommità del pozzo e l'infortunato rimane appeso alla corda che ne frena la caduta, ci si può calare parallelamente con un'altra corda, e regolarne quindi la discesa. Se non si ha disposizione un'altra corda, ci si può calare scendendo sulla corda tesa - sempre che non sia lesionata - con il croll e la maniglia bloccando e sbloccando alternativamente i due attrezzi. Raggiunto l'infortunato, dopo aver bloccato il suo discensore, lo si utilizza per proseguire insieme la discesa, sciogliendo via via i vari punti di frazionamento che si incontreranno.

Qualora non fosse possibile intervenire dall'alto, ma ci si trova alla base del pozzo, nel caso che l'infortunato sia fermo al punto di frazionamento, si risale fino a quest'ultimo e si fa attenzione nella discesa a non provocare grossi strappi alla corda. La tecnica da usare per liberare l'infortunato dal suo discensore è quella descritta in parte sopra. Nel caso che il frazionamento risultasse lesionato è bene che venga sostituito sempre con un solido ancoraggio.

Nella risalita su sola corda, perchè si verifichi l'arresto di un uomo, sono necessarie varie situazioni riconducibili a due casi particolari:

- sasso che cade e blocca lo speleologo impossibilitato con i propri mezzi a continuare la salita o iniziare una discesa;

- punto di frazionamento che cede: visto il basso carico di rottura dei bloccanti e le corde statiche che non sopportano grossi strappi (esempio il croll cederà per primo avendo il carico di rottura più basso con 400 Kg), il seppur breve "volo" dello speleologo determinerà l'arresto delle apparecchiature se non addirittura il taglio della corda; in questa situazione si può intervenire sostituendo il bloccante lesionato con un altro a disposizione (esempio, lo shunt) e continuare la salita.

Se per contro non è possibile risalire o scendere con i propri mezzi è molto problematico l'intervento dal basso in quanto la corda lesionata non potrebbe sopportare il peso di due persone.

Uno dei sistemi che vengono più usati attualmente per disinserire i bloccanti di una persona appesa alla corda è quello che prevede l'uso di un cordino che serve per montare un contrappeso. Infatti è impossibile per una persona cercare di sollevarne un'altra, quando ambedue sono attaccati a una stessa corda e si trovano quindi a quote diverse, a meno che non esista tra i due una certa differenza peso+forza. L'unico sistema, appunto, è quello di contrapporre i pesi delle due persone affinché uno dei due si innalzi. La tecnica di questo sistema è descritta e illustrata molto bene nel libro di Dobrilla J.C. & Marbach G. (1973 - vedi bibliografia) e si svolge nel seguente modo: (per semplicità di descrizione indicheremo il soccorritore con S e l'infortunato con I) Il soccorritore (S) raggiunge dal basso l'infortunato (I) e lo supera con il proprio bloccante ventrale. Quando ambedue sono sui rispettivi bloccanti ventrali, S fissa uno shunt (o un qualsiasi altro bloccante) in alto sulla corda e mediante un moschettone vi fa passare un cordino di opportuna lunghezza, di un diametro minimo di 8 mm., che ha preparato in precedenza. Fissa quest'ultimo alla propria cintura e a quella di I; quindi S si innalza il più possibile rispetto ad I facendo salire anche lo shunt, rimanendo appeso così al solo cordino ancorato alla propria cintura e a quella di I.

Quando S si trova più in alto, di I, aiutandosi con le mani e con il proprio peso cerca di innalzare I quanto basta per aprirgli il bloccante ventrale. Aperto quest'ultimo, I e S si

trovano ancorati al solo cordino vincolato allo shunt.

S attacca alla corda il discensore di I, quindi lo cala fino a farlo gravitare solo su quest'ultimo. S toglie lo shunt aiutandosi con la propria maniglia e dopo essersi attaccato al discensore di I vi scende regolando la discesa.

Questa manovra, per altro molto lunga e macchinosa, necessita di un cordino e di un bloccante supplementare, non sempre reperibili. A questo proposito è molto importante soffermarsi sul fattore tempo e quindi semplicità di manovra, in quanto operare in un pozzo, anche a notevole altezza non è semplice come durante una normale esercitazione e si richiede una profonda conoscenza di tutte le operazioni.

Di seguito descriviamo una manovra che a nostro avviso risulta molto più veloce e si effettua solamente con le attrezzature dell'infortunato e del soccorritore.

S sale sulla corda fino a portare il proprio bloccante ventrale quasi a contatto con quello di I. Durante l'avvicinamento S toglie la maniglia di I. Quindi una volta raggiunto I toglie dalla corda anche la propria maniglia; fissa il discensore di I alla corda immediatamente sotto il proprio croll e lo blocca con alcuni giri. Se il discensore risulta di tipo veloce è bene far passare la corda in un moschettone di acciaio.

A questo punto S inserisce la maniglia di I in alto all'altezza del suo volto; agendo sul pedale con il proprio peso tenta di sollevare I quanto basta per disinserirgli il bloccante ventrale. Durante questa operazione si può aiutare anche con la gamba e la mano non impegnate. A questo punto S ricala I lentamente finché non gravita esclusivamente sul discensore. S toglie dalla corda la maniglia di I e utilizzando la propria si porta all'altezza dell'attacco del discensore di I. Dopo essersi agganziato al discensore, S toglie il proprio bloccante ventrale e scende sulla corda facendo attenzione a non provocare grossi strappi.

Se l'infortunato avesse perso conoscenza è bene fissare un moschettone tra il discensore e la cintura pettorale: infatti l'attacco basso del discensore ne provocherebbe, in assenza di forze muscolari, il sicuro rovesciamento, o almeno la posizione all'indietro.

Nella discesa è bene tenere presente che l'infortunato dovrà trovarsi più in alto del soccorritore in quanto non deve toccare terra prima di quest'ultimo.

Raggiunta la base del pozzo si procede nel seguente modo: come detto, S tocca terra prima di I; S si sgancia dal discensore dopo averlo bloccato, in maniera da lasciare I ancora appeso alla corda. Quindi si porta dietro quell'ultimo prendendolo sotto le ascelle e regolando con una mano l'ultimo tratto di discesa, lo cala in posizione orizzontale fino a terra.

Dopo aver staccato il discensore e il moschettone, S trascinerà, sempre con la stessa presa da dietro, I lontano dalla verticale del pozzo in un posto adeguato. Non avendo la carrucola, ma avendo il pedale direttamente collegato alla maniglia, la manovra potrà essere effettuata ugualmente utilizzando o un moschettone o la carrucola di un dressler da inserire sempre alla base della maniglia.

Qualora ci si trovasse sopra il pozzo e il compagno da soccorrere si trova bloccato sotto di noi, se riteniamo più opportuno recuperare invece che calare, le manovre che potremmo eseguire sono molteplici anche a seconda delle attrezzature che abbiamo a disposizione e di come sono sistemati gli attacchi sopra il pozzo. A questo proposito è bene rammentare che in fase da armamento è bene fissare gli attacchi in alto anche perchè nelle operazioni di soccorso sono gli unici utilizzabili.

In ogni caso descriviamo una manovra che possiamo eseguire avendo a disposizione solo la nostra attrezzatura. Ci si libera del croll e della longe dalle proprie cinture; si fissa il croll alla corda in posizione rovesciata (scorre cioè solo verso il basso) e quindi lo si collega mediante la longe all'attacco della corda. Si fissa al di sopra del croll, sempre in posizione rovesciata, la maniglia con carrucola fissando l'attacco del pedale allo stesso moschettone dove è ancorata la longe. Si fa passare il pedale in un altro moschettone in modo da averlo in posizione corretta e potervi agire per sollevare la corda. Mentre si innalza la corda, si fa scorrere in basso il croll fino ad avere a dispo-

sizione tra quest'ultimo e l'altacco, corda a sufficienza per predisporre un paranco.

Concludendo vorremmo sottolineare ancora una volta la necessità di prendere conoscenza e pratica della attrezzature con cui operiamo, e delle possibilità che esse ci offrono; questo al di là della pura conoscenza teorica delle manovre, perché non è possibile standardizzare un sistema di soccorso, ma questo necessariamente scaturirà dalla situazione anomala che potrà venirsi a creare, e dalla esperienza del soccorritore.

BIBLIOGRAFIA

AUTORI VARI - Atti del 1° Convegno Nazionale sulla sicurezza - le attrezzature e le tecniche speleologiche. Bologna 20-21 aprile 1974

DOBRILLA J.C. & MARBACH G. - Techniques de la speleologie alpine - Paris 1973

NOVELLI G. & RONCAGLIULO R. - Manovra di soccorso con uso di sola fune. Bollettino C.N.S.A. d. S. n. 4 Trieste 1974

GRUPPO SPELEOLOGICO C.A.I. PERUGIA

Rondoni Riccardo

RELAZIONE TECNICA SULLA GROTTA DI MONTE CUCCO

RIASSUNTO

Descrizione degli armi per "sola corda" nella Grotta di Monte Cucco; specificati per ogni pozzo: corda necessaria, numero degli Spit e localizzazione degli stessi.

SUMMARY

Report for the "rope technique" in the Cave of Monte Cucco.

RELAZIONE TECNICA AD INTEGRAZIONE DEL RILIEVO ELABORATO NEL 1978 AD OPERA DEL GRUPPO SPELEOLOGICO C.A.I. PERUGIA.

La Grotta di Monte Cucco, da molti anni a questa parte, ha richiamato turisti ed escursionisti dalle varie parti d'Italia e dall'estero.

La prima esplorazione completa della parte turistica, è stata effettuata da Millari, socio del C.A.I. di Fabriano, nel 1889. In quell'occasione è stato fatto anche il primo rilievo topografico, utilizzato in seguito per molti anni.

Nonostante questa impresa, eccezionale considerati i tempi, pare che la Grotta fosse già stata visitata, tanto è vero che nella Sala Margherita sono state trovate scritte del 1500, probabilmente appartenenti a quei frati, che sul versante opposto del monte, costruirono un eremo di cui tuttora si possono ammirare i resti.

Dall'epoca del primo rilievo in poi, l'interesse della Grotta aumentò sensibilmente, soprattutto per gli abitanti del luogo e quelli limitrofi.

Segno tangibile di questo interessamento è la scala di ferro che ancora oggi si trova sul pozzo d'ingresso e che è stata posta dal C.A.I. di Fabriano nel 1921.

Per molti anni la Grotta venne sistematicamente esplorata, ma solo nel 1967 fu trovata la famosa deviazione, che permise agli speleologi perugini di arrivare in fondo a quello che si è poi rivelato il più vasto complesso carsico d'Italia.

Da allora in poi, le spedizioni di Gruppi Italiani ed Esteri si sono susseguite ininterrottamente, ed ancora oggi proseguono.

Molte di queste squadre di speleologi, pur essendo affiatate ed allenate, si sono trovate in difficoltà, sia per la rapida successione di pozzi molto profondi, sia per la ricerca degli armi ed in particolar modo degli Spit di frazionamento.

Questa relazione ha lo scopo di fornire a chiunque la possibilità di vivere l'esperienza di visitare la Grotta di Monte Cucco, fornendo quel dettaglio tecnico così arido, ma anche così vitale per una corretta ed efficace discesa, escursione, esplorazione, ricerca scientifica che sia.

Si tratterà in modo specifico dell'armo con "sola corda", visto che negli ultimi anni è la tecnica più utilizzata.

Questo tipo di progressione, ci permette oggi di arrivare al fondo della Grotta (-922) nel giro di due giorni; armando e tornando fuori ogni volta, con una serie di puntate successive.

Si è cercato di dare più informazioni possibili, senza però fare una descrizione: infatti

questa relazione tecnica integra il rilievo elaborato nel 1978 dal G.S. C.A.I. PG.

Per maggior comprensione, sono state messe in fondo delle note solamente per dare la possibilità di trovare i giusti punti di arrivo. L'impostazione della relazione è in questo modo: nome del pozzo, lunghezza in metri, numero degli Spiti, corda necessaria e localizzazione dei frazionamenti.

La lunghezza della corda è data secondo la nostra esperienza. C'è da dire ancora che l'arrivo per "sola corda" è stato completato durante l'Operazione Scirca '77, facilitando nel corso della stessa l'esplorazione di nuove parti e numerose ricerche di carattere scientifico.

La relazione inizierà dal pozzo d'Ingresso, ma esiste un ingresso superiore: il Pozzo del Nibbio, trovato e scavato nel 1974; l'arrivo necessario per quest'ultimo è descritto in fondo.

POZZO DI INGRESSO: m 27

Armato con scala fissa di ferro.

LAGHETTO TERNI:

Canotto. Si può attraversarlo anche in roccia.

RISALITA SOPRA IL POZZO TERNI:

Corda 10 m - Attacco: stalagmite.

Sul secondo tratto esistono già due corde fissa.

POZZO BIRONE: m 25 Spiti N. 5

Corda 40 m - Attacco: concrezione e Spiti.

1° Spiti: in alto a sinistra, guardando il pozzo.

Frazionamenti:

2° Spiti: dopo 8 m, in alto alle spalle, scendendo.

3° Spiti: dopo 10 m, su di un terrazzino.

4° Spiti: dopo 2 m, sulla sinistra.

5° Spiti: dopo 2 m, sulla sinistra.

SCIVOLO: m 7 Spiti N. 2

Corda 15 m - Attacco: Spiti.

1° Spiti: sulla destra, guardando lo scivolo.

2° Spiti: 50 cm sotto il primo.

POZZO PERUGIA: m 25 Spiti N. 3

Corda 30 m - Attacco: Spiti.

1° e 2° Spiti: a destra in alto, arrivando sopra il pozzo.

Frazionamento:

3° Spiti: dopo 5 m, a sinistra del terrazzino.

POZZO DEL BARATRO: m 115

Nota (1)

Diviso in 5 salti separati.

SCIVOLO: (1° salto) m 11 Spiti N. 2

Corda 15 m - Attacco: Spiti.

1° e 2° Spiti: in alto a destra, guardando lo scivolo.

POZZO 20: (2° salto) m 20 Spiti N. 2

Corda 25 m - Attacco: Spiti.

1° e 2° Spiti: in alto a destra, aggirando l'imbocco.

INIZIO TELEFERICA: m 75

Corda 100 m - Necessarie carrucole.

Solo per trasporto materiale.

POZZO 27: (3° salto) m 27 Spiti N. 2

Nota (2)

Corda 35 m - Attacco: masso e Spiti.

1° Spiti: a sinistra della finestrella.

2° Spiti: subito fuori la finestrella, sulla destra guardando il pozzo, leggermente in alto.

POZZO 9: (4° salto) m 9

Nota (3)

Corda 10 m - Attacco: anello di roccia

Anello di roccia: scendendo a sinistra.

1° Spiti: dopo una piccola traversata in roccia di 5 m, leggermente in discesa; circa 3 m dal suolo.

POZZO 25: (5° salto) m 25 Spiti N. 3

Corda 30 m - Attacco: Spiti.

1° e 2° Spiti: a sinistra in alto, guardando il pozzo.

Frazionamenti:

Anello di corda: dopo 10 m, spostato molto a destra.

3° Spiti: dopo 5 m, tenendosi ancora un po' a destra scendendo.

TERMINE TELEFERICA: Nota (4)

POZZO DEL SALONE

SARACCO: m 16 Spiti N. 1

Corda 20 m - Attacco: anello di roccia.

Anello di roccia: a destra, guardando il pozzo.

Frazionamento:

1° Spiti: dopo 5 m, molto spostato sulla destra, all'interno di una nicchietta.

SALTO DEL SALONE

SARACCO: m 3 Spiti N. 1

Corda 5 m - Attacco: Spiti.

SALTINO sopra il Gitzmo: m 3

Nota (5)

Corda 5 m - Attacco: concrezione.

POZZO del GIZMO: m 172 Spiti N. 20

Corde 2 x 120 - Attacco: Spiti.

1° e 2° Spiti: sulla sinistra, guardando il pozzo, 2 m prima dell'orlo.

Frazionamenti:

3° Spiti: alla sommità del pozzo, a destra scendendo.

4°: dopo 5 m, sulla destra.

5° Spiti: dopo 6 m, sulla destra.

6° Spiti: dopo 7 m, al centro, su una sporgenza rocciosa.

7° Spiti: dopo 15 m, a destra vicino a concrezioni.

8° Spiti: dopo 7 m, a sinistra, in mezzo a concrezioni.

9° Spiti: dopo 3 m, su un terrazzino con forte stillicidio.

Anello di corda: dopo 12 m, su delle stalagmiti.

10°: dopo 10 m, all'interno di una spaccatura, a destra.

11° Spiti: dopo 8 m, a destra, su una sporgenza rocciosa.

Terrazzino dei Brividi: dopo 10 m

12° e 13° Spiti: sul terrazzino, a sinistra guardando il pozzo; attacco per la seconda corda da 120 m

14° Spiti: dopo 2 m, dal bordo del terrazzino, sulla sinistra.

15° Spiti: dopo 6 m, a sinistra.

16° Spiti: dopo 7 m, su una sporgenza rocciosa.

17° Spiti: dopo 20 m, a destra.

Nicchia: dopo 5 m, frazionamento su anello di roccia.

18° Spiti: all'estrema sinistra della nicchia guardando il pozzo; sulla volta.

19° Spiti: dopo 13 m, sulla verticale.

20° Spiti: dopo 15 m, totalmente spostato a sinistra.

POZZO X: m 116 Spiti N. 3

Corda 140 m - Attacco: masso e chiodo a pressione.
 Masso: al centro della galleria dei Belgi.
 Chiodo a pressione: all'inizio della galleria dei Belgi, a sinistra guardando il pozzo.
 Frazionamenti:
 1° Spit: dopo 12 m, alla fine dello scivolo fangoso, al centro.
 2° Spit: dopo circa 80 m; a destra scendendo, rispetto al canale d'acqua.
 3° Spit: dopo 25-30 m; su una sporgenza rocciosa, a destra della cascata.

SALTO in FESSURA: m 15
 Corda 20 m - Attacco: masso incastrato.

POZZO MILIANI: m 88 Spit N. 6
 Nota (6)
 Corde 70 + 60 m - Attacco: Spit.
 1° e 2° Spit: sul lato opposto da cui si arriva; ad una distanza di 8 m dal bordo del pozzo.
 3° Spit: a destra in alto, guardando il pozzo.
 Frazionamenti:
 4° Spit: dopo 10 m, al centro.
 Terrazzino in forte pendenza: dopo 35 - 40 m
 Attacco sulle concrezioni, per la seconda corda.
 5° Spit: 2 m prima della seconda parte del pozzo, su una sporgenza rocciosa.
 6° Spit: dopo 2 m, a destra della cascata.

SALTINO in mezzo al fango:
 Scala 5 m - Attacco: masso.

SALTINO sul fiume:
 Scala 5 m - Attacco: sporgenza rocciosa.

TRAVERSATA sopra cascata:
 Corda 10 m - Attacco: anelli di roccia.

SALTO a lato cascata:
 Scala 5 m - Attacco: sporgenza rocciosa.

POZZO FRANCO: m 109 Spit. N. 3
 Non armato completamente per "sola corda".
 1° Spit: all'imbocco del pozzo.
 2° Spit: dopo circa 40 m
 3° Spit: dopo circa 30 m

SCIVOLO FANGOSO:
 Corda 15 m - Attacco: sporgenza rocciosa.
 1° SALTO: m 6
 Scala 7 m - Attacco: spuntone di roccia.
 2° SALTO: m 5
 Scala 5 m - Attacco: spuntone di roccia.
 3° SALTO: m 3
 Scala 5 m - Attacco: spuntone di roccia.
 4° SALTO: m 5
 Scala 5 m - Attacco: spuntone di roccia.

SCIVOLO FINALE: m 25
 Corda 30 m - Attacco: sporgenza rocciosa.

RISALITA GALLERIA dei BARBARI:
 1° Tratto: Corda 10 m Spit N. 1
 Risalita in roccia, alla base della teleferica, verso destra.
 1° Spit: in basso a sinistra, appena entrati nella piccola galleria.
 2° TRATTO Scala m 5 Spit N. 1
 1° Spit: sopra una piccola cengia.
 3° TRATTO: Corda m 30 Spit N. 1

1° Spit: a circa due terzi della traversata; a destra su una sporgenza rocciosa.
INGRESSO BURELLA:
 Scala 5 m - Attacco: stalagmite.
TRAVERSATA sopra il pozzo Torino:
 Corda 10 m - Attacchi: masso e ponte di roccia.

SALONE CANIN:
 Corda 20 m - Attacco: ponte di roccia.

TRAVERSATA dell'INFERNACCIO:
 Corda 20 m - Attacco: naturale.

SALTO a lato pozzo Berro: m 12
 Corda 15 m - Attacco: naturale.

RISALITA REGIONE ITALIANA:
 Armata con 7 m di corda fissa.
 Cascata della Fluoresceina: diversi Spit (ragno)
 Risalita per 55 m: prima parte di 30 m risalita su parte fossile parallela; seconda parte di 25 m su quella attiva. Probabile una buona prosecuzione.

SALONE STAFFA:
 Corde 10 + 40 m - Attacchi: naturali.

POZZO del NIBBIO: m 68 Spit N. 4
 Corda 90 m - Attacco: Spit.
 1°, 2° e 3° Spit: posti intorno all'imbocco per creare un attacco della corda al centro del pozzo.
 4° Spit: dopo 10 m dal bordo.
 Probabilmente questo armo è insufficiente per la risalita di un gran numero di persone.

NOTA (1): Esistono due ingressi al Baratro; per trovare il nostro armo, è necessario, dopo aver risalito un fungo di concrezione, tenersi strettamente a sinistra.

NOTA (2): Dall'attacco della teleferica, bisogna salire per circa tre metri, tenendo il pozzo sulla destra; si arriva su un terrazzino ed all'estrema sinistra di questo c'è un piccolo buco sul pavimento. E' necessario infilarsi lì dentro per trovare l'armo del pozzo 27.

NOTA (3): Dal fondo del pozzo 27 si scende camminando per circa 10 m., poi si deve andare completamente a sinistra per trovare l'anello di roccia e il successivo armo.

NOTA (4): Dal Salone Saracco si possono prendere tre strade: la prima è la principale verso il fondo; la seconda verso la Galleria dei Barbari; la terza verso il Salone Staffa. Gli armi sono stati descritti in questa sequenza.

NOTA (5): La strada per il pozzo del Gitzmo è sulla sinistra scendendo, in mezzo a dei massi franati.

NOTA (6): Seguendo la galleria fangosa a destra c'è il pozzo Millani, a sinistra c'è il pozzo Franco.

SPELEO CLUB GUBBIO

Bruno Ronchi

"PROPOSTE DI DIETA PER PERIODI DI BREVE PERMANENZA IN GROTTA"

RIASSUNTO

L'autore descrive a grandi linee il comportamento dell'uomo nell'ambiente ipogeo, riportando a tal proposito le osservazioni di Biospeleologia condotte nel corso della spedizione "700 ore sotto terra". La speleologia risulta un'attività molto complessa che rischia, per prolungati periodi di permanenza sotterranea, di causare evidenti alterazioni all'organismo umano. Per garantire idonee condizioni di normalità è necessario, insieme ai vari problemi organizzativi, calcolare e prevedere una equilibrata dieta alimentare. Viene presentata una razione studiata dall'autore e provata insieme ai soci dello Speleo Club Gubbio nella grotta di M. Cucco; si tiene conto di una permanenza di circa 10 giorni, organizzate in intense attività esplorative, attività di campo e ricerche scientifiche.

SUMMARY

The author describes human behavior in an underground environment, referring to such in the observations of Biospeleology conducted during the expedition "700 hours underground". Speleology turns out to be a very complex activity that risks, upon prolonged periods of underground stay, causing evident alterations to the human organism. To guarantee ideal conditions of normality it's necessary, along with various organizational problems, to calculate, and provide an equilibrated alimentary diet. Presented, is a ration studied by the author and tested with the members of the Speleo Club of Gubbio in the grotto of M. Cucco; one considers an entire stay of about 10 days, organized in intense explorative activity, field activity, and scientific research.

L'ORGANISMO UMANO NELL'AMBIENTE IPOGEO

E' molto difficile addentrarsi in quel settore della scienza denominato da qualche autore "speleofisiologia umana". Nell'epoca dei voli spaziali si sa molto della fisiologia dell'uomo-astronauta, si scrutano le possibilità di vivere su altri pianeti, si cercano contatti con altri esseri viventi. Si conosce alla perfezione la superficie lunare; molte incognite esistono invece in merito a certe regioni terrestri. E' pronto l'identikit degli abitanti di Marte, ma non si conosce la fisionomia del vicino di casa. Un'altra di queste visibili contraddizioni è che ancora non conosciamo esattamente il comportamento dell'uomo nel più primitivo e naturale dei suoi habitat: l'ambiente cavernicolo. Eppure la speleologia sta assumendo un ruolo molto importante come disciplina complessa al servizio di vasti strati sociali. Se la scienza ufficiale non ha tempo da perdere con le grotte, a noi speleologi spetta il compito di indagare l'ambiente ipogeo e le sue influenze sul comportamento umano.

La spedizione "700 ore sottoterra" attuata dal 6 agosto al 7 settembre 1961 presso le grotte dei Caudano (comune di Frabosa Sottana - Cuneo) e organizzata dal gruppo speleologico piemontese CAI-UGET di Torino insieme ad Istituti ed enti vari, rappresenta un notevole contributo alla conoscenza del comportamento umano nell'ambiente ipogeo.

La permanenza sotterranea durò per un periodo di tempo relativamente lungo: 756 ore. Esperti ricercatori con l'ausilio di idonei strumenti operativi hanno condotto degli studi sulla vita e sulla salute dell'uomo, sulla vita e sulla salute degli animali, sulle produzioni animali, sull'immagazzinamento e conservazione degli alimenti destinati al consumo. Durante il periodo di permanenza in grotta furono eseguite prove per valutare la funzionalità cardiocircolatoria (esami elettrocardiografici, su alcuni parametri ematici, ecc.), controlli del peso, della diuresi e della visione dei colori, il tutto ad intervalli regolari di tempo. Di tutto questo complesso studio ci preme sottolineare alcune delle modificazioni fisiologiche più evidenti riscontrate, tra le quali:

- una diminuzione della pressione arteriosa sistolica e un debole aumento della diastolica, dovuto forse ad un insufficiente ritorno venoso verso il cuore destro in ortostatismo.
- una eritrocitosi interpretabile come risposta ipotalamica ed un'azione tossica svolta dalla presenza nella grotta di percentuali di ossido di carbonio.
- talune variazioni del senso cromatico.
- una bradicardia da imputare ad un orientamento neurovegetativo di tipo prevalentemente parasimpatico. Lo sforzo fisico dovrebbe essere tollerato in minor grado in periodi prolungati di soggiorno in grotta.

Dopo aver sottolineato l'eccezionalità della spedizione "700 ore" e l'importanza dei dati elaborati nel corso della stessa, proponiamo delle considerazioni di ordine generale per evidenziare alcuni dei molteplici fattori che influenzano l'organismo umano e ne alterano le condizioni di normalità.

La prima considerazione è diretta all'ambiente e tiene conto dei fattori umidità, temperatura e difficoltà di vario tipo. Un ruolo molto importante giocano nello stesso tempo le condizioni costituzionali e di salute dei singoli individui. L'ambiente cavernicolo è normalmente abbastanza freddo e l'organismo reagisce immediatamente alla variazione di temperatura. Al freddo costante subentra una vasocostrizione periferica che evita le perdite di calore per conduzione. Per produrre più calore l'organismo brucia il glucosio; in seguito all'aumentato bisogno di ossigeno la respirazione è accelerata. Comunque nella maggior parte dei casi studiati c'è una combinazione di fattori che interviene nel determinare un'alterazione fisiologica, ad esempio la fatica, il freddo, l'ansietà e tutte le tensioni mentali. Se i muscoli sono insufficientemente protetti la loro temperatura può discendere ed essi funzionano in grado minore; al di sotto dei 34°C si instaura la rigidità muscolare.

La termoregolazione va dunque attentamente considerata in funzione del rendimento muscolare, del dispendio energetico e non ultimo per i risvolti psichici. La resistenza al freddo è strettamente legata alla produzione calorica dell'organismo e alla entità della circolazione ematica negli organi vitali. La produzione calorica non dipende soltanto da una razionale alimentazione e dalla capacità respiratoria utile per fornire l'ossigeno necessario alla combustione, ma anche dalla costituzione individuale. I soggetti alti e magri con poco grasso sottocutaneo sono più esposti al freddo degli altri.

Non bisogna trascurare che l'abitudine al mondo sotterraneo facilita di molto la resistenza al freddo e che un notevole contributo è dato dal buon affiatamento dei membri del gruppo proprio per eliminare quelle tensioni psichiche che possono riflettersi negativamente sullo strato fisico.

In questi ultimi tempi si è cercato di ovviare al problema termoregolazione con l'introduzione tra gli indumenti speleologici di speciali tessuti impermeabili e termici che garantiscono un buon isolamento dall'umidità e dal freddo e limitano la termodissipazione. E' senza dubbio un ulteriore passo in avanti per fare uscire la speleologia dal buio dell'ardimento e della sofferenza. Tra l'altro possiamo sottolineare come una idonea alimentazione abbia un ruolo per l'instaurarsi e il mantenimento di corretti ritmi biologici. Lo speleologo, per periodi di permanenza sotterranea relativamente lunghi, deve necessariamente avere a disposizione una dieta corretta che gli permetta di superare con facilità alcune delle insidie della complessa attività speleologica.

ALIMENTAZIONE UMANA: SCELTA DI UNA RAZIONE PER LA SPELEOLOGIA

Di grande importanza per l'alimentazione umana è la valutazione dei fabbisogni di calorie e di sostanze nutritive essenziali, che però è di non facile ed immediata soluzione, soprattutto in relazione al mantenimento di quello che globalmente si indica come un buon stato di salute. Stato di salute che potremmo anche con semplicità definire come quello in cui si ha il massimo di forma fisica che di resistenza alle malattie. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha dato la seguente definizione di stato di salute: "La salute non consiste solo nell'assenza di malattie o di infermità ma in uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale". Questi criteri non sono tuttavia oggettivi; più adatto sembra essere il sistema del bilancio metabolico. Per assicurare il normale equilibrio metabolico dell'organismo, l'assunzione totale di una certa sostanza nutritiva con la dieta deve essere uguale alla perdita totale. L'azoto eliminato giornalmente serve infatti per determinare il fabbisogno proteico. Questo sistema non è però applicabile a certe sostanze, come grassi e vitamine, destinate ad essere ossidate e il cui carbonio è eliminato con l'aria espirata. Per i grassi e le vitamine ci si basa generalmente sulla quantità minima di sostanza che riesce a prevenire carenze alimentari.

I fabbisogni alimentari dell'uomo dipendono, oltre che dallo stato fisiologico, anche dalla costituzione genica e da condizioni ambientali di natura fisica, biologica e sociale. Tra i fattori dietetici che influenzano l'utilizzazione alimentare c'è da porre in evidenza: 1) stato della sostanza (natura chimica, fisica o fisico-chimica) in diretto rapporto con l'assorbimento; 2) carenze secondarie: una sostanza più o meno presente nella dieta può influenzare in modo negativo o positivo l'utilizzazione di un'altra sostanza; 3) presenza nel tratto intestinale (crasso) di una popolazione microbica utile per la sintesi di varie vitamine.

Le difficoltà che si incontrano nel determinare l'ideale apporto nutritivo per uno stato fisiologico si complicano ulteriormente in presenza di stati patologici, traumi, ansietà, paura e altre cause di stress.

Sulla base di queste ed altre osservazioni è stato calcolato il fabbisogno nutritivo in individui in buone condizioni di salute che svolgono un'attività leggera; per un ragazzo di 22 anni risulta essere:

STANDARD NUTRITIVO (x)

SESSO: maschile ETA': 22 PESO: 70 ALTEZZA: 175

Kcal 2800	Vit. A U.I. 7500
proteine g65	Vit. D U.I. 400
acqua l. 1,5	Vit. E U.I. 30
Ca g 0,8	Ac. ascorbico mg 60
P g 0,8	Ac. folico mg 0,4
I microgrammi 140	Niacina mEq 18
Fe mg 10	Riboflavina mg 1,7
Mg mg 350	Tiamina mg 1,4
	Vit. B (6) mg 2
	Vit. B (12) microgrammi 5

(x)-Estratto da "Food and Nutrition Board"

L'alimentazione, sia che si tratti di una media o di una grande esplorazione, rappresenta, per i disturbi biologici che rischia di provocare, un fatto di notevole interesse. Una dieta che soddisfi i fabbisogni nutrizionali dello speleologo permette di superare con una certa facilità gli inconvenienti dell'ambiente ipogeo: freddo, umidità e difficoltà della progressione. L'alimentazione deve assicurare tutti i fabbisogni basali in relazione all'età, alle condizioni di veglia e di riposo ed allo stato psico-emozionale del

sogetto, ma soprattutto deve sopperire ai fabbisogni energetici per la termoregolazione che sono in stretta relazione ai fattori costituzionali, alla corpulenza ed alla temperatura ambiente.

Secondo Johnson e Kark il bisogno calorico per la termoregolazione dovrebbe essere aumentato del 5% in caso che la temperatura della grotta sia inferiore di 10 °C rispetto alla media normale esterna.

I cibi debbono inoltre coprire i fabbisogni dovuti al lavoro, e questi variano in funzione dell'attività del soggetto.

Il dispendio energetico dipende:

- dalle necessità funzionali dell'organismo in condizioni normali
- dalla difficoltà dell'esplorazione
- dalla temperatura ambiente
- dai fattori costituzionali dei soggetti
- dal loro allenamento

Alcuni studiosi dell'università di Limoges hanno valutato il dispendio calorico quotidiano in:

- 66 cal/ora (sonno e riposo)
- 110 cal/ora (attività di campo)
- 400 cal/ora (esplorazione)

Nel calcolo di una razione alimentare per la speleologia occorre considerare attentamente durata, scopi e difficoltà dell'esplorazione. Ci sembra superfluo elaborare una dieta rigorosa per un solo giorno o per pochi giorni di permanenza in grotte. L'organismo supera facilmente il deficit calorico con le riserve che ha a disposizione. In più le brevi spedizioni sono caratterizzate da una relativa assenza di periodi di riposo e l'organismo associa male l'ingestione di una grande quantità di alimenti con una intensa attività muscolare. È evidente che i cibi dovranno essere scelti in stretta relazione all'ambiente in cui si deve operare e alle difficoltà che s'incontrano; la realizzazione pratica di una razione per la speleologia deve tenere conto del peso, dell'ingombro e della conservazione degli alimenti, nonché delle disponibilità dei vari principi alimentari, specie di quelli energetici, glucidi in primis.

Per rispettare un corretto equilibrio occorre includere nella razione giornaliera almeno un prodotto compreso in ciascuno dei seguenti gruppi d'alimenti:

Gruppo 1: prodotti animali ricchi in protidi (es. carne)

Gruppo 2: prodotti lattiero-caseari

Gruppo 3: sostanze grasse ricche in calorie lipidiche

Gruppo 4: sostanze ricche in calorie glucidiche

Gruppo 5: legumi cotti; frutta secca, sciroppata ecc.

Generi vari: es.: cioccolato

È noto d'altra parte come debba esistere un rapporto tra glucidi, lipidi e proteine; i dietologi considerano che la proporzione ideale tra gli alimenti energetici debba essere:

15% - proteine

30% - lipidi

55% - glucidi

Non va però dimenticato che in grotta noi ci troviamo di fronte ad un ambiente d'eccezione; ci sembra utile pertanto che si possano sacrificare schemi teorici a tutto vantaggio della riuscita della spedizione.

Necessario è infine considerare il grado d'accettabilità degli alimenti che dovranno costituire la razione. A tal scopo abbiamo elaborato la seguente tabella da sottoporre al gruppo che prova la razione:

Nei questionari è presentata una certa razione giornaliera suddivisa in vari pasti; si registrano i glucidi di ogni singolo speleologo in merito all'appetibilità, alla quantità e alla digeribilità degli alimenti; viene lasciato poi uno spazio per annotare eventuali effetti

indesiderabili derivati dall'ingestione del cibo.

Dopo un'analisi critica degli studi condotti nel corso di varie spedizioni sia nazionali che estere e come sintesi delle nostre esperienze proponiamo la seguente razione-speleo da consumare nell'arco di una giornata:

Tale razione è studiata per un periodo di permanenza sotterranea di circa dieci giorni ed è stata sperimentata in varie spedizioni condotte negli ultimi anni dallo Speleo Club Gubbio presso la grotta di M. Cucco. Nell'organizzazione del campo interno è previsto l'uso della cucina per la preparazione almeno del pasto serale. Gli alimenti scelti rispondono in linea generale a criteri di massima conservabilità e di minimo ingombro; sono caratterizzati da un elevato contenuto energetico, nel giusto rispetto dei componenti essenziali della dieta, quali ad esempio gli acidi grassi poli-insaturi. È superfluo spiegare le condizioni esplorative della grotta di M. Cucco; nel periodo di permanenza in grotta sono previsti: attività di campo, esplorazioni, ricerche scientifiche, documentazione varia e riposo. Le varie attività giornaliere sono così ripartite:

attività di campo: 6 ore

esplorazione: 8 ore

riposo: 10 ore

Risulta evidente che la razione di base non copre totalmente i fabbisogni calorici teorici; d'altra parte un eccessivo appesantimento dei pasti limiterebbe la resa dell'organismo. Questo problema a nostro giudizio può essere risolto con l'introduzione di bevande ed altri alimenti energetici da consumare nel corso della giornata a seconda delle esigenze individuali. Poiché non è possibile sopperire, a causa dei tipi di alimento impiegato, con forme naturali ai reali fabbisogni vitaminici, consigliamo l'uso di un normale prodotto commerciale di Vit. C almeno alla dose di 0,5 g/die e fino a 1g/die anche in considerazione delle numerose segnalazioni di tale vitamina negli stati di sforzo e stress. Analogamente, soprattutto per le funzioni negli epiteti e visive, consideriamo utile una modesta integrazione di Vit. A. alla dose di circa 3000 U.I./die, non coperta totalmente dalla nostra dieta.

Gli alimenti inseriti nella razione sono ampiamente intercambiabili senza con questo modificare l'apporto qualitativo dell'azoto. È importante sottolineare il valore alimentare del miele, uno degli alimenti più interessanti della moderna dietologia, anche se il suo uso si perde nella notte dei tempi. Il miele è un alimento nutriente ed energetico per le quote elevate (80%) di monosaccaridi posseduti (glucosio e fruttosio); ha un'azione rinforzante, ipotensiva, antisettica, mineralizzante (fosfati, ferro, calcio). Consigliamo l'uso sostitutivo del miele come dolcificante al posto del saccarosio e in soluzione nell'acqua, l'idromele, bevanda d'immediata assimilazione.

La razione "Monte Cucco" ha un valore indicativo e non interpretata come schema assoluto. Rappresenta tuttavia un modesto contributo alla conoscenza della speleologia, un'attività che offre una serie di valori positivi per l'integrazione dell'uomo nella vita sociale e nella natura.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Harper N.; Temperature regulation in man; the problem of hypothermia. BCRA August 1975 (pagg. 47-52)
- 2) Istituto nazionale della nutrizione; Livelli di assunzione raccomandati di nutrienti per gli italiani. Roma 1976.
- 3) Masoero P. e coll.; Studi e ricerche di Biospeleologia nel corso della spedizione, "700 ore sottoterra". Stabilimento poligrafico Artifici. Modena, Milano 1962.
- 4) Nevin S. Scrimshaw e Vernon R. Young; I fabbisogni alimentari dell'uomo. Da "Le Scienze" n° 104 (pagg. 33-46)
- 5) Saumande Pierre; Etude du comportement de l'homme dans un milieu d'exception: le milieu souterrain. Thèse de Doctorat (Faculté des Sciences de Limoges) 1973.

GRUPPO SPELEOLOGICO C.A.I. VERONA-IST. DI GEOGRAFIA UNIVERSITA' DI PADOVA

Guido Rossi, Ugo Sauro

IL PROBLEMA DELLA RACCOLTA DI DATI SPELEOLOGICI PROPOSTA DI APPOSITE SCHEDE

RIASSUNTO

Si propongono schede per la raccolta di dati speleologici e si discute brevemente sui loro scopi e significati.

SUMMARY

Special forms to assemble speleological data are here suggested. The purpose and significance of these forms is briefly explained.

Il rilievo topografico delle cavità carsiche costituisce un documento insostituibile, ma presenta dei limiti, nonostante la recente messa a punto della simbologia geomorfologica ed idrogeologica.

In particolare non risulta sempre adatto per i seguenti scopi:

- la raccolta di certi dati relativi ad aspetti morfologici minuti, o caratteri dei depositi, o aspetti strutturali, o aspetti di correlazione fra la morfologia sotterranea e quella superficiale, o condizioni morfodinamiche;
- il confronto fra dati relativi a sistemi carsici diversi, o anche fra varie cavità dello stesso tipo appartenenti a più sistemi;
- l'elaborazione statistica dei dati.

Questi problemi si possono superare in parte compilando dei moduli o delle "schede speleologiche".

Come sistema di raccolta dati, degno di nota è il "pro-memoria di osservazioni scientifiche" di A. BINI e G. CAPPÀ (dattiloscritto non pubblicato) che propone, attraverso uno schema con dodificazione di lettere e numeri, la raccolta di dati svariati ordinati per temi, con l'indicazione della localizzazione dei fenomeni nell'ambito delle cavità. Tale metodo si presta molto bene all'istituzione di una "banca" dei dati speleologici, ma per la completezza e conseguente lunghezza della scheda-guida, richiede una preparazione speleologica ed applicazione non indifferenti, da parte dei compilatori.

Le schede che noi qui proponiamo sono invece più specifiche e finalizzate, volendo porre le basi per un'analisi morfologica delle cavità. Dall'osservazione della scheda sulle grotte e abissi (in tre facciate) si potrà infatti rilevare come, dopo le voci riguardanti i principali aspetti geografici, morfometrici e morfodinamici (voci A, B, C), si inizia l'elenco di una serie di quesiti morfologici, prima generali (D 1-4), poi particolari (D 5-6). Fra gli aspetti morfologici ne figurano alcuni di non facile raccolta ma di notevole interesse nei riguardi dell'interpretazione ambientale ed evolutiva delle grotte (es.: % delle superfici concrezionate).

Alla parte geomorfologica si è fatta seguire quella geologico-strutturale (voce E) affinché risulti meglio il significato dei rapporti fra struttura e morfologia carsica ipogea.

Se sono importanti le influenze passive di una certa situazione strutturale sullo sviluppo del carsismo, non meno interessanti, ai fini dell'evoluzione geomorfologica regionale, sono i fenomeni tettonici attivi in epoche recenti (neotettonica: voce F), che

hanno modificato certe forme carsiche.

Infine, per capire l'evoluzione di un sistema carsico ipogeo non si può trascurare l'aspetto del confronto fra i dati sulle cavità ipogee e la situazione geomorfologica esterna (correlazioni geomorfologiche; voce G). Nell'ultima facciata della scheda un certo spazio è riservato alle note del compilatore, che potranno riferirsi ad aspetti non trattati o insufficientemente approfonditi nelle voci precedenti.

Una scheda sul tipo di quella proposta è senza dubbio carente per molti aspetti, (abbiamo volutamente tralasciato quelli idrogeologici e della chimica delle soluzioni che meriterebbero apposite schede); ma anche la problematica morfologica presenta delle lacune, che però non sono sempre facilmente colmabili, data la complessità e varietà dei sistemi carsici. Per questi motivi proponiamo la scheda non come un modello assoluto da imitare, ma come uno schema da discutere, soprattutto sulla base dei risultati di un'applicazione pratica.

Riteniamo che questa scheda possa essere modificata dai singoli operatori, in modo da renderla adatta ad evidenziare ed approfondire lo studio dei caratteri più peculiari del carsismo di un determinato rilievo o unità geomorfologica. Così, dopo un'analisi preliminare della morfologia carsica di una determinata area, si potrà adattare e integrare la scheda in modo che costituisca lo strumento migliore per la raccolta dei dati più significativi ai fini dello studio della stessa area. Si potranno anche preparare schede più specifiche riferite a certi tipi di cavità o aspetti particolari.

Un esempio di scheda preparata per un approfondimento morfologico di un tipo di cavità elementare (cavità fusoidali) viene presentato nella quarta figura. Questo tipo di scheda, maturato in seguito allo studio di un discreto numero di cavità fusoidali dei Monti Lessini Veronesi, ed in particolare del sistema carsico del Lesi (si veda ROSSI G. e SAURO U. - 1977 - *L'abisso dei Lesi: analisi morfologica ed ipotesi genetiche*, Le Grotte d'Italia, 4/6, 1976, pp. 73-100) verrà ora usata come strumento per lo studio di tutte le cavità fusoidali delle Prealpi Veronesi da parte del Gruppo Grotte del C.A.I. di Verona.

Senza dubbio l'impegno nella compilazione di schede di questo tipo, comportando numerose osservazioni concatenate secondo una metodologia prettamente geomorfologica, può risultare molto formativo nell'educazione dei giovani speleologi; può inoltre premettere la raccolta di un gran numero di dati altamente significativi per le ricerche sul fenomeno carsico.

Nozzoli Sergio

ATTREZZATURA PORTATILE PER LA RICERCA DI CAVITÀ CON IL METODO DELLE PROSPEZIONI GEOELETTICHE

RIASSUNTO

Viene descritta la realizzazione e le modalità d'uso di uno strumento portatile per la ricerca di cavità sotterranee con il metodo delle prospezioni geoelettiche.

Si riporta lo schema elettrico e si discutono i vantaggi dello strumento.

ABSTRACT

The autor describes the realization, with the procedure for use of a portable instrument, to search inderground cavities with geoelectric method.

The electric plan is reported and the advantages of the instrument are discussed.

L'idea di realizzare questa attrezzatura è nata dalla relazione di Maifredi al 4° Corso di tecniche scientifiche applicate alla speleologia.

Vorrei ricordare brevemente i concetti base, sulle misure di resistività geoelettiche.

Si invia una corrente nel terreno, per mezzo di due elettrodi e si misura, con altri due elettrodi, la differenza di potenziale. (Fig. 1)

Si ottiene così, la resistenza di un certo volume di terreno. $R = \rho \frac{L}{S}$

Il parametro che ci interessa conoscere è la resistività $\rho = \pi \frac{L^2 - a^2}{L \Delta V}$

Se usiamo un sistema a quadrupolo simmetrico sarà: $\rho_a = \pi \frac{L^2 - a^2}{L \Delta V}$ dove L = distanza tra gli elettrodi di corrente; a = distanza tra gli elettrodi di misura. Da notare che questa è la resistività apparente; ovvero che il valore ottenuto è dovuto al contributo dei più svariati strati o disomogeneità, compresi in un prisma circa lungo a ; largo $L/2$; profondo $L/4$.

Quindi per conoscere il vero valore di resistività, si può con buona approssimazione togliere i contributi superficiali; ripetendo le misure a diverse profondità. Esempio:

Si faccia una misura di ρ_{a1} alla profondità h_1 . Poi si ripeta la misura ρ_{a2} alla profondità h_2 . La resistività vera alla profondità h_2 sarà:

$$\rho_2 = (n-1) \rho_a - \rho_{a2} \quad \text{dove } n = \frac{h_1}{h_2}$$

Si tenga presente che il valore sarà tanto più esatto, quanto più n è grande.

Le attrezzature già esistenti, non rispondono appieno alle esigenze speleologiche, a causa di alcuni aspetti negativi:

- Peso ed ingombro delle batterie, per l'alta tensione necessaria ad inviare la corrente nel terreno. (100 V. circa)

- Peso ed ingombro degli elettrodi, per assicurare un buon contatto terreno - strumento. Necessità di effettuare l'azzeramento dei potenziali spuri, prima di ogni misura. Necessità di registrare in ogni misura, sia il valore di tensione letto, sia il valore della corrente inviata nel terreno, sia le distanze L ed a . Necessità di lunghi calcoli per l'interpretazione dei risultati ottenuti.

- Tutti questi inconvenienti, rendono poco pratico l'uso delle prospezioni geoelettiche per la ricerca speleologica; traducendosi in una fatica non indifferente per il trasporto

sul fuoco della battuta, spesso molto lontano dalle macchine.

Ho cercato con la mia attrezzatura di ovviare a questi inconvenienti.

L'alta tensione (200 V.) viene realizzata con un convertitore a transistor; questo ha ridotto drasticamente il peso e l'ingombro.

L'alta tensione generata, viene inviata ad un generatore di corrente costante regolabile da 20 mA a 100 mA; questo una volta regolato ci risparmia di dover leggere e registrare il valore della corrente ad ogni misura.

Inoltre dato che: $P_a = \pi \frac{I^2 - a^2}{\epsilon a} \frac{\Delta V}{L}$

se si ha la possibilità che I (corrente) sia costante, si può fare in modo che il rapporto $\frac{I^2 - a^2}{\epsilon a}$ sia costante.

Allora $P_a = k \Delta V$. Nel mio caso ho scelto $P_a = 10^4 \Delta V$

Regolata I = 31,4 mA, il rapporto $\frac{I^2 - a^2}{\epsilon a}$ deve essere posto uguale a 100.

$$a^2 + 400a - I^2 = 0$$

Da cui: $a = \sqrt{I^2 + 4 \cdot 10^4} - 200$

Ho quindi calcolato i valori da assegnare ad L ed a, secondo la profondità h.

h = 2; L = 8; a = 0,16

h = 5; L = 20; a = 1

h = 10; L = 40; a = 3,9

h = 20; L = 80; a = 15,5

h = 30; L = 120; a = 33

h = 40; L = 160; a = 56

h = 50; L = 200; a = 83

In questo modo l'unica cosa da fare è registrare ad ogni profondità il ΔV

Se ci interessa il valore di P basterà moltiplicare

L'azzeramento dei potenziali spuri è stato automatizzato con uno speciale circuito elettronico d'interfaccia, che ha una resistenza d'ingresso superiore a 400 M Ω .

Valore che ci permette di trascurare tranquillamente l'errore di misura dovuto alla resistenza di contatto elettrodo - terreno.

Grazie alla alta resistenza d'ingresso ed al generatore di corrente, gli elettrodi possono essere dei chiodi da 10 cm.

Per lo strumento di misura, ho utilizzato un voltmetro elettronico digitale; ma si può usare qualunque strumento con portate 0,2 V e 2 V in cui sia possibile apprezzare il mV.

L'attrezzatura pesa 2 Kg, circa, compresa l'alimentazione composta da 10 batterie da 4,5 V. Autonomia - 5 ore minimo.

Dimensioni in millimetri: 250 x 100 x 150

GRUPPO SPELEOLOGICO IMPERIESE C.A.I.

Carlo Grippo - Alessandro Menardi Noguera

UN EFFICIENTE DISPOSITIVO PER IL RILIEVO RADIOGONIOMETRICO IN SPELEOLOGIA

RIASSUNTO

Sfruttando alcune proprietà del campo elettromagnetico generato da una antenna di forma particolare è possibile localizzare con precisione dall'esterno un punto accessibile situato in una cavità sotterranea.

Tale tecnica di rilevamento radiogoniometrico è stata perfezionata nel corso degli ultimi vent'anni da numerosi ricercatori.

Oltre ad alcune considerazioni generali sul metodo viene presentato un originale sistema ricetrasmittente funzionante sulla frequenza portante di 25 KHz che realizza superiori prestazioni grazie all'uso di moderne soluzioni circuitali.

AN EFFICIENT DEVICE FOR RADIOGONIOMETRIC SURVEYING IN SPELEOLOGY

SUMMARY

The knowledge of the electromagnetic field generated by a transmitting antenna of a known shape allows the precise location of an underground site.

Such a radiogoniometric technique has been improved during the last twenty years by several searchers.

After a brief introduction about the method of location, a crafty transceiving system, making use of burst modulated 25 KHz carrier, is presented.

Very good results have been achieved thanks a novel circuit design.

INTRODUZIONE

In varie occasioni risulta necessario individuare con sicurezza l'ubicazione in superficie di una cavità sotterranea accessibile. La precisione dei rilievi topografici di cui si dispone non sempre risulta sufficiente allo scopo. La maggior parte delle planimetrie eseguite in grotta si basa su poligoni raramente chiusi e sottoposti a verifica e compensazione nonostante sia ben noto che l'incertezza nella determinazione delle coordinate dei capisaldi cresce con il numero delle puntate. D'altra parte l'impossibilità ambientale di eseguire misure sufficientemente accurate sovente vanifica il ricorso a strumenti e procedimenti topografici più complessi rispetto a quelli tradizionalmente adottati. Negli ultimi due decenni specialmente ad opera di autori di lingua inglese (Glover R.R. in B. Ellis, 1976), è stata completamente sviluppata la tecnica del rilievo per induzione magnetica, rimanendone definitivamente acquisita la teoria operativa. Il metodo rende agevolmente possibile il reperimento di nuovi ingressi, la verifica dei rilievi topografici, la ricerca di relazioni tra morfologie ipogee ed epigee.

La localizzazione radiogoniometrica di un punto interno ad una cavità sotterranea accessibile, viene ottenuta mediante un opportuno generatore di onde elettromagnetiche e di un ricevitore in grado di eseguire misure sul vettore di campo. Le antenne sia del ricevitore che del trasmettitore sono costituite da solenoidi. Ci si avvale della particolare simmetria di rivoluzione che presenta il campo generato da un solenoide per individuare la posizione del punto mediante la misura di soli angoli.

La frequenza di trasmissione viene scelta in base al criterio che le onde lunghe non risultano apprezzabilmente assorbite dagli spessori di roccia che rientrano nel campo di applicazione del metodo. Gli apparati sinora proposti risultano tutti operare su frequenze vicine al KHz. Recentemente si è dimostrato (Glover R.R., 1977) che frequenze più alte di quelle sin qui usualmente impiegate permettono migliori risultati per quanto concerne la portata e l'autonomia del trasmettitore che dall'interno della cavità fornisce il segnale al radiogoniometro all'esterno.

CENNI SUL METODO OPERATIVO

Si sistema il generatore all'interno della grotta con la bobina emittitrice posta con il piano delle spire perfettamente orizzontale sul punto di cui si vuole localizzare la verticale e la profondità rispetto alla topografia superficiale.

All'esterno ci si porta verso il luogo sotto cui si presume svilupparsi la grotta in esame, mantenendo approssimativamente orizzontale l'antenna del ricevitore fino a quando si percepisce un segnale ben distinto.

A questo scopo la portata del trasmettitore viene modulata con una nota facilmente udibile. Quando il segnale risulta intenso, si staziona su un punto e si ruota lentamente la bobina del ricevitore intorno alla verticale fino ad individuare una posizione per cui il segnale, da forte, si annulla (nullo). In questa condizione nessuna linea di forza del campo è concatenata con la spira della bobina ricevente e quindi il piano che passa per essa contiene anche l'asse elettromagnetico della bobina emittente.

Del piano così ottenuto si registra l'azimut prendendo inoltre nota delle coordinate del punto stazione. Successivamente si ruota l'antenna del ricevitore secondo un asse orizzontale e normale al piano individuato fino a trovare una posizione in cui il segnale si annulla di nuovo. Si può così misurare per mezzo di una livella l'angolo del piano delle spire con l'orizzontale che servirà per determinare la profondità. Ripetendo l'operazione per tutta una serie di punti si determinano delle direzioni che si intersecano (vedi fig. 2b). All'interno del poligono determinato dalle intersezioni si trova la verticale del trasmettitore e quindi il punto cercato.

Se le misure sono accurate e le posizioni reciproche dei punti stazione sono note con sufficiente precisione, le intersezioni saranno contenute in un cerchio il cui diametro è funzione degli errori commessi nel corso di tutta l'operazione e della cura con cui sono stati realizzati gli avvolgimenti delle antenne.

L'emergenza dell'asse elettromagnetico del trasmettitore o "punto zero" è indicata da una posizione in cui tutti i piani contenenti la verticale danno un "nullo".

Per il calcolo della profondità si ricorre alla formula che ne assegna il valore in funzione della distanza tra il "punto zero" e il punto stazione e dell'angolo con l'orizzontale misurato secondo quanto prima esposto. (Formula adottata per la prima volta da Osborne nel 1967).

Nella pratica corrente si semplifica il calcolo ricorrendo a grafici o tabelle appositamente redatti, oppure si procede per angoli notevoli, nel qual caso basta moltiplicare la distanza per un numero fisso. La profondità ottenuta va corretta secondo la quota della stazione di misura. Ovviamente si esegue il calcolo per un numero di stazioni sufficienti ad ottenere una media significativa del valore ricavato.

Per quanto concerne l'individuazione dei "nulli" va osservato che in prossimità del generatore si possono misurare con una risoluzione migliore del grado; lo scarto è assai netto e per tutte le altre posizioni si rivela un segnale molto intenso. Agli estremi della portata essendo il segnale assai più debole, aumentano le posizioni in cui la ricezione è nulla. Si potrà comunque utilizzare lo stesso lo strumento ottenendo gli angoli per interpolazione dei due valori in cui comincia a scomparire il segnale. È questo il motivo per cui nei lavori di una certa precisione è utilizzabile solo una parte della portata effetti-

vamente disponibile in aria. Tuttavia ciò non costituisce una pesante limitazione essendo, in via di principio, inutile a fini pratici il posizionamento radiogoniometrico di una cavità quando la sua profondità relativa alla superficie supera di molto il centinaio di metri.

La bibliografia fornita tratta esaurientemente la teoria ed il metodo operativo descritto nonché l'impiego dei grafici standard e le possibili cause d'errore.

DESCRIZIONE TECNICA DEL DISPOSITIVO

ANTENNE: Costituiscono le parti più importanti dell'apparato in quanto dalla loro corretta realizzazione dipende in larga misura la precisione nelle determinazioni angolari.

L'antenna emittente deve generare un campo elettromagnetico il cui andamento sia noto a priori. Sebbene in teoria siano possibili molteplici soluzioni, in pratica la più semplice è quella di una spira piana o dell'insieme di più spire purché il diametro dell'avvolgimento sia molto più grande rispetto alla sua altezza.

L'indefornabilità delle due bobine è requisito essenziale per la precisione e la ripetibilità delle misure. Il diametro degli avvolgimenti viene stabilito in base a considerazioni di diversa natura.

Le dimensioni dell'antenna trasmittente devono consentire un agevole trasporto in grotta dell'apparecchio, si deve tuttavia tener conto che la portata dipende anche dal diametro dell'avvolgimento.

Nel caso dell'antenna ricevente le maggiori dimensioni permettono di affinare la precisione delle determinazioni angolari e di aumentare la sensibilità.

L'avvolgimento del generatore è composto da 3 spire di filo di rame smaltato di \varnothing 0,8 mm. seguite da 90 spire di filo di \varnothing 0,25 mm. avvolte su supporto di \varnothing 30-40 cm. Fra strato e strato dell'avvolgimento va interposta una nastratura di isolante plastico in quanto le tensioni di lavoro sono assai elevate.

La bobina ricevente è composta da 300 spire di filo smaltato di \varnothing 0,2 mm. su supporto di \varnothing 60 cm.

L'antenna del trasmettitore si può fissare direttamente alla scatola contenente la parte elettronica, quella ricevente, vista la necessità di poterla ruotare liberamente va connessa al ricevitore mediante cavo coassiale e connettori di tipo UHF o simili.

TRASMETTITORE: Si compone di un oscillatore pilota che genera la portata a 25 KHz, un oscillatore di B.F. che genera la nota udibile di modulazione, il modulatore e lo stadio finale di potenza.

L'oscillatore è formato dai transistor T1 e T2 (fig. 1b) ed è stabilizzato in frequenza da un cristallo di quarzo da 25 KHz.

Chi avesse difficoltà a reperire tale componente può sostituire questo stadio con un oscillatore libero che comunque dovrà essere accuratamente progettato e realizzato con componenti di elevata qualità per garantire la stabilità richiesta oppure con un oscillatore a cristallo di frequenza superiore (100 KHz o 1 MHz) seguito da alcuni stadi divisorii di frequenza fino ad ottenere il valore necessario.

Il segnale di B.F. è ottenuto con un semplice multivibratore stabile realizzato con 2 delle 4 porte NAND dell'integrato TTL SN 7400.

La frequenza di oscillazione è stata stabilita ad 800 Hz in quanto questa nota viene facilmente distinta dall'orecchio anche in presenza di un elevato rumore di fondo nel ricevitore.

La modulazione viene ottenuta inviando i due segnali agli ingressi di una porta NAND dalla cui uscita viene prelevata la portante modulata a treni di impulsi da inviare allo stadio finale. Quest'ultimo impiega due transistor in connessione Darlington aventi come carico sul collettore una parte del circuito oscillante costituente l'antenna. La potenza di uscita è di circa 5 W.

In parallelo al circuito è collegata una lampadina al neon per il controllo dell'emissione. Questa parte dell'apparato è alimentata a 15 V ed assorbe circa 600 mA.; per avere una sufficiente autonomia si possono impiegare 10 pile del tipo a torcia contenute in un apposito portatile connesso con un cavetto al trasmettitore. La scatola metallica a tenuta stagna contenente l'elettronica funge anche da dissipatore per il transistor finale.

RICEVITORE: E' composto dai seguenti stadi: un preamplificatore d'ingresso a guadagno variabile, un filtro attivo passa-banda, un rivelatore a cui fanno seguito un primo amplificatore per l'ascolto in cuffia del segnale ed un secondo atto a pilotare lo strumento indicatore dell'intensità di campo.

Il primo stadio è costituito da un transistor ad effetto di campo tipo MOS di cui è possibile variare il guadagno e di conseguenza la sensibilità del ricevitore. Questo stadio è accordato in ingresso dalla capacità C1 che risona con l'induttanza dell'antenna ricevente in modo da operare una prima selezione dei segnali in ingresso. Il circuito accordato di uscita è formato dall'induttanza L1 e dalla capacità C2: La bobina L1 deve essere autocostruita utilizzando un nucleo di ferrite del tipo ad "olla" del diametro di 14 mm. avvolgendo circa 100 spire di filo smaltato di Ø 0,15 e con un traferro di 5 centesimi di mm.

Il filtro è realizzato mediante gli amplificatori operazionali A1 e A2. Il principio di funzionamento di questo circuito è descritto insieme ad esempi di calcolo su manuali facilmente reperibili. (National Semiconductor, 1973). La rivelazione del segnale è ottenuta tramite l'amplificatore A3 che realizza con la circuiteria associata un diodo ideale.

Il segnale di BF così ottenuto dopo essere filtrato viene applicato ad A4 il cui guadagno è regolato tramite il potenziometro di volume ed è quindi disponibile per l'ascolto in cuffia (del tipo ad alta impedenza: 1000-2000 Ohm).

Il rivelatore è inoltre collegato all'amplificatore A5 che pilota un microamperometro da 500µA fondo-scala che serve come indicatore della intensità del segnale ricevuto e, azionando l'apposito deviatore, per controllare l'efficienza delle batterie. Visto il minimo consumo del ricevitore, due pile da 9 Volt tipo miniatura garantiscono una lunga autonomia.

TARATURA: A riguardo del trasmettitore, dopo essersi assicurati che entrambi gli oscillatori generino correttamente i segnali, si varia la capacità di accordo dell'antenna (CA) fino ad individuare l'esatto punto di risonanza che corrisponde alla massima tensione ai capi dell'avvolgimento. Il condensatore utilizzato a questo scopo deve essere di elevata qualità ed avere una tensione di lavoro maggiore di 1000 Volt.

La taratura del ricevitore deve essere eseguita con una certa attenzione e l'operazione risulta facilitata se si dispone di un oscillografo.

Collegata l'antenna al ricevitore, si accende il trasmettitore ponendolo ad alcuni metri di distanza.

Si inizia accordando innanzitutto i circuiti selettivi di ingresso e di uscita del primo stadio tramite la capacità C1 e C2. Successivamente si tara il circuito selettivo intervenendo sul trimmer P2 e P3 mediante i quali è possibile centrare la frequenza e controllare entro certi limiti il guadagno e la selettività dello stadio che non deve amplificare eccessivamente se si desidera evitare l'insorgere di oscillazioni parassite.

A questo punto è udibile in cuffia la nota di modulazione del trasmettitore; e si può controllare il funzionamento del controllo di volume e di sensibilità.

Il potenziometro P5 serve a tarare al valore massimo del segnale ricevuto il fondo-scala dello strumento indicatore.

PORTATA: La portata in aria del nostro prototipo copre distanze nell'ordine dei 200 m.. La debole attenuazione dovuta a rocce calcaree non modifica sostanzialmente questo valore. Volendo valutare gli angoli con precisione la portata utile si dimezza.

BIBLIOGRAFIA

ANDRIEUX C. - BRONDY R. - Sur la Radiocommunication Souterraine-Annales de Speleologie n. 18 fasc. 2 pag. 215/226, 1963.

AQUILINA C. - Nuove possibilità offerte dai Metodi Geofisici per la risoluzione dei problemi connessi all'esistenza di vuoti sotterranei - Rivista Italiana di Geotecnica - pag. 66/75, N. 2, 1968.

BIRCHENOUGH W. - Electromagnetic induction as an aid to cave surveying. Transaction of Cave Research Group of G.B. Vol. 12, n. 3, pag. 177/183, July 1970.

GLOVER R.R. - Surveying caves - (In Ellis B.) Ed. B.C.R.A. Bridgwater pag. 42/56, 1976.

GLOVER R.R. - The Speleophone, a radiofrequency cave communication system - Proc. of the 7th Int. Congress, pag. 219/220, 1977.

GREGOR A - PRINC M. - Die Radiotest - Methode und Ihre Anwendung in der Geologischen Erforschung von Karstgebieten-Annales de Speleologie, 30, 4, pag. 681/690, 1975.

"NATIONAL SEMICONDUCTOR" - "Linear applications" - Volume n. 1, An. 72 - 16 par. 6,5, 1973.

RAULET M. - Realisation d'un appareil de geophysique servant au positionnement en surface d'une galerie souterraine accessible - Ann. Speleol., 30, 3, pag. 409/415, 1975

ROESCHELEIN E. R. - Mapping caves magnetically - Electronics, September 23, p. 61, 1960.

SMITH R. - STEVENS R.A. - Inductive loops and cave surveying - Trans. B.C.R.A., Vol. 1, n. 1, pag. 55/60 January, 1974.

STEVENS R. A. - An improved electromagnetic position finding device - C.R.G. Trans. 14, 1, pag. 43/47, 1972.

GRUPPO GROTTI BRESCIA "C. ALLEGRETTI"
MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI BRESCIA

Dante Vallati

DUE NUOVE STAZIONI DI GHIDINIA MORETTII MORETTII PAVAN SUL MONTE
GUGLIELMO (BRESCIA) - (Coleoptera Catopidae)

RIASSUNTO

Viene data comunicazione, in breve nota, del ritrovamento di *Ghidinia morettii morettii Pavan* (Coleoptera Catopidae Bathysciinae) in due grotte del gruppo del M. Guglielmo (provincia di Brescia), che costituiscono, per l'intero genere, le due stazioni più elevate oggi conosciute, che assommano così a nove, tutte comprese nella zona fra il lago d'Isèo e la Valle Trompia. Viene fornita quindi la descrizione dei due biotopi e forniti dati sulla loro ubicazione. Il lavoro è accompagnato da una carta di distribuzione delle stazioni note.

SUMMARY

Information is given about the discovery of *Ghidinia morettii morettii Pavan* (Coleoptera Catopidae Bathysciinae) in two caves which open on the slopes of Mount Guglielmo (Province of Brescia Italy); these are the highest sites known to date. At present this species has been found in nine sites situated in the area between the Lake Isèo and the Trompia Valley. The Author also describes the two biotopes and gives information on their location. The article includes even a distribution map showing the exact location of the sites.

Durante le ricerche faunistiche compiute nelle grotte del M. Guglielmo (Brescia, Lombardia) sono emerse alcune catture degne di nota, fra le quali sono da segnalare, per la posizione in cui si trovano, due nuove stazioni di *Ghidinia morettii morettii Pavan*. Da qui di seguito i dati relativi alle due grotte ed una breve descrizione delle stesse.

CAIA DEI SORCO, N. 127 Lo-BS

Comune: Marcheno; Località: M. Stalletti.

Tavoletta I.G.M.: 34 II S.O. Tavernole sul Mella.

Long.: 2° 15' 00"W; Lat.: 45° 44' 21"N; Quota: m 1370 s.l.m.

Terrano geologico: Dolomia principale (Retico medio-Norico)

Consta di un pezzetto di una declina di metri con ampio imbocco da cui riceve abbondantemente la luce. Le pareti sono coperte di muschi ed il fondo è occupato da massi di crollo, brecciamme e terriccio. Al pozzo la seguito, dietro un gradino di roccia, un piccolo diverticolo in discesa (che aumenta la profondità di un paio di metri) con suolo ingombro di sassi e terriccio. È qui che raccolsi 1 ♂ ed alcuni resti incompleti (28. XI. 1976) ascrivibili a *Ghidinia morettii morettii Pavan*.

GROTTICELLA PRESSO IL PASSO DEL SABBIONE

Comune: Marcheno; Località: M. Stalletti.

Tavoletta I.G.M.: 34 III S.E. Gardone Val Trompia.

Long.: 2° 15' 17"W; Lat.: 45° 44' 10"N; Quota: m 1465 s.l.m.

Terrano geologico: Dolomia principale (Retico medio-Norico)

Si tratta di una piccola grotticella profonda pochi metri ma con ambiente molto adatto alla presenza di fauna. L'imbocco è piccolo ed il vano sottostante si presenta molto umido, con pareti concrezionate e suolo ricco di terriccio e saprodetrilo. Fra gli anfratti delle pareti ho raccolto alcuni resti incompleti di 2 ♂ e 1 ♀ sicuramente attribuibili alla medesima specie (28. XI. 1976).

Le due grotte, che non distano molto fra di loro (circa 600 metri in linea d'aria), sono situate sullo stesso massiccio, cui fanno corona le altre stazioni note di *G. morettii morettii Pavan*, *G. morettii vesalles Vallati* e *G. aguinensis Vallati*, compreso fra il lago d'Isèo ad occidente e la Valle Trompia ad oriente.

In particolare è da notare che i due nuovi biotopi si trovano sul versante orientale della catena, e precisamente sulla dorsale M. Lividino - M. Stalletti, divisa dal M. Guglielmo propriamente detto dalla frattura della Valle d'Inzino. Ciò va ad allargare l'areale di *G. morettii s. str.* che, finora, era conosciuta di alcune grotte strettamente raggruppate nella parte meridionale della catena, nella zona di Punta dell'Orto presso Polaveno, e si può quindi supporre che la specie sia ampiamente presente su tutto il massiccio. Sarebbe interessante osservare, con future ricerche, le relazioni esistenti fra gli areali della *morettii s. str.* e dell'*aguinensis Vallati*, quest'ultima conosciuta per ora di una sola stazione nella parte nord.

I due nuovi biotopi sono notevoli inoltre per le quote cui si trovano che aumentano mediante il limite altimetrico conosciuto di *G. morettii s. str.* di ben 600 metri. Mentre infatti le grotte di Punta dell'Orto si trovano a quote comprese fra 702 e 935 metri, le due nuove stazioni, con i 1370 e 1465 metri di quota si pongono ancora più in alto di quella di *G. aguinensis* (m. 1127).

Tutta la fascia altimetricamente intermedia a queste quote manca di accurate ricerche per stabilire se la distribuzione in tal senso sia o meno abbastanza regolare ed omogenea o se possa esistere una relazione fra il divario di quota e la posizione topografica in cui si trovano le stazioni, in considerazione anche delle condizioni topoclimatiche e paleoclimatiche. Vale infatti anche qui tener presente, come in altre occasioni, che mentre tutti gli altri biotopi (situati sul versante occidentale) si trovano ubicati circa lungo il margine superiore della massima espansione glaciale, questi ultimi due, che si trovano invece affacciati sulla Valle Trompia, non interessata da glaciazioni valive, sono situati al limite inferiore delle nevi permanenti del medesimo periodo glaciale.

BIBLIOGRAFIA

PAVAN M., 1939 - Nuovo genere nuova specie di Bathysciina brachiscapo cavernicolo bresciano. Mem. Soc. Ent. It., XVIII, 106-116, Genova

VALLATI D., 1974 - Nuova specie e nuova razza di genere *Ghidinia Pavan, 1939* e discussione sulla sistematica dei Bathysciinae. Natura Bresciana, 10, 35-75, Brescia.

VALLATI D., 1975 - Osservazioni su una popolazione di *Ghidinia morettii Pavan* e note comparative di alcuni caratteri di questa specie con quelli di *G. aguinensis Vallati*. Natura Bresciana, 11, 138-146, Brescia.

Giuseppe Novelli

LA CERAMICA A MANO, SENZA USO DI TORNIO, DI OUSSULTIA (TUNISIA)

RIASSUNTO

Spesso incontriamo in grotta o nelle vicinanze, frammenti di ceramica del Neolitico. Gli esperti, gli studiosi, ci dicono che si tratta di ceramiche fatte a mano, senza uso di tornio, cotte su fuoco libero.

Questa nota riguarda la descrizione di tutte le fasi di costruzione di un vaso eseguito presso il villaggio di Ousseltia, Governatorato di Kairouan, Tunisia. L'esecuzione di tale servizio e studio è avvenute durante la Spedizione "Tunisia '77" che i Gruppi speleologici del C.A.I. di Genova Bolzaneto, Speleo Dauno di Foggia, e Puglia Grotte di Castellana hanno compiuto nell'ottobre del 1977.

Spesso incontrando casualmente un frammento di ceramica durante una esplorazione in grotta, ci si pone una domanda del come questi vasi possano essere datati o a quale cultura possano appartenere. Ci viene in aiuto l'archeologo al quale immancabilmente consegniamo il reperto. Lo studioso, dopo un esame preliminare, ci dà alcune informazioni e cioè:

- 1° viene rilevato con sicurezza se la ceramica è stata costruita a mano, senza uso di tornio;
- 2° viene rilevato se l'impasto è fatto con argilla depurata,
- 3° si rileva la tecnica di rifinitura della parete, cioè se questa è stata liscata a stacca,
- 4° si hanno indicazioni dell'orizzonte culturale al quale appartiene il vaso se si possono individuare in esso tracce di impressioni o graffiti e beninteso, se è possibile dal frammento esaminato, ipotizzare la forma,
- 5° generalmente è possibile, esaminando la superficie del frammento, riuscire a comprendere come questo sia stato fatto cuocere sul fuoco libero.

Attualmente sono pochissimi coloro che sulla Terra eseguono ancora la ceramica con le tecniche primitive, quindi è abbastanza difficile verificare tutte le ipotesi di esecuzione che si sono dati gli archeologi.

Durante la spedizione italiana "Tunisia '77" compiuta da alcuni Gruppi speleologici italiani nell'ottobre del 1977, una parte del programma era dedicato appunto alla ricerca di località della Tunisia dove questa lavorazione era ancora effettuata. Di certo sapevamo che i beduini durante il loro nomadismo, sono abbastanza autosufficienti, quindi si poteva ancora pensare che i vasi d'uso domestico fossero costruiti secondo tradizioni antichissime o quanto meno che di queste tradizioni si potessero ancora osservare delle tracce.

È stato nel villaggio di Ousseltia, a 40 Km. da Kairouan, base del nostro campo speleologico, che abbiamo avuta la fortuna di poter seguire tutte le fasi di tale lavorazione a mano. È bene dire che la stessa esecutrice che vediamo nelle foto del servizio, non costruiva più tali vasi, ormai completamente sostituiti dai recipienti in plastica o metallo. Anche presso un campo di beduini dove abbiamo trascorso alcuni giorni, la plastica aveva ormai sostituito la ceramica. Abbiamo rilevato recipienti fatti a mano nei cortili delle case del villaggio abbandonati o riservati agli animali da cortile. La descrizione dettagliata delle varie fasi può apparire noiosa ma abbiamo cercato di descriverla nel più piccolo dettaglio in modo da dare tutte le informazioni possibili e quindi di ottenere

delle risposte alle domande che spesso ci siamo poste osservando un frammento di ceramica di alcune migliaia di anni fa.

L'osservazione è avvenuta come detto in un villaggio di agricoltori con un recente passato di nomadismo. In un cortile di una casa ad un solo locale diviso in alcuni ambienti. Una donna beduina, seduta a terra, con un bimbo in grembo, ci ha fatto assistere all'esecuzione.

Il vaso costruito si chiama "canoun" ed è una sorta di braciere ancora usato in molte case e serve per il riscaldamento di bevande, generalmente riscalda la teleria sempre in funzione in Tunisia.

Il materiale usato è il risultato di un impasto di argilla e frammenti pestati di terracotta, il tutto amalgamato con un po' d'acqua. Tale impasto è necessario per "sgrassare l'argilla" che renderebbe il vaso soggetto a rottura durante la fase di essiccamento o quella di cottura. Ottenuta la consistenza desiderata, la donna plasma il fondo del vaso sistemando e premendo con i polpastrelli delle dita, su un piatto di metallo (nel nostro caso) oppure su una tavoletta sulla quale è stata adagiata una tela (come abbiamo visto in altri vasi dai quali abbiamo rilevato le tracce della trama della tela). Il piatto di metallo o la tavoletta vengono poi fatti ruotare durante l'esecuzione del vaso. Il vaso rimarrà su questo supporto sino alla fine dell'essiccamento e quindi verrà staccato molto facilmente.

Il fondo ha già un accenno di parete di almeno un cm. di altezza. La parete si innalza aggiungendo via via rotolini di argilla che la donna prepara arrotolandoli con le due mani prelevando il materiale dal grande grumo precedentemente impastato. Questo metodo di costruzione, a rotolini successivi, viene chiamato "a colombino" ed tale tecnica è facilmente riscontrabile nell'esecuzione di vasi del neolitico, specie in quelli di notevoli dimensioni. Tali frammenti, in sezione, testimoniano i vari rotolini rivestiti dalla successiva taina esterna. Se tale applicazione non è stata più che accurata, si possono osservare ancora vari vuoti tra un rotolino e l'altro. La tecnica è detta anche a "cercline" o a "nastro". La lunghezza di tali rotolini è di circa un terzo della circonferenza del vaso. Ogni nuovo rotolino viene appoggiato sulla parete del vaso sovrappoendone una porzione su quello precedentemente disposto. L'andamento è naturalmente a spirale poco inclinata. Le pareti che salgono durante la lavorazione, vengono continuamente spianate sommariamente per far scomparire la forma del rotolino. Per eseguire tale spianatura o liscatura, una mano sta all'interno appoggiando i polpastrelli alla parete, mentre l'altra utilizzando la parte laterale della falangina del dito indice opera la liscatura. È sempre con tale dito, nel nostro caso il destro, e con tale parte del dito stesso che viene eseguita tutta la parte relativa alla liscatura e finitura del vaso. La mano dopo ogni fase di raccordo di un colombino con l'altro viene immersa nell'acqua di un recipiente vicino all'operatrice.

Raggiunta l'altezza desiderata, la donna continua nella liscatura e regolarizzazione dello spessore della parete. A questo punto con uno stelo di grano si procede a pareggiare l'orlo tagliando le varie protuberanze.

A questo punto vengono applicate le anse, che nel vaso descritto, consistono in tre apici con sommità spianata. Saranno gli appoggi della teleria che permetteranno una buona areazione alla combustione. Queste anse vengono create con rotoli di argilla e posti a cavallo della parete, sull'orlo. Viene data forma amalgamando parete e ansa e raccordando il tutto.

Prima di porre la seconda ansa (nel vaso sono tre), la donna misura il terzo con il palmo della mano; trovato il punto esatto, l'ansa viene sistemata e raccordata. La terza viene applicata centrandola tra le due già terminate. La difficoltà maggiore in questa operazione è quella di non dare luogo a deformazioni nel vaso durante l'applicazione delle anse. La mano premendo all'interno, contrasta con la pressione all'esterno durante l'operazione di sistemazione e raccordo dell'ansa. Terminata questa fase, viene applicata un'altra serie di rotolini di misura minore nella parte interna del bordo al fine di rinforzarlo. Anche in questo caso si ha riscontro nel vasellame del neolitico dove in molti casi

esistono dei bordi detti appunto rinforzati. Lasciato questo rinforzo, la donna con la punta del dito traccia un Incavo sotto il bordo stesso nella parte interna del vaso.

La donna prende ora una porzione di argilla, forma una pallottola che applica sotto l'ansa, all'esterno. Un'altra pallottola viene applicata a metà della distanza tra le due altre anse, diametralmente opposta alla prima.

Da quest'ultima, fa partire un rotolino di argilla che congiunge le due pallottole, formando un cordone che viene amalgamato alla parte del vaso.

Particolare attenzione in questa fase, con una mano all'interno a contrastare la pressione fatta dall'altra mano che lavora il cordone. Questo cordone ha due funzioni: la prima, più importante è quella di creare un rinforzo alla parete, la seconda è quella di motivo decorativo. Infatti, terminata la fase di lisciatura, sulla superficie del cordone vengono impresse delle tacche utilizzando la parte interna del dito indice. Una tacca di seguito all'altra. Il cordone e il medesimo motivo decorativo sono facilmente riecontrabili nei vasi della preistoria, specie nell'età del bronzo.

Ora, con lo stesso stelo di grano, viene incisa una croce sulla sommità di ogni ansa che, oltre ad una funzione decorativa, faciliterà l'adesione della teiera sul bruciore.

Motivi puramente decorativi sono invece le piccole tacche che la donna esegue sul bordo esterno, sempre con lo stelo di grano.

Vengono praticati ora tre fori con la punta del dito indice, sulla parete del vaso a circa i due terzi dell'altezza, questi fori hanno chiaramente funzione di areazione, necessari per la funzione del canoun, che a questo punto è terminato.

Il vaso viene ora posto al sole per l'essiccamento, che dura una mezza giornata circa. Staccato dal supporto o piatto il vaso viene ora messo sulla fiamma per un'ora e mezzo circa. In questa fase di cottura avvengono i mutamenti di colore: il giallo dell'argilla, dato da idrossido ferrico, si trasforma in rossiccio (ossido ferrico) a causa della perdita di acqua dell'idrossido. Nella parte più esposta ai fumi, aumenta il tenore di carbonio e questa zona rimarrà colorata in nero.

Questa la lavorazione del canoun. Abbiamo potuto osservare che con movimenti velocissimi sono avvenute le varie lavorazioni. Il tempo impiegato per la costruzione completa, malgrado le nostre continue interruzioni per eseguire fotografie, è stato di 20 minuti, possiamo quindi considerare un tempo reale di esecuzione intorno ai 10-12 minuti.

BIBLIOGRAFIA

Cinotti M. Dizionario della ceramica - Milano 1967
Massara F. La tecnica della ceramica - Milano 1968

GRUPPO SPELEOLOGICO FAENTINO C.A.I. ARCHEOCLUB D'ITALIA - SEDE DI FAENZA

Luciano Bentini

NOTE PRELIMINARI SULLA GROTTA PREISTORICA DEI BANDITI (384 E/RA) NEI GESSI DI MONTE MAURO (BRISIGHELLA, RAVENNA)

RIASSUNTO

Viene dato un ragguaglio sulle caratteristiche morfologiche e sul riempimento antropico dell'età del bronzo nella Grotta dei Banditi [Brisighella], ove nel 1973 è stato effettuato un saggio di scavo che ha raggiunto una profondità di 3 metri: essa è stata utilizzata come abitazione per un periodo di tempo che si protrae dal bronzo antico al bronzo tardo. In quest'ultima epoca un grande crollo, coevo a quello di altre grotte preistoriche della "Vena del Gesso", ne ha determinato l'abbandono. In epoche successive la grotta fu nuovamente frequentata sporadicamente, come attestano i reperti dell'età del ferro, romani e medievali.

SUMMARY

It is an account of the morphological features and of the antropic filling belonging to the Bronze Age in the cave called "Grotta dei Banditi" (Brisighella), which in 1973 was partly excavated to a depth of 3 metres; it was used as a human habitation for a period from the Early Bronze Age to the Late Bronze Age. In the latter period it was abandoned because there was a big collapse at about the same time of those which took place in other prehistoric caves of the outcrop called "Vena del Gesso". Subsequently the cave was in habited again at periods, as the finding of the Iron, Roman and Medieval Ages demonstrated.

L'AMBIENTE NATURALE

La Grotta dei Banditi fu esplorata e descritta sommarariamente dal DE GASPERI (1912), il quale intuì che nel terriccio costituente il suolo del vestibolo "potrebbe essere utile scavare per ricercare industrie primitive" e segnalò "nella parete occidentale, ad altezza di un metro e mezzo circa dal suolo. ...una nicchia larga e profonda poco più di un decimetro, fatta ad arte per riporvi qualche oggetto".

Malgrado tali osservazioni, fino al 1973 nella grotta non fu effettuato alcuno scavo, benché fosse nota agli abitanti di M. Mauro che nel periodo bellico l'utilizzarono come rifugio, dopo che era stata frequentata da partigiani operanti nella zona. Le sue coord. geogr. sono le seguenti: F. 99-IV-SE (Casola Valsenio), Long. 0° 45' 38", Lat. 44° 14' 12" W. M. Mario; si apre q. 473, impostata su una frattura sub-verticale (probabilmente una faglia di modesto rigetto) che si sviluppa fino al culmine del rilievo, una ventina di m. sotto la cresta della parete meridionale del baluardo di gesso che, costituendo l'appendice occidentale di M. Mauro (m. 515 s.l.m.), domina la vallata del Sintria. Vi si perviene seguendo uno stretto sentiero a mezza costa diretto verso W, che si sviluppa lungo una cengia corrispondente ad un giunto di strato, e che indubbiamente fu tracciato in età preistorica.

L'ingresso (Tav. I, A) è in parte ostruito da grossi massi franati anticamente ed immette in una saletta il cui asse è diretto S-N, lunga m. 8, larga nel suo punto più ampio m. 4,60 ed alta nella parte centrale m. 3. Nelle pareti sono state ricavate diverse nicchie ("vaschette") simili a quelle da tempo note nella vicina Grotta del Re Tiberio (BENTINI, 1972) e in altre cavità preistoriche romagnole inedite; tali nicchie vengono interpretate come supporti per infiggervi pali disposti trasversalmente alle pareti onde sostenere pelli o tessuti, come protezione contro lo stiticcio ed il freddo durante le stagioni più inclementi. Poiché si trovano a diversi livelli e talora alla stessa altezza nelle pareti opposte, si presume che siano state fatte in epoche successive a causa del progressivo innalzamento del piano di calpestio dovuto al riempimento di origine antropica. Malgrado siano state ricavate usando strumenti metallici, sono indubbiamente molto antiche, poiché sulle loro superfici ci sono formati sottili velli di concrezioni gessoso-calcaree, indice di condizioni climatiche caratterizzate da piovosità. Attualmente invece il vestibolo della grotta è pressoché asciutto e solo nel periodo invernale-primaverile si ha qualche modestissimo stiticcio.

Sul pavimento si è accumulato uno spesso riempimento di fine terriccio di origine eolica, più potente ed inclinato verso l'interno in prossimità dell'ingresso.

A W del vestibolo si apre un altro piccolo vano (Tav. I, B), largo inizialmente m. 4,30, che si sviluppa per m. 5,50 parallelamente al baluardo gessoso con notevole dislivello positivo, restringendosi ed abbassandosi quasi subito; anche in esso sono state scavate nicchie e gradini e nel settore S (corrispondente alla falesia) v'è un muretto a secco lungo 2m (Tav. I, D) costruito con pezzame di piccole dimensioni di selenite, cementato ed incrostato da concrezioni degradate, il che fa supporre una notevole antichità del manufatto. Il suolo è quasi ovunque costituito dalla roccia viva, con pochi ed esigui lembi di riempimento di origine eolica.

Nella parete N, opposta all'ingresso, si apre un cunicolo (Tav. I, Q) che, prima di effettuarvi il saggio di scavo, iniziava in foggia di basso pertugio a sezione triangolare, alto m. 0,75 e largo alla base m. 1,25, diretto S-N, oltre il quale la grotta continua con uno sviluppo totale di m. 77, una lunghezza di m. 63 e con un dislivello negativo di m. 2, non tenendo conto però del ramo inferiore (GRUPPO SPELEOLOGICO CITTA' DI FAENZA - GRUPPO SPELEOLOGICO "VAMPIRO FAENZA, 1964).

LO SCAVO E LA STRATIGRAFIA - I REPERTI

Il saggio di scavo, che ha raggiunto una profondità massima di m. 3, è stato effettuato tra il febbraio e il novembre 1973 nella parte più interna del vestibolo, nei primi metri del cunicolo e nel livello inferiore venuto in luce durante i lavori; infatti è risultato che, alla profondità di m. 1,05 e m. 3 dal piano di calpestio, si aprono alcune strette litoclasti (Tavv. I e II,) una delle quali () praticabile e che permette pertanto di accedere ad un sottostante dedalo di cunicoli comunicante anch'esso con l'esterno e caratterizzato dalla presenza di una piccola sorgente che, da testimonianze raccolte in posto, sarebbe scomparsa per fatti bellici.

Il primo sondaggio, eseguito al centro del vestibolo in corrispondenza della sua larghezza massima (m 4,60; Tavv. I e II, sez. 3-4), coincise casualmente con l'area ove si apre il pozzetto diaclasico ; i materiali scavati fecero nascere inizialmente grosse perplessità poiché si rinvennero associati, apparentemente senza alcun ordine stratigrafico, manufatti medievali e preistorici. Infatti alla profondità compresa tra m. 1,30 e m. 1,50, in un territorio scuro poco compatto, quasi sciolto, vennero in luce frammenti di ceramica preistorica color bruno e nerastro, una rozza scheggia di selce, un ciottolo di arenaria, varie ossa di animali e due frammenti di ceramica medievale. Successivamente, nelle immediate vicinanze (zona centrale del Settore I, Tav. I), alla profondità di m. 1,40 si rinvennero uno strumentino di selce rosso-nera (Tav. III, 7), una chiave di bronzo romana (Tav. III, 8) e la base di un boccale di maiolica trecentesca, di cui in precedenza

erano stati recuperati altri frammenti presso la parete e venne in luce un altro frammento di maiolica medievale alla profondità di m. 1,30. Il rinvenimento della diaclasi , che inizia a m. 1,05 di profondità dall'attuale piano di calpestio, fornì la chiave per spiegare tale situazione; infatti essa fu utilizzata all'epoca dell'insediamento preistorico nella grotta come pozzetto di scarico per i rifiuti ed il vasellame rotto e fu tenuta appositamente aperta per lungo tempo mentre tutt'intorno si accumulavano i livelli antropici. Tale progressivo innalzamento del piano della grotta provocò infine l'obliterazione anche dell'imboccatura del pozzetto, ma rimase probabilmente una zona depressa che fu in seguito utilizzata, in particolare durante il Medioevo, per accendere fuochi (i frammenti di mattoncini qui rinvenuti servirono forse proprio come pietra da focolare) rimaneggiando i sedimenti e sconvolgendo la stratigrafia. Successivamente la polvere eolica livellò uniformemente il piano della grotta.

Il pozzetto diaclasico fu scavato per una larghezza di m. 0,80 ed una profondità di m. 0,43 (cioè fino a m. 1,43, ove diviene impraticabile). Conteneva un riempimento di territorio poco consistente, friabile, con ciottoli di selenite disidratata e di arenaria arrossata dal fuoco e blocchi di terra più compatta di color nero-grigiastro perché contenenti frustoli di carbone e cenere. Da tale riempimento provengono molte ossa di animali (resti di pasti) e diversi significativi frammenti ceramici dell'antica età del bronzo, fra i quali sono da segnalare quelli appartenenti a vasi carenati (di cui uno fu successivamente restaurato: Tav. IV, 1), simili a quello della Tanaccia di Brisighella rappresentato da MANSUELLI & SCARANI (1961, Tav. 19, sin.), definito recipiente tronco-conico con fascia superiore leggermente rientrante e lieve svasatura sull'orlo liscio, attribuito allora all'eneolitico finale (livello culturale tipo Remedello) e considerato un pezzo unico in Italia. Vi si raccolsero anche una zanna di maiale o cinghiale ed una rondella d'osso forata ed accuratamente levigata, interpretabile come pendaglio (Tav. III, 2).

Quasi adiacente al pozzetto, in prossimità della parete E (Tav. I, F) si rinvenne un grosso focolare posto sopra alcuni massi di gesso crollati anticamente, alla profondità di circa m. 1,30; tali massi erano molto anneriti e, sopra, il terriccio era concotto e misto ad abbondante carbone.

Alla base della diaclasi si è formato un cono detritico di terriccio contenente numerosi manufatti prevalentemente fittili, frammentati (Tav. IV, E - 6-7), che furono raccolti in occasione della scoperta dei livelli inferiori; si segnalano inoltre alcuni fondi di vaso con base piana sagomata a tacco, un grosso frammento decorato a unghiate sotto il bordo (Tav. IV, 4), un punteruolo d'osso (Tav. III, 9) ed una zanna con largo foro (Tav. III, 3). I livelli inferiori sono stati anch'essi indubbiamente frequentati dall'uomo in età preistorica, come testimonia la presenza di "vaschette" presso l'ingresso. Una "vaschetta" si ha anche nel vano sottostante il pozzetto diaclasico.

Allargando lo scavo nel Settore I quasi da una parete all'altra, si poté constatare che l'associazione caotica dei manufatti interessava soltanto l'area sovrastante il pozzetto di scarico. Dove invece il riempimento non aveva subito rimaneggiamenti, si poté osservare la seguente stratigrafia (Tav. II, sez. 3-4):

- i primi 10 cm erano costituiti da fini sedimenti di origine eolica, misti a ciottolotti per lo più di selenite, alla cui base v'era un esiguo livelletto di ciottoli di gesso e di frustoli di carbone di età molto recente;

- dai 10 ai 40 cm di profondità si incontrò un livello di sabbia giallastra: vi si rinvennero frustoli di ceramica grossolana d'impasto, ossami, una sottile ansa di maiolica di color verdastro ed un frammentino di vetro sottilissimo, iridescente; tale strato è da correlarsi probabilmente al Medioevo.

- Seguiva un livelletto di 5 cm costituito da selenite disidratata dal fuoco e carbone, passante ad un sottostante straterello di cm 10 di gesso misto a radici;

- dalla profondità di cm 55 iniziava un potente livello antropico di color nerastro riferibile all'antica età del bronzo, che nell'angolo E della trincea perveniva alla profondità di m 1,90, ove era molto più spesso rispetto al margine W poiché ivi il riempimento giaceva

su massi selenitici accatastanti, crollati probabilmente in antico; nella fascia centrale il riempimento antropico raggiungeva invece m 2,40 (profondità alla quale s'incontrò la prosecuzione, in forma di esigua fessura, del pozzetto diaclasico); nel diaframma sotto il grande masso inclinato da W a E (Tav. I, C), che delimita il Sett. I e che si unisce al cunicolo costituente il Sett. V, la profondità raggiunta fu di m 2,60, in corrispondenza di massi selenitici sopra i quali furono visti uno strato di fine breccia di gesso spesso 40 cm ed un sovrastante livello nerissimo (focolare?) posto tra m 2 e m 2,20.

Il Settore II corrisponde ad una trincea diretta S-N lungo la parete E (Tav. I e II), tra il pozzetto diaclasico ed il limite N del grande masso inclinato; la sua lunghezza è di m 2,50 ed è largo meno di m 1 per la presenza del masso stesso. Lo scavo raggiunse la profondità massima di m 3 in corrispondenza delle litoclasti e di cui già s'è detto. La stratigrafia era pressoché corrispondente a quella del Sett. I: alla profondità di m 1,15 venne rinvenuto un vaso di rozzo impasto frammentato ma pressoché completo, restaurato in seguito (Tav. IV, 2), contenente all'interno gesso concrezionato e frammenti di boccaletti o di fini, fra i quali metà circa di uno color marrone, globulare, tipo Polada; - alla prof. di m 1,30, nell'angolo NE, si ragglunsero massi di gesso anneriti dal fuoco e a m 1,45 un focolare (che era probabilmente la prosecuzione di quello posto presso il pozzetto diaclasico del Sett. I): fra i molti frammenti ceramici misti a carbone e cenere, sono degne di nota due belle anse a gomito (Tav. III, 19).

- Ad iniziare da m 1,90 di profondità, si incontrano frequenti massi di gesso incastrati in una rientranza della parete (livello di scorrimento) fra i quali furono estratti: una fusaioia piatta intera (Tav. III, 17) e vari frammenti fittili: è degno di nota un bordino rovesciato verso l'esterno di un vasetto bucheroidale lucidato a stecca con motivo decorativo impresso;

- a m 2,75, addossata alla parete E in corrispondenza di un altro livello di scorrimento, fu rinvenuta una grossa macina di arenaria di foggia romboidale;

- a m 3, si incontrarono le litoclasti e , delle quali la prima è praticabile e scende con forte pendenza fino ai livelli inferiori della grotta. Tra l'apertura e il pozzetto diaclasico vennero tra l'altro un grosso raschiatoio di fanite verdastra (Tav. III, 16) e uno strano manufatto di foggia abbastanza regolare che sembra di scagliola (polvere di gesso disidratata ed impastata) e che presenta analogie con quelli rinvenuti nella grotta Serafino Calindri presso Bologna (BARDELLA & BUSI, 1972).

- Nel livello inferiore, sotto l'apertura , a m 3,50 circa di profondità dalla stessa, v'era un riempimento compatto con livelli di carbone: vi furono rinvenuti, oltre a vari frammenti fittili, una punta di freccia foliata con peduncolo ed alette di selce rossa, frammentata (Tav. III, 1) e uno strumento di selce ottenuto con larghi stacchi su una faccia ed un unico colpo sull'altra.

Il Settore IV, corrispondente all'estremità N del vestibolo (Tav. I, IV; Tav. II, sez. 5-6), dette la seguente stratigrafia:

- da m 0,00 a m 0,50 i tre livelli superficiali aventi le stesse caratteristiche di quelli del Sett. I;

- riempimento dell'antica età del bronzo scavato fino alla profondità di m 2,50 - 2,60, caratterizzato da: un livello antropico spesso 50 cm; un focolare inclinato da W a E spesso 30-35 cm (da m 0,95 a m 1,30); un secondo focolare meno inclinato spesso circa 35 cm (da m 1,30 a m 1,65 - 1,70); un livello antropico spesso 90 cm - 1 m nella parte centro-orientale (da m 1,60 a m 2,50) con focolare tra m 1,95 e m 2,25 e focolare a m 1,65 nella parte occidentale con sottostante riempimento antropico spesso 60 cm, cioè fino a m 2,25; alla base ed in posizione centrale, un nuovo focolare, inclinato verso l'ingresso, alla profondità di m 2,50 - 2,60, scavato fino a m 2,80.

In questo settore, tra m 1 e m 2,60 di profondità, si succedono dunque 4 focolari, evidenziati da livelli di carbone misto a ciottoli di selenite disidratata dal fuoco, con massi di gesso anneriti e concotti in superficie, che talvolta erano crollati in antico, talvolta erano stati sistemati di proposito. E' certo che furono sfruttate le rientranze

naturali e gli allargamenti rappresentanti antichi livelli di scorrimento delle acque lungo le pareti, forse anche perchè più riparati. E' però da supporre che focolari coevi non sempre si trovino al medesimo livello, poiché, per la presenza dei grandi massi franati, fra cui principalmente quello gigantesco inclinato da W a E, le genti preistoriche che abitarono la grotta dovettero adeguarsi a quelle che erano le sue caratteristiche morfologiche.

Fra i materiali scavati, che non è possibile descrivere analiticamente, si segnalano tuttavia i seguenti: fusaioia piatta in due pezzi (tra m 0,95 e m 1,10); vaso frammentato ma quasi completo di rozzo impasto con base piana e cordonatura sotto l'orlo, successivamente restaurato (Tav. IV, 3) rinvenuto a m 1,15 di profondità nell'angolo NE; tra i massi franati e la parete E, tra m 2,10 e m 2,15: spatola d'osso frammentata, confrontabile con quella rappresentata in tav. XXII da PERONI (1959) (Tav. III, 6); oggettino d'osso di foggia fusiforme, spezzato in due parti (Tav. III, 5); oggettino di roma o bronzo appuntito, a sezione rettangolare, piegato quasi ad angolo retto per un colpo ricevuto; a m 2,25 di profondità, grandi frammenti di vasi uno dei quali del tipo riconducibile all'*unicum* della Tanaccia del quale già s'è detto in precedenza.

Il Settore V corrisponde al cunicolo a sezione triangolare (Tav. I, V; Tav. II, sez. 7-8). Lo scavo, che ha raggiunto la profondità di m 2 ed una lunghezza massima di m 2,50, ne ha messo in evidenza la morfologia di ampia fessura litoclastica diretta S-N ed inclinata W-E, con pareti modellate da livelli di scorrimento delle acque che, approfondendo gradualmente il loro corso, lambivano la parete E. Dalla profondità di m 1 rispetto al piano di calpestio inizia, lungo la parete W, una sporgenza rocciosa levigata che occupa circa metà luce del cunicolo. Quest'ultimo si allarga progressivamente verso il basso fino a raggiungere, alla base dello scavo, m 2,55; era quindi comodamente transitabile per le genti che si insediarono nella grotta.

I livelli antropici iniziano ad una profondità minore rispetto al vestibolo, essendo meno potente la copertura superficiale di sedimenti eolici. Infatti frammenti di vasellame fittile di età medievale e romana sono stati rinvenuti alla profondità di 30 cm. Alla profondità di m 0,85, lungo la parete W, furono rinvenuti frammenti di ceramica grigia lavorati al tornio; si segnalano inoltre due frammenti a vernice nera di tipo campano, verosimilmente del I sec. a.C., del quali uno reca un motivo decorativo. E' da notarsi però che circa alla stessa profondità e nelle immediate vicinanze si trovavano frammenti di ceramica di rozzo impasto chiaramente di età preistorica.

Alla profondità compresa tra m 1 e m 1,50 i frammenti di vasellame fittile riferibili al bronzo antico aumentavano notevolmente di numero, associati ad alcuni rozzi strumenti e scarti di lavorazione di selce e fanite e ossa di animali. La ceramica era concentrata particolarmente al contatto con la parete, spintavi forse volutamente quando i vasi si rompevano; si segnalano alcune anse a gomito tipo Polada fra cui una con appendice ad ascia (Tav. III, 18) e parte della parete del relativo vaso (probabilmente di tipo tronco-conico con base piana sagomata a iacco. Alla profondità di m 1,10-1,20 fu rinvenuto un mestolino fittile dal manico frammentato (Tav. III, 14) che presenta molte analogie con uno inedito della Tanaccia ed un altro della Grotta del Re Tiberio (BENTINI, 1972, fig. 45 e che PERONI (1971) attribuisce alla *facies* di Polada (fig. 19, 26; p. 54).

Alla profondità di m 1,50-1,60 si trovava un focolare, evidenziato da massi di gesso anneriti dal fuoco e da frammenti ceramici costipati sotto gli stessi (si segnala una splendida nasa a gomito tipo Polada unito ad un frammento di parete color rosso lucidato a stecca) molto litti e frammisti a frustoli di carbone e terra nera concotta. Molti frammenti ceramici, per lo più di rozzo impasto, si rinvennero anche a quasi 2 m di profondità, concentrati particolarmente presso la parete E, ma anche verso il centro del cunicolo. Degna di nota inoltre una lamella di zanna con 3 forellini (Tav. III, 4) confrontabile con quella rappresentata alla tav. 7 della GUIDA DELLA PREISTORIA ITALIANA (1975), tipica della cultura della Conelle.

Il Settore III, posto a N del grande masso inclinato W-E, corrisponde all'intercapedine

(tra il masso stesso e la parete W, scavata per una lunghezza complessiva di m 5,50 e fino ad una profondità di m 2,20 circa (Tav. I, III). Lo sbancamento di questo settore fu iniziato nell'estate del 1973 da clandestini che hanno sconvolto contenuti. Proseguendo lo scavo nell'autunno successivo, si vide che il riempimento aveva completamente obliterato una larga diaclasi che, con direzione NE - SW, si inoltra fin sotto la parete W. I sedimenti risultarono pressoché sterili fino alla profondità di m 1,20-1,30, ove iniziava un focolare dello spessore di circa 40 cm poggiante su una lastra di alabastro, inizialmente suborizzontale ma che, internandosi verso W, assume una notevole inclinazione tanto che, al limite estremo del settore scavato, la si ritrova alla profondità di m 2,20, ove era posto un nuovo focolare, evidenziato da terriccio nerissimo, spesso 8-9 cm, ma contenente soltanto un frammento di ceramica annerito dal fuoco.

Nel focolare posto tra m 1,20-1,30 e m. 1,60-1,70, si rinvennero invece, oltre a ossa combuste, una grande quantità di frammenti ceramici di rozzo impasto e di grandi dimensioni, diversi dei quali decorati con cordoni plastici orizzontali, sub-verticali ed obliqui, impressioni a unghiate e polpastrello sul bordo, associati ad anse ad anello, a gomito, prese a linghetta, fusaiole piatte (Tav. IV, 8; Tav. IV, 9; Tav. III, 20).

Gli strumenti litici consistono in un percottitoio di selce e in pochi rozzi strumenti, nuclei e scarti di lavorazione di selce locale, ftanite e arenaria (Tav. III, 15); quelli d'osso in un punteruolo su osso con articolazione basale rotto in due parti (Tav. III, 13), simile a quello rappresentato in fig. 20, II, p. 59 da PERONI (1971) (vedasi anche Tav. XXII, D2 in PERONI 1959), un piccolo dente forato e un segmento di *dentalium* levigato, un ago crinale incompleto (Tav. III, 10) e una zanna di maiale o cinghiale perforata (Tav. III, 11). Di bronzo è stato rinvenuto un solo oggettino contorto di uso incerto.

Nel focolare, in un livello nerissimo, venne rinvenuta inoltre una mandibola umana isolata, con 7 denti e 12 alveoli, appartenente ad un bambino dell'età di circa 6 anni.

Asportando un frammento della lastra di alabastro, si è visto che sotto v'è un riempimento costituito da una breccia di selenite e alabastro.

La tipologia della ceramica rinvenuta nel Settore III, contrariamente alle risultanze degli scavi degli altri settori, rimanda al bronzo tardo (cultura subappenninica). Ciò sarebbe in accordo con quanto riscontrato nella vicina Tanaccia di Brisighella (SCARANI, 1962) ed in altre grotte della Vena del Gesso emiliano-romagnola, in particolare la Grotta del Farneto (BERMOND MONTANARI & RADMI, 1954-55) e la Grotta Serafino Calindri (BARDELLA & BUSI, 1972), ove si ha la stessa situazione: una frequentazione nel bronzo antico e nel bronzo recente con probabile continuazione nel bronzo finale (BERMOND MONTANARI, 1976 a). Il problema è che nella Grotta dei Banditi non sembra esservi una diretta sovrapposizione delle due fasi, essendo i materiali del bronzo recente concentrati non solo unicamente nel Settore III, ma ad una profondità tale che coincide coi livelli del bronzo antico. L'unica spiegazione plausibile, allo stato attuale delle cose e salvo risultati diversi in seguito ad ulteriori scavi, potrebbe essere che i subappenninici abbiano occupato per il loro insediamento soltanto la diaclasi che si interna sotto la parete W poiché non utilizzata, per motivi che ci sfuggono, nel bronzo antico e pertanto non obliterata dal riempimento antropico. Un indizio in tal senso potrebbe ricavarvi dal fatto che, in corrispondenza della nicchia che si apre nella parete W, molto vicino all'attuale piano di calpestio della grotta, durante lo scavo è stata incontrata una sacca semivuota.

CONFRONTI

Per i reperti della fase iniziale dell'insediamento della Grotta dei Banditi, i confronti più stringenti si hanno con quelli della vicina Tanaccia di Brisighella, che la BERMOND MONTANARI (1976 a, 1976 b) attribuisce al bronzo antico con ascendenze del vaso campaniforme ma con elaborazione nuova dei motivi decorativi (triangololetti incisi, linee

punteggiate e tratteggiate, decorazione metopale ecc.); vi sono poi frammenti ceramici che, secondo la stessa BERMOND, risentono dell'influenza della cultura della Conelle per la decorazione con punzonatura profonda a crudo di motivi a fasce di punti (vedasi tav. 69 di PREISTORIA DELL'EMILIA E ROMAGNA, I, 1962). In particolar i boccaletti con forma a sacco, labbro leggermente sporgente a ansa a gomito impostata sull'orlo o poco al di sotto di esso ed i vasi tronco-conici con base piana sagomata a tacco, anch'essi con anse a gomito, farebbero ascrivere i livelli del bronzo antico della Tanaccia alla cultura di Polada nelle sue fasi 1 e 2A.

Per tali livelli (e per quelli di S. Agnese di Borgo Panigale e di Fosso Conicchio presso Viterbo) PERONI (1971) ha proposto invece la denominazione di "aspetto culturale o facies di Asciano", poiché fra le ceramiche di tipo Polada alcune sono decorate con una particolare sintassi geometrica che trova perfetto riscontro con quella delle ceramiche provenienti dai livelli soprastanti quello eneolitico nel Riparo la Romita di Asciano (PERONI 1962-63, pp. 326 ss., livelli 7 e 8). Sebbene ammetta che lo specifico patrimonio culturale della facies di Asciano si riduce a ben poco, come alcune fogge vascolari ed un particolarissimo stile e tecnica di decorazione della ceramica (le cui ascendenze peraltro risalgono chiaramente al bicchiere campaniforme), tanto che si può dire che la sua peculiarità è l'eclettismo che assorbe gli elementi acquisiti e riesce ad amalgamarli, il Peroni formula l'ipotesi che l'economia di Asciano contrasti nettamente con Polada, ove l'agricoltura ha importanza centrale. Anche se non vi sono prove oggettive ma tutt'al più qualche tenue indizio, almeno una parte delle popolazioni di Asciano sarebbe stata dedita al nomadismo periodico tipico dei gruppi pastorali; e nelle sue comunità ristrette, con insediamenti poco duraturi, sarebbe da riconoscere la componente primaria della civiltà appenninica.

Si spiegherebbe così, in Romagna, la loro preferenza per le zone d'alta collina ove avrebbero trovato condizioni ambientali più favorevoli per il loro tipo di economia. In particolare nel territorio gravitante su Faenza, gli insediamenti attribuibili con sicurezza al bronzo antico sembrano essere ubicati quasi esclusivamente in zone elevate e in modo preponderante lungo la Vena del Gesso che si sviluppa trasversalmente alle vallate comprese tra il Lamone e il Santerno, la cui linea di cresta costituisce un'importante via di comunicazione per le genti eneolitiche e dell'età del bronzo (BENTINI, 1977). Le stazioni note sono quasi tutte in grotta: basti citare la Tanaccia e la Grotta del Re Tiberio, cui si aggiunge ora la Grotta dei Banditi in posizione intermedia tra esse.

Da alcuni Autoriviani però contestata l'attribuzione alla cultura di Asciano della facies della Tanaccia sia per l'alta percentuale di forme dell'orizzonte di Polada (ASPES & FASANI, 1975), sia poiché, non essendo stata la facies della grotta romagnola ancora segnalata nell'Emilia occidentale, dovrebbe riguardarsi più sotto il profilo locale che sotto quello dell'evoluzione cronologica (BARFIELD, 1975).

CONCLUSIONI

In ogni caso bisogna rilevare che, malgrado le molte analogie, tra la Tanaccia e la Grotta dei Banditi vi sono pure notevoli e significative differenze: la prima infatti fu utilizzata per scopi funerari e ancor più di culto, come fanno pensare la presenza di vasellame di esecuzione ed impasto raffinato e dei piccolissimi vasetti "votivi" molto simili a quelli rinvenuti a centinaia nella Grotta del Re Tiberio (VEGGIANI, 1957).

La cattiva esposizione a N della Tanaccia, malgrado la vastità dell'ambiente iniziale, ne dovette inoltre limitare l'uso come abitazione. Nella Grotta dei Banditi si ha invece un vero e proprio insediamento per la sua felice ubicazione ed esposizione, cosa del resto dimostrata dall'ininterrotta serie di focolari contenenti grandissima quantità di resti di pasti.

Inoltre il vasellame è costituito quasi esclusivamente di ceramica di rozzo impasto,

d'uso corrente, annerita dal fuoco e spezzatasi per l'uso. Le numerose anse a gomito di tipo Polada sono pertinenti a grandi Vasi tronco-conici con base piana sagomata a tacco e non ai classici poculetti trovati in numero rilevante alla Tanaccia, spesso integri ed alcuni capovolti ed associati a resti umani e di canidi con evidente significato rituale (SCARANI, 1962). Nella Grotta dei Banditi si sono invece rinvenuti pochissimi frammenti di tali poculetti e mancano inoltre del tutto ceramiche decorate con motivi di ascendenza del vaso campaniforme e di influenza della cultura delle Conelle; il che tra l'altro si pone come notevole divergenza anche rispetto alla *facies* di Asciano. Molto comuni e spesso di raffinata esecuzione sono invece i pendagli da zanne di cinghiale o maiale, ornamenti questi caratteristici della cultura delle Conelle, ma frequenti anche alla Tanaccia, come pure denti e conchiglie fossili: forate e strumenti d'osso.

La mandibola umana rinvenuta isolata nel focolare del Sett. III della Grotta dei Banditi non costituisce un fatto nuovo per quanto concerne i rituali funebri testimoniati nelle grotte emiliano-romagnole; va però rilevata la precisa concordanza con la Grotta S. Calindri, ove l'unico resto osteologico umano è rappresentato appunto da una mandibola appartenente a un individuo di circa sei anni, rinvenuta nella parte inferiore del primo livello (BARDELLA & BUSI, 1972). Tracce di sepolture sono state trovate anche in altre grotte della Vena del Gesso: Grotta del Farneto (FRASSETTO, 1905) e vicino Sottoroccia (FACCHINI, 1962; 1971, 1972a), Tanaccia (SCARANI, 1962; FACCHINI, 1964; BENTINI, 1970), Grotta del Re Tiberio (SCARABELLI, 1972; BENTINI, 1972; FACCHINI, 1972b), Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola (FANTINI, 1934; BENEDETTI, BERTOLANI & ROSSI, 1972; FACCHINI, 1972c; ma, salvo poche eccezioni, le ossa umane si rinvennero smembrate ed associate sporadicamente ai resti delle industrie ed alle ossa di animali. Si può pertanto concludere che troppo scarse rimangono, allo stato attuale delle cose, le notizie e i dati di scavo per ricostruire anche ipoteticamente un rituale funerario.

Il crollo del vestibolo della Grotta dei Banditi (e della parte iniziale del suo ramo inferiore, posto a q. 469,50) sembra essere coevo a quelli verificatisi in altre grotte preistoriche della Vena del Gesso emiliano-romagnola, fra cui la Tanaccia (SCARANI, 1962), la Grotta del Farneto ed il vicino Sottoroccia (SCAGLIONI, 1963; BERTOLANI & ROSSI, 1972), la Grotta S. Calindri (BARDELLA & BUSI, 1972) e il Buco dei Buoi (U.S.B. - G.S.B., 1976) e sarebbe da mettere in relazione con il peggioramento climatico e i grandi dissesti idrogeologici delle ultime fasi dell'età del bronzo (iniziati nel X-IX sec. a.C. e protrattisi fin verso il VI sec. a.C.) che, a causa degli straripamenti e sovralluvionamenti dai corsi d'acqua, determinarono l'abbandono dei numerosi villaggi sorti nell'alta pianura a cavallo della pista pedemontana sul tracciato della quale i Romani avrebbero poi costruito, con opportune rettifiche, la *Via Aemilia* (MAYR, 1964; BERTOLANI MARCHETTI, 1968; VEGGIANI, 1973; BENTINI, 1977). I grandi massi all'ingresso della Grotta dei Banditi sono caduti dalla volta e si può individuare per tutti la loro superficie di distacco, che in alcuni casi si trova poche decine di centimetri al di sopra della loro attuale giacitura. Tale crollo comportò probabilmente l'immediato abbandono della cavità da parte delle genti subappenniniche, come alla vicina Tanaccia, e nei secoli successivi essa fu frequentata soltanto in modo sporadico, come attestano i reperti dell'età del ferro, romani, medievali e recenti.

BIBLIOGRAFIA

- ASPES A., FASANI L., 1975: *Aspetti e problemi dell'antica età del bronzo in Italia settentrionale*, Preistoria Alpina, 10 (1972): 79-84.
 BARDELLA G., BUSI C., 1972: *Testimonianze della civiltà subappenninica nella Grotta Serafino Calindri - Croara - Bologna*, Speleologia Emiliana, s. II, IV (7): 25-26.

- BARFIELD L.H., 1975: *Il periodo eneolitico nella provincia di Reggio Emilia*, Preistoria e Protostoria nel Reggiano - Ricerche e scavi 1940-1975, Tip. Tecnostampa, Reggio Emilia: 27-30.
 BENEDETTI B., BERTOLANI V., ROSSI A., 1972: *Studio archeologico-paleontologico della stazione in grotta*, Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola (24/E), Rass. Spel. It., XXIV (2): 131-139.
 BENTINI L., 1970: *Manufatti preistorici litici e in osso rinvenuti in Romagna*, Studi Romagna, XXI: 285-311.
 BENTINI L., 1972: *Le ultime scoperte paleontologiche nella Grotta del Re Tiberio (36 E/RA)*, Atti VII Conv. Spel. dell'Emilia-Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, Mem. X Rass. Spel. It.: 190-205.
 BENTINI L., 1977: *I centri economici e abitativi nel faentino in età pre e protostorica*, Atti del Convegno "Parlamo della nostra Città", a cura del Comune di Faenza, Tip. Grafica Artigiana, Castelbolognese: 13-64.
 BERTOLANI MARCHETTI D., 1968: *Ricerche palinologiche in relazione agli eventi climatici in epoca storica*, Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, XCIX: 136-144.
 BERTOLANI M., ROSSI A., 1972: *Osservazioni sui processi di formazione e di sviluppo della Grotta del Farneto (Bologna)*, Atti VII Conv. Spel. dell'Emilia-Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, Mem. X Rass. Spel. It.: 127-136.
 BERMONT MONTANARI G., 1976 a: *L'eneolitico e il bronzo nell'Emilia Romagna*, Atti Riun. Scient. Istit. II, Preist. Protost.: 137-161.
 BERMONT MONTANARI G., 1976 b: *La preistoria fino all'età del bronzo, storia dell'Emilia Romagna*, I, University Press, Bologna: 41-62.
 BERMONT MONTANARI G., RADILLI A.M., 1954-55: *Recenti scavi nella Grotta del Farneto*, Bul. Paleol. It., IX (n.s.), 64: 157-169.
 DE GASPERI G.B., 1912: *Appunti sui fenomeni carsici nei gessi del Monte Mauro*, Riv. Geogr. It., XIX (III-IV): 319-326.
 FACCHINI F., 1962: *Resti scheletrici umani rinvenuti presso la grotta del Farneto (Bologna)*, Preistoria dell'Emilia e Romagna, I, A. Forni, Bologna: 167-213.
 FACCHINI F., 1964: *Osservazioni sui resti scheletrici della Tanaccia di Brisighella (Ravenna)*, Studi Etruschi, s. II, XXXII: 143-155.
 FACCHINI F., 1971: *Nuovi rinvenimenti scheletrici umani nel deposito sottoroccia della grotta del Farneto*, Arch. Antrop. Etnol., CI: 147-166.
 FACCHINI F., 1972 a: *I reperti osteologici della stazione del Farneto e il loro interesse antropologico*, Atti VII Conv. Spel. dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, Mem. X Rass. Spel. It.: 117-126.
 FACCHINI F., 1972 b: *Note su alcuni resti scheletrici umani rinvenuti nella Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, Ravenna)*, Atti VII Conv. Spel. dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, Mem. X Rass. Spel. It.: 280-286.
 FACCHINI F., 1972 c: *Note antropologiche sui reperti scheletrici della Grotta della Faibola (Bologna)*, Rass. Spel. It., XXIV (2): 140-145.
 FACCHINI F., 1975: *Le antiche popolazioni del territorio emiliano-romagnolo. Sintesi antropologica*, Emilia Preromana, 7: 299-324.
 FACCHINI F., MINELLI TELESCA A., 1975: *Le antiche popolazioni del territorio emiliano-romagnolo. Catalogo antropologico*, Emilia Preromana, 7: 325-370.
 FANTINI L., 1934: *Le Grotte Bolognesi*, Off. Graf. Combattenti, Bologna.
 FRASSETTO F., 1905: *Frammenti di scheletri umani rinvenuti nella Grotta del Farneto presso Bologna*, Proteus, III (II-III).
 GRUPPO SPELEOLOGICO "CITTA' DI FAENZA" - GRUPPO SPELEOLOGICO "VAMPIRO"
 FAENZA, 1964: *Le cavità naturali della Vena del Gesso tra i fiumi Lamone e Senio*, Faenza.
 MANSUELLI G.A., SCARANI R., 1961: *L'Emilia prima dei Romani*, Il Saggiatore, Milano.

- MAYR F., 1964: *Untersuchungen über Ausmass und Folgender Klimaund Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit*, Zeitschrift für Geomorphologie, VIII (3): 257-285.
- PERONI R., 1959: *Per una definizione dell'aspetto culturale "subappenninico" come fase cronologica a sé stante*, Atti Accad. Naz. Lincei, VIII, IX (1).
- PERONI R., 1962-63: *La Romita di Asciano (Pisa), riparo sotto roccia utilizzato dall'età neolitica alla barbarica*, Bull. Palaeol. It., LXXI-LXXII: 251-442.
- PERONI R., 1971: *L'età del bronzo nella penisola italiana*, I, *L'antica età del bronzo*, Olschki, Firenze.
- RADMILLI A.M. e COLLABORATORI, 1975: *Guida della preistoria italiana*, Sansoni, Firenze.
- SCAGLIONI A., 1963: *La Grotta del Farneto (prov. di Bologna): Morfologia e genesi*, Atti IX Congr. Naz. Spel., Mem. VII Rass. Spel. It., 2: 87-93.
- SCARABELLI GOMMI FLAMINI G., 1872: *Notizie sulla caverna del Re Tiberio - Lettera del Senatore G. Scarabelli al chiarissimo signor professore Antonio Stoppani (nella seduta del 25 febbraio 1872)*, Atti Soc. It. Sc. Nat., XVI (V); pp. 20 (estr.).
- SCARANI R., 1962: *Gli scavi nella Tanaccia di Brisighella*, Preistoria dell'Emilia e Romagna, I, A. Forni, Bologna: 253-285.
- SCARANI R., 1965: *Sui riti funebri nelle preistoria emiliano-romagnola*, Emilia Preromana, 5 (1956-64): 139-270.
- U.S.B. - G.S.B., 1976: *Il Buco dei Buoi (29 E1B0)*, Bologna.
- VEGGIANI A., 1957: *La Grotta del Re Tiberio nei gessi di Rivola*, Studi Romagnoli, VII: 667-691.
- VEGGIANI A., 1973: *Prove e considerazioni su due periodi di dissesti idrogeologici nella Pianura Padana in epoca storica*, Atti Off. 3° Conv. Naz. studi sui problemi della Geol. Applicata, Firenze: 157-164.

GRUPPO SPELEOLOGICO IMPERIESE C.A.I.

Gilberto Calandri, Carlo Grippa, Luigi Ramella

LA PREISTORIA NELLE GROTTA DELLA VALLE ARGENTINA

RIASSUNTO

Breve esame di dieci stazioni preistoriche in grotte della Valle Argentina, di cui quattro segnalate per la prima volta.

Segue l'analisi dell'evoluzione culturale dei Liguri montani della Valle Argentina dal Neolitico superiore alla prima età del Ferro.

SUMMARY

Brief description of ten prehistoric settlements in caves of the Valle Argentina, four of which are described for the first time.

The cultural evolution of Ligurian mountain populations is examined from Upper Neolithic age to the Early Iron age.

Negli ultimi vent'anni in Valle Argentina (IM) sono state effettuate (ad opera principalmente del Gruppo Ricerche di Sanremo guidato da M. Ricci) diverse scoperte e campagne di scavo in cavità sepolcrali: gran parte dei risultati sono tuttora inediti o scarsamente conosciuti.

In questa nota vengono segnalate per la prima volta quattro importanti stazioni di ritrovamento, oltre a dati inediti di altre grotticelle sepolcrali, che permettono di documentare il popolamento della vallata dal Neolitico sup. all'Età del Ferro.

Il torrente Argentina ha uno sviluppo di 24 Km. da Nord a Sud, ed occupa la parte centrale della Provincia di Imperia. La vallata ha una forma grossolanamente ellittica molto aperta nella parte alta con grandi pendii prativi, al disopra dei 1000 metri, che hanno favorito gli insediamenti pastorali sin dalla Preistoria e che rappresentano le naturali vie di transumanza con le Alpi Liguri e l'Alta Val Roia. I pascoli sono interrotti verso il fondovalle da imponenti falesie calcaree, ricche di cavità, difficilmente accessibili, che costituivano una difesa naturale.

L'Argentina anche lungo la media valle scorre profondamente incassata tra pendii molto ripidi, difficilmente antropizzabili; la valle si chiude con una profonda forra che sbarrava l'accesso al mare.

Le comunicazioni sino a tempi storici recenti, per le condizioni geomorfologiche e l'economia prevalente, si svolgevano attraverso le dorsali ed i valichi alpini: questo spiega in parte l'isolamento della vallata rispetto alla costa ed i legami con le popolazioni del Nizzardo.

GROTTA DELLA MADONNA DELL'ARMA

Si apre poco sopra l'attuale spiaggia tra Bussana e Taggia, dietro la chiesa omonima (1). Grotta scavata dall'erosione marina nel conglomerato pliocenico in corrispondenza di una fonte di sabbia: è una larga galleria dello sviluppo di ca. 60 m. con velli stalattitici ed

un ampio deposito sabbioso fossilifero.

A parte una segnalazione del Lupi alla fine dell'800 le ricerche furono portate avanti, a partire dal 1960, ad opera di Isetti e del Gruppo Ricerche di Sanremo. Gli scavi (1961-63) sono stati effettuati nella parte più interna (ISETTI G. et al. 1962).

La stratigrafia, approfondita sino al contatto con la spiaggia tirreniana a *Strombus* (Interglaciale Riss-Wurm), ha rivelato dal basso diversi strumenti (raschiatoi, *chopper*, *chopping-tool*, ecc.) riferibili all'inizio del Wurm. Le caratteristiche e l'età dei manufatti si collegano direttamente all'industria raccolta sulla spiaggia tirreniana della Barma Grande (Balzi Rossi, Ventimiglia).

I livelli superiori (databili al Wurm I) hanno rivelato industrie del gruppo del musteriani tipici ricchi di raschiatoi, con un progressivo aumento verso l'alto di strumenti di tipo levalloisiano. Fauna prevalentemente di tipo caldo.

Il giacimento è collegabile con i più importanti della Liguria occidentale (Balzi Rossi, Finalese). È l'unica stazione, anteriore al Neolitico, nell'area della Valle Argentina.

TANA BERTRAND

È situata sul versante occidentale del M. Faudò (2) in una zona di difficile accesso, ricoperta da fitta boscaglia. La grotta, aperta nel Fylsch ad Helminthoida (Cretaceo sup.) a prevalenza calcarea, allargata dalle acque di percolazione e da modesti processi clastici, è lunga una trentina di metri, costituita da un'allungata saletta, sconvolta dagli scavi, e da uno stretto cunicolo terminale.

Molti e disordinati gli scavi effettuati nella prima metà del secolo con asportazione di gran parte dei depositi: gli unici documentari sono quelli della Crowfoot (1906-1912) e del Gentile (1930-31) (BONZANO et al. 1977).

Tra i manufatti segnalati (buona parte dei reperti è probabilmente andata dispersa), oltre a diversi strumenti litici e in osso, significative sono le numerose perle "ad aletta" o a goccia di calcite bianca e due pendagli antropomorfi a carattere sessuale. Malgrado la mancanza di reperti in ceramica la datazione del corredo sembra risalire al tardo Eneolitico.

I resti umani, in giacitura sconvolta, appartengono almeno ad una decina di individui: di particolare interesse uno scheletro femminile completo (PARENTI-MESSERI 1962) che viene attualmente datato al Neolitico superiore o Lagoziano (3600-2650 a.C.). Lo scheletro è assegnato dal Charles (1977) al tipo strutturale Cordato (C₁): si tratta di un tipo di origine centroeuropea, derivato dal gruppo nord-atlantico, scarsamente rappresentato sulle coste del Mediterraneo, con esemplari nella Francia occidentale e nella penisola Iberica, e che manca completamente ad Est delle Alpi.

Seppure un solo scheletro non possa dare indicazioni definitive, tuttavia è significativa la derivazione occidentale del soggetto, contrapposto alla contemporanea (Neolitico sup. e medio) infiltrazione e diffusione di elementi di origine slovena (Nord-Est) e quindi di popolazioni della Val Padana in tutto il Finalese (Liguria occ.).

L'attribuzione dello scheletro al Neolitico sup., che arretra la datazione tradizionale, sembrerebbe in contrasto con alcuni manufatti. Tuttavia le condizioni di giacitura dei resti umani (con parte delle ossa ammucchiate da una parte o sparse vicino alle pareti) fanno pensare a sepolture in successivi periodi: non è da escludersi una ripresa delle sepolture nell'Eneolitico.

Inoltre la sepoltura indica l'abbandono, già dalla fine del Neolitico, della cavità per uso di abitazione.

RIPARO DI LORETO

Presso il paese di Loreto (Trìora) poco sopra la rotabile per Realdo alla base di un

enorme blocco di calcare nummulitico si apriva un riparo (3) di ca. venti metri quadrati in parte occupato da depositi pellici trasportati dalle acque di percolazione.

In questo deposito furono raccolti nel 1964 (RICCI 1967) alcuni strumenti litici e in osso, rari oggetti di ornamento, reperti ceramici, in genere in frammenti minuti, appartenenti ad una decina di vasi. Fra essi un vaso campaniforme, a pareti molto sottili, a lucidatura esterna, con una decorazione a fasce parallele impresse con motivo a rotella.

Il reperto è caratteristico dell'Eneolitico e lo stile "paneuropeo" lo collega a esemplari di Remedello, del Lazio e di alcune stazioni della Sicilia.

Il ritrovamento, fuori dalla cavità, anche di un'olla globulare e di un orciolo a bocca quadrata può far pensare ad un'appartenenza al Neolitico medio (la cultura dei vasi a bocca quadrata è tipica di questo periodo nella Liguria occidentale: Poltera, Arene Candide, ecc.) come ad un attardamento di facies.

ARMA DELLA GRA' DI MARMO

La cavità (4) è situata nella parte alta della grande falesia calcarea nummulitica del Luteziano che interrompe a meridione i pendii di Realdo.

Si tratta di una piccola cavernetta a pianta irregolare, lunga circa cinque metri, a sezione grossolanamente fusoidale con le pareti ricoperte da velli concrezionari: la genesi è dovuta all'azione corrosiva delle acque di percolazione (sono presenti solcature e incavature di corrosione) con modestissime manifestazioni chimoclastiche.

Il pavimento era costituito da un ampio deposito fossilifero asportato durante alcune campagne di scavo (dal 1962 al 1967) del Gruppo Ricerche di Sanremo diretto da M. Ricci (RICCI-LANTERI-MOTIN 1965, 1967, 1968).

La grotticella conteneva un vasto ossario in sepoltura comune con resti di oltre 60 individui e numerosissimi oggetti di corredo ricollegabili culturalmente alla fase dolmenica della Provenza (Eneolitico).

Tra i manufatti, oltre a strumenti in selce e due oggettini in rame (un ago e una perla biconica), un grosso vaso di rozza terracotta ad impasto e diverse decine di perle ad aletta (di cui una a croce), a goccia, ad anellino, ecc. che indicano precisi legami (assieme alla Tana Bertrand) con la cultura magalitica dell'area francoiberica.

Accanto alle sepolture collettive in fossa coperte da lastre di pietra, sono presenti ossa parzialmente combuste che indicano un rito inelinerario contemporaneo o posteriore alle altre sepolture.

Il complesso sembra appartenere all'Età del Bronzo, partendo dalla fase finale dell'Eneolitico.

ARMA DEL GASTEÀ

L'Arma del Gastea (o Mamela) (5) è una delle grotticelle che caratterizzano il vallone ad ovest di Borniga: cavità, nei calcari nummulitici, impostata su diaclasi verticale a direzione appross. Est-Ovest allargata dall'azione chimica delle acque percolanti lungo il piano della frattura. È costituita da una piccola galleria regolare lunga sei metri, larga ca. 1, a sezione triangolare in dipendenza della litoclasti.

Una campagna di scavo (luglio 1969) guidata da M. Ricci ha interessato tutto il deposito: pietrame superficiale e strato di terra bruna misto a clastici calcarei, oltre ad un basamento di terra giallastra concrezionata.

La cavità probabilmente usata esclusivamente per scopo funerario ha rivelato sepolture sconvolte rappresentate da ossa umane sparse appartenenti a diversi individui.

Gli oggetti di corredo sono costituiti, oltre che da un frammento di orlo di vaso a bocca quadrata, da due spilloni di bronzo con testa forata terminante a cono, da quattro conchiglie marine forate (*Neritua neritea*, *columbella*, *trochochea*, *turbinata*), cinque

selci scheggiate (due coltellini, un rettangolo, una scheggia ritoccata ed un nucleo a microlamelle) e quattro frammenti di ceramica ad impasto.

Il coccio di vaso a bocca quadrata (facies peculiare della Liguria occidentale - Finalese - nel Neolitico medio) indica una frequentazione della cavità, per motivi che non è possibile documentare, durante il Neolitico medio, oppure un attardamento di queste facies in epoche successive.

Probabilmente tutti gli altri manufatti fanno parte di corredi funerari databili all'ultima fase dell'Età del Bronzo.

GROTTE DI CREPPO

È un complesso di tre ampie caverne (389, 391, 392 Lit/M) che si aprono, alla base di un'imponente balza nei calcari marnosi del Lutenziano, sopra la rotabile un chilometro a monte di Creppo.

La cavità principale (6), una risorgenza fossile lunga ca. 200 m, inizia con un grande antro tagliato dall'arretramento del versante e allargato, come le altre due caverne, da processi termoclastici. Le cavità sino a tempi recentissimi hanno servito da abituale riparo per le greggi.

Dalle grotte di Creppo provengono quattro frammenti fittili (raccolti negli anni trenta da Hosmer Zambelli del Gruppo Speleologico "A. Mochi" di Imperia) depositati attualmente al Museo di Pegli: si tratta di 3 resti di dimensioni centimetriche ad impasto grossolano scuro, di cui uno a cordatura rilevata, e di un frammento di ceramica in pasta omogenea a grana fin di colore rossastro. Una datazione è impossibile (Eneolitico-Età del Bronzo?).

I resti ceramici più che riferirsi a sepolture sembrano indicare, unitamente ad ossa spezzate di ovini rinvenute, nella 389 Lit. durante un saggio di scavo (1964), l'uso della cavità come abitazione almeno temporanea. Le possibilità di ulteriori scoperte sono limitate dall'esiguità dei depositi.

IL PERTUSO

Al disotto delle grandi zone prative alle falde del M. Frontè, abituale punto di passaggio sin dalla preistoria, emergono dai sedimenti flyscioidi una serie di balze calcaree. Il Pertuso (7), alla base di una falesia di calcari grigi del Malm (Giura medio) fittamente fratturati, è una grotta a sviluppo complesso (130 m. ca.), impostata su un fascio di fratture irregolari a direzione appross. Est-Ovest, modificata da diffusi processi clastici. Nelle parti più interne le acque di stillicidio hanno determinato modesti depositi litochimici (mondmilch, veli stalattitici).

Un basso ingresso triangolare immette in una saletta con il suolo appianato, probabilmente nei secoli scorsi, per il ricovero del bestiame. Dalla saletta partono due cunicoli discendenti, in parte occupati da clastici: quello di destra termina in una sala con varie diramazioni.

Tutto questo tratto era occupato (e in parte lo è tuttora) da un grande deposito di ossa umane in cattivo stato di conservazione, probabilmente appartenenti ad alcune decine di individui di varia età (anche bambini e giovani).

I resti si presentano sparsi, in parte coperti da terriccio e pietrame: la sepoltura con ogni probabilità avveniva gettando i corpi appena oltre l'ingresso e forse ricoprendoli di pietre. Le acque, e forse gli animali, hanno provveduto a disperdere le ossa all'interno. L'inumazione ricorda quella ad "aven" diffusa nelle vicine zone francesi (cfr. anche Garb du Diav).

In superficie, in mezzo all'ossario, nella parte più interna della cavità furono raccolti

(M. Ricci) un boccale carenato ad ansa ad anello, a superficie levigata bucceroide spezzato in più frammenti, una ventina di perline ad anello ricavate da conchiglia, un centinaio di frammenti minutissimi di ceramica difficilmente determinabili, ed una perline di pasta vitrea, a tre segmenti, di colore verde-azzurro.

La sepoltura comune è riferibile al Bronzo medio. Infatti il boccale carenato è tipico della cultura padana della Polada, che interessa la prima e la media età del Bronzo. Di particolare interesse la perline in pasta vitrea (Falcone beads), unica dell'Italia settentrionale e peninsulare, di sicura origine egizia o micenea, è databile al Miceneo III A 2 del Farumark (1400-1300 circa a.C.).

GARB DU DIAV

Si apre con un foro subcircolare a metà di un'imponente falesia, nei calcari mammoso-arenacei del Lutenziano, che sbarrano la valle Infernetto (ramo d. dell'Argentina) (8). È costituito da un condotto ascendente di erosione-corrosione tagliato dall'arretramento del versante occupato da un grande deposito di clastici instabili a varia granulometria che, dopo una quindicina di metri, ostruiscono la cavità.

Raggiunto nel 1971 del Gruppo Speleologico Imperiese C.A.I. rivelò in superficie, misto al pietrame, numerosi frammenti ossei appartenenti probabilmente ad un solo individuo adulto, diverse ossa spezzate di animali e un ricco corredo in bronzo rappresentato da otto armille scolari, un collare ritorto, a "torques", ed un anellino (CALANDRI 1973).

Successivamente quaranta metri più in alto, sul bordo della balza, fu individuato un pozzo, sezionato dall'arretramento della falesia, seguito da una galleria (9) occupata da clastici, impostata su una litoclasti subverticale, a direz. Est-Ovest, corrispondente a quella del sottostante Garb du Diav. Le due cavità sono separate da un riempimento potente una quindina di metri.

I reperti provengono da un'unica sepoltura, probabilmente di un capo, visto la ricchezza del corredo: il corpo gettato nella grotta superiore era stato intenzionalmente ricoperto da pietrame. Data l'entità del deposito è probabile la presenza di altre sepolture.

Le armille in bronzo, che rappresentano un corredo unico nella Liguria occidentale, sono caratterizzate da una decorazione a stampo con un motivo centrale a tripla ellissi affiancato simmetricamente da fasce di tre linee verticali e ricurve intercalate da tacchettature e puntini.

I manufatti metallici si collegano, per forma e decorazioni, e secondariamente per la tipica sepoltura ad "aven", con le più evolute civiltà pastorali e montane del Nizzardo. Probabilmente sono da datarsi alla prima età del Ferro (CALANDRI).

TANA DELLA VOLPE

È una piccola cavità sepolcrale (10) (lung. 8 m) situata sulla sponda destra dell'Argentina. L'ingresso di difficile accesso, alla base di una falesia di calcari nummulitici del Lutenziano, immette in una bassa stanzetta irregolare, seguita da un angusto cunicolo tra i massi con modestissimi depositi calcitici. La genesi è dovuta a processi termoclastici e di corrosione carsica su un incrocio di litoclasti.

Lo scavo (Ricci-Lorenzelli, agosto 1972), effettuato su tutto il deposito (ca. 1 m di potenza) della saletta iniziale, ha portato al ritrovamento di circa 200 resti sparsi di ossa umane appartenenti a diversi individui. Gli animali che in seguito hanno scavato la tana nella cavità, e forse le successive inumazioni, hanno sconvolto le sepolture.

I manufatti sono rappresentati da un centinaio di frammenti ceramici di vasi ad impasto molto grezzo. Diversi frammenti presentano la caratteristica decorazione "a

unghiate" tipo Rossiglione.

Le decorazioni "ad unghiate" e "a stecca" presenti su alcune parti dei vasi sono tipiche dell'Età del Ferro dei castellieri liguri. Le forme vascolari e il tipo della decorazione perdurano fino alla romanizzazione del territorio (II sec. a.C.) Secondo il Ricci, allo stato attuale delle ricerche, la datazione più probabile del complesso si colloca all'Età del Ferro, intorno al VII-VI secolo a.C.

Particolarmente significativa è la permanenza, anche durante la civiltà dei castellieri, dell'utilizzazione della cavità a scopo sepolcrale e del rito dell'inhumazione.

CAVERNETTA DI MONTE GRANGE

Nel 1964 in seguito all'apertura di una strada alla luce, sul M. Grange presso Arma di Taggia, alla foce dell'Argentina, una piccola cavernetta (11), parzialmente artificiale, scavata tra il conglomerato poligenico e la sabbia argillosa del Pliocene.

L'esame dei depositi ha fornito (FREDIANI et al. 1967) abbondante materiale, in pessimo stato di conservazione, rappresentato da un centinaio di frammenti di vasi funerari, appartenenti a due tipi differenti, misti a cenere, carboni e minuscoli frammenti di osso, facenti parte di almeno tredici vasi.

Quattro di questi ricostruiti parzialmente e restaurati presentano pareti molto fini, con sottilissima ingubbiatura di argilla accuratamente levigata a stecca, priva di lucidatura, a tinte varie per diversa cottura delle parti dei vasi. Un'altro vaso a superficie ruvida e spesso è caratterizzato da decorazioni a scanalature dovute ad impressioni digitali, tipica della cultura dei Campi di urne.

Il materiale presenta facies direttamente riferibili ai ritrovamenti della Francia meridionale (Narbonne). Attualmente le sepolture paiono da porsi alla prima età del Ferro (cfr. anche TINE' 1974), legate forse all'arrivo dei primi Indoeuropei.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

A parte il Paleolitico la cui unica stazione sulla costa si spiega con lo scarso numero di abitanti e le difficoltà di antropizzazione del retroterra, le nuove ricerche permettono di documentare, attraverso le cavità sepolcrali, il popolamento della vallata a partire dal Neolitico superiore. I pochi ed incerti frammenti di vasi a bocca quadrata rendono dubbia, almeno per il momento, la frequentazione nel Neolitico medio.

L'utilizzazione delle grotte per usi funerari, a differenza di quanto sinora ipotizzato, sembra proseguire, senza soluzione di continuità, per tutta l'età del Ferro, forse sino all'avvento dei Romani.

Le ultime scoperte confermano il perdurare, nella zona montana, della sepoltura ad inumazione anche durante la civiltà dei castellieri (Età del Ferro), pur se talora sono presenti contemporaneamente (v. Arma della Grà di Marmo) resti di ossa combuste. La tomba ad incinerazione di M. Grange sulla costa, forse legata all'avvento dei nuovi riti portati dagli Indoeuropei, può confermare il tradizionale conservatorismo delle popolazioni liguri montane.

Nel complesso la posizione delle cavità sepolcrali evidenzia un popolamento attestato principalmente lungo la media ed alta valle, a quote relativamente elevate, in stretta dipendenza delle condizioni morfologiche, legate cioè alla disponibilità di pascoli.

La varietà e l'ampiezza dei corredi funerari rivelano una ricca civiltà a carattere pastorale, lenta ad accettare influenze culturali esterne (cfr. gli atterdamenti di facies), ma abbastanza progredita socialmente e aperta agli scambi commerciali.

I nuovi reperti di insospettata ricchezza e valore artistico (armille, ecc.), oltre all'eccezionale perline in pasta vitrea del Pertuso, testimoniano la possibilità di contatti

con popolazioni lontane e soprattutto documentano ampiamente i profondi vincoli socio-culturali con le limitrofe aree francesi.

BIBLIOGRAFIA

- BONZANO C., GRIPPA C., RAMELLA L., 1977 - *La Tana Bertrand sul Monte Faudo (Mf.)*. Riviera dei Fiori, a. XXXI, n. 6, pp. 8-19, Imperia.
- CALANDRI G., 1972 - *Grotte della Provincia di Imperia. Elenco catastate dal n° 570 al n° 751 L.I.I.M.* Ann. Prov.le Imperia, pp. 1-50, Imperia.
- CALANDRI G., 1973 - *Scoperte paleontologiche in Valle Argentina*. Rass. Spel. Ital., a. XXV, fasc. 1-4, pp. 194-195, Como.
- CALANDRI G., - *Una cavità sepolcrale della prima età del Ferro in alta Valle Argentina*. [Prov. di Imperia]. Atti del XII° Congr. Naz. di Spel., S. Pellegrino 1974 (in corso di stampa).
- CHARLES R.P., 1977 - *Contribution à l'anthropologie préhistorique de la Ligurie*. Cahiers ligures de préhistoire et d'archéologie, a. XXIV, 1975, pp. 116-140, Cuneo.
- CODDE' E.E., 1955 - *L'attuale situazione del catasto speleologico ligure*. Rass. Spel. Ital., vol. VII, fasc. 4, pp. 179-215, Como.
- FREDIANI F., RICCI M., PALLARES F., 1967 - *Una tomba della fine dell'Età del Bronzo ed altri ritrovamenti sul M. Grange [Taggia]*. Rivista Ingauna e Intemelina, N.S., a. XIX, 1964, n. 1-4, pp. 61-65, Bordighera.
- ISETTI G., DE LUMLEY H., MISKOVSKI J.C., 1962 - *Il giacimento musteriense della Grotta dell'Arma presso Bussana [Sanremo]*. Rivista di Studi Liguri, a. XXVIII, n. 1-4, pp. 5-114, Bordighera.
- L.N., 1976 - *Un pozzo funerario dell'età del Bronzo presso Bornaiga [Realdo]*. Rivista Ingauna e Intemelina, N.S., a. XXVII, n. 1-4, 1972, pp. 107-110, Bordighera.
- PARENTI R., MESSERI P., 1962 - *I resti scheletrici umani del Neolitico Ligure*. Paleontographia Italica, v. L, 1955, pp. 1-34, Pisa.
- RICCI M., 1967 - *Un vaso campaniforme nell'alta Valle Argentina [a Loreto presso Triora]*. Riv. Ingauna e Intemelina, N.S., a. XIX, n. 1-4, 1964, pp. 56-59, Bordighera.
- RICCI M., LANTERI MOTIN E., 1965 - *Una cavernetta sepolcrale eneolitica a Realdo*. Riv. Ingauna e Intemelina, N.S., a. XVIII, n. 1-4, 1963, pp. 93-95, Bordighera.
- RICCI M., LANTERI MOTIN E., 1967 - *Nuovi scavi nella cavernetta di Realdo*. Rivista Ingauna e Intemelina, N.S., a. XIX, n. 1-4; 1964, pp. 60-61, Bordighera.
- RICCI M., LANTERI MOTIN E., 1968 - *La terza campagna di scavo nella grotta sepolcrale eneolitica di Realdo*. Riv. Ingauna e Intemelina, N.S., a. XX, n. 1-3, 1965, pp. 66-69, Bordighera.
- TINE' S., 1974 - *Il neolitico e l'età del Bronzo della Liguria alla luce delle recenti scoperte*. Atti della XVI Riunione Scientifica. Ist. Italiano di Preistoria e Protostoria, 1973, pp. 37-54, Firenze.

RINGRAZIAMENTO

Desideriamo ringraziare vivamente Massimo Ricci del Gruppo Ricerche di Sanremo che ci ha comunicato i risultati inediti delle campagne di scavo.

NOTE

- (1) GROTTA DELLA MADONNA DELL'ARMA (103 Li/IM). Comune: Taggia, Fra.: Bussana. Tav. IGM 1:25000 102 II NE Bussana. Coord. geogr.: Longitudine (W da M. Mario) 4° 36' 25" - Latitudine 44° 49' 39". Quota: 10 m s.l.m.

(2) TANA BERTRAND (104 Li/IM). Com.: Badalucco, Loc.: Costa Bertrand. Tav. IGM 1:25000 102 I SE Taggia. Coord. Geogr.: Long.: 4° 35' 14",5 - Lat.: 49° 54' 48", Quota: 860 ca.

(3) RIPARO DI LORETO. Comune: Triora, Fraz.: Loreto. Tav. IGM 1:25000 102 NO TRIORA. Coord. Geogr.: Long.: 4° 43' 01" - Lat.: 43° 59' 46" (appross.). Quota: 675 ca.

(4) ARMA DELLA GRA' DI MARMO (569 Li/IM). Com.: Triora, Fraz. Realdo. Tav. IGM 1:25000 91 II SO MENDATICA. Coord. geogr.: Long.: 4° 44' 01" - Lat.: 44° 01' 51", UTM LP 9747 7537. Quota: 985 ca.

(5) ARMA GASTEA (Arma Mamela) (597 Li/IM). Com.: Triora, Fraz.: Borniga, Loc.: Durcan. Tav. IGM 1:25000 91 III SE BRIGA MARITTIMA. Coord. geogr.: Long.: 4° 45' 17" - Lat.: 44° 01' 30". UTM LP 9577 7573. Quota: 1270 ca.

(6) GROTTA GRANDE DI CREPPO (Gr. Margot) (389 Li/IM). Com.: Triora, Fraz.: Creppo. Tav. IGM 1:25000 91 II SO MENDATICA. Coord. geogr.: Long.: 4° 41' 16" - Lat. 44° 01' 09". UTM LP 9708 7505. Quota: 840 ca.

(7) IL PERTUSO (610 Li/IM). Com.: Triora, Fraz.: Goina, Loc.: Valle del Pertuso. Tav. IGM 1:25000 91 II SO MENDATICA. Coord. geogr.: Long.: 4° 41' 23" - Lat.: 44° 02' 32". UTM LP 0099 7757. Quota: 1330 ca.

(8) GARB DU DIAV (Bucp del Diavolo) (803 Li/IM). Com.: Triora, Fraz.: Borniga, Loc.: Baussu Longu. Tav. IGM 1:25000 91 III SE BRIGA MARITTIMA. Coord. geogr.: Long.: 4° 45' 52" - Lat.: 44° 01' 27", 5. Quota: 1400 ca.

(9) GROTTA SOPRA IL GARB DU DIAV (804 Li/IM). Com.: Triora, Fraz.: Borniga, Loc.: Baussu Longu. Tav. IGM 1:25000 91 III SE BRIGA MARITTIMA. Coord. geogr.: Long.: 4° 45' 52" - Lat.: 44° 01' 27",5. Quota: 1440 m ca.

(10) TANA DELLA VOLPE (non cat.). Com.: Triora, Fraz.: Loreto. Tav. IGM 1:25000 102 I NO TRIORA. Coord. geogr.: Long.: 4° 43' 02" - Lat.: 43° 59' 31". Quota 680 ca.

(11) CAVERNETTA DI MONTE GRANGE. Com.: Taggia, Loc.: M. Grange, Tav. IGM 102 I SE TAGGIA. Coord. geogr.: Long.: 4° 35' 26" - Lat.: 43° 50' 32" (appross.). Quota: 190 ca.

GRUPPO SPELEOLOGICO AQUILANO

Carlo Console

SULLA POSSIBILITA' DI IMPIEGO DEL POLIURETANO ESPANSO NEL RECUPERO DI MATERIALE FOSSILE IN GROTTA

RIASSUNTO

Con questa breve nota si vuole proporre una nuova tecnica per il recupero di materiale fossile eventualmente rinvenibile in grotta, mediante un composto chimico, il poliuretano espanso, che ha la caratteristica di poter inglobare completamente l'oggetto scoperto. Si evita così il pericolo di deterioramento durante il trasporto dal luogo del ritrovamento all'esterno della cavità ipogea e da qui ai laboratori addetti allo studio e all'analisi del materiale.

SUMMARY

With this brief note I would like to propose a new process to recuperate fossil material eventually found in cave, done by a chemical-plastic substance, that has the characteristic to cover completely the object. In this way avoiding any danger of deterioration during the transport from the site where it was found to the outside of the cave and to the laboratories where the study and analyses of the material is done.

L'uso del poliuretano espanso si va diffondendo da qualche tempo in paleontologia in sostituzione delle vecchie tecniche della cosiddetta "camicia di gesso" per il recupero di materiale fossile ed in questa nota ne viene proposto l'impiego nelle pratiche della speleologia scientifica.

I poliuretani sono dei polimeri ottenuti mediante reazione di poliaddizione tra diisocianati ed alcoli polivalenti. I diisocianati a loro volta si preparano per reazione fra fosgene e una diammina. Sono materie plastiche con peso specifico molto basso e se ne trovano in commercio vari tipi a seconda dell'uso che se ne deve fare.

Il prodotto da noi provato è costituito da due componenti liquidi, A e B, che devono essere conservati in recipienti di materiale plastico a temperature non superiori ai 22° C (soprattutto il componente B perchè contiene fosgene). Al momento dell'uso i componenti vanno miscelati in proporzioni uguali facendo bene attenzione alla quantità di prodotto da utilizzare, perchè una volta ottenuta la reazione, in brevissimo tempo si avrà un aumento in volume di ben 30 volte l'originario. L'operazione di mescolamento va effettuata con energia e con estrema rapidità (5-7 secondi). La miscela deve essere colata sull'oggetto da inglobare quando ancora è liquida, perchè se la reazione è già avvenuta, e il poliuretano comincia ad espandersi, non è più possibile effettuarla, in quanto non si ha la completa aderenza del prodotto sull'oggetto. La reazione è leggermente esotermica quindi si sviluppa calore soprattutto durante l'aumento in volume del poliuretano.

Fatta questa premessa necessaria sulle modalità di impiego, di conservazione e sulla chimica del prodotto, è bene ora passare a vedere come si prepara il campione da inglobare e quale materiale sia indispensabile affinché la tecnica proposta si dimostri valida.

L'oggetto rinvenuto deve essere pulito (dei materiali che lo ricoprono) con dei pennelli per metà, o anche più, del suo spessore, e dopo aver effettuato con delle

COMMISSIONE GROTTA "E. BOEGAN"

Fulvio Gasparo

piccole spatole dei veri e propri vuoti al disotto dell'oggetto stesso, vuoti utili per il passaggio del prodotto e per una maggiore aderenza, si provvede a coprirlo con uno strato di carta di giornale. Fatta questa operazione si inumidisce il giornale e si crea attorno all'oggetto, con delle tavolette di compensato preventivamente preparate, la forma entro cui dovrà essere colato il poliuretano, ponendo particolare accortezza a rendere ben solidi i lati della forma rialzata, con del fango o dei sassi in modo da evitarne l'apertura al momento dell'espansione. Si prepara quindi il poliuretano versando i componenti in due bicchieri graduati diversi (o di carta o di plastica) in proporzioni uguali ed effettuando il mescolamento in un altro recipiente plastico con possibilità di chiusura. Dopo un'energica agitazione si vuota il contenuto del recipiente spargendolo con omogeneità nella forma preparata e si attende la completa espansione del poliuretano. Avvenuto l'aumento volumetrico, si tolgono le tavolette di compensato e si preleva il poliuretano con l'oggetto inglobato il cui volume, se in eccesso, può essere ridotto mediante semplici tagli effettuati con un coltello. Il tutto si mette in una busta di plastica e si introduce nel sacco speleo insieme a tutto l'altro materiale occorso per la preparazione. E' consigliabile, per evitare sprechi del prodotto, effettuare il mescolamento in piccole dosi successive fino a completa copertura dell'oggetto ritrovato.

Come si nota dalla presente descrizione, il poliuretano è particolarmente adatto per il recupero ed il trasporto di materiale fossile di facile deteriorabilità (frammenti di ossa, scheletri, ecc.) che viene rinvenuto in depositi di terra o di fango all'interno delle grotte. A questi pregi si aggiunge, quello del peso veramente contenuto del prodotto e degli accessori, sia prima che dopo l'utilizzazione. Inoltre presenta l'evidente possibilità di avere un calco "in negativo" dell'oggetto e del punto in cui lo stesso è stato rinvenuto.

A questo punto è bene fare un breve elenco del materiale da portare con sé per eventuali recuperi con il sistema del poliuretano: mezzo chilogrammo o più di prodotto, componenti A e B, in contenitori plastici; qualche giornale, possibilmente quotidiani; tavolette di compensato o di plexiglass; alcuni bicchieri di carta o di plastica; delle piccole spatole; dei pennelli; un coltello; alcuni sacchetti di plastica; un recipiente in materiale plastico con possibilità di chiusura in cui effettuare il mescolamento dei componenti.

Per concludere, mentre in generale il poliuretano risulta, come già detto, di facile trasporto in ogni condizione e tipo di grotta, altrettanto non si deve dire per quanto riguarda rinvenimenti di oggetti già di per sé voluminosi, nel qual caso si rende necessario un serio esame a tavolino sull'applicabilità del prodotto in questione.

RELAZIONE SUGLI ESPERIMENTI DI MARCATURA DELLE ACQUE FINORA EFFETTUATI NELLE CAVITA' DEL GRUPPO DEL MONTE CANIN (ALPI GIULIE OCCIDENTALI)

RIASSUNTO

Vengono descritti i risultati degli esperimenti di marcatura delle acque dei torrenti interni degli abissi Boegan, Gortani e Davanzo, sull'altopiano del Monte Canin (Alpi Giulie Occidentali, Italia), effettuati negli anni 1968-1975.

In tutti i casi è stato accertato che il punto principale di risorgenza è rappresentato dal Fontanon di Goriuda, la principale risorgiva carsica del versante italiano del gruppo del Monte Canin.

SUMMARY

The results of the experiments carried out in the years 1968-1975 in marking the waters of the underground streams in the caves named "Abisso Boegan", "Abisso Gortani" and "Abisso Davanzo", on the Mount Canin plateau [Western Julian Alps in Italy] are described.

In all cases it has been established that the main point of exit of the subterranean waters is that of the "Fontanon di Goriuda", the main spring of the Karst on the Italian side of the Mount Canin group.

PREMESSA

Negli ultimi quindici anni il Gruppo del Monte Canin è stato oggetto di intense ricerche speleologiche da parte dei Gruppi Grotte della Regione Friuli-Venezia Giulia, ricerche che hanno portato alla scoperta ed al rilevamento di oltre 500 cavità carsiche, fra cui figurano alcuni dei maggiori complessi ipogei d'Italia.

Parallelamente all'esplorazione delle più profonde cavità dell'altopiano, sono state effettuate dalla Commissione Grotte "Eugenio Boegan" - Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del C.A.I. - alcune prove di colorazione (con l'impiego di fluoresceina sodica) delle acque dei torrenti che percorrono i vani più profondi di alcune grotte del Canin.

Di queste esperienze viene data una relazione nella presente nota.

NOTE SULLA ZONA

Il Gruppo del Monte Canin appartiene al sistema orografico delle Alpi Giulie Occidentali.

La parte centrale del gruppo montuoso presenta un andamento secondo E-W ed è delimitata a N, S e SE dalle profonde incisioni vallive dei torrenti Raccolana e Resia e del Fiume Isonzo; lungo la linea di cresta principale corre il confine italo-jugoslavo.

Nella zona affiorano rocce carbonatiche mesozoiche. Le unità che maggiormente interessano, per il rilevante spessore, la vastità degli affioramenti e gli effetti del

carsismo profondo, sono rappresentate dalle formazioni della Dolomia Principale (Norianum partim; spessore affiorante m 300 ca) e del Dachstein (Norianum superiore-Retiano; spessore m 1000 ca), date rispettivamente da rocce prevalentemente dolomitiche e da calcari compatti.

Le caratteristiche della serie stratigrafica sono ben riconoscibili al versante meridionale della Val Raccolana.

La potente serie carbonatica è suddivisa da un sistema di importanti faglie subverticali con direzione generale secondo E-W in due strutture monoclinali, con immersione a N (monoclinale settentrionale) ed a S (monoclinale meridionale).

Le zone ove maggiore è lo sviluppo e la concentrazione del fenomeno carsico corrispondono ai vasti affioramenti di calcari del Dachstein della monoclinale settentrionale, che comprende le zone di altopiano in territorio italiano ed il versante S della Val Raccolana.

Sull'altopiano sono presenti vaste aree di rapido assorbimento delle acque meteoriche, il cui percorso è stato possibile seguirlo in qualche caso in profondità con le esplorazioni speleologiche.

Nella fascia inferiore della Val Raccolana - presso il contatto fra le formazioni del Dachstein e della Dolomia Principale - si trova una serie di sorgenti, delle quali di gran lunga la più importante (e l'unica a cui corrisponde una cavità esplorata) è il Fontanon di Goriuda, Fr 1 (+).

Al versante meridionale del Monte Canin (che appartiene alla monoclinale meridionale), nella valle dell'Isonzo (Jugoslavia) sono note sorgenti carsiche con notevole portata (Plusna, Boka, ecc.).

RELAZIONE SULLE ESPERIENZE ESEGUITE

Sono state finora condotte cinque esperienze di colorazione delle acque: tre hanno avuto per oggetto l'Abisso Gortani e le altre due gli abissi Boegan e Davanzo.

In tutti i casi la fluoresceina è stata immessa sotto forma di soluzione concentrata, preparata in precedenza e trasportata in grotta in contenitori di plastica.

Sono stati controllati durante tutte le prove, con fuocaptori, il Fontanon di Goriuda ed il Torrente Raccolana al ponte e monte della confluenza con le acque del Goriuda, non essendo note al versante meridionale della Val Raccolana a tre sorgenti di qualche importanza. L'analisi del carbone attivato dei fuocaptori è stata fatta con una soluzione al 5% di idrato di potassio in alcool metilico.

Per la sola esperienza del 1975 nell'Abisso Gortani sono stati effettuati pure prelievi periodici delle acque del Fontanon di Goriuda ed è stato controllato, anche con fuocaptori, un torrentello che scorre presso l'imbocco della risorgiva.

Nel corso delle esperienze 1972 e 1975 all'Abisso Gortani sono state tenute anche in osservazione - da tecnici jugoslavi - le sorgenti della valle dell'Isonzo, con prelievi d'acqua ed impiego di fuocaptori.

Abisso Eugenio Boegan, Fr 555 (+)

La prova venne eseguita nel corso dell'esplorazione conclusiva nell'abisso, con immissione di Kg 2 di fluoresceina a quota - 500 ca, nel torrente che termina nel lago - sifone finale a quota - 624, il 27 settembre 1968. In quell'occasione vennero posti fuocaptori in parecchie sorgenti e torrentelli, nelle valli che delimitano il massiccio del Canin. I fuocaptori vennero prelevati il 9 ottobre; diedero risultato positivo solo le analisi dei fuocaptori posti al Fontanon di Goriuda (colorazione intensa) e nel Torrente Raccolana (colorazione debole).

Abisso Michele Gortani, Fr 585 (+)

Come si è già accennato, le prove condotte nella cavità sono state tre, effettuate nel 1968, 1972 e 1975, con immissione della fluoresceina a quota - 260 (ca (+ +)), nel torrente che scorre nella "Via Vecchia" e termina nel lago-sifone a quota - 370. È stato possibile accertare con le colorazioni che le stesse acque ricompaiono a quota - 500 nella "Via dell'Acqua", percorrendola fino al lago-sifone a quota - 703.

1ª esperienza. Vennero impiegati kg. 2 di fluoresceina, immessa nel torrente ipogeo la notte fra il 20 ed il 21 luglio 1968, ed il controllo fu effettuato con il solo impiego di fuocaptori. Le analisi degli stessi diedero risultato negativo sia per il Fontanon di Goriuda che per il Torrente Raccolana. Sembra stata invece notata, nello stesso periodo, un'anomala colorazione - seppur non intensa - delle acque della sorgente Plusna, presso Bovec (Plezzo), nella valle dell'Isonzo.

2ª esperienza. Fu effettuata per verificare la possibilità di comunicazioni fra le acque dell'Abisso Gortani e quelle delle sorgenti nella valle dell'Isonzo, che furono controllate con fuocaptori. Il 30 luglio 1972 alle 21.15 vennero immessi nel torrente Kg. 2 di fluoresceina. L'esame dei fuocaptori posti al Fontanon di Goriuda diede esito dubbio per quello raccolto l'1 agosto alle 15.30; al successivo controllo (ore 12.30 del 2 agosto) la colorazione delle acque risultò ben evidente agli osservatori. Per il fuocaptore posto nel Torrente Raccolana, raccolto il 10 agosto alle 11.45, l'analisi non diede risultati tali da confermare o escludere l'ipotesi di una comunicazione delle acque dell'Abisso Gortani con le sorgenti stesse.

3ª esperienza. Fu condotta con gli stessi fini della precedente, con l'impiego di una quantità maggiore di colorante (Kg. 4), immesso alle ore 13.00 del 24 agosto 1975. Al Fontanon di Goriuda venne notata una fortissima colorazione al primo controllo del 25 agosto (ore 6.00), e con ogni probabilità il passaggio della fluoresceina era già iniziato la notte precedente. La colorazione delle acque perdurò fino alla notte fra il 30 ed il 31 agosto. I controlli nel Torrente Raccolana ed al torrentello che scorre presso l'ingresso del Fontanon di Goriuda diedero esito negativo. I dati relativi alle sorgenti jugoslave non sono stati ancora resi noti.

Abisso Enrico Davanzo, Fr 601 [=]

L'esperienza fu condotta in inverno, durante una spedizione speleologica nella cavità. Vennero immessi Kg. 2 di fluoresceina nel torrente - allora con portata ridottissima - che scorre nel ramo attivo, a quota - 250 ca, alle ore 14.15 del 24 dicembre 1972. Il giorno successivo la colorazione delle acque venne notata nella parte più profonda della cavità (q. - 737) alle ore 14.00. L'esame dei fuocaptori raccolti il 27 dicembre alle 15.00 nel Fontanon di Goriuda diede esito negativo. Nel corso della successiva ricognizione (6 gennaio 1973, ore 16.00) fu notata un'intensa colorazione delle acque del Goriuda. L'esame del fuocaptore raccolto il 6 gennaio alle ore 17.00 nel Torrente Raccolana non rivelò tracce di fluoresceina.

CONCLUSIONI

I dati finora rilevati con le prove di marcatura delle acque negli abissi Boegan, Gortani e Davanzo consentono di formulare alcune considerazioni generali sulla circolazione idrica profonda almeno in un settore degli altipiani del versante italiano del Monte Canin.

Sembra accertata una direzione preferenziale di scorrimento profondo da S a N, concorde cioè con la glaucitura monoclinale delle rocce carbonatiche nell'area che interessa (monoclinale settentrionale), con venuta a giorno delle acque presso il contatto stratigrafico fra le formazioni del Dachstein e della Dolomia Principale, i cui litipi presentano una notevole differenza di carsificabilità e, di conseguenza, di permeabilità per carsismo.

LE SORGENTI CARSICHE DEL MONTE TORAGGIO IN VAL NERVIA (IMPERIA)

Il punto principale di emergenza è stato localizzato in tutti i casi nel Fontanon di Goriuda (fatta eccezione per l'esperienza del 1968 all'Abisso Gortani). Il risultato positivo - rilevato solo per l'esperienza nell'Abisso Boegan - delle analisi dei fluocaptorii posti nel Torrente Raccolana a monte della confluenza con le acque del Goriuda è riferibile con ogni probabilità ad una limitata circolazione idrica nelle rocce dolomitiche del fondovalle.

Resta invece ancora da verificare l'ipotesi di spandimenti verso S, nel corpo della monoclinale meridionale, con venuta a giorno delle acque nella valle dell'Isenzo.

RIASSUNTO

Evidenziato l'interesse idrologico e carsico del M. Toraggio vengono descritte le dieci principali sorgenti analizzandone i caratteri idrogeologici, chimico-fisici e batteriologici ed esponendo considerazioni sulle possibilità di impiego delle acque.

SUMMARY

After we pointed out the karst and hydrological importance of Toraggio mountain, we describe the ten main sources. We analyse then its bacteriological, physical, chemical and hydrogeological characteristics and we consider the possibilities we may have to use the waters.

(+) Fr 1 - Fontanon di Goriuda - F. 14 II SE - Monte Canin - Pos.: 0°59'02" 46°23'27"
Quota: m. 868 - Prof.: + m. 45 - Svil.: m. 434. Per il corso d'acqua che esce dalla cavità sono state stimate le seguenti portate: in morbida, 100-200 l/sec; in magra, 30 l/sec; in massima piena ca 10 m³/sec.

(+) Fr 555 - Abisso Eugenio Boegan - F. 14 II SE - Monte Canin - Pos.: 0°59'30" 46°22'26"
Quota: m. 1875 - Prof.: m. 624 - Svil.: m. 435.

(+) Fr 585 - Abisso Michele Gortani - F. 14 II SE - Monte Canin - Pos.: 0°59'42" 46°22'44"
Quota: m. 1900-1928 - Prof.: m. 920 - Svil.: m. 8323.

(+ +) Tutte le quote sono riferite all'ingresso superiore della cavità (m. 1928 s.l.m.).

(+) Fr 601 - Abisso Enrico Davanzo - F. 14 II SE - Monte Canin - Pos.: 0°59'27" 46°22'39"
Quota: m. 1920-1914 - Prof.: m. 737 - Lungh.: m. 1640.

BIBLIOGRAFIA

- BALBIANO D'ARAMENGO C., 1970. *L'impiego del carbone attivato quale adsorbente della fluoresceina nello studio della circolazione idrica sotterranea*. Le Grotte d'Italia, s. IV, Vol. II, pp. 203-210, Bologna.
- CASALE A. & VAIA F., 1972. *Relazioni fra schema deformativo e cavità carsiche nell'Abisso "Michele Gortani"* [M. Canin - Alpi Giulie]. Atti e Memorie Comm. Grotte "E. Boegan", Vol. XI, pp. 67-94, Trieste.
- GASPARO F. & GUIDI P., 1972. *Le più profonde cavità del Friuli-Venezia Giulia*. Spel. Emiliana, s. II, Vol. IV, pp. 37-48, Bologna.
- GASPARO F. & GUIDI P., 1977. *Dati catastali delle prime mille grotte del Friuli*. Suppl. al Vol. XVI Atti e Memorie Comm. Grotte "E. Boegan", pp. 1-116, Trieste.
- GUIDI P., 1971. *Alcune note sull'Abisso Eugenio Boegan*, 555 Fr. Rass. Spel. It., Vol. XXIII, fasc. 3/4, pp. 36-42, Como.
- SEMERARO R., 1973. *Osservazioni di geomorfologia carsica in rapporto con le condizioni geolitologiche e strutturali del massiccio del Monte Canin (Alpi Giulie Occidentali) con speciale riguardo all'Abisso "Cesare Prez"*. Rass. Spel. It., Vol. XXV, fasc. 1/4, pp. 66-82, Como.

Il M. Toraggio (m. 1973), sullo spartiacque tra la Val Nervia e la Val Rola (confine italo-francese), rappresenta il maggior rilievo calcareo delle Prealpi Liguri. L'area di assorbimento è costituita in massima parte dai calcari bluastrali nummulitici del Luteziano, molto puri, immersi con andamento monoclinale verso Est.

La morfologia superficiale è caratterizzata da estesissimi campi soicati, che interessano tutte le carbonatili terziarie, con un'eccezionale ricchezza di forme di corrosione superficiale. Assorbimento disperso con totale assenza di idrografia superficiale anche nei periodi di massime precipitazioni.

In profondità il carsismo sembra interessare gran parte della massa rocciosa fittamente fratturata, con una ricca gamma di morfologia di erosione e corrosione. La zona di risorgenza è caratterizzata da cavità di tipo freatico, anche estese, con portate variabilissime in dipendenza delle precipitazioni. Il potenziale speleologico supera i 1300 m.

La disposizione a reggipoggio sul versante francese (O) e la costante immersione del basamento impermeabile (Cretaceo) verso la Val Nervia (E) determinano lo scorrimento delle acque esclusivamente sul versante italiano. L'area permeabile in grande è di ca. 5 Km². In totale il bacino di assorbimento delle sorgenti del Toraggio è di almeno 9 Km², comprendendo alcuni lembi (Senoniano) nell'alta val Bendola.

Le precipitazioni medie nel settore (in base ai dati del periodo 1961-1972) sono dell'ordine di 1400 mm/anno per un afflusso complessivo di oltre dodici milioni e mezzo di metri cubi. Considerata l'elevatissima permeabilità ed il drenaggio particolarmente rapido, oltre all'apporto delle forti condensazioni estive, i coefficienti di deflusso dovrebbero essere particolarmente elevati e le portate complessive delle sorgenti dovrebbero raggiungere valori prossimi a quelli di afflusso.

Malgrado l'importanza della montagna (maggiore massiccio carsificato della Liguria) le conoscenze di ordine geologico e speleologico sono molto scarse; da un punto di vista idrologico l'unico lavoro esistente (PERRONE 1912) cita solo i nomi di alcune sorgenti della Val, Nervia marginali all'area esaminata.

La presente nota fa parte di una ricerca sulle possibilità di utilizzazione delle acque carsiche della Provincia di Imperia (CALANDRI -). Dato l'interesse pratico del lavoro si rimanda ad altra sede l'analisi dettagliata del fenomeno carsico (1).

Le sorgenti esaminate sono tutte ubicate sulla tavoletta IGM 1:25000 Pigna 102 IV NE.

SORGENTE DELLA GROTTA SOPRA LA VALLE DEL BAUSO (non cat.)

Comune: Pigna - Località: Valle del Bauso - Long. 4° 48' 49" (W da M. Mario), Lat. 43° 57' 31" (appross.) - Quota 800 m. ca. S.l.m. Bibliografia: Calandri (1973).

Note idrogeologiche.

La sorgente scaturisce dalla grotta che si apre, un centinaio di metri più in alto della zona dei Surgentini, sul versante destro (or.) della valle del Corvo, nei calcari debolmente maroso-arenacei a nummuliti del Luteziano. La cavità, su litoclasti verticale a direzione SE-NW, di origine freatica approfondita dall'erosione gravitazionale, dopo trenta metri termina con uno stretto sifone disceso sino ad una profondità di 12 m.

Poche centinaia di metri ad ovest il rio del Bauso viene inghiottito al passaggio tra marnocalcari del Senoniano e calcari carsificati del Luteziano (locale rovesciamento della serie carbonatica) in corrispondenza di una frattura immersa verso la sorgente. A parte questo probabile apporto marginale il bacino di alimentazione dovrebbe comprendere i versanti tra M. Lega e Gola del Corvo (circa 1 Km²).

Portata

La portata si mantiene costantemente almeno su valori di 1-2 l/sec. Le caratteristiche dell'esutore e soprattutto le condizioni tettoche, omogeneità di portata, m costanza di limpidezza e di temperatura (intorno agli 11°C) fanno pensare ad una falda di origine profonda abbastanza estesa, di cui la sorgente rappresenta lo sfioratore di eccedenza. Possibilità di utilizzazione unitamente agli esutori dei Surgentini.

(1) Le analisi batteriologiche e buona parte di quelle chimico-fisiche sono state effettuate presso il Laboratorio Provinciale di Igiene di Imperia che ringraziamo vivamente nelle persone dei Proff. Buccelli, Ferri, Di Bello. Un particolare ringraziamento all'amico Roberto Buccelli.

Esame chimico

Data del prelievo	26-4-73
Temperatura dell'acqua	11°C
pH (in laboratorio)	7,5
Residuo fisso a 110°C	0,1698 %
Ricerca ammoniacale	negativa
Ricerca nitriti	negativa
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce

Mineralizzazione non elevata e totale assenza di indici di inquinamento. Giudizio: chimicamente potabile.

Esami batteriologici

Data del prelievo	26-9-72	4-5-73
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni N° 0		0
non cromogeni N°	12	1250
Ricerca del colibacillo per litro	40	assente in 100 cc.

Carica termofila elevata in periodo di rilevanti precipitazioni. La presenza del colibacillo nel primo campione indica recenti inquinamenti superficiali. La variabilità delle caratteristiche renderebbe necessari normali processi di depurazione microbica.

I SURGENTINI

Comune: Pigna-Località: Valle del Corvo, I Surgentini. - Long. 4° 48' 35" W da M. Mario-Lat.: 43° 57' 30" (appross.) - Quota 700 m ca. - Bibliogr.: Calandri (1973).

Note idrogeologiche. Le acque del Rio del Corvo sono inghiottite (a parte precipitazioni eccezionali) al contatto, tettonico, tra marnosciati del Cretaceo sup. e calcari carsificati del Luteziano. 250 m più a valle il solco è interrotto da un'imponente falesia nei calcari nummulitici alla cui base si aprono diverse sorgenti (un tentativo di collegamento con traccianti non ha avuto esito positivo per insufficiente quantità di uranina).

La principale di queste esce da un sifone (percorso per una trentina di metri, prof. max - 10): rappresenta l'esutore di un'ampia falda freatica di tipo carsico favorita dall'immersione delle carbonatiti del Luteziano: la sovrastante risorgenza fossale permette di raggiungere la falda, un'ottantina di metri all'interno, costituita da grandi condotti allagati.

La zona di assorbimento comprende sicuramente tutta l'alta valle del Corvo (formazioni maroso-calcaree poco carsificabili) estendendosi probabilmente ai "kamen" di Logambon (cresta sud del M. Toraggio) per un totale presumibile di oltre 2km².

Portata. La portata varia da un minimo di 2 l/sec. sino a diverse decine di l/sec. Le caratteristiche della falda rendono possibile, con opportuni impianti di captazione, uno sfruttamento costante di alcuni l/sec. Unitamente alle sorgenti vicine i deflussi utilizzabili, anche in estate, dovrebbero essere dell'ordine di ca. 900 m³ al giorno.

Esame chimico

Data del prelievo	6-10-72	25-4-73
Temperatura dell'acqua	11,6°C	11,2°C
pH (in laboratorio)	7,65	7,5
Durezza totale (gr. Fr.)	15,5	—
Residuo fisso a 110°C %	0,1918	0,1904
Ricerca ammoniacale	negativa	negativa
Ricerca nitriti	negativa	negativa
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce	tracce

La sorgente presenta sempre buone caratteristiche chimico-fisiche di potabilità: limpidezza, temperatura costante (ca. 11°C), durezza media, totale assenza di inquinamenti chimici.

Esami batteriologici

Data del prelievo	6-10-72	4-5-73
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni N°	0	0
non cromogeni N°	600	50
Ricerca del colibacillo per litro	30	10

Il contenuto relativamente elevato in germi totali e la presenza del colibacillo in differenti condizioni di deflusso sono forse da addebitarsi all'apporto di acque superficiali della perdita del Rio del Corvo.

FONTANA DRAGURINA

Comune: Breil (Francia) - Località: Versante SW del M. Toraggio-Long. 4° 48' 02" (W da M. Mario), Lat. 43° 58' 30" - Quota: 1810 m. Bibliografia: Calandri (1971).

Note idrogeologiche: Sul versante meridionale della punta del Toraggio le biombrici del Luteziano fortemente tettonizzate formano una piccola sinclinale in corrispondenza della quale una diaclasi subverticale, al passaggio con le marni calcaree del Senoniano

(?), convoglia in una vasca in parte artificiale acque di fusione nivale e di condensazione.

L'area di assorbimento è rappresentata dal sovrastante cocuzzolo della montagna; l'esutore si può in parte considerare una sorgente di vetta.

Portata. Il deflusso della sorgente (molto nota agli abitanti della zona è di pochi l/min; diviene rilevante durante la fusione nivale, mentre cessa completamente nei periodi di scarse precipitazioni.

Esame chimico

Data del prelievo	15-6-76
Temperatura dell'acqua	7°C
pH (in loco)	8
Durezza totale (gr. Fr.)	9,9
Residuo fisso a 110°C (gr/l)	0,1158
Ricerca ammoniacale	negativa
Ricerca nitriti	positiva
Ricerca cloruri in cloruro sodico	Tracce

L'analisi rivela un basso indice di mineralizzazione. La presenza di nitriti, che rende sospetta l'acqua, segnala un apporto di azoto organico con ogni probabilità legato alla vasca di raccolta.

Esame batteriologico

Data del prelievo	30-10-77
Temperatura dell'acqua	5,9°C
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni n°	0
non cromogeni n°	14
Ricerca del colibacillo per litro	assente in 100 cc

Il campione è batteriologicamente potabile presentando solo una ridottissima carica di germi totali. L'indicazione ha valore relativo in quanto le acque sono soggette a possibili inquinamenti animali.

SORGENTI DEL RIO LUVAIRA

Comune: Pigna, Fraz. Buggio, Local. Rio Luvaira. - Long. 4°47'10", Lat. 43°57'30" (appross.) - Quota: 900 m ca.

Note idrogeologiche. E' un gruppo di sorgenti parzialmente carsiche alla testata della val Luvaira: sgorgano da scisti argillosi e copertura detritica. Risulta difficile delimitare con precisione l'area di assorbimento rappresenta sicuramente dalle sequenze fliocoidi a prevalenza marnoso-calcareo (Priaboniano) della zona, a copertura arborea, tra l'Abenin e i Casai, permeabili più per fratturazione che per carsismo; è possibile tuttavia un apporto di acque dai calcari nummulitici permeabili in grande per carsismo: si può ipotizzare un bacino di assorbimento di quasi 1 kmq.

Portata. Il regime dei deflussi è fortemente variabile in relazione alle precipitazioni. La portata media è di oltre 20-30 l/sec. con massime elevate cui partecipano acque di scorrimento superficiale.

Esame batteriologico

Data del prelievo	1-1-73
Temperatura dell'acqua	7,2°C
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni n°	0
non cromogeni n°	7
Ricerca del colibacillo per litro	100

La presenza del colibacillo, malgrado la bassa carica termofila, necessiterebbe di impianti di separazione. Tuttavia il punto di prelievo non assicura le condizioni di asepsi del campione.

SORGENTE DELLA GROTTA DEI RUGLI (19LI/IM)

Comune: Pigna, Fraz.: Buggio, Local.: R. dei Rugli-Long. 4° 46' 41" W da M. Marlo, Lat. 43° 57' 48" - Quota: 740 m - Bibliografia: D'Inaia-Ribaldone (1961), Calandri (1973).

Note idrogeologiche. Le acque sgorgano una trentina di metri all'interno della grotta (sul versante destro della valle del Rugli) che si sviluppa, lungo un fascio di fratture subverticali a direzione ENE-OSO, nelle banconate di calcari nummulitici puri del Luteziano (immersa SE, direz. NESO, inclinazione 20° ca.). La cavità, complesso reticolo di gallerie di tipo freatico per uno sviluppo di quasi 500 m, presenta ampi bacini sifonanti indici di una falda estesa ma frammentata, di difficile captazione.

E' l'esutore dei versanti orientali del M. Toraggio: oltre 2 kmq di campi solcati nei calcari nummulitici, estremamente carsificati anche in tutta la zona vadosa.

Portata. Il drenaggio delle acque di precipitazione è rapidissimo, dell'ordine di poche ore, malgrado i forti dislivelli. Le portate massime possono superare i 1000 l/sec.; nei periodi siccitosi il deflusso può scendere a 1 l/sec.

Le acque non presentano, anche durante le piene sensibili intorbidamenti: infatti nella zona sovrastante la grotta una potente copertura fliocoidale ed humica impedisce inquinamenti superficiali.

Esami chimici

Data del prelievo	8-11-71	31-12-71	31-1-72	20-3-73	7-11-77
Temperatura dell'acqua (°C)	11,5	10,8	11,2	11,9	11,1
pH	7,5	8	7,39	7,38	7,9
Durezza totale (gr. Fr.) ...	18	15	14,5	13,5	16,02
Durezza temporanea (gr. Fr.)	—	—	—	—	11,75
Residuo fisso a 110°C %	0,1580	0,1562	—	0,1452	—
Sostanze organiche mg %	0,56	—	0,83	—	6
Ricerca ammoniacale.....	negativa	negativa	negativa	negativa	—
Ricerca nitriti.....	negativa	negativa	negativa	negativa	—
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce	tracce	tracce	tracce	6

Costantemente buone sono le qualità di queste acque, sia come mineralizzazione che come assenza di indici di inquinamento. La ridotta presenza di sostanze organiche, con valori molto inferiori ai limiti tollerabili (ca. 2,5 mg) indica una sufficiente filtrazione del reticolo carsico.

Diversi cicli di misure (periodo 1970-1977) hanno permesso di rilevare temperature sempre costanti (variabili da 10,9 a 11,9 °C).

Esami batteriologici

Data del prelievo	8-11-71	2-1-73	7-6-73	28-11-77
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo 2 giorni a 37°C cromogeni n°	0	0	10	0
non cromogeni n°	18	9	900	60
Ricerca del colibacillo per l.	200	40	10	100

La costante presenza del colibacillo rende l'acqua batteriologicamente difettosa. E' probabile tuttavia che l'inquinamento sia legato ai laghi interni accessibili, soggetti a frequenti inquinamenti, da parte di visitatori (legni marciscono, rifiuti, ecc.), e quindi facilmente eliminabili.

SORGENTE INFERIORE DEL RIO DEI RUGHI 651 Li/Im

Comune: Pigna, Fraz. Buggio, Local. R. dei Rughi - Long. 4° 46' 41" W da M. Mario, Latit. 43° 57' 50" - Quota: 717 m - Bibliografia: Calandri (1972).

Note idrogeologiche. Le acque scaturiscono al fondo della cavità da una fessura scollata di interstrato nei calcari marnosi del Senoniano (a strati potenti da 50-100 cm), a direz. Est-Ovest, immersi a Sud con una inclinazione di 20°-25°.

La sorgente, come quella superiore, è alimentata dalle acque provenienti dagli accumuli detritici del sovrastante Rio dei Rughi, e, in parte, direttamente dai calcari nummulitici carsificati: l'area di assorbimento supera con ogni probabilità il chilometro quadrato.

Portata. Sorgente perenne con deflussi fortemente variabili in relazione alle precipitazioni: da 1-2 l/sec. sino ad alcune decine di l/sec. Durante le piene può essere soggetta ad intorbidamenti.

Le acque sono state per lungo tempo utilizzate per scopi agricoli.

Esami chimici

Data del prelievo	31-1-72	27-2-78	27-11-77
Temperatura dell'acqua (°C)	10,3	10,6	10,7
Durezza totale (gr. Fr.)	14,5	11	12,44
Durezza temporanea (gr. Fr.)	—	—	12,28
pH	7,55	7,5	7,9
Sostanze organiche mg %	0,79	—	—
Ricerca ammoniacale	negativa	negativa	—
Ricerca nitriti	negativa	negativa	—
Ricerca nitrati	negativa	tracce	—
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce	tracce	—

Mineralizzazione non elevata. Il limitatissimo inquinamento da nitriti (che rende chimicamente sospetta l'acqua del secondo campione) è imputabile alla scarsa filtrazione del reticolo carsico.

Esami batteriologici

Data del prelievo	15-6-73	28-11-77	28-2-78	28-3-78
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo 2 giorni a 37°C cromogeni n°	84	0	7	0
non cromogeni n°	4720	8	980	7
Ricerca del colibacillo per l.	200	20	100	100

Inquinamento pressochè costante con indici elevati in corrispondenza di intense precipitazioni. L'elevata carica termofila in tali casi pare dovuta alla lisciviazione del terreno ed allo scarso potere filtrante e di autodepurazione della copertura detritica calcarea.

SORGENTE SUPERIORE DEL RIO DEI RUGHI 652 Li/Im

Comune: Pigna, Fra.: Buggio, Local.: R. dei Rughi - Long 4° 46' 41" W da M. Marlo Latitudine: 3° 57' 50" - Quota: 720 m - Bibliografia: Calandri (1972).

Note idrogeologiche. Una quindicina di metri sopra la 651 Li/Im una cavernetta, nel letto del Rio dei Rughi, è occupata nella parte terminale da un deposito clottoloso ed argillitico di origine eluviale che mascherano gli strati carbonatici del Senoniano (immers. Sud, incl. 20°) da cui provengono le acque.

La genesi del fenomeno è praticamente identica a quella della sorgente inferiore di

cui si può parzialmente considerare un esutore di troppo pieno. Comuni sono quindi l'area di assorbimento e il tipo di drenaggio.

Portata. Il deflusso è fortemente variabile, legata alle precipitazioni: la massima non sembra superare i 20-30 l/sec. Durante il periodo estivo il deflusso è minimo e del tutto assente. Non presenta interesse pratico.

Esami chimici

Data del prelievo	28-3-78
Temperatura dell'acqua (°C)	9,7
pH (in loco)	7,8
Durezza totale (gr. Fr.)	11,8
Ricerca cloro libero	negativa
Ricerca ammoniacale	negativa
Ricerca nitriti	positiva
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce

Abbastanza bassa la mineralizzazione, ma l'acqua è chimicamente sospetta per la presenza di nitriti, probabilmente di origine animale.

Esame batteriologico

Data del prelievo	28-3-78
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni n°	0
non cromogeni n°	2
Ricerca del colibacillo per litro	100

Incerta l'asepsi del prelievo effettuato all'ingresso della cavità. La presenza del colibacillo rende l'acqua sfavorevole malgrado il numero di germi totali sia pienamente compatibile con usi potabili.

SORGENTE DELL'ACQUEDOTTO DI BUGGIO

Comune: Pigna, Fraz.: Buggio - Longit. 4° 46' 30", Latit. 43° 57' 42" - Quota: 520 m ca.

Note idrogeologiche. Rappresenta il livello di base del settore sud-orientale del Toreglio, si apre con due sbocchi nel vallone del Rughi: l'uno in riva destra (l.d.r.) raccoglie le acque del settore di Geggio, l'altro sulla sponda opposta sgorga da una litoclasti verticale che taglia i marnocalcari cretacei immersi con forte inclinazione verso Est, è legato alla zona Rugli-Casal.

Le acque raccolte dai calcari nummulitici fortemente incarsiti scorrono, nel sottostanti calcari marnosi del Senoniano, lungo gli interstrati drenate da una fitta serie di fessurazioni quasi ortogonali agli strati che assicura un deflusso relativamente regolare dell'ordine di alcuni l/sec. Alimentano l'acquedotto di Buggio.

Esame chimico

Data del prelievo	17-4-78
Temperatura dell'acqua (°C)	12,7
pH (in loco)	7,5
Durezza totale (gr. Fr.)	16,7
Ricerca ammoniacale	negativa
Ricerca nitriti	negativa
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce

Acqua semidura priva di indici di inquinamento. Giudizio: chimicamente potabile.

Esame batteriologico

Data del prelievo	17-4-78
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni n°	0
non cromogeni n°	10
Ricerca del colibacillo per litro	40

La presenza del colibacillo rende sfavorevole l'acqua, mentre la carica termofila è compatibile con l'uso alimentare. L'inquinamento potrebbe (e dovrebbe dato l'uso pubblico) essere limitato perfezionando le opere di presa.

SORGENTE SAUGETTA

Comune: Pigna, Fraz.: Buggio, Local.: Saugetta - Long. 4° 46' 15" W da M. Mario, Latit. 43° 57' 54" - Quota: 620 m ca.

Note Idrogeologiche. È una sorgente di deflusso semplice: si apre nell'omonimo valloncetto (impostato su un'ampia frattura Est-Ovest che taglia la serie carbonatica) venti metri sopra la mulattiera. Le acque scaturiscono da una fessura di Interstrato nei calcari fortemente marnosi del Cretaceo sup. (immersi asse, incl. 35° ca., direz. N 110°0).

Il bacino di alimentazione è rappresentato dai sovrastanti pendii di Geggio, a calcari nummulitici carsificati, ricoperti da lembi flysciodi con ampia copertura edifica e arborea (carpini, roverelle, ecc.) che ne regolarizzano i deflussi.

Portata. Sorgente perenne: il deflusso medio è intorno al l/sec. con forti variazioni nei periodi di massima. Attualmente è parzialmente utilizzata per usi agricoli ed alimentari.

Esame chimico

Data del prelievo	17-4-78
Temperatura dell'acqua (°C)	12,4
pH (in loco)	7,7
Durezza totale (gr. Fr.)	14,9
Ricerca ammoniaca	negativa
Ricerca nitrati	positiva
Ricerca cloruri in cloruro sodico	tracce

La sorgente risulta chimicamente sospetta per la presenza di nitrati, indice di probabile inquinamento superficiale, mentre la mineralizzazione è del tutto tollerabile per scopo potabile.

Esame batteriologico

Data del prelievo	17-4-78
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37° C cromogeni n°	0
non cromogeni n°	7
Ricerca del colibacillo per litro	60

Acqua non fortemente inquinata (la carica in germi totali è trascurabile): tuttavia la presenza del colibacillo rende necessario, per uso potabile, una depurazione.

SORGENTI DELLA «TANA DEL DIGO (648 LI/IM)»

Comune: Pigna, Fraz.: Buggio, Local.: Lo Geggio - Long. 4° 46' 19", Latitud. 43° 57' 58" - Quota: 700 ca. m - Bibliografia: Calandri (1972).

Note Idrogeologiche. La sorgente (che rappresenta l'attuale livello di base della Tana del digo: cavità fossile di origine freatica al contatto tra biomicriti del Luteziano e calcari marnosi del Cretaceo sup.) si apre poco sotto la grotta. Alcune decine di metri più in

basso, sul bordo sinistro (idr.) del valloncetto, è presente un altro esutore temporaneo con un foro di ca. 2 dm 2 nel marnocalcarei del Senoniano fortemente tettonizzati, immersi con debole inclinazione verso SE.

La circolazione idrica, in dipendenza degli Interstrati e della minuta fratturazione, ha carattere locale ed è legata ai calcari sovrastanti la cavità sino ai pendii boscosi di Gerbaudo. I deflussi massimi sono di alcune decine di l/sec. assenti nei periodi di scarsa piovosità.

Esame batteriologico

Data del prelievo	26-12-73
Temperatura dell'acqua (°C)	11
Numero medio dei germi per cc in Agar dopo due giorni a 37°C cromogeni n°	0
non cromogeni n°	20
Ricerca del colibacillo per litro	100

L'inquinamento, dovuto essenzialmente al colibacillo, si spiega con il rapido apporto delle acque superficiali scarsamente filtrate dal reticolo carsico.

In conclusione si può osservare la costanza dei caratteri chimico-fisici e batteriologici, oltre che organolettici, delle sorgenti, in dipendenza dell'uniformità delle condizioni geologiche e microclimatiche. La frequente presenza di nitrati, del colibacillo e, dopo forti precipitazioni, di elevate cariche termofile indica uno scarso potere di autodepurazione della massa carbonatica carsificata in grande. Buona parte degli esutori esaminati sono comunque suscettibili (data la carenza di acque utilizzabili nella Provincia) di sfruttamento, previ modesti impianti di depurazione.

BIBLIOGRAFIA

- CALANDRI G., 1971 - *Alcune cavità in territorio francese*. Boll. Gruppo Speleol. Imperiese CAI, a. I, n° 1, pp. 25-31, Imperia
- CALANDRI G., 1972 - *Grotte della Provincia di Imperia. Elenco catastale del n° 570 al n° 751 Litim.* Ann. Prov. di Imperia, pp. 1-50, Imperia.
- CALANDRI G., 1973 - *Ricerche in Val Nervia [Imperia]*. Rass. Speleol. Ital., a. XXV, fasc. 1-4, p. 195, Como.
- CALANDRI G., - *Le sorgenti carsiche dell'alta val Tanaro in prov. di Imperia*. Atti XII Congr. Naz. Speleol., S. Pellegrino 1974 (in corso di stampa).
- DINALE G., RIBALDONE G.B., 1961 - *Primo aggiornamento al catasto speleologico in Liguria*. Rass. Speleol. Ital., a. VII, fasc. 3, pp. 179-215, Como.
- PERRONE E., 1912 - *Carta idrografica d'Italia. Corsi d'acqua del litorale toscano e della Riviera Ligure*, pp. 1 - 471, Roma.

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEI MECCANISMI SPELEOGENETICI: ANALISI CINETICA DELLE REAZIONI DI SOLUBILIZZAZIONE DELLE ROCCE CARSOGENE.

RIASSUNTO

Vengono sottoposte ad un esame critico le "teorie speleogenetiche" per concludere con la necessità di un ripensamento sulla materia, specie per ciò che riguarda la speleogenesi in fase embrionale. Si passa quindi ad una analisi dei fattori speleogenetici mettendo innanzitutto in evidenza l'importanza del processo di trasformazione dell'energia potenziale dei flussi carsici in energia interna della fase liquida con la conseguente influenza, in funzione delle variazioni della geometria dei condotti drenanti, sul regime di flusso e sul potenziale chimico delle specie ioniche e molecolari presenti nei vari stadi della reazione di solubilizzazione delle rocce carsogene. Segue un esame cinetico sistematico delle trasformazioni operate dai flussi carsici al fine di individuare i molteplici fattori di natura fisica e chimica che determinano lo stato di un sistema carsogeno freatico. E' messa in evidenza teorica la possibilità di una netta azione carsogena dei flussi freatici "saturi". Vengono poi esaminate le caratteristiche cinetiche delle trasformazioni operate da flussi freatici aggressivi in condotti calcarei a sezione circolare rettilinea e a geometria variabile; le conclusioni tratte portano ad ipotizzare effetti carsogeni analoghi a quelli prodotti da flussi "saturi". E' definito inoltre lo stato di un sistema carsogeno nei gessi. Infine vengono esposte ipotesi alternative sulle cause che portano al modellamento parietale e all'«Erosione antigravitativa».

ABSTRACT

We submit "speleogenetic theories" to a critical examination which leads to the conclusion that a review of the subject is necessary, in particular as far as speleogenesis in the embryological phase is concerned. We then analyze speleogenetic factors, putting in evidence the importance of the process of transformation of potential energy of the carsic fluxes in the internal energy of the liquid phase with the consequent influence, in function of the variations of the geometry of draining conduits, on the flux-regimen and on the chemical potential of the ionic and molecular species present at various stages of the reaction of dissolution of carsogenic rocks. We have then a kinetic-systematic examination of the transformation operated by carsic fluxes in order to individualize the numerous physical and chemical factors which determine the state of a carsogenic-freatic system.

We point out theoretical evidence for the possibility of a clear carsogenic action by the "saturated" freatic fluxes. Then examined are the kinetic characteristics of the transformations operated by aggressive freatic fluxes in rectilinear calcareous conduits, in circular section, having geometric variabilities. The conclusions we arrived at led us to hypothesize carsogenic effects similar to those produced by "saturated" fluxes. The presence of a carsogenic system in gypsum is also defined. Finally we put forth alternative hypotheses on the causes which lead to the parietal modelling and to "anti-gravitative erosion".

Questo lavoro nasce dalla necessità di favorire la necessaria ripresa del processo di chiarificazione in merito alle cosiddette "teorie speleogenetiche, troppo spesso aprioristicamente accettate, in una o nell'altra versione. E' vero che tali "teorie" hanno portato negli anni cinquanta e sessanta ad un grande interesse intorno alla conoscenza dei meccanismi carsogeni, ma è altrettanto vero che esse, caratteristiche espressioni di un vecchio modo di essere della cultura naturalistica, hanno prodotto una radicalizzazione di certe convinzioni sostanzialmente errate. E ciò tuttora ostacola lo svilupparsi di processi conoscitivi sulla speleogenesi, sia perché crea punti di partenza sbagliati sia perché dà la falsa sensazione che tutto sia risolto e scontato, quindi di scarso interesse e non meritevole di impegno.

E' dunque questo un lavoro rivolto soprattutto ai giovani, per coinvolgerli e per creare delle corrette premesse per un loro nuovo e più razionale impegno nella chiarificazione dei processi carsogeni. Ma al tempo stesso è un invito a tutti gli studiosi impegnati nella materia a ripensare criticamente quanto elaborato intorno alla speleogenesi, per rompere quel cerchio di dogmi e di sufficienza che ancora impedisce lo sviluppo delle conoscenze carsiche su attendibili basi sperimentali.

Questa relazione, frutto di due decenni di osservazioni morfologiche nei principali sistemi carsici europei e di una ricerca teorica e bibliografica, non vuol essere una latente formulazione di una "nuova teoria speleogenetica", anche se contiene alcune conclusioni originali che potrebbero fare luce su alcuni meccanismi carsogeni. Essa vuol essere invece una presa d'atto e una divulgazione delle attuali conoscenze in materia di solubilizzazione delle rocce carsiche, nonché un'indicazione metodologica e un compendio di notizie bibliografiche.

1. - PREMESSA

Se da un lato non si può dimenticare che le grotte hanno origine anche per fattori collegabili con la struttura in grandi linee dei massicci calcarei e con l'idrografia superficiale, come appunto diversi autori (Abrami, 1965; Woodward, 1963) hanno messo in luce, per contro non è possibile dimenticare che alla base del fenomeno stanno i meccanismi chimici attraverso i quali l'acqua e la roccia carsogena interagiscono. Tali meccanismi chimici non hanno solo la funzione di allargare vie di drenaggio ipogee predestinate, ma talvolta, come è stato più volte osservato (Salvatori, 1972), sono essi stessi, unitamente alla struttura fine degli orizzonti calcarei, ad imporre ai flussi idrici sotterranei di seguire un percorso piuttosto che altri, avendo come elementi discriminanti caratteristiche puramente chimico-fisiche. E questo è tanto più vero in fase speleogenetica embrionale, mentre in fase senile sono soprattutto le caratteristiche in grandi linee dei massicci calcarei a prendere il sopravvento nel determinare gli ulteriori sviluppi dei complessi carsici sotterranei.

Le cosiddette "teorie speleogenetiche" invece partono, in genere, da considerazioni a carattere teorico e dimenticano di tener conto di fattori come quelli collegati con la natura chimica e fisica della roccia carsificabile, con le caratteristiche dinamiche dei flussi idrici sotterranei e con la geometria stessa dei condotti drenanti. In tali teorie si fa riferimento a fasi di carsificazione freatica o vadosa dando per scontato che i meccanismi di ampliamento ad esse collegati siano noti in ogni loro aspetto; questo non è affatto vero e le conclusioni tratte sono di conseguenza perlomeno infondate. Questo modo di affrontare i problemi, superficiale e approssimativo, è particolarmente utilizzato quando si tratta di corrosione in fase freatica sulla quale conosciamo ben poco di sicuro, anche se da alcuni anni a questa parte si presume di spiegare tutto con la semplicistica teoria della "corrosione per miscela d'acqua" (Boegli, 1969).

Si pensi ad esempio ad una grotta come quella di Monte Cucco dove l'analisi morfologica e speleogenetica ha fatto concludere che la quasi totalità dei condotti ha avuto origine per l'azione corrosiva di un flusso freatico incanalato in una rete eccezionalmente estesa di canalicoli a dimensioni millimetriche contenuta fra strati di

roccia compatta. Si tratta quindi di spiegare come dell'acqua, che secondo le conoscenze classiche doveva essere necessariamente "satura" dopo appena pochi centimetri di percorso sotterraneo, ha potuto invece ampliare questi canali di millimetri per chilometri di lunghezza fino a fargli raggiungere diametri di vari metri. In questo caso di Monte Gucco - particolarmente favorevole per la ricostruzione delle condizioni iniziali da cui ha preso piede la fase embrionale della carsificazione - nessuna delle teorie speleogenetiche note può dare un contributo di conoscenza, tanto meno la teoria di Boegli.

Inoltre un luogo comune che è necessario ridimensionare sta nella diffusa convinzione che, ad un certo punto, l'erosione giochi un ruolo determinante nella formazione e nel modellamento delle grotte. Una teoria o una conseguente ipotesi che si rispetti intatti prima o poi tira in ballo l'azione meccanica dei flussi carsici. In quanto contenenti materiali in sospensione, anche se le componenti dei moti convettivi dei flussi carsici che si oppongono alla deposizione sono in genere tali da non giustificare alcun movimento delle particelle disperse nella fase liquida che non sia quello di tendere a depositarsi in basso.

E come può per erosione originarsi e modellarsi una "condotta forzata", chiaramente il risultato di una uniforme azione radiale, quando generalmente le condizioni del flusso, come è stato ripetutamente osservato nei settori idrologicamente attivi dei sistemi sotterranei, non producono che una ridottissima percentuale di moti convettivi antigravitativi?

2. - EFFETTO TEMPO

E' consuetudine nell'analisi chimica delle acque carsiche operare secondo gli schemi della chimica analitica classica, i quali, oltre a distorcere inopportuno la realtà delle trasformazioni chimiche, portano a trascurare, per motivi di praticità e di risolvibilità dei problemi, alcune specie ioniche quantitativamente insignificanti e altri fattori che determinano in modo ridottissimo l'equilibrio chimico.

Se questo modo di operare è perfettamente giustificabile ai fini di una classica ricerca in laboratorio su effetti che si prolungano al massimo per mesi, non è invece affatto giustificabile quando si voglia tentare di chiarificare i meccanismi chimici che determinano la formazione delle grotte. Infatti fattori trascurabili in periodi di sperimentazione relativamente brevi non sono più tali quando agiscono per intere ere geologiche; in un tale lasso di tempo anche l'effetto più insignificante in laboratorio può divenire l'effetto portante di una intera costruzione carsica.

Ed ecco quindi il motivo per invitare ad una estrema meticolosità nell'elaborazione dei chimismi, sia teoricamente che sperimentalmente. Anzi, a proposito di ricerche sperimentali sulle acque carsiche, è bene sottolineare che le analisi in genere eseguite portano, come vedremo in seguito, a grossolane approssimazioni e non danno che indicazioni fondamentalmente fuorvianti.

Quanto esposto in questo paragrafo fa inoltre intuire le difficoltà a cui si va incontro quando si voglia riprodurre in laboratorio la morfologia carsica: occorrono tempi lunghissimi, nei confronti dei quali la vita di un ricercatore è un istante, oppure è necessario forzare certe caratteristiche delle acque (p.e. forte acidificazione ed elevate velocità di flusso) o della roccia (p.e. utilizzazione di materiali intensamente solubili). Comunque in entrambi i casi vengono introdotte, rispetto ai sistemi reali, delle distorsioni che possono condurre anche a grossolani errori d'interpretazione.

3. - CARATTERISTICHE DINAMICHE DEL MOTO DEI FLUIDI

3.1 - Moto di un fluido in un condotto.

Il moto di un fluido può essere laminare o turbolento. Nel primo caso i filetti fluidi scorrono parallelamente gli uni agli altri con velocità gradualmente crescenti man mano che ci si avvicina all'asse di scorrimento, lungo il quale si localizza il filetto più veloce. Nel caso invece di scorrimento in regime turbolento i filetti fluidi si muovono in modo caotico o perlomeno non unidirezionale, anche se il risultato globale è un avanzamento del fluido con velocità pressoché uniforme lungo tutta la sezione del condotto occupata dal fluido. Rimane comunque il fatto che, sia in regime laminare che turbolento, uno strato di fluido aderisce alle pareti del condotto e va a costituire il cosiddetto "strato limite" non soggetto ad alcun movimento. Tale strato ha uno spessore variabile a seconda della velocità di flusso e del tipo di interazione fra parete del condotto e natura del fluido. Trascurando l'effetto dell'interazione fra parete e fluido, difficilmente valutabile se non per via sperimentale di caso in caso, si può affermare che tanto maggiore è la velocità di scorrimento tanto più ridotto è lo spessore dello strato limite, che comunque permane anche se il fluido è portato a velocità estreme. Tale strato limite è la risultante dei legami (in genere eteropolarità) che si stabiliscono all'interfaccia fra il reticolo cristallino della roccia incassante e le particelle (atomi, molecole, ioni e aggregati fra questi) che costituiscono il fluido, le quali si stratificano in modo stabile per uno spessore di alcuni micron.

3.2. - Regime di scorrimento e attrito interno.

Dal nostro punto di vista un fatto da sottolineare è che il moto laminare rispetto a quello turbolento, a parità di ogni altra condizione, è quello che permette un avanzamento del fluido con un minor tasso di attriti interni in quanto le particelle del fluido compiono il minor percorso possibile. Ciò vuol dire che in uno stesso condotto un flusso laminare permette il trasporto del fluido con minor dispendio di energie (quindi con maggior velocità e portata) che nel caso di uno scorrimento turbolento. *Ciò vuol anche dire che il contenuto energetico del flusso - sotto forma di energia potenziale e cinetica - viene tanto più intaccato quanto maggiore è l'attrito interno di scorrimento e quindi, in genere, tanto maggiore è la turbolenza.*

3.3. - Rapporto fra attrito interno, energia interna e reattività del fluido.

L'energia persa per attrito interno si trasferisce nei vari gradi di libertà delle particelle che costituiscono il fluido (una parte viene trasferita anche al reticolo cristallino del condotto) e nel suo insieme va ad incrementare l'energia interna del fluido. Questo significa in altre parole che là dove il moto del fluido viene ostacolato da un maggiore attrito interno, in genere evidenziato da moti turbolenti, le particelle del fluido incrementano il proprio contenuto energetico in modo più netto.

Come conseguenza diretta di ciò si ha che aumenta il numero delle particelle del fluido che hanno energia sufficiente a produrre urti efficaci al fine di ottenere delle trasformazioni chimiche e tale numero aumenta tanto più marcatamente quanto maggiore è l'attrito interno. In linea del tutto generale possiamo affermare che i moti turbolenti sono più reattivi di quelli laminari, la qual cosa è abbondantemente dimostrata in via sperimentale.

3.4. - Geometria dei condotti e regime di flusso.

La geometria dei condotti ha una funzione preponderante nel determinare il regime di scorrimento dei fluidi in essi contenuti. In sintesi si può affermare - e mi limito a queste indicazioni rimandando per ulteriori precisazioni a testi specializzati (De Marchi, 1970) - che linearità e sezione circolare, unitamente all'assenza di disomogeneità sulle

pareti, sono fattori che favoriscono lo scorrimento un regime laminare. Caratteristiche dei condotti diverse tendono invece a favorire la turbolenza, come appunto strozzature, brusche variazioni di direzione, diffluenze e confluenze, sezioni non circolari, sporgenze e rientranze e anche qualsiasi disomogeneità fine delle pareti.

Quanto detto vale soprattutto per flussi in condotta forzata (freatici), mentre per drenaggi in condizioni vadose si può affermare in generale che scorrimenti suborizzontali favoriscono regimi laminari e scorrimenti subverticali (cascate e rapide) producono preferenzialmente turbolenza.

Quindi, sintetizzando con quanto detto nei paragrafi precedenti, lo scorrimento di un fluido in un condotto a geometria variabile si svolge in regimi differenti a seconda delle caratteristiche del condotto stesso: si crea di preferenza turbolenza in tutte quelle zone dove il drenaggio sia in qualche modo ostacolato da strozzature, variazioni di direzione, sezioni non circolari, disomogeneità sulle pareti. In tutte queste zone l'attrito interno favorisce l'incremento dell'energia interna del flusso e quindi la reattività delle particelle in esso contenute.

3.5. - Rapporto fra energia potenziale, energia cinetica ed energia interna dei sistemi carsogeni.

Supponiamo che una certa massa d'acqua sia posta alla sommità di un massiccio carsico in cui è presente una rete di potenziali vie di drenaggio sotterraneo. Supponiamo che lungo questa rete di fratture e di pori - la cui geometria è di sicuro estremamente variabile - si stabilisca un drenaggio ipogeo che faccia fuoriuscire l'acqua più in basso (perché la carsificazione abbia inizio è assolutamente necessario che l'acqua possa muoversi all'interno del massiccio carsico; quindi è indispensabile che le vie di drenaggio ipogeo colleghino senza soluzione di continuità due punti della superficie la cui differenza di quota possa determinare un carico idraulico tale da permettere di vincere l'insieme degli attriti interni del flusso carsico nei condotti). Se non esistesse alcuna forma di interazione fra fluido e pareti dei condotti e se il fluido stesso potesse muoversi senza attriti interni, l'attraversamento del percorso sotterraneo equivarrebbe alla caduta di un grave nel vuoto e la velocità di uscita a valle avverrebbe con velocità $v = \sqrt{2gh}$, dove h è il dislivello, g l'accelerazione di gravità. Quindi nel caso del sistema carsico precedentemente descritto, supponendo che vi sia un dislivello di 300 m fra inghiottitoio e risorgente, la velocità di fuoriuscita dell'acqua sarebbe di ben 276 Km/h.

Ma questo potrebbe accadere solo in un sistema ideale dove è possibile teorizzare che la totalità dell'energia potenziale $E_p = mgh$ viene trasformata solo in energia cinetica $E_c = 1/2 mv^2$. Nella realtà dei sistemi carsici si ha invece una forte interazione fra fluido e pareti dei condotti e al tempo stesso un marcato attrito interno del fluido che ostacolano la trasformazione dell'energia potenziale in energia cinetica, tanto è vero che dalle sorgenti carsiche, per quanto mi è noto, esce acqua a velocità ridottissima, di certo neanche lontanamente paragonabile con quella calcolata in precedenza per il sistema ideale.

E' quindi evidente che esiste una perdita di energia potenziale in una forma che non è energia cinetica ma energia interna (E_i) del sistema solido/liquido (fase freatica) o solido/liquido/gas (fase vadosa). Tra E_p , E_c ed E_i vale la relazione:

$$\Delta E_i = E_p - E_c$$

per cui tanto più è rallentato ed ostacolato, per interazioni sulle pareti e per attrito interno, l'avanzamento del fluido nella massa carsogena tanto più alto è il valore di ΔE_i e quindi tanto maggiore il contenuto energetico delle singole particelle costituenti il flusso carsico. Da notare, per inciso, che il rapporto $\Delta E_i/E_p = 1 - E_c/E_p$ è più vicino all'unità in fase di carsificazione embrionale che nelle fasi successive in quanto

all'inizio i condotti drenanti non hanno ancora subito alcuna trasformazione che favorisca lo scorrimento e diminuisca quindi gli attriti interni.

In analogia con quanto detto nel paragrafo (3.4.) la trasformazione di energia potenziale in energia interna in un condotto a geometria variabile, come può essere una via di penetrazione sotterranea delle rocce carsogene, non avviene in modo uniforme; ci saranno delle zone, in corrispondenza di particolari geometrie che ostacolano il flusso nel suo scorrimento, in cui il rapporto $\Delta E_i/E_p$ viene incrementato in modo relativamente più alto.

4. - RAPPORTO FRA ENERGIA INTERNA E SOLUBILIZZAZIONE DELLE ROCCE CARSOGENE.

La solubilizzazione e la deposizione delle rocce carsogene, come tutte le trasformazioni chimiche, implicano un certo contenuto energetico, cioè sono strettamente collegate con il contenuto energetico del sistema in cui avvengono. *Ne segue che tali trasformazioni, a parità di altre condizioni, sono in funzione della dissipazione differenziata dell'energia potenziale in energia interna del sistema [fase solida e liquida principalmente], quindi in genere del grado di turbolenza del flusso, quindi della geometria dei condotti drenanti.*

In altre parole questo significa che i dati ricavabili per una soluzione stagnante sopra la fase solida (situazione classica di laboratorio) non sono trasponibili in un sistema solido-liquido in cui la fase liquida sia in movimento *non uniforme* rispetto al solido (caso reale dei sistemi carsici). Ad esempio una soluzione satura in condizioni di immobilità potrebbe non esserlo più o divenire localmente soprassatura qualora fosse posta in movimento non uniforme rispetto al solido. Come pure una soluzione aggressiva può aumentare o diminuire la sua aggressività per il solo fatto che il suo moto sopra la fase solida è più o meno veloce e turbolento.

Tutto questo vuol dire che le condizioni di aggressività, di equilibrio (saturazione) e di soprassaturazione dei flussi carsici dipendono non solo dalle caratteristiche chimiche del sistema drenante ma anche dalla sua energia interna che è strettamente legata alle caratteristiche dinamiche del flusso e alla forma dei condotti. E questo è il fatto nuovo che supera la vecchia concezione speleogenetica, la quale lega il grado di aggressività delle acque carsiche *unicamente* alla quantità di anidride carbonica disciolta, mostrando invece come tale aggressività (o ogni altra caratteristica chimica del sistema) sia funzione anche della geometria dei condotti drenanti.

5. - ANALISI CINETICA DEI PROCESSI DI SOLUBILIZZAZIONE DELLE ROCCE CARSOGENE.

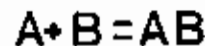
Per comprendere i rapporti che intercorrono fra dinamica dei flussi carsici e solubilizzazione delle rocce carsogene, ma anche per procedere nell'analisi globale dei fattori che concorrono alla formazione delle grotte, prendiamo in esame nei dettagli la solubilizzazione delle rocce carsogene attraverso l'analisi cinetica delle trasformazioni chimiche ad essa collegate. E' questo uno dei modi più efficaci per seguire le reazioni nel loro svolgersi reale.

5.1. - Dinamicità dell'equilibrio chimico.

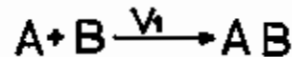
Come premessa necessaria va detto che ogni trasformazione chimica è la risultante di due reazioni che procedono in senso opposto; globalmente, in apparenza, la reazione procederà nel senso in cui procede la trasformazione più veloce. Quando le due trasformazioni si equivalgono viene raggiunto lo stato d'equilibrio (nel caso di una

solubilizzazione si raggiunge lo stato di saturazione).

Ad esempio se una sostanza A reagisce con una sostanza B per dare un composto AB:



si deve considerare che in realtà la trasformazione avviene perchè la particella A urta la particella B e, se l'energia messa in gioco è superiore a quella di attivazione, si forma la particella AB:

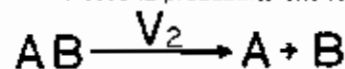


E' quindi evidente che tanto più numerosi sono gli urti efficaci (cioè quelli che mettono in gioco una quantità di energia superiore a quella standard di attivazione) tra le particelle A e B tanto più numerose saranno le particelle AB formate. La velocità v_1 con cui si produce AB sarà quindi condizionata da leggi probabilistiche in cui interverranno le concentrazioni di A e di B:

$$\frac{dC}{dt} = V_1 = K_1 [A][B]$$

dove k_1 è una costante collegata a fattori come la forma delle particelle e l'energia interna del sistema. Da notare che man mano che la reazione procede diminuisce la concentrazione di A e di B e quindi diminuisce v_1 che tende asintoticamente a zero.

Ma al tempo stesso, visto che nessuna reazione è irreversibile, man mano che aumenta la concentrazione di AB cresce la probabilità che le particelle AB si scindano in A e in B:



Per questa reazione Inversa la velocità v_2 sarà data da:

$$\frac{dC}{dt} = V_2 = K_2 [AB]$$

dove valgono le considerazioni fatte in precedenza.

Globalmente, dato che v_1 va calando mentre v_2 aumenta, si arriverà al punto in cui:

$$V_1 = V_2$$

cioè all'equilibrio; in questo stato valgono quindi le relazioni:

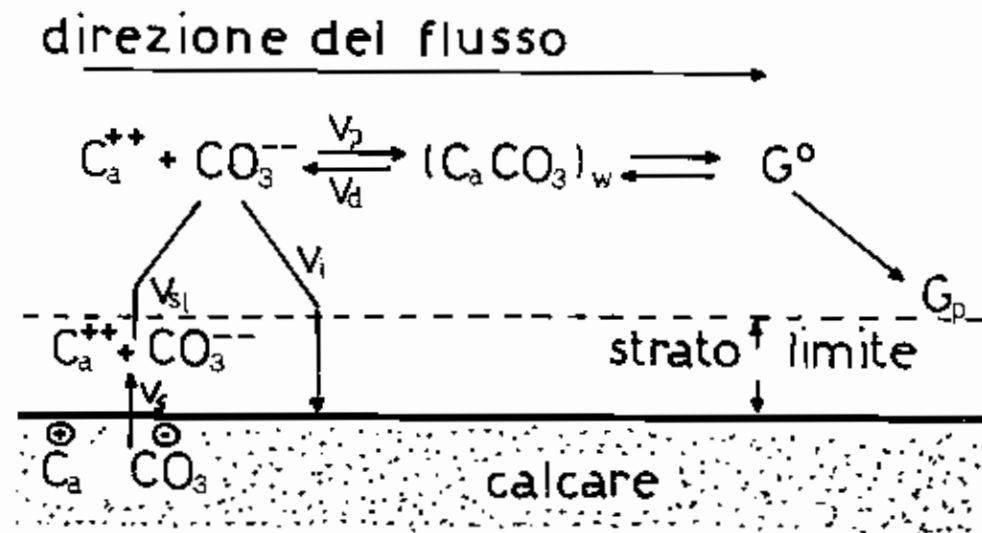
$$K_1 [A][B] = K_2 [AB] \quad K_{eq} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[AB]}{[A][B]}$$

con K_{eq} costante di reazione. L'ultima relazione scritta è quella che rappresenta matematicamente la condizione d'equilibrio; in essa le concentrazioni di A, B e AB devono essere tali da renderla una eguaglianza perchè si raggiunga uno stato di apparente stabilità.

E' perciò evidente che solo ad un esame macroscopico lo stato d'equilibrio appare statico. In realtà avvengono delle continue trasformazioni di A e di B in AB e viceversa: nell'unità di tempo il numero delle particelle A e B che reagiscono è tale da compensare esattamente il numero delle particelle AB che invece si scindono: le concentrazioni delle singole specie chimiche restano immutate, ma le determinano particelle sempre diverse. Questo è quello che si intende per equilibrio chimico, un equilibrio dinamico e non statico.

5.2 - Solubilizzazione in fase freatica dei calcari.

La dissoluzione dei calcari in assenza della fase gassosa (condizioni di freaticità) può essere schematizzata come segue:



Nel momento in cui l'acqua entra in contatto con la roccia calcarea gli ioni Ca^{++} o CO_3^{--} vengono "idratati" dai dipoli H_2O e distaccati dal reticolo cristallino. Ad ogni distacco di uno ione segue immediatamente il distacco di uno ione di polarità opposta e pertanto possiamo considerare che vengano portate in soluzione molecole di $CaCO_3$ ma sotto forma di ioni idratati e separati.

Il primo stadio della solubilizzazione è quindi il distacco dal reticolo cristallino di coppie di ioni $Ca^{++} - CO_3^{--}$ che passano nello strato limite. Lo stadio successivo è l'attraversamento dello strato limite per raggiungere il corpo della soluzione. Succedono verosimilmente altri stadi di idratazione ma, data la velocità con cui avvengono, non condizionano in alcun modo la solubilizzazione (in una trasformazione a più stadi è lo stadio più lento che condiziona interamente il meccanismo di reazione).

Alla solubilizzazione si contrappongono contemporaneamente due reazioni differenti: da una parte il reinserimento degli ioni nel reticolo cristallino (al reinserimento di uno

ione segue necessariamente il reinserimento complementare dello ione di polarità opposta, tant'è vero che la reazione è monomolecolare), dall'altra la formazione di molecole di CaCO_3 nel corpo stesso della soluzione a seguito di urti fra ioni Ca^{++} e CO_3^{--} (reazione bimolecolare).

Quest'ultime molecole a loro volta si possono aggregare per formare germi cristallini instabili G^* , detti sottocritici in quanto hanno un raggio inferiore al valore critico (Girou e Roques, 1971).

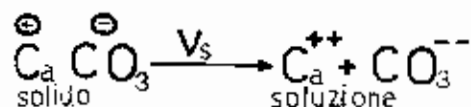
Infine più germi sottocritici, attraverso una reazione irreversibile, si uniscono per formare germi stabili G_s a dimensioni sopracritiche. Questi, anche se si trovano nel corpo della soluzione, devono essere considerati sotto ogni aspetto alla stregua della roccia incassante come fase solida in sospensione. I germi sopracritici risentono della gravità e possono costituire il corpo di fondo (precipitato), contrariamente a quanto avviene per le particelle molecolari e ioniche sulle quali hanno effetto prevalente forze non gravitative; tali germi solubilizzano con gli stessi meccanismi indicati per la roccia madre pur essendo soggetti a subire gli impulsi prodotti dai moti convettivi del flusso.

Infine è da tener presente che concorre alla formazione di ioni Ca^{++} e CO_3^{--} e quindi incide nel complesso della solubilizzazione del calcare, anche la reazione inversa alla precipitazione, cioè quella che porta alla dissociazione delle molecole di CaCO_3 formatesi nel corpo della soluzione.

I rapporti che intercorrono fra la concentrazione di CaCO_3 e la formazione di germi cristallini hanno una importanza determinante nel definire i vari stati del processo di solubilizzazione ma verranno definiti più opportunamente nei successivi paragrafi.

5.2.1. - Solubilizzazione con flussi saturi o vicini alla saturazione (speleogenesi embrionale): equilibrio chimico relativo.

Nell'ipotesi di una soluzione satura o pressoché satura lo stadio più lento della solubilizzazione è il distacco degli ioni dalla roccia incassante ed è quindi la reazione:



che determina il processo di trasporto dalla fase solida alla fase liquida; la relativa velocità di reazione è data da:

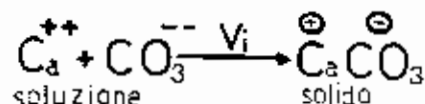
$$V_s = K_s \frac{S}{V} \quad (1)$$

dove K_s : costante di velocità della reazione di solubilizzazione

S: superficie di separazione solido-liquido

V: volume della fase liquida.

A tale solubilizzazione si contrappone la reazione di reinserimento degli ioni Ca^{++} e CO_3^{--} nel reticolo cristallino della roccia incassante secondo lo schema:

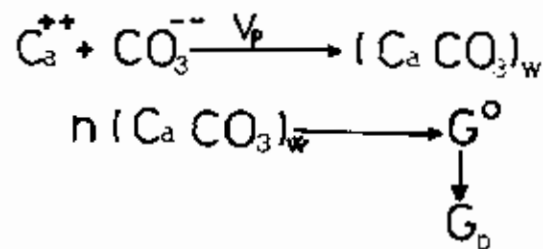


la cui velocità sarà:

$$V_i = K_i \{ [\text{Ca}^{++}] + [\text{CO}_3^{--}] \} \quad (2)$$

dove K_i è la costante di velocità della reazione di reinserimento. Da notare che V_i , coerentemente ad una cinetica monomolecolare sperimentalmente accertata (Roques, 1969), è proporzionale alla somma delle concentrazioni ioniche.

Alla solubilizzazione si contrappone anche un altro tipo di reazione, che è poi quella che caratterizza lo stato di saturazione: gli ioni Ca^{++} e CO_3^{--} urtandosi, come è stato detto nel paragrafo precedente, danno origine nel corpo stesso della soluzione a molecole neutre CaCO_3 , quindi a germi cristallini, prima con dimensioni inferiori a quelle critiche, poi sopracritiche. Schematicamente si ha:

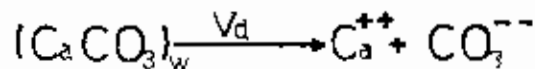


dove G^* e G_p simboleggiano rispettivamente i germi sottocritici e sopracritici. Per questa reazione di precipitazione la velocità è data da:

$$V_p = K_p [\text{Ca}^{++}] [\text{CO}_3^{--}] \quad (3)$$

dove K_p è la relativa costante di velocità. In accordo con il fatto che la reazione è bimolecolare, la velocità relativa è proporzionale al prodotto delle concentrazioni ioniche.

Per la reazione inversa di dissociazione vale lo schema:



si avrà la velocità:

$$V_d = K_d [(\text{CaCO}_3)_w] \quad (4)$$

All'equilibrio, cioè nello stato che separa gli stati corrosivi da quelli incrostanti, si dovrà avere necessariamente:

$$V_s + V_d = V_i + V_p \quad (5)$$

e quindi:

$$K_s \frac{S}{V} + K_d [CaCO_3]_w = K_i \{ [Ca^{++}] + [CO_3^{--}] \} + K_p [Ca^{++}] [CO_3^{--}] \quad (6)$$

che è la relazione che quantizza compiutamente le condizioni di equilibrio della solubilizzazione dei calcari in condizioni freatiche ad opera di flussi saturi o vicini alla saturazione.

La relazione (6) in pratica determina lo stato di riferimento per poter valutare se un determinato flusso freatico, in un dato istante e in un punto stabilito, è aggressivo o soprassaturo oppure perfettamente all'equilibrio. In quest'ultimo caso deve verificarsi che, in determinate condizioni chimiche e fisiche, le variabili k_s , k_i , k_p , k_d , S , V , $[Ca^{++}]$, $[CO_3^{--}]$ e $[CaCO_3]_w$ hanno dei valori tali da rendere la relazione (6) una eguaglianza. In tutti gli altri casi si avrà una soluzione aggressiva o soprassatura.

Anche solamente da ciò, anticipando una conclusione che verrà ribadita e precisata in seguito, si evidenzia quanto sia più probabile che un flusso carsico - in moto non uniforme a contatto con un solido generalmente non omogeneo né chimicamente né fisicamente, in condotti a geometria variabile che producono differenziazione nel regime di scorrimento e nell'incremento del rapporto E_i/E_p - presenti caratteristiche di non equilibrio; lo stato di equilibrio non è che uno fra gli infiniti stati possibili di una soluzione carsica, realizzabile con la stessa difficoltà di infiniti altri stati di non equilibrio.

5.2.1.1. - Analisi delle variabili presenti nell'equazione di equilibrio.

Ora analizziamo le variabili della relazione fondamentale (6) per delineare in modo dettagliato le loro dipendenze da altri fattori di uso più comune.

5.2.1.1.1. - Costante di velocità della reazione di solubilizzazione.

Per essa vale la relazione:

$$K_s = B e^{-\frac{E_s}{RT}} \quad (7)$$

dove B: costante di proporzionalità

E_s : energia di attivazione della reazione di solubilizzazione

R: costante termodinamica

T: temperatura assoluta.

Quindi k_s , a temperatura costante, è maggiore per i cristalli a energia reticolare più bassa, come appunto accade per i microcristalli rispetto a quelli con dimensioni maggiori dove la risonanza determina una maggiore coesione reticolare.

Per conto, a parità di energia di attivazione, la costante di velocità di solubilizzazione aumenta con la temperatura. Da precisare che questo fatto non deve essere confuso con la funzionalità fra temperatura e capacità di solubilizzazione (prodotto di solubilità K_s) in quanto quest'ultima è la risultante di tutte le variabili della relazione (6) e determina le concentrazioni alla saturazione, le quali, nel caso del carbonato di calcio, diminuiscono con l'aumentare della temperatura.

5.2.1.1.2. - Costante di velocità della reazione di inserzione.

Per questa costante vale la relazione, analoga alla (7):

$$K_i = A e^{-\frac{E_i}{RT}} \quad (8)$$

dove A è il cosiddetto "fattore di frequenza" e per E_i , energia di attivazione della reazione di inserzione, e T valgono le stesse considerazioni fatte in precedenza sulla relazione (7).

Inoltre, visto che le caratteristiche energetiche del flusso variano a seconda della geometria dei condotti di drenaggio e visto che gli ioni interessati variano la loro mobilità in relazione all'energia interna del flusso, k_i è dipendente anche dalla geometria dei condotti drenanti. Ciò, in altre parole, è dovuto al fatto che l'energia interna prodotta localmente nel flusso (a seguito della dissipazione differenziata di energia potenziale) viene anche assorbita dagli ioni Ca^{++} e CO_3^{--} e quindi aumenta il numero di essi con contenuto energetico superiore a quello richiesto per valicare la soglia di attivazione della reazione di inserzione: là dove maggiore è la turbolenza e la dissipazione di energia potenziale in energia interna, maggiore sarà la probabilità di trovare ioni con energia superiore a quella di attivazione e maggiore sarà k_i e velocità di reazione. In ultima analisi l'effetto è analogo a quello ottenibile con un aumento di temperatura.

Infine per k_i vale anche la relazione:

$$\log K_i = \log K_{i0} + C \sqrt{\mu} \quad (9)$$

dove k_{i0} : costante di velocità della reazione di inserzione a diluizione infinita

C: costante di proporzionalità, negativa in questo caso, dipendente dalla carica degli ioni e dalla carica superficiale della fase solida

μ : forza ionica della soluzione =

$$\frac{1}{2} \sum m_i z_i^2$$

La relazione (9) ci dice che tanto più sono elevate le concentrazioni ioniche nella soluzione (anche per effetto di ioni che non siano Ca^{++} e CO_3^{--}) tanto più k_i è piccola. Questo fenomeno si spiega con il fatto che la presenza di molte particelle cariche elettricamente favoriscono l'aggregazione su Ca^{++} e CO_3^{--} di ioni con carica di segno opposto: Ca^{++} e CO_3^{--} aumentano di volume si "appesantiscono", diminuisce la loro mobilità, diminuisce il numero di essi che hanno una mobilità sufficiente per superare la soglia di attivazione e quindi diminuisce k_i e, a parità di altre condizioni, la velocità di reazione. È questo un effetto analogo a quello ottenibile con un abbassamento della temperatura.

In sintesi, e la conclusione vale anche per situazioni analoghe che verranno successivamente delineate, la mobilità ionica è uno dei fattori principali nella definizione della velocità di reazione; la mobilità è a sua volta strettamente collegata a variabili come E_i , E_p (geometria dei condotti) e forza ionica.

5.2.1.1.3. - Costante di velocità della reazione di precipitazione.

Per tale costante valgono delle considerazioni analoghe a quelle fatte per k_i solo che le relazioni (8) e (9) devono essere modificate come segue:

$$K_p = A'_e \frac{-E_p}{RT} \quad (10)$$

$$\log K_p = \log K_{p0} - 4,08 \sqrt{\mu} \quad (11)$$

dove E_p : energia di attivazione della reazione di precipitazione

K_{p0} : costante di velocità della reazione di precipitazione e diluizione infinita.

Ecco dunque che la costante di velocità della reazione di precipitazione è determinata dalle variabili E_p , T e μ . Ciò significa che essa varia, nel caso reale dei flussi carsici, in funzione della geometria dei condotti, della forza ionica del flusso e di quei fattori che determinino una variazione nell'energia di attivazione, come ad esempio un catalizzatore. Quest'ultimo è un fatto generalizzabile in altre analoghe situazioni.

5.2.1.1.4 - Costante di velocità della reazione di dissociazione.

La costante k_d è una funzione analoga alla (7), (8) e (10):

$$K_d = A''_e \frac{-E_d}{RT} \quad (12)$$

dove E_d è l'energia di attivazione della reazione di dissociazione ed A'' il fattore di frequenza relativo. La reazione, benché monomolecolare, è sempre legata alla probabilità di urto fra molecole "attivate"; questo spiega la presenza del fattore di frequenza nella relazione (12).

Non essendo invece una reazione ionica non è possibile ricavare una relazione per k_d analoga alla (9) e alla (11). Pertanto la costante di velocità della reazione di dissociazione dipende dall'energia di attivazione E_d e dalla temperatura, T , ma non è legata, per quanto ci è dato conoscere, alla forza ionica del flusso. In sintesi K_d è una funzione delle variazioni di geometria dei condotti drenanti.

5.2.1.1.5 - Rapporto superficie/volume.

La velocità di solubilizzazione, come si ricava dalla relazione (1), è direttamente proporzionale al rapporto S/V , dove S è la superficie di separazione solido-liquido e V il volume della fase liquida.

Questo spiega il motivo per cui un solido finemente suddiviso o una parete porosa sono più facilmente solubili di un grosso monocristallo o, rispettivamente, di una parete microscopicamente levigata. Nel caso del solido finemente suddiviso o di una parete porosa, a parità di volume della fase liquida, il rapporto S/V ha un valore relativamente più elevato.

Una riduzione del rapporto S/V si verifica invece quando la roccia incassante non sia chimicamente omogenea, cioè presenti delle impurezze come nel caso dei calcari dolomitici. Ciò può essere valutato quantitativamente confrontando il valore del prodotto di solubilità (il K_{ps} , a parità di altre condizioni, è una funzione diretta del rapporto S/V oltre che della costante di velocità k_s) della calcite pura con quello di un calcare in cui

siano presenti delle impurezze, ad esempio di carbonato di magnesio, in proporzione del 5%. Nel caso della calcite il K_{ps} vale 10^{-8} ,³⁴ mentre per il calcare dolomitico si ottiene un valore di 10^{-8} ,³⁶.

Altre importanti considerazioni possono essere fatte nel caso che il condotto drenante sia a sezione circolare e di raggio r . In tale situazione il rapporto S/V vale:

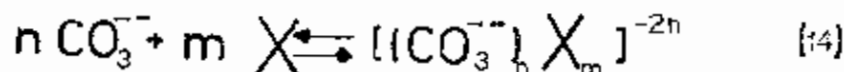
$$\frac{S}{V} = \frac{2}{r} \quad (13)$$

cioè è inversamente proporzionale al raggio del condotto. Questo comporta che una analoga proporzionalità esiste fra raggio del condotto, velocità di solubilizzazione e K_{ps} , spiegando così diversi fatti più volte osservati come l'estrema rapidità con cui si raggiunge la "saturazione" nei tubi freatici capillari e la progressiva eliminazione delle strozzature. Con questa dipendenza di S/V da r si spiega altresì perché i condotti, qualora siano scavati in roccia fisicamente e chimicamente omogenea, tendendo ad assumere una sezione circolare; ma di questo fatto verranno date in seguito più ampie spiegazioni.

5.2.1.1.6 - Concentrazione ione carbonato

In condizioni di freaticità, contrariamente a quanto erroneamente si ritiene, questa variabile ha una importanza decisamente scarsa. Ma esaminiamone le dipendenze funzionali.

Sono possibili, ma estremamente improbabili nelle condizioni chimico-fisiche dei sistemi carsici, dei composti di coordinazione prodotti da reazioni del tipo:



Ciò porterebbe a diminuire $[\text{CO}_3^{--}]$ e quindi ad una solubilizzazione addizionale.

Le concentrazioni ai fini delle reazioni e della determinazione degli stati di equilibrio non sono pari alle concentrazioni analitiche, come in parte è stato significato con le relazioni (9) e (11), e pertanto a quest'ultime si devono sostituire le attività. La relazione che lega le attività a alle concentrazioni c è la seguente:

$$a = f \cdot c \quad (15)$$

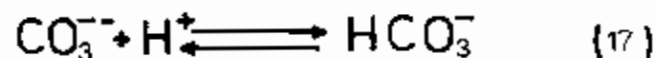
dove f è il coefficiente di attività (varia fra zero e l'unità), il quale a sua volta è legato alla relazione:

$$f = -A z_i^2 \sqrt{\mu} \quad (16)$$

dove A è una costante caratteristica del solvente e z_i la carica dello ione interessato. Questo significa che la concentrazione "attiva", rimanendo inalterata la concentrazione analitica, varia con la forza ionica μ : aumentando il numero di ioni in soluzione, di qualsiasi natura, aumenta la forza ionica e quindi di fatto diminuisce la concentrazione "attiva", portando in ultima analisi ad una solubilizzazione addizionale. Tutto questo ovviamente vale anche per lo ione CO_3^{--} e per i flussi carsici.

Una certa importanza, come è stato fatto rilevare (Roques, 1975), può avere la presenza di sali omoionici del carbonato di calcio del tipo CaSO_4 e MgCO_3 . Infatti con tali presenze si possono ottenere degli effetti analoghi a quelli che è possibile ottenere con delle variazioni delle concentrazioni di CO_3^{--} e Ca^{++} .

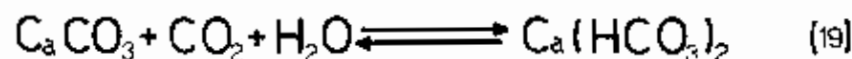
Infine la concentrazione dello ione carbonato può variare in dipendenza della concentrazione di ioni idrogeno in conseguenza della reazione d'idrolisi:



e quindi della relazione:

$$K_h = \frac{[\text{CO}_3^{--}][\text{H}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} \quad (18)$$

La reazione (17) viene di solito scritta, nel caso della solubilizzazione del calcare, nella forma che implica l'anidride carbonica come unico fattore acidificante:



Che la CO_2 sia un potenziale fattore acidificante non vi è dubbio, ma è altrettanto vero che nei sistemi carsici possono esistere altre sostanze che tendono ad abbassare il pH del flusso come ad esempio l' H_2S (la Grotta Grande del Vento, i sistemi sotterranei del Fosso del Bagno di Parrano e altre importanti cavità si sviluppano in prossimità di sorgenti sulfaree; in molti altri grandi sistemi carsici, come ad esempio quello di Monte Cucco, si trovano tuttora notevoli depositi di prodotti di ossidazione dello zolfo).

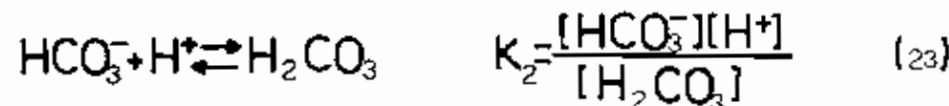
Infine è possibile che per effetto di miscela due soluzioni a diverso grado di saturazione si uniscano per dare un flusso nuovamente aggressivo (Boegli, 1969). Questo è possibile in quanto non è lineare la funzione che lega la quantità di carbonato di calcio solubilizzato alla quantità di anidride carbonica che ha prodotto la solubilizzazione per variazione di pH. È comunque da sottolineare che tale effetto, detto "corrosione per miscela d'acqua", è una conseguenza diretta della reazione (17) e rientra pertanto in quelle possibilità di solubilizzazione addizionale dovute a variazioni della $[\text{CO}_3^{--}]$.

A questo punto, concluso l'esame dei fattori che influenzano la variabile $[\text{CO}_3^{--}]$, è necessario fare delle precisazioni sulla reale funzione che tale variabile ha nel determinare lo stato di un sistema carsogeno in condizioni freatiche. È stato dimostrato teoricamente e sperimentalmente che le acque meteoriche, penetrando in condotti calcarei a dimensioni ridotte come possono essere le soluzioni di continuità della roccia nella fase embrionale della carsificazione, raggiungono lo stato di totale non aggressività in pochi centimetri di percorso (Weyl, 1958; Roques, 1975); occorre che i canali drenanti raggiungano dimensioni tali da permettere un rapido e massiccio drenaggio perché si possa ipotizzare che i flussi carsici freatici attraversino i massicci calcarei in condizione di costante aggressività. Da precisare che i suddetti Autori in questo caso intendono per aggressività la capacità dei flussi carsici di operare la solubilizzazione del calcare unicamente per l'azione prodotta dall'anidride carbonica secondo la reazione (19).

Quindi le possibilità aggressive dei flussi carsici legate alla presenza della CO_2 sono

in genere da escludere nella fase speleogenetica embrionale e da ridimensionare nettamente nelle fasi successive del ciclo carsico.

È questo un dato, sperimentalmente e teoricamente confermato, che contrasta in modo lampante con la generale consuetudine di spiegare la speleogenesi unicamente con l'azione della CO_2 solubilizzata nei flussi carsici; è di norma infatti, volendo fare della chimica della solubilizzazione delle rocce calcaree, prendere i concetti, statici e macroscopici, della chimica analitica di laboratorio classica e, rovistando fra i vari equilibri e relative relazioni:



si va cercando quali siano le specie chimiche variabili su cui poter giocare per giustificare la formazione e il modellamento delle grotte. Ciò presuppone che si prenda come relazione base la (20) al posto della più adeguata e complessa relazione (6), assumendo per di più che K_{ps} abbia un valore fisso, e che la solubilizzazione addizionale avvenga in quanto gli ioni H^+ prodotti a seguito dell'idratazione della CO_2 - attraverso l'effetto concatenato di ioni in comune - sottraggano ioni CO_3^{--} alla soluzione spostando l'equilibrio (20) a destra, cioè nel senso di una ulteriore dissoluzione della roccia carbonatica (per la deposizione ovviamente si ipotizza un meccanismo inverso). E la teoria della "corrosione per miscela d'acqua" non si discosta da tali presupposti; per di più si basa sull'ipotesi invero assai poco probabile che in uno stesso massiccio carsico i flussi

freatici possano raggiungere diversi gradi di saturazione e contrasta con le conclusioni tratte da ricerche sperimentali e analisi morfologiche relative a sistemi freatici attivi e fossili.

Questo modo "tradizionale" di vedere la dissoluzione del calcare, frutto di una visione "statica" del chimismo dei carbonati, parte da un presupposto limitativo e fuorviante come la relazione (20) ed erroneamente ritiene che siano delle costanti le numerose variabili della relazione (6) $k_s, k_d, k_j, k_p, S, V, [CaCO_3]_w, [Ca^{++}]$ e che sulla $[CO_3^{--}]$ non abbia alcun effetto la forza ionica del flusso, i sali omolionici del carbonato di calcio, l'azione complessante di taluni agenti, la presenza di sostanze acidificanti che non siano l'anidride carbonica. Inoltre una tale impostazione esclude un fatto di grande rilievo come la dissipazione differenziata di energia potenziale in energia interna a seguito di variazioni nel regime di flusso imposte dal modificarsi della geometria dei condotti. In quest'ottica è parimenti inevitabile concludere erroneamente che le acque carsiche freatiche raggiungano dopo un certo percorso uno stato di completa saturazione e che tale stato si mantenga immutato, nonostante tutto, fin quando il flusso non viene di nuovo in contatto con la fase gassosa o con altro flusso a diverso grado di "saturazione": ecco dunque la difficoltà di spiegare certe morfologie tipicamente freatiche e la stessa determinante speleogenesi embrionale, ecco il ricorso aprioristico sempre più frequente all'erosione e all'improbabile "corrosione per miscela d'acque" come toccasana della situazione.

Altrettanto consueto e altrettanto improprio è prendere come punto di partenza la relazione (19), scissa nelle sue componenti, per giungere a stabilire delle funzionalità del tipo:

$$[CO_3^{--}]_{e_q} = f(p_{CO_2})_{e_q} \quad [CO_3^{--}]_{e_q} = f(pH)_{e_q};$$

$$(pH)_{e_q} = f(p_{CO_2})_{e_q} \quad (25)$$

e quindi, calcolato il valore della $[Ca^{++}]$, del pH e di altri parametri analitici di un flusso carsico, stabilirne il grado di aggressività o peggio ancora lo stato di "saturazione". L'errore sta, al solito, nel ritenere che la concentrazione dello ione CO_3^{--} sia l'unica variabile che determina lo stato di un sistema carsogeno. Non ha alcun senso ad esempio prelevare un campione d'acqua da un torrente sotterraneo e, dopo aver calcolato in laboratorio le concentrazioni delle specie chimiche canoniche, sentenziare sul suo grado di aggressività o sul suo stato di "saturazione". Ciò potrà essere possibile solo quando si sarà in grado di valutare correttamente anche l'influenza di altri fattori come la velocità di scorrimento della fase liquida rispetto a quella solida e quella della fase gassosa rispetto a quella liquida, il grado di turbolenza, la natura chimica e fisica della roccia incassante, l'estensione delle superfici di separazione fra le varie fasi, il volume delle fasi fluide, l'azione che subisce per l'effetto dello scorrimento del flusso la massa dei germi cristallini dispersi nella fase liquida (di questo avremo modo di parlare più estesamente in seguito), la temperatura, la forza ionica del flusso, la pressione parziale dell'anidride carbonica e tutte le altre variabili direttamente o indirettamente legate alla relazione (6). Altrimenti è come applicare i principi della statica alla dinamica, come pretendere di misurare la velocità di un oggetto quando è fermo.

5.2.1.1.7. - Concentrazione ione calcio $[Ca^{++}]$.

Questa variabile è in funzione della presenza di agenti complessanti a seguito di una reazione analoga alla (14). Al tempo stesso essa è legata in relazioni simili alla (15) e alla (16) e pertanto risente, come tutti gli ioni, della forza ionica del flusso. Anche la presenza di sali omolionici del carbonato di calcio possono portare a modificarne il valore. Comunque sono questi fatti estremamente improbabili nei sistemi carsogeni e per questa sua caratteristica di stabilità la concentrazione di Ca^{++} viene presa come parametro di riferimento per valutare l'evolversi della solubilizzazione.

5.2.1.1.8. - Concentrazione carbonato di calcio $[CaCO_3]_w$.

Il problema della definizione delle correlazioni esistenti fra questa variabile e i parametri caratteristici del flusso carsico è vasto, complesso e controverso. Infatti $[CaCO_3]_w$ è in stretta dipendenza con il fenomeno della formazione di germi cristallini nel corpo stesso del flusso (precipitazione), fenomeno questo tutt'altro che definito, del quale esistono diverse interpretazioni che portano a relativi differenti modelli matematici. Tenterò comunque una sintesi, rimandando per ulteriori spiegazioni e dettagli a lavori specifici (Girou e Roques, 1971) nei quali è anche possibile individuare una vasta bibliografia.

Facendo riferimento allo schema di solubilizzazione riportato nel paragrafo (5.2.), è evidente che la concentrazione di $[CaCO_3]_w$ dipende strettamente dalla velocità e dalle caratteristiche della germinazione dei cristalli di carbonato di calcio. Tale velocità può essere quantizzata dalla relazione:

$$\log J = \log A - \frac{\Delta G^\ddagger + \Delta G_c}{KT} \quad (26)$$

dove J: frequenza di germinazione = n° di germi formati per unità di tempo e di volume

A: costante di velocità

ΔG^\ddagger : energia di attivazione di diffusione

ΔG_c : entalpia libera corrispondente al raggio critico

K: costante di Boltzman

T: temperatura assoluta.

Per il raggio critico si ha la relazione:

$$r_c = \frac{2\sigma M}{CRT} \quad (27)$$

dove σ : energia libera interfacciale

M: massa molecolare del soluto ($CaCO_3$)

\bar{Q} : massa della frazione cristallizzata del soluto

R: costante termodinamica.

Per la calcite è stato calcolato che il raggio critico è prossimo a 130 Å.

Per l'entalpia libera critica si ha:

calcite: $\Delta G_c = -269,78$ Kcal/mole a 20° C

aragonite: $\Delta G_c = -269,54$ Kcal/mole a 20° C.

Tali dati sono difficilmente riproducibili.

In questo contesto di non perfetta definizione dei fenomeni legati alla precipitazione si inserisce un altro fatto di grande rilevanza ma pur sempre difficilmente generalizzabile e quantizzabile: la nucleazione eterogenea dei germi cristallini. Il cristallo di CaCO_3 si può formare sia partendo da un nucleo di molecole di carbonato di calcio (nucleazione omogenea) sia appunto con l'aggregazione di molecole di CaCO_3 su un supporto di altra natura, tipo impurezze contenute nel flusso e germi cristallini estranei (nucleazione eterogenea). In questo secondo caso, tutt'altro che infrequente nelle rocce carbonatiche, la germinazione viene facilitata ed accelerata.

Sulla germinazione hanno comunque influenza anche fatti come la natura fisica della pareti dei germi di cristallizzazione e gli ultrasuoni.

Da tutto ciò si può ben comprendere quali e quanti siano i fattori, tutti di difficile quantizzazione, che influenzano la variabile $[\text{CaCO}_3]_w$ oltre a quelli già noti come la dissipazione di energia potenziale in energia interna (grado di turbolenza del flusso) per variazione della geometria dei condotti e la forza ionica del flusso, le quali agiscono rispettivamente sulle costanti di velocità e sulle concentrazioni delle singole specie chimiche.

È quindi evidente come il fenomeno della germinazione cristallina - che è poi il responsabile nella definizione del livello di solubilizzazione (K_{ps}) nelle soluzioni sature statiche - vari anche nettamente in funzione di numerosi fattori, alcuni dei quali, come la nucleazione eterogenea, a effetto imprevedibile.

Da aggiungere e sottolineare inoltre che la formazione di germi cristallini nel flusso (omogenei ed eterogenei) è legata alla disgregazione dei nuclei non carbonatici dei calcari e alla diffusione da flusso, come verrà precisato nei due paragrafi successivi; ciò indirettamente dà altre notevoli possibilità di variabilità a $[\text{CaCO}_3]_w$.

5.2.1.2. - Disgregazione di nuclei non carbonatici a seguito della dissoluzione del cemento carbonatico.

Le rocce sedimentarie calcaree contengono dei nuclei di materiale diverso da CaCO_3 . Questi nuclei, a dimensioni generalmente ridottissime (dell'ordine di micron), possono essere costituiti da materiali più o meno velocemente solubili o praticamente insolubili. Nel processo di dissoluzione per opera dei flussi carsici viene asportata più rapidamente la roccia più velocemente solubilizzabile (non la più solubile), provocando con ciò, proprio per l'eterogeneità della superficie solida, una microcavemosità e al tempo stesso i presupposti per una asportazione meccanica dei nuclei a cui è venuto a mancare il sostegno del cemento carbonatico circostante. Si assiste allora ad una vera e propria disgregazione della roccia incassante in conseguenza di fenomeni microclastici e dell'azione dei moti convettivi del flusso, tanto più efficace se in regime turbolento (da notare come anche in questo caso la turbolenza amplifichi il trasferimento della fase solida in quella liquida).

Le conseguenze della disgregazione per solubilizzazione del cemento calcareo sono tali che la dissoluzione (solubilizzazione più disgregazione) della roccia incassante è più marcata, a parità di altre condizioni, nei calcari impuri che in quelli a più alto tenore di carbonato di calcio. Ecco uno dei motivi per il quale non deve far specie la scoperta di notevoli sistemi carsici anche in calcari fortemente marnosi.

La disgregazione dei calcari, oltre che essere di fatto una "solubilizzazione" addizionale, porta ad altre due conseguenze che indirettamente agiscono sui meccanismi della solubilizzazione vera e propria. La prima è che l'asportazione meccanica dei nuclei eterogenei conduce ad un aumento della superficie di separazione solido-liquido e quindi ad un aumento della velocità di solubilizzazione in forza della relazione (1). La seconda conseguenza sta nel fatto che i nuclei eterogenei disgregati dispersi nel flusso vanno a costituire dei potenziali centri di cristallizzazione eterogenea che, come abbiamo visto nel precedente paragrafo, catalizzano la formazione di germi cristallini e, quindi, la precipitazione, con tutto quello che ne consegue sulla base della relazione fondamentale

le (6).

Un'altra conseguenza della disgregazione è che - nell'ipotesi limite di un flusso costantemente saturo dove tuttavia è presente un continuo equilibrato passaggio di materia della fase solida a quella liquida e viceversa - tale fenomeno avvenga comunque, con il risultato di asportare meccanicamente i nuclei eterogenei e di ampliare il condotto drenante.

5.2.1.3 - Rapporti fra velocità di flusso e moti centripeti (diffusione) dei germi cristallini.

Una variabile, di caratteristiche puramente fisiche, che potrebbe rivestire una grande importanza nell'economia generale dei meccanismi cinetici della solubilizzazione dei calcari è verosimilmente l'azione centripeta che il flusso esercita sui germi cristallini e sulle altre particelle, disperse in fase liquida, in funzione della velocità di scorrimento: *tanto maggiore è la velocità di avanzamento del flusso, tanto più alta è la probabilità che dette particelle e germi siano attratte verso i più rapidi filetti fluidi centrali, tanto minore è quindi la probabilità di deposizione nel luogo stesso dove i germi sono stati prodotti* (Salvatori, 1972). Un fenomeno analogo è stato riportato in un lavoro a carattere sperimentale (Cigna, 1972), ma riguarda i ben più piccoli ioni; anzi a tal proposito c'è da osservare che è difficile comprendere come particelle ioniche o molecolari, soggette in genere a moti antigravitativi e anticorvettivi, possano subire la diffusione da flusso: forse i gradienti di concentrazione radiali riscontrati sono dovuti ad un addensamento, in posizione assiale, di germi cristallini, ben più soggetti, per le loro maggiori dimensioni, alle sollecitazioni centripete del flusso che le poco manovrabili particelle ioniche e molecolari.

Come abbiamo visto in precedenza la solubilizzazione dei calcari non deve essere intesa come un fenomeno a senso unico, ma piuttosto come una competizione fra quattro reazioni: due che portano gli ioni Ca^{++} e CO_3^{--} in soluzione e altre due, con meccanismi differenti, che riportano in fase solida gli ioni solubilizzati. Queste trasformazioni sono continue e avvengono anche all'equilibrio dove invece sembrerebbe che il sistema sia in uno stato di immobilità; in realtà non si notano effetti globali perché le reazioni si contrappongono esattamente. Se ora prendiamo in esame la sola reazione di precipitazione, quella che porta alla formazione di germi cristallini nel corpo stesso della soluzione, possiamo affermare che *in ogni caso esiste sempre una fase solida dispersa nella fase liquida*. Questa fase solida in sospensione è parte integrante della reazione globale di solubilizzazione, tanto è vero che se potessimo sottrarla meccanicamente ad una soluzione saturo si potrebbe osservare che il sistema reagisce portando in soluzione altro materiale solido, sotto forma di germi cristallini, fino a ripristinare la fase solida dispersa. Perciò impedire ai germi cristallini di precipitare sopra il solido che li ha generati significa sbilanciare il sistema a favore di una solubilizzazione addizionale e non perché aumenti la quantità di roccia che passa nell'unità di tempo in fase liquida, ma perché diminuisce la quantità di materiale che nell'unità di tempo rientra dalla fase liquida al corpo di fondo.

Queste considerazioni, unitamente a quanto detto in merito alla diffusione da flusso di germi cristallini, portano a concludere che esiste una funzionalità fra velocità del flusso e livello di saturazione, rimanendo costanti tutte le altre variabili sinora esaminate. Per la precisione si può dire che:

- a) con acque aggressive un aumento della velocità di flusso porta ad un aumento dell'intensità di solubilizzazione, mentre una diminuzione riduce la solubilizzazione;
- b) con acque all'equilibrio "sature" un aumento di velocità di flusso produce uno stato di aggressività, una diminuzione uno stato di soprassaturazione cioè una fase deposizionale;
- c) con acque soprassature un aumento della velocità di flusso significa una riduzione della deposizione, mentre una diminuzione esaspera il grado di soprassaturazione.

Per chiarire le idee facciamo un esempio. Si supponga che un flusso freatico saturo scorra con velocità media uniforme in un condotto calcareo rettilineo e a sezione circolare

costante. In queste condizioni l'equilibrio viene mantenuto indefinitamente e non è possibile osservare alcun ampliamento. Ma supponiamo anche che a un certo punto del condotto ci sia una strozzatura dove il flusso scorre necessariamente più veloce. In questa nuova situazione, nella zona a sezione ridotta, avverrà che la soluzione satura diverrà nuovamente aggressiva in quanto, diminuendo la probabilità di deposizione dei germi cristallini, il sistema non sarà più all'equilibrio ma sbilanciato a favore di una solubilizzazione addizionale con conseguente asportazione di materiale dalle pareti della strozzatura. A valle di essa, ritornando il condotto alle dimensioni iniziali, il flusso ridurrà la velocità e la probabilità di deposizione aumenterà di nuovo. Si avrà quindi una soluzione soprassatura in cui prevarrà la deposizione sulla solubilizzazione, con tendenza a riempire piuttosto che ad ampliare. Nel complesso, la strozzatura verrà gradualmente eliminata mentre a valle verranno progressivamente occluse le vie di drenaggio secondarie e la canalizzazione a fondo cieco che fungeranno da "trappola" per i germi cristallini in soprannumero. Il fenomeno, nel suo aspetto globale, non presenterà alcuna solubilizzazione in accordo con il presupposto teorico di un flusso "saturato", ma localmente si verificheranno delle notevoli modificazioni tendenti a favorire uno scorrimento sempre più facile a scapito delle cavità non direttamente interessate al drenaggio che verranno invece ostruite di calcite o, a seconda delle condizioni ambientali, di aragonite.

Con le dovute modifiche questo esempio è trasponibile allo smantellamento di ogni altra geometria dei condotti che ostacoli lo scorrimento del flusso. Infatti in un tubo calcareo rettilineo a geometria variabile ogni difformità da un analogo condotto a sezione circolare costante può essere considerata alla stregua di una strozzatura che ostacoli il flusso e quindi ne aumenti localmente la velocità (in un condotto a sezione ellittica ad esempio la velocità del flusso è maggiore in corrispondenza dell'asse minore). Nei condotti non rettilinei la situazione è diversa ma la diffusione da flusso dei germi cristallini può ugualmente contribuire a spiegare certe morfologie ed anastomosi: in corrispondenza di una variazione di direzione del condotto drenante il flusso scorre più velocemente all'esterno che all'interno della "curva"; questa quindi tende ad accentuarsi, magari favorendo la meandrificazione e lo sfondamento verso eventuali condotte vicine.

5.2.1.4. - Organizzazione spaziale delle masse cristalline a contatto con soluzioni immobili.

È questo il caso di una soluzione, necessariamente satura, immagazzinata nelle soluzioni di continuità di una massa rocciosa carsificabile senza possibilità di fuoriuscita a valle, quindi immobile e priva di ricambi idrici e gassosi. In questa situazione si direbbe che non è possibile alcuna modificazione né tantomeno ampliamento. Ma questa convinzione cade qualora si consideri che il sistema è interessato da un continuo passaggio di ioni dalla fase solida e quella liquida e viceversa, con trasformazioni che in definitiva portano ad un ampliamento, sia pur modesto e limitato, della porosità della massa calcarea. Infatti il sistema tende spontaneamente a raggiungere lo stato di maggiore stabilità solubilizzando i cristalli più piccoli della parte superficiale della roccia per ridepositare il soluto sotto forma di cristalli che, favoriti dalla lentezza delle trasformazioni, vanno sempre più ingrandendosi. Avviene cioè un impacchettamento organizzato delle particelle elementari e quindi una migliore utilizzazione del volume disponibile eliminando magari la porosità singenetica (originaria) della massa calcarea. In definitiva le soluzioni di continuità si ampliano e la parte superficiale della roccia incassante, quella a contatto con la soluzione, si trasforma da micro a macrocristallina.

A proposito di questo fatto vorrei sottolineare che la presenza di grossi cristalli sulle pareti di moltissimi bacini sotterranei non è necessariamente dovuta a una lenta deposizione da una soluzione costantemente soprassatura, ma potrebbe essere collegata con un fenomeno di trasformazione analogo a quello precedentemente descritto.

5.2.2. - Effetto carsogeno globale con flussi freatici saturi o vicini alla saturazione.

Ora abbiamo un quadro abbastanza ben delineato sulle variabili che influenzano, chi più chi meno, la solubilizzazione dei calcari in fase freatica e in condizioni di "saturazione". Tali variabili possono essere divise, anche se in modo improprio, in chimiche e fisiche. Le prime sono quelle inserite nella relazione (6) e agiscono direttamente sui meccanismi di reazione, del secondo tipo sono invece l'azione del flusso che richiama i germi cristallini lungo l'asse dei condotti drenanti, la disgregazione dei nuclei eterogenei del calcare e l'impacchettamento delle particelle elementari in macrocristalli. Su tutto domina la dissipazione differenziata dell'energia potenziale del flusso in funzione delle variazioni di geometria dei condotti.

All'interno di un condotto drenante queste variabili comblano di valore da punto a punto, istante per istante, singolarmente o contemporaneamente, a seconda della forma del condotto, della natura chimica e fisica della roccia incassante e delle caratteristiche puramente chimiche del flusso. Queste variazioni producono sempre degli effetti sullo stato di un sistema carsogeno, spesso in contrapposizione fra di loro, *ma non per questo senza effetto globale. I flussi freatici quindi sono in continua evoluzione in un costante tentativo di adattamento all'ambiente che sono spinti ad attraversare, e viceversa. Raramente, in condizioni limite, possono essere considerati in uno stato d'equilibrio, cioè saturi; è molto più probabile che siano aggressivi o soprassaturi.*

Sono queste delle conclusioni nettamente in contrasto con quelle "classiche" dove i flussi freatici si supponevano immobilizzati, una volta raggiunta la "saturazione", in uno stato inerte su cui era possibile agire solo con la miscelazione di acque diversamente sature. Nelle teorie "classiche" la concentrazione dello ione CO_3^{2-} era l'unica variabile su cui poter agire, mentre impostando il problema sulla base dell'analisi cinetica è emersa una realtà ben diversa e si è visto quanti siano i parametri che convergono a determinare lo stato di un sistema carsogeno.

Per chiudere il capitolo della "solubilizzazione delle rocce calcaree in condizioni freatiche e di saturazione" è ora necessario trarre delle conclusioni in ordine all'evoluzione della speleogenesi embrionale per introdurre l'ultima parte del lavoro, quella che riguarda la corrosione operata da flussi freatici costantemente e marcatamente aggressivi. Saranno conclusioni fortemente sintetiche sia per restare coerente con il tema del lavoro sia per non cadere nella suggestione dell'enunciazione di una "nuova teoria speleogenetica" che contrasta con la convinzione per cui ogni fenomeno carsico deve essere esaminato, in merito alla sua origine e al suo sviluppo, soprattutto sulla base delle sue peculiari caratteristiche.

Per prima cosa è da sottolineare la concomitanza d'effetti che si crea in corrispondenza di variazioni di geometria dei condotti drenanti. Un ostacolo al flusso di qualsiasi tipo, grande o piccolo che sia, produce nel suo intorno un aumento della velocità del flusso e, al tempo stesso dell'energia interna della fase liquida: il primo effetto accentua la diffusione dei germi cristallini in posizione assiale, il secondo dà maggiore mobilità alle particelle elementari, favorendo le reazioni associative (bimolecolari) e quindi la formazione di germi cristallini. Il che globalmente significa una spinta verso una solubilizzazione addizionale che contestualmente viene ulteriormente favorita dall'aumento dell'effetto di diffusione dei germi cristallini. Pertanto ogni ostacolo al flusso (e per ostacolo si intende tutto ciò che rende difforme il condotto dalla forma ideale a sezione circolare costante e rettilinea) è immerso in una soluzione attiva e perciò progressivamente smantellato.

A valle di tali ostacoli vi sono zone di soprassaturazione in quanto la diminuzione di energia interna del flusso favorisce le reazioni dissociative, con aumento della probabilità di inserzione di ioni nella roccia incassante, e i germi cristallini diffondono in modo meno marcato. La deposizione allora prevale nettamente in conseguenza di uno stato di forzata soprassaturazione. La presenza di condotti drenanti secondari e di una canalizzazione a fondo cieco favorisce indirettamente il processo di modificazione dei

condotti maggiormente interessati al drenaggio in quanto fornisce gli spazi necessari a raccogliere il materiale asportato a monte; tanto più è ampio lo spazio che risulta dalla somma delle porosità della roccia incassante tanto più facile è la carsificazione in condizioni di "saturazione". E a tal proposito vorrei ricordare come questo fatto abbia giocato un ruolo determinante nella genesi del sistema sotterraneo di Monte Cucco dove l'eccezionale porosità di alcuni orizzonti litologici a fatto sì che i flussi freatici in fase embrionale abbiano preferenzialmente seguito le canalizzazioni contornate dalla porosità primaria piuttosto che le grandi fratture dove invece non è presente alcuna porosità laterale. Come ulteriore avallo a queste conclusioni sta il fatto che è possibile osservare tutt'ora sulle pareti dei condotti fossili di Monte Cucco l'esistenza di una fitta rete di canalicoli in genere ostruiti da depositi calcitici.

Inoltre, per effetti analoghi a quelli precedentemente descritti, le pareti subiscono un processo di levigazione, le disomogeneità superficiali della roccia incassante creano turbolenza e si adeguano nella forma per favorire uno scorrimento in regime laminare oppure si ostruiscono (Allen, 1972). Anche con condotti a direzione variabile si creano i presupposti per una solubilizzazione differenziata tendente alla rettificazione dei percorsi (ad esempio con l'accentuazione della meandricazione e il conseguente sfondamento delle anse).

Insomma tutto tende a rendere i condotti il più possibile dritti e circolari e l'energia potenziale del flusso si trasforma più in energia cinetica che in energia interna; in ultima analisi, visto che le condotte rettilinee e a sezione circolare sono quelle che a parità di altre condizioni permettono la massima portata, aumenta la velocità di drenaggio pur restando immutato il dislivello fra inghiottitoio e risorgente.

Questo aumento graduale della velocità di flusso rende possibile una penetrazione delle acque esterne nel sistema carsico drenante mantenendo sempre più a lungo lo stato di aggressività. Anzi, prima o poi, se non intervengono altri fatti a mutare radicalmente l'idrografia sotterranea, si raggiungerà una situazione tale per cui l'intera canalizzazione interna sarà percorsa da acque costantemente aggressive.

5.2.3 - Solubilizzazione ad opera di flussi freatici aggressivi.

In condizioni di permanente aggressività del flusso freatico non esiste alcun stato di equilibrio chimico a cui fare riferimento. In tali condizioni le reazioni di inserzione, di precipitazione e di dissociazione permangono e sono influenzate dagli stessi parametri individuati per la solubilizzazione in condizioni di "saturazione", ma su tutto è nettamente prevalente la reazione di solubilizzazione (vedi schema paragrafo 5.2.). Perciò nel caso di flussi corrosivi non è tanto importante andare ad esaminare le dipendenze funzionali che guidano le reazioni di inserzione, di precipitazione e di dissociazione quanto analizzare tutto ciò che può influenzare la predominante reazione di solubilizzazione.

Inoltre, e questo è un altro fatto che marcatamente differenzia l'azione carsogena dei flussi aggressivi da quelli "saturi", lo stadio più lento del passaggio di CaCO_3 dalla fase solida a quella liquida non è più il superamento dell'interface solido-liquido ma l'attraversamento dello strato limite. Questo vuol dire che alla relazione (1) è necessario sostituire la relazione (Roques, 1969):

$$V_{s1} = K_T \frac{S}{V} A \quad (28)$$

dove v_{s1} : velocità di diffusione ionica attraverso lo strato limite

$K_T = \varepsilon / \delta = 0,21 (Sc)^{0,66}$: coefficiente di facilità

ε : coefficiente di diffusione di massa

δ : spessore dello strato limite

$A = C_s - C$: grado di aggressività

C_s : concentrazione ionica di riferimento (Ca^{++}) all'equilibrio sull'interface solido-liquido

C : concentrazione ionica di riferimento (Ca^{++}) nel corpo della soluzione nell'ipotesi che, oltre alla diffusione, contribuiscono ad omogeneizzare la soluzione anche i moti convettivi trasversali del flusso

$S_c = \nu / \varepsilon$: numero di Schmidt

ν : viscosità cinematica della fase fluida

U : velocità media del flusso.

La (28) è la relazione fondamentale per i flussi costantemente aggressivi, come la (8) lo è per i flussi "saturi".

In condizioni intermedie valgono sia la relazione (1) quanto la (28): tanto più il flusso è aggressivo tanto più prevale la (28), tanto più il flusso è vicino alla saturazione tanto maggiore è il predominio della (1). Pertanto la relazione (1) e la (28) rappresentano le condizioni limite, ma nella realtà sarà un meccanismo cinetico ibrido a guidare la dissoluzione del calcare; ed è importante concludere, come in effetti verrà rimarcato nei paragrafi seguenti, che tali differenti meccanismi non portano ad azioni carsogene contrastanti.

5.2.3.1. - Rapporti fra aggressività del flusso e geometria del condotti drenanti.

Nell'ipotesi che $v_{s1} \gg v_i + v_p + v_d$ si può quantizzare il grado di aggressività di un flusso freatico che scorre in un condotto rettilineo e a sezione circolare, quindi con velocità costante, integrando opportunamente la relazione (28):

$$\log A = \log A_0 - \frac{E \cdot l}{r} \quad (29)$$

dove r : raggio del condotto

l : distanza percorsa dal flusso in condizioni freatiche all'interno del condotto

$E = 0,0042 (Sc)^{0,66}$

$A_0 = C_s - C_0$: grado di aggressività all'imbocco del condotto

C_0 : concentrazione ionica di riferimento (Ca^{++}) del flusso nell'istante del suo ingresso nel condotto.

La relazione (29) può essere considerata l'equazione che caratterizza lo stato del sistema carsogeno in condizioni di costante e marcata aggressività in condotti rettilinei a sezione circolare. Da essa si ricava che il potere solvente di un flusso carsico decresce asintoticamente man mano che avanza nel tubo calcareo, senza alcuna dipendenza dalla velocità di scorrimento. Il grado di aggressività dipende invece dalla sezione del condotto: tanto più piccolo è il raggio tanto più rapidamente il sistema tende a raggiungere lo stato di "saturazione", in accordo con il dato sperimentale che vuole le soluzioni carsiche rapidamente saturate nell'attraversamento della porosità fine delle rocce calcaree.

Ma la relazione (29), pur fornendo indicazioni sulle caratteristiche globali del fenomeno della solubilizzazione, si riferisce al grado di aggressività del flusso (che è indice del potenziale solvente del sistema) e non alla velocità di solubilizzazione (che dà la misura reale dell'evoluzione della speleogenesi) e per di più in un caso limite diffi-

cilmente riscontrabile nei fatti (condotto rettilineo e a sezione circolare con velocità di flusso costante). Pertanto tale relazione non dà alcuna indicazione su quanto avviene in condotti a geometria variabile e con gradienti longitudinali di velocità di flusso, mentre per contro propone indirettamente un modello a conoidi per lo sviluppo dei condotti in netto contrasto con i dati ricavati dall'analisi speleomorfologica.

Molto più aderente all'esigenze dell'analisi speleogenetica in condizioni di aggressività è invece la relazione:

$$V_s = \frac{EA}{r} \bar{U} \quad (30)$$

ricavata dalla (28) e seguente. Quest'ultima relazione definisce la funzionalità fra velocità di solubilizzazione, velocità media del flusso, grado di aggressività del flusso e raggio del condotto drenante. Da essa si deduce che:

a) a parità di grado di aggressività e di raggio, la velocità di solubilizzazione è direttamente proporzionale alla velocità media del flusso; quindi ogni ostacolo che generi aumento della velocità del flusso è sottoposto ad una azione corrosiva relativamente più marcata (per lo stesso motivo la corrosione viene esasperata sulle pareti esterne delle anse dei meandri, come pure in corrispondenza dell'asse minore di una condotta a sezione ellittica o comunque non circolare).

b) mantenendo costante A ed U, la velocità di solubilizzazione risulta inversamente proporzionale al raggio del condotto (questo dato è coerente con quanto detto a proposito della relazione 29 sulla rapidità con cui viene raggiunta la saturazione nei condotti capillari).

c) restando costante U ed r, la velocità di solubilizzazione è direttamente proporzionale al grado di aggressività.

Queste conclusioni non contrastano con quanto dedotto per la speleogenesi con flussi freatici "saturi", anzi sono praticamente equivalenti nei risultati. Pertanto quanto detto nel paragrafo (5.2.2.) sull'evoluzione del fenomeno carsico in fase embrionale è trasponibile nel caso di sistemi carsogeni con ampie possibilità di drenaggio, anche se per cause diverse e con tempi di attuazione nettamente inferiori. In generale quindi i flussi freatici aggressivi determinano un ampliamento della canalizzazione interna di un massiccio calcareo nel senso di favorire un drenaggio sempre più rapido e massiccio con l'eliminazione di strozzature, protuberanze, disomogeneità parietali grandi e piccole, rendendo circolari le sezioni dei condotti, rettificando i percorsi, sfondando le anse dei meandri. Le cause di ciò non sono tanto da ricercare in quei fattori tipici della carsificazione in condizioni di "saturazione", come la dissipazione differenziata di energia potenziale, le variazioni del rapporto superficie-volume e delle costanti di velocità in genere, la diffusione dei germi cristallini, la nucleazione eterogenea, ma piuttosto sono da ricercare in tutti quei fattori che modificano la velocità di diffusione degli ioni attraverso lo strato limite, che è, come si è detto, lo stadio più lento della solubilizzazione dei calcari in condizioni di netta sottosaturazione e pertanto condiziona tutto il fenomeno.

5.2.4 - Modellamento parietale (Morfogenesi).

Alla luce di tutto quanto sinora è stato detto è possibile fare alcune considerazioni sulla cosiddetta morfogenesi, cioè sull'origine di tutte quelle forme parietali (scallops, eversioni, cupulazioni, marmitta rovescia, ecc.) che generalmente sono attribuite all'azione meccanica del flusso.

In effetti c'è una certa probabilità che l'erosione giochi un qualche ruolo nel modellamento parietale, ma in genere è molto più probabile che esso sia dovuto - tanto in

condizioni di "saturazione" che di aggressività del flusso - ad una solubilizzazione differenziata in conseguenza della presenza di disomogeneità sulle pareti dei condotti drenanti. Queste potrebbero infatti rompere bruscamente la continuità della superficie di separazione solido liquido e creare i presupposti per una turbolenza localizzata che provoca un'altrettanto localizzata solubilizzazione preferenziale secondo i meccanismi precedentemente descritti. Ad esempio all'intersezione fra la parete di un condotto drenante e una frattura della roccia può originarsi un modellamento, fortemente influenzato dalla disposizione spaziale della frattura e dal senso del flusso, unicamente dovuto al fatto che in corrispondenza della suddetta disomogeneità il sistema aumenta la sua aggressività per turbolenza. Ciò è stato accertato sperimentalmente in numerose esperienze, fra cui una delle più interessanti è quella condotta da Allen sulla formazione degli scallops (Allen, 1972), mentre la base teorica è data dalla relazione (6) per le acque "sature" e dalla relazione (30) per quelle aggressive.

Anche nel caso della cosiddetta "erosione antigrafitiva", proposta da Pasini a seguito di osservazioni fatte nelle cavità dei gessi bolognesi, l'azione meccanica del flusso non spiega facilmente l'ampliamento verso l'alto dei condotti freatici a seguito della deposizione di materiale argilloso in basso. Infatti, con velocità di flusso dell'ordine di grandezza di quelle riscontrabili nel drenaggio carsico freatico e per il fatto che il materiale solido disperso nella fase liquida subisce gli effetti della diffusione e della gravità (infatti si accumula in basso), è difficile credere che l'ampliamento "antigravitativo" sia dovuto all'azione di particelle che urtano le pareti superiori non coperte da depositi. Piuttosto è maggiormente credibile che i depositi argillosi riducano la sezione del condotto imponendo un aumento della velocità di scorrimento e, di conseguenza, della velocità di solubilizzazione, la quale ovviamente si manifesta solo verso l'alto sulle superfici solubili non ricoperte da depositi impermeabili.

5.3. - Solubilizzazione dei calcari in fase vadosa.

In presenza della fase gassosa lo schema cinetico riportato nel paragrafo (5.2.) è sempre valido, ma i meccanismi di trasporto di massa sono fortemente influenzati anche dal processo di trasferimento dell'anidride carbonica dalla fase gassosa a quella liquida e dai moti convettivi dell'aria che creano gradienti nella pressione parziale della CO₂. In queste condizioni, proprio per la possibilità di scambi gassosi, la variabile [CO₂] assume un valore prevalente rispetto alle altre variabili delle relazioni (6) e (30) in quanto è strettamente collegata, come si è visto paragrafo (5.2.1.6.), ad un fenomeno fortemente incidente come l'acidificazione per idratazione di anidride carbonica.

In queste condizioni, data l'imprevedibilità dei gradienti nella pressione parziale della CO₂, è difficile generalizzare il comportamento dei flussi carsici vadosi, senza contare poi le difficoltà che impone la poca conoscenza dei meccanismi di trasferimento della CO₂ dalla fase gassosa a quella liquida e viceversa.

Questo della corrosione in condizioni vadose è un campo aperto e indefinito per la ricerca teorica e sperimentale, campo d'indagine tanto più importante visto che comprende la stragrande maggioranza dei sistemi carsici esplorabili.

5.4. - Solubilizzazione dei gessi.

In condizioni freatiche con flussi "saturi" è possibile ricavare per i gessi una relazione:

$$K_s \frac{S}{V} + K_d [CaCO_3]_w = K_i \{ [Ca^{++}] + [SO_4^{--}] + K_p [Ca^{++}] [SO_4^{--}] \} \quad (31)$$

analoga alla (6), che porta a conclusioni del tutto uguali a quelle elaborate per la solubilizzazione dei calcari. Uguali considerazioni possono essere fatte per la solubilizzazione dei gessi con flussi freatici aggressivi, basate queste su relazioni simili alla (29) e alla (30).

L'unica sostanziale differenza fra la solubilizzazione dei calcari e quella dei gessi, a parte i diversi valori delle costanti di velocità di reazione, sta nel fatto che la variabile $[SO_4^{2-}]$, al contrario della variabile $[CO_3^{2-}]$, non è affatto soggetta ad idrolisi e non presenta, almeno nel processo di carsificazione, alcun effetto di ione in comune. Da ciò segue che la relazione (31) non deve essere ampliata per essere applicabile anche in fase vadosa e che non è possibile far ricorso, in fase freatica, alla corrosione per "miscela d'acqua" proposta dal Boegli.

Tenendo conto di quest'ultima considerazione e del fatto che alcuni grandi sistemi sotterranei russi si sviluppano nei gessi con morfologia freatica "a maglie" proprio come la svizzera Holloch, emblematicamente portata come esempio di carsificazione da "corrosione per miscela d'acqua", ne deriva un ulteriore avallo sperimentale alle tesi esposte in questo lavoro.

CONCLUSIONI

La solubilizzazione delle rocce carsogene vista attraverso l'ottica dell'analisi cinetica mostra un aspetto ben diverso da quello a cui ci hanno abituato le interpretazioni puramente analitiche, valide unicamente sotto l'ipotesi di staticità e di equilibrio del sistema. La dissipazione differenziata di energia potenziale in energia interna, la diffusione dei germi cristallini, la stessa geometria dei condotti drenanti in relazione al rapporto superficie/volume, le caratteristiche fisiche della fase solida e la disgregazione dei nuclei eterogenei, le costanti di velocità delle diverse reazioni e le concentrazioni dei vari ioni in soluzione in funzione della temperatura e della forza ionica della fase liquida, la presenza di sali omoionici, le modificazioni che subisce lo strato limite in funzione della velocità e del regime di flusso, sono tutte variabili che agiscono in modo determinante, specie in condizioni freatiche, sullo stato del sistema carsogeno e quindi devono essere aggiunte a quelle "tradizionali" strettamente collegate alle variazioni della concentrazione dello ione CO_3^{2-} .

Visto nei suoi intimi meccanismi il fenomeno della corrosione delle rocce carsogene si presenta come un processo in continua evoluzione sotto la spinta di variazioni di forma dei condotti drenanti come appunto la vasta casistica dei sistemi sotterranei impone: lo stato d'equilibrio è l'eccezione, la tendenza alla corrosione o alla deposizione è la norma. In base a queste conclusioni anche la speleogenesi embrionale - proprio nell'assenza di spiegare adeguatamente tale fenomeno che questo lavoro ha trovato la sua spinta iniziale e la prima impostazione - si mostra con aspetti più chiari se non addirittura definiti.

Tutto quanto è stato qui affermato ha una sua base sperimentale, in parte specificamente ottenuta con opportune esperienze in laboratorio, in parte derivante dall'analisi speleogenetica e morfologica di cavità come la Grotta di Monte Cucco che, per le sue peculiarità, ha fornito un gran numero di dati nelle condizioni più disparate.

BIBLIOGRAFIA

ABRAMI G. - 1965 - *Dinamica dell'evoluzione carsica*. Atti del IV Congresso Internazionale di Speleologia, Lubiana.
 ALLEN J.R.L. - 1972 - *On the origin of cave flutes and scallops by the enlargement of inhomogeneities*. *Rass. Spel. Italiana*, 24,1.
 BERTUCCIOLI M., REICHENBACH G. e SALVATORI F. - 1975 - *Relations between Monte Cucco underground hydrography and Scirca spring*. *Annales de Spéléologie*, 30,4.

BOEGLI A. - 1969 - *La corrosione per miscela d'acqua*. Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", 8.
 CIGNA A. - 1956 - *Prime ricerche meteorologiche nella Grotta di Bossea (Cuneo)*. Atti V Congresso Nazionale di Speleologia, 2, Como.
 CIGNA A. - 1972 - *L'effetto della diffusione da flusso quale fattore speleogenetico*. Atti XI Congresso Naz. di Spel., 1, Genova.
 COE J.S. - 1975 - *Equilibrio chimico*. Zanichelli, Bologna.
 D'AMICO C. - 1959 - *Lezioni di Geochimica*. Riccardo Patron, Bologna.
 DAWSON B.E. - 1975 - *Cinetica e meccanismi di reazione*. Zanichelli, Bologna.
 DE MARCHI G. - 1970 - *Irradiazione. Basi scientifiche e applicazioni tecniche*. Hoepli, Milano.
 FROST A.A. e PEARSON R.G. - 1961 - *Kinetics and mechanism. A study of homogeneous chemical reactions*. J. Wiley and Sons, London.
 FORTI F., STEFANINI S. e ULCIGRAI F. - 1975 - *Relazione tra solubilità e carsificabilità nelle rocce carbonatiche del Carso Triestino*. Atti e Memorie Comm. Grotte "E. Boegan", 14.
 FORTI F. - 1975 - *Modelli di dissoluzione carsica*. Atti e Memorie della Comm. Grotte "E. Boegan", 15.
 GIROU A. e ROQUES H. - 1971 - *Etude théorique de la cinétique de précipitation des carbonates de calcium*. *Annales de Spéléologie*, 26,2.
 GLASSTONE S. - 1962 - *Introduction to electrochemistry*. D. Van Nostrand Company, New York.
 GLASSTONE S. - 1963 - *Trattato di chimica fisica*. Manfredi, Milano.
 ROQUES H. - 1959 - *Sur la répartition du CO_2 dans le karsts*. *Annales de Spéléologie*, 14,1-2.
 ROQUES H. - 1961 - *Eléments pour une cinétique des phénomènes karstochimiques*. *Annales de Spéléologie*, 14,4.
 ROQUES H. - 1962 - *Considérations théoriques sur la chimie des carbonates (Deuxième Mémoire)*. *Annales de Spéléologie*, 17,2.
 ROQUES H. - 1962 - *Considérations théoriques sur la chimie des carbonates. (Troisième Mémoire)*. *Annales de Spéléologie*, 17,2.
 ROQUES H. - 1963 - *Sur la répartition du CO_2 dans le karsts (2^e Mémoire)*. *Annales de Spéléologie*, 18,2.
 ROQUES H. - 1964 - *Contribution à l'étude statique et cinétique des systèmes gaz-eau-carbonate*. *Annales de Spéléologie*, 19,2,255-484.
 ROQUES H. - 1965 - *Sur la genèse des formations aragonitiques naturelles*. *Annales de Spéléologie*, 20,1.
 ROQUES H. - 1969 - *Problèmes de transferts de masse posés par l'évolution des eaux souterraines*. *Annales de Spéléologie*, 24,3.
 ROQUES H. - 1975 - *Chimica dei carbonati ed idrologia carsica*. Atti del Seminario di Speleogenesi, Le Grotte d'Italia, 4,4.
 ROQUES H. e EK C. - 1973 - *Etude expérimentale de la dissolution des calcaires pour une eau chargée de CO_2* . *Annales de Spéléologie*, 28,4.
 PASINI G. - 1967 - *Osservazioni sui canali di volte delle grotte bolognesi*. Le Grotte d'Italia, 4,1.
 PASINI G. - 1975 - *Sull'importanza speleogenetica dell'«Erosione Antigraevitativa»*. Atti del Seminario di Speleogenesi, Le Grotte d'Italia, 4,4,e.
 PASSERI L. - 1972 - *Ricerche sulla porosità delle rocce carbonatiche nella zona di M. Cucco (Appennino Umbro-Marchigiano) in relazione alla genesi della canalizzazione interna*. Le Grotte d'Italia, 4,3.
 PASSERI L. - 1973 - *Canalizzazione sotterranea in regime di fluttuazione freatica nel travertino della Piana (Umbria)*. *Rassegna Speleologica Italiana*, 25,1-4.
 PASSERI L. - 1974 - *Porosità primaria delle rocce carbonatiche e canalizzazione freatica*. Le Grotte d'Italia, 4,3.

- SALVATORI F. - 1972 - *Ipotesi sulle carsificazioni dei ciclotemi di Monte Cucco (Umbria) in relazione alle caratteristiche dinamiche del flusso freatico*. Nota Informativa. Atti XI Congresso Naz. di Spel., Genova.
- WEYL P.K. - 1958 - *The solution kinetics of calcite*. Journal of Geology, 2.
- WOODWARD H.P. - 1963 - *Una teoria sulla formazione delle cavità per cattura dei corsi d'acqua*. Atti e Memorie della Comm. Grotte "E. Boegan", 3.

Fabio Forti

IL SIGNIFICATO MORFOGENETICO DEI TERMINI "ENERGIA" E "CLASSE" APPLICATI ALLO STUDIO DEL CARSIAMO DELLE ROCCE CARBONATICHE.

Nello studio del carsismo del complesso roccioso interessato, vengono considerati vari parametri, ad esempio: litologici, stratigrafici, tettonici, climatici, ecc. I rapporti che intercorrono tra i parametri danno luogo alla variabilità delle fenomenologie carsiche sia epigee, sia ipogee che, ovviamente, non hanno in tutti i luoghi la stessa intensità. Per valutare l'incarsimento di una zolla rocciosa carbonatica si tratta dunque di definire una "quantificazione morfologica per tipi".

Dalla generalità sui fenomeni carsici, si è visto che le aree in cui è presente un gran numero di cavità del tipo verticale (a pozzo), sono pure frequenti delle doline di tipo imbutoforme, prive di depositi argillosi. Queste doline sono caratterizzate da un forte e libero drenaggio delle acque meteoriche. Su tali aree vi sono pure numerosissimi affioramenti rocciosi riccamente elaborati dalle cosiddette "piccole forme di corrosione". Agli effetti della idrogeologia, le cavità drenanti sono più ampie e conseguentemente si avrà una circolazione idrica più libera anche se frazionata nei sistemi reticolari caratteristici della "zona freatica". La presenza di tutti questi fenomeni significa che il carsismo agisce con una certa intensità, cioè con un'alta creazione di forme o con termini più appropriati con un'alta "energia morfologica". Ovviamente in dipendenza della cause geolitologiche, la solubilità della roccia sarà qui più intensa. Si può anche affermare che "diffusione" ed "intensità" di fenomenologie siano sinonimi di una "maggiore energia dissolutiva" e quindi di un carsismo di "classe più elevata".

Per contro aree in cui vi è una bassa presenza di cavità, per lo più del tipo suborizzontale (gallerie e cunicoli), la cui progressione è interrotta da frane e da vari riempimenti, sono anche quelle aree in cui le doline sono molto appiattite, a contorni imprecisi, ricche di depositi argillosi e scarsamente drenanti le acque meteoriche. Il paesaggio sarà qui dato prevalentemente da un "carso coperto" con scarsissimi affioramenti rocciosi, ridotti in alcuni luoghi di culminazione topografica a dei "campi di pietrisco" (graze), assenza dunque quasi totale delle "piccole forme di corrosione".

Appare così evidente una netta diversificazione di morfologie nei due casi sopraccitati. Per non dilungarci di più, ci può affermare che in questo secondo caso il carsismo agisce molto debolmente o meglio, con una "bassa energia morfologica". Il risultato sarà dato da una generale "bassa classe di carsismo".

È chiaro che il "valore" dell'energia morfologica è un rapporto o meglio una misura di "confronto" tra paesaggi carsici. Si tratta però di una "quantificazione relativa" ad una determinata area carsica, caratterizzata ovviamente da una particolare condizione climatica.

Nello studio del carsismo le variabili sono molte, pertanto queste misure è meglio non intenderle in "assoluto". Ciò significa che solamente da uno studio comparativo di tutte le aree carsiche di una determinata regione, si può arrivare a dei risultati conclusivi per la valutazione media dell'«energia morfologica regionale».

Per "energia del rilievo" si può intendere in due modi:

- Numerico o quantitativo. Su una carta morfologica si possono segnare delle aree la cui "energia del rilievo" è ad esempio compresa tra 0 e 500 m. di altezza, tra 500 e 1000 m. e così via. Ovviamente ciò riesce bene in una rappresentazione topografica, sfruttando varie intensità cromatiche del medesimo colore.

- Chiaramente di una situazione geomorfologica. In una zona di altopiano si elevano qua e là dei rilievi collinari rotondeggianti, per contro si hanno pure delle aree a depressioni chiuse (doline). Ora, rispetto ad una media "energia del rilievo" (l'altopiano) si hanno delle zone caratterizzate da un'«alta energia del rilievo» (le colline) ed altre da una «bassa

energia del rilievo" (le depressioni doliniformi). Ovviamente queste "variazioni del rilievo" in un mezzo carsico sono determinate sempre da cause geolitologiche e deformative del complesso roccioso in rapporto alle condizioni dissolutive. Riesce pertanto interessante nello studio complessivo di un'area carsica conoscere il risultato morfologico, in dipendenza dei suddetti fattori ed esprimerlo in maniera appropriata in relazione alla situazione topografica effettiva del rilievo.

A questo punto è da fare un'importante osservazione per chiarire un concetto apparentemente controverso. In un mezzo carsico, rispetto ad una zona pianeggiante, una elevazione collinare è data da un'«alta energia del rilievo» ma da una "bassa energia morfologica". Per contro una depressione topografica (dolina) è data da una "bassa energia del rilievo", ma da un'«alta energia morfologica».

Per "classe di carsismo" si intende quella variabilità qualitativa e quantitativa di morfologie determinate dalla dissoluzione in rapporto al mutare delle condizioni geolitologiche del complesso roccioso carsificabile. Si tratta di una suddivisione non formale in 5 classi, proposta da FORTI F. (1972) (*) e riguardante esclusivamente le morfologie carsiche epigee.

La "classe 1" rappresenta un "basso grado di carsismo", quindi scarsità di forme, in genere si tratta di un "carso coperto", caratterizzato da un'elevata "dispersione del carsismo" determinata da calcari impuri, fittamente stratificati, con una maglia reticolare-comminuta di fessurazioni.

La "classe 5" rappresenta per contro "un'alto grado di carsismo", quindi grande abbondanza di forme, in genere si tratta di un "carso a blocchi" caratterizzato da un'elevata "concentrazione del carsismo" determinata da calcari molto compatti e puri, potentemente stratificati e con una maglia di fessurazioni a frequenza metrica.

Queste due "classi estreme", le altre, rappresentano delle variazioni intermedie in dipendenza sempre del mutare delle condizioni geolitologiche e deformative.

Concludendo questa nota chiarificatrice sul significato dei termini "energia" e "classe", si precisa che non necessariamente si debbono usare detti termini nei correnti studi di geomorfologia carsica. È molto importante invece la loro comprensione per valutare con maggiore chiarezza le varie fenomenologie il loro significato, in rapporto con la geologia delle rocce ed i fenomeni dissolutivi.

(*) FORTI F. (1972) - Proposta di una scala di carsificabilità epigea nelle carbonati calcarei del Carso Triestino. Atti Museo Civ. Nat. Trieste, Vol. 28, (1), N. 3, 69-96., Trieste.

Fabio Forti

IL PROBLEMA DELL'ENERGIA MORFOLOGICA NELLO STUDIO DEL CARISMO DELLE
ROCCHE CARBONATICHE (STUDI SUL CARSO TRIESTINO)

RIASSUNTO

Viene affrontato il problema "dell'energia morfologica" nei terreni carsici, quale "creatrice del rilievo". Le differenziazioni geolitologiche presenti nelle rocce carbonatiche portano a variazioni dissolutive e quindi a modificazioni di "classe di carsismo". Una "bassa classe di carsismo" è dovuta ad una "basse energie morfologica" il cui effetto saranno aree con prevalenti "culminazioni topografiche". Un'altra classe di carsismo" è dovuta invece ad "un'altra energia morfologica" e conseguentemente si avranno delle aree caratterizzate da una prevalente "depressione topografica".

SUMMARY

We are dealing with the problem of the "morphologic energy" as the "creating force of the elevation relief" in the karstic rocks.

The geolithological differentiations found in the carbonate rocks cause variations in the dissolution and therefore in the modifications of the "class of karstic phenomenon". A "low class of karstic phenomenon" is due to a "low morphologic energy" and its related effect will be areas with prevailing "topographical culminations". A "high class of karstic phenomenon" on the other hand is due to a "high morphologic energy" and consequently there will be areas characterized by a prevailing "topographical depression".

PREMESSA

Le superfici carsiche presentano una complessa elaborazione dissolutiva dipendente soprattutto dalla natura della roccia carbonatica al momento interessata dal fenomeno. Tipici sono i "carsi d'altopiano" a morfologia ondulata, costituita da culminazioni e depressioni topografiche.

Altri fattori concorrono a formare tale paesaggio, quali quelli tettonico-strutturali, ma nel presente lavoro vengono considerati solamente quelli litologici.

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.

LA MORFOLOGIA CARSIKA IN GENERALE

Dagli studi delle variazioni sedimentologiche delle rocce carbonatiche, è stata creata una "scala di carsificabilità" e dei "modelli di dissoluzione carsica" (nel significato dato da F. FORTI - 1972, 1975). La validità di tale scala morfologica è stata inoltre confermata da prove chimico-dissolutive ad opera di una ricerca sperimentale condotta da F. FORTI, S. STEFANINI & F. ULCIGRAI (1975). È risultato che le rocce micro-allochimiche sono

molto più solubili di quelle spatico-allochimiche e che le morfologie carsiche sono nettamente condizionate da queste differenze.

IL CONCETTO DELL'EVOLUZIONE CARSICA O "MOMENTO CARSICO"

Il saper fissare l'immagine di una morfologia carsica ad un determinato "momento", fa parte di uno studio di "cinetica morfologica" o "morfocinetica" (nel significato dato da F. FORTI - 1977). Si tratta in ultima analisi di una ricerca sulla "morfologia in movimento" od in "evoluzione".

Non è semplice ricostruire l'evoluzione passata e prevedere quella futura delle superfici carsiche (morfologia esogena), soprattutto perché l'abbassamento delle superfici carsiche per dissoluzione cancella totalmente le morfologie preesistenti e per quanto riguarda il "futuro", si può parlare solo di "previsione", difficile ma non impossibile, purché si abbia una perfetta conoscenza geolitologica dell'intero massiccio carbonatico oggetto della ricerca.

L'EVOLUZIONE DELLE SUPERFICI CARSICHE IN RAPPORTO AL VARIARE "DELL'ENERGIA MORFOLOGICA"

Ad una "bassa classe di carsismo" corrispondono delle morfologie determinate da una "dispersione del carsismo", ove la penetrazione delle acque meteoriche in profondità non avrà libero sfogo, ma si attarderà per un certo tempo in superficie o nella parte rocciosa immediatamente sottostante ad essa, soprattutto a causa dell'intasamento di quasi tutti i sistemi di discontinuità della roccia da parte degli abbondanti residui insolubili. Il complesso dei fenomeni morfologici derivati da questa situazione si possono definire a "bassa energia morfologica", si tratta quindi di una debole evoluzione dissolutiva sia superficiale che sotterranea. Il risultato complessivo sarà così dato da aree caratterizzate da prevalenti "culminazioni topografiche".

Ad "un'altra classe di carsismo" corrispondono invece delle morfologie determinate da una "concentrazione del carsismo", dove le acque di provenienza meteorica vengono convogliate in una larga maglia di sistemi di discontinuità della roccia, perfettamente drenante. La penetrazione delle acque in profondità nella massa rocciosa avverrà liberamente essendo minima la ritenzione. Il complesso dei fenomeni morfologici si potranno in questo caso definire ad "alta energia morfologica", con una forte evoluzione dissolutiva sia superficiale che sotterranea. Il risultato complessivo sarà così dato da aree caratterizzate da prevalenti "depressioni topografiche".

Se si considerano ad esempio due aree d'altopiano carsico, nelle stesse condizioni di giacitura della stratificazione, non singolarmente interessante da grandi fatti tettonici (faglie maggiori), esposte per lo stesso periodo di tempo alle medesime quantità di precipitazioni atmosferiche, si avranno delle variazioni "nell'energia del rilievo", nel caso che la carsificabilità dei litotipi che caratterizzano le due aree, sia diversa.

Casi particolari di "culminazioni topografiche" determinate da una "bassa energia morfologica" sono dovuti talora a limitati affioramenti di calcari di scogliera (bioclastiti) molto spatizzati e quindi a bassa solubilità, oppure a banchi di breccie (di solito intrasformazionali) bene cementate ed infine a relitti della precedente copertura argilloso-marnoso-arenacea in facies di Flysch. In tutti questi casi si avranno dei rilievi collinari a forma conica, ben visibili sul Carso Triestino (bioclastiti) ed in tutta la catena dei Monti della Cicceria, in territorio jugoslavo, (breccie), mentre un caso tipico di copertura flyscioide è rappresentato dal Monte Castellaro ad E di Basovizza, in territorio jugoslavo.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Appare evidente che nelle aree caratterizzate da una "bassa energia morfologica", ad esempio i "calcari di scogliera", "breccie" e copertura "argilloso-marnoso-arenacea", i litotipi costituiscono una sorta di cappello protettivo all'incarsimento delle rocce, litologicamente diverse e immediatamente sottostanti. Per contro, la concentrazione dei principali e meglio sviluppati fenomeni carsici (pogei) si avranno nelle aree caratterizzate da "un'alta energia morfologica".

Le variazioni di facies litologica esistono ovviamente anche all'interno di un massiccio carbonatico; in questi casi anziché la "morfologia del rilievo" risulta condizionato lo sviluppo in profondità di una cavità carsica. Infatti, le acque chimicamente aggressive passando da un mezzo bene carsificabile (superiore) ad uno poco carsificabile (inferiore), tendono a divagare e quindi a modificare una certa struttura morfogenetica.

BIBLIOGRAFIA

- 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). N. 3. 69-96 pp., Trieste.
- FORTI F. (1975) - *Modelli di dissoluzione carsica. Mondo Sotterraneo*, Num. Unico, (1974-1975), 13-19 pp., Udine.
- FORTI F. (1977) - *Il concetto del "momento carsico" nello studio del carsismo delle rocce carbonatiche*. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", vol. 16, (1976), 45-51 pp., Trieste.
- FORTI F., STEFANINI S. & ULCIGRAI F. (1975) - *Relazioni tra solubilità e carsificabilità nelle rocce carbonatiche del Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", vol. 14, (1974), 19-49 pp., Trieste.

COMMISSIONE GROTTA "E. BOEGAN"

Fabio Forti

RAPPORTI TRA CAVITÀ E DOLINE SUL CARSO TRIESTINO

RIASSUNTO

Le doline vengono considerate da un punto di vista morfogenetico in relazione con la speleogenesi ed in rapporto alla loro influenza in seno alla circolazione idrica sotterranea nell'ambito delle masse rocciose carsificabili.

Nelle doline si possono distinguere due parti, una esterna di raccolta delle acque di provenienza meteorica, una interna di drenaggio di tali acque, che si prolunga in profondità fino al livello di base locale. I depositi di riempimento argilloso-detritici che costituiscono il fondo delle doline dimostrano che il deflusso di tali materiali è deficitario. È stato comunque accertato che attualmente vi è una netta tendenza ad una graduale assorbimento dei depositi di fondo da parte delle strutture drenanti delle doline.

SUMMARY

The dolines are taken in consideration from a morphogenetic point of view, that is to say in relation to the speleogenesis and to their influence on the underground water circulation within the limits of the rocky masses that could undergo the karstic phenomenon.

In the dolines two parts can be distinguished: an external one where rain water is collected, and an internal part where such is drained; the inside part goes as deep as the local-basis level.

The bottom of the dolines consist of filling with clay-like and detritus-like sediments, which shows that the downflow of such materials is insufficient. It has nevertheless been ascertained that presently there is a clear tendency toward a gradual absorption of the bottom sediments by the drainage structures of the dolines.

PREMESSA

Dallo studio genetico e morfologico di centinaia di doline presenti in diverse condizioni geolitologiche e strutturali sul Carso Triestino, sono emersi nuovi problemi sui rapporti esistenti tra morfologia carsica epigea ed ipogea.

Il presente lavoro intende portare un contributo alla conoscenza sulla circolazione delle acque meteoriche in seno alle masse rocciose carsificabili ed è rivolto infine, all'attenzione di tutti gli speleologi perché considerino le doline come luoghi di possibile ritrovamento di cavità del tipo "a pozzo", la cui genesi ed evoluzione è in diretto rapporto con le doline stesse.

MORFOGENESI DELLE DOLINE

Le doline sono classificabili come "cavità superficiali" e costituiscono una morfologia che si può considerare "ereditata" da una superficie carsica ora scomparsa per un progressivo abbassamento determinato dall'azione delle acque meteoriche,

chimicamente aggressive. Ciò significa che l'attività carsogenetica di una dolina continua nel tempo fintantoché le condizioni litologiche lo permettono (F. FORTI - 1977) oppure fino all'estinzione, per varie cause, del "ciclo carsico". Le doline sono dunque delle circoscritte aree di richiamo delle acque di provenienza meteorica e costituiscono l'esempio più significativo di "carsismo diretto", nel significato dato da F. FORTI (). In precedenti lavori D. AUBERT (1969) e F. FORTI (1974) hanno intravisto due azioni che concorrono alla genesi ed evoluzione delle doline e precisamente:

1) Azione di dissoluzione, che si esplica sia nell'approfondimento della dolina (corrosione centrale), sia nel suo allargamento (corrosione periferica).
2) Azione di trasporto, che si esplica sia nel riempimento della dolina da parte dei residui insolubili derivati dalla dissoluzione della roccia (terra rossa), sia nell'evacuazione degli stessi materiali attraverso le strutture assorbenti di fondo della dolina stessa.

La 1ª Azione tende verso un progressivo approfondimento ed allargamento, la 2ª Azione tende invece a rallentare il processo di approfondimento e, in misura minore, quello di allargamento. Considerato che l'effetto carsico della dolina è rappresentato dalla dissoluzione di una certa massa rocciosa, il termine "dolina" deve riferirsi al puro fatto genetico. La copertura terrosa si adatta passivamente alla depressione del suolo e contribuisce solo indirettamente alla evoluzione della dolina (corrosione sottocutanea). Morfologicamente questi depositi di riempimento fanno parte integrante della dolina e la loro presenza o meno determina morfologie esterne differenti che consentono di distinguere, tra le doline, quelle definite del tipo "a piatto", "a scodella", "a imbuto", ecc.

Stabilità quanto sopra e limitandosi alla considerazione della sola parte rocciosa della dolina, può essere distinta una:

1) parte esterna, costituita dal "mantello del cono", ovviamente inteso nelle condizioni teoriche di tale forma geometrica.
2) Parte interna, costituita dalla "struttura assorbente"; si tratta di una o più cavità verticali "a pozzo" che iniziano in corrispondenza del vertice del cono e si prolungano in profondità nella massa rocciosa.

Con questa suddivisione la dolina cessa di essere considerata come un semplice effetto morfologico del carsismo, ma acquista una dinamica evolutiva, poiché se non si ammette la possibilità di evacuazione dei prodotti derivati dalla progressiva dissoluzione del "mantello" ad opera dell'apparato drenante, ben difficilmente potrebbero esistere le doline.

Varie sono, in letteratura, le classificazioni delle doline, con diverse interpretazioni genetiche; fondamentalmente si possono considerare tre gruppi:

1) Doline di dissoluzione superficiale, che sono senz'altro le più frequenti.
2) Doline di subsidenza, dovute alla dissoluzione di un substrato roccioso carsificabile coperto da rocce non carsificabili. Sarebbe più esatto classificarle come "pseudo doline".
3) Doline di crollo, corrispondenti alle depressioni che si formano in superficie, in corrispondenza del crollo di volta di una cavità carsica. Sarebbe meglio classificarle come "cavità di crollo"; erano ritenute un tempo le doline più frequenti.

Da quanto sopra risulta evidente come soltanto le morfologie del 1º gruppo possano definirsi "doline" vere e proprie. La morfogenesi delle doline, determinata dal "carsismo diretto" (nel significato dato da F. FORTI ()), è legata alla presenza nella compagine rocciosa di piani di discontinuità (piani di fessurazione o di fratturazione) prossimi alla verticale. L'azione delle acque superficiali di provenienza meteorica lungo tali piani provoca, per carsismo, il loro progressivo allargamento e conseguentemente un drenaggio rapido delle acque all'interno della massa rocciosa. Se le condizioni geolitologiche e deformative del complesso roccioso sono tali da favorire una concentrazione delle acque in un sistema di fratture particolarmente benanti (F. CUCCI, F. FORTI & F. ULCIGRAI - 1976) allora sarà possibile il formarsi di una prima depressione superficiale, determinata

dalla dissoluzione concentrata in una piccola area. Sarà questa la dolina "iniziale" che costituirà in seguito un'area di richiamo sempre più vasta delle acque cadute nelle sue immediate vicinanze. L'approfondimento e l'allargamento saranno ovviamente condizionati dal grado di carsificabilità della roccia, (nel significato dato da F. FORTI - 1972).

- Ad un massimo grado di carsificabilità, corrispondono le doline più marcatamente imbutoformi, poiché il drenaggio è più rapido e concentrato in un'unico punto idrovoro, ben determinato, con una netta struttura "a pozzo"; in questo caso il fondo della dolina sarà privo o quasi di residui terrosi (concentrazione del carsismo).

- Ad un minimo grado di carsificabilità, corrispondono le doline più piatte, poiché il drenaggio è più lento ed in numerosi punti idrovori determinati dalla fitta maglia delle fessurazioni e dei piani di stratificazione (che caratterizzano le rocce poco carsificabili); in questo caso il fondo della dolina sarà coperto da residui terrosi anche molto abbondanti. (dispersione del carsismo).

Esiste ovviamente tutta una gamma di casi intermedi in relazione alle caratteristiche litologiche e deformative del complesso roccioso carbonatico, che influenzano direttamente come si è detto la morfologia delle doline ed il tipo di drenaggio.

Uno dei principali fattori strutturali che intervengono nella morfologia delle doline è la giacitura della stratificazione. Una stratificazione suborizzontale determina nelle doline condizioni di simmetria; infatti in questi casi le soluzioni di discontinuità della roccia, legate ai piani di stratificazione non possono concorrere a determinarne la forma poiché la circolazione idrica e la conseguente dissoluzione d'interstrato è minima.

L'asimmetria delle doline, per conto, è sempre condizionata da una stratificazione più o meno inclinata, poiché in questo caso anche i piani di stratificazione concorrono nel drenaggio idrico e nella dissoluzione.

Appare ovvio che la struttura assorbente sarà centrale (al vertice del cono) nel caso che la dolina si apra in un'area caratterizzata da stratificazione prossima all'orizzontale, laterale negli altri casi.

La presenza della struttura assorbente al fondo delle doline non è stata mai valutata nella sua reale importanza, né dal punto di vista speleogenetico né da quello della circolazione delle acque nel massiccio carbonatico. La copertura terrosa al fondo delle doline ne maschera quasi sempre l'esistenza. Non è raro che al fondo di doline dopo un'opera di scavo nei riempimenti di fondo, si scoprano cavità importanti ad andamento verticale. La presenza della copertura di fondo ovviamente limita la possibilità di ubicare esattamente la struttura assorbente; l'esistenza di una struttura drenante le acque ci viene talora segnalata dagli "imbuto di assorbimento": sul piano di fondo costituito dai depositi di riempimento argilloso-detritici, si osservano delle zone più depresse, imbutoformi, aventi un'angolo di scarpata assolutamente superiore a quello dei materiali che costituiscono il riempimento. Ciò sta a significare che la struttura assorbente della dolina è ancora "attiva" e cioè che la cavità "a pozzo" sottostanti riescono a smaltire, oltre alle acque anche parte dei materiali di riempimento. Questi casi ovviamente sono più frequenti nelle rocce dotate di un grado di carsificabilità medio-massimo.

La presenza di depositi di riempimento al fondo di quasi tutte le doline del Carso Triestino rivela che il deflusso di tali materiali è deficitario, ma ciò è da collegarsi con situazioni paleoclimatiche diverse dalle attuali. Nel corso delle grandi glaciazioni pleistoceniche infatti, intensi periodi pluviali hanno causato il deposito di materiali sabbioso-argilloso-detritici in tutte le "grotte a galleria", riempiendo anche le doline del Carso Triestino.

Attualmente siamo in una fase di smaltimento progressivo. Nelle cavità tracce di antichi depositi si rinvengono a varie altezze lungo le pareti e sulle volte delle gallerie, mentre nelle doline è più difficile stabilire il livello in cui sono arrivati i riempimenti pleistocenici. L'attuale fase di svuotamento è comunque dimostrata dagli "imbuto di assorbimento" ad appare ovvio che tali depositi prima di riempire il fondo delle doline hanno progressivamente ostruito le strutture "a pozzo" drenanti le doline stesse. Se

attualmente si verifica il progressivo svuotamento delle doline, ciò dimostra che il drenaggio al loro fondo è ormai libero.

RAPPORTI TRA DOLINE E FALDA CARSIICA

Considerato che ogni dolina rappresenta un punto di drenaggio delle acque meteoriche e che le "strutture assorbenti" rappresentano ovviamente del sistemi di cavità "a pozzo" che sono penetrate in profondità nella massa rocciosa fino al "livello di base" locale, costituito o da un mezzo impermeabile, nel caso di una situazione "merocarsica", o dal livello del mare nel caso di una situazione "otocarsica". Si ritiene pertanto che vista la larga diffusione delle doline sulle superfici carsiche, siano queste le "vie preferenziali" di drenaggio delle acque meteoriche superficiali. È chiaro che in una massa rocciosa da tempo incarsita, qualsiasi soluzione di discontinuità della roccia sarà ormai capace di assorbire rapidamente tutte le precipitazioni meteoriche e contribuire così all'alimentazione della falda carsica.

È bene a questo punto fare una considerazione d'ordine quantitativo. Ad una dolina corrisponde in pratica un volume di roccia asportato dalla dissoluzione; se la dolina ha un diametro di centinaia di metri e profondità di parecchie decine, il volume di roccia asportato dalle acque in soluzione è enorme, talora di milioni di metri cubi. Dal principi generali del carsismo si sa che la "solubilità dinamica" (nel significato dato da F. FORTI 1975), è massima in corrispondenza delle soluzioni di discontinuità della roccia più prossime alla verticale. Risulta perciò evidente che le strutture "a pozzo", al fondo delle doline, saranno costituite da cavità verticali ampie e profonde; basta ad esempio ricordare i frequenti casi di "abissi" scoperti al fondo di doline, con pozzi larghi talora decine di metri e profondi anche oltre un centinaio. Il collegamento diretto tra le acque che si raccolgono al fondo delle doline e quelle che scorrono lungo le pareti dei pozzi sottostanti, sarà testimoniato nei pozzi, da morfologie dissolutive come "quinte" e "lame" e tutte le piccole forme di corrosione tipiche del carsismo ipogeo.

Non sempre l'apertura del pozzo si trova al fondo della dolina. Sul Carso Triestino sono stati rilevati numerosi casi in cui l'apertura si trova sui fianchi o lungo il bordo esterno della dolina. È stato più sopra affermato che le doline sono delle "strutture ereditate" di una superficie carsica ora scomparsa. Ora, soprattutto nel caso delle "doline asimmetriche", queste tendono a spostarsi, nella loro evoluzione, nel senso dell'immersione della stratificazione, poiché nello smaltimento delle acque superficiali, concorrono anche i piani di stratificazione. Questo "fianco" della dolina sarà così più "ripido", mentre l'opposto di norma avrà la stessa pendenza o quasi della stratificazione. È così possibile un progressivo ma costante avanzamento della dolina in una determinata direzione spaziale, con il conseguente abbandono di un punto di drenaggio e l'acquisizione di uno nuovo in corrispondenza di un'altro sistema di fratture, parallelo al primo. Le cavità ormai non più interessate direttamente dal drenaggio di fondo della dolina tenderà ad insenilire, tenderà cioè ad obliterarsi per il concrezionamento calcitico, mentre una nuova via d'acqua inizierà l'allargamento delle nuove fratture.

CONCLUSIONI

Questo quadro evolutivo delle doline ed i suoi rapporti con la circolazione idrica in seno al massiccio carsico vuole essere un contributo ad una conoscenza più moderna e dinamica dell'intero processo carsico. Lo studio delle doline è stato in genere piuttosto trascurato, poiché esse non sono delle "vere cavità", anche se, alla luce di quanto esposto nella presente nota, esse rappresentano la porta più ampia del fenomeno carsico ipogeo determinato dal "carsismo diretto".

BIBLIOGRAFIA

Per una migliore comprensione dell'argomento trattato nel presente lavoro si consiglia di consultare i sottoindicati lavori:

- AUBERT D. (1968) - *Structure, activité et évolution d'une doline*. Bull. Soc. neuch. Sc. nat., vol. 89, 113-120 pp.
- AUBERT D. (1969) - *Phénomènes et formes du Karst jurassien*. Eclogae Geol. Helvetiae, vol. 62, (2), 325-399 pp., Bâle.
- CUCCHI F., FORTI F. & ULCIGRAI F. (1976) - *Relazioni tra tettonica e morfogenesi di doline del Carso Triestino e Monfalconese*. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", vol. 15, (1975), 57-71 pp., Trieste.
- FORTI F. (1954) - *Le doline di crollo da cavità preesistenti nel Carso Triestino*. Atti 6 Congr. Naz. Spel., Trieste, 34-39 pp., Trieste.
- FORTI F. (1969) - *Particolari forme carsiche del Carso Triestino. Corrosioni e concrezioni asimmetriche*. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", vol. 8, (1968), 47-51 pp., Trieste.
- FORTI F. (1972) - *Proposte di una scala di carsificabilità epigea nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino*. Atti Museo Civ. St. Nat. Trieste, vol. 28, (1) N. 3, 69-96 pp., Trieste.
- FORTI F. (1974) - *Considerazioni sui depositi di riempimento delle cavità carsiche nel Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", vol. 13, (1973), 27-40 pp., Trieste.
- FORTI F. (1974) - *Osservazioni geomorfologiche sulle doline del Carso Triestino*. Atti 11 Congr. Naz. Spel. Genova, (1972), 239-243 pp.
- FORTI F. (1975) - *Modelli di dissoluzione carsica*. Mondo Sotterraneo, Num. Unico, (1974-1975), 13-19 pp., Udine.
- FORTI F. (1977) - *Il concetto del "momento carsico" nello studio del carsismo delle rocce carbonatiche*. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", vol. 16, (1976), 45-51 pp., Trieste.
- FORTI F. () - *Il carsismo in una proposta di classificazione genetica*. In corso di Stampa su Atti 3 Conv. Spel. Friuli Ven. Giulia, Gorizia (nov. 1977).

SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA

Carlo Baldano d'Aramengo

IPOSTESI SULLA GENESI DEI SOFFITTI ORIZZONTALI NELLA GROTTA DEL CAUDANO (CUNEO)

RIASSUNTO

La grotta del Caudano (Alpi Marittime) è costituita da un sistema di tre gallerie perfettamente orizzontali e quasi sovrapposte, di cui l'inferiore è percorsa da un torrente.

Vi si incontrano con una certa frequenza dei soffitti perfettamente orizzontali, e la cosa non trova spiegazioni connesse con la stratigrafia o la tettonica.

L'autore ritiene che questa particolare morfologia sia il risultato di una concomitanza di parecchi fattori non necessariamente legati fra loro; e precisamente:

1. Assenza di infiltrazioni d'acqua attraverso le volte
2. Calcario compatto e omogeneo
3. Portata idrica costante
4. Percorso assolutamente orizzontale
5. Impossibilità di corrosione sul fondo dell'alveo e possibilità di corrosione ai lati.

Vengono esaminati uno per uno questi fattori in relazione all'andamento della grotta, alla litologia e all'idrologia.

SUMMARY

Caudano cave (Maritime Alps, Cuneo) consists in a system of three horizontal levels, nearly superimposed, with a stream flowing in the lowest one.

Some perfectly horizontal roofs are frequently found and their genesis cannot be explained by any stratigraphical or tectonical reason. The author envisages this typical morphology be the result of a concomitance of many factors not necessarily linked together:

1. no water seepage through the roof
2. compact and homogeneous limestone
3. constant water flow
4. absolutely horizontal level
5. no possibility of corrosion on the bottom of the stream bed, while corrosion is possible on the walls

Any of these factors is examined separately in relation to the cave topography, lithology and hydrology.

INTRODUZIONE

È noto che le caratteristiche morfologiche di una grotta (e non solo di una grotta) sono in stretta relazione con le cause che le hanno generate. Noi siamo da tempo abituati a riconoscere in certe tipiche morfologie le modalità più comuni con cui la grotta si forma: così sappiamo che una galleria a sezione ellittica è formata da acqua circolante in condizioni freatiche, che una forra è formata da acqua in condizioni vadose, ecc. Esistono però delle morfologie particolari che non si possono legare a una causa determinata, ma sono invece il risultato di una concomitanza casuale di parecchi fattori

non necessariamente legati fra loro.

Il soffitto orizzontale, a parte il caso in cui è in relazione con un giunto di strato orizzontale, è un elemento morfologico abbastanza raro, anche se non si può dire che sia eccezionale; esso è provocato da un insieme di cause, ciascuna delle quali può manifestarsi con frequenza, mentre è piuttosto rara la possibilità che tutte si manifestino contemporaneamente.

Per quel che mi risulta, le genesi dei soffitti orizzontali non è stata finora molto studiata. Del problema si sono occupati Vlahman e Plesa (1958), quindi Viehman e Serban (1961). In questo secondo lavoro gli autori affermano che nella genesi dei soffitti orizzontali il fattore idrologico è preponderante su quello tettonico (ritenuto tradizionalmente come quello determinante nella speleogenesi in generale); gli autori però non forniscono spiegazioni più dettagliate.

Viceversa Cocean (1975) studiando la grotta "Pestera cu Apa din Valea Lesului", in Romania, ha riconosciuto che questo tipo morfologico è il risultato della concomitanza di diversi fattori sia idrologici che tettonici. Parendomi che le sue osservazioni e ipotesi si prestino molto bene a spiegare certe tipiche morfologie nella grotta del Caudano, ho voluto, traendo spunto dal suo lavoro, presentare un'ipotesi morfogenetica per questa grotta.

LA GROTTA DEL CAUDANO

Si trova nel comune di Frabosa Sottana (Cuneo). (1). È formata da tre piani sovrapposti di gallerie, rigorosamente orizzontali (2). I due piani più alti sono praticabili a tratti, essendo qua e là sbarrati da riempimenti, mentre quello basso, percorso da un torrente, è praticabile per 950 metri, dalla risorgenza fino a un sifone; oltre il sifone (lungo meno d'un metro), è ancora praticabile per un centinaio di metri, permettendo all'esploratore di giungere molto vicino alla perdita del torrente di superficie, chiamato rio del Serro. Questo breve corso d'acqua si forma su terreni impermeabili e, giunto nei pressi della frazione Serro, sparisce attraverso il terreno alluvionale che sovrasta il contatto fra quarziti e calcari; l'assorbimento è completo in magra, parziale in caso di piena. Pertanto la portata del rio del Caudano risente poco delle piene esterne ed è piuttosto costante lungo tutto l'arco dell'anno, valutabile secondo il Capello (1950) a 15-20 litri al secondo. Si tenga anche presente che questa regione, come del resto più o meno tutto il nord Italia, ha le piogge distribuite in modo abbastanza uniforme in tutte le stagioni e pertanto le portate in magra sono di solito di poco inferiori alle portate normali.

Lungo tutto il tragitto sotterraneo gli stillicidi sono molto scarsi e l'unico affluente degno di tal nome lo si incontra a 200 metri dalla risorgenza. Poiché i tratti di grotta oggetto del nostro studio sono tutti a monte di questa confluenza (infatti a valle non si notano soffitti orizzontali) il rio del Caudano può, nel nostro caso, essere considerato come l'esecutore di un traforo idrogeologico anziché un collettore sotterraneo.

Da un punto di vista geologico la grotta si trova nel calcare dolomitico del Trias medio, poggianti su un substrato impermeabile permo-triassico. Si tratta di un calcare marmoreo molto compatto, con scarsa evidenza di diaclasi o giunti di stratificazione, salvo nella zona della perdita, in cui al contrario il calcare è molto fratturato.

Sulla grotta del Caudano esiste una discreta bibliografia. Fra le opere principali ricordiamo quella del Capello (1950) e quella del G.S.P. CAI UGET (1970). Il Capello, nella sua dettagliata descrizione, fece anche cenno ai soffitti orizzontali e alla loro eventuale genesi, ma senza approfondire l'argomento: "... caratteristica... è la presenza di enormi placche rocciose disposte a soffitto perfettamente piane, ricche di concrezioni, e contornate da solcature regolari: esse sono dovute a flottazione di acque livellate durante tempi secolari, e in seguito passate in profondità".

IL SOFFITTO ORIZZONTALE

Il soffitto orizzontale è presente al Caudano in diversi tratti della grotta appartenenti al 2° piano e ancor più al 3°, più raramente se ne trovano nel 1° piano (vedi piantina, nella quale sono segnate con lettere alfabetiche le zone in cui il fenomeno si manifesta con particolare evidenza o interesse).

Ne distinguiamo essenzialmente tre tipi:

- 1) Soffitto orizzontale tagliato da una galleria a forra (vedi p. es. foto 1).
- 2) Soffitto orizzontale tagliato da un canale di volta a soffitto pur esso orizzontale (vedi p. es. foto 2).
- 3) Soffitto orizzontale puro e semplice, senza ulteriori complicazioni (vedi p. es. foto 3).

Nei primi due casi si può parlare di forme miste, nel terzo caso di forma semplice.

Il primo tipo è di gran lunga il più frequente, ma anche il meno interessante; lo si osserva in molti punti al primo, secondo e terzo piano (vedi pianta A,B,C). Esso si forma quando, dopo che la galleria a forra si è già sviluppata, insorgono i diversi fattori che in seguito saranno esaminati.

Il secondo tipo è presente pure in tutti i tre piani; gli esempi migliori si trovano però al terzo piano, particolarmente all'inizio della galleria delle Vasche (vedi pianta, D). Talora il canale di volta intagliato nel soffitto mostra la dimensione orizzontale molto maggiore di quella verticale, o addirittura uno dei due fianchi non è osservabile; in tal caso ovviamente non si può più parlare di canale di volta, ma piuttosto di terrazze inverse (vedi pianta, E). Questo fenomeno verrà spiegato oltre.

Il terzo tipo è anche raro e si ritrova in due punti della grotta: precisamente al termine della galleria delle Vasche (F) e all'inizio della galleria del Cristallo (H). Qui si osserva il soffitto orizzontale più spettacolare: una superficie larga fino a 7 metri e lunga una ventina, perfettamente liscia, ma tagliata da allineamenti di piccole concrezioni uscenti da fessure capillari, che s'incrociano ad angolo retto, simulando così una superficie plastrata. In realtà però questo soffitto dovrebbe essere piuttosto visto come appartenente al primo tipo perché una cortina di concrezioni limita la larghezza della galleria che originariamente era maggiore, e separa il tratto a soffitto orizzontale da quello a forra.

CONDIZIONI CHE DETERMINANO LA FORMAZIONE DEL SOFFITTO ORIZZONTALE

Si tratta, come dicevo, di condizioni che, una per una, sono assai frequenti in ogni grotta, mentre è tutt'altro che frequente il loro apparire contemporaneo.

- 1) Assenza d'infiltrazioni d'acqua attraverso la volta.
- 2) Calcare compatto e omogeneo.
- 3) Portata idrica costante.
- 4) Percorso assolutamente orizzontale.
- 5) Impossibilità di corrosione al fondo dell'alveo e possibilità di corrosione ai lati.

Le prime due condizioni sono strettamente dipendenti fra loro e verranno trattate assieme; la terza e la quarta sono fra loro indipendenti ed anche indipendenti dalle prime due, mentre la quinta non è che una conseguenza delle precedenti.

Esaminiamo queste condizioni.

1 e 2. L'assenza di infiltrazioni d'acqua è, come dice il Cocean. (op. cit.), una condizione "sine qua non", altrimenti l'arrivo d'acqua produrrebbe una fratturazione nella roccia, sia in regime tectonico che vadoso. Per realizzare questa condizione occorre che il calcare sia compatto e poco fratturato, oppure che al di sopra del calcare vi sia della roccia impermeabile, oppure che le fratture si siano colmate prima della speleogenesi.

Nel caso del Caudano la roccia è effettivamente compatta e poco fratturata, al di sopra del calcare non vi è roccia impermeabile ma una spessa copertura di suolo agrario che, unitamente al fatto che i fianchi del monte sono piuttosto ripidi, fa sì che le acque piovane scorrano piuttosto in superficie anziché infiltrarsi in profondità.

Del resto una modesta infiltrazione d'acqua, purché diffusa attraverso molte fessure capillari, non disturba affatto; ne risulta un soffitto orizzontale ma segnato da piccole concrezioni allineate, come si può osservare per esempio all'inizio della galleria dei Cristalli (vedi foto 4, punto H); ovviamente devono però verificarsi le altre condizioni, che saranno esaminate ora.

Un esempio invece di come una frattura netta impedisca la formazione del soffitto orizzontale, si può notare al punto B, cioè al termine della cosiddetta parte turistica; la presenza di una frattura tettonica, riempita di materiale clastico, ha prodotto un crollo con formazione di un vuoto dal basso all'alto, che interrompe, sia pure solo localmente, l'orizzontalità del soffitto. Poiché la frattura non è attraversata da acqua e probabilmente non lo è mai stata, questa discontinuità è rimasta localizzata, senza disturbare il soffitto orizzontale circostante.

Non solo le discontinuità della roccia a grande scala (essenzialmente le diaclasi) ma anche quelle a piccola scala impediscono la formazione del soffitto orizzontale. Una roccia con struttura omogenea determina una dissoluzione uniforme per unità di superficie, mentre la struttura eterogenea provoca disuguaglianze nella dissoluzione, che si ripercuotono poi nella morfologia.

Orbene, il calcare del Caudano è di solito compatto a grande scala, e infatti nei pressi della grotta è stata in attività per lungo tempo una cava di marmo. Solo localmente abbiamo delle zone con importanti fratture e crolli, e qui ovviamente il soffitto orizzontale o non ha potuto formarsi o, se si è formato, è andato distrutto. (Talvolta si ritrovano grandi blocchi crollati che presentano ancora netta una superficie piana corrispondente a un tratto di soffitto crollato, come ad esempio nel grande salone all'inizio della galleria dei Cristalli).

A piccola scala il calcare del Caudano è di solito ancora compatto e uniforme. Dove non lo è, si può formare un soffitto che è sì orizzontale, ma guardando in dettaglio non è liscio; è infatti formato da piccoli pendenti con le stesse dimensioni e con le estremità che giungono sullo stesso piano orizzontale, analoghi alle forme descritte dal Pasini per le grotte gessose (1968) e dal Bretz (1956).

3. La portata è l'elemento di gran lunga più importante. Portata idrica costante significa altezza costante dell'acqua e l'altezza del pelo libero è quella che determina a che livello si formi il soffitto orizzontale. Questo processo avviene quando l'acqua, pur scorrendo a pelo libero, occupa quasi tutta la sezione della galleria, lasciando uno spazio per l'aria di sezione insignificante (vedi fig. 1). Il processo può avvenire anche in una galleria alta e stretta, purché l'altezza dell'acqua si stabilizzi su un certo valore per un tempo molto lungo; in questo caso avremo la formazione di un soffitto del tipo 1 (vedi fig. 2). Quest'ultimo fenomeno si verifica molto spesso nella grotta del Caudano, specie al primo piano, dove non troviamo mai soffitti orizzontali del tipo 3, cioè che occupino tutta la sezione; viceversa quelli del tipo 1 sono frequenti dove il torrente forma meandri (3), per esempio in corrispondenza dei cosiddetti sottopassaggi (vedi punto C e fig. 3).

Lunghe variazioni di portata sono fattori che impediscono la formazione e il mantenimento del soffitto orizzontale; un aumento di portata provocherebbe la circolazione in pressione e quindi la tendenza alla sezione circolare; una diminuzione di portata, con relativa stabilizzazione a livello più basso, provocherebbe quelle che il Cocean chiama "terrazze inverse". Anche questo caso è molto frequente al Caudano; spesso si trovano due livelli di terrazze inverse, talvolta anche tre (vedi fig. 3 e foto 5, presa al punto E).

Che il torrente del Caudano abbia una portata sensibilmente costante tutto l'anno è

un dato che noi osserviamo ora. Siamo anche certi che la portata non ha subito variazioni notevoli per molti anni; questo "molti" non meglio definito si riferisce al fatto che alcuni centimetri sopra il pelo dell'acqua si vedono ancora freschissime e nette le impronte di un cinghiale capitato in grotta non si sa quando; non troppo anticamente, dato il discreto stato di conservazione in cui sembra sia stato visto (4), ma neanche troppo recente, perché è entrato in grotta da un'apertura che oggi non è più stata ritrovata. Estrapolando questo dato, sia pure vago, si può ragionevolmente ipotizzare che la portata del Caudano non abbia subito grandi variazioni per migliaia di anni. Inversamente, osservando la morfologia dei soffitti orizzontali, si suppone che in tutto l'arco di tempo in cui la grotta si è formata si siano avuti diversi lunghi periodi con portata costante.

4. È ovvio che il soffitto orizzontale si può stabilire solo se il torrente ha un percorso orizzontale. La questione è assai più rigorosa di quanto non possa apparire a prima vista; infatti un percorso qua e là leggermente inclinato significherebbe avere dei tratti con corrente forte alternati con tratti a corrente debole e quindi delle piccole variazioni di portata si tradurrebbero in forti variazioni di livello idrico.

Che le gallerie del Caudano siano assolutamente orizzontali lo si nota dalle misure clinometriche. In particolare, nella galleria attiva del primo piano, la perfetta orizzontalità può essere anche notata dal fatto che le variazioni di livello provocate artificialmente nella vasca di raccolta all'esterno della grotta (variazioni fino a un metro) si ripercuotono fino a 400-500 metri all'interno della grotta.

L'orizzontalità del percorso è legata a cause geografiche. Dalla perdita del Serro l'acqua, trovando una zona fratturata, raggiunge rapidamente il livello di base, fissato dalla quota della risorgenza. Abbassandosi poi quest'ultima, le nuove gallerie a livello più basso si impostano già nella zona fratturata a monte, anziché fra i calcari compatti presso la risorgenza, come si osserva spesso in tante altre grotte. Di conseguenza tutti i tre ordini di gallerie si sviluppano sovrapposti e orizzontali, pur senza alcuna causa tettonica. Se poi le gallerie si fossero invece scavate non nell'ordine classico, dalle più alte alle più basse, ma in ordine inverso, per un riempimento delle gallerie inferiori già scavate, il modello di sviluppo sopra esposto resterebbe sempre valido, essendo legato solo alla fratturazione della roccia. L'ordine di formazione delle gallerie del Caudano è una questione non ancora chiarita che qui comunque non si intende discutere.

5. Un torrente con percorso tranquillo, orizzontale e con portata costante, ha come conseguenza che l'acqua è sempre limpida. I materiali solidi trasportati, sia di provenienza esterna che residuo di corrosione in loco, vengono presto depositati sul fondo il quale, di conseguenza, è protetto dalla corrosione chimico-fisica. Questa, in regime vadoso, può allora solo manifestarsi ai lati delle gallerie, provocando così un grande sviluppo in senso orizzontale.

CONCLUSIONI

Il verificarsi contemporaneo di tutte queste numerose cause può apparire un fatto ultraeccezionale, eppure non è proprio così, anche se è senz'altro un fatto raro. Mi è successo di notare soffitti dello stesso tipo anche in altre grotte, per quanto non così tipici e frequenti come al Caudano. Sarà grato a chi vorrà segnalarmi dei casi analoghi allo scopo di studiare la frequenza con cui possono verificarsi e per meglio comprendere le cause.

L'autore desidera ringraziare Giuliano Villa del GSP CAI UGET per il servizio fotografico eseguito appositamente in vista di questo lavoro.

NOTE

(1) - Dati catastali; N. 121 (Pi (CN), Com. di Frabosa Sottana, Loc. Caudano. Coordinate dell'ingresso principale; long. 40° 39' 45"; lat. 44° 17' 34"; q. m. 780. Lunghezza complessiva: m. 2938.

(2) - Fa anche parte del sistema del Caudano la grotta N. 122 Pi (grotta superiore del Caudano) che comunica con la nostra ed anzi ne costituisce il 4° piano. Dato però che quest'ultima manifesta delle notevoli differenze morfologiche rispetto alla grotta principale, dovute ad un diverso meccanismo genetico, e soprattutto, dato che non presenta soffitti orizzontali, in questo mio lavoro preferisco considerare solo la grotta N. 121.

(3) - Si noti che al termine meandro intendo dare il significato vero che ha in geografia. Purtroppo da parte di molti speleologi è oggi invalso l'uso di chiamare meandri certe gallerie strette e alte di difficile percorribilità.

(4) - Dematteis, comunicazione personale.

BIBLIOGRAFIA

- BRETZ J. H., 1956. *Caves of Missouri*, Geol. Survey Water Res. Van Hoffman Press, Jefferson City.
- CAPELLO C.F., 1950. *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone marginali al rilievo alpino*, pp. 59-68, CNR, tip. Mareggiani, Bologna.
- COCEAN P., 1975. *Sur la genèse de la voûte plane-horizontale de la grotte "Pestera cu Apă din Valea Lesului"*. Trav. Inst. E. Racovitza, t. XIV, pp. 189-196, Bucarest.
- GRUPPO SPELEOLOGICO PIEMONTESE CAI UGET, 1970. *Speleologia del Piemonte, parte II. Il Monregalese*, pp. 111-115, R.S.I., mem. IX, Como.
- PASINI G., 1966. *Osservazioni sui canali di volta delle grotte bolognesi. Le Grotte d'Italia*, ser. 4, vol. 1, pp. 17-74, Castellana Grotte (Bari).
- VIEHMAN I., PLESA C., 1958. *Pestera cu Apă din Valea Lesului - un nou monument al naturii. Ocrotirea Naturii*, n. 3, pp. 162-167.
- VIEHMAN I., SERBAN M., 1961. *Ueber die Entstehung der Flachen und horizontalen Hoehlendeecken*, Die Hoehle, 12 Jahrg., H. 2/3, pp. 72-73, Wien.

UNIVERSITA' DI ROMA E LABORATORIO ASTROFISICA CNR GRUPPO SPELEOLOGICO URRI

Vittorio Castellani

UNA SINGOLARE EVIDENZA DI SPELEOGENESI IN FASE PRECOCE

SOMMARIO

Viene attirata l'attenzione sulle caratteristiche strutturali di cavità di origine carsica intersecate nello scavo della galleria ferroviaria Salerno-Nocera.

L'esame dei dati relativi a tali sistemi suggerisce che, almeno in alcuni casi, la iniziale speleogenesi di strutture a pozzo di svolta "in loco" attraverso una fase di degradazione della struttura rocciosa. In tale ipotesi, il risultato di un simile processo sarebbe inizialmente la creazione di sacche rocciose colmate da un miscuglio di acqua e detriti ("salamoia"). Solo in fasi successive si verrebbe al drenaggio di tali tasche per giungere alle forme comunemente note.

Il regime idrico sotterraneo viene brevemente discusso assieme agli effetti di temperatura e pressione che potrebbero concorrere alla genesi ed allo sviluppo di tali strutture.

ABSTRACT

Evidences for early speleogenetic structures are derived for the records of excavations in boring a railway tunnel in South Italy. On this basis, one finds that early speleogenesis is acting, at least in some cases, through a progressive degradation of the rocks, leading to a stage in which a rock-pocket is formed where water and detritus are homogeneously distributed filling the cavity. In this case, a real cave will be formed only if and when the rock-pocket will be drained.

The observed water flow is shortly discussed. Attention is drawn on the effects of temperature and pressure that may be connected with the development of the quoted structures.

PREMESSA

La speleomorfologia in generale, ed i problemi di speleogenesi in particolare, si muovono per propria natura in un contesto di prove indiziarie: dalle osservate caratteristiche delle cavità evolute si evincono i possibili collegamenti con i vari meccanismi speleogenetici teoricamente efficienti nel tentativo di saldare l'istante osservativo ad un coerente quadro evolutivo.

A paragone di altre discipline scientifiche e naturalistiche la sperimentazione speleologica è potentemente limitata da due fattori principali:

a) I tempi scala dell'evoluzione delle cavità risultano molto più grandi dei tempi scala dell'osservatore.

b) Le cavità risultano in genere possibili oggetti di osservazione solo in una fase relativamente matura, allorché ne diviene possibile la percorrenza;

Con riguardo al secondo punto è da notare come l'esplorazione di una cavità di origine carsica sia collegata al verificarsi di tre distinte condizioni: che esista un collegamento con l'esterno (accessibilità), che le dimensioni siano almeno comparabili con quelle di un essere umano (percorribilità), che infine la cavità sia prevalentemente

occupata da masse di aria (presenza di un'atmosfera). In assenza di uno solo di questi tre requisiti ben difficilmente è programmabile la raccolta di informazioni non occasionali. È in ogni modo facile comprendere come i due fattori precedentemente indicati inibiscano di fatto la sperimentazione diretta (tramite l'osservazione o gli esperimenti di laboratorio) delle fasi di speleogenesi iniziale profonda.

Unica ma importantissima eccezione a questo quadro sono le informazioni ottenibili nel taglio di gallerie nel cuore di banchi calcarei. Lo sviluppo della rete stradale e ferroviaria ha reso negli ultimi tempi sempre più frequente l'esecuzione di lavori che interessano in profondità estese zone carsiche; la quantità e la qualità dei dati ottenibili in simili occasioni è tale che non pare azzardato affermare che ove le imprese appaltatrici avessero anche finalità speleologiche sarebbe facilmente ricavabile il quadro generale e la relativa efficienza dei vari meccanismi speleogenetici in atto, giungendo a conclusioni pressoché definitive almeno per quel che riguarda il tipo di speleogenesi operante sul particolare sistema carsico così esplorato.

Nell'attesa di una inaspettata sensibilizzazione in senso speleologico delle attività di cui sopra, è pur tuttavia possibile ricavare dalle relazioni tecniche dei lavori di scavo una massa di informazioni che può contribuire a precisare e chiarire le attuali idee in fatto di speleogenesi.

Nel seguito verrà esaminato il notevole insieme di risultanze ricavabili dall'esame dello sviluppo dei lavori per la costruzione della galleria ferroviaria "S. Lucia" per la direttissima Salerno-Napoli. I dati sono stati desunti dalle relazioni presentate dalle due ditte appaltatrici delle distinte tratte di percorso (Anelli 1974, Macchi 1974).

IL CARISMO PROFONDO

La galleria si sviluppa per oltre 10 Km. tra gli abitati di Salerno e di Nocera, sottopassando una serie di colline e rilievi immediatamente ad Est dell'abitato di Cava dei Tirreni caratterizzati da rocce della serie calcareo-dolomitica di età compresa tra il Trias ed il Cretaceo.

Schematicamente i terreni interessati dalla galleria risultano composti, dalla superficie verso il basso, da Dolomie Superiori, Calcari mamosi, Dolomie Inferiori e Argille basali. Le rocce risultano interessate da un doppio sistema di faglie subverticali distanziate di alcune centinaia di metri e da tutto un insieme di processi carsici profondi sui quali si può ricavare dalle relazioni già indicate una lunga serie di molteplici e vari particolari.

Dall'esame di tali dati si possono tentativamente identificare due categorie di fenomeni collegabili a processi speleogenetici:

- a) vuoti nella roccia colmati o meno da acque
- b) tasche di roccia degradata in detriti.

Con riguardo al punto b) è interessante riportare la descrizione di una di queste formazioni incontrata attorno alla progressiva 9+700 a circa 200 m. di profondità:

"Non si sono avute in questo caso fuoriuscite violente ed improvvise di acqua e materiale sciolto, ma solo una degradazione graduale della roccia sino ad avere un fronte di materiale sciolto con granulometria chiusa e perciò con scarsa percolazione di acqua" (Anelli 1974). In tale massa sciolta, che si estendeva lungo l'asse di scavo per circa 60 metri, erano inglobati massi di dimensioni anche notevoli. Non esistono purtroppo ulteriori dati su tale struttura, perché la zona fu consolidata con iniezioni di silicati e direttamente attrezzata dallo scavo.

Nel seguito vogliamo quindi soffermarci su una struttura per molti versi analoga incontrata alla progressiva 3+800 m. dall'ingresso di Salerno nella serie di calcari intervallanti le dolomie. Per una singolare e fortunata (da un punto di vista speleologico) coincidenza, il fronte di scavo andò ad intersecare giusto in fondo di una tasca rocciosa

ricolma anch'essa di detriti e non fu possibile proseguire se non dopo aver svuotato la tasca e consolidato il fondo con opportuni interventi.

All'incontro con la struttura furono scaricati in galleria circa 8000 mc. di materiale costituito da marne, dolomie, calcari e sabbie, immerso in acqua ricca di fanghi di argilla gialla. Nella zona sovrastante fu successivamente identificata una vasta caverna nella quale continuava il crollo di massi e materiale minuto, tanto che per liberare il materiale ancora pericolante fu necessario far esplodere alcune cariche sino a che la cavità si stabilizzò secondo il profilo riportato in fig. 1. Dal confronto del volume della cavità con la massa dei detriti è facile concludere che l'intera cavità doveva consistere in una tasca di roccia degradata secondo i criteri della precedente classificazione. La presenza di materiale pericolante può essere considerata in buon accordo con quella deduzione, indicando come il precedente equilibrio fosse con ogni probabilità assicurato dalle forze interne venute meno all'atto dello svuotamento della tasca stessa.

È indubbio che la cavità così risultata sia a buon diritto classificabile come uno dei vasti ambienti ipogei ben noti dalla comune esperienza speleologica. Da un punto di vista speleogenetico sembrerebbe di poter concludere che la iniziale speleogenesi di alcune strutture a pozzo (caratterizzanti tanto carsismo italiano) possa svolgersi attraverso una fase di frammentazione e degradazione della struttura calcarea "in loco". In tale ipotesi il risultato iniziale di un simile processo sarebbe la creazione di tasche rocciose completamente colmate da una "salamoia" di acqua e detriti; l'aggressività delle acque essendosi sviluppata non tanto nella soluzione progressiva dei banchi calcarei quanto nell'attacco ai legami che del banco stesso facevano una struttura più o meno compatta. Solo in fasi successive si verrebbe al drenaggio di tali tasche per giungere alle forme comunemente note. È questa una leggera variazione nella prospettiva delle indagini speleogenetiche che potrebbe rivelarsi di una qualche importanza nel completamento del quadro generale.

Che tale processo non sia infrequente è dimostrato non solo dai due esempi riportati, ma da almeno un'altra analoga struttura incontrata alla progressiva 5+830 (Macchi 1974) e che purtroppo, grazie all'esperienza precedente, fu superata senza gravi difficoltà e senza uno studio particolareggiato della cavità.

QUADRO GENERALE. DISCUSSIONE

Le semplici ma convincenti evidenze riportate nei punti precedenti possono essere integrate in un esame generale dello stato idrogeologico del sottosuolo per suggerire alcune interessanti considerazioni.

In generale la roccia, sovente molto fratturata, è risultata sede di una diffusa circolazione idrica; in conseguenza alla superficie della falda (almeno negli ultimi quattro Km. di dolomie) sembra seguire le variazioni della topografia esterna. In fig. 2 è riportato uno schema dei terreni attraversati nei primi sei Km. di galleria, unitamente ad una serie di dati sulle portate e le temperature delle acque lungo il corso dello scavo. È necessario notare che le portate si riferiscono ad una situazione idrogeologica così come perturbata dal fronte di scavo, pur se in condizioni di già raggiunta stazionarietà. A titolo di esempio dalla cavità 3+800 si ebbero punte di 1200 lt/sec. e la situazione si stabilizzò infine su una portata di circa 500 lt/sec. Non è d'altronde da escludersi che là dove sono state misurate le massime portate la circolazione fosse in precedenza inibita dall'effetto di tamponamento del materiale sciolto; tale possibilità appare anzi plausibile proprio in vista delle sensibili modificazioni apportate dallo scavo alla situazione idrogeologica, così come recentemente analizzate da Cellico (1978).

Dai dati riportati in fig. 2 si evince l'interessante concordanza tra le strutture a tasche ed i minimi in temperatura ed i massimi nelle portate "potenziali". Pur senza indulgere in affermazioni conclusive non giustificate dai dati disponibili, è interessante notare come

tali differenze di temperatura potrebbero amplamente giustificare l'aggressività delle acque ove fosse ipotizzabile una sorgente di CO₂ per mantenere le acque continuamente saturate. In tale contesto sarebbe anche utile riesaminare i possibili effetti sulla spaleogenesi della pressione della "salamoia", pressione che, come quella delle acque può essere valutata nella zona delle tasche di almeno 10 atmosfere.

Qui si vuole concludere solo ribadendo come la disponibilità di una serie completa di dati come quelli qui sommarizzati possa contribuire notevolmente alla determinazione dei processi speleogenetici.

BIBLIOGRAFIA

- ANELLI, V.: 1974, "Variante ferroviaria della linea Napoli-Salerno. Costruzione della galleria tra l'imbocco Nord e la progressiva 4 200" Ingegneria Ferroviaria, 29, p. 71
- CELICO, P.: 1978, "Modifiche indotte dallo scavo di grandi gallerie nell'equilibrio idrogeologico dei massicci carsici", Atti Seminario Processi Paleocarsici e Neocarsici, Napoli (In stampa)
- MACCHI, A.: 1974, "Geologia ed idrologia del terreno interessato dalla galleria ferroviaria S. Lucia di Km. 10+265 per la direttissima Salerno-Napoli" Ingegneria Ferroviaria, 29, p. 7

ISTITUTO DI GEOGRAFIA UNIVERSITA' DI PADOVA

Giuliano Pema, Ugo Sauro

IL BIOCARSISMO

RIASSUNTO

Negli ultimi anni varie ricerche hanno permesso di stabilire che la corrosione biologica riveste un ruolo fondamentale nella morfogenesi carsica. Alcune forme elementari caratteristiche delle superfici calcaree nude, quali gli alveoli e le vaschette di corrosione, sono chiaramente determinate dalla corrosione biologica. Lo sviluppo di queste forme è palesemente facilitato da particolari condizioni ambientali, ed assume eccezionale rilevanza nelle zone costiere equatoriali.

SUMMARY

In the last few years the important and often decisive role played by the micro-organisms in the Karst-morphogenesis was pointed out in many papers. Some elementary small size forms are clearly the result of biological activities: between these small honeycomb cavities [0,2 - 1 cm in diameter] giving the rock a spongy look, and pans [diameter between few centimeters and some meters] are peculiar. The development of these form is linked to special environmental conditions, which are discussed in the paper.

L'aggressione delle rocce carbonatiche da parte di acque carbonatate è alla base del fenomeno carsico. Il gesso ed il salgemma sono solubili anche in acque non carbonatate e perciò si ha una azione fisica (*soluzione*) e non chimica (*corrosione*); tuttavia siamo ancora nel quadro dei fenomeni carsici, perchè le morfologie risultanti sono analoghe. Non viene invece considerato carsismo la fusione del ghiaccio di un ghiacciaio (fenomeno fisico anche questo), perchè porta a morfologie effimere.

Accanto all'azione di corrosione e dissoluzione delle acque meteoriche su queste rocce (dolomie, calcari, gessi, salgemma - in ordine decrescente di "solubilità"), vi sono altre azioni fisiche che accelerano la degradazione. Così il gelo e disgelo produce, particolarmente in alta montagna, la frammentazione della roccia (*gelifrazione*), come pure la producono i cicli di caldo e freddo (*azioni termoclastiche*), la gravità allarga le cavità sotterranee (*azioni graviclastiche*) ecc.

L'acqua, soprattutto se contiene in sospensione sostanze solide, ha una azione erosiva particolarmente intensa nei confronti delle rocce carsificabili, che sono le più tenere tra quelle coerenti. Comunque l'azione erosiva, e fisica più in generale, è subordinata a quella corrosiva nel processo carsico.

Altra azione che può intervenire, e che è già nota da molto tempo, è quella degli organismi. Qui si distinguono due azioni concomitanti oppure no: aumento della anidride carbonica nelle acque circolanti, ed attacco diretto. Tuttavia mentre viene riconosciuto il ruolo importante, seppure non determinante delle azioni fisiche (erosione in particolare) nel modellamento delle regioni carsiche, le azioni biologiche sono state considerate subordinate nel bilancio della degradazione carsica. Per quanto riguarda poi l'azione biologica diretta, essa è stata ritenuta trascurabile: molti studiosi si sono

limitati a citarla come semplice curiosità.

Negli ultimi tempi però il ruolo degli organismi nel processo carsico è stato nettamente rivalutato ed è ora riconosciuto che, in alcuni casi, può quantitativamente superare l'entità della stessa corrosione chimica delle soluzioni inorganiche. In questa breve nota vogliamo illustrare questo argomento, che si rivela di estremo interesse nella speleogenesi.

L'importanza del ruolo esercitato dalla vegetazione ed in particolare dalle microfite del suolo nei processi carsici è stata recentemente confermata da misure sulla velocità dell'erosione chimica. Si è constatato che nelle stesse condizioni climatiche la corrosione sulla superficie di una roccia calcarea nuda è di gran lunga inferiore a quella che si verifica su una roccia calcarea ricoperta da un manto vegetale; sembra che l'ordine di grandezza dell'erosione carsica per una località delle medie latitudini con 1000 mm di pioggia all'anno sia di $0,004 = 0,008$ mm di spessore della roccia all'anno (cioè di $4 + 8$ mm per mille anni) per le superfici calcaree nude, di ben $0,02 + 0,05$ mm all'anno (cioè di $20 + 50$ mm per mille anni) per le rocce calcaree ricoperte da un manto forestale. Queste rilevanti differenze fra velocità della corrosione su superfici rocciose nude e superfici ricoperte sono conseguenza di un'azione indiretta degli organismi determinata dall'arricchimento in anidride carbonica e quindi da un aumento della aggressività delle soluzioni.

Si sa però che gli organismi possono intervenire direttamente nella degradazione della roccia con modalità varie: così è noto da tempo l'attacco delle rocce calcaree ad opera di alcuni vegetali quali licheni, muschi, sassifraghe ecc., nonché negli ambienti costieri ad opera di animali litodomi, gasteropodi, chitoni ecc. Meno noto ed addirittura del tutto sconosciuto il meccanismo con cui i batteri e le alghe sarebbero in grado di attaccare la roccia.

In realtà già nel 1964 i polacchi SMYK & DRZAL avevano tentato un primo approccio al problema della corrosione biologica, classificando numerosi microorganismi presenti in prossimità della superficie delle rocce calcaree, senza però approfondire lo studio sui meccanismi di attacco biologico, sugli aspetti quantitativi di questo e sui risultati morfologici di tale attacco. In seguito DE FANTI 1971 e SCROEDER 1971 sottolineano l'importanza delle azioni biologiche nell'evoluzione delle pareti calcaree; in particolare DE FANTI descrive una parete calcarea delle Alpi Dolomitiche che si evolve per fenomeni di attacco biologico e ne analizza le microforme che consistono soprattutto in piccoli *alveoli* occupati da colonie di alghe ed altri microorganismi.

Ma sono in particolare FOLK, ROBERTS & MOORE 1973 che descrivendo i Karren ad *alveoli* degli ambienti marini equatoriali mettono in risalto l'importanza del ruolo morfogenetico dei microorganismi vegetali, coniando il termine di *black phytokarst* (fitocarsismo nero) per indicare della superficie rocciose scure, tormentate da innumerevoli *alveoli* di corrosione biologica. In questo importante lavoro si possono ammirare alcune microfotografie, riprese con il microscopio elettronico a scansione, che mostrano le alghe all'interno di cavità della roccia, scavate dalle microfite stesse; vengono inoltre descritte e puntualizzate le morfologie risultanti.

Nel 1974 PERNA riconosce che la formazione delle *vaschette di corrosione* (*kamenitzze*) è dovuta al fitocarsismo. Gli Autori che si erano occupati in precedenza di questa forma, caratterizzate dal fondo piatto ed orizzontale, con fianchi spesso sottoscaovati, tipiche di superfici rocciose continentali nude (ma presenti anche nelle zone litorali) ne avevano attribuito la genesi alla corrosione chimica, sia pure influenzata dall'aumento di anidride carbonica prodotta dalle alghe.

In alcuni recenti lavori, in particolare di GOLOBIC e di SCHNEIDER, viene messo in evidenza il notevole ruolo degli organismi, e soprattutto delle alghe endolitiche, nella demolizione delle rocce costiere carbonatiche.

Nei nostri studi sui paesaggi di campi solcati delle Prealpi Veneto-Trentine abbiamo riconosciuto l'importanza del ruolo del fitocarsismo e precisato le condizioni ambientali

affinché esso si sviluppi nelle aree continentali (PERNA & SAURO 1976, 1978). Le due forme particolari prodotte da azioni fitocarsiche in questi ambienti sono gli *alveoli* e le *vaschette di corrosione*. Gli *alveoli*, che sono piccole cavità emisferiche con diametri compresi fra qualche millimetro e circa un centimetro, si trovano su superfici molto inclinate o subverticali e risultano concentrati in *colate* che solcano le pareti; come ha osservato DE FANTI, gli *alveoli* si sviluppano su quelle parti umide delle pareti sulle quali scorre frequentemente uno strato laminare di acqua che cola da zolle sovrastanti di suolo con vegetazione. Le *vaschette*, che sono cavità più grandi con diametri variabili fra 5 centimetri ed alcuni decimetri, si trovano sulle superfici subpiane e nude di roccia calcarea, in genere nelle posizioni sommitali vicine agli spartiacque e non associate a suolo con vegetazione.

Vi sono notevoli differenze nella ubicazione e nella morfologia delle *vaschette* e degli *alveoli*; analogie si possono invece riscontrare nel fatto che entrambe queste forme si trovano su roccia nuda, in zone libere o semilibere da vegetazione superiore, ed inoltre che entrambe corrispondono a microambienti umidi per lunghi periodi: gli *alveoli* per percolazione d'acqua, le *vaschette* per raccolta e ritenzione di acqua piovana.

Mentre l'acqua di percolazione dagli *alveoli* è resa ricca di sostanze organiche dal suolo che attraversa, in quella delle *vaschette* si hanno apporti organici e minerali da parte del vento, di insetti, di uccelli ecc. Comunque nello sviluppo sia degli *alveoli* che delle *vaschette* si può affermare che il fenomeno biologico risulta essenziale, non potendo queste forme venire spiegate con i meccanismi della corrosione chimica inorganica: pertanto ben a ragione si deve parlare di fitocarsismo.

Un ambiente ove il fitocarsismo assume grande rilievo è rappresentato dalle zone costiere sia lacustri che marine, mantenute bagnate dagli spruzzi delle onde. Abbiamo ritrovato esempli di *laplès lacustri e marini* sulle sponde dei laghi di Garda e di Terlago (Trentino) e lungo le coste marine calcaree in Salento ad Allimni e Porto Badisco in Gargano e nelle Tremiti, in Sardegna a Fontanamare nell'Uglesiente, nell'Oceano Indiano sulle coste del Benadir in Somalia ecc. In tutte queste zone il fitocarsismo si manifesta con notevole intensità e forme del tutto simili, anche se i casi più tipici si riscontrano sulle coste equatoriali. La morfologia dominante è data dagli spuntoni o pinnacoli di roccia resa spugnosa dagli *alveoli* e ricoperta da una patina nerastra, nonché grandi *vaschette* di corrosione marine, del diametro anche di alcuni metri.

Sulle coste a falesia calcarea si riconosce una zonazione caratteristica di forme: gli *alveoli* occupano una zona che viene quasi costantemente investita dagli spruzzi delle onde, mentre le *vaschette* si trovano in una fascia più alta ed interna, dove gli spruzzi arrivano più raramente. Nel periodo di bel tempo le *vaschette* tendono ad asciugarsi in parte sino ad essere occupate da croste di sale. Le *vaschette* vengono perciò a rappresentare delle "oasi di umidità" in zone piuttosto aride, ed in esse tendono perciò a localizzarsi colonie di organismi.

In questi ambienti lacustri e marini interviene, sia pure con un ruolo subordinato, anche l'azione di organismi animali e si parlerà pertanto più propriamente di *biocarsismo*.

In conclusione, la possibile definizione di *biocarsismo* è la seguente: *attacco di rocce carbonatiche da parte di organismi (in particolare microfite endolitiche) che condiziona lo sviluppo di forme specifiche, per le quali forme la componente inorganica della soluzione chimica risulta sia qualitativamente che quantitativamente subordinata a quella organica.*

Nelle zone costiere siamo in presenza di vegetali ed animali e si parlerà di *biocarsismo*, nelle zone continentali siamo in presenza di soli vegetali, per cui si può mantenere il termine introdotto da FOLK, ROBERTSON & MOORE di *fitocarsismo*, tralasciando tuttavia l'aggettivo *nero*, in quanto si possono avere in superficie altre colorazioni: rosso - bruno, rosso od azzurro.

Le forme risultanti dal biocarsismo sono scarsamente influenzate dalla struttura,

infatti:

- gli *alveoli* non mostrano particolari orientazioni, avendo disposizioni varie sia sui fianchi dei *pinnacoli* presenti in certe zone costiere, sia lungo i *solchi colatoi* delle pareti rocciose. Queste superfici ad alveoli risentono perciò più che della struttura, delle condizioni di scorrimento di veli d'acqua o di provenienza da spruzzi.

- nelle *vaschette di corrosione* il fondo è generalmente piatto, seppure lievissimamente ondulato o cosparso di minute punte che eccezionalmente si innalzano di alcuni millimetri. In ogni caso esso è orizzontale, indipendentemente dalla inclinazione della superficie della roccia.

La scomparsa del fitocarsismo può essere determinata da diverse cause: incendi, seppellimento sotto una coltre di sabbia o di suolo, svuotamento delle vaschette per abbassamento dell'emissario o per intersezione con un foro terebrante o crepaccio. Gli organismi muoiono cioè quando manchi l'acqua e/o la luce.

Le condizioni per l'insediamento e la permanenza del biocarsismo possono essere sintetizzate nei seguenti cinque punti:

1. Superfici in roccia nuda

- per condizioni morfologiche particolari di inclinazione o localizzazione nel rilievo;
- per frequenti episodi di erosione da parte delle acque di un torrente o degli spruzzi delle onde del mare;
- in rapporto ad episodi di erosione accelerata quali frane ecc.;
- in generale per situazioni morfoclimatiche poco favorevoli all'insediamento di suolo vegetale.

2. Presenza di acqua:

- per percolazione lungo superfici fortemente inclinate;
- per ristagno in zone depresse;
- per spruzzi delle onde lungo le coste o corsi d'acqua;
- nelle zone costiere, fasce intercotidali e/o ricoperte da una lamina d'acqua.

3. Apporti organici ed inorganici:

- da parte dell'acqua di percolazione che attraversa suoli vegetali;
- da parte del vento;
- da parte di organismi superiori;
- da parte dell'acqua del mare, dei laghi, dei corsi d'acqua.

4. Condizioni microclimatiche

- di umidità ed esposizione che favoriscano lo sviluppo di microrganismi endolitici;
- relativa scarsità di processi di degradazione meteorica (processi crioclastici ecc.).

5. Lasso di tempo

- che consenta l'attaccamento degli organismi colonizzatori e l'insediamento di associazioni in equilibrio biologico;
- assenza di azioni distruttive od inibenti, quali incendi, seppellimento.

Le morfologie risultanti, nelle varie situazioni morfodinamiche, sono le seguenti:

1. *Zone di percolazione* su superfici fortemente inclinate in aree continentali: *alveoli di corrosione*, riuniti in *solchi colatoi*;
2. *Zone di ristagno* in aree continentali o costiere: *vaschette di corrosione*;
3. *Zone di spruzzi* in aree costiere: *alveoli di corrosione*, riuniti su spuntoni e pinnacoli.

La definizione delle forme risultanti è la seguente:

A. FORME SEMPLICI OD ELEMENTARI

Alveoli di corrosione:

La roccia, fortemente inclinata, risulta corrosa in alveoli grossolanamente emisferici, del diametro da qualche millimetro a poco più di un centimetro, che quando si fanno più numerosi conferiscono alla roccia stessa un aspetto cariato, spugnoso. La roccia è rivestita da una patina bruno scura, talvolta rossastra, azzurrina o biancastra. In sezione sono presenti, nella compagine della roccia in una fascia superficiale dell'ordine di un millimetro, i filamenti delle alghe endolitiche.

Vaschette di corrosione:

Sulla roccia piane, depressioni con fondo generalmente piatto o con minuti rilievi disposti orizzontalmente, qualunque sia l'inclinazione della superficie della roccia. Il bordo della vaschetta è spesso sottoscavato, esiste talvolta un canale emissario che scarica l'acqua di troppo pieno, l'immissario è raro. La roccia è nera, rosso bruna o rosa. In sezione sono presenti, nella compagine della roccia in una fascia superficiale dell'ordine del millimetro, i filamenti delle alghe endolitiche.

B. FORME COMPLESSE:

Risultano dalla combinazione di molte forme semplici ed in particolare dal raggruppamento di innumerevoli alveoli; possono essere distinte in forme negative o depressioni (vedi i solchi colatoi) ed in forme positive o rilievi residuali (i pinnacoli).

Solchi colatoi:

Ampi solchi larghi da qualche decimetro ad alcuni metri, profondi da pochi centimetri ad alcuni decimetri, fittamente occupati dagli alveoli. Qui la roccia è lavorata a mò di spugna e ricoperta da una patina nera. Queste forme si possono ritenere delle depressioni di corrosione accelerata.

Pinnacoli

La roccia risulta corrosa in un fantastico complesso di guglie, pinnacoli, dell'altezza da qualche decimetro a qualche metro, da lame taglienti e da punte, argentei talora da vaschette di acqua nera e fetida. La superficie è lavorata a mò di spugna dagli alveoli ed è ricoperta da patina nera. In sezione sono presenti, nella compagine della roccia in una fascia superficiale dell'ordine di un millimetro, i filamenti delle alghe endolitiche.

L'approccio qui presentato al problema della corrosione biologica è esclusivamente morfologico. Tuttavia essa permette già di intuire l'eccezionale interesse che rivestirebbe uno studio ecologico di questi minuti paesaggi, con la partecipazione oltre che di geomorfologi, di chimico-fisici, geochimici, biologi.

BIBLIOGRAFIA

- DE FANTI A., 1971 - *Forme di corrosione dovute a microrganismi osservate nel Gruppo dei Civetta*. Boll. Soc. Geol. It., Ser. IX, vol. XII, n. 10-12, pp. 605-618, fig. 9.
- FERRARI M., 1973 - *Importanza della vegetazione pioniera [alghe, licheni, muschi, piante alpine litofile] nella formazione del terreno*. Natura Alpina, vol. XXIV, n. 2, pp. 43-57, figg. 12.
- FOLK L.R., ROBERTS H.H. & MOORE C.H., 1973. - *Black Phytokarst from Hell, Cayman Islands, British West Indies*. Geol. Soc. America Bull., vol. 84, n. 7, pp. 2351-2360, figg. 12.

- GOLUBIĆ S., 1973. - *The relationship between blue-green algae and carbonate deposits*. In: CARR N.G. & WHITTON B.A. (Eds.) *The Biology of Blue-Green Algae*. Blackwell, Oxford, pp. 434-472, figg. 19.
- GOLUBIĆ S., PERKINS R.D. & LUKAS R., 1975. - *Boring micro-organisms and microboring in carbonate substrata*. In: FREY R. (Ed.), *Study of trace Fossils*. Springer, New York, pp. 229-259.
- GOLUBIĆ S. & SCHNEIDER J., 1972. - *Relationship between carbonate substrate and boring patterns of marine microorganisms*. Geol. Soc. Am., Ann. Meet, Abstr. Progr. 4, 7, 518.
- PERNA G., 1974. - *Il fitocarsismo nella formazione delle Kamenitze [vaschette di corrosione]*. *Natura Alpina*, vol. XXV, n. 1, pp. 25-34, figg. 8.
- PERNA G. & SAURO U., 1976. - *Karren, Grize, Kamenitze*. *Economia Trentina*, a. 25? n. 2, pp. 40-56, figg. 24.
- PERNA G. & SAURO U., 1978. - *Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale nel Trentino e nel Veneto*. Mem. Museo Storia Nat. Trento (In stampa).
- SCHNEIDER J., 1977. - *Carbonate Construction and decomposition by Epilithic and Endolithic Micro-organisms in Salt and Freshwater*. In FLUGEL E. (Ed.), *Fossil Algae*, Springer Verlag, Berlin, pp. 248-260, figg. 4, pl. 3.
- SCHNEIDER J., 1978. - *Processi di Biocarsismo, marine and freshwater environment*. *Processi Paleocarsici e Neocarsici e loro importanza economica nell'Italia Meridionale*, Napoli, 30 marzo, 3 aprile 1978 (In stampa).
- SCHROEDER J., 1971. - *Le paroi verticales, considerées comme une entité geomorphologique*. *La Revue de l'Université de Moncton*, a. 4, n. 2, pp. 81-87, figg. 2.
- SMYK B. & DRZAL M., 1964. - *Untersuchungen über den Einfluss von Mikroorganismen auf das Phänomen der Karstbildung*. *Erdkunde*, vol. XVIII, n. 2, pp. 102-113.

CONSIDERAZIONI SULLA CIRCOLAZIONE D'ARIA NEI CAMINI DI EROSIONE INVERSA

RIASSUNTO

L'autore rende note alcune osservazioni sui camini di erosione inversa presenti al "Buso della Rana" (40 V VI). Viene proposto un modello di circolazione delle masse d'aria che avviene per convezione umida propria lungo i sistemi verticali favorendo fenomeni di condensazione che possono incrementare notevolmente il bilancio idrico della cavità.

Il processo di evaporazione e condensazione può influire sull'ulteriore evoluzione del vano ascendente con locali episodi di litogenesi oppure con una diffusa corrosione delle pareti che porta alla coalescenza dei fusi.

SUMMARY

Some observations about in the chimneys of inverse erosion in the "Buso della Rana" (40 V VI) are exposed. A model of air circulation is here proposed. Convection due to difference in vapor content along the vertical sistem, gives some condensation phenomena. These can considerably increase the water balance of the cave.

The evaporation and condensation process allow the further evolution of chimney with locally lithogenic episodes or with widespread corrosion of the walls.

L'evolversi dell'idrografia carsica può spingersi fino alla formazione di sistemi ipogei complessi nei quali si può distinguere, tra il bacino di alimentazione e la bocca idrica del sistema, un reticolo vadoso continuo e ben gerarchizzato. Il "Buso della Rana" (40 V VI) nei Monti Lessini orientali (Allegrozzi et alii 1960; Glerla 1974; Glerla & Zamperl 1978) costituisce un tipico modello in questo senso; in esso è possibile infatti ritrovare varie unità di vani subverticali connesse tra loro dall'originaria rete di condotti freatici svuotati. L'incisione delle preesistenti condotte forzate ha coinciso con una nuova fase in cui alla circolazione idrica si è sovrapposta, fino a divenire predominante, quella di sempre più grandi masse d'aria che in vario modo partecipano, con fenomeni di evaporazione e condensazione, al bilancio idrico del sistema. Questi fenomeni hanno un ruolo speleogenetico che in certi casi può divenire predominante, come è già stato messo in evidenza da altri Autori (Pasquini 1975).

Scopo della presente nota è mettere in luce l'importanza dei fenomeni connessi alla circolazione d'aria nella zona caratterizzata dai drenaggi verticali: quella dei fusoidi di erosione inversa.

I vani e le cavità interstiziali di un sistema ipogeo possono essere paragonate ad un unico grande vano in comunicazione con l'esterno attraverso una o più bocche aperte in superficie; in tal caso i movimenti d'aria entro il sistema sono innescati dalle variazioni di pressione atmosferica (Polli 1954). La ventilazione può essere incrementata o inibita da altri fattori quali l'effetto di trascinamento di un fiume sotterraneo, l'azione del vento presso gli imbocchi del sistema, un brusco spostamento del livello freatico. Grande importanza hanno le differenze di densità tra masse d'aria: il movimento è ovviamente ascendente per l'aria più calda e meno densa, di discesa nel caso opposto.

Il sistema ipogeo, che presenta temperature uniformi durante tutto l'anno, indurrà cambiamenti sulle masse d'aria provenienti dall'esterno portandole a condizioni ambiente attraverso il contatto delle pareti e con fenomeni di evaporazione e condensazione. Alcuni Autori (Chiesa in Dematteis 1959) hanno già proposto modelli simili di circolazione d'aria; si tratta di sistemi nei quali, in seguito alla presenza di ingressi situati a quote diverse, vengono a stabilirsi con l'esterno diversi valori nella densità dell'aria a causa di differenti valori di temperatura e tassi di umidità. A seconda delle condizioni esterne il movimento può avvenire per versi opposti, seguendo un ciclo stagionale.

Le correnti d'aria lungo il reticolo di base suborizzontale tendono a localizzarsi secondo sistemi di fluidi stratificati che possono determinare microambienti con ristagni di aria calda o fredda a diversi tassi di umidità; eventuali squilibri determinano inevitabilmente fenomeni di evaporazione e condensazione che possono dar luogo a specifici episodi di corrosione come canali di volta e solcature (Martini 1960; Pasini 1967).

La corrente d'aria incanalata in una condotta forzata può raggiungere anche velocità notevoli dando luogo alle cosiddette "gallerie del vento". Questo movimento è determinato più che dalla stessa conformazione del tubo, di origine freatica, dal richiamo ai sistemi di vani verticali. In questi ultimi l'aria si muove verso l'alto per l'«effetto camino» prodotto dalla differenza di densità fra l'aria umida e calda del sistema e l'aria esterna più fredda e densa. La circolazione di questo tipo si riscontra con particolare evidenza nei mesi invernali presso il sistema del "Buso della Rana" dove la temperatura interna si aggira sui 10-11°C, mentre le minime esterne possono scendere fino a -10°C. Il sistema presenta un'unica bocca e si dirama con una intricata rete di gallerie a contatto con un piano impermeabile costituito da basalti. La superficie dell'altopiano carsico si eleva fino a 100-200 metri più sopra e appare cariata da numerosi sistemi verticali ad intensa circolazione idrica e ventilazione. Si spiega così nella stagione invernale lo scioglimento della neve nei punti più depressi dell'altopiano o in qualche modo legati con le masse d'aria ascendenti dalla grotta. La massa d'aria fredda richiamata dall'esterno determina con l'evaporazione fenomeni di sovraraffreddamento e congelamento che sono osservabili dalle zone vestibolari fino al laghetto posto a 250 m dall'ingresso (laghetto di Caronte) e oltre. In quest'ultimo è stata osservata il 26 febbraio 1956 una crosta di ghiaccio di almeno 7 cm (Allegranzi et alii 1960).

La circolazione d'aria diretta verso i camini è regolata quindi dai movimenti naturali dell'aria ed è paragonabile al principio del tiraggio naturale sfruttato nelle moderne torri iperboliche di raffreddamento le cui dimensioni ricordano a volte quelle dei vani verticali ipogei. Questo richiamo diventa progressivamente più forte via via che il fuso si ingrandisce o sistemi di fusi diventano tra loro coalescenti. Lo sbocco diretto sulla superficie esterna non è essenziale per uno scambio delle masse d'aria in quanto i camini sono comunque predisposti lungo incroci di diaclasi beanti e plessi di fratturazione connessi in superficie con zone di carso denudato che consentono una buona traspirazione.

L'estensione verticale dei sistemi carsici può essere notevole: sono stati esplorati complessi che superano i 1000 metri di profondità (Courbon 1973). Su complessi carsici di questo ordine di grandezza il raffreddamento adiabatico teorico per l'espansione della massa d'aria ascendente è di circa 10°C; d'altra parte il calore ceduto con la condensazione diminuisce tale valore a circa 8°C su 1000 metri di dislivello. L'ascensione dell'aria sotterranea prossima a valori di saturazione determina infatti l'immediata condensazione dell'umidità sulle pareti, dando luogo ad una percolazione parietale. Come già è stato messo in evidenza (Pasquini 1975), l'umidità che si condensa è in equilibrio con l'anidride carbonica presente nell'ambiente e pertanto aggredisce la superficie rocciosa.

Il camino che ha intercettato uno o più rami tende a richiamare da entrambi le masse d'aria la cui mescolanza, se di temperatura diversa e umidità prossima al 100%, dà luogo a condensazione (Boegli in Pasquini 1975). Secondo lo stesso Autore la condensazione avviene ugualmente anche se l'umidità è inferiore al 100%. Il calore liberato

dalla condensazione viene rapidamente assorbito dalla massa d'aria che si riscalda e perciò aumenta il moto ascensionale. Si ha cioè un modello di convezione umida (Peixoto & Ali Kettani 1973) che può teoricamente utilizzare come fonte energetica il calore latente di condensazione del vapore acqueo che è rilevante (593,8 Cal per grammo d'acqua). Il modello di convezione umida nei camini carsici è analogo a quello dei pozzi di aereazione delle miniere; in queste ultime la circolazione d'aria incrementa notevolmente le acque di infiltrazione. Annualmente nelle miniere d'oro del Sud Africa in uno solo di questi pozzi si verifica la condensazione di circa 33 milioni di litri d'acqua (Peixoto & Ali Kettani 1973).

Possiamo quindi ritenere il fuso carsico un sistema dinamico in cui la condensazione avviene in maniera diffusa e continua per convezione umida anche, e soprattutto, nelle zone interne contribuendo forse in modo sostanziale al fenomeno dell'erosione inversa (Maucci 1952). Il sistema di vani subverticali connesso alla rete di condotti basali agisce come filtro condensatore per l'aria esterna; esso può incrementare le acque di percolazione nella zona più elevata del sistema stesso che risente maggiormente dei periodi di siccità.

Un camino può presentare infine una circolazione d'aria "anomala" quando la massa d'aria è discendente e ciò può determinare fenomeni opposti a quelli ora esaminati. Si innescano così processi di evaporazione che possono asciugare completamente l'acqua di percolazione e portare a fasi specifiche di concrezionamento, mentre l'erosione inversa può venire impedita perdendo i suoi caratteri legati alla sovrapposizione di fenomeni corrosivi, erosivi e gravitativi. E' il caso di camini con stilloidismo assente, superfici asciutte, a volte pulverulente, che contrastano con i fusoli "attivi"; questi ultimi mostrano, se non veri e propri filatti idrici, superfici bagnate con veli argillosi residui dovuti alla corrosione diretta sulle pareti del vano.

Difficilmente però una circolazione di questo tipo si può mantenere; si verifica quindi più frequentemente un'inversione periodica che sovrappone le morfologie dovute ai diversi regimi di circolazione o ad una specifica prevalenza in un senso o nell'altro.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEGIANZI A., BARTOLOMEI G., BROGLIO A., PASA A., RIGOBELLO A. & RUFFO S., 1960, *Il Buso della Rana* [40 V. VI]. Rass. Sp. It., a. XII, n. 3, pp. 99-164, Como.
- COURBON P., 1973, *Atlas des grands gouffres du monde*. 113 pp., Impr. Vioud et Comtes, Apt en Provence.
- DEMATTEIS G., 1959, *Speleologia esplorativa e tecnica*. 83 pp., Guide didattiche della Rass. Spel. It., Como.
- GLERIA E., 1974, *Studio e tecnica di esplorazione della zona vadosa al Buso della Rana*. Le Piccole Dolomiti, pp. 36-40, Vicenza.
- GLERIA E. & ZAMPIERI D., 1978, *Contributo alla conoscenza del carsismo dell'altipiano Faedo - Caseron in relazione ai sistemi ipogei del Rio Rana e del Torrente Pascola*. St. Trent. Sc. Nat., Trento (in corso di stampa).
- MARTINI J., 1960, *Note sur l'erosion inverse*. Stalactite, 4, n. 5, pp. 125-132, Sion.
- MAUCCI W., 1952, *L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi*. Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., v. 46, pp. 1-60, Trieste.
- PASINI G., 1967, *Osservazioni sui canali di volta delle grotte bolognesi*. Le Grotte d'Italia, s. 4, v. 1, pp. 17-74, Castellana Grotte.
- PASQUINI G., 1975, *Considerazioni sulla percolazione e sulla condensazione*. Le Grotte d'Italia, s. 4, v. 4 (1973), pp. 323-326; Bologna.
- PEIXOTO J. P. & ALI KETTANI M., 1973, *Il controllo del ciclo dell'acqua*. Le Scienze, n. 59, pp. 46-62, Milano.
- POLLI S., 1954, *La Grotta Gigante del Carso Triestino quale cavità barometrica*. Atti del VI Congr. Naz. Spel., Trieste.

GRUPPO GROTTA GENOVA

Roberto Bixio

NUOVE CONSIDERAZIONI SULLE GROTTA TETTONICHE IN ROCCE CARBONIFERABILI CARATTERI MORFOLOGICI ED ELEMENTI COMPARATIVI

RIASSUNTO

Nel presente lavoro si vogliono riproporre, con maggiore ampiezza di dettagli, le osservazioni di carattere morfologico sulle grotte tettoniche nelle rocce carbonifere, che sono state oggetto, nel settembre 1977, di una comunicazione al 7° Congresso Speleologico Internazionale di Sheffield [Bixio 1977].

Si precisa che non si affrontano qui argomenti di ordine speleogenetico né geologico, ma attraverso un confronto (anche grafico) si vogliono esaminare i caratteri morfologici identificativi delle grotte tettoniche ed evidenziarne gli elementi di comparazione con i diversi tipi di cavità più propriamente carsiche [grotte freatiche, gravitative, inverse, antigravitative].

L'individuazione di tali elementi si ritiene utile per una più corretta interpretazione della evoluzione delle cavità naturali nei terreni carboniferi.

SUMMARY

In this paper some remarks on the morphology of tectonic caves, where karst phenomena also took place, are reported. The main features of different kinds of caves [caves developed mainly by excavation of the pavement; caves developed mainly by excavation of roof channels; caves developed mainly by upward solution by the backing-up of floodwaters] are considered.

Speleogenetic or geological aspects are not considered here. A comparison [also graphic] is carried on to emphasize the different morphological features which can possibly be utilized to identify and classify the steps followed by natural caves during their development in soluble rocks.

LE GROTTA TETTONICHE

Si ritiene opportuno innanzitutto chiarire come verrà inteso nel prosieguo del lavoro il concetto di "grotta tettonica".

La roccia calcarea, in ragione delle caratteristiche litologiche e meccaniche proprie, subisce per opera delle forze orogenetiche un processo più o meno intenso di fratturazione, fondamentale alla evoluzione di un sistema carsico profondo.

La fessurazione può assumere aspetti dimensionali diversi tali che, mentre in taluni casi il suo ampliamento è strettamente legato ad una circolazione idrica (sia essa in massa o di percolazione), in altri l'erosione chimica e meccanica delle acque carbonifere penetranti nel sistema ha funzione secondaria rispetto alla estensione planimetrica originaria della frattura.

Più precisamente: anche se le forze endogene in una determinata zona calcarea hanno provocato nella massa rocciosa una fitta rete di microfratture successivamente ampliate dall'azione delle acque, non è esclusa nello stesso tempo la possibilità che si siano formate diaclasi dimensionalmente assai vaste tali che, originariamente, costitui-

scano cavità esplorabili; ciò prescindendo da un successivo ulteriore ampliamento provocato da fenomeni erosivi e corrosivi, che possono anche non intervenire.

Il concetto di cavità risultanti da un'azione puramente meccanica, direttamente dall'apertura di giunti o di diaclasi e nelle quali l'azione erosiva delle acque risulta nulla o estremamente ridotta è stato più volte espresso da diversi autori; in particolare da Denizot (1939), Géze (1937-1953), De Joly (1939), e più recentemente da Renault (1967). Essi hanno indicato questo tipo di cavità con il termine "gouffre tectonique".

Nel prosieguo del lavoro il termine "grotta tettonica" verrà esteso anche alle cavità che devono la loro origine non solo alle forze tettoniche in senso stretto, ma anche a semplici movimenti di versante (fentes de décollement ou de rappel au vide - Renault (1961/1967)), come schematizzato in figura.

Le grotte tettoniche, in origine non saranno "carsiche" in senso stretto, pur trattandosi di cavità secondarie in roccia calcarea; cavità dello stesso tipo possono originarsi anche in rocce non carbonifere. "Elles se reconstituent - scrive Renault (1967) - dans n'importe quelle roches cohérent. Dans une succession hétérogène, elles recourent indifféremment couches solubles et insolubles...". Anelli (1973) afferma che se si hanno grotte in corrispondenza di fratture primarie senza processi di ampliamento dovuti all'azione di disfacimento delle acque, si tratta di semplici "grotte di frattura". Egli aggiunge poi che se alle fratture si associa un'azione di disfacimento chimico, che non sia l'azione solvente, si potrà allora parlare di fenomeni pseudocarsici.

Tuttavia, nel caso in cui cavità di questo tipo si siano originate in terreni carboniferi, certamente in esse compariranno, in una certa misura, forme di incarsimento. Non bisogna comunque dimenticare che in numerosi casi la sedimentazione, l'azione di dissoluzione di un corso d'acqua ipogeo, l'erosione inversa, potranno modificare anche in modo sostanziale la primitiva morfologia della cavità tettonica, che avrà la tendenza ad evolversi verso forme più complesse, tipiche di un processo carsico vero e proprio.

CARATTERISTICHE GENERALI DELLE GROTTA TETTONICHE

Si ritiene necessario segnalare che le caratteristiche delle grotte tettoniche a cui si fa riferimento in questo lavoro, sono state rilevate in una zona dell'Italia settentrionale (presso Magliolo, provincia di Savona), dove il reticolo ipogeo è formato esclusivamente da grandi diaclasi sub-parallele attraversate perpendicolarmente da fratture più piccole, generalmente impercettibili (Gruppo Grotte-Genova 1972). Le singole unità morfologiche oggi osservabili, rappresentano il risultato di una intensa ed estesa fessurazione, solo successivamente interessata da una attività carsogena, peraltro assai limitata. Questo fatto ha permesso un buon livello di conservazione delle caratteristiche morfologiche originarie dal cui esame è stato possibile determinare quanto segue:

- 1) Sezione trasversale alta e stretta.
- 2) Pianta lunga e rettilinea, con bruschi cambiamenti di direzione.
- 3) Pareti verticali o poco inclinate, con forme concordanti.
- 4) Pareti sub-parallele, tendenti a convergere alle estremità.
- 5) Mancanza di una volta reale.
- 6) Abbondanza di materiale clastico grossolano autoctono.
- 7) Presenza di pseudo-pozzi e pavimenti sospesi.
- 8) Circolazione idrica prevalentemente di percolazione.

Vediamo di esaminare in dettaglio tali caratteristiche.

1) Sezione trasversale alta e stretta.

Se si prendono in considerazione le singole cavità "semplici", ciascuna di esse, assai sovente, avrà un maggiore sviluppo in altezza piuttosto che in larghezza, anche nel caso che tale rapporto sia apparentemente frazionato dalla presenza di materiale clastico

sospeso (fig. 10). Ciò risulterà nettamente dalla sezione trasversale dalla quale si potrà rilevare un contorno a forma di corridoio alto e stretto. Meno evidente nella sezione longitudinale dove la grotta in genere assumerà una fisionomia più tozza, con un rapporto dimensionale più equilibrato (fig. 9).

2) *Pianta lunga e rettilinea, con bruschi cambiamenti di direzione.*

Dove il concetto di lunghezza si riferisce, piuttosto che al reale sviluppo orizzontale della cavità semplice (generalmente piuttosto limitato), al rapporto dimensionale tra essa e la larghezza trasversale, risultando l'estensione di quest'ultima in ogni caso notevolmente inferiore alla prima. In pianta, similmente alla sezione, ne risulterà un profilo a corridoio lungo e stretto, rettilineo, identificabile con il termine "galleria tettonica".

Gli eventuali cambiamenti di direzione saranno piuttosto bruschi (attorno ai 90°, come è caratteristico nei calcani) e corrisponderanno alla intersecazione di altre diaclasi (fig. 11).

3) *Pareti verticali o poco inclinate, con forme concordanti.*

Nella maggior parte dei casi le pareti di una grotta tettonica saranno pressoché verticali o debolmente inclinate. Assai raramente presenteranno forti inclinazioni. Esse saranno concordanti nel senso che ad ogni sporgenza su di una parete si avrà un incavo corrispondente nella parete opposta. Ciò sarà tanto più evidente se le pareti saranno molto irregolari, poiché i fenomeni di dissoluzione o di concrezionamento potranno avere successivamente modificato una morfologia poco marcata (fig. 10).

4) *Pareti sub-parallele, tendenti a convergere alle estremità.*

L'andamento delle pareti, in pianta, oltre che concordante sarà, per un certo tratto, pressoché parallelo; ma una delle estremità della "galleria tettonica" (o entrambe) avrà frequentemente la tendenza a convergere sino ad arrestare ogni possibile esplorazione. Tale convergenza sarà funzione degli equilibri meccanici del massiccio (compressione e distensione - Renault 1967).

Anche in sezione, nella maggior parte dei casi, le pareti risulteranno sub-parallele. Tuttavia non è raro il caso che ad una delle estremità esse convergano progressivamente; ciò dipenderà ancora dai carichi di tensione della roccia incassante, ma sovente non sarà estranea una certa azione dell'erosione inversa e, qualche volta, dell'erosione gravitativa che può aver provocato uno svasamento della parte inferiore (fig. 10).

5) *Mancanza di una volta reale.*

La volta di una galleria tettonica sarà costituita in origine dalla faccia inferiore di uno strato soprastante non fratturato (fig. 10 b), o non esisterà del tutto nel caso di frattura beante (fig. 10 c). Tuttavia emerge da quanto precedentemente detto che il piano di volta risulterà nella maggior parte dei casi invisibile. Il limite topografico superiore sarà rappresentato dal materiale clastico incoerente incastrato tra le pareti, oppure sarà indefinito e seguirà una linea ideale nel caso di una fessura convergente non risalibile (fig. 9 e 10 a).

6) *Abbondanza di materiale clastico grossolano autoctono.*

Le grotte tettoniche saranno in genere ingombre da breccie grossolane, spigolose, anche di notevoli dimensioni. Tale materiale avrà origine dalla cavità medesima all'epoca della sua formazione, per assestamento successivo del profilo di equilibrio e, probabilmente, anche per una successiva azione di erosione inversa che produrrà anche accumuli argillosi di decalcificazione. Tuttavia, nel caso si sia sovrapposta l'azione di un torrente ipogeo, è evidente che la situazione al suolo potrà essere ulteriormente modificata, con l'asportazione e la levigazione del materiale originario e la comparsa di limi, sabbie e ciottoli arrotondati anche di origine alloctona.

7) *Presenza di pseudo-pozzi e pavimenti sospesi.*

I massi precipitati dalla volta potranno formare dei riempimenti a diversi livelli, allineati lungo tratti longitudinali nella diaclasi. Si verranno così a formare dei "pavimenti sospesi" assai instabili, i quali, non di rado permetteranno l'accesso a livelli inferiori della medesima frattura. Tali accessi, nel caso di accumuli potenti, assumeranno l'aspetto di pozzi che, per distinguere da quelli tipici, denomineremo "pseudo-pozzi".

8) *Circolazione idrica prevalentemente di percolazione.*

Non escludendo la possibilità di una circolazione idrica diretta, nelle grotte prese in considerazione (GGG 1972) si è constatata una prevalenza dello stillicidio e dello scorrimento laminare (veli d'acqua) sulle pareti che hanno prodotto una limitata litogenesi e microforme di erosione.

Nel caso particolare, questo tipo di percolazione è favorito dalla struttura della cavità e dalla conformazione esterna dei terreni. Le grotte osservate non ricevono l'acqua in grandi masse, ma, piuttosto, distribuita lungo tutta l'estensione della frattura. La percolazione viene poi agevolmente drenata dai detriti presenti al suolo.

ELEMENTI DI COMPARAZIONE

Dopo aver tentato di descrivere le caratteristiche peculiari delle grotte tettoniche soprattutto sulla base di osservazioni dirette effettuate nella già citata zona di Magliolo, sarà possibile procedere ad un esame comparativo con gli elementi morfologici dei diversi tipi di cavità più propriamente carsici, analizzando in dettaglio differenze e caratteristiche comuni nei diversi aspetti: in pianta, in sezione trasversale, in sezione longitudinale, tenendo anche conto della relativa trasposizione grafica.

Per questo tipo di analisi si terrà conto dei lavori di diversi autori tra i quali, in particolare, Maucci (1973) per quanto concerne la morfologia delle grotte dirette ed inverse, e Renault (1968) per ciò che si riferisce alle grotte syngenetiche e paragenetiche.

1) *Pianimetria*

Dall'andamento in pianta noteremo l'elemento principale di differenziazione delle gallerie tettoniche da quelle inverse. Queste ultime risulteranno dalla unione di una serie di vani più o meno allineati, suddivisi da strozzature (Maucci 1973) (fig. 8).

L'aspetto delle gallerie tettoniche, planimetricamente, sarà invece del tutto simile a quello delle gallerie dirette, cioè a forma di corridoio lungo e stretto a struttura relativamente uniforme; ma mentre le gallerie tettoniche avranno in genere un andamento rettilineo con bruschi cambiamenti di direzione in corrispondenza di intersezioni di altre diaclasi (fig. 11), le gallerie dirette avranno una forma più addolcita dall'azione erosiva delle acque che in alcuni casi si evolverà in una morfologia a meandro (fig. 3).

2) *Sezione trasversale.*

Le gallerie dirette avranno una sezione trasversale sub-ellittica (circolazione freatica o circolazione in pressione) (fig. 2a) oppure a forra (circolazione a pelo libero con escavazione gravitazionale) (fig. 2b), per cui il contorno sarà quanto mai irregolare (strozzature, cornici, marciapiedi,...), in corrispondenza di variazioni litologiche, dell'alternarsi nel tempo dei regimi idrici e quindi del livello delle acque e dei riempimenti, o del mutare delle condizioni aggressive delle acque. Le superfici non saranno sub-parallele e concordanti come nelle gallerie tettoniche a meno che l'erosione non si sia sviluppata per lungo tempo in condizioni di omogeneità. Viceversa le grotte tettoniche, in qualche caso, potranno presentare un profilo trasversale simile a quello sopra descritto per il successivo instaurarsi di una circolazione idrica a pelo libero.

Il rapporto dimensionale tra larghezza ed altezza in una galleria diretta sarà tanto più simile a quello della galleria tettonica (sviluppo verticale preponderante su quello trasversale), quanto più a lungo l'erosione ha agito nell'incisione della forra. Le stesse considerazioni varranno per quanto concerne le grotte paragenetiche (Renault 1968), anche se l'evoluzione del "canyon sotterraneo" (Bourgin 1942) si sarà sviluppata dal basso verso l'alto (forra antigravitativa - Pasini 1973) (fig. 5).

In tutti i casi le caratteristiche della volta delle cavità tettoniche e di quelle freatiche saranno assai differenti; il tetto della diaclasi potrà essere costituito dalla superficie piana della faccia inferiore di uno strato, ed in questo caso sarà possibile una confusione con la morfologia di certe grotte paragenetiche di Renault, in cui la volta sarà "rigoureusement plane" (anche se il punto di contatto tra la volta e le pareti in una galleria paragenetica completamente svuotata del suo riempimento originario - caso piuttosto raro - è sempre abbastanza levigato ed arrotondato dall'erosione da permettere di evitare - assieme ad altri numerosi caratteri peculiari - ogni confusione).

Più frequentemente, come abbiamo già visto, il "tetto" sarà rappresentato da una linea immaginaria indefinita, irregolarmente delimitata da clastici incastrati tra le pareti.

In ogni caso netta sarà la differenza dalle gallerie gravitazionali la cui volta sarà scavata in roccia viva con il caratteristico profilo sub-circolare o ellittico, e delle gallerie di erosione antigravitativa (Pasini 1973), dove, avendo il riempimento (o sovralluvionamento) raggiunto la volta, l'erosione avrà progredito in un canale di volta e la morfologia sarà dunque molto simile a quella di una galleria syngenetica di cui la base sia stata colmata.

Meno evidenti ad un'analisi grafica saranno le differenze tra gallerie tettoniche ed inverse, poiché la sezione trasversale tipica di queste ultime, ad imbuto rovesciato (fig. 7), potrà essere talvolta confusa (soprattutto nel caso che la volta non sia visibile) con quella di una diaclasi con le pareti convergenti verso l'alto (fig. 10 a & b).

3) Sezione longitudinale.

Le differenze saranno invece assai rilevanti all'esame delle rispettive sezioni longitudinali dove, mentre le gallerie tettoniche avranno generalmente un profilo superiore rettilineo (fig. 9), interrotto eventualmente da materiale clastico incastrato, le gallerie inverse risulteranno dall'allineamento di una serie di camini ascendenti ed il profilo risulterà dunque notevolmente frastagliato (fig. 6).

Maggiore somiglianza si potrà riscontrare tra i profili longitudinali delle gallerie tettoniche e di quelle dirette; anche queste ultime, infatti, presenteranno una linea di volta regolare, più o meno rettilinea, che, tuttavia, sarà intagliata nella roccia viva e, pertanto, nettamente delimitata (fig. 1 e 4). Differenti saranno invece i rapporti dimensionali longitudinali: nelle cavità semplici delle grotte tettoniche prevarrà lo sviluppo verticale su quello orizzontale; nelle gallerie dirette tale rapporto risulterà invertito, essendo la lunghezza prevalente anche nel caso di forre profondamente incise.

MATERIALI LITICI DI RIEMPIMENTO

Una breve considerazione meritano le caratteristiche del materiale clastico presente nei vari tipi di cavità.

Da questo punto di vista è possibile affermare che, in generale, non esisteranno sostanziali differenze tra i riempimenti delle cavità inverse e di quelle tettoniche; entrambe risulteranno ingombre da notevoli quantità di detriti grossolani, scabri e spigolosi, essenzialmente di origine autoctona, provenienti cioè da distacchi della stessa roccia incassante, che occulteranno totalmente il substrato roccioso originario.

Come abbiamo precedentemente osservato, non di rado tali accumuli, nelle gallerie tettoniche, potranno formare pavimenti sospesi e pseudo-pozzi; tale fenomeno non

sembra trovare riscontro nelle cavità inverse dove i detriti, nella maggior parte dei casi, si disporranno sul fondo a forma di cono ("cono detritico" - Maucci 1973).

Assai diversa si presenterà la situazione nelle gallerie dirette, le quali si differenzieranno da quelle tettoniche ed inverse per la presenza al suolo di sedimenti più fini (argille, sabbie, ghiaie ad elementi lisci ed arrotondati), molto spesso costituiti da materiali alloctoni. Il parziale rimaneggiamento di tali depositi potrà dare luogo a forme a meandro; nella eventualità di una asportazione totale rimarranno tracce dell'antico deposito costituite da sedimenti cementati sulle pareti che, talvolta, formeranno vere e proprie mensole.

Nel caso delle cavità paragenetiche, Renault (1968) osserva che la potenza del riempimento, che costituisce la parte inferiore della galleria, sarà variabile, ma sempre molto grande (a meno che non sia stato successivamente asportato). In tali condizioni si formeranno talvolta degli "imbuto" che attraverseranno il suolo alluvionale della galleria in corrispondenza di un assorbimento verticale legato ad una circolazione idrica sottoscaivante il riempimento.

Per quanto invece concerne le grotte syngenetiche, egli precisa che in tali cavità, per loro stessa definizione, sarà pressoché assente ogni tipo di sedimento la cui comparsa sarà legata ad avvenimenti posteriori alla escavazione in regime freatico dei condotti.

In ogni caso è evidente che fenomeni successivi potranno modificare sostanzialmente il tipo e la disposizione dei riempimenti.

Non di rado nelle grotte dirette evoluzioni graviclastiche provocheranno accumuli di materiale grossolano che occulteranno del tutto o in parte il suolo originale (substrato roccioso o sedimenti alluvionali).

Nelle grotte inverse, Maucci (1973) osserva che alle varie fasi evolutive corrisponderanno variazioni nelle caratteristiche dei riempimenti: nella fase giovanile la base dei fusi sarà costituita dal classico cono di detriti; nella maturità prevarranno gli accumuli di argilla e gli strati concrezionali; nella fase senile si potrà avere una forte trasformazione per effetto dei crolli e, nello stesso tempo, abbondanti depositi di materiali provenienti anche dall'esterno (argilla, terriccio, guano, ciottoli fluitati...) per cui intere parti della cavità potranno risultare oblitrate.

Anche nelle gallerie tettoniche sarà possibile la comparsa di accumuli di argilla di decalcificazione o di strati concrezionali, oppure di terriccio ed altri detriti provenienti dall'esterno, similmente a quanto accade nelle grotte inverse. E' altresì possibile che nelle cavità tettoniche si instauri una circolazione idrica di tipo diretto (torrente sotterraneo), nel qual caso accanto alle modificazioni strutturali, si avrà una evoluzione al suolo con la asportazione e levigazione dei precedenti depositi detritici, e la comparsa di sedimenti alluvionali caratteristici di questo tipo di circolazione.

BIBLIOGRAFIA

- ANELLI F., 1973 - Nuove Osservazioni sui fenomeni carsici, paracarsici e pseudocarsici. LE GROTTI D'ITALIA, vol. IV - Bologna.
- BIXIO R., 1977 - Les grottes tectoniques en roches karstifiables, caractères morphologiques de comparaison. PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL SPELEOLOGICAL CONGRESS - Sheffield, England.
- BOURGIN A., 1942 - Dauphiné souterrain - ED. ARTHAUD.
- GEZE B., 1953 - PUBLICATION DU CONGRES INTERNATIONAL DE SPELEOLOGIE, tome II, sezione I - PARIGI.
- GRUPPO GROTTA GENOVA - 1972 - Le grotte di Magliolo. TIPOGRAFIA EDITORIALE TECNICA - GENOVA.
- MAUCCI W., 1973 - L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi.

- LE GROTTA D'ITALIA, vol. IV - Bologna.
MONTORIOL POUSS J., 1951 - Los procesos clasicos hipogeos. Rassegna Speleologica Italiana, 4,3.
MONTORIOL POUSS J., 1954 - Resultado de nuevas observaciones sobre los procesos clasicos hipogeos. Rassegna Speleologica Italiana, 3,6.
PASINI G., 1973 - Sull'importanza speleogenetica dell'erosione antigraavitativa. LE GROTTA D'ITALIA, vol. IV - Bologna.
RENAULT P., 1958 - Eléments de spéléomorphologie karstique. ANNALES DE SPELEOLOGIE, XIII.
RENAULT P., 1961 - Sur les caractères des fentes de décollement. ANNALES DE SPELEOLOGIE, XVI, fasc. 1.
RENAULT P., 1967 - Contribution a l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. Les actions mécaniques a l'échelle du massif. ANNALES DE SPELEOLOGIE, XXII, fasc. 2.
RENAULT P., 1968 - Contribution a l'étude... Les facteurs sédimentologiques. ANNALES DE SPELEOLOGIE, XXIII, fasc. 3.

GRUPPO GROTTA CATANIA C.A.I.

Giuseppe M. Licitra

CLASSIFICAZIONE "GENETICA" DELLE GROTTA VULCANICHE

RIASSUNTO

La varietà di forme che si incontrano nelle grotte vulcaniche ha indotto gli specialisti a proporre diversi tipi di classificazione basati su vari fattori. Le più valide sono le classificazioni "genetiche": vengono ricordate quelle della Scuola Etnea e di Montoriol-Pous e De Mier. Tuttavia si ritiene che queste classificazioni siano suscettibili di alcune critiche; pertanto viene proposto un nuovo schema di classificazione "genetica", che consenta un più agevole inquadramento tipologico delle varie grotte vulcaniche.

SUMMARY

The different morphologies which can be found in volcanic caves induced some specialists to propose some classification schemes, based upon different factors. The most valid classifications are the "genetic" ones. The Etnean School's and the Montoriol - Pous & De Mier's classification are outlined. Since it is thought that these classifications may undergo some criticism, a new "genetic" classification scheme is suggested, which can allow an easier systematic study of the different volcanic caves.

INTRODUZIONE

Le grotte vulcaniche sono da tempo oggetto di studio da parte di vulcanologi e morfologi; ad essi si sono affiancati recentemente anche i geologi "planetari", dopo il felice esito delle missioni spaziali "Apollo" sulla Luna e "Mariner" su Marte, che hanno rivelato la natura vulcanica del suolo di quei corpi celesti.

L'argomento è di notevole interesse anche in campo speleologico, e lo studio delle grotte vulcaniche non può non rientrare nel quadro delle ricerche da tempo avviate dal Gruppo Grotte Catania, che opera ai piedi del maggior vulcano attivo d'Europa.

Con i suoi 3350 m. di quota e oltre 300 Kmq. di superficie, l'Etna - grazie al particolare chimismo delle sue lave - presenta una quantità ed una varietà enorme di grotte. Pertanto, nonostante le dimensioni mediamente modeste delle singole cavità di questo vulcano (la più estesa da noi esplorata, la Grotta dei Lamponi, presenta uno sviluppo di poco superiore ai 700 m., con un dislivello di ca. 90 m.), sull'Etna è possibile condurre uno studio veramente accurato di tutti gli aspetti genetici, morfologici e sistematici connessi con il fenomeno delle cavità vulcaniche.

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE GROTTA VULCANICHE

La grande varietà di forme riscontrata nelle grotte vulcaniche ha indotto molti studiosi e ricercatori a tentare un inquadramento sistematico di queste cavità, proponendo diversi schemi di classificazione. Abbiamo così delle classificazioni basate su criteri genetici, altre su criteri morfologici, altre ancora su criteri dimensionali; altre classificazioni, infine, sono basate sulla combinazione e sull'interazione dei fattori sopra citati.

Ritengo assolutamente artificiosa una classificazione basata su criteri dimensionali, in quanto le dimensioni di una cavità sono un elemento troppo casuale ed arbitrario per rappresentare una valida base di classificazione; parimenti è da scartare una classificazione basata sulla morfologia, data l'estrema varietà delle forme che si presentano agli occhi dell'esploratore e dello studioso, al punto che una classificazione del genere dovrebbe considerare tanti "tipi" quante sono le cavità vulcaniche finora esplorate.

Un criterio di classificazione abbastanza valido rimane pertanto solo quello basato sui criteri genetici, che per lo stesso tipo di cavità si mantengono sostanzialmente invariati, a prescindere dalle dimensioni e/o dalla morfologia della singola cavità presa in esame.

ATTUALI CLASSIFICAZIONI "GENETICHE"

Le classificazioni "genetiche" che oggi maggiormente attirano l'attenzione degli studiosi del ramo sono due: la classificazione della Scuola Etna, e quella recentemente proposta dagli spagnoli Montoriol-Pous e De Mier.

La prima classificazione, con lievi variazioni tra un autore e l'altro, può essere schematizzata nel prospetto I; essa è stata portata avanti da oltre un cinquantennio dai vari studiosi della fenomenologia e della morfologia dell'Etna (Ponte, 1923; Cumin, 1954; Poli, 1959; Condarelli, 1974; Rittmann, 1977). La seconda classificazione, riportata nel prospetto II, è stata proposta dai due AA. spagnoli a partire dal 1969 in una serie di congressi e convegni speleologici.

Nonostante la loro indubbia validità, tuttavia queste due classificazioni si prestano ad alcune critiche.

Classificazione "Etna": l'unico fattore di collegamento tra i vari "tipi di questa classificazione è rappresentato dalla natura vulcanica della roccia in cui si aprono le cavità; per il resto, più che di classificazione, si tratta di un'elencazione di "tipi" raggruppati per meccanismi genetici. Esaminando poi i singoli "tipi", ritengo un po' vaga la definizione di "condotto eruttivo" attribuita a determinate cavità: "... cavità dovute allo svuotamento di un condotto vulcanico in seguito all'abbassamento del livello del magma...". Questa definizione può essere attribuita a qualunque cavità vulcanica, aperta verso l'esterno, attraverso la quale si siano manifestati fenomeni eruttivi, cioè emissioni di prodotti vulcanici solidi (materiali piroclastici), liquidi (lava) e/o gassosi (SO_2 , H_2O , H_2S ed altri). Un condotto eruttivo può dunque essere tanto un cratere (centrale o avventuzio), quanto la frattura eruttiva di un'eruzione laterale o eccentrica, o anche una bocca effusiva dalla quale fuoriesce la lava.

Classificazione "Spagnola": in questa classificazione, diversamente dalla precedente, troviamo il fattore di collegamento, rappresentato dal momento in cui la cavità si sono formate, rispetto alla roccia che le racchiude (cavità "singenetiche" ed "epigenetiche"). Tuttavia gli AA. sviluppano eccessivamente alcune categorie, mentre ne travisano o ne ignorano altre.

Infatti le cavità "frattogenetiche" di questa classificazione non sono altro che modeste fratture trasversali, formatesi nella crosta solida di una colata in movimento, in corrispondenza di un aumento della pendenza della superficie topografica sottostante. Tali cavità, comunque irrilevanti ai fini di un'agevole sistematica, andrebbero semmai incluse nel gruppo 1.1.2. (reogenetiche subaeree) anziché essere considerate come "tipo" a sé stante. Al contrario, vengono completamente ignorate le cavità - decisamente più importanti - di frattura eruttiva.

Entrambe le classificazioni, inoltre, includono anche le cavità generate dall'erosione (cavità epigenetiche) che - in quanto tali - non sono connesse con l'attività vulcanica ma, eventualmente, soltanto con la natura vulcanica della roccia sulla quale intervengono gli agenti demolitori esogeni.

PROPOSTA DI NUOVA CLASSIFICAZIONE DELLE GROTTA VULCANICHE

Basandomi sulle considerazioni sopra citate, e tenendo presente che tutte le cavità vulcaniche debbono essere considerate "singenetiche" (non soltanto per la contemporaneità dell'episodio litogenetico cui è connessa la loro genesi, ma anche perché i tempi di formazione di queste cavità sono nettamente delimitabili cronologicamente), già nel 1975, nella dispensa di Vulcanospeleologia del 3° Corso Sezionale di Speleologia del Gruppo Grotte Catania, ho proposto un nuovo tipo di classificazione "genetica" che abbraccia tutte le cavità generate dall'attività vulcanica (vedi prospetto III), e consente in particolare l'inquadramento sistematico di tutte le cavità vulcaniche da noi finora esplorate sull'Etna.

1. Cavità reogenetiche

Appartengono a questo tipo le cavità generate dallo scorrimento della lava, *dovunque* e *comunque* esso avvenga.

1.1. superficiali

Sono le grotte vulcaniche per antonomasia, universalmente studiate e conosciute e sulle quali esiste una vastissima letteratura. Sono dette comunemente "gallerie" o "tunnel" o "tubi" di scorrimento (o di svuotamento, o di scolamento) lavico e sulla loro genesi esistono varie teorie, a volte contrastanti. Appartengono a questo "tipo" anche i canali di lava (importanti ai fini dello studio della morfologia lunare), che sono cavità a forma di trincea - anche di notevoli dimensioni - prive di volta (che non si è mai formata o che, seppure formata, è crollata per il suo stesso peso subito dopo lo svuotamento del tubo di lava).

1.2. di frattura

Sono le cavità che si rinvengono nelle fratture eruttive, piuttosto frequenti sull'Etna, generate dallo scorrimento della lava verso la superficie, attraverso la roccia preesistente, e dal suo successivo riflusso verso l'interno, quando cessa l'attività effusiva oppure quando l'apparato eruttivo si evolve con l'apertura di nuove bocche effusive a quota inferiore.

Va notato che cavità circolari ad andamento verticale, quali i cosiddetti "condotti eruttivi" della Scuola Etna, definiti "pit craters" (crateri a pozzo) dagli autori di lingua inglese (esempi classici sono i crateri a terrazze concentriche del Nyiragongo e del Kibo, in Africa, ed il cratere Halemaumau sul Kilauea, ad Hawaii), vanno classificate come cavità "reogenetiche di frattura", in quanto originate dal riflusso verso il basso della colonna magmatica all'interno di una frattura eruttiva. La sezione circolare di queste cavità è facilmente spiegabile se consideriamo le teorie riguardanti la reologia delle lave: il fluido (anche se in questo caso si muove all'interno di una frattura, anziché all'interno di una colata in superficie) tende infatti ad assumere una sezione dinamica circolare per raggiungere la massima mobilità con il minimo dispendio di energia. In questo graduale passaggio dalla sezione allungata a quella circolare, si possono altresì ipotizzare anche dei processi di erosione termica a carico della parete della frattura.

2. Cavità pneumatogenetiche

Questo gruppo, identico a quello della classificazione "Spagnola", comprende le cavità generate dall'azione del gas prodotti dall'attività vulcanica.

2.1. esplosive

Sono le cavità generate dall'esplosione di gas endogeni, o da esplosioni freatiche (esplosioni di masse d'acqua, o neve, o ghiaccio, vaporizzate dal contatto con la lava fusa o con i gas endogeni ad altissima temperatura), tanto in seno alla roccia preesistente (diatremi, crateri di sprofondamento) quanto nella lava fluida ("homitos": edifici

conici con fianchi molto ripidi, internamente cavi, costruiti dall'accumulo di brandelli di lava fusa, proiettati a breve distanza dall'esplosione di piccole bolle di gas in seno ad una lava molto fluida e già parzialmente degassata; generalmente sorgono in corrispondenza di bocche effusive. In inglese sono denominati "welded spatter cones").

2.2. di espansione

Sono le cavità generate dall'espansione lenta del gas magmatici in seno alla lava in via di raffreddamento, fortemente viscosa ma ancora suscettibile di deformazione plastica. Anche in questo caso l'azione può essere dovuta a gas freatici (Myvatn, Islanda). Sull'Etna vengono citati alcuni esempi di tali cavità da Cummin (1954) e dalla Poli (1959), ma l'esempio più classico è dato dalle "blisters" (bolle) rinvenute nelle ignimbriti del vulcano Fantalé, in Etiopia, e descritte dettagliatamente da Gibson (1974).

CONCLUSIONI

Lo schema di classificazione proposto dovrebbe consentire un agevole inquadramento delle cavità vulcaniche mediante l'individuazione del fattore genetico fondamentale.

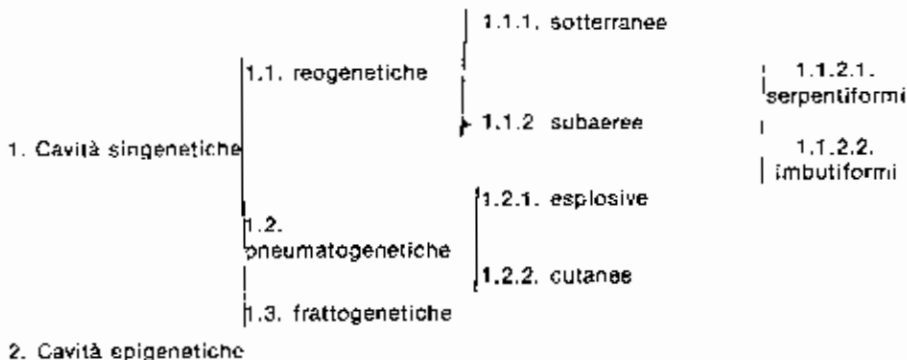
Sarà cura dello studioso affiancare ad esso, di volta in volta, gli eventuali fattori secondari che sono intervenuti nella formazione della cavità in studio, quali le caratteristiche topografiche, geologiche, tettoniche e litologiche del luogo in cui si è formata la cavità, le caratteristiche peculiari del vulcanismo nella zona in esame e le caratteristiche chimico-fisiche della lava che racchiude la cavità.

Un'ulteriore frammentazione aprioristica della tipologia sopra descritta, che a prima vista potrebbe sembrare utile per i maggiori dettagli offerti, in realtà rischierebbe di complicare il lavoro dei ricercatori, dato che molto spesso i fattori genetici che influenzano la formazione di una cavità sono molteplici e variamente interconnessi tra loro, e di conseguenza difficilmente inquadrabili in modelli ideali troppo rigidi.

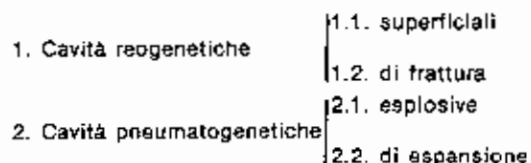
PROSPETTO I

- a) Condotti eruttivi
- b) Galerie di scorrimento
- c) Grotte di fessura eruttiva
- d) Grotte generate dai gas
- e) Grotte formatesi in seguito a erosione

PROSPETTO II



PROSPETTO III



DIDASCALIE

Prospetto I: sintesi delle classificazioni delle grotte vulcaniche secondo la Scuola Etnea.

Prospetto II: classificazione delle grotte vulcaniche secondo Montoriol-Pous e De Mier (1969).

Prospetto III: classificazione delle grotte vulcaniche proposta da Licitra (1975).

BIBLIOGRAFIA

- CONDARELLI D.: *Le grotte vulcaniche, loro genesi e morfologia*. Atti XI Congr. Naz. Spel. Genova: R.S.I., Mem. XI, T. II (29-31); Como, 1974.
- CUMIN G.: *Grotte e caverne nei terreni vulcanici, con particolare riferimento all'Etna*. "Stromboli", n. 3 (3-5); Messina, 1954.
- GIBSON I.L.: *Blister caves associated with an Ethiopian volcanic ashflow tuff*. Stud. in Spel., W.P.C. Stud. Trust Ltd., Vol. 2, part 6 (225-232); London, 1974.
- LICITRA G.M.: *Vulcanismo e grotte laviche*. 3° Corso Sez. di Spel. (35-49). G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1975.
- Genesi delle grotte laviche*. Inedito (6 + VIII). Arch. G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1976.
- Le grotte di scorrimento lavico. Cenni sulle teorie genetiche*. Atti Sett. Spel. Catan., append. IV (249-261); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1977.
- MONTORIOL - POUS J., DE MIER J.: *Estudio morfogenico de las cavidades volcanicas desarrolladas en el malpais de La Corona [Isla de Lanzarote, Canarias]*. Geo y Bio Karst, VI, 22 (524 - 562); Barcelona, 1969.
- POLI E.: *Genesi e morfologia di alcune grotte dell'Etna*. Boll. Soc. Geog. It., S. VIII, V. 12 (452-463); Roma, 1959.
- PONTE G.: *Gallerie di scolamento lavico dell'Etna*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., S. II, fasc. 51 (33-36); Catania, 1923.
- RITTMANN A.: *La formazione delle grotte vulcaniche*. Atti Semin. Grotte Lav. (87-100); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1977.
- WOOD C.: *The genesis and classification of lava tube caves*. Trans. B. C.R.A., Vol. I, N. 1 (15-18); Combswich, 1974.

LA FORMAZIONE DELLE CAVITÀ REOGENETICHE DI FRATTURA

RIASSUNTO

Parlando di grotte laviche si è subito indotti a pensare alle gallerie di scorrimento; ma sull'Etna è possibile rinvenire un tipo completamente diverso di cavità di scorrimento. Queste sono generate dallo scorrimento della lava verso la superficie, attraverso la roccia preesistente; vengono definite "cavità reogenetiche di frattura".

Vengono elencati i diversi tipi di eruzione che si possono avere sull'Etna, e si accenna al meccanismo delle eruzioni laterali, che si manifestano attraverso fratture eruttive. Viene infine illustrato il meccanismo genetico che regola la formazione delle cavità reogenetiche di frattura.

SUMMARY

When lava caves are described, everybody is often induced to think of lava tubes caves. On Mt. Etna different kind of caves, generated by flowing lava may be found. These caves are generated by lava flowing up to the topographic surface through preexisting rocks.

These caves are classified as "reogenetic fracture caves". The different kinds of Etnean eruptions are outlined and a description is given of the mechanisms concerning a lateral eruption from an eruptive fracture. The genetic mechanism which governs the formation of reogenetic fracture caves is also discussed.

INTRODUZIONE

Quando si parla di Vulcanospeleologia, anche negli ambienti più direttamente interessati a questa disciplina, si è portati immediatamente ad associare il termine "grotta lavica" con l'immagine delle gallerie di scorrimento che spesso si rinvengono nelle colate di lave basaltiche.

Sulle pendici dell'Etna, a causa delle sue particolari manifestazioni eruttive, è possibile rinvenire un altro tipo di cavità, legato anch'esso allo scorrimento della lava fusa, che finora è stato considerato molto marginalmente dalla letteratura vulcanospeleologica.

Si tratta delle cavità "reogenetiche di frattura", cioè di quelle cavità insediate nelle fratture eruttive aperte dalla lava nel suo movimento verso la superficie. In questo lavoro mi propongo di illustrare i meccanismi che determinano la formazione di questo tipo di cavità.

VARI TIPI DI ERUZIONI ETNEE

Le eruzioni dell'Etna, in base ad una serie di considerazioni di carattere prevalentemente fenomenologico e - subordinatamente - in base alla quota altimetrica della bocca di emissione, possono essere suddivise in quattro tipi fondamentali:

a) *Eruzioni terminali*: tutte le manifestazioni esplosive e/o effusive che caratterizzano un'eruzione avvengono attraverso l'apparato sommitale del vulcano (cratere centrale).

b) *Eruzioni sub-terminali*: le manifestazioni esplosive, con emissione di gas, materiali piroclastici (cenere, pomice, blocchi) e brandelli di lava, avvengono attraverso l'apparato sommitale, mentre l'emissione delle lave, generalmente molto fluide e degassate, avviene da una o più "bocche da forno" situate sul fianco o alla base del cono terminale (tra q. 3300 e q. 3000).

c) *Eruzioni laterali o radiali*: possono essere precedute da manifestazioni esplosive nell'apparato sommitale, con emissione di gas e materiali piroclastici. L'eruzione avviene attraverso una frattura che si apre sul fianco del vulcano, generalmente tra q. 3000 e q. 1500; la sua disposizione è quasi sempre radiale rispetto all'asse principale del vulcano. L'attività esplosiva e/o effusiva si manifesta prevalentemente in loco, mentre l'apparato sommitale si mantiene in intensa attività fumarolica e talvolta anche esplosiva. La lava che affiora in superficie dalla frattura proviene dal condotto di alimentazione centrale.

Il cratere di Nord-Est, formatosi nell'eruzione del 1911, è da considerare un apparato eruttivo laterale ad attività persistente, e non un componente dell'apparato sommitale.

d) *Eruzioni eccentriche*: tutte le manifestazioni esplosive e/o effusive hanno sede in apparati eruttivi avventizi (spesso al di sotto di q. 1500).

Non si hanno manifestazioni collaterali dall'apparato sommitale, per cui si ritiene che la lava giunga in superficie attraverso un condotto indipendente dal condotto di alimentazione centrale.

Gran parte delle eruzioni che si sono verificate sull'Etna in tempi storici sono ascrivibili ai tipi b) e c); in alcuni casi (1879, 1949) la frattura attraverso la quale è risalito il magma squarciava l'intera montagna, per cui si è avuta la contemporanea emissione di prodotti vulcanici solidi, liquidi e gassosi su due opposti versanti del vulcano. In questo caso, peraltro abbastanza raro, l'eruzione è definita bilaterale.

ERUZIONI LATERALI E FRATTURE ERUTTIVE

In questo tipo di eruzioni (come anche in alcune eruzioni eccentriche storiche: Monti Rossi, 1669; Montagnola, 1763) si ha l'apertura di una o più fratture nel terreno, generalmente orientate in direzione radiale rispetto all'apparato centrale del vulcano (da qui la definizione di "eruzione radiale" data da alcuni autori) attraverso le quali si ha l'emissione (nell'ordine, scendendo da monte a valle) di materiale gassoso, di materiale piroclastico e di lava (Crocuzza, Silvestri 1967).

Questa attività può protrarsi anche per diverso tempo, come avvenne p. es. nel 1892: l'eruzione laterale, iniziata il 9 luglio, proseguì fino al 29 dicembre di quell'anno e i vari centri esplosivi, insediati sulla frattura, rimasero in attività fumarolica per alcuni anni ancora dopo la fine dell'eruzione. In questo tipo di eruzione l'evoluzione dell'apparato eruttivo è caratterizzata da un progressivo abbassamento della quota della bocca effusiva, mentre la frattura si prolunga verso valle.

Anche nelle due eruzioni eccentriche citate (1669, 1763) si è notato l'abbassamento altimetrico della bocca effusiva tra l'inizio e la fine dell'eruzione.

Un'altra caratteristica notevole delle eruzioni di frattura (mi riferisco in particolare alle eruzioni laterali, pur senza escludere quelle eccentriche) è che al termine dell'attività esplosivo-effusiva si possono rinvenire lungo la frattura cavità beanti meandriche o a pozzo; nella maggior parte dei casi queste cavità residue vengono rapidamente colmate dal franamento del materiale incoerente circostante. Quando però i margini e le pareti di queste cavità sono ben cementati e rivestiti da un intonaco di lava solidificata, l'occlusione della cavità per interrimento, avviene con estrema lentezza. Ci troviamo allora in presenza di quelle che vengono definite "cavità reogenetiche di frattura".

MECCANISMO DI FORMAZIONE DELLE CAVITÀ REOGENETICHE DI FRATTURA

Quando per cause vulcano-tettoniche (per l'approfondimento delle quali si rinvia ai testi specializzati) si alterano gli equilibri interni e la spinta ascensionale del magma, data dalla tensione di vapore dei gas in esso disciolti, prevale sulla pressione idrostatica esercitata dalla copertura solida soprastante, il magma inizia la sua ascesa verso la superficie aprendosi il cammino come un cono attraverso la roccia che lo imprigiona, procedendo lungo linee di minore resistenza o forzando fratture preesistenti.

In particolare, nel caso delle eruzioni laterali, la lava affiora su un fianco del vulcano perché il peso del materiale che ostruisce il condotto vulcanico centrale è tale che la pressione endogena non riesce a vincere questo ostacolo, ma è comunque sufficiente per far sì che la lava si apra il cammino verso la superficie procedendo dal condotto centrale verso il fianco della montagna, fino a raggiungere la superficie topografica.

Si ha allora l'apertura di una frattura, che a volte può essere lunga anche alcuni chilometri (nell'eruzione del 22-24/3/1883, tra q. 1200 e q. 950, sul versante meridionale dell'Etna si aprì una frattura eruttiva lunga ben 3,5 Km.), attraverso la quale avviene l'emissione di gas, materiale piroclastico e lava.

Si assiste allora alla formazione di uno o più coni avventizi con la caratteristica disposizione "a bottoniera" lungo la frattura; tali coni sono costruiti dall'accumulo dei brandelli di lava e del materiale incoerente proiettato tutt'intorno dalle esplosioni, mentre dalla base del cono più a valle sgorga la lava attraverso una "bocca da forno".

In questa fase dell'eruzione non soltanto la frattura eruttiva, ma anche in parte i condotti dei conetti esplosivi che si sono insediati sopra di essa sono riempiti dalla lava fusa in seno alla quale schiumeggiano i gas endogeni (come le bollicine di CO₂ che affiorano in una bottiglia di spumante) che si liberano violentemente alla superficie del fluido, come è illustrato nella fig. 1.

L'equilibrio di questo sistema è estremamente instabile, data la molteplicità e l'estrema variabilità dei fattori che lo regolano (spinta endogena, fluidità e temperatura della lava, quantità e suddivisione dei gas in essa contenuti, ampiezza della frattura eruttiva, ecc.); è quindi comprensibile che tanto un incremento, quanto l'affievolirsi dell'attività eruttiva, avranno quasi sempre come conseguenza il ritiro della lava da questa zona della frattura per l'apertura di nuove vie a quote inferiori o per il prevalere della pressione idrostatica sulla spinta endogena, con conseguente abbassamento del livello della lava all'interno del condotto.

A questo punto, qualunque sia stata la causa che ha provocato lo svuotamento della fessura (si tratta comunque di uno svuotamento parziale poiché, al cessare dell'alimentazione, il progressivo raffreddamento della lava residua finirà per impedire ogni ulteriore movimento), rimarranno sul posto una o più cavità ad andamento prevalentemente verticale, meandriforme, ubicate in parte nel conetto di materiale piroclastico, costruito dall'attività esplosiva, e in parte nella roccia preesistente, all'interno della frattura, come è schematizzato nella fig. 2.

Un aspetto caratteristico di queste cavità è la quasi totale assenza di superfici di rifusione; la parte più elevata ha quasi sempre le pareti costituite da materiale scarsamente cementato, incoerente, franoso, mentre la parte più profonda ha l'aspetto di un alto e stretto meandro e le sue pareti, rivestite da un intonaco di lava solidificata, presentano superfici irregolari fortemente ossidate oppure fogliettate verso il basso. Il pavimento di queste cavità è quasi sempre occultato da abbondante detrito staccatosi dalla volta, o proveniente dal progressivo sfaldamento delle pareti del condotto iniziale, o anche dall'esterno.

CONCLUSIONI

Il Gruppo Grotte Catania ha individuato sull'Etna diverse cavità in tutto o in parte

ascrivibili a questo tipo:

- Si/CT/1002: Pozzo del M. Silvestri Inferiore (apparato eruttivo orientale dell'eruzione 1892; questa cavità è oggetto di altra relazione in questa stessa sede);
- Si/CT/1003: Grotta delle Palombe nei Monti Rossi (eruzione eccentrica del 1669);
- Si/CT/1065: parte iniziale della Grotta di Serracozzo I (eruzione del 1971, q. 1840) (Cavallaro e Licitra, 1977);
- Si/CT/1066: Grotta di Serracozzo II (eruzione del 1971, q. 1800);
- Si/CT/1084: Pozzi dell'eruzione del 1923 presso Monte Nero;
- Si/CT/1085: Pozzo dell'eruzione del 1780 (apparato eruttivo del 1780);
- Si/CT/1122: Abisso dell'eruzione del 1892 (apparato eruttivo occidentale di detta eruzione);
- Si/CT/: Bocche eruttive di Ripa della Naca (nella frattura omonima dell'eruzione del 1928).

Tutte queste cavità, che sono oggetto di rilevamento e di studio da parte del Gruppo Grotte Catania, per il loro particolare meccanismo genetico, vanno considerate cavità reogenetiche di frattura, in quanto sono state aperte dallo scorrimento ascendente e dal successivo riflusso della lava attraverso una frattura eruttiva nella roccia preesistente.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNELLI F., SCAMMACCA B.: *Grotte vulcaniche di Sicilia [Notizie catastali]*. (62 + XI); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1975.
- CAVALLARO F., LICITRA G.M.: *Grotta di Serracozzo I*. Atti Settim. Spel. Cat., append. III. 8 (245-248); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1977.
- CUCUZZA SILVESTRI S.: *Genesi e morfologia degli apparati eruttivi secondari dell'Etna*. Atti XX Congr. Geogr. It. (estr., pp. 33); Soc. Geogr. It., Roma, 1967.
- LICITRA G.M.: *Vulcanismo e grotte laviche*. 3° Corso Sez. Spel. (35-49); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1975.
- LICITRA G.M.: *Genesi delle grotte laviche*. Ined. (6 + VIII); Arch. G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1976.
- LICITRA G.M.: *Classificazione genetica delle grotte vulcaniche*. XIII Congr. Naz. Spel. Perugia, 1978 (in corso di stampa).
- LICITRA G.M., CAVALLARO F.: *Una insolita cavità reogenetica di frattura: il Pozzo del Monte Silvestri Inferiore [Si/CT/1002]*. ibid.
- PECK S.B.: *Unusual Mineralogy of the Crystal Pit Spatter Cone, Craters of the Moon National Monument, Idaho*. The NSS Bull., Vol. 36, n. 1 (19-24). Arlington, VA, 1974.
- RITTMANN A.: *Structure and Evolution of Mt. Etna*. Phil. Trans. R. Soc., A. 274 (5-16); London, 1973.
- RITTMANN A.: *La formazione delle grotte vulcaniche*. Atti Semin. Grotte Laviche (87-100); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1977.
- RIZZO S., STURIALE C.: *L'eruzione laterale del 1892 [Monti Silvestri, Etna sud]*. Riv. Min. Sic., N. 148-150 (207-222); Palermo, 1974.
- ROMANO R., STURIALE C.: *Geologia della tavoletta "Monte Etna sud" [F. 262 - III SO]*. Boll. Soc. Geol. It., 94 (1109-1148); Roma, 1975.
- STURIALE C.: *La singolare eruzione dell'Etna del 1763 ["La Montagnola"]*. Rend. Soc. II. Min. e Petr., Vol. XXVI (313-351); Pavia, 1970.

UNA INSOLITA CAVITÀ "REOGENETICA DI FRATTURA": IL POZZO DEL MONTE SILVESTRI INFERIORE (SI/CT/1002)

RIASSUNTO

Il "Pozzo del Monte Silvestri Inferiore", sito nel cratere omonimo dell'eruzione 1892, è stato finora considerato come "condotto eruttivo". In questo lavoro gli autori descrivono la morfologia della cavità, riportando alcuni cenni sull'eruzione. Dall'esame della cavità e della morfologia d'insieme dell'apparato eruttivo, giungono alla conclusione che la cavità appartiene al tipo "reogenetico di frattura".

SUMMARY

The cave "Pozzo del Monte Silvestri Inferiore" is located within the homonymous crater, built up by the 1892 eruption. This cave has been considered up to date as an "eruptive conduit". In this paper the cave is described and a brief eruption report is given. The analysis of the cave morphology, in connection with the overall morphology of the eruptive apparatus, leads the authors to the conclusion that this cave has to be classified as a "reogenetic fracture cave".

PREMESSA

Una delle cavità etnee più nota ai profani, per la sua insolita ubicazione al centro di un cratere di facile accesso, è quella denominata "Pozzo del Monte Silvestri Inferiore", catastata dal Gruppo Grotte Catania con il N. SI/CT/1002 del Catasto Nazionale delle Grotte Italiane.

Essa si formò sul fondo del cratere omonimo nell'apparato orientale dell'eruzione etnea laterale del 1892, meglio nota come "eruzione dei Monti Silvestri" (1), ed è stata considerata finora come "condotto eruttivo". La definizione che alcuni autori danno di questo "tipo" speleogenetico, ci induce anzi a ritenere che essa sia stata formulata in seguito all'osservazione della morfologia esterna di questa cavità.

Il presente lavoro, che illustra il rilevamento topografico e morfologico della cavità, si propone di dimostrare attraverso un riepilogo dell'eruzione, l'esame della morfologia d'insieme dell'apparato eruttivo, ed alcune osservazioni morfogenetiche, che la cavità in esame va classificata tra quelle "reogenetiche di frattura" (Licitra, 1975, 1978a, 1978b).

DESCRIZIONE DELLA CAVITÀ

L'imbocco della cavità, allungato in senso E-W al livello del terreno, si apre a q. 1860 m. con un pozzo a sezione circolare di 3 m. di diametro, che scende per 15 m. legger-

(1) I conetti esplosivi formatisi nel corso dell'eruzione furono dedicati al vulcanologo catanese Orazio Silvestri, con delibera dell'Assemblea dei Soci del C.A.I. di Catania del 7/VIII/1892.

mente inclinato verso Est rispetto alla verticale. A questo punto dopo una lieve strozzatura, la cavità si allarga a campana; si scende ancora per 10 m. In verticale nel vuoto, fino ad incontrare un ripido pendio, su detrito di crollo, che termina 6 m. più in basso contro la parete Sud della cavità. La profondità totale della grotta è di 31 m.

La parte interna della cavità si presenta allungata in direzione N-S, con due camini alle estremità; il camino Sud è nettamente separato dal resto della cavità da un setto di roccia lavica che scende fino a m. 1,5 al di sopra del pavimento.

In proiezione planimetrica la cavità ha uno sviluppo di 12 m. in direzione N-S, mentre le pareti Est e Ovest - distanti 6 m. nel punto più ampio - si restringono fino a ca. 3 m. in corrispondenza dell'accesso al camino Sud.

L'altezza di entrambi i camini è stata stimata in ca. 15 m.

CENNI SULLA MORFOLOGIA DELLA CAVITÀ

Il pozzo iniziale, per un tratto di ca. 4 m. a partire dall'imboccatura, si apre ad imbuto nel materiale proclastico, franoso, emesso durante l'attività esplosiva del cratere. Da questo punto fino al fondo, sia la parte inferiore del pozzo d'ingresso che le parti interne della cavità si presentano uniformemente rivestite (tranne nei punti dove sono intervenuti crolli successivi) da un intonaco di lava coeva dello spessore di 5-10 cm.; nella parte interna l'intonaco appare abbondantemente fogliettato verso il basso, come ad indicare un rapido abbassamento del livello della lava ancora fluida.

Il fondo della cavità, inclinato nel senso N-S, è ricoperto da detrito di crollo proveniente dalla conca craterica, dal tratto non intonacato del pozzo di accesso, e dalla volta dei due camini.

Per quasi tutto l'anno la parte sottostante al pozzo d'ingresso è occupata da un cumulo di neve che, nei mesi più freddi, arriva anche ad ostruire l'accesso alla parte interna della cavità. Sulle pareti interne più riparate si notano abbondanti mineralizzazioni secondarie, sulla natura delle quali sono in corso opportuni accertamenti chimici.

RIEPILOGO DELL'ERUZIONE LATERALE DEL 1892

Dopo una serie di scosse sismiche, iniziate alle 18,50 del 8/VII/1892, e una forte esplosione al cratere centrale intorno alle 22,00 dello stesso giorno, rispettivamente alle 01,15 e alle 14,42 del 9/VII si aprirono due fratture leggermente divergenti intorno a q. 2000, entrambe lunghe circa 1 Km. dalla base della Montagnola in direzione Sud, dalle quali eruppero due colate di lava accompagnate da intensa attività esplosiva.

L'attività della frattura occidentale (la prima, cronologicamente), già dall'inizio piuttosto ridotta, scemava ulteriormente fino a cessare del tutto circa un mese dopo. Sulla frattura orientale, tra il 10 e l'11/VII, si impiantavano tre distinti centri esplosivi: M. Silvestri Sup. (cono A, svasato verso Nord), M. Silvestri Inf. (cono B, perfettamente circolare) e M. Silvestri "spaccato" (cono C, spaccato in due in corrispondenza della frattura sottostante). Alla base Sud di questo cono si apriva il principale centro effusivo; la temperatura della lava, misurata in questo punto, era di 1060°C (Bartoli, 1892).

Il 13/VII iniziava a formarsi un quarto cono (D) immediatamente a valle dei precedenti, erroneamente indicato come "Monte Nero" sulla cartina I.G.M. al 25000; un quinto cono esplosivo (cono N) si apriva il 12/VIII all'estremità Nord della frattura, e infine il 17/VIII nuovi centri esplosivi squarciavano il fianco N-E del M. Silvestri Inf. (cono B') e il margine Sud del cono C (cono C'). Alla bocca effusiva tra C e D, che emetteva lava in direzione S-SW, si erano nel frattempo aggiunte altre due bocche a Sud di D, che alimentavano colate dirette verso E-SE.

Da questi centri l'attività esplosivo-effusiva continuava con ritmo costante fino ad ottobre; quindi diminuiva progressivamente fino a cessare del tutto il 29/XII, dopo 173 giorni di eruzione. Tuttavia proseguiva ancora per lungo tempo l'emissione di gas magmatici: fino al 30 ottobre del 1886 (quattro anni dopo!) - data dell'ultima segnalazione - veniva rilevata una sensibile attività fumarolica nei crateri B e N.

CENNI SULLA MORFOLOGIA DELL'APPARATO ERUTTIVO

L'eruzione del 1892 fu caratterizzata dall'apertura di due distinti apparati eruttivi: il primo, definito "apparato occidentale", è di limitata importanza relativamente ai prodotti emessi, e non influisce sulla cavità in esame. Il secondo, definito "apparato orientale", è stato sede della maggiore attività eruttiva. Esso è anche importante per lo studio della morfologia vulcanica, in quanto il M. Silvestri rappresenta oggi il più bell'esempio di "bottoniera" (2) esistente sull'Etna.

I fianchi esterni dei conetti esplosivi di questo apparato hanno una pendenza media di 30-35°, determinata dall'angolo di riposo del materiale piroclastico emesso; le pareti delle rispettive depressioni crateriche si presentano invece molto ripide, fin quasi a raggiungere la verticale nel cratere del cono D. Fa eccezione il cratere del M. Silvestri Inf. (B), che presenta una pendenza di soli 15-20°, probabilmente determinata dal livello alquanto superficiale delle manifestazioni esplosive che vi avevano sede. Il fondo dei crateri dell'apparato orientale, osservato dall'alto, appare pressoché perfettamente allineato lungo un'unica direttrice N-S, che definisce nettamente la frattura eruttiva sulla quale si sono impiantati i M. Silvestri.

Segnaliamo che oltre alla cavità in esame, negli apparati di questa eruzione si aprono altre due cavità:

Si/CT/1122: Abisso dell'eruzione 1892 (questa cavità si apre a q. 2000 nell'apparato occidentale, nel tratto compreso tra la depressione F e il cratere N - vedi cartina; con i suoi 110 m. di profondità è la più importante cavità verticale conosciuta sull'Etna).

Si/CT/—: Cratere del M. Silvestri "D" (è un cratere a pozzo, profondo circa 45 m. Il rilevamento topografico e lo studio morfogenetico di questa cavità - non ancora inserita in catasto - è in corso di elaborazione).

CONSIDERAZIONI SULLA GENESI DEL "POZZO DEL M. SILVESTRI INF."

Dall'esame morfologico dell'apparato eruttivo orientale, risulta evidente che il Pozzo del M. Silvestri Inf. fa parte integrante della frattura eruttiva sulla quale si è insediato il cratere B, e si è formato in seguito al riflusso della lava verso il basso, secondo il meccanismo ipotizzato da Licitra (1975, 1978a, 1978b). Ciò si deduce da diversi elementi:

- Il fondo della cavità presenta l'asse maggiore orientato in senso N-S, lungo la direttrice della frattura eruttiva;
- dall'esame della sezione topografica (lato Ovest) del cono B, si rileva che la superficie topografica preesistente, prolungata idealmente verso Est, interseca la cavità in corrispondenza del punto di innesto tra il pozzo di ingresso e la cavità interna a campana. Pertanto la parte interna della cavità si sviluppa al di sotto della superficie topografica preesistente all'eruzione;
- osservando le pareti, nei punti in cui è venuto a mancare l'intonaco per successivi crolli, si nota che il substrato è costituito da piroclastiti solo nella parte superiore della cavità, mentre nella parte inferiore è costituito da roccia compatta;

(2) Serie di conetti esplosivi allineati lungo la stessa frattura eruttiva.

l'intonaco di lava coeva che riveste le pareti della cavità, e la sua fogliettatura nella parte inferiore, fanno ritenere che il livello della lava (che durante l'attività raggiungeva quasi l'orlo del pozzo d'ingresso, come si desume dall'intonaco che riveste le pareti e dalla debole inclinazione della depressione craterica) si sia abbassato piuttosto bruscamente all'interno della frattura, ancora allo stato fluido, in seguito a una diminuzione della spinta endogena;

l'ipotesi che la lava fosse ancora molto fluida, quando rifluisce all'interno della frattura, è corroborata dalla lunga attività fumarolica osservata nel cratere B dopo la fine dell'eruzione, e fino all'ottobre del 1896;

L'andamento rotondeggiante della proiezione planimetrica della cavità può essere spiegato dalle stesse teorie sulla genesi delle cavità di scorrimento: il flusso lavico - che in questo caso è verticale - è ostacolato esternamente dall'attrito contro le pareti della frattura e dall'aumento di viscosità dovuto a raffreddamento per conduzione; esso tende pertanto ad assumere una sezione circolare che consente a parità di rendimento (mobilità) una maggiore economia di energia (termica) (Licitra, 1978a).

CONCLUSIONI

Alla luce delle considerazioni sopra riportate riteniamo pertanto di poter classificare il Pozzo del M. Silvestri Inf. come una tipica cavità reogenetica di frattura, anche se il suo aspetto esterno può indurre ad attribuirle una diversa genesi e solo attraverso l'analisi degli episodi eruttivi e della morfologia d'insieme dell'apparato si può risalire al meccanismo genetico che ha determinato la formazione della cavità.

Ci è gradito ringraziare in questa sede i Proff. S. Cucuzza Silvestri e C. Sturiale e la Dott. M. Di Re, dell'Ist. di Vulcanologia dell'Università di Catania, per le utili indicazioni bibliografiche; siamo grati altresì ai nostri consoci N. Barone, R. Bonaccorso, G. Montana, A. Raimondo e al piccolo D. Montana, che hanno validamente collaborato al rilevamento topografico della cavità.

BIBLIOGRAFIA

- BARTOLI A.: *Sulla temperatura delle lave nell'attuale eruzione dell'Etna*; Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., fasc. XXIX (3); Catania, 1892.
- BRUNELLI F., SCAMMACCA B.: *Grotte vulcaniche di Sicilia [Notizie catastali]*. (62 + XI); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1975.
- C.A.I. SEZ. DI CATANIA: *Registro delle deliberazioni dell'Assemblea dei Soci, anni 1887-1892*. Arch. C.A.I./Etna, Catania.
- CONDARELLI D.: *Le grotte vulcaniche, loro genesi e morfologia*. Atti XI Congr. Naz. Spel. Genova; R.S.I., Mem. XI, T. II (29-31); como, 1974.
- CUCUZZA SILVESTRI S.: *Genesi e morfologia degli apparati eruttivi secondari dell'Etna*. Atti XX Congr. Geogr. It. (estr., pp. 33); Soc. Geogr. It., Roma, 1967.
- LICITRA G.M.: *Vulcanismo e grotte laviche*. 3° Corso Sez. Spel. (35-49); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1975.
- Genesi delle grotte laviche*. Ined. (6 + VIII); Arch. G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1976.
- Le grotte di scorrimento lavico. Cenni sulle teorie genetiche*. Atti Sett. Spel. Cat., app. IVI*; G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1977.
- Classificazione "genetica" delle grotte vulcaniche*. XIII Congr. Naz. Spel. Perugia, 1978 (in corso di stampa).
- La formazione delle cavità reogenetiche di frattura*. Ibid.

- RICCO' A., ARCIDIACONO S.: *L'eruzione dell'Etna del 1892. Parte II: diario dell'eruzione.* Atti Acc. Gioe. Sc. Nat., S. IV, V, XVI, Mem. VIII (pp. 86); Catania, 1903.
idem. Parte III: visite all'apparato eruttivo ed al cratere centrale. Ibid., S. IV, V, XVII, Mem. V (pp. 51); Catania, 1904.
- RITTMANN A.: *La formazione delle grotte vulcaniche.* Atti Semin. Grotte Laviche, (87-100); G.G.C. - C.A.I./Etna, Catania, 1977.
- RIZZO S., STURIALE C.: *L'eruzione laterale del 1892 [Monti Silvestri, Etna sud];* Riv. Min. Sicil., N. 148-150 (207-222); Palermo, 1974.
- ROMANO R., STURIALE C.: *Geologia della tavoletta "Monte Etna sud" [F. 262 - III SO].* Boll. Soc. Geol. It., N. 94 (1109-1148); Roma, 1975.

SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA

Vittorio Castellani e Arrigo A. Cigna

ASPETTI DI SPELEOGENESI IN AMBIENTI EXTRATERRESTRI

RIASSUNTO

Vengono esaminate alcune strutture riferibili a meccanismi speleogenetici osservati alla superficie dei corpi planetari finora esplorati: Mercurio, Luna e Marte.

Nei primi due casi sono illustrate strutture dipendenti dal meccanismo di effusione di lave vulcaniche; nel caso di Marte viene proposta una vasta problematica nella quale al fenomeno vulcanico si affianca l'evidenza di meccanismi di erosione causati da masse fluide.

SUMMARY

SOME SPELEOGENETICAL EVIDENCES IN EXTRATERRESTRIAL ENVIRONMENTS

Some structures referred to speleogenetical processes observed at the surface of the planets explored up to now: Mercury, Moon and Mars, are here described.

In the first two cases structures due to the effusion of volcanic lava are recorded; in the case of Mars the situation is more complicated because the evidence of erosion caused by fluid masses is associated to the volcanic phenomena.

INTRODUZIONE

La Speleologia, intesa come studio dei molteplici tipi di cavità che interessano e modellano il mantello roccioso del nostro pianeta, è andata accumulando una vasta serie di informazioni non soltanto sui fenomeni carsici propriamente detti, ma anche su tutte quelle cavità più propriamente classificabili come para- o pseudo-carsiche. Il progredire delle esplorazioni spaziali ha da tempo messo in luce l'esistenza di analoghe forme alla superficie di altri pianeti del sistema solare, dando tra l'altro un nuovo impulso allo studio degli analoghi terrestri al fine di ottenere informazioni sempre più precise sui meccanismi di formazione e poterne così valutare la dipendenza dalle condizioni ambientali.

Nel seguito intendiamo riportare un quadro generale della fenomenologia e delle problematiche di tale speleologia extra-terrestre, quadro ricavato dall'analisi della aggiornata documentazione ottenuta dal reparto di Planetologia del Laboratorio di Astrofisica Spaziale (CNR) nel quadro delle collaborazioni in atto con la NASA.

Per illustrare alcuni tra i fondamentali termini del problema riportiamo in tavola I le principali caratteristiche dei cosiddetti "pianeti Interni" tutti caratterizzati dall'essere di tipo terrestre, cioè con una superficie solida composta da un mantello roccioso. Il pianeta Venere risulta l'unico (assieme alla Terra) fornito di una consistente atmosfera: proprio a causa di ciò si hanno scarsissime informazioni sulle morfologie superficiali per essere la superficie del pianeta costantemente nascosta da una coltre di nubi. Solo a seguito dell'atterraggio della sonda sovietica Venus si sono avute alcune fotografie della zona circostante il luogo di atterraggio e mostranti un suolo arido e costellato di pietre e massi di varie dimensioni.

La superficie di tutti gli altri oggetti è oggi in generale ben studiata e cartografata

grazie ad una serie di missioni spaziali all'uopo programmate: tutti i corpi mostrano di essere ricoperti da una diffusa craterizzazione originata dall'impatto di meteoriti. Una tale fenomenologia è da collegarsi all'assenza degli effetti atmosferici che, sulla Terra, schermano gran parte dei meteoriti e in ogni modo rimodellano abbastanza rapidamente le scarse craterizzazioni formatesi alla superficie del nostro pianeta. Problematica appare, in questo contesto, la presenza di zone craterizzate su Venere suggerita (ma non dimostrata) dall'analisi di immagini radar (Saunders e Mallin 1976).

Ove si escludano i due satelliti di Marte, nulla più che due grandi rocconi vaganti nello spazio, sono in genere ovunque evidenti imponenti fenomeni di vulcanismo. Le superfici planetarie risultano probabilmente formate da rocce e detriti di natura basaltica. La più che probabile assenza di banchi calcarei inibisce evidentemente ogni forma di carsismo reale: potremo aspettarci dunque solo forme similari quali cavità tettoniche, laviche o tutt'al più di para-carsismo.

Su queste basi verranno nel seguito descritte ed esemplificate le caratteristiche morfologiche delle superfici planetarie che possano rivestire interesse speleologico. Tralascieremo in questa indagine i satelliti di Marte, per l'assenza di ogni meccanismo evolutivo, ed il pianeta Venere per la carenza di ogni concreta informazione al riguardo.

MERCURIO

Mercurio, il meno massiccio tra i pianeti interni, mostra una intensa e diffusa craterizzazione nella sua totalità attribuibile a fenomeni di impatto meteorico. Tra le manifestazioni più imponenti il cosiddetto bacino di Caloris, un enorme "mare" circolare, residuo e testimonianza di un catastrofico impatto che ha modellato una frazione non trascurabile della superficie del pianeta. E' da notare che in simili processi è possibile e ci si attende una locale fusione (o rifusione) della crosta planetaria, così che i fenomeni di impatto meteoritico possono essere all'origine di forme secondarie di un vulcanesimo di origine non endogena.

L'assenza di una craterizzazione di chiara origine vulcanica si accompagna all'evidenza di estese ricoperture del suolo originale che vengono in genere interpretate in termini di successive stratificazioni di lava. Ci si troverebbe in altre parole in presenza di un vasto vulcanesimo di tipo effusivo in cui le lave, emergendo da fratture della crosta, vanno a ricoprire estese porzioni della superficie planetaria. Nella foto di Fig. 1 riportiamo una regione della superficie di Mercurio dalla quale si traggono numerosi e concomitanti indizi a supporto di tale ipotesi:

a) La zona in alto nella quale la craterizzazione è praticamente assente può essere interpretata solo in termini di un rimodellamento e di una ricopertura del suolo originario, che non può non essere stato pressochè uniformemente interessato dalla caduta di meteoriti.

b) L'evidenza sul corpo di tale ricoprimento di tipiche "cordonature" ad andamento N-S che richiamano da vicino le caratteristiche dei fronti di avanzamento di un fluido viscoso.

c) La presenza di numerosi crateri riempiti ed a volte pressochè obliterati da una sostanza che appare essere stata non solo fluida ma anche dotata di una sufficiente mobilità per dare gli omogenei riempimenti osservati.

Si può anche notare come in alcuni casi le "cordonature" (o "ridges" nella terminologia anglosassone) si sovrappongono su alcuni "fantasmi" di crateri indicando chiaramente l'efficienza di un processo di modellamento esterno e successivo al cratere stesso.

Se queste sono le condizioni prevalenti alla superficie del pianeta, è chiaro che da un punto di vista speleologico ci si può attendere la presenza di cavità di origine tettonica e/o di grotte laviche.

La presenza di estese fratturazioni della crosta planetaria è evidente in Fig. 2 ove è riportato un fotomosaico (da calcolatore) della regione ad E del bacino di Caloris. Una serie di profonde scanalature ("rilles") interessa tutta la parte sinistra della figura, come evidente conseguenza dell'impatto che ha generato il bacino stesso. E' interessante notare come la frattura che interessa la parte centrale della foto sino a raggiungere la base del caratteristico gruppo di 4 crateri ("Topolino") in alto al centro mostri una serie di soluzioni di continuità superficiali che suggeriscono la presenza di vere e proprie cavità di origine tettonica. A conferma di tale ipotesi la fig. 3 riporta un particolare della zona nella quale il "rille" traversa il bordo inferiore del cratere di base del "Topolino". Nell'angolo inferiore sinistro della foto si nota chiaramente come il canale riemerge da un suolo sostanzialmente omogeneo per dirigersi poi verso l'interno del cratere. E' anche interessante notare come il rille sia in questa zona formato dalla coalescenza di una serie di depressioni spiccatamente ellittiche come atteso nel caso di un allineamento di strutture di crollo al di sopra di una cavità a sviluppo lineare. E' questo un importante criterio distintivo che consente di selezionare strutture superficiali di crollo dagli allineamenti di microcrateri spesso prodotti dai getti di materia (ejecta) secondari da un cratere di impatto.

La ricerca di grotte laviche riposa su analoghi principi, dovendosi affidare alle evidenze offerte dalla presenza di "lava tube" parzialmente o completamente crollati. In alcuni casi la sinuosità di una sequenza di microcrateri può anche essere indizio, sufficientemente preciso per l'esistenza di un sottostante lava tube (cfr. ad es. fig. 3 in Greeley 1977).

Esplorando sulla base di tali principi la morfologia superficiale di Mercurio è difficile ricavare precise indicazioni sull'esistenza di cavità di origine lavica. Si è continuamente in presenza di indizi che non raggiungono mai la consistenza di una prova: nella stessa fig. 3 sulla destra del canale esaminato appare un'altra serie di strutture di crollo che potrebbero indicare una lava tube connesso al cratere di base ma che forse più probabilmente altro non è che una diramazione del sistema di fratture già osservato. La situazione è resa tanto più complessa in quanto su Mercurio è evidente una stretta associazione tra taluni crateri e fenomeni effusivi. La Fig. 4 mostra un caso emblematico: i crateri che appaiono nella foto appaiono in larga maggioranza come riempiti da un fluido omogeneo e purtuttavia il terreno ad i rilievi circostanti appaiono come sostanzialmente inalterati. La zona appare come se fosse stata soggetta ad effusioni di lava colmanti localmente le varie depressioni. Al centro della foto due crateri appaiono collegati da qualcosa che assomiglia ad un canale, come canali di lava potrebbero essere i rilievi che si dipartono dal bordo W del cratere centrale e dal vasto cratere al limite NW della zona fotografata.

Al momento si deve concludere per l'assenza di prove precise riguardo l'esistenza di cavità di origine lavica: può darsi che mappature più dettagliate (come ad es. disponibili per la Luna) possano nel futuro mettere in luce quei particolari probanti che oggi ci sfuggono; può darsi che la particolare natura dei fenomeni vulcanici su Mercurio precluda l'esistenza (o l'osservabilità) di lava tunnel su questo pianeta.

LA LUNA

Nel caso del nostro satellite, si hanno evidenti manifestazioni vulcaniche, quali l'esistenza di cupole sopraelevate emergenti dal suolo o veri e propri edifici vulcanici. Fenomeni di origine tettonica sono evidenti in prossimità ed all'interno di alcuni grandi crateri di impatto. In Fig. 5 è riportata una fotografia del Maris Humorum, circa 350 km di diametro. Sulla destra sono evidenti alcuni ridges analoghi a quelli osservati su Mercurio, sulla sinistra una serie di probabili fratture di origine tettonica.

E' interessante notare lungo il bordo SW del cratere principale alcuni fantasmi di

crateri invasi dalle lave. Ciò sembra indicare che dopo la craterizzazione principale vi siano stati successivi efflussi di lave, forse impostati sulle fratture provocate dall'evento primario. A bordo W, nella zona interna, una serie di rilievi che hanno tutte le caratteristiche di lava tubes e che mostrano di aver "sentito" la presenza di un cratere fantasma, confermando l'ipotesi di una successione di colate laviche. Poco più in alto la scomparsa di mezzo cratere suggerisce che una colata lavica proveniente da SE si sia arrestata lungo una frattura tettonica.

Esempi di evidenti lava tubes uscenti in prossimità di vaste craterizzazioni sono d'altronde evidenti, come riportato nelle figg. 6 e 7. In fig. 6 è mostrato il circo di Platone, un cratere riempito da un mare di circa 100 km di diametro. Il materiale che costituisce il mare si ritrova anche all'esterno del cratere ma senza apparenti connessioni superficiali. Per tale motivo si sospetta l'esistenza di condotti sotterranei che uniscano le due zone (Kosofsky e El-Baz 1970). Evidente in basso a sinistra un ampio rilievo (lava tube?) che pare sbucare dalla scarpata delimitante il cratere principale. In alto a destra un piccolo cratere ed una cavità allungata di difficile interpretazione. La fig. 7 mostra una veduta generale di questa zona; dalla struttura precedentemente indicata si diparte un rilievo con numerose aperture che si spinge sino al mare circostante. Le caratteristiche morfologiche di tale rilievo lasciano pochi dubbi sulla sua origine come lava tube.

In basso a destra una peculiare formazione (Vallis Alpinis) la cui origine, chiaramente correlabile allo scorrimento di fluidi, è tuttora ampiamente dibattuta.

In fig. 8 è riportata una veduta della Vallis Alpinis (lunga ~ 150 km e larga ~ 8 km) e del suo evidente collegamento col sovrastante Mare Imbrium. Pare plausibile supporre trattarsi di un flusso di lava incanalatosi lungo un frattura di origine tettonica e generante il lava tube centrale. Altri rilievi interpretabili come lava tubes si notano sulla destra della fotografia e nel corpo stesso del Mare Imbrium.

Una caratteristica peculiare del vulcanesimo lunare è costituita dalla frequente presenza di lava tubes che si originano da depressioni piuttosto che da edifici vulcanici; pur tenendo presenti le precedenti osservazioni non si può escludere che questo sia un fenomeno pressoché generale. Uno dei più notevoli rilievi lunari (Rima Hadley) sembra ad es. nascere da una depressione molto profonda (Fig. 9). Una struttura per molti versi analoga è riportata in fig. 10: questa volta però il rilievo è sostituito da una sequenza di evidenti strutture di crollo che testimoniano la esistenza di una sottostante cavità. Si tratta con ogni probabilità di lava tube (si noti la diramazione in basso a destra nella foto) collegati ad un meccanismo di effusione di lave probabilmente molto simile a quello riscontrato su Mercurio.

Un interessante e peculiare esempio è fornito dalla cosiddetta "Valle di Schroter", un canale che pare sgorgare da una profonda depressione ai piedi di un rilievo ("Testa di Cobra"), una collina alta circa 1500 m. A sinistra il cratere "Aristarco" (circa 40 km di diametro) e sulla destra il cratere "Erodoto". La valle (Fig. 11) si presenta come una lunga e sinuosa depressione dal fondo piatto, profonda attorno ai 1300 m. Tutta la zona è stata chiaramente interessata da un notevole flusso lavico come dimostrato dal cratere fantasma in basso a sinistra e dai numerosi rilievi presenti. Una veduta particolareggiata della parte iniziale della valle (Fig. 12) rivela come sul fondo pianeggiante della medesima sia inciso un profondo canale meandreggiante, dalle dimensioni trasverse tipiche dei rilievi che si osservano nella zona (cfr. in alto a destra). L'interpretazione di una tale struttura non è certo agevole: la chiara e netta meandricizzazione del canale interno sembra parlare di erosione generata da un fluido molto poco viscoso, erosione cui forse è collegata la genesi di tutta la struttura. Né d'altra parte risulta chiaro se la "Testa di Cobra" rappresenta la sorgente di tale fluido; alcune caratteristiche potrebbero lasciar sospettare una situazione inversa, così che la depressione alla testa della valle potrebbe essere forse interpretata come un vero e proprio "inghiottitoio" lavico.

Comunque sia, è evidente che sul nostro satellite esiste una ricca fenomenologia di canali e cavità di origine tettonica e lavica, fenomenologia che attende ancora di essere studiata e compresa nei dettagli (Anelli 1973).

MARTE

Il problema presentato dalle strutture presenti alla superficie di Marte è ancora più complesso del caso trattato in precedenza in quanto, oltre alle strutture tettoniche e vulcaniche, si trova evidenza per l'intervento di fenomeni di modellamento di tipo fluviale, probabile testimonianza della passata presenza di acque sulla superficie del pianeta (Leovy 1977). Ne è un tipico e drammatico esempio la fotografia di Fig. 13 in cui si osservano gli effetti di un modellamento di tipo fluviale su un piano interessato da craterizzazioni: si noti la strana struttura cupoiforme all'interno del cratere principale.

Strutture di tipo tettonico sono frequenti sia come conseguenza di violenti impatti meteorici sia come risultati di una vera e propria tettonica a livello planetario. Il più impressionante esempio a testimonianza di una tale tettonica è costituito dalla cosiddetta "Vallis Marineris", una spaccatura che solca incidendola profondamente la superficie del pianeta per più di 1000 km e sulla quale dovremmo soffermarci più in dettaglio nel seguito.

Accanto a queste strutture tettoniche Marte mostra evidenza per un violento vulcanismo, con edifici vulcanici che non hanno eguali in tutto il sistema solare conosciuto. Il più imponente vulcano ("Olympus Mons") ha dimensioni trasverse che superano i 600 km e raggiunge un'altezza sulla superficie del pianeta di ben 26 km (cfr. fig. 17 in Greeley 1977). La presenza di vaste zone scarsamente craterizzate suggerisce, come nel caso di Mercurio e della Luna, l'esistenza di estesi ricopimenti che, nel caso di Marte, potrebbero anche essere stati generati dall'azione dell'acqua o conseguenza delle tempeste di sabbia che su tale pianeta sappiamo imperversare saltuariamente.

In corrispondenza di edifici vulcanici si hanno chiare evidenze per estesi lava tubes e per cavità di origine vulcanica. In Fig. 14 è riportata una veduta di "Arsia Mons" un edificio vulcanico che raggiunge i 19 km di altezza e le cui dimensioni trasverse superano i 100 km: oltre a tutta una serie di fratture sono visibili nell'angolo in alto a destra della foto tre lava tube che appaiono sbucare dallo scudo lavico che circonda il cratere. A monte del rilievo centrale è individuabile un breve tratto di un altro canale: potrebbe trattarsi di un parziale sfondamento della volta del lava tube che alimenta il canale terminale osservato. In questa ipotesi sarebbe evidente l'esistenza di vere e proprie grotte laviche, d'altronde suggerite da tutta la morfologia osservata.

Uno studio dettagliato delle caratteristiche morfologiche superficiali lascia sospettare la presenza di cavità di origine più propriamente paracarsica. L'evidenza e le caratteristiche degli smottamenti lungo le scarpate di "Vallis Marineris" (Fig. 15) sono state recentemente interpretate in termini di "permafrost", cioè dell'esistenza nell'immediato sottosuolo di depositi di ghiaccio che sotto opportune condizioni (per es. calore vulcanico) possono ripassare alla fase liquida generando flussi fluidi sotto la spinta degli strati sovrastanti (Blanchi e Flamini 1978). Una buona evidenza per l'esistenza di simili fenomeni è riportata in Fig. 16 dove è evidente una struttura crollata dalla quale si è originata una massa fluida che ha modellato il terreno a sinistra della foto. La fusione del permafrost nel sottosuolo marziano renderebbe quindi efficiente un meccanismo di tipo pseudo carsico in grado di generare cavità anche di notevole sviluppo.

Pur in assenza di una esplorazione diretta, esistono alcuni consistenti indizi che possono confortare tale ipotesi. Sugli altipiani in prossimità delle scarpate di Vallis Marineris sono talvolta evidenti, oltre ai già citati fenomeni di smottamento, caratteristiche incisioni pseudo fluviali (cfr. fig. 15) che risultano a prima vista incomprensibili per l'assenza di ogni traccia degli affluenti superficiali che tali incisioni dovrebbero produrre.

Se si accetta l'esistenza di permafrost nel sottosuolo marziano, si possono attribuire le incisioni surriportate all'efficienza di canali sotterranei di drenaggio lungo linee di fusione del permafrost, canali sui quali, in prossimità della superficie, si possono impostare strutture di crollo che assumerebbero le forme riportate. Il sottosuolo

marziano potrebbe così essere sede di fenomeni pseudocarsici dei quali non è peraltro agevole valutare la reale entità.

CONCLUSIONI

Il quadro che siamo andati delineando mostra come fenomeni di tipo speleologico interessino la superficie di molti pianeti e satelliti di tipo terrestre. Lo studio comparato di tali fenomeni può essere in grado di farci comprendere in quale maniera tali fenomeni vengano a dipendere dalle condizioni dell'ambiente circostante nel quale si sviluppano. I dati fondamentali per tale ricerca sono quelli riportati nella Tab. 1. Non è d'altronde difficile avanzare tutta una serie di considerazioni preliminari e di ipotesi di lavoro. Si noti ad esempio la grande differenza tra Mercurio e Marte pur a parità di gravità superficiale. Si noti poi la generale diffusione dei fenomeni vulcanici pur nella estrema variabilità delle manifestazioni.

La formazione di canali lavici e di cavità di scorrimento lavico è caratterizzata da vari fattori come è stato messo bene in evidenza da Wood (1977):

- portata
- velocità di scorrimento:
 - viscosità
 - pendenza
 - gravità
- velocità di raffreddamento

Polchè alcuni di questi parametri possono variare sensibilmente nei diversi corpi planetari considerati, anche le caratteristiche dimensionali delle strutture descritte nel presente lavoro risultano molto differenti dalle analoghe osservate sulla Terra. In particolare la ridotta gravità e l'assenza di un'atmosfera relativamente densa (e quindi in grado di smaltire in tempi brevi quantità non trascurabili di calore) hanno consentito la formazione di canali di lunghezza eccezionale negli ambienti extraterrestri qui considerati.

Non potendo attualmente migliorare la conoscenza del fenomeno mediante l'osservazione diretta non rimane che approfondire lo studio, per esempio elaborando delle equazioni che descrivano, in funzione di grandezze note o misurabili, le strutture osservate e descritte. Una simile operazione non va considerata alla stregua di un gioco matematico (anche complicato) ma essa ha lo scopo di mettere a punto una teoria che spieghi la genesi delle strutture prima descritte con un'approssimazione accettabile.

Alcuni tentativi in questo senso sono stati fatti recentemente da Harter (1976). Tuttavia i risultati non sembrano ancora essere pienamente soddisfacenti ed appare pertanto opportuno procedere alla ricerca di un algoritmo più "descrittivo" dei fenomeni.

Le informazioni che stiamo aspettando dalle sonde recentemente lanciate verso Venere potranno forse contribuire ad organizzare le osservazioni di cui disponiamo in un quadro coerente del quale, al momento, ci sfuggono tanti dettagli.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il prof. M. Fulchignoni e i dr. M. Coradini e M. Poscolieri per la cortese assistenza e la preziosa collaborazione durante la preparazione di questo lavoro.

TABELLA 1

Proprietà dei pianeti di tipo terrestre

Ordine dal sole	Nome	Massa (Terra = 1)	Grav. sup. (Terra = 1)	Press. atm. (millibar)	Temp. K	Crateri	Lava	Edifici vulcanici
1	Mercurio	0,055	0,38	0	—	SI	SI?	NO?
2	Venere	0,816		(tracce He)				
2	Venere	0,0816	0,89	$9 \cdot 10^5$ (CO ₂)	700	SI?	?	SI?
3	Terra	1,000	1,000	1000 (N ₂ + O ₂)	293	(SI)	SI	SI
3a	Luna	0,0123	0,165	0	—	SI	SI	SI
4	Marte	0,11	0,38	6 (CO ₂)	— 173	SI	SI	SI
4a	Phobos				—	SI	NO	NO
4b	Deimos		Trascurabili		—	SI	NO	NO

BIBLIOGRAFIA

- ANELLI F., 1973 - *Il geografo sulla Luna*. Realtà Nuova, Milano, 4.
- BIANCHE R., FLAMINI E., 1978 - *Permafrost su Marte*. Mem. Soc. Astron. Ital. (in corso di pubblicazione).
- GREELEY R., 1976 - *Terrestrial analogs to Lunar Sinuous Rilles*. Proc. Int. Symp. Vulcanospeleology and Extraterrestrial Appl., White Salmon, Washington 1972; Western Spel. Survey & Natl. Spel. Soc., Seattle: 85.
- GREELEY R., 1977 - *Lava Tubes on Other Planets*. Atti Sem. Grotte Laviche, Catania 1975: 181/191.
- HARTER J. W. III, 1976 - *Mathematical Analysis of Some Lava Tube Mechanics*. Proc. Int. Symp. Vulcanospeleology and Extraterrestrial Appl., White Salmon, Washington 1972; Western Spel. Survey & Natl. Spel. Soc., Seattle: 70/73.
- LEOVY L. J., 1977 - *L'atmosfera di Marte*. Le Scienze, 111: 32/42.
- KOSOFKY L. J., EL-BAZ F., 1970 - *The Moon as Viewed by Lunar Orbiter*. NASA, Washington, D.C.
- SAUNDERS R.S., MALIN M.C., 1976 - *Venus: Geologic Analysis of Rader Images*. Proc. Int. Coll. Planetary Geology, Rome, 1975; Geol. Romana, 15: 507/515.
- WOOD C., 1977 - *Factors Contributing to the Genesis of Caves in Lava*. Atti Sem. Grotte Laviche, Catania 1975: 101/113.

Paolo Forti e Stefano Querzè

I LIVELLI NERI DELLE CONCREZIONI ALABASTRINE NELLA GROTTA NOVELLA
(SAN LAZZARO DI SAVENA - BOLOGNA)

RIASSUNTO

Nella Grotta Novella, all'interno di una vena alabastrina, sono stati notati tre distinti livelli neri di spessore medio inferiore al decimo di millimetro, che rappresentavano anche livelli di discontinuità nella deposizione di carbonato di calcio nella vena medesima.

L'analisi chimico-fisica di tali livelli ha evidenziato la presenza di una notevole concentrazione di Manganese, elemento praticamente assente dalle rocce in cui la cavità si apre.

Vengono quindi presentate e discusse due ipotesi genetiche per tali bande.

ABSTRACT

Inside a large calcite drapery in the Novella Cave there are three black layers, whose average thickness is less than 0.1 mm; the layers are also discontinuities in calcium carbonate deposition.

The chemical-physical analysis of these layers showed the presence of an high concentration of Manganese, even though it is almost absent in the rock in which the cave is carved.

Two hypotheses on the genesis of this phenomenon are here presented.

INTRODUZIONE

All'interno della Grotta Novella (287 E/Bo), che si apre nei gessi del messiniano di S. Lazzaro di Savena, si trova certo la più singolare e bella concrezione calcarea di tutte le grotte del bolognese.

Tale concrezione è una lama alabastrina alta oltre 14 metri e profonda 2, che si innalza completamente isolata al centro di un perfetto fusoide di circa 18 metri di altezza (v. fig. 1).

La singolarità di questa lama, sulla cui genesi si è a lungo disquisito al Seminario di Speleogenesi di Varenna (Bertolani, 1972), è accresciuta dal fatto che al suo interno possono esser notati, a causa di rotture dovute sia a caduta accidentale di massi sia all'azione di vandali, dei livelli di discontinuità nel concrezionamento, in concomitanza a livelli di color nero, che contrastano in maniera netta col colore rossiccio-marron dell'alabastro della lama medesima.

La presenza delle discontinuità nel concrezionamento e la marcata variazione cromatica delle stesse, ci induceva a compiere analisi chimico-fisiche dei livelli neri, per appurarne la composizione.

Nel presente lavoro accanto ai risultati sperimentali di una tale analisi vengono anche riportate alcune ipotesi sulle possibili origini dei livelli in questione.

OSSERVAZIONI SPERIMENTALI

I livelli neri osservati sono 3, di cui il primo molto superficiale e in alcuni punti quasi emergente, ma molto minore in potenza degli altri due. Il secondo e il terzo livello (v. fig. 2) risultano esser molto più interni, da 0,5 a 1,5 centimetri dalla superficie esterna della concrezione e sono molto vicini tra loro (massimo 2 millimetri di distanza) ed hanno uno spessore medio oscillante attorno al decimo di millimetro.

La frattura per percussione dei mammelloni della lama avviene praticamente sempre lungo un livello nero, con conseguente scoprimiento di quest'ultimo. Inoltre si osserva che alla base del livello vi è una netta discontinuità, che funge da livello di rottura, mentre al tetto dello stesso vi è un passaggio più graduale al CaCO₃ normale che costituisce la lama.

In conseguenza di ciò quando si rompe la concrezione il livello nero rimane nella maggior parte dei casi attaccato alla parte stratigraficamente più alta della concrezione.

Una volta che una parte di un livello nero sia esposta, l'acqua di stillicidio, presente per tutto l'arco dell'anno, cadendovi sopra con una certa violenza tende a dilavarlo.

L'aspetto dello strato nero, come si presenta a frattura fresca, denota l'asimmetria del livello medesimo (v. Fig. 3), nonché il suo aspetto di deposito terroso scarsamente coerente. L'asimmetria è evidentemente dovuta al fatto che, una volta completata la deposizione del livello, questo, nelle zone esposte a stillicidio, è stato parzialmente dilavato dall'acqua prima che la deposizione del carbonato di calcio potesse proteggerlo.

Per le analisi di laboratorio si è asportato un campione della lama (trovato già rotto) del peso di circa 15 kg. La necessità di disporre di un grosso campione di partenza derivava dal fatto che per le analisi si doveva disporre di una certa quantità di materiale, proveniente dai livelli neri, il più puro possibile.

Una prima osservazione effettuata col microscopio ottico portava ad escludere che i livelli neri potessero essere dei depositi carboniosi, di cui non avevano affatto le caratteristiche strutturali.

Questo fatto veniva comunque in seguito dimostrato con una analisi ponderale, mediante combustione del residuo dopo l'asportazione dei carbonati: tale analisi mostrava infatti come il carbonio poteva essere eventualmente presente solamente in tracce nel campione analizzato.

L'analisi ai raggi x delle polveri mostrò oltre ad una grossa banda irrisolta, denotante materiale allo stato colloidale, solo picchi della calcite e del quarzo.

L'analisi per fluorescenza ai raggi x permise invece di evidenziare la presenza nelle polveri: provenienti dagli strati neri di Ferro e Manganese.

Con questi dati di partenza si è proceduti ad analizzare chimicamente il campione: l'esiguità del campione medesimo (meno di 40 mg in totale) a disposizione, comunque, impedì l'effettuazione di una ricerca quantitativa di tutti gli elementi, per cui ci si limitò a scegliere elementi o gruppi di cui si conosceva la presenza nel campione in esame.

I risultati dell'analisi chimica quantitativa sono riportati in tabella 1.

Tab. 1 - Composizione percentuale della polvere proveniente dal 2° livello nero della lama della Grotta Novella

Mn sol. in HNO ₃ espresso in Mn ₂ O ₃	24.22
Mn insol. in HNO ₃ espresso come MnO ₂	1.08
Ferro come Fe ₂ O ₃	2.69
Calcio come CaO	6.23
Carbonati come CO ₂	7.93
Silice come SiO ₂	26.89
Totale	69.04

DISCUSSIONE

Sia l'esperienza sperimentale in situazioni sia le prove fatte sul campione asportato hanno dimostrato la facilità di frattura dei mammelloni della lama lungo i livelli neri; questo, assieme al fatto che tali livelli sono notevolmente più erodibili dall'acqua che il resto della concrezione a causa della loro minor coerenza, sta chiaramente ad indicare che i periodi in cui è avvenuta la loro sedimentazione non erano periodi di concrezionamento intenso, altrimenti il carbonato di calcio avrebbe, con la sua simultanea deposizione, cementato e reso coerente il tutto.

Questa ipotesi è avvalorata dal fatto che l'analisi chimica ha rivelato una presenza minima (attorno al 10%) di CaCO_3 nelle polveri provenienti dai livelli neri.

Tale percentuale poi deve ritenersi un limite massimo dato che, con ogni probabilità, nel campionamento delle polveri nere si è anche intaccato il livello limitrofo, composto per oltre il 95-99% di carbonato di calcio.

Le emergenze sperimentali sono quindi tutte concordi nell'indicare come periodi di discontinuità nel concrezionamento i periodi di deposizione dei livelli neri.

Dal punto di vista chimico il fatto più peculiare è la forte presenza (25,3%) di ossidi di Manganese presenti in questi livelli semi-coerenti.

Nella zona della grotta infatti sono presenti solo formazioni evaporitiche gessose, che non contengono il manganese se non in tracce irrilevanti, e interstrati argillosi il cui contenuto in manganese è estremamente basso, dell'ordine dello 0,08% espresso come MnO (Bertolani, 1965).

Di conseguenza è del tutto improbabile che una così elevata concentrazione di Manganese, limitata a zone molto ristrette della concrezione, possa provenire dalle rocce sovrastanti.

L'unica possibile fonte per il manganese risulta quindi essere lo strato di humus che ricopre la formazione gessosa in cui la grotta Novella si apre.

È noto infatti che alcune piante, tra cui per esempio conifere e ginestre, presentano la caratteristica di concentrare il manganese nei loro tessuti.

Naturalmente il manganese così immagazzinato può venir nuovamente mobilizzato, anche in concentrazioni elevate, in condizioni particolari, quali per esempio la decomposizione delle piante che lo hanno accumulato.

Il comportamento chimico del manganese è assai complesso e una sua trattazione anche superficiale esula dagli scopi del presente lavoro; ricorderemo solamente qui quegli elementi generali della sua chimica che ci permettono di discutere della sua mobilizzazione e successiva deposizione.

Il manganese esiste nei suoli in diverse valenze (+2, +3, +4): la sua solubilità è inversamente proporzionale alla valenza e al pH dell'ambiente.

Di conseguenza un ambiente acido e riducente favorisce la solubilizzazione del Manganese e viceversa un ambiente ossidante e basico ne favorisce la precipitazione.

Prima di passare ad ipotizzare le condizioni ambientali favorevoli alla formazione di livelli di manganese, riteniamo utile rammentare che nel caso di deposizione di carbonato di calcio all'interno di grotte gessose prive di copertura più o meno calcarea, quale è appunto il caso della Grotta Novella, l'unico fattore che ne determina l'insorgenza è la quantità di CO_2 presente nelle acque ipogee, e quindi in ultima analisi la quantità di questo gas disciolto nel passaggio nell'atmosfera e nel suolo.

Tenendo presente tutti questi fattori, emergono alcune considerazioni sugli agenti che hanno portato alla formazione di questi livelli neri.

Infatti il periodo di tempo durante il quale si è avuta questa particolare sedimentazione deve soddisfare le seguenti condizioni:

- 1) Notevole accumulo di manganese da parte della vegetazione
- 2) Rapida mobilizzazione del manganese a partire da un dato momento
- 3) Scarsa circolazione idrica nella cavità

Il primo punto richiede in pratica un forte sviluppo della vegetazione prima del periodo di sedimentazione del manganese; ciò è necessario per permettere un accumulo sufficiente di manganese da depositare susseguentemente.

A questo proposito non è necessario ipotizzare una situazione diversa dall'attuale, dato che nelle doline del bolognese vi è una fiorente vegetazione, favorita dal microclima carsico, che, essendo del tipo della macchia mediterranea, comprende specie capaci di fissare il manganese.

Il secondo punto richiede in pratica una rapida distruzione della vegetazione esistente, cosicché il manganese accumulato possa divenir di colpo tutto disponibile.

Il terzo fattore, pur non essendo teoricamente strettamente necessario alla deposizione del manganese, dato che questa potrebbe esser in teoria anche avvenuta in condizioni idriche normali, sembra esser chiaramente indicata dal fatto che una circolazione idrica del tipo dell'attuale, come abbiamo già detto precedentemente, tende ad erodere i sedimenti manganeseiferi qualora questi siano accidentalmente scoperti.

A favore di questa condizione c'è poi anche la considerazione che una intensa circolazione idrica porterebbe come conseguenza un ambiente meno fortemente ossidante e quindi una condizione meno favorevole alla deposizione degli ossidi di manganese.

Dalla seconda condizione, poi, ne deriva logicamente una quarta, e cioè: un periodo di assenza o di scarsità di vegetazione.

Questa condizione è del tutto in accordo con le emergenze sperimentali: infatti essendo il pH delle acque sotterranee ed il loro contenuto in CO_2 strettamente legato alla vegetazione soprastante, solamente una vegetazione molto scarsa o del tutto assente poteva produrre valori di pH neutri o basici, favorevoli alla deposizione del manganese, e contemporaneamente concentrazioni di anidride carbonica disciolta molto basse, tali da impedire la sedimentazione del carbonato di calcio in ambiente gessoso.

CONCLUSIONI

Tenendo conto dei fattori sopraelencati, possono esser avanzate due ipotesi sulla genesi dei livelli neri:

- 1) Passaggio da un clima temperato ad un clima arido
- 2) Distruzione della vegetazione a seguito di un evento catastrofico (incendio)

Per produrre, infatti, gli effetti notati si sarebbe dovuto instaurare un periodo arido, che avrebbe causato la diminuzione parziale o totale della vegetazione e scarse precipitazioni.

A questa interpretazione però si oppongono varie considerazioni: prima di tutto le deposizioni di questi livelli sembrano esser stati episodi abbastanza brevi (comparabili agli altri livelli di deposizione del carbonato di calcio), anche se nulla di certo può esser detto a questo proposito.

Inoltre essi sono stati depositi con continuità sui livelli alabastrini e non vi sono tracce di decalcificazione o di dissoluzione dei livelli sottostanti, fenomeni molto probabili se la concrezione avesse attraversato periodi di centinaia o migliaia di anni senza accrescimento; infine l'ultimo livello nero, il più sottile, si trova a circa un millimetro dalla superficie della concrezione, tuttora attiva, e deve quindi trattarsi di un episodio molto recente.

In definitiva quindi ci sembra molto più ragionevole interpretare questi livelli alla luce della seconda ipotesi e cioè come la registrazione fossile di un evento catastrofico, quale noi riteniamo esser un incendio.

Una rapida distruzione della vegetazione ad opera del fuoco renderebbe infatti disponibile una relativamente grande quantità di manganese; contemporaneamente la mancanza temporanea di vegetazione innalzerebbe il pH e abbasserebbe la concentra-

Paolo Forti Maurizio Maragli

SULLA GENESI DELLE INFIORESCENZE GESSOSE SOPRA LE CONCREZIONI CALCITICHE DELLE GROTTI IN GESSO DEL BOLOGNESE

RIASSUNTO

Partendo da osservazioni sperimentali, condotte in varie grotte degli affioramenti gessosi attorno a Bologna, viene esposta una teoria in grado di spiegare la genesi delle infiorescenze gessose sopra le concrezioni calcitiche ed il loro concomitante accrescimento.

ABSTRACT

Starting from several experimental observations inside some gypsum caves around Bologna, a new theory for the growth of gypsum flowers over active calcite sinter in gypsum caves is presented.

INTRODUZIONE

Una delle caratteristiche peculiari delle grotte che si trovano negli affioramenti dei gessi messiniani attorno a Bologna e segnatamente nel territorio di S. Lazzaro di Savena sono le infiorescenze gessose.

Tali infiorescenze (Fig. 1) altro non sono che aggregati macrocristallini di $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ formati per cristallizzazione delle acque soprassature rispetto a questo sale.

Le infiorescenze gessose si possono trovare indifferentemente sia sulla matrice gessosa sia sulla matrice calcarea delle concrezioni alabastrine della grotta.

Ma, se per le prime la spiegazione della genesi è assai semplice ed immediata, altrettanto non si può dire per le seconde.

Infatti, mentre nel caso di infiorescenze impiantate su gesso, il normale processo di evaporazione dell'acqua è sufficiente a spiegarne la formazione, nell'altro caso invece, per la presenza del carbonato di calcio, le cose sono assai più complesse e richiedono uno studio più approfondito.

Infatti la presenza concomitante in equilibrio di due sali, quali il solfato e il carbonato di calcio, con diversissimi prodotti di solubilità, impone la ricerca di meccanismi evolutivi non così elementari come nel caso di infiorescenze gessose su gesso.

D'altro canto in questo caso non è assolutamente possibile ipotizzare un meccanismo genetico su fenomeni ossidoriduttivi e di scambio, come nel caso non infrequente della formazione di gesso nelle grotte calcaree, e questo perché non vi può essere presenza di solfuri e segnatamente di pirite all'interno delle concrezioni alabastrine delle grotte gessose.

Scopo del presente lavoro è appunto quello di dare una spiegazione teorica accettabile per la genesi delle infiorescenze gessose sopra le croste calcitiche nelle grotte del bolognese.

zione di CO_2 delle acque sotterranee, inibendo così la deposizione dei carbonati e favorendo quella del manganese.

Inoltre, mancando la vegetazione, non si avrebbe più il suo effetto di regolazione della circolazione idrica ipogea, per cui nella stagione secca (la sola in cui per ovvie ragioni può essersi sviluppato un incendio) si avrebbe ben poca acqua circolante all'interno della cavità.

Con la ripresa della vegetazione, le cose a poco a poco sarebbero tornate alla normalità: lentamente le acque sarebbero diventate più acide e il concrezionamento si sarebbe sostituito senza o quasi soluzione di continuità alla sedimentazione del manganese: questo concorda perfettamente col fatto osservato che la vera discontinuità è alla base dei livelli neri mentre al loro tetto si ha una situazione più sfumata.

Un'altra osservazione che convalida l'ipotesi dell'incendio piuttosto che la variazione climatica è quella che nella zona della Croara, del tutto limitrofa e confinante con quella del Farneto, in cui si apre la Grotta Novella, in nessuna grotta sono stati mai osservati livelli analoghi.

Concludendo possiamo dire che partendo dall'osservazione di una anomalia cromatica all'interno di una lama alabastrina, siamo riusciti a risalire alle probabili cause che ne hanno portato la genesi.

Proprio tali cause, però, non ci permettono, come invece in molti altri casi, di sfruttare i livelli manganiferi quali elementi per risalire alla cronologia della grotta e della zona interessata alla medesima.

Ringraziamenti: gli autori ringraziano per la collaborazione prestata il signor Filippo Ranuzzi, la dottoressa Ornella Ferretti e il dottor Marco Giacomelli.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOLANI M., 1965 *Composizione degli interstrati argillosi nei gessi del Farneto [Bologna]*. Atti VI Conv. Spel. Em. Rom. Formigine: 73-78.
- BERTOLANI M., 1972 *Aspetti del fenomeno carsico nei gessi* Atti Sem. Speleogenesi Varenna, Le Grotte d'Italia s.4 vol. IV: 199-218.
- BRICKER O., 1965 *Some stability relations in the System Mn-O₂-H₂O and one atmosphere total pressure* The Amer. Mineral. vol. 50: 1296-1353.
- DUCHAUFOUR P., 1970 *Précis de Pedologie* Masson et Cie Parigi.

Illustrazioni

Fig. 1 - Il pozzo della lama all'interno della Grotta Novella (S. Lazzaro di Savena - Bologna). (Foto L. Donini-U.S.B.)

Fig. 2 - Sezione di un mammellone della lama alabastrina della grotta Novella: sono visibili chiaramente i due livelli più interni, mentre il più esterno è assai meno marcato.

Fig. 3 - Aspetto dello strato nero più interno a frattura fresca: si noti l'asimmetria del deposito dovuta a susseguente dilavamento.

Osservazioni sperimentali

Le infiorescenze gessose su alabastro sono state osservate in varie grotte del bolognese (Buco dei Buoi, Buco del Castello, Grotta degli Occhiali, etc.) tanto da poter essere quindi considerate un fenomeno usuale e non del tutto unico e legato a particolarissime condizioni ambientali.

Inoltre queste cristallizzazioni di gesso possono impiantarsi indifferentemente su ogni tipo di concrezione: infatti sono state notate infiorescenze gessose sia su stalattiti che su stalagmiti o su colate e addirittura su pisoliti (in questo ultimo caso le pisoliti avevano una parte che fuoriusciva dalla vaschetta nella quale si stavano accrescendo).

Sono state notate sia infiorescenze attive (in fase di accrescimento) su concrezioni fossili, sia infiorescenze fossili su concrezioni attive (in questo caso normalmente i cristalli di gesso si presentavano in condizioni di regresso per dissoluzione), sia casi in cui le infiorescenze e il supporto alabastrino erano ambedue in accrescimento.

In altri casi ancora, di cui il più classico è in fondo al Buco del Castello, si possono distinguere dei cicli di accrescimento della calcite e del gesso, che si sono susseguiti nel tempo, sovrapponendosi l'un l'altro (Fig. 2).

In tutte le infiorescenze gessose prese in esame, si può rilevare una netta predominanza di cristalli singoli, più o meno aggregati sotto forma di druse; molto subordinatamente si possono anche riscontrare alcuni tipi di geminati, di cui i più frequenti sono quelli secondo (100) e (101).

Inoltre è pressoché costante caratteristica delle infiorescenze gessose il più o meno marcato arrotondamento delle facce cristalline, che tende a far assumere al cristallo o al geminato la forma lenticolare, caratteristica delle forme ben più grandi e di diversa genesi dei noti campioni rinvenibili entro le intercalazioni argillose degli affioramenti gessosi del bolognese.

Nel caso delle infiorescenze l'arrotondamento ha origine per effetto del dilavamento temporaneo della superficie del cristallo ad opera di acqua insatura in solfato di calcio.

Passando a considerare le condizioni genetiche diremo subito che in tutte le grotte in cui sono state notate infiorescenze attive e su qualunque tipo di concrezione si accrescano, il fenomeno presenta sempre caratteristiche simili.

Innanzitutto le infiorescenze si rinvengono praticamente sempre o alla base di pozzi ascendenti o vicino a strettoie: in condizioni cioè in cui la circolazione dell'aria all'interno della cavità è migliore.

Questa interdipendenza della formazione delle infiorescenze con la circolazione dell'aria nella grotta è avvalorata dal fatto che le infiorescenze sono praticamente sempre allineate in direzione della corrente d'aria stessa, in modo da esserne direttamente investite.

Nel caso di infiorescenze gessose in accrescimento si è notato che le estremità di queste si trovavano in generale all'interno di una goccia d'acqua, che praticamente non si staccava mai dall'infiorescenza stessa o aveva tempi di distacco estremamente lunghi (superiori alle 3 ore).

In corrispondenza delle zone di formazione delle infiorescenze sono state fatte varie misurazioni di umidità relativa e queste hanno sempre mostrato (Tab. I) che l'ambiente non è saturo di vapor d'acqua.

DISCUSSIONE

Da quanto si è visto nel paragrafo precedente possiamo dire che perché avvenga la formazione di infiorescenze su alabastro sono necessarie tre condizioni fondamentali:

1) assenza di ioni CO_3^{2-} all'interno della soluzione considerata: cioè il fenomeno della deposizione del carbonato di calcio deve essere completamente terminato.

2) situazione igrometrica della cavità tale da permettere una sovrasaturazione rispetto al solfato di calcio, cosa che può verificarsi solo mediante evaporazione.

3) detta evaporazione deve interessare volumi molto piccoli di soluzione, per nulla o estremamente poco rinnovati.

La prima condizione è richiesta dal fatto che il valore della solubilità dei due sali interessati è tale che, in presenza di una sia pur minima quantità di ioni carbonato, si ha la precipitazione della calcite e non del gesso.

Infatti se consideriamo i prodotti di solubilità dei due sali troviamo, a 25°C , che per il gesso il valore è di $2,4 \cdot 10^{-5}$ e per la calcite è invece $4,7 \cdot 10^{-9}$, da cui possiamo facilmente derivare che prima che possa iniziare la precipitazione del CaSO_4 è necessario che il valore della concentrazione dello ione CO_3^{2-} sia diventato inferiore a 10^{-6} mol/litro.

Da ciò si deduce che prima deve essere avvenuta la pressoché totale precipitazione del carbonato di calcio e poi può avere inizio la precipitazione del solfato.

Questa condizione quindi sembrerebbe essere in netto contrasto con quanto l'esperienza ci dice: cioè che in molti casi si osserva accrescimento concomitante di una concrezione alabastrina e delle infiorescenze gessose impiantate sopra la stessa ad opera della medesima acqua.

La spiegazione di questo fatto ci verrà data dalla discussione della terza condizione.

La seconda condizione discende direttamente dal fatto che, mentre per il caso del carbonato di calcio è possibile ottenere una sovrasaturazione della soluzione anche senza una sia pur minima evaporazione della stessa, mediante il semplice rilascio di una certa quantità di anidride carbonica, nel caso del solfato di calcio invece la sovrasaturazione può essere ottenuta solamente mediante evaporazione.

In effetti, in linea puramente teorica, detta sovrasaturazione potrebbe esser causata anche da una variazione di temperatura, dato che l'effetto del raffreddamento sulla solubilità del gesso è dell'ordine dello 0,3% per ogni grado centigrado, ma nel caso attuale delle grotte bolognesi bisogna rilevare che la massima variazione annuale mediamente non è superiore ai 2 - 3 decimi di grado, di nessuna importanza pratica quindi per poter ottenere una sovrasaturazione sia pur minima.

Il fatto poi, che abbiamo segnalato nel paragrafo precedente, che pressoché la totalità delle infiorescenze si trovano in condizioni di ventilazione particolarmente accentuate e siano orientate nel verso della corrente d'aria, sta a dimostrare come sia necessario alla formazione delle infiorescenze, la concomitanza dei fattori che favoriscono l'instaurarsi di sovrasaturazione per evaporazione.

La terza condizione è di importanza fondamentale, perché è quella che permette che avvenga contemporaneamente l'accrescimento della concrezione e delle infiorescenze.

Nella parte sperimentale si è detto che nel caso di infiorescenze gessose attive la sommità di queste è all'interno di una goccia d'acqua che non si stacca mai.

Il volume d'acqua interessato al fenomeno della deposizione del gesso è quindi solo quello della goccia in esame, quindi molto piccolo in confronto alla totalità del velo d'acqua che scorre normalmente sulle concrezioni attive.

Dato che poi la perdita d'acqua da parte della goccia può avvenire solo per evaporazione, conseguentemente l'apporto di soluzione fresca avverrà con una velocità molto ridotta e per capillarità.

Infatti varie prove condotte su alcune infiorescenze attive, ponendo alla base dell'infiorescenza un cristallino di colorante (permanganato di potassio) hanno mostrato che, mentre tutta la concrezione si colorava in pochi secondi (15 - 20), la goccia alla cima dell'infiorescenza stessa veniva colorata in un tempo variabile a seconda dei casi, ma che oscillava sempre fra 30 e 60 minuti primi.

Proprio questa velocità diversa di rinnovamento è alla base e fornisce la spiegazione della differenza dei depositi lasciati dall'acqua.

Infatti, lungo le concrezioni, il rapido flusso del velo d'acqua che lo ricopre fa sì che

Alfredo Bini Giulio Cappa

non si possa avere sovrassaturazione rispetto al solfato di calcio, e permette quindi solo la deposizione del carbonato di calcio, mano a mano che viene liberata dall'anidride carbonica.

Il lungo tempo che invece è necessario a minime quantità di acqua per giungere alla sommità delle infiorescenze fa sì che praticamente tutta l'anidride carbonica sia stata già liberata in precedenza e quindi non vi possa più essere precipitazione di calcite, mentre per contro la goccia d'acqua è sottoposta ad un fenomeno di evaporazione sufficiente per permettere la sovrassaturazione del sistema rispetto al gesso.

In pratica quindi si ottengono dei microsistemi che pure derivando dalla stessa acqua di partenza differiscono da questa nettamente per la composizione chimica e quindi per i prodotti cui danno luogo.

A convalida ulteriore di questo meccanismo genetico proposto è il fatto che molto spesso il peduncolo con cui le infiorescenze risultano essere fissate alle concrezioni è più o meno ricoperto di calcite, il che conferma la teoria che l'acqua, prima di giungere alla sommità dell'infiorescenza perde, per il possibile, della CO_2 con conseguente precipitazione di calcite, che appunto si deposita lungo la parte iniziale dell'infiorescenza.

Schematicamente il meccanismo genetico per le infiorescenze gessose su alabastro è rappresentato in Fig. 3 nel caso di una stalagmite; ovviamente però tale meccanismo può essere applicato altrettanto bene ad ogni altro tipo di concrezione e questo spiega perché in effetti le infiorescenze si trovino indifferentemente su ogni tipo di concrezione.

CONCLUSIONI

Nella teoria presentata abbiamo visto come il parametro discriminante per la precipitazione di calcite o di gesso sia la velocità di supporto di acqua: in effetti nel caso di abbondanti piogge o nel periodo del disgelo, quando il flusso dell'acqua in alcune grotte varia di un fattore 10^3 si è notato che le gocce sul culmine delle infiorescenze non restano più fisse, ma si staccano anche con notevole frequenza.

Questo notevole apporto di acqua, che è giunta alle infiorescenze rapidamente, senza aver raggiunto preventivamente un equilibrio con la roccia gessosa attraversata, fa sì che si abbia una parziale ridissoluzione dei cristalli di gesso che compongono l'infiorescenza, con conseguente leggero arrotondamento delle facce, come è stato notato nei paragrafi precedenti.

Normalmente questo fenomeno della ridissoluzione ha una durata limitata nel tempo, ristretta appunto al periodo del disgelo, però questo fenomeno ci permette di accennare ad una spiegazione del fenomeno verificatosi, come già detto all'inizio, all'interno della grotta del castello, ove si sono verificati cicli successivi di concrezionamento di calcite e di deposizione di gesso.

In quel caso bisogna con ogni probabilità ipotizzare una alternanza di lunghi periodi (dell'ordine di centinaia o migliaia di anni) di notevolissimo apporto idrico (deposizione di calcite) ad altri di relativa siccità (deposizione del gesso).

Si ritiene che uno studio approfondito di questo particolare caso di ciclicità potrebbe fornire non solo importanti dati sulla evoluzione speleogenetica della particolare grotta in cui ha sede, ma anche con tutta probabilità potrebbe anche dare interessanti indicazioni paleoclimatiche per tutta la zona dei gessi bolognesi.

OSSERVAZIONI SU ALCUNI "CIOTTOLI DI FANGO" (MUD-BALLS) TROVATI IN GROTTI COMASCHE. (Lavoro svolto in collaborazione con lo Speleo Club i Protei di Milano)

RIASSUNTO

Vengono descritte le caratteristiche strutturali e di giacitura di due tipi di "ciottoli di fango" rinvenuti in Grotte lombarde.

Dopo aver premesso un quadro delle attuali conoscenze sui "ciottoli di fango", si esprimono alcune ipotesi genetiche per le forme osservate.

SUMMARY

The authors describe the characteristics of the structure and the position of two types of "mud-balls" which they have found out in caves of Lombardy. Having premised a general review of present knowledge on "mud-balls", they propose some hypotheses on genetical and developmental processes for the "mud-balls" described.

Nel corso delle nostre ricerche sulla geomorfologia delle principali cavità comasche, ci siamo interessati anche a forme di dettaglio particolari. Tra queste vi sono i "ciottoli di fango" (Mud-balls) che abbiamo riscontrato solo in due cavità (Buco della Volpe 2210 Lo Co e Grotta dell'Alpe Madrona 2281 Lo Co).

Le pubblicazioni sui "ciottoli di fango" in grotta sono scarse, mentre più numerose sono quelle sui "ciottoli di fango" trovati all'esterno. Perciò prima di riportare le nostre osservazioni e le nostre ipotesi genetiche riteniamo utile riassumere velocemente i principali lavori sull'argomento.

OSSERVAZIONI DEGLI AUTORI PRECEDENTI

Secondo Gardner (1908) e Patton (1922) la formazione dei "ciottoli di fango" è dovuta alla precipitazione intorno ad un nucleo di particole di argilla; i ciottoli si accrescerebbero ed acquisterebbero una forma sferica per rotolamento.

Bell (1940), Leney e Leney (1957), Kugler e Saunders (1959) e Pettijohn (1957) descrivono "ciottoli di fango" coperti da ciottoli di roccia (armored mud-balls, armored till-balls, armored clay-balls) dovuti al distacco di frammenti di depositi argillosi, lungo corsi d'acqua, che rotolando nella corrente inglobano ciottoli rocciosi.

Haas (1927) descrive forme simili, ma non armate di ciottoli, che rotolando assumono la forma sferica.

Per quanto riguarda le forme ipogee: Kasting e Queen (1973) ipotizzano una qualche azione da parte di batteri nel fissare i sedimenti nei "ciottoli di fango", che chiamano "skullites". Tali "ciottoli" sono formati da silt e sabbia in strati concentrici ed hanno un diametro di 10 + 20 mm.

Salvayre (1974) descrive "ciottoli" che chiama "galets mous", costituiti da latte di monte contenente particole di sabbia e circondati da uno strato argillo-sabbioso. Sono di forma ovale, più o meno appiattiti, con 10 + 20 cm di diametro. Sono localizzati in gallerie lungo una galleria verticale formata da una successione di pozzi. Secondo

L'autore sono dovuti al distacco di frammenti di un crostone di calcite e sabbia, la cui matrice calcitica sarebbe poi evoluta in latte di monte.

Charrier (1960) descrive alcuni "ciottoli di fango" (billes d'argile) piuttosto particolari. Si tratta di "ciottoli" molli, di 4 + 20 mm di diametro e quasi perfettamente sferici. Possono essere liberi o alloggiati in un piccolo cratere sul fondo del quale si diparte un canalicolo, concrezionato all'interno, che attraversa tutto il sedimento (sabbia + illite), arrestandosi all'interno di uno strato profondo più duro (sabbia + illite + concrezione) cavernoso.

Si osservano tutti i gradi di passaggio da piccolo mamellone che man mano si individua, ai "ciottoli" sferici liberi. In sezione si presentano asimmetrici con, in superficie, la stessa stratificazione del deposito originario; approfondendosi, gli strati da orizzontali si fanno sempre più incurvati sino a circondare quasi un nodulo apparentemente non stratificato. L'autore spiega la formazione di questi ciottoli ipotizzando una liberazione di gas all'interno del deposito in corrispondenza dei periodi di piena. Il gas salendo formerebbe il canalicolo e staccerebbe gli strati superficiali del deposito che, rimaneggiati dal disseccamento successivo, formerebbero poi i "ciottoli".

Da ultimo Peck (1977) descrive un tipo di "ciottolo di fango" molto simile ad una delle nostre osservazioni (Buco della Volpe).

Si tratta di sfere di diametro variabile dal 10 al 40 mm, composte da silt, sabbia, granuli di quarzo ed argilla. Il tutto "vagamente" disposto in strati concentrici; non è presente alcun tipo di nucleo.

L'autore passa in rassegna le osservazioni e le ipotesi genetiche degli autori precedenti senza trovare corrispondenza con le sue osservazioni; non fornisce quindi alcuna ipotesi, limitandosi a descrivere i fatti.

I "CIOTTOLI DI FANGO" DEL BUCO DELLA VOLPE 2210 Lo Co

I "ciottoli di fango" da noi trovati nel Buco della Volpe e nella Grotta dell'Alpe Madrona sono differenti.

Nel Buco della Volpe sono presenti nella galleria che porta al "sifone Renzo" (fig. 1). Tale galleria viene interessata da un notevole flusso idrico solo in eccezionali periodi di piena o quando viene chiusa la diga (punto 10 della fig. 1) dell'acquedotto. (La diga si trova in una galleria approssimativamente parallela alla precedente; quando essa viene chiusa, l'acqua sale nei sistemi sconosciuti retrostanti ed allaga completamente la galleria per il "sifone Renzo" (Banti, Bini 1975).

I "ciottoli di fango" si trovano in una piccola depressione del pavimento, addossata ad una parete (fig. 2) in una parte sopraelevata rispetto al resto della galleria. Non restano perciò sommerse a lungo e dopo le piene è probabile che rimanga solo una piccola pozza d'acqua nella depressione. I "ciottoli di fango" si presentano semiinfossati nel sedimento di fondo circostante, non molto numerosi e ben separati gli uni dagli altri (fig. 2); di forma arrotondata, sin quasi alla sfera, con diametro massimo di 4 cm.

In sezione mostrano una struttura a strati concentrici più o meno evidente; alcuni hanno all'interno un ciottolo di roccia o un aggregato di sabbia grossolana, fine e silt, oppure un frammento di argilla (fig. 3) non sempre in posizione centrata. Alcuni ciottoli di roccia sono calcarei parzialmente decalcificati, altri sono esotici e si presentano con superficie netta e lucente. La matrice dei "ciottoli di fango" è costituita da argilla, silt, sabbia fine e granuli di quarzo.

Questi "ciottoli" sono quindi molto simili a quelli descritti da Peck (1977) ed allo stesso modo non sono ascrivibili facilmente ad alcuna ipotesi genetica sinora enunciata.

Potrebbero essere dovuti a deposizione, in acque calme, di argilla e silt intorno a nuclei, non necessariamente in movimento, costituiti da aggregati di sabbia o piccoli ciottoli di roccia o frammenti di argilla. Durante i periodi di forte piena potrebbero rotolare un po', assumendo la forma tondeggiante.

I CIOTTOLI DI FANGO DELLA GROTTA DELL'ALPE MADRONA 2281 LO CO

Nella Grotta dell'Alpe Madrona i "ciottoli di fango" si trovano nella galleria laterale presso il fondo (-125 m). Questa galleria è sopraelevata rispetto al lago-sifone terminale di circa 5 m, si trova però sotto il livello di massima delle acque in piena e rimane, quindi, allagata ad opera di acque stagnanti od in lento movimento (Fig. 4). I "ciottoli di fango" si trovano principalmente su un ripiano laterale, alla base di un deposito argillo-limoso laminato. Hanno dimensioni variabili ma inferiori a 5 cm, sono molto numerosi, sciolti ed accavallati o semiinfossati nel deposito di fondo (Fig. 5). Hanno forme arrotondate ed appiattite o spigolose ed appena smussate; in sezione presentano una struttura laminare, rettilinea, indipendente dalla forma del "ciottolo" ed identica a quella del deposito sovrastante, ricoperta da un sottile (1 + 1.5 mm) strato di argilla e silt più scuro (Fig. 3).

Sono costituiti da argilla e silt senza nucleo in roccia.

La genesi di questi "ciottoli" è dovuta al distacco di frammenti di piccole dimensioni dal deposito di argilla e silt, sollecitato dalle varie fasi di secca e di piena, che vengono poi arrotondati dalle acque in lento movimento. Durante le fasi di piena viene depositato il sottile strato di argilla esterno.

La loro genesi è quindi simile a quella proposta da Haas (1927); se ne differenziano solo perché, non essendoci un flusso veloce di acqua, non rotolano e quindi non glungono ad assumere la forma sferica.

CONCLUSIONI

Dalle nostre osservazioni e dall'analisi della bibliografia appare evidente che esistono differenti tipi di "ciottoli di fango".

Data la scarsità di osservazioni sarebbero quindi necessarie altre segnalazioni prima di poter trattare un quadro sintetico di questa interessante morfologia argilloso-limoso-sabbiosa.

BIBLIOGRAFIA

- BANTI R., BINI A., 1975: Il Comune di Cernobbio insiste (breve storia del Pertugio della Volpe, 2210 Lo Co) Il Grottesco 37/38:13 - 25
BELL H.S., 1940: Armored mudballs Journ. Geol. 48:1 - 31
CHARRIER J., 1960: Billes d'argile dans la Grotte d'En Corner. Ann. Spéléol. 15 (2): 409-414
GARDNER J.H., 1908: The physical origin of certain concretions. Journ. Geol. 16: 452-458
HAAS W.H., 1927: Formation of clay balls Journ. Geol. 35: 150
KASTING E., QUEEN M., 1973: Skullites. Unusual new sedimentary formation discovered in Skull Cave. Nat. Spel. Soc. Bull. 35:29
KLUGER H.G., SAUNDERS J.B., 1959: Occurrence of armored mud balls in Trinidad, West Indies. Journ. Geol. 67: 563 - 565
LENEY G.W., LENEY A.T., 1957: Armored till balls in the Pleistocene outwash of Southeastern Michigan. Journ. Geol. 65: 105 - 106
PATTON L., 1922: In support of Gardner's theory of the origin of certain concretions. Journ. Geol. 30:700
PECK S.B., 1977: Naturally formed mudballs in an Iowa Cave. Nat. Spel. Soc. Bull. 39: 16 - 17
PETTIJOHN F.J., 1957: Sedimentary Rocks. Harper's Geoscience Series, New York

SALVAYRE H., 1974: Palettes de sable et galets mous. Act. XI Congr. Nat. Spéléol., Spelunca Mém. 8:95 - 98
VIEHMAN J., 1977: Essai de classification des formes souterraines des grottes. Act. 6° Congr. Int. Spéléol., Olomouc 1973, Vol. 3: 289 - 293
BINI, CAPPÀ: Osservazioni su Alcuni "ciottoli di fango" trovati in grotte comasche

DIDASCALIE DELLE FIGURE

Fig. 1: Rilievo del Buco della Volpe 2210 Lo Co. La freccia indica la posizione dei "ciottoli di fango". (1 = ingresso; 11 = sorgente; 10 = Diga; 16 = Sifone Renzo)

Fig. 2: I "ciottoli di fango" del Buco della Volpe.

Fig. 3: Sezione di alcuni "ciottoli di fango".

A, B, C.: "ciottoli" del Buco della Volpe con diversi tipi di nucleo: roccia, sabbia e argilla.
D: "ciottolo" della Grotta dell'Alpe Madrona.

Fig. 4: Rilievo della Grotta dell'Alpe Madrona 2280 Lo Co. Le frecce indicano la posizione dei "ciottoli di fango". (1 = ingresso; 9 = lago-sifone terminale)

Fig. 5: I "ciottoli di fango" nella galleria terminale dell'Alpe Madrona

GRUPPO GROTTA MILANO SEM-CAI

Alfredo Bini Giulio Cappa Alberto Pellegrini

OSSERVAZIONI SUI "PLASTICI" ARGILLO-LIMOSI PRESENTI IN ALCUNE GROTTA COMASCHE.

RIASSUNTO

Col termine "Plastico" si chiama, in Lombardia [Cigna 1959], l'insieme complesso di creste, solchi e piramidi presenti su alcuni depositi di argilla e di limo. Tali forme erano state sempre considerate di erosione da parte di acque correnti. Bull nel 1976 ha pubblicato un lavoro in cui dimostra che i plastici [dentritic surge marks] sono dovuti a fenomeni deformazionali in seguito ad imbibizione degli strati superficiali dei depositi argillosi da parte delle acque di piena. Abbiamo quindi riesaminato i plastici delle cavità comasche riconoscendo 5 tipi diversi di Plastico:

- plastici dentritici di tipo "dentritic surge marks": descritti da Bull;
- plastici di tipo "Grande plastico della Masera": che differiscono dal precedente per alcune particolarità, tali però da distinguerli come un tipo a parte;
- plastici da erosione: dovuti ad erosione durante il calo delle acque di piena;
- plastici a solchi e creste paralleli: dovuti al moto ondoso ed alle correnti;
- pseudo plastici da karren ipogei: dovuti ad uno strato di sedimenti che coprendo i karren ipogei, assume la forma a plastico.

SUMMARY

In Lombardy [Cigna, 1959] the word "plastico" [dentritic surge marks] means the whole complex of crests, grooves and cone-shaped appearing on some deposits of clay and silt. Such forms had always been considered as erosion from running waters. In 1976 Bull has published a study proving that dentritic surge marks are due to phenomena of deformation in consequence of imbibition of the outcrops of clayey deposits from flood surges.

We have hence re-examined the "plastici" of the cavities in the region of Como and discovered five different types of "plastico":

- dentritic surge mark type described by Bull;
- "plastici" of the "great plastic of the Masera" type which differ from the previous type for a few details, such however as to be considered as a separate type;
- "plastici" of erosion [erosional rills] due to erosion during the waning flood pulses of the waters;
- "plastici" of parallel grooves and crests due to wave-motion and to currents;
- "pseudoplastici" of karren hypogea, due to a stratum of deposits which takes the aspect of a plastic while covering the karren hypogea.

PREMESSA

Alcune tra le maggiori cavità comasche, come il Buco della Volpe 2210 Lo Co, il Complesso Carsico di Zelbio 2029 + 2037 Lo Co, la Grotta Masera 2213 Lo Co, la Zocca d'Ass 2212 Lo Co, sono particolarmente ricche di "plastici" di "argilla". Col Termine "Plastico", in uso ormai da tempo in Lombardia (Cigna, 1959; Bini, Vanin, 1974), si

designa l'insieme complesso di creste, solchi di dilavamento e piramidi di erosione (Anelli, 1958; Galvagni e Perna, 1953) presenti su alcuni depositi di argilla, limo e frazione fine in genere.

Il termine è nato per descrivere la forma superficiale di questi particolari depositi, simulanti i plastici che rappresentano carte topografiche a rilievo, perché aventi nell'insieme, almeno nei casi più appariscenti, l'aspetto di montagne in miniatura.

Per anni, nel Comasco, tali fenomeni sono stati oggetto solo di curiosità estetica; un preciso interesse per la loro natura è nata in seguito alla pubblicazione del lavoro di Bull (1976). Questo autore ha studiato alcuni plastici presenti in cavità inglesi ed ha constatato che, contrariamente all'opinione comune, essi non sono dovuti ad erosione da parte di acque correnti.

OSSERVAZIONI DI BULL

I plastici osservati da Bull (del tipo di quelli riportati nella fig. 1 A, B, C) si mostrano, in sezione, divisi in due parti: a) la parte più profonda costituita da sedimenti fini con laminazione piena; b) la parte superficiale costituita dallo stesso tipo di sedimenti ma con laminazione che segue fedelmente le creste e gli avvallamenti della superficie del plastico.

Gli studi di Bull hanno quindi messo in luce che tali plastici non sono dovuti, come ritenuto precedentemente, a fenomeni erosivi, altrimenti la laminazione piena sarebbe conservata (Fig. 1E), ma a fenomeni deformazionali.

Bull quindi distingue i "denticritic surge marks", appena descritti, dagli "erosional rills". Secondo l'autore questi ultimi si formano in sedimenti grossolani, instabili e con scarsa coesione; i primi invece in sedimenti fini stabili e con notevole coesione.

Sempre secondo l'autore, durante le fasi di piena - quando l'acqua copre tutti i sedimenti - una notevole quantità di acqua imbibisce gli strati superficiali dei sedimenti, rendendoli meno coesivi e più plastici. Si formano così, specie in fase di esaurimento, correnti di acqua di imbibizione e fenomeni di deformazione plastica che danno luogo agli avvallamenti denticritici. Contemporaneamente si ha deposizione di nuovi sedimenti, specie sulle creste, le quali si accentuano quindi più velocemente. Ripetute fasi di piena e di esaurimento portano alla formazione di plastici di notevole spessore.

L'angolo di incidenza del deposito determina la forma degli avvallamenti, che sono denticritici per angoli compresi tra 40° e 55° e rettilinei ("Straight surge marks") per angoli superiori.

Concludendo le osservazioni di Bull: i "denticritic (o straight) surge marks" sono funzione di:

- a) angolo di incidenza del deposito;
- b) numero di transgressioni e regressioni dell'acqua;
- c) granulometria del sedimento;
- d) contenuto in acqua del sedimento.

PLASTICI DELLE CAVITÀ COMASCHE

In seguito alla pubblicazione di tale lavoro, abbiamo intrapreso una analisi sistematica dei plastici presenti nelle grotte lombarde e, in particolare, della provincia di Como.

Abbiamo potuto constatare che con il nome generico di "plastici" gli speleologi comprendono numerose forme ben distinte le une dalle altre.

A) Plastici denticritici di tipo "denticritic surge marks"

Questo tipo è frequente nelle cavità comasche. Alcune formazioni sono fossili (Buco

della Volpe 2210 Lo Co, Zocca d'Ass 2212 Lo Co) altre invece sono attuali (Grotta Zelbio 2037 Lo Co).

Le nostre indagini portano a concludere che la loro struttura generale corrisponde esattamente a quella descritta da Bull (1976).

Diamo perciò solo una breve descrizione di tre esempi molto significativi.

Nella Grotta Zelbio (Bini, Vanin, 1974) (Fig. 1 A; foto 1 e 2) al lago cosiddetto "dei plastici" alcune forme molto caratteristiche interessano un deposito di potenza centimetrica che ricopre i massi di crollo, le pareti ed i ripiani sulle pareti stesse. Si può osservare che le creste sono il luogo preferenziale di deposizione, come suggerito da Bull (1976).

Nella Grotta Zocca d'Ass, galleria del Presepe (Fig. 1 B), il sedimento è estremamente interessante in quanto presenta due successioni di "denticritic surge marks", entrambi fossilizzati da strati di concrezione. Questa sezione è indicativa del passato regime idrico della galleria con alternanza di fasi di sedimentazione, in ambiente lacustre o freatico, con lunghi periodi di piena, di fasi con periodi di piena e di esaurimento, in rapida successione, e di fasi di fossilizzazione come l'attuale.

Nel Buco della Volpe, tali plastici sono molto numerosi; tutta la galleria principale detta "Valle del Grande Plastico" è interessata da tali forme, purtroppo in gran parte distrutte durante le opere di capazione della sorgente Interna (Cigna, 1959); sono invece rimasti ancora integri i plastici delle "vie aeree", (foto 3) dove ci è stato possibile utilizzare una sezione naturale per analizzare la struttura senza apportare ulteriori danni.

Il sedimento (Fig. 1C) presenta la parte profonda stratificata a sedimentazione incrociata di tipo fluviale e la parte superficiale in discordanza, a plastico di tipo "denticritic surge marks".

Tali plastici consentono di dedurre le passate condizioni idriche della galleria.

In altre cavità tali plastici sono presenti sul fondo di laghi temporanei o in gallerie che presentano tuttora periodiche fasi di allagamento.

B) Plastici di tipo "Grande Plastico della Masera"

Il Grande Plastico della Grotta Masera presenta alcune particolarità che lo distinguono dai "denticritic surge marks" (Fig. 1D; foto 4).

E' composto in prevalenza da silt con quantità minori di argilla. La pendenza è superiore ai 50° e, quindi, i solchi e le creste non sono denticritici. Il deposito è laminato in profondità ma non nello strato superficiale, che è del tutto omogeneo. Si può ritenere che, essendo, in questo caso, la granulometria del deposito maggiore che nel caso dei "denticritic surge marks", i fenomeni di imbibizione sconvolgano completamente la struttura laminata ma che, come principio genetico generale, il fenomeno sia identico.

C) Plastici da erosione ("erosional rills", calanchi, solchi di ruscellamento o di dilavamento)

Il caso tipico è presente nella Grotta Masera. E' un plastico a solchi e creste scarsamente denticritici, con pendenza variabile da punto a punto ma che, spesso, è superiore ai 60°. In sezione il deposito è totalmente laminato (Fig. 1 E; foto 5). Il deposito è costituito da silt fine.

I plastici di questa categoria sono dovuti ad erosione da parte delle acque e dei materiali in sospensione durante il calo delle acque nella fase di esaurimento delle piene.

Secondo noi i plastici da erosione non sono mai dovuti ad acque correnti, o a stillicidio ma sono sempre legati a fenomeni di piena e di calo delle acque.

Infatti in caso di stillicidio ed acque correnti, si formerebbero solchi singoli o alcuni solchi ma certamente non i sistemi complessi che vengono chiamati plastici.

D) *Plastici a solchi e creste parallele*

Nella Grotta Masera sono presenti plastici a solchi e creste paralleli e arrotondati, che non presentano laminazioni in sezione (Fig. 1 F). Il deposito è costituito da silt fine di scarsa potenza.

Si può ritenere che siano dovuti al moto ondoso o alle correnti durante le fasi di piena quando tutta la cavità è piena di acqua.

Sono quindi assimilabili alle impronte di corrente o ripple-marks, già descritti in Masera (Samorè, 1969).

E) *Pseudoplastici da karren ipogei*

Presenti in varie cavità, sono costituiti da depositi di argilla e/o silt fine che ricoprono le creste ed i solchi di karren ipogei (Fig. 1 G), conservando la forma a plastico della roccia sottostante. In questo caso dunque non si tratta di veri "plastici" ma di formazioni sedimentarie che presentano solo casualmente analogie formali ma non strutturali.

CONCLUSIONI

Nelle cavità comasche da noi esaminate sono stati identificati cinque differenti tipi di plastici:

A) Plastici dentritici di tipo "dentritic surge marks": deposito di frazione fine ("argilla"); con pendenza tra 40° e 55°; laminazione che in superficie segue le forme del plastico. Solchi e creste dentritici.

B) Plastici di tipo "grande plastico della Masera": deposito di silt laminato in profondità, omogeneo in superficie. Solchi e creste non dentritici.

C) Plastici da erosione: deposito di silt; laminazione indipendente da solchi e creste che sono scarsamente dentritici.

D) Plastici a solchi e creste parallele: deposito di silt non laminato; solchi e creste parallele.

E) Pseudoplastici da karren ipogei: deposito di argilla e silt che copre karren ipogei.

Poiché il numero di cavità esaminate è modesto ed arealmente molto concentrato, è nostra opinione che la casistica possa aumentare e completarsi, estendendo, come è nei nostri programmi, le ricerche.

Per terminare, dopo aver analizzato il lavoro di Bull e le nostre osservazioni, vorremmo riprendere le definizioni di Anelli (1958) e Galvagni e Perna (1953). Non tutti i solchi sono da dilavamento e non tutte le piramidi di argilla sono da erosione; sarebbe opportuna quindi una completa revisione della terminologia. In particolare per i plastici proporremo pertanto la seguente definizione: un plastico è "un insieme complesso di solchi, creste e piramidi, talvolta rettilinei e talvolta dentritici, formati in depositi di argilla e limo in seguito all'azione di allagamento e successivo svuotamento della cavità da parte delle acque di piena".

BIBLIOGRAFIA

ANELLI F., 1958: Nomenclatura italiana dei fenomeni carsici. *Le Grotte d'Italia*, 3^a, II: 5 - 31

BINI A., VANIN A., 1974: Il carsismo profondo della Valle del Nossé (Como). *Atti XII Congr. Naz. Spel.*, Genova 1972 *Rass. Spel. It.*, Mem. XII, 1:153 - 169

BINI A., PELLEGRINI A.: Appunto sulla morfologia della Grotta Masera (2213 Lo Co) in stampa

BULL P.A., 1976: dentritic surge marks in caves. *Trans. Brit. Cave Res. Assoc.* 3 (1): 1 - 5

BULL P.A., 1977: Surge marks in caves. *Proc. 7th Int. Spel. Congr.*, Sheffield 1977: 89-92

CIGNA A., 1959: La devastazione del Buco della Volpe. *Rass. Spel. It.*, II (3): 157-159

CALVAGNI A., PERNA G., 1953: Contributo alla morfologia dei prodotti Argilloso-sabbiosi di riempimento delle caverne. *Rass. Spel. It.*, 5:89 - 101

SAMORÈ T., 1969: Osservazioni sui moti ondosi nella Masera. *Il Grottesco* 19: 13 - 15

GRUPPO SPELEOLOGICO IMPERIESE C.A.I.

Mauro Amelio, Gilberto Calandri

SEGNALAZIONE DI CRISTALLI DI GESSO IN CAVITÀ ARTIFICIALI DELL'IMPERIESE

RIASSUNTO

Gli autori segnalano la presenza di cristalli di gesso in cavità del flysch calcareo ad Helminthoida del Cretaceo Superiore, corredandola con cenni descrittivi e genetici e con osservazioni mineralogiche.

SUMMARY

Authors inform about the presence of gypsum crystals in caves of Calcareous flysch at Helminthoida of Upper Cretacic. There is following a description with genetic and mineralogical observations.

INTRODUZIONE

La segnalazione di cristallizzazioni di gesso in rocce non gessose risulta sporadica in Italia. A parte i concrezionamenti nelle miniere del Trentino in rocce cristalline, segnalate dal Perna (1961), ricordiamo nelle carbonatiti calcaree le cristallizzazioni della Voragine delle Balze di Cristo (Cerchiara di Calabria, CS) legate ad acque solforose termali (DEMATTEIS 1962), della Buca del Cacciatore o Abisso Fighiera (M. Corchia, LU) (FORTI-PASINI 1977) e del complesso Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume (PERNA-POZZI 1959, BERTOLANI et al. 1975) in dipendenza di mineralizzazioni pirritiche (1).

Non ci risultano osservazioni nei flysch calcarei carsificabili. Le due cavità segnalate in questa nota appartengono alle sequenze a prevalenza calcarea del Flysch ad Helminthoida. La formazione occupa tutta la parte centrooccidentale e settentrionale della provincia di Imperia: segnalata di età Priaboniana (complesso H₁) sulla carta geologica (F. 91, 102, 103) è attualmente attribuita al Cretaceo superiore ("membro b" di BONI e VANOSI (1960), "flysch a dominante calcareo" di LANTEAUME (1958).

È un complesso potente da 200 ad oltre 400 m costituito da calcari più o meno marnosi a grana fine (calcari alberesi) con tenori di carbonato di calcio anche superiori al 90%, alternati ad arenarie calcaree, con fitte intercalazioni scistose in prevalenza argillitiche di potenza variabile da pochi millimetri ad alcuni metri.

La serie è mediamente carsificabile, almeno nei settori centro-settentrionali, con cavità di erosione-corrosione, e forte presenza di morfologie clastiche e litochimiche, estese anche per diverse centinaia di metri.

La presenza di formazioni gessose pare limitarsi a piccole lenticelle di ordine millimetrico o centimetrico; ad es. sul versante meridionale del M. Bardellino (Tav. 1:25.000 103 IV SO IMPERIA, Coord. UTM MP 2208 6050, q. 100 ca.).

(1) Il Gruppo Speleologico "La Baita" di Bolzano segnala (1977) delle concrezioni gessose nel "Busc de La Lores" in Val Gardena scavata nell'Arenaria Rossa.

I CRISTALLI DELLA GALLERIA DI DIANO ARENTINO (VAL EVIGNO)

La cavità è una galleria, in gran parte artificiale (scavata ca. 70 anni or sono per ricerca d'acque) ad andamento orizzontale, lunga un centinaio di metri ed alta meno di 2, alle pendici sud-orientali del M. Chiappa di Arentino (1). È scavata nel flysch, immerso a NNE, costituito da strati a potenze decimetriche di calcari marnosi a grana fine alternati ad interstrati pellici millimetrici con patine marcate di ossidi di ferro (6991 ppm di Fe⁺⁺ allo spettrofotometro ad a.a.).

In sezione sottile il litotipo si presenta come una torbidite, con vena di calcite spatica. Inoltre l'analisi diffrattometrica (fig. 1 C) dell'interstrato ha rivelato la prevalenza di quarzo, plagioclasio e montmorillonite.

La copertura rocciosa al disopra della cavità è di alcune decine di metri, sottende un'abbondante strato edafico, su cui è insediata una folta vegetazione arborea che regolarizza i deflussi. Le precipitazioni medie annue sono dell'ordine di 800 mm con massimi nel periodo autunno-inverno. Le condizioni microclimatiche sono stabili nella parte terminale, dove gli unici apporti idrici palono costituiti da acque di condensazione.

Nel tratto terminale della galleria sulla parete sinistra (Sud) a partire dal suolo, per una altezza di 30-40 cm, in corrispondenza degli interstrati scistosi, sono presenti croste e patine, in parte pulverulente, di ossidi metallici (9443 ppm di Fe⁺⁺, mediante assorbimento atomico) tappezzate di cristalli di gesso.

La determinazione è stata effettuata mediante un'analisi chimica orientativa ed esame diffrattometrico (2) (fig. 1 A) che mostra per i cristalli tutti i principali riflessi del gesso. Altri picchi minori ascrivibili alle impurità del campione indicano la presenza del quarzo (debole interferenza di 1° ordine) e dubitativamente di pirrotite.

La diffrattometria della matrice (fig. 1 B) segnala tra i componenti: muscovite 2 M1 (sericite), jouravskite e dubbi riflessi della calcopirite.

I cristalli sono limpidi, incolori, aghiformi, in genere ben formati, ad abito prismatico allungato secondo l'asse Z; la lunghezza varia da 1-2 mm sino ad 1,5-1,8 cm (eccezionalmente sino a 2 cm) pressochè isodiametrici. Spesso formano aggregati subparalleli di tipo aciculare, secondo l'asse maggiore del prisma.

I cristalli e gli aggregati sono in genere disposti caoticamente, specie quelli più piccoli, senza nessuna direzione preferenziale, a volte anche sovrapposti o incrociati. Gli individui più allungati sono talora raggruppati a rosetta.

I CRISTALLI DELLA GALLERIA DI GLORI (MOLINI DI TRIORA)

La galleria della Diga di Glori, situata nella media Valle Argentina (3), costituisce una condotta di scarico abbandonata dal 1963, interrotta dopo circa tre chilometri da

(1) GROTTA-GALLERIA DI DIANO ARENTINO. Comune: Diano Arentino, loc. M. Chiappa di Arentino, I.G.M. 1:25000 PONTEDASSIO 103 IV NO. Coord. geogr.: Longitudine (W da M. Mario) 4°25'06", Latitudine 43°56'52". Coord. UTM (zona 32 T): MP 2260 6684 Quota: 460 m ca.

(2) Tutti i diffrattogrammi riportati in questo lavoro sono stati effettuati con il metodo delle polveri (Debye-Scherrer) con un diffrattometro SIEMENS (rad. Cu K α) dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Genova.

(3) GALLERIA DI GLORI. Comune: Molini di Triora, Fraz.: Glori, Loc.: Ponte di Palme, I.G.M. 1:25000 BORGOMARO 102 I NE. Coord. geogr.: Longitudine (W da M. Mario) 4°37'09", Latitudine N: 43°56'39", Coord. UTM (zona 32 T) MP 0651 6642, Quota: 280 m ca.

processi franosi; attraversa i complessi arenacei e calcarei del flysch ad Helminthoida immersi a Nord con forte inclinazione (ca. 50°).

La galleria (alta in media 2,5 m) si sviluppa con andamento suborizzontale, sotto una copertura rocciosa dell'ordine di alcune centinaia di metri.

Le sequenze sedimentarie sono costituite da calcari più o meno marnosi, arenarie a grana variabile, in strati di potenze decimetriche, con interstrati pellici millimetrici.

Le misure termometriche indicano temperature stabili dell'ordine di 17°-19°C, umidità ca. 100%. A parte le zone di ingresso gli scambi d'aria sono fortemente limitati con elevato gradiente termico. La galleria è occupata per lunghi tratti da uno strato d'acqua profondo 10-20 cm, è interessata da frequenti afflussi idrici, di portata variabile (le precipitazioni nella zona sono superiori ai 1000 mm/annui).

Le superfici con cristallizzazioni gessose si ripetono in corrispondenza delle interstratificazioni argillose, ricche in superficie di ossidi metallici (concentrazione di Fe⁺⁺ 11292 ppm), in genere seguite da arenaria arciosa.

Questo litotipo si presenta di colore biancastro, fortemente alterato per decalcificazione, a tratti incoerente; più in profondità mantiene le stesse caratteristiche pur aumentando la compattazione.

In sezione sottile è classificabile come un'arenaria a grana grossa: fra i clastici sono riconoscibili quarzo, plagioclasti e forse gesso uniti da cemento in buona parte asportato dai processi di decalcificazione.

La diffrattometria (fig. 2 C) ha confermato la presenza di gesso e dei silicati sopra elencati, oltre a montmorillonite ed alla presenza di melanterite (Fe SO₄ · 7H₂O) e di rodocrosite (Mn CO₃) (1).

I cristalli occupano le pareti, a partire dal suolo, sino ad un'altezza di 1-2 m. In generale prendono origine e si accrescono su un substrato scarsamente coerente, d'aspetto pulverulento poco idratato che all'assorbimento atomico rivela una concentrazione di Fe⁺⁺ di 11948 ppm.

L'esame roentgenografico dei cristalli (fig. 2 A) ha evidenziato l'esclusiva presenza di gesso. La diffrattometria del substrato (fig. 2 B) ha posto in evidenza, oltre ad alcune interferenze caratteristiche del gesso, componenti argillitiche costituite da montmorillonite, quarzo, plagioclasti e deboli riflessi attribuibili alla calcite.

I cristalli di gesso sono ad abito prismatico perfetto, estremamente allungato secondo l'asse Z, da cui l'aspetto molto sottile, aghiforme, le dimensioni variano da ca. 1 mm sino ad 1,3-1,5 cm (max 1,8-2 cm). (2).

Frequente la disposizione subparallela, combaciante secondo le facce del prisma, di due o più cristalli con la formazione di aggregati aciculari, in genere a sezione quadrangolare, a volte simulanti una struttura pseudoesagonale.

Sono presenti rari geminati secondo (100), tipo coda di rondine, ed alcune eccentriche anch'esse aghiformi. Talora gli aggregati sono impiantati normalmente su un cristallo prismatico.

I cristalli, frammiti al substrato pulverulento, appaiono disposti caoticamente. Si osservano tuttavia formazioni a drusa o a rosetta di cristalli particolarmente allungati. Le facce di alcuni prismi sono caratterizzate da superficie di corrosione poco marcate.

DISCUSSIONE

Il confronto delle due stazioni di rilevamento permette di constatare l'analogia del

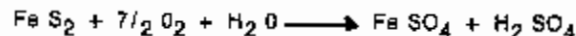
(1) In tutta la galleria sono frequenti depositi ferrosi e manganiferi.

(2) L'accrescimento medio annuo dei cristalli risulta, negli individui più allungati dell'ordine di 1,8 mm, superiore ai valori sinora segnalati (cfr. PERNA 1961).

concrezionamenti e degli ambienti di deposizione: microclima confinato con scambi lenti e ridotti, alimentazione idrica capillare, presenza dei cristalli in corrispondenza degli interstrati argillitici con ampie ossidazioni metalliche, substrato incoerente, formazione e caratteristiche dei cristalli.

La genesi si può ipotizzare legata all'ossidazione dei solfuri di ferro presenti negli interstrati pellici (1).

Le ipotesi genetiche riportate da precedenti autori (TROMBE 1952, CHOPPY 1975) si rifanno in generale alla seguente reazione:



alla quale taluni aggiungono altre reazioni di ossidazione dei solfuri cui l'O₂ concorre in rapporti stechiometrici diversi (es. con formazione di limoniti, BOEGLI 1975).

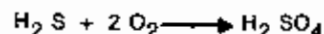
Ulteriori reazioni tra acido solforico e carbonato di calcio nonché di sostituzione tra Fe SO₄ e Ca CO₃ portano alla formazione di gesso.

Nel nostro caso la circolazione negli interstrati scistosì è limitata a microsoluzioni il cui scorrimento è ovviamente lentissimo, di tipo capillare come già notato. A ciò si aggiunge che le condizioni stratigrafiche fanno presupporre un passaggio dalle soluzioni lungo gli interstrati almeno per alcune decine di metri. Inoltre l'elevato tenore in ferro, testimoniato anche dagli abbondanti depositi limonitici suggerisce che la più veloce reazione di ossidazione dello Fe⁺⁺ a Fe⁺⁺⁺ impoverisca il contenuto di ossigeno.

Per questi motivi è probabile anche l'intervento di reazioni di ossidazione anaerobica dei solfuri quali ad esempio:



L'acido solfidrico in soluzione in prossimità del vacuo tenderà ad ossidarsi a causa dell'ossigeno atmosferico:



Queste vengono poi accompagnate da successive reazioni prima accennate.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOLANI M., ROSSI A., GARUTI C., 1975 - *The speleologic complex "Grotta Grande del Vanto-Grotta del Fiume" in the Frasassi canyon (Ancona Italy) [A petrological and mineralogical study]*. Actes C.I.S. Olomouc (1973), Vol. I, pp. 357-366, Olomouc.
- BOEGLI A., 1975 - *Entstehung von Gips im Hölloch*. Actes C.I.S. Olomouc (1973), Vol. I, pp. 367-370, Olomouc.
- BONI A., VANOSI M., 1960 - *Ricerche e considerazioni sul flysch della Liguria occidentale*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, Vol. XI, pp. 31-178, Pavia.
- CHOPPY J., 1975 - *Note préliminaire sur les formations de gypse dans les cavernes*. Actes C.I.S. Olomouc (1973), Vol. I, pp. 382-392, Olomouc.
- DEMATTEIS G., 1962 - *Attività del Gruppo Speleologico Piemontese CAI-UGET di Torino nel 1961*. Rass. Spel. Italiana, Vol. XIV, fasc. 3, pp. 323 - 326, Como.
- ERASO A., 1977 - *Ionic migrations in a karstic environment*. Proceedings of the 7th Intern. Spel. Congress Sheffield 1977, pp. 170-175, Sheffield.
- FORTI P., PASINI G., 1977 - *Calcereous cave pearls with gypsum nuclei: an example of dissolution - precipitation equilibrium for the system calcite gypsum*. Proceedings of the 7th Intern. Spel. Congress Sheffield 1977, pp. 198-199, Sheffield.

(1) Pare che durante l'avanzamento della galleria di Glori sia stato rinvenuto anche un filoncello di pirite macrocristallina.

GRUPPO SPELEOLOGICO "LA BAITA" BOLZANO, 1977 - Atti del IV° Convegno regionale di Spel. del Trentino-Alto Adige, Gr. Spel. SAT Arco, p. 98, Arco.
LANTEAUME M., 1958 - *Schéma structural des Alpes Maritimes franco-italiennes*. Bull. de la Soc. Géol. de France, Vol. VIII, pp. 651-674, Paris.
PERNA G., 1961 - *Concrezioni in cavità artificiali*. Atti Symp. Internaz. Spel. Varenna (1960), Mem. V, Rass. Spel. Ital., Vol. II, pp. 225 - 234, Como.
PERNA G., POZZI R., 1959 - *Osservazioni su alcuni fenomeni concrezionari della Grotta del Fiume [Ancona]*. Rass. Spel. Ital., Vol. XI, fasc. 1, pp. 3-18, Como.
A.S.T.M. - *Powder diffraction file search manual*
A.S.T.M. - *Minerals Index (ASTM cards)*
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, Foglio 102 (1928), foglio 103 (1928).

Ringraziamenti: Desideriamo ringraziare i proff. E. Andri, P. Maifredi ed il dott. Po dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova, il prof. G. Isetti dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Genova.

SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA - C.A.I. JESI

Bocchini Andrea - Coltorti Mauro

RILIEVO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL COMPLESSO CARSIICO GROTTA DEL FIUME (8 MAAN) - GROTTA GRANDE DEL VENTO (307 MAAN)

RIASSUNTO

Il complesso carsico Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento si apre nella zona di Frasassi (Appennino Marchigiano). Si tratta di una anticlinale con direzione NNW-SSE, incisa da una profonda gola del T. Sentino, affluente di sinistra del F. Esino. La cavità è articolata in piani sovrapposti suborizzontali comunicanti tramite pozzi-cascate, pozzi di dissoluzione, forre e pozzi di crollo. Tali piani si sviluppano dal livello di base attuale [q. m. 205], alla cui quota nella cavità è presente un torrente sotterraneo e decine di laghi, e l'ingresso della Gr. Grande del Vento [Q. m. 410 s.l.m.]. Le morfologie estremamente varie sono rappresentate su una carta topografica della cavità, scala 1:1000. Si propone una interpretazione genetica della cavità in cui i piani suborizzontali si sono sviluppati in seguito a periodi di stasi del livello di base ed i condotti subverticali in periodi di abbassamento veloce della falda freatica.

SUMMARY

The karst complex "Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento" is situated in the Frasassi zone [Appennino Marchigiano]. This is an anticline with direction NNW-SSE, cut by a deep gorge from Sentino stream, left tributary of Esino river. The cave is articulated in subhorizontal placed up on planes, communicating by wells-fall, dissolution wells, ravine and collapse wells. This planes develops from actual freatic level, represented into the cave, by a subterraneous stream and many lakes, to the entry of "Grotta Grande del Vento" [q. m. 410 s.l.m.]. The morphologies, extremely various, are represented on a topographic map, scale 1:1000. It is proposed a genetic interpretation which wons the subhorizontal planes develop in moments of stasis of base level and the suvertical pipe in time of fast abasament.

STORIA DELLE ESPLORAZIONI E STUDI PRECEDENTI.

La Grotta del Fiume venne scoperta nel Giugno del 1948 da componenti del Gruppo Speleologico Marchigiano di Ancona che esplorarono e rilevarono oltre Km. 1 di sviluppo, illustrato successivamente dal Marchetti (1950). Nuove diramazioni, situate in piani sovrapposti, furono individuate dal Gruppo Speleologico A.S.C.I. di Fabriano nel 1966 oltre il lago (Laghi Verdi). Nell'Agosto del 1971 speleologi dello Speleo Club Città di Jesi, forzando un angusto passaggio rinvennero sale e gallerie articolate su piani sovrapposti per vari chilometri. Alla fine dello stesso anno il Gruppo Speleologico Marchigiano C.A.I. di Ancona allargò sulle pareti Nord del M. Valmontagnana una cavità, la Gr. Grande del Vento, che condusse alla sommità dell'Abisso Ancona ed agli estesi sviluppi sottostanti. Il G. Speleologico C.A.I. Fabriano, pochi mesi dopo, attraverso le nuove diramazioni della Gr. del Fiume pervenne dopo poche centinaia di metri alle parti già esplorate della Gr. Grande del Vento. Nel 1974 parte della cavità venne attrezzata turisticamente da un Consorzio costituitosi tra il Comune di Genga e la Provincia di

Ancona. Nel frattempo alcuni autori si erano interessati della cavità. PERNA & POZZI (1959) segnalano i depositi concrezionali dei rami scoperti nel 1948; VILLA & SANTUCCI (1950) avevano già legato le cavità alle caratteristiche geologiche conosciute a quell'epoca; BOCCHINI-VARANI (1971) illustra alcuni caratteri morfologici delle cavità della Gola di Frasassi ivi compresa la Gr. del Fiume; BOCCHINI & COLTORTI (1974) segnalano alcune impronte di orso rinvenute nei nuovi sviluppi della Gr. del Fiume; BERTOLANI et al. (1976) illustrano alcune caratteristiche mineralogico-petrografiche dei depositi argillosi e gessosi in rapporto alla litologia di questo complesso carsico. CATTUTO (1977) ipotizza una correlazione tra i piani ipogei ed i terrazzi alluvionali della valle del F. Esino.

COLTORTI & SALA (1978) illustrano alcuni reperti paleontologici rinvenuti nella cavità.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.

Il complesso carsico Gr. del Fiume-Gr. Grande del Vento si apre nella Gola di Frasassi, Genga (Ancona) sulla destra idrografica del T. Sentino. La prima cavità è fornita di due sbocchi naturali alti a pochi metri sul letto ordinario del T. Sentino. La seconda, ha anch'essa due ingressi, di cui uno artificiale. La Gola è caratterizzata da una forte attività che si manifesta con pareti verticali intramezzate da fasce meno acclivi di origine strutturale. Il microclima dell'area in esame (MINISTERO LAVORI PUBBLICI-SERVIZIO IDROGRAFICO 1956, 1966, 1918-1974) è caratterizzato da una temperatura media annua di 12° C, escursione annua di circa 20° C e da precipitazioni tra i 1000 e i 1700 mmH₂O annui, la vegetazione è costituita prevalentemente da querceto misto. In equilibrio con il clima attuale si stanno ora formando dei suoli Calcimagnesiaci poco evoluti (Rendzina). Sono visibili testimonianze di precedenti equilibri morfoclimatici tra cui vistosi talus detritici attribuibili a fenomeni periglaciali.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLA CAVITÀ.

Il complesso carsico si sviluppa in massima parte nella formazione del "Calccare Massiccio" (Giurassico). Le Formazioni sottostanti, che non affiorano, sono rappresentate dai "Calcarei a Avicola Contorta" e dalle "Andridi di Burano" (Trias). Limitato alle diramazioni più orientali della Gr. del Fiume è l'affioramento della "Maiolica" (Cretacico). Il "Calccare Massiccio" e la "Maiolica" sono a contatto per faglia diretta con direzione NNW-SSE, immersione ENE. Sottostanti alla "Maiolica" in prossimità della faglia si notano esigui spessori di calcari nodulari (Formazione del Bugarone). Il "Calccare Massiccio" affiorante per oltre 400 m., non possiede discontinuità ed è permeabile per porosità e per fratturazione; la "Maiolica" e la "Formazione del Bugarone" quasi esclusivamente per fratturazione. Le maggiori diaclasi e faglie si rinvengono su 4 direzioni preferenziali: WNW-ESE, NNE-SSW, ENE-WSW, NNW-SSE, sulle quali si è impostata la carsificazione. L'orientazione WNW-ESE è ben rappresentata in una galleria (A8) della Gr. del Fiume, nelle zone più prospicienti la gola. La direttrice tettonica meridiana (NNE-SSW) si riscontra vistosamente in prossimità dell'Abisso Ancona, parete Ovest.

Il sistema NNW-SSE è quello che delimita ad oriente l'affioramento del "Calccare Massiccio". Lungo il sistema ENE-WSW si sviluppa ad esempio la Sala del Limone (P18). Vari ambienti si sono impostati lungo i piani di stratificazione (D16, D9, ecc.).

RILIEVO TOPOGRAFICO (1)

Date le caratteristiche morfologiche del complesso carsico, estremamente articolato, è stato possibile realizzare, in molti casi, il rilievo tramite poligonali chiuse, con compensazione degli errori. Sono state usate, per il rilevamento, due tipi di bussole (Wilkie e Brunton), il livelletto Abney, fettucola metrica. Per le parti prospicienti l'Abisso Ancona sino alla Sala Gentile da Fabriano (H1) ed alcuni rami (A) della Gr. del Fiume si è proceduto tramite tacheometro (Galileo); negli ambienti più ampi si sono eseguite poligonali raggiate. I dati sono stati elaborati con un calcolatore tascabile che ha permesso di individuare e localizzare i vari punti su un sistema di coordinate cartesiane. La scala a cui si è eseguito il rilievo è 1:500. La grotta per scopi descrittivi è stata suddivisa in 14 parti indicate con lettere progressive.

Ogni fenomeno descritto dettagliatamente è stato poi localizzato, nell'ambito della prima divisione, tramite numeri progressivi. La simbologia utilizzata è quella proposta da BINI & CAPPA (1974) con qualche modifica.

RILIEVO GEOMORFOLOGICO (2)

Il complesso carsico è caratterizzato dalla presenza di ambienti a sviluppo suborizzontale posti in piani sovrapposti. Gli ambienti maggiori sono posti in 7 piani principali, posti a quote progressivamente crescente sul livello di base attuale, costituito dal T. Sentino e dalle zone allagate interne.

PIANO VII

Questo piano è costituito dall'originale ingresso della Gr. Grande del Vento (01) (q.m. 420 s.l.m.; + m. 210 sul letto del Sentino).

Si tratta di una condotta a sezione piano-convessa con pavimento intasato da detriti crioclastici che non hanno modificato eccessivamente la morfologia originaria. Superata una piccola strettoia (02) su materiale detritico, l'ambiente si amplia e si dirige verso SSW tramite uno scivolo poco inclinato. Sul soffitto si notano delle marmitte di erosione e qualche camino di piccole dimensioni. Sul pavimento sono abbondanti i materiali clastici misti ad argilla. Più avanti si notano i primi fenomeni concrezionali (stalattiti, stalagmiti, colate, laghi a "vaschette"). Una colata di grandi dimensioni (03) sbarrò il passaggio, superatola si giunge ad una sala (04) ai cui margini si apre l'Abisso Ancona (m. 105) (05) la cui morfologia originaria (si nota un accenno di forra) è stata obliterata da successivi fenomeni di crollo. Questo piano è dunque riconoscibile solo nei pressi dell'ingresso, successivamente durante la fase vadosa si è originato lo scivolo tramite retroversione. Sopra l'Abisso Ancona (06) si apre un'enorme camino. Tra questo piano ed il sottostante ci sono circa 140 metri di dislivello, tale lacuna è imputabile alla difficoltà di accesso che presentano i camini del piano inferiore.

PIANO VI

Questo livello (q.m. 275 s.l.m.; + m. 85 sulla falda trattica) è riconoscibile nei Piani

(1) Si ringraziano i Sign. Coltorti Massimo e Caldenzi Sandro per la collaborazione prestata nel rilievo di alcuni ambienti.

(2) Non sono stati rilevati gli sviluppi scoperti nel 1966 (B).

Sup. della Sala 200 (P6-P8) e della Sala Nera (F4), anche se condotte suborizzontali poste all'incirca alla medesima quota, sono presenti anche altrove (E6). Nella prima località sono accessibili risalendo uno scivolo a scarsa pendenza (P8). Tale condotta (dir. NE) a sezione ellissoidale appiattita presenta ampi fenomeni di concrezionamento, tracce di ripiani da cui si dipartono gallerie minori. Sul pavimento sono presenti depositi di argilla e gesso, talora riincisi. Sulle pareti il gesso dà vita a marmitte di corrosione. Si è notata la presenza di Jarosite (BERTOLANI et al. 1977). Alla sommità dello scivolo, in una sala interessata da fenomeni di crollo (P7), si aprono camini verticali.

Un passaggio intasato da detriti e concrezioni conduce ai vasti ambienti che sovrastano la Sala G, da Fabriano (P9) raggiungibile tramite pozzo (m. 55). Queste sale adiacenti, allungate secondo NE-SW, sono interessate su un lato da crolli, sul lato opposto vistosi fenomeni concrezionali obliterano le originarie morfologie del pavimento. Verso NE gli ambienti terminano in condotte a sezione circolare od ellittica impraticabili (P11). A SW, un corridoio a sezione circolare (P6) comunica con Manhattan (piano V), tramite un pozzo verticale (P5). Lungo tale condotto si notano, oltre ai comuni concrezionamenti, depositi fangosi e gessosi; sul pavimento forre e talvolta solchi di approfondimento; sulle pareti e sul soffitto marmitte di corrosione legate ai depositi gessosi. Un condotto parallelo al precedente si diparte dagli enormi saloni (P12) e dopo un piccolo gradino ed una strettoia conduce ad uno scivolo impraticabile (P13). Parallelamente superata una strettoia (P14) si giunge ad una sala (P15) con piccoli condotti a sezione circolare sulle pareti; sul pavimento piccoli pozzi e forre sbarrati da concrezionamento.

Un condotto laterale immette in una serie di gallerie a sezione ellissoidale e circolare anastomizzate (P16). Uno scivolo riconduce (P17) al piano sottostante.

PIANO V

Questo livello (q. m. 262 s.l.f.; + m. 52 s.l.f.) è rappresentato da ambienti talora enormi, accessibile generalmente tramite gli accumuli di crollo che hanno interessato, talora in modo vistoso, il pavimento.

Sul lato più orientale della cavità è rappresentato dai Piani Sup. del Rinoceronte (E4). La morfologia originata è stata obliterata da crolli e da fenomeni concrezionali. Nel punto E5 esiste un piccolo lago sospeso con argilla crepacciata sul fondo (mud creek); il fango è poi presente concrezionato alla estremità NE degli ambienti. Si notano pozzi di corrosione e dissoluzione sul pavimento, camini sul soffitto e sulle pareti marmitte di corrosione. All'estremità sud una serie di corridoi concrezionati, con fondo inciso da una forra, conduce al pozzo E8 impedendo di seguire ulteriormente tale piano. La Sala Nera (F1) è caratterizzata da una serie di enormi colonne (F2). Sul soffitto si notano le morfologie residuali di un pozzo-cascata (DEMATTEIS 1963; 1963a) che raggiunge il piano sottostante e pozzi di dissoluzione. Uno scivolo conduce in alcuni corridoi e sale (F4) collegabili al piano superiore. Da questi ambienti un pozzo-cascata ed uno scivolo per vie diverse raggiungono il Lago dello Svizzero (G1). Al V piano appartengono i Piani Sup. della Sala 200 (P2, P4), la Sala Limone (P18) e l'Abisso Genga (P19). Nel primo ambiente sono presenti vistosi concrezionamenti, con condotte ora interamente ricoperte da cristallizzazioni calcitiche (P1).

Da segnalare sul pavimento la presenza di solchi di approfondimento ad andamento meandriforme, pozzi di dissoluzione e forre (P3), talora lembi di depositi gessosi. La Sala Limone e l'Abisso Genga sono caratterizzati sul pavimento da pozzi di erosione, corrosione e forre, questi caratteri vengono talmente esaltati a dar vita a campi solcati interni.

Le pareti sono formate da piccoli condotti anastomizzati su cui si impostano marmitte di corrosione; sul soffitto sono presenti camini legati a fenomeni di corrosione.

L'Abisso Genga è situato alla medesima quota del Piani Sup. dell'Elefante (P20), anch'essi interessati essenzialmente da forre, solchi di approfondimento e pozzi-cascata, ma maggiormente concrezionati. Ulteriore testimone di questo livello è la Sala Genga (M3) che seppur di minori dimensioni presenta le medesime caratteristiche dell'ambiente prima descritto.

PIANO IV

Questi ambienti (q. m. 245 s.l.m.; + 35 s.f.f.) sono molto meno sviluppati di quelli del piano precedente, seppur riconoscibili in vari punti. Nell'Abisso Ancona (N1) a questo livello esistono alcune condotte laterali con depositi gessosi (N2, N4, N5) interessati da profondi fori di dissoluzione talvolta anastomizzati. Altre condotte esistono sopra la Sala C (N8) dove esistono forre, pozzi verticali e depositi gessosi con le marmitte di corrosione ad esso legate. Nella Sala delle Ossa è presente una condotta (C4) a sezione piano-convessa trasformata in ponte naturale dai crolli ed un piccolo condotto (C10) che conduce alla sommità della Sala Vittoria. Sopra la Sala della Luna (C12, C13), nella Sala delle Cannucce (C17), nella Sala delle Lucertole (E1), esistono una serie di condotte oblitrate dai crolli e concrezionate. Nel Salsicciotto esiste un corridoio superiore, in cui alcuni tratti (H11), con depositi argillosi talora misti a detriti, marmitte di erosione, condotti a sezione circolare, talvolta anastomizzati, sono riconducibili a tale ripiano. Nelle rimanenti parti della cavità esistono piccoli condotti suborizzontali di poche decine di metri e spesso occlusi da crolli, in cui è impossibile il proseguimento. Tali crolli sono spesso da collegare con la presenza del piano sottostante.

PIANO III

Tale piano (q. m. 235 s.l.m.; + m. 25 s.f.f.) è il più esteso ed è quello da cui è possibile accedere agli ambienti sovrastanti o tramite pozzi e scivoli scendere nei sottostanti. Il ramo più orientale (D14) si sviluppa al contatto per taglia tra il "Calcere Massiccio" e le formazioni successive; talora le condotte si impostano sulla "Maiolica" ma la morfologia risente solo limitatamente del cambiamento litologico.

La parte finale (D16) presenta un cono detritico mascherato da concrezionamenti, poco prima si notano solchi di approfondimento, onde di erosione non direzionali e sul pavimento depositi argillosi e ghiaiosi.

Questi ultimi sono ben classificati (ghiaia fine) con spigoli da subangolosi a subarrotondati, qui in massima parte autoctoni ("Maiolica") e rari clasti alloctoni (scaglia rossa e selce di altre formazioni); altrove le percentuali si invertono. A SW un condotto a sezione circolare (D12) attraversa obliquamente la "Maiolica", tagliando i letti e noduli di selce ed evidenziandoli. Questo condotto presenta in alcune parti dei ponti naturali, testimonianti un successivo momento di approfondimento della circolazione idrica. Nella successiva sala sono presenti depositi argillosi e ghiaiosi e rari accumuli di gesso. Nel punto D11 una serie di "lame" si approfondiscono a dar vita a 2 pozzi intercomunicanti.

La Sala dell'Ala (D14) presenta diversi camini che nei periodi di forti precipitazioni drenano acqua all'interno della cavità. Uno di questi, presenta alla base un accumulo di materiali ghiaiosi (% elevata di materiali alloctoni) che giacciono alla sommità di un accumulo detritico.

Mascherato dai detriti si apre un pozzo alla cui base, un lago con acqua in movimento, indica lo specchio freatico. Altrove nella sala esistono solchi di approfondimento, concrezioni, marmitte di erosione e corrosione, condotte anastomizzate, ripiani. Un condotto (D10) presenta sul fondo dei materiali ghiaiosi subarrotondati (alta % di alloctoni) fortemente cementati e più avanti un forte accumulo di argilla varvata e

laminata grigiasta (D8). Nella D2 e nel condotto adiacente (D3) si ritrovano di nuovo i materiali ghiaiosi che, nel secondo ambiente, addirittura si ritrovano cementati al soffitto. Nel Crepaccio Solfureo (D7), Sala Luna (C14), Sala Cannucce (C19), Sala Uova (C18), ecc. esistono estesi accumuli di materiali argillosi, con micromorfologie a "conetti di melma" e "piramidi di fango" (VENZO 1965). In G1, C3, C6, C8, C9, N3, esistono ulteriori depositi ghiaiosi (alta % alloctoni) talora incisi a costituire delle sezioni naturali. Tali sezioni mostrano materiali grossolani a cui si sovrappongono peliti (C2), peliti alternate con depositi gessosi (C14), sabbie sottostanti a peliti ed a depositi gessosi (N3), ghiaia fine sottostante a ciottoli grossolani (A2). In un caso (C14) dei mud creek sono stati ripresi ed accumulati lateralmente. I depositi di gesso sono abbondanti (N 5, N 7, C14, E11, H2, ecc.).

Si notano ovunque camini, pozzi di erosione, pozzi di dissoluzione, marmitte di erosione e corrosione. Numerosi sono i condotti a sezione circolare talvolta anastomizzati e le "quinte". In quasi tutti gli ambienti sono presenti accumuli detritici e concrezionali. Alla superficie di alcuni ambienti sono stati rinvenuti resti ossei di mammiferi (stambecco, orso bruno, orso speleo, tasso, ecc. (C5, C6, C7, C8, C15).

PIANO II

Il II° piano (mq. m. 222 s.l.m.; + m. 12 s.f.f.) è rappresentato da pochi ambienti, similmente al IV piano, che sono obliterati da crolli o terminano in condotti impraticabili. Il corridoio (A3) ed una condotta vicina sono completamente intasate da depositi gessosi. Nella Sala del Giornale (A4) le morfologie sono obliterate da crolli e concrezioni.

Nel condotto D9 il pavimento è ricoperto da colate stalagmitiche. Nel punto E13 esistono vistosi accumuli di argilla e gesso. Nella Sala delle Marmitte (H2) esistono delle condotte concrezionate a sezione "Tipo Vittoria" (MAUCCI 1973). Gli altri caratteri morfologici si differenziano poco da quelli del piano sovrastante.

PIANO I

Questo piano (mq. m. 210 s.l.m.; m.2 s.f.f.) si sviluppa pochi metri sopra il livello attuale del T. Sentino ed è riconoscibile per un'ampia zona (A1, A5, D6, D15, E12 ecc.). Le caratteristiche più salienti sono legate alla presenza di vasti ambienti allargati, talvolta di notevole profondità (A6 > m. 13) ed interessati da acqua talora solfurea, a volte in evidente movimento (D13, E10, D5). Una galleria (D5) è percorsa da un torrente di acqua solfurea, con cospicua portata, per molte decine di metri. Questa acqua di fondo, presente sempre al medesimo livello, corrisponde alla falda freatica e delimita verso il basso la zona di saturazione. Gli ambienti suborizzontali presenti in prossimità dell'Ingresso della Gr. del Fiume e nel Crepaccio Solfureo (D5) si impostano sugli interstrati. Nella prima area sono ben visibili le morfologie di approfondimento (solchi e terrazzi); i depositi gessosi sono presenti ovunque, a volte con magnifiche mineralizzazioni; i depositi argillosi sono talora trasformati in mud-creek. Nella Sala della Croce (A1) depositi gessosi ed argillosi si sovrappongono a dar vita a depositi misti, spesso terrazzati. Le condotte verticali hanno la medesima morfologia dei piani sovrastanti ma dopo pochi metri è presente l'acqua di fondo. È da notare come tale piano si sviluppi prevalentemente negli ambienti più orientali della cavità, in prossimità della faglia con direzione NNW-SSE che guida fortemente il drenaggio dell'area carsica.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELLA CAVITÀ

Nel complesso carsico in esame si riscontrano maggiormente gallerie suborizzontali e pozzi verticali, più rari i condotti inclinati. Le gallerie orizzontali, di dimensioni estre-

mamente varie, da appena percorribili a molto ampie, continue per molte centinaia di metri ed intercomunicanti, sono localizzate su piani sovrapposti. Questi ambienti hanno sezioni che testimoniano l'ampliamento dei condotti durante le fasi freatiche e vadose.

A) *Fase Freatica*, caratterizzata da gallerie a sezione ellittica o circolare riconducibili alla forma elementare (DEMATTEIS 1973) di tubo freatico (E2, E3, L1, M2, G2, C3, C20 ecc.). In questi ambienti tali morfologie sono conservate per tratti estesi, ma altrove sono obliterate e riconoscibili solo per brevi tratti (H10, D12, A7, ecc.) spesso associate con altre forme semplici. Per l'associazione di più tubi freatici (anastomosi) alcuni ambienti (N9, G3, ecc.) acquistano caratteristiche particolari, generando talvolta "quinte".
B) *Fase Vadosa*, riconoscibile dalla sezione di gallerie ampliate in seguito ad azioni erosive di acque scorrenti a pelo libero nella zona di fluttuazione (C4, C22, L2, L3, G4, A8, H4, H6 ecc.).

I pozzi verticali sono riconducibili al tipo semplice di:

- 1) Pozzi-Cascata (DEMATTEIS 1963; 1963a) (A5, H2, H5, D1, D14, L4, N10; ecc.).
 - 2) Pozzi di dissoluzione (C21, P14, P18, P19, P21 ecc.).
 - 3) Forre (generalmente collegate all'arretramento dei pozzi-cascata) (P3, P19, A10, G5 ecc.).
- Riempimenti successivi sia autoctoni che alloctoni obliterano le morfologie semplici e complesse.

AUTOCTONI:

1) *Sedimenti clastici*: localizzati dove due o più piani sovrapposti si intersecano o dove convergono due o più gallerie (N1, N6, H8, ecc.). Per effetto di tali crolli talvolta vengono in comunicazione due o più piani sovrapposti che sono esclusivamente attribuibili ad azione gravitativa (pozzi di crollo).

2) *Sedimenti chimici*: tutte le svariate forme di concrezionamento (da segnalare la presenza di Moon-Milk). Un richiamo a parte meritano i depositi gessosi. L'origine di tali riempimenti è connessa con la presenza di acqua solfurea in quantità rilevante. L'origine di queste acque mineralizzate è tutt'ora incerta. Qualche autore (FOSSA-MANCINI 1921; PERNA & POZZI 1959) le collega con la reazione delle acque di percolazione con la pirite presente nella sovrastante "Formazione del Bugarone". Recenti interpretazioni, da noi condivise, le associano alla reazione che avviene quando l'acqua che discende lungo faglie profonde raggiunge la sottostante formazione delle "Anidridi a Burano". I riempimenti gessosi sono localizzati sia sulle pareti che, interstratificati con argille e/o sabbie sui pavimenti. Per i primi la loro genesi può essere anche molto successiva all'ambiente che li ospita (si stanno formando anche attualmente). Per i secondi la loro genesi va riconnessa alla fase di fluttuazione che ha generato gli ambienti che li ospita.

3) *Sedimenti residuali* (limi ed argille): per questi depositi è stata proposta (BERTOLANI et al. 1977) l'origine autoctona: pur non negando un discreto contributo residuale o in base ai dati forniti dal rilevamento geomorfologico saremmo propensi a dar maggior importanza a contributi alloctoni.

ALLOCTONI

- 1) *Materiali depositati per sola gravità*: questi cadono nella cavità da aperture più o meno ampie che comunicano o comunicavano con l'esterno. Sono costituiti da humus misto a detriti di versante generalmente associato a materiali autoctoni. (A1, A9, A10).
- 2) *Materiali depositati dall'acqua*: ghiaie e sabbie ben classate, spigoli da subarrotondati a subspigolosi, privi di matrice, talvolta cementati. Sono riconoscibili strutture fluidali che testimoniano la loro messa in posto tramite alluvioni a lenzuolo (sheet-flood).
- 3) *Materiali organici*: nelle cavità esistono scarsi accumuli dovuti a chironteri, sono però stati rinvenuti resti ossei fossili.

Alle faune già studiate (COLTORTI & SALA 1978) si aggiungono i resti, recentemente determinati, di orso speleo. Purtroppo si tratta di un cattivo fossile guida e non apporta ulteriori dati alla datazione delle alluvioni su cui sono stati rinvenuti.

MICROMORFOLOGIE

Tralasciamo la descrizione delle micromorfologie più tipiche, già conosciute ed illustrate da vari autori e descriviamo 2 tipi che ricorrono frequentemente nel complesso carsico in esame:

A) *Marmitte di corrosione*: dimensioni 2-30 centimetri, forma a calotta, generalmente anastomizzate, talora ancora riempite di gesso.

Costituiscono uno dei fenomeni più caratteristici e sviluppati talora per intere gallerie (PB, E9, H2, H7, ecc.).

B) *Micromorfologie su depositi argillosi*: interessante è la presenza di "conetti di melma" e "piramidi di fango" (VENZO 1965). Un aspetto particolare assumono gli ambienti dove è presente fango crepacciato (mud-creek).

CONCLUSIONI

Un piano suborizzontale si forma quando il livello di base rimane stabile per un cospicuo lasso di tempo. Più lunga è la durata di questa stasi, più gli ambienti suborizzontali hanno tempo di allargarsi. Un fattore importante è costituito dal carattere delle precipitazioni e quindi dal clima in cui la stasi si manifesta. Quando subentra un rapido abbassamento della falda freatica, il reticolo carsico, tende ad adeguarsi più o meno velocemente al nuovo equilibrio. È da questa fase in poi che si impostano, i drenaggi verticali tramite pozzi, forre e gallerie inclinate. Nelle grotte in esame la superficie freatica è stata rinvenuta alla base di numerosi condotti verticali o molto inclinati sul cui fondo esistono laghi profondi talvolta più di 10 metri. La sensibilità degli strumenti utilizzati non permette una ricostruzione dettagliata delle isofreatiche, comunque è possibile ipotizzare il loro andamento in base a considerazioni elementari. Sappiamo infatti che le sorgenti della Gr. Bella e delle Gr. Solfurea costituiscono la risorgenza delle acque sotterranee (la Gr. Solfurea comunica tramite un condotto impraticabile con la Gr. del Fiume). In queste due grotte sono presenti torrenti sotterranei. L'acqua delle zone allagate più orientali del complesso carsico in esame drena verso le cavità succitate e presenta movimenti della falda apprezzabili. Tali zone si sviluppano in prossimità della faglia che interessa il versante Est dell'anticlinale e tale dislocazione, mettendo a contatto terreni e permeabilità notevolmente diversa, costituisce una direttrice importante del drenaggio ipogeo. Nelle zone più interne la falda sembra immobile; ciò fa supporre che il contributo portato alla falda dall'acqua che percola nella zona sottostante il monte Valmontagnana sia notevolmente inferiore al precedente.

Nella cavità uno degli agenti principali della carsificazione è l'acqua solfurea che innesca fenomeni di miscelazione di acqua a livello freatico (carsificazione endogena). Questo modello speleogenetico può spiegare lo scarso sviluppo di morfologie carsiche superficiali in rapporto alla vastità degli ambienti ipogei. Un numero elevato di condotte a sviluppo suborizzontale, nell'area carsica di Frasassi, sono state ricollegate a paleorisorgenti. Queste cavità si formano quando la falda si trova alla quota del loro attuali ingressi (EK 1961). La differenza di quota tra un piano ed il successivo è attribuibile all'interazione delle oscillazioni climatiche con il sollevamento dell'anticlinale di Valmontagnana. Le stasi più prolungate si sono verificate quando il fiume si trovava alla quota del VI-V e III piano, cioè rispettivamente m. 275, M. 262 e m. 235 s.l.m.. Gli altri piani sono relativamente meno sviluppati di quelli prima citati. Per quanto riguarda l'età di ampliamento di questi ambienti e quindi quella delle stasi e degli approfondimenti è relativamente difficile desumerla con i soli dati che provengono dall'analisi delle cavità.

La presenza di faune Wurmiane e Post-wurmiane alla sommità del piano di 3° ordine, costituisce un termine *antequam* per le ghiaie sottostanti che potrebbe coincidere con l'Interglaciale Riss-Wurm. La cospicua durata di questo periodo ed il carattere delle precipitazioni comproverebbero insieme all'estensione di questo piano tale attribuzione. Per quanto riguarda i depositi gassosi e marmitte di corrosione ad essi legate è interessante notare come siano stati riscontrati in tutti i primi VI piani. Tale osservazione ci consente di ipotizzare la genesi continuata di questo materiale e quindi un intervento continuato dei fenomeni di miscelazione alla genesi della cavità.

Per quello che riguarda i materiali di riempimento alloctoni, particolare importanza assume la componente ghiaiosa. Questi materiali costituiscono la copertura della anticlinale e sono presenti sulle alluvioni attuali e terrazzate sia del T. Sentino che del F. Esino. Le strutture fluidali riscontrate in vari ambienti sembrano indicare che la direzione principale della loro provenienza fosse da SW a NE e quindi parallelamente alla faglia che borda il "Calcere Massiccio" ad oriente. Tali osservazioni unitamente allo scarso arrotondamento dei materiali in questione testimonierebbero a favore di ingenti quantitativi provenienti dall'erosione delle coperture. Per i materiali fini (limi ed argille) è stato ipotizzato, anche in base a dati geomorfologici esterni, un momentaneo drenaggio sotterraneo di parte delle acque del T. Sentino.

Le testimonianze sono portate da episodi lacustri e riempimenti in varie località della Gola, ivi compresa tutta una serie di inghiottitoi completamente riempiti di questi materiali.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEGREZZI A., BARTOLOMEI G., BROGLIO A., PASA A., RIGOBELLO A., RUFFO S., 1960 "Il Buso della Rana (40 V-VI). *Rass. Speleol. It.*, Anno XII, n. 3 pp. 100-162, COMO.
- BADIALI R., BOCCHINI A., UNCINI P., 1967. "Il Catasto Speleologico delle Marche, 1° nota informativa". *Tip. Flori*, pp. 13, JESI
- BADIALI R., BOCCHINI A., UNCINI P., 1969 "Il Catasto Speleologico delle Marche, Aggiornamenti". *Tip. FLORI*, JESI
- BERTOLANI M., GARUTI G., ROSSI A., BERTOLANI-MARCHETTI D., 1977 "Motivi di interesse mineralogico-petrografico nel complesso carsico Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume (Genga, Frasassi)". *"Le Grotte d'Italia"*, serie 4°, Vol. VI (1976), pp. 109-144, Bologna.
- BINI A., CAPPA G., 1974. "Proposte di ammodernamento della simbologia per rilievi di cavità sotterranee". *Boll. Ass. It. di Cartografia*, n. 51, pp. 97-108, Poligrafico Campano, BENEVENTO.
- BOCCHINI A., COLTORTI M., 1974. "Unghiate ed impronte di *Ursus Arctos* nella Grotta del Fiume, nella Gola di Frasassi (Ancona)". *Atti XII Congr. Naz. di Speleol.*, S. Pellegrino Terme, in stampa.
- BOEGLI A., 1973. "La corrosione per miscela d'acqua". *Atti Sem. Speleogen. Varenna*, 5-8 Ott. 1972. *"Le Grotte d'Italia"*, serie 4°, Vol. IV, (1973), BOLOGNA.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI M., DEIANA G., MICARELLI A., PIERUCCINI U., 1971. "Contributo alla conoscenza del Giurassico nell'Appennino Umbro-Marchigiano". *Studi Geol. Camerti*, Vol. 1, pp. 7-89, CAMERINO.
- DAMIANI V., "Considerazioni tettoniche sul fianco occidentale dell'anticlinorio del M.S. Vicino (Marche)". *Boll. Soc. Geol. It.*, 87, (1968), pp. 3-11, ROMA
- DEMATTEIS G., 1963. "L'erosione regressiva nella formazione dei pozzi e delle gallerie carsiche". *Atti IX Congr. Naz. di Speleol.*, Mem XI, *Rass. Speleol. It.*, COMO
- DEMATTEIS G., 1975. "Contributo ad una classificazione delle forme carsiche sotterranee". *Atti Sem. Speleogen. Varenna*, 5-8 Ott. 1973 *"Le Grotte d'Italia"*, serie 4°, Vol. IV, BOLOGNA

- GRUPPO SPELEOLOGICO MARCHIGIANO, 1956. "Caverne naturali elencate nel Catasto del Gruppo Speleologico Marchigiano", Atti VII Congr. Naz. Speleol., Mem III, Rass. Speleol. It. e S.S.I., pp 140-142, COMO
- PERNA G., POZZI R., 1959. "Osservazioni su alcuni fenomeni concrezionari della Grotta del Fiume (Ancona)", Rass. Speleol. It., n. 1; pp. 3-17 COMO.
- RENAULT P., 1967-1968. "Contribution a l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la speleogenese", Ann. de Spéleol. C.N.R.S., Tomo XXII, Tomo XXIII, Moulis, ARIEGE
- VENZO G. A., 1966. "La Grotta "4650 VALDUGA" in Val Terragnolo (Trento)", Atti IX Congr. Naz. Speleol. Trieste 29 Sett. 1963, COMO.
- WOODWARD H. P., 1964. "Una teoria sulla formazione delle cavità per cattura dei corsi d'acqua". Atti e Mem. Comm. Grotte "F. Poegan", Suppl. di Alpi Giulie, Soc. Alp. Giulie, Sez. Trieste C.A.I., III, 1963, pp. 1-32, TRIESTE.

SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA - C.A.I. JESI

Bocchini Andrea - Coltori Mauro

CONSIDERAZIONI SULLA SPELEOGENESI DELLA ZONA CARSIKA DI FRASASSI (ANCONA) IN RELAZIONE ALL'EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA ESTERNA.

RIASSUNTO

I fenomeni carsici interessano solo una parte dell'anticlinale di Monte Valmontagnana cioè la Gola di Frasassi e la parte orientale della struttura. Il livello di base locale è rappresentato dal Torrente Sentino che percorre la gola e taglia la struttura con direzione all'incirca EW. Le cavità presentano generalmente sviluppi a piani sovrapposti dal livello di base attuale sino alla sommità dei terreni permeabili [a q. m. 600].

Le cavità più antiche si impostano su fratture con dir. ~ EW e drenavano verso il Fiume Esino ad est della struttura. Successivamente l'approfondirsi dell'idrografia subaerea e l'alto grado di sviluppo del carsismo, permisero il richiamo verso la Gola di Frasassi dell'acqua di percolazione ponendo le basi per i più vistosi fenomeni di dissoluzione che diedero vita al complesso Buco Cattivo-Grotta- Fiume-Grotta Grande del Vento.

Un piano ipogeo di questa ultima cavità è esternamente correlabile con un lembo di ghiaie attribuite all'interglaciale Riss-Wurm e si è quindi formato in questo momento. In età wurmiana il forte apporto di materiali detritici dai versanti permise un forte sopra-alluvionamento della Gola testimoniato da lembi di ulteriori ghiaie che quasi raggiunsero la quota di quelle precedenti. Probabilmente in questo momento parte delle acque furono drenate nel complesso carsico ed intasarono gli ambienti di depositi argillosi.

SUMMARY

The karst phenomena interesting only a part of the Anticline of Valmontagnana mountains, that is the Frasassi gorge and the eastern part of the structure. The local phreatic level is represented by Sentino stream that goes along the gorge and cuts the structure with direction about EW.

The cave develops on subhorizontal placed upon planes, from the base level until about the top of permeable rocks [more m. 600 a.s.l.]. The oldest caves are placed on diastasis with direction about EW and drained to Esino Valley east of studied zone. Afterwards the deepening of the external hidrography and the growth of the karst, permitted the recall to Frasassi Gorge of the carsic sistem starting up for the shower dissolution phenomenons of "Buco Cattivo-Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento. A plane of these last two cave is in relation externally, with a strip of gravel attributable to the "interglaciale Riss-Wurm" and it have been formed in this time.

In the wurmian age a strong contribution of debris from the slope permitted an overflow of the Gorge, testified by numerous strips of gravel that almost reached the share of the precedents. Probably in this moment part of the water were drained in the caves and obstructed many halls of clayed deposits.

PREMESSA (1)

In seguito allo studio sistematico del complesso carsico Grotta del Fiume-Grotta

Grande del Vento, sono emersi nuovi dati che, integrati con le conoscenze precedenti sui fenomeni carsici della Gola di Frasassi, hanno permesso la stesura di questa nota.

Per comprendere l'interazione tra l'idrografia carsica ed i fenomeni succedutesi durante il Quaternario, nell'area in esame, si è proceduto ad un rilevamento geomorfologico che ha fornito elementi per inquadrare il carsismo nel più ampio quadro dell'evoluzione paleogeografica. Tale lavoro si inserisce nel programma di ricerca intrapreso dagli autori ormai da alcuni anni sui fenomeni carsici dell'Appennino Umbro-Marchigiano.

STUDI PRECEDENTI

La zona di Frasassi fu oggetto nel secolo scorso di studi a carattere prettamente paleontologico (PROCACCINI-RICCI 1809).

E' solo nella seconda metà del 1800 che qualche studioso si interessa dall'aspetto geologico (DE BOSIS 1872). FOSSA-MANCINI (1921) pubblica una monografia sulla Gola di Frasassi, con brevi cenni sul carsismo. Le uniche grotte conosciute a citate furono la Gr. di Frasassi, Gr. di Mezzogiorno (antro di ingresso), Gr. Fatichiana, Foro Occhialoni, Gr. Baffoni. Gli anni seguenti videro l'attuarsi di numerose scoperte ed esplorazioni; MARCETTI (1950) segnala quelle effettuate negli anni precedenti dal Gruppo Speleologico Marchigiano. Nella stesso anno, VILLA & SANTUCCI, espongono in una breve nota le loro osservazioni di carattere geologico su alcune cavità. PERNA & POZZI (1958) illustrano alcuni fenomeni concrezionali della Gr. del Fiume. BADIALI et al. (1967; 1969) pubblicano due elenchi che riportano i dati catastali regionali ivi compresi quelli della maggior parte della cavità della zona, ampliando una precedente comunicazione del Gruppo Speleologico Marchigiano (1956). BOCCHINI-VARANI (1971) descrive l'area in esame e le principali cavità evidenziando alcuni caratteri morfologici a grande scala. Nel frattempo (CENTAMORE et al. 1971) vengono evidenziate le caratteristiche geologiche e strutturali (CENTAMORE 1973) dell'Appennino Umbro-Marchigiano permettendo analisi più dettagliate della carsificazione ipogea.

BOCCHINI & COLTORTI (1974) illustrano alcuni reperti paleontologici con alcune brevi considerazioni sui nuovi sviluppi della Gr. del Fiume - Gr. Grande del Vento. BERTOLANI et al. (1976) pubblicano un lavoro a carattere mineralogico-petrografico del medesimo complesso carsico. CATTUTO (1977) tenta l'inquadramento dei fenomeni carsici nell'evoluzione del bacino idrogeologico connessa con le espansioni glaciali quaternarie. Recentemente COLTORTI & SALA (1978) vengono illustrati ulteriori resti paleontologici rinvenuti nelle cavità della Gola di Frasassi.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona è compresa nelle Tavolelle dell'I.G.M. 1:25000 Foglio 117 Il SW Albacina, Foglio 117 III NW S.S. Quirico, Foglio 116 Il SE Fabriano e Foglio 116 Il NW Sassoferrato. Geologicamente è costituita da una anticlinale con andamento appenninico (NNW-SSE) incisa con direzione all'incirca EW dalla Gola di Frasassi in prossimità della estremità settentrionale. La gola è attraversata dal T. Sentino, affluente di sinistra del F. Esino, nel quale confluisce 1 Km. a valle. Il fenomeno carsico interessa solamente la Gola di Frasassi ed il fianco orientale della piega. (Fig. 1). Quest'area è delimitata ad est dall'allineamento F. Esino (q. 200) Fosso dell'Androccio; ad ovest dallo spartiacque costituito dalle cime M. le Conche (m. 905), M. Rimosse (m. 957), M. Valmontagnana

(m. 930), M. Civitelle (m. 737) e l'abitato di Pianello di Genga (m. 256). A sud il confine è costituito dal Fosso Costato che coincide all'incirca con i più meridionali affioramenti delle rocce carsificabili. Il limite Nord è situato nei pressi dell'abitato di Rosenga (q. 437). Questi confini coincidono con l'affioramento della formazione delle "Marne a Fuocoidi" le cui caratteristiche peculiari verranno illustrate in seguito. Il clima dell'area in esame è influenzato notevolmente dalla topografia, dall'esposizione e dalla quota, fattori che permettono variazioni notevoli delle temperature medie annue e della piovosità. La temperatura media annua si aggira sui 12° C (MINISTERO LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO 1956, 1966, 1918-1974). La piovosità è compresa tra i 1000 e i 1700 mmH₂O annui, con massimo principale in autunno, massimo secondario in primavera e minimo nella stagione estiva. Le precipitazioni nevose sono limitate a pochi mesi nelle clima più elevate. Questo forte apporto idrico non partecipa interamente alla potenziale carsificazione in quanto esistono cospicue perdite (circa 685 mmH₂O) dovute alla evaporazione (BASSI et al. 1971). Condizioni particolari del microclima sono legate all'esposizione che differenzia i due versanti della Gola permettendo lo stanziamento di essenze termofile sulle pareti sud e di ombrofiti sul versante nord. Le formazioni pedologiche che si stanno formando appartengono alla classe dei suoli Calcimagnesiaci.

La loro caratteristica è la presenza di un A₁ ed assenza di un orizzonte di accumulo, tali suoli si impostano sia sui detriti di versante che sui calcari in posto, assumendo talvolta l'aspetto di Rendzina.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

I terreni affioranti appartengono all'intervallo di deposizione Lias-Cretacico e coincidono con le formazioni che hanno influenzato di diverso modo la carsificazione. Per analogia con le aree limitrofe la serie prosegue verso il basso i "Calcari a Avicola contorta" e le "Anidridi di Burano" (Trias). Nell'ambito delle serie giurassiche esistono vistose eteropie di facies dovute all'esistenza di situazioni paleoambientali differenziate determinate dall'evolversi della tettonica sinsedimentaria. Tali condizioni ambientali influenzarono notevolmente la deposizione dei singoli termini.

Nelle zone depresse esistevano le condizioni favorevoli per l'accumulo di forti spessori di materiali (Serie completa); nelle zone più elevate le formazioni presentavano riduzioni dello spessore talvolta con lacune e iatus (Serie condensata). L'instabilità del fondo marino giurassico portò talvolta alla interstratificazione dei termini delle due serie (Serie ridotte). Le variazioni sopra descritte terminarono con la deposizione della "Maiolica" e l'instaurarsi di condizioni ambientali omogenee che perdurarono per tutto il Cretacico. Diamo qui di seguito una breve descrizione delle singole formazioni: (Carta Geol. d'Italia - PERGOLA, 1:50000).

SERIE COMPLETA

Calcare massiccio del Burano: calcare micritico, di colore biancastro o nocciola, in grossi banchi talvolta a stratificazione indistinta. Spessore circa m. 60.

SINEMURIANO - HETTENGIANO.

Corniola: calcare micritico, di colore grigiastro-nocciola in strati di cm. 10-50 di spessore, alternato a sottili livelli (cm. 1-5) marnosi di color grigio verdastro. Talora nei livelli basali compare una forte percentuale di detriti organogeni. Presenza di liste e noduli di selce grigio-azzurrognola. Spessore circa m. 150-250.

DOMERIANO - SINEMURIANO P.P.

Formazione del Bosso: (Rosso Ammonitico - Marne a Posidonia). Calcare marnoso e micritico; di colore rossastro e grigio-verdastro in strati di spessore di cm. 10-20 con

(1) Il lavoro viene eseguito con un contributo del "Consorzio Frasassi"

intercalazioni di sottili livelli marnosi. Talora di aspetto nodulare specialmente nella parte basale. Presenza di selce policroma in liste e noduli. Spessore m. 20-70.
BATHONIANO - TOARCIANO.

Calcare Diasprigni: calcari micritici, granulari diasprigni di color grigio-verdastro in strati di cm. 10-30. La componente silicea è sempre abbondante, la parte mediana è prevalentemente diasprigiana. Spessore m. 50-100.

TITONICO INF. - CALLOVIANO.

SERIE CONDENSATA

Calcare Massiccio di M. Nerone: Calcare organogeno e detritico, di colore biancastro in grossi banchi e a stratificazione indistinta. Abbondanti oncoliti e pellets, talvolta stromatolitico. Spessore m. 700. DOMERIANO P.P. - HETTANGIANO?

Formazione del Bugarone: Calcari nodulari di color grigio-verdastro e nocciola in strati di cm. 10-30 di spessore alternati con sottili livelli marnosi. Abbondante contenuto fossilifero. Spessore 20-60 m. TITONICO INF. - DOMERIANO P.P.?

Alle suddette successioni seguono i termini cretacioli:

Maiolica: Calcari micritici di color grigio-biancastro, in strati di cm. 15-40 di spessore, con liste e noduli di selce di color grigiastro. Spessore m. 300-400.
APTIANO P.P. - TITONICO SUP.

Marne a Fuocidi: Calcari marnosi e marne di color grigio-verdastro a volte policromi in strati di cm. 5-20 di spessore. Presenza di letti e noduli di selce rosata e verdastra. Spessore m. 100-200. CENOMANIANO P.P. - APTIANO P.P.

Quest'ultima formazione, data la forte componente argillosa, costituisce il tipico orizzonte impermeabile della zona ed impedisce il deflusso delle acque che si infiltrano nelle formazioni successive (Scaglia s.l.) verso l'area carsica di Frasassi (Fig. 2). Le formazioni sottostanti sono invece generalmente permeabili. Il Calcare Massiccio di M. Nerone è permeabile per porosità primaria e secondaria. (PASSERI 1970-71; 1974). Tutte le altre formazioni sono interessate esclusivamente da porosità secondaria ad eccezione della "Formazione del Bosso" che, quando è presente, costituisce un tipico orizzonte impermeabile. A causa delle loro caratteristiche litologiche le varie formazioni hanno reagito in modo alquanto vario alle deformazioni. Il "Calcare Massiccio s.l." reagisce alle deformazioni con pieghe a larga curvatura e con vistose fratture. I terreni sovrastanti rispondono alla tettonica disgiuntiva (Horst e Graben) del Massiccio con una tettonica di copertura e, talvolta, data la loro plasticità, con vistose deformazioni. Questo comportamento si accentua con l'aumento della componente argillosa. Sulla cerniera dell'anticlinale affiora la "Serie condensata" con qualche limitato affioramento della "Serie ridotta". La zona in esame rappresentava nel Giurassico, come oggi, un'area sopraelevata, in cui le caratteristiche litologiche già descritte, pongono le migliori condizioni per lo sviluppo della carsificazione. Sono stati rilevati quattro ordini principali di frattura: WNW-ESE, NNE-SSW, NNW-SSE, ENE-WSW. La fratturazione più vistosa, e che condiziona maggiormente la carsificazione, si manifesta con la direzione NNE-SSW, vari ambienti suborizzontali si sviluppano negli interstrati.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO EPIGEA

Le caratteristiche salienti dell'area carsica epigea sono influenzate in modo vistoso dalle condizioni geolitologiche e strutturali. Il clima interagisce con questi caratteri per dar vita a forme in equilibrio con le sue condizioni attuali seppure esistono vistose forme

ricinducibili a precedenti equilibri morfoclimatici (PANIZZA 1973).

Sulle superfici sommitali dei rilievi contornanti la Gola di Frasassi, la copertura pedologica impedisce la facile identificazione delle forme di modellamento. Localizzate in corrispondenza dell'affioramento della Formazione del Bugarone, sono stati rinvenuti karren di frattura (kluftkarren) spesso trasformati in grize, fori di dissoluzione, rare scannellature. Le doline sono in numero esiguo e di piccole dimensioni; sono presenti diversi inghiottitoi verticali.

Il fenomeno carsico è attestato ulteriormente dalla presenza di valli sospese: quella a NW di Colle Orsola (q. 650) dopo abbondanti piogge si riattiva per qualche giorno e dà vita ad una cascata di circa 100 m. di dislivello; un'altra, oggi pressoché inattiva, tra C. Orsola e M. Valmontagnana, presenta a valle del salto (circa 100 m.) una forra con marmille tuttora conservate. L'acclività aumenta bruscamente al contatto con il Calcare Massiccio. In corrispondenza della Gola di Frasassi esistono pareti verticali con dislivelli notevoli (circa m. 100) intramezzati da superfici meno acclivi di origine strutturale. Sul lato orientale la tettonica articola la zona in pareti di minor dislivello. La morfologia è caratterizzata da imponenti talus detritici, la maggior parte stabilizzati, riconducibili ad una morfogenesi in clima periglaciale; talvolta i detriti sono cementati. Sulla roccia in posto si notano karren di frattura e fori di dissoluzione. In questa area si localizzano la maggior parte delle cavità ipogee, sia suborizzontali che in minor misura subverticali, queste ultime apertesesi per arretramento del versante. In prossimità del livello di base attuale le situazioni si diversificano notevolmente: mentre nella Gola continua ad affiorare il "Calcare Massiccio", sul lato orientale esiste una fascia continua di formazioni, tra cui le "Marne a fuocidi", che impediscono il deflusso delle acque di infiltrazione verso il F. Esino. Tale fascia è incisa da valli di modeste dimensioni, con il fondo sopraelevato sul livello di base locale, riempite di materiali detritici. Nella Gola di Frasassi il T. Sentino è il principale agente della morfogenesi. E' ben visibile il letto attuale talvolta alluvionato, ove, sulle sponde, si notano marmille di erosione. Pochi metri più in alto si aprono varie cavità (Gr. Fiume, Sorgente sulfurea, Gr. del Pescatore ecc.); da alcune fuoriescono acque talora sulfuree, risorgenti dal complesso carsico. Recenti ricerche hanno individuato in vari punti della Gola le tracce di una superficie di erosione, posta a circa 25 metri sul talveg. Su questa superficie poggiano massi e ghiaie eterogenee di origine alluvionale, coperti da talus detritici e da accumuli di frana. In alcune sezioni è stato possibile ampliare tale sequenza. Poco prima del secondo ponte (venendo da S. Vittore) uno smottamento recente sulla sinistra idrografica, ha messo in evidenza una piccola incisione a V sottostante il ripiano orografico (fig. 3). Tale incisione è riempita alla base da materiale omogeneo ("Calcare Massiccio") a spigoli vivi, misto a rari ciottoli arrotondati eterogenei, interstratificato con un livello limoso-argilloso di circa cm. 20 di spessore. Superiormente troviamo le ghiaie ben arrotondate disposte sulla superficie di erosione. Lateralmente esistono vari metri di materiale limoso-argilloso grigiastro talora con resti vegetali (foglie) e rari clasti a spigoli vivi di "Calcare Massiccio". In un punto di questa sezione tali sedimenti poggiano su un lembo di ghiaie cementate e profondamente alterate; con patine di ossidi e sequiosidi di Fe-Mn e sottili residui di argilla rosse. All'altezza di questo lembo e quindi all'incirca alla medesima quota del terrazzamento sono presenti, nella Gola, ingressi di cavità interpretate come risorgenze fossili (Gr. Carbone, Gr. Bella, Gr. del Taglio, Gr. Solfurea). Durante la costruzione della strada sono state sventrate delle cavità a prevalente andamento verticale (Inghiottitoi). La genesi di tali condotti è anteriore alla messa in posto dei materiali ghiaiosi dell'alluvione che talora li incide e li maschera (Sala Croce, Gr. del Fiume; Gr. Bella; Gr. del Taglio). Il materiale di riempimento di tali cavità è costituito da argille e limi con dispersi ciottoli arrotondati e ghiaie fini a spigoli vivi di prevalente composizione silicea.

In un inghiottitoio sono stati rinvenuti alcuni strumenti litici preistorici e qualche frammento osseo. Malgrado la scarsità del materiale i reperti litici sembrano appartenere

ad un'industria con substrato musteriano che, essendo associata a fauna a stambecco, rende probabile l'attribuzione al Wurm II e/o III. (1).

Alla medesima quota, in altre località della gola, si rinvennero talvolta piccoli lembi di materiale alluvionale cementato. Tracce di alluvioni ghiaiose eterogenee sono state rinvenute nei pressi della Grotta di Frasassi nel cui ingresso è presente un imponente deposito di materiale limoso-argilloso giallastro, di probabile origine fluvio-lacustre.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO IPOGEO (2)

Le grotte conosciute ammontano a più di cento (BADIALI et al. 1967; 1969) poste a quote progressivamente crescenti sul livello di base attuale. Alcune cavità sono in comunicazione diretta, mentre per altre, tale collegamento non è apprezzabile in quanto gli ambienti percorribili sono estremamente limitati. La presenza di una pila di rocce permeabili e omogenee e gli altri caratteri illustrati, fanno supporre che la carsificazione abbia creato una rete imponente di canali sotterranei intercomunicanti. Il T. Sentino costituisce il livello di base locale sia per il versante nord che per quello sud della Gola di Frasassi. Tali aree, pur nella complessiva omogeneità, differiscono per il volume di acqua drenata; infatti il "Calcere Massiccio" affiora maggiormente sulle pendici del M. Valmontagnana. Il versante opposto è interessato da una frattura con direzione all'incirca EW che ha fortemente influenzato la carsificazione. Lungo tale discontinuità si sviluppa il complesso carsico Grotta Mezzogiorno (q.m. 470 s.l.m.) - Grotta Frasassi (q.m. 310 s.l.m.) interessato da ulteriori fratture con direzione ENE-WSW. Si tratta di una cavità (circa Km. 2,5 di sviluppo metrico e dislivello di m. 150) in cui piani suborizzontali sono collegati da pozzi verticali ed inclinati. Le morfologie sono state obliterate profondamente dalla fase vadosa che ha dato vita a retroversioni e a fenomeni vistosi di riempimento. Altre cavità di più modesto sviluppo sono localizzate lungo una serie di fratture con dir. NNW-SSE e lungo gli interstrati. A questo ultimo gruppo appartengono la Gr. del formaggio e la Gr. del pescatore (q. m. 207 s.l.m.). Lungo i piani di frattura si impostano il Buco del Bagno (q. m. 202 s.l.m.), Gr. Leonardo (q. m. 230 s.l.m.), Gr. Verde (q. m. 330 s.l.m.) a prevalente andamento suborizzontale ed il Buco del Falco (q. m. 202 s.l.m.) ad andamento verticale.

Il Foro degli Occhialoni (q. m. 500 s.l.m.) che si imposta all'incrocio tra una frattura NS ed una N-30-E e permette la comunicazione tra il versante orientale e la Gola di Frasassi. È una cavità relitta in cui le originali morfologie a piani sovrapposti sono state profondamente obliterate dall'erosione del versante. La Gr. delle Penitenze, facente parte del reticolo degli Occhialoni, la Gr. dei Baffoni (q. m. 255 s.l.m.) e il Buco del Colonnello (q. m. 300 s.l.m.) si impostano su fratture di andamento N-30-E ed hanno, le prime due andamento orizzontale, verticale la terza. Ultima, ma non per importanza, il Buco del Sole, apertesi su Maiolica e di modesto sviluppo. Ben più complessa è la situazione sull'altro versante della Gola dove le testimonianze di un carsismo ipogeo sono molto più vistose. Il complesso ipogeo Gr. Fiume-Gr. Grande del Vento è già illustrato in questo lono (BOCCHINI & COLTORTI). Questa cavità, insieme alla Gr. del Carbone, Gr. Faticchiana, Gr. Paradiso, Gr. Rovli, Gr. Tribolazioni, Gr. Orso Bruno, Gr. Bella, Gr. Solfurea ed altre minori, costituivano le paleorisorgenze della zona carsica. Si tratta di cavità a prevalente andamento orizzontale, nella maggior parte dei casi a piani sovrapposti, comunicanti tramite pozzi-cascata, pozzi di crollo e forre. Queste cavità si aprono sui versante nord della Gola di Frasassi. Sul lato orientale dell'anticlinale e sulla

sommità si aprono cavità che hanno andamento verticale: Buco Tigna (q. m. 600 s.l.m.), ingresso Buco Cattivo (q. m. 560 s.l.m.), (oltre 4 Km. di sviluppo metrico, dislivello m. 250) e Buco del Diavolo (q. m. 560 s.l.m.). Il primo presenta caratteristiche di inghiottitoio, mentre le aperture delle altre due cavità sono collegate all'armetramento del versante. Le parti inferiori del Buco Cattivo e del Buco del Diavolo, la Caverna del Tasso, la Gr. dell'Infinito, sono cavità ad andamento suborizzontale anch'esse talora a piani sovrapposti. Tali condotti sono orientati prevalentemente NNE-SSW e NNW-SSE ad eccezione dell'Uscita Fiorini (Buco Cattivo) e le parti iniziali della Gr. dell'Infinito che sono orientati all'incirca come la Gr. del Mezzogiorno (EW). Da segnalare la presenza al Buco Cattivo di ghiaie alloctone arrotondate presenti anche a "Il Grottone" (q. m. 450 s.l.m.) una delle cavità più meridionali dell'area. Caratteristiche particolari presentano la Gr. dell'Inferno e la Caverna delle Terme che si sviluppano su Maiolica; la carsificazione è guidata dalla stratificazione e fenomeni vistosi di crollo limitano ulteriormente le osservazioni.

CONSIDERAZIONI

Le cavità orizzontali si sviluppano in momenti di stasi di approfondimento del livello di base locale, e quelle verticali in momenti di abbassamento veloce. Le cause che determinano le stasi e gli approfondimenti sono attribuibili principalmente alle variazioni del livello di base in seguito ad eustatismo essendo di difficile quantizzazione i movimenti del rilievo per cause orogeniche. Diversi autori (MARINELLI 1926, GIANNINI & FEDRESCHI 1949, DEMANGEOT 1965) si occuparono dei meccanismi di apertura delle gole marchigiane tra cui quella di Frasassi ed ipotizzarono l'antecedenza come fenomeno più probabile. Nella gola le morfologie più antiche sono state obliterate dall'erosione e le tracce di depositi alluvionali più antichi si rinvennero solo a partire da quota m. 310 s.l.m. (Gr. Frasassi e dintorni). Gli ambienti ipogei a questa quota drenavano verso il T. Sentino e testimoniano come il livello del suo talweg fosse il più approfondito dell'intera zona. Da questo momento in poi i dati morfologici testimoniano l'erosione per antecedenza. Diversa è la situazione per le grotte a quote maggiori, dove pur non esistendo dati geomorfologici esterni, almeno tre cavità chiave, testimoniano un drenaggio indipendente dal T. Sentino. Si tratta della Gr. del Mezzogiorno (q.m. 470 s.l.m.), dell'Uscita Fiorini (q.m. 470 s.l.m.) e del Grottone (q.m. 450 s.l.m.), le prime due impostate su fratture con direzione EW e l'ultima su di una NW (maggiori perplessità esistono per la Grotta dell'Infinito). Questi dati non escludono l'apertura della Gola (esistono d'altronde piccole cavità a quote elevate, es. Crino de Becce, che già drenavano verso Frasassi) ma testimoniano che, se questa era già incisa, il suo livello di base era indipendente da quello delle cavità prima citate. Successivamente, anche all'interno della gola si rinvennero diverse cavità (Gr. Paradiso q.m. 420 s.l.m.; Faticchiana q.m. 430 s.l.m.; e Tribolazioni q.m. 450 s.l.m.) con cospicui sviluppi a testimoniare come il T. Sentino gerarchizzasse progressivamente l'intero reticolo ipogeo. Tale fenomeno può essersi verificato in una fase di nuovo approfondimento quando la canalizzazione sotterranea, già ad un elevato grado di sviluppo, in seguito ad un repentino abbassamento, trovò l'energia sufficiente per drenare il reticolo ipogeo.

Un'importante contributo a tali catture potrebbe essere stato portato dall'attivazione di faglie profonde che permisero la risalita di acque mineralizzate e i più vistosi fenomeni di dissoluzione per miscelazione di acque (BOEGLI 1975). A conferma di tale ipotesi è stata notata la presenza nei rami del "Buco Cattivo" che probabilmente drenavano verso il T. Sentino (Sala del Campo) di depositi gessosi. A quote minori esistono dati che confermano la continuità dello Stato precedentemente raggiunto (Galleria del Tornante), Buco Cattivo; Gr. Fiume e Gr. Grande del Vento) ed i dati geomorfologici esterni permettono una ricostruzione più dettagliata delle vicissitudini della Gola di Frasassi. Un piano carsico ipogeo di enorme sviluppo (Ramo Sala Luna, 3°

(1) Studi più dettagliati sono in corso.

(2) Vengono prese in considerazione solo le cavità di maggior sviluppo.

piano ipogeo, Gr. Fiume-Gr. Grande del Vento) è posto alla medesima quota di un lembo di ghiaie cementate, profondamente alterate e disfatte, con abbondanti patine di ossidi di Fe-Mn e residui di argille rosse. L'intensità dei processi pedogenetici testimonia un periodo più caldo dell'attuale e probabilmente di maggior durata che può ben coincidere con l'interglaciale Riss-Wurm (1). Questo periodo di relativa lunga durata, giustifica anche le dimensioni del ripiano interno corrispondente. Il deposito ghiaioso fu successivamente inciso e solo un piccolo lembo rimase a testimoniare tale momento. In questa fase di abbassamento dell'idrografia del Sentino probabilmente si formarono, in seguito all'allargamento delle fratture da parte di acque di precipitazione e dilavamento, i condotti verticali da noi rinvenuti in seguito all'apertura della strada. In tali inghiottitoi, poco sotto la sommità di uno di essi, è presente una scarsa industria preistorica con fauna a stambecco, che può essere attribuita al Wurm II e/o III. Questa attribuzione ci conferma che l'incisione e l'abbassamento del talweg del T. Sentino devono essere avvenuti a cavallo tra l'interglaciale ed il Wurm II, probabilmente al debutto della glaciazione wurmiana (Anaglaciale). Dopo questo periodo l'instaurarsi di un clima periglaciale permise la messa in posto dei talus detritici in cui, i pochi ciottoli eterogenei ed arrotondati associati, testimoniano l'erosione dei sovrastanti depositi riss-wurmiani. L'apporto idrico da parte delle precipitazioni, in questo momento doveva essere scarso.

Il forte apporto detritico dai versanti non veniva difatti asportato ed al contrario costituiva uno sbarramento che costrinse il torrente ad elevarsi sopralluvionando gli stessi conoidi per diversi metri. In questo momento vengono deposte le ghiaie del Livello II (Fig. 3). Su tali ghiaie si impostarono depositi limosi-argillosi, talora sabbiosi, in sottili livelli, con resti di foglie, che potrebbero testimoniare un momento di maggior apporto detritico ed il conseguente instaurarsi di bacini lacustri. Questo episodio si spinse sin alla quota delle precedenti alluvioni intasando gli inghiottitoi e sopralluvionando probabilmente persino gli ambienti ipogei con depositi argillosi. I materiali ghiaiosi, non essendo mai notevolmente arrotondati dovrebbero provenire dai materiali analoghi presenti alla sommità della struttura. Nel complesso carsico or. del Fiume-Gr. Grande del Vento le faune che si rinvengono alla sommità delle alluvioni del III° piano non sono mai rappresentate da specie estinte prima di questo momento. Le industrie preistoriche e le faune prima citate costituiscono un termine ante quem che ben può coincidere con il Wurm II. Dopo questo episodio non si rinvengono più depositi ghiaiosi ma solamente talus detritici ad indicarci il persistere di condizioni periglaciali sino a che il Sentino riacquistò pian piano potere erosivo ed incise i depositi e le alluvioni precedenti.

Non è ben chiaro il momento in cui si impostò nella Gr. del Fiume-Vento il secondo piano; cioè se esso costituisca il livello di maggior abbassamento del talweg verificatosi ai debutti del Wurm od un ulteriore stasi di approfondimento verificatasi prima della chiusura del glaciale.

Con le attuali conoscenze del periodo wurmiano e constatando che la superficie di erosione, pur ben testimoniata esternamente non ha avuto il tempo di mettersi internamente in equilibrio con il profilo idrico, ci sembra improbabile attribuire tale piano, anche se di piccole dimensioni, ad un periodo posteriore al Wurm I-II e quindi propenderemmo per la prima ipotesi. Un ulteriore stasi di approfondimento probabilmente post-wurmiana è poi documentata dal I° piano ipogeo Gr. Fiume-Vento, situato a pochi metri sul fatto attuale. Questo momento può coincidere con l'affermarsi delle

condizioni di biostasia nel post-glaciale. È interessante notare come questo piano di cospicuo sviluppo e con ambienti di discrete dimensioni si sia impostato nel breve lasso di tempo di circa 10000 anni. La falda freatica è attualmente in fase di ulteriore approfondimento giacché, negli ambienti ipogei, la zona di saturazione ed il Torrente Solfureo si trovano generalmente infossati 2-3 metri sotto il 1° ripiano interno. Per i piani posti a quote superiori al III° livello ipogeo, anch'essi talvolta di cospicue dimensioni ed estensioni, è possibile ipotizzare dei meccanismi speleogenetici analoghi, anche se, mancando dati geomorfologici e dati paleontologici-paleontologici rimane alquanto difficile un'interpretazione dettagliata dei fenomeni.

BIBLIOGRAFIA

- BOCCHINI-VARANI M.A., 1971. "Un area carsica nell'Alto Esino", Boll. Soc. Geogr. It., n. 1-3, pp. 31-85, ROMA
- BORDES F., 1961. "Typologie du Paléolithique Ancien et Moyen", Publ. Inst. Préhist. Univ. Bordeaux, Mem. 1, BORDEAUX.
- CATTUTO C., PASSERI L., 1974. "Relazione tra idrologia carsica e litologia nell'area Umbro-Marchigiana", Atti IX Congr. Naz. Speleol., Genova 1972, Mem. XI, Vol. 1, Rass. Speleol. It., COMO.
- CATTUTO C., 1976. "Correlazioni tra i piani carsici ipogei e terrazzi fluviali nella Valle del Fiume Esino (Marche)", Boll. Soc. Geol. It., 95, pp. 313-326, ROMA.
- CENTAMORE E., JACOBACCI A., MARTELLI G., 1972. "Modello strutturale Umbro-Marchigiana e possibili correlazioni con le regioni adiacenti", Boll. Ser. Geol. It., 93, pp. 115-188, ROMA.
- COLTORTI M., SALA B., 1978. "Resti fossili nella Gola di Frasassi", "Natura e Montagna", Anno XXV, fasc. 1, pp. 27-31, BOLOGNA.
- DE BOSIS F., 1872. "La caverna ossifera di Frasassi presso Fabriano", Tip. Mengarelli, ANCONA.
- DEMANGEOT G., 1965. "Geomorphologie des Abruzzes Adriatiques", Mem. et Docum., C.N.R.S., pp. , PARIGI.
- DEMATTEIS G., 1963. "Morfologia della zona di percolazione in un sistema carsico delle Alpi Liguri", Atti IX Congr. Naz. Speleol., Trieste Mem. VII, Rass. Speleol. It., pp. 3-15, COMO.
- UCHAUFOUR P., 1970. "Practs de Pedologie", pp. 481, Masson et Cie, PARIGI.
- EK C., 1961. "Conduits souterrains en relation avec les terraces fluviales", Ann. Soc. Geol. Belgique, Vol. LXXXIV, pp. 313-340, LIEGI.
- FOSSA-MANGINI E., 1921. "Geologia e idrologia nella Gola del Sentino nella Marca di Ancona", Giorn. di Geol. Prati., anno XVI, fasc. III-IV, pp. 37-76, PERUGIA.
- GIANNINI E., PEDRESCHI L., 1949. "Considerazioni sullo sviluppo dell'idrografia in relazione alle più recenti teorie sull'orogenesi appenninica", Atti Soc. Tosc. di Sc. Nat., Mem. Serie A, 5,6, pp. 144-177, PISA.
- LUMLEY-WOODYEAR H., 1969-1971. "Le paléolithique inférieur et moyen du Midi Méditerranéen dans son cadre géologique", V suppl. a "Gallia Préhistorica", Tomo I e II, C.N.R.S., PARIGI.
- MARCHETTI M., 1950. "La zona speleologica di S. Vittore di Frasassi", in "Guida generale delle Marche", pp. 73-80, ANCONA.
- MARINELLI O., "La maggior discordanza tra orografia ed idrografia nell'Appennino", Riv. Geogr. It., anno XXXIII (1962), Fasc. I-II pp. 72, FIRENZE.
- MINISTERO LAVORI PUBBLICI-SERVIZIO IDROGRAFICO 1956. "Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1951. Bacini con foce al litorale adriatico dal Reno al Tronto", Ist. Poligr. dello Stato, ROMA.
- MINISTERO LAVORI PUBBLICI-SERVIZIO IDROGRAFICO 1966. "Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-1955", Ist. Poligr. dello Stato, ROMA.

(1) In base a ricerche di carattere pedologico-paleontologico (Coltorti M.; Tesi di Laurea, in corso) è stata proposta l'attribuzione all'inter glaciale Riss-Wurm per i suoli che alterano la superficie terrazzata del II° ordine. Queste attribuzioni contrastano con le correlazioni proposte in precedenti lavori.

MINISTERO LAVORI PUBBLICI-SERVIZIO IDROGRAFICO "Annali idrologici sezione di Bologna", Ist. Poligr. dello Stato, ROMA.

PANIZZA M., 1973. "Elementi di geomorfologia", pp. 175, Pitagora Ed., BOLOGNA.

PASSERI L., 1974. "Ricerche sulla porosità delle rocce carbonatiche nella zona di M. Gucco (Appennino Umbro-Marchigiano) in relazione alla genesi della canalizzazione interna", "Le Grotte d'Italia", Serie 4*, Vol. III (1970-72), BOLOGNA.

PASSERI L., 1974a. "Porosità primaria delle rocce carbonatiche e canalizzazione freatica", "Le Grotte d'Italia", Serie 4*, Vol. III, (1970-72), BOLOGNA.

PROCACCINI-RICCI V., 1809. "Memoria su la Grotta di Frasassi nel dintorni di Fabriano", Tip. Lazzarini, SENIGALLIA.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA 1975. "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50000, F. 291 Pergola", ROMA.

VILLA G.M., SANTUCCI R., 1950. "Indagini speleologiche nelle Marche" Atti XV Congr. Geogr. It., pp. 335-338, TORINO.

WARWICK G.T., 1961. "Cave deposits and paleoclimatology", Atti Simp. Int. di Speleol. Varenna 1960, Vol. II, COMO.

GRUPPO SPELEOLOGICO AUTONOMO JESINO

Gaidenzi Sandro

OSSERVAZIONI SULLE CAVITÀ NEI PRESSI DELLA SORGENTE SOLFUREA DI FRASASSI

RIASSUNTO

Il Monte Valmontagnana, a Sud della Gola di Frasassi [Marche], è intensamente carsificato per le favorevoli condizioni litostreolitiche ed idrogeologiche; viene esaminata la parte del sistema carsico più prossima al punto di risorgenza, dove è più evidente lo scorrimento di acqua solfurea.

Le cavità considerate, Grotta Bella e Grotta Solfurea, si differenziano morfologicamente poiché si sviluppano in diverse formazioni calcaree. La Grotta Solfurea è costituita da tre differenti piani sub-orizzontali, collegati da pozzi o crolli, da correlare con l'approfondimento del talweg del fiume Sentino. Il fiume ha certamente contribuito alla genesi della grotta causando una continua fluttuazione del livello freatico per l'alternanza di periodi di piena e di magra.

ABSTRACT

In Mount Valmontagnana, situated in the southern part of the Frasassi Canyon, there are many caves because of the favourable hydrologic and lithologic conditions; it is only considered the part of the Karst system closest to the spring, where the flow of sulphuric water is more evident.

The caves considered (the "Grotta Bella" and the "Grotta Solfurea") are morphologically different because they develop in diverse limestone formations. The "Grotta Solfurea" consists of three horizontal and superposed levels, united by wells and collapsed-wells; these levels have to be correlated with the deepening of the talweg of the Sentino River. The river has surely contributed to the genesis of the cave causing a continual fluctuation of the phreatic level.

SITUAZIONE GEOLOGICA

La Gola di Frasassi (Marche) è stata incisa dal fiume Sentino in direzione Ovest-Est nei calcari Mesozoici dell'anticlinale di Frasassi (altitudine massima M. Rimosse, m. 957). Tale struttura, orientata da SSE a NNW, è mozzata nel suo versante nord-orientale da una faglia appenninica.

Nell'Appennino Umbro Marchigiano sono presenti più tipi di successioni litostreolitiche, a causa di una evoluzione differenziata delle condizioni ambientali nel bacino di sedimentazione durante tutto il Giurassico ed, in particolare, nel Lias Medio e Superiore. (CENTAMORE et al., 1971; CENTAMORA et al., 1972).

La successione caratteristica dell'anticlinale considerata è la serie condensata; a partire dal basso, infatti, affiorano: Calcare Massiccio del M. Nerone (Domeriano p.p. - Hettangiano) Formazione del Bugarone (Titonico inf. - Domeriano p.p.3) Maiolica (Aptiano p.p. - Titonico sup.) Marne a Fucoidi (Cenomaniano p.p. - Aptiano p.p.) Scaglia s.l. (Cattiano - Cenomaniano p.p.).

In analogia a quanto rilevato tramite una perforazione nella Gola di Burano, la serie

dovrebbe continuare in basso con pochi metri di "Marne ad Avicola Contorta" e con uno sconosciuto spessore di "Anidriti di Burano".

Il *Calcare Massiccio* affiora nel versante Nord-orientale dell'anticlinale ed all'interno della Gola per circa 500 m. di spessore; è un calcare biancastro, puro, che si presenta in strati di notevole spessore o a stratificazione indistinta; è molto compatto e resistente tanto che le rupi ed i burroni più ripidi si trovano in questa formazione. Localmente presenta sistemi di spazi porosi che gli danno una notevole permeabilità primaria (PASSERI, 1970-71); è la formazione maggiormente carsogena della successione Umbro-Marchigiana.

La *formazione del Bugarone* sostituisce nella serie condensata le contemporanee formazioni scarsamente carsogene della serie normale; ha uno spessore di 20-60 metri e possiede un alto contenuto siliceo; va considerata una formazione permeabile.

La *Maiolica* è un calcare bianco, micritico, sedimentato in strati di 20-50 cm. di spessore, alternati da letti e noduli di selce. Ha reagito abbastanza plasticamente agli sforzi tettonici, ma non mancano esempi di vistose fratturazioni, soprattutto di tipo leptoclasico. La permeabilità è esclusivamente di tipo secondario.

Le *Marne a Fucoidi* sono marne variegata e rappresentano un importante fronte impermeabile.

IL CARSIISMO

La zona presenta condizioni favorevoli allo sviluppo di cavità: infatti la serie condensata, riducendo i tipi litologici del Lias Medio e Superiore, scarsamente carsogeni, favorisce un drenaggio ininterrotto da Maiolica a Calcare Massiccio. Inoltre la presenza di acqua solfurea nella falda freatica accresce il potere corrosivo delle acque carbonatiche, specialmente nella zona di miscelazione (BOGLI, 1964).

Per spiegare la genesi di acqua solfurea sono state formulate due ipotesi: la prima si basa sulla dissoluzione delle pirite contenute nella Maiolica e nella Formazione del Bugarone (PERNA & POZZI, 1959); la seconda ne spiega la genesi per mezzo della presenza delle "Anidriti di Burano" al di sotto del Calcare Massiccio.

Nella zona si sono così potute formare un gran numero di cavità - nel Catasto speleologico ne sono elencate oltre 100 - di cui tre (Buco Cattivo, Grotta del Mezzogiorno-Frasassi, Grotta del Fiume-Vento) si sviluppano per parecchi chilometri di lunghezza.

Nel Monte Valmontagnana, sul versante meridionale della Gola, le cavità sono prevalentemente orizzontali e testimoniano, almeno nei livelli inferiori, che il drenaggio fu condizionato dalla formazione impermeabile delle Marne a Fucoidi, che sbarrava ad Oriente il massiccio calcareo. Tale situazione continua a verificarsi anche oggi (FOSSA MANCINI, 1921; BOCCHINI VARANI, 1971), cosicché i punti di risorgenza sono localizzati principalmente allo sbocco della Gola, dove sono visibili tre sorgenti.

Una di esse si apre nel Calcare Massiccio, le altre negli strati fortemente inclinati della Maiolica e, probabilmente, della Formazione del Bugarone, notevolmente ridotta in spessore per laminazione tettonica. Queste sorgenti, come risulta dal rilievo allegato (fig. C), sono direttamente connesse alla Grotta Bella (5 MA AN) e alla Grotta Solfurea (6 MA AN), le cavità che costituiscono la parte terminale del complesso carsico del M. Valmontagnana.

GROTTA BELLA

La grotta Bella (fig. B) si apre nel Calcare Massiccio ed è costituita da due sale più alcuni ambienti minori (lo sviluppo complessivo è di circa 250 m.); è prevalentemente

orizzontale e si trova 4 m. sopra il livello freatico. Morfologicamente non si differenzia dalla Grotta del Fiume, della quale va considerata una diramazione; è rilevabile in più punti lo scorrimento di acqua solfurea.

GROTTA SOLFUREA

La Grotta Solfurea si sviluppa nella Maiolica; il suo ingresso è situato al di sopra di un muraglione, sul lato meridionale della strada. Dall'antro, dopo alcuni stretti passaggi, si raggiunge un breve pozzo (P5) sulla sinistra del quale parte una diramazione che torna verso l'esterno; più avanti invece si arriva alla Sala del Tricheco. Oltre la Sala ci sono alcune diramazioni poco sopra il livello freatico e, superato un pozzo (P 15), il Ramo Superiore; questo termina con una lunga strettola, impraticabile, in comunicazione con la Galleria della Selce alla Grotta del Fiume; sulla sinistra invece si sviluppa il Ramo T. Lo sviluppo complessivo della cavità è di circa m. 500.

La Grotta Solfurea è costituita essenzialmente da gallerie ad andamento orizzontale, localizzate su livelli ben individuabili. Il 1 piano, a circa 10 m. dall'acqua di fondo (m. 207 s.l.m.), è rilevabile nelle diramazioni successive alla Sala del Tricheco; altrove è mascherato da crolli o da fenomeni di approfondimento per scorrimento a pelo libero; in tal caso si hanno gallerie con pavimento allagato.

Il 2 piano, a circa 10 m. sul livello freatico (215 metri s.l.m.), è ben visibile sotto il P5; comunica con l'inferiore attraverso un breve pozzo o per crolli, come nella Sala del Tricheco.

Il 3 piano è il più evidente; situato a circa 25 m. dall'acqua di fondo (m. 230 s.l.m.), è costituito dall'antro di accesso e da tutto il Ramo Superiore; comunica con quello inferiore attraverso pozzi campaniformi o per stretti passaggi ad andamento prevalentemente verticale.

La Grotta Solfurea, considerando i piani indipendentemente l'uno dall'altro, ha sviluppo planimetrico piuttosto lineare; esistono inoltre gallerie parallele poi confluenti. Nel 1 e nel 2 piano sono spesso evidenti solchi di erosione profondi anche 2 metri.

La circolazione idrica nella grotta è legata al movimento delle acque freatiche; questo avviene alternativamente in condizioni freatiche o a pelo libero. Localmente si possono osservare direzioni di scorrimento completamente anomale a causa di accumuli di materiali clastici misti ad argilla che deviano le acque. L'acqua di percolazione è generalmente piuttosto scarsa.

Il Ramo Superiore non è interessato da vistosi fenomeni di crollo; questi sono localizzati negli ambienti che si sviluppano nelle maggiori fratture (Sala del Tricheco), e nella parte occidentale della cavità, dove, per cause tettoniche, gli strati sono maggiormente fratturati. Nel 3 piano esistono fenomeni di concrezionamento e depositi di gesso microcristallino; la parte della grotta che va dal P5 al P 15, invece, è totalmente spoglia di concrezioni calcaree; vi sono depositi di gesso, sia microcristallino che macrocristallino, e assume proporzioni vistosissime il fenomeno delle vermicolazioni argillose, che interessa tutte le pareti.

Secondo i rilievi eseguiti con i normali strumenti speleo-topografici (bussola Wilkie, livelletto Abney, fettucola metrica, calcolatrice tascabile), esistono, in condizioni normali, i seguenti dislivelli tra specchio freatico e livello del fiume Sentino:

m. 4, ad una distanza planimetrica di circa 40 metri;

m. 5, ad una distanza planimetrica di circa 90 metri.

Nonostante ciò in corrispondenza delle piene il livello freatico si innalza anche di 1 metro; nelle gallerie interessate da scorrimento a pelo libero sono inoltre visibili, sulle pareti, solchi orizzontali di erosione dovuti alle variazioni di portata.

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

La Grotta Bella e la Grotta Solfurea costituiscono la parte terminale del complesso carsico del M. Valmontagnana, trovandosi in prossimità del punto di risorgenza. Entrambe sono interessate da scorrimento idrico ma, nella Grotta Solfurea esso è accentuato poiché vi vanno a confluire, a causa dello sbarramento costituito dalle Marni a Fucordi, le acque di una più ampia porzione del bacino sotterraneo.

Nella Grotta Solfurea il drenaggio, condizionato dalla formazione impermeabile, viene a coincidere in linea generale con la direzione della stratificazione (SSE-NNW; inclinazione: 60°-80°), anche se localmente può essere influenzata dalle maggiori fratture. Si sono così sviluppate gallerie sub-orizzontali, ad andamento lineare, parallele tra di loro e poi confluenti.

Come è noto i piani sub-orizzontali ed i pozzi che li collegano sono riferibili rispettivamente a periodi di stabilità e di rapido abbassamento del livello di base (PASSERI, 1973).

I piani rilevati possono quindi venire correlati con le superfici terrazzate della valle fluviale, come già osservato per l'area di Frasassi da BOCCHINI VARANI (1971) e da CATTUTO & PASSERI (1974); un tentativo a tale proposito è stato compiuto da CATTUTO (1976).

Perciò, in seguito all'affossamento del talweg del Sentino le gallerie carsiche già esistenti sono rimaste sospese: secondo la rapidità di tale approfondimento si sono formati solchi di erosione, pozzi ed ancora gallerie orizzontali.

I condotti, abbassatosi il livello freatico, sono stati modificati dalle acque vadose, che hanno causato concrezionamento o vistosi crolli nelle zone maggiormente fratturate.

Questi fenomeni interferiscono con lo scorrimento delle acque freatiche causando locali deviazioni del flusso idrico.

Nonostante il dislivello rilevato tra il livello della falda freatica e del fiume, che del resto potrebbe essere imputato ad errori strumentali, non si può escludere la partecipazione, anche se indiretta, del Sentino alla genesi della cavità. Infatti ad un incremento della portata del fiume corrisponde rapidamente un innalzamento del livello freatico, fino a quando si raggiunge una nuova posizione di equilibrio; ciò non può venire imputato ad un maggiore afflusso di acque vadose dal bacino assorbente ma piuttosto alla maggiore resistenza opposta dal fiume al deflusso nei punti di risorgenza.

Pertanto la continua oscillazione del livello freatico, causata principalmente dal Sentino ha contribuito, secondo quanto affermato da numerosi autori, alla formazione ed all'ampliamento delle gallerie carsiche.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Sign. Galdenzi Sergio, Mencarelli Maurizio, Palombini Giovanni, Rettaroli Rosella, del Gruppo Autonomo Speleologico Jesino, per la loro collaborazione nella esecuzione dei rilevamenti topografici.

BIBLIOGRAFIA

- BOCCHINI VARANI M. A. (1971) - Un'area carsica nell'alto Esino. Boll. Soc. Geogr. It., 1-3, Roma, 1971.
- BOEGLI A. (1964) - Mischungskorrosion, ein Beitrag zum Verkarstungs problem. Erdkunde, Archiv f. Wissenschaftl., Geographie, 2, 84-92, Bonn.
- CATTUTO C. (1976) - Correlazione tra piani carsici ipogei e terrazzi fluviali nella valle del fiume Esino (Marche). Boll. Soc. Geol. It., 95 (1976), 313-326.

- CATTUTO C & PASSERI L. (1974): - Relazioni tra idrologia carsica e litologia nell'area Umbro-marchigiana. Atti XI Congr. Spel., Genova 1972. Rass. Spel. It. (Como), Mem. XI, Vol. 1, 227-238.
- CENTAMORE E., CHIOCCINI M., DEIANA G., MICARELLI A., PIERUCCINI U. - Contributo alla conoscenza del Giurassico dell'Appennino Umbro-Marchigiano. Studi Geologici Camerti I, 1971, pp. 7-89.
- CENTAMORE E., JACOBACCI A. & MARTELLI G. (1973) - Modello strutturale Umbro-Marchigiano. Correlazioni possibili con le regioni adiacenti. Boll. Serv. Geolog. d'It., 93, 155-188, Roma, 1973.
- FOSSA MANCINI E. (1921) - Geologia e idrologia nella gola del Sentino nella Marca di Ancona. Giorn. Geolog. Prat., 37-76, Perugia, 1921.
- PASSERI L. (1970-71) - Ricerche sulla porosità delle rocce carbonatiche nella zona di M. Cucco (Appennino Umbro-Marchigiano) in relazione alla genesi della canalizzazione interna. Le Grotte d'Italia, s. IV, III, Bologna 1972.
- PASSERI L. (1973) - Canalizzazione sotterranea in regime di fluttuazione freatica nel travertino della Piana (Umbria). Rass. Speleol. Ital., 25 (1-4), Como, 1973.
- PERNA G. & POZZI R. (1959) - Osservazioni su alcuni fenomeni concrezionari della Grotta del Fiume (Ancona). Rass. Speleol. Ital., 1, 3-17, Como, 1959.

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELL'AMBIENTE CARSICO NEI MONTI DI PALERMO

RIASSUNTO

Nell'ambito dei Monti di Palermo si è studiato l'ambiente carsico che si sviluppa principalmente nei terreni calcarei e calcareo-dolomitici. Le facies cui appartengono questi terreni sono: Facies Panormide [tipico ambiente di piattaforma carbonatica], Facies Imerese [tipico ambiente di bacino]. Vengono analizzate le relazioni esistenti tra fenomenologia carsica con le caratteristiche litologiche dei terreni interessati dal fenomeno e alcune tipologie carsiche caratteristiche delle due facies.

SUMMARY

It is studied Karst morphology of Palermo Mountains, which is developed into the calcareous and dolomitic-calcareous terrains. These terrains belong two different "facies types": Panormide facies [the type of sedimentation of this facies is a carbonate platform environment], Imerese facies [the terrains of these facies denote a basin environment]. The relationships between karst phenomenon and lithological characteristics of these facies are pointed out. It is given too the description of some karst characteristics of the two facies.

PREMESSA

Gli studi relativi al fenomeno carsico nell'area dei Monti di Palermo sono per lo più limitati a relazioni sulle scoperte e sulle esplorazioni delle cavità ipogee, compilate nell'ambito dei pochi Gruppi Speleologici operanti nella zona, DE STEFANI T. (1941), MANNINO G. (1953, 56, 59). Tra i pochi AA che si sono interessati del fenomeno carsico a scala regionale sono da citare: MARINELLI O. (1911) SAIBENE C. (1957). Questa nota vuole essere un contributo iniziale allo studio sistematico dell'ambiente carsico dei Monti di Palermo.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I Monti di Palermo rappresentano una porzione della catena appenninico-maghrebide in cui in particolare sono interessate le zone esterne corrispondenti a differenti aree paleogeografiche.

CAFLISCH L. (1966) riconosce nell'ambito dei Monti di Palermo quattro diverse facies corrispondenti ad altrettante zone paleogeografiche, mentre GIUNTA & LIQUORI (1972) riconoscono tre aree corrispondenti a tre diverse unità tettoniche sovrascorse a vergenza meridionale: Unità Panormide, Imerese e Trapanese, mentre non riconoscono la zona paleogeografica di Sagana del CAFLISCH, che non corrisponderebbe ad una zona di soglia bensì ad una zona di transizione ubicata nel fianco settentrionale del Bacino Imerese. Nei Monti di Palermo si assiste quindi alla sovrapposizione tettonica di due unità di primo ordine corrispondenti alla originaria Piattaforma Panormide sovrascorsa

sull'originario Bacino Imerese. I terreni che costituiscono la Piattaforma Panormide sono dati da: 1) Argille mamose e marne nerastre alternate a calcari microcristallini ed a calcareniti nere; dolomie microcristalline grigie chiare spesso vacuolari a stratificazione indistinta. (Trias sup.); 2) Calcari massicciosi chiari pseudoolitici o bioclastici con alghe, brachiopodi e rare ammoniti; seguono calcari grigio chiari giallastri o rossastri a crinoidi, brachiopodi e rare ammoniti (Giura); 3) Calcari massiosi rossastri giallastri o verdi e microbreccie a macroforaminiferi (Cretaceo sup. - Eocene).

I terreni che caratterizzano il Bacino Imerese sono dati da:

1) Argille nero-grigiastre con piccoli gasteropodi e lamellibranchi con intercalazioni di calcilutiti nere sottilmente stratificate con lamellibranchi (Halobia) (Carnico); 2) Dolomie e calcari dolomitici ben stratificate con noduli e lenti di selce bruna o nerastra con venature di calcite spatica; dolomie bianche e grigie raramente rosate, massicce, cristalline, brecciformi a tratti farinose, caratterizzate dalla mancanza di stratificazione e assenza di fossili. Si tratta di sedimenti depositati al piede di scarpata corrispondenti a tipiche breccie di fianco di bacino (Trias sup.); 3) Radiolariti sottilmente stratificate con intercalati banconi di calcarenite e brecciole risedimentate. Gli intervalli carbonatici sono costituiti da conglomerati o breccie con abbondanti gusci di lamellibranchi, brachiopodi, frammenti di alghe, coralli e crinoidi (Giura); 4) Calcareniti e calciruditi gradate con intercalazione di marne e argille (Cretaceo sup. - Eocene); 5) Argille bruno tenere sottilmente stratificate con qualche intervento sabbioso alternato a quarzeniti di colore giallastro e arenarie quarzose attribuibili al paleogene o neogene basale.

L'evoluzione tettono sedimentaria dei terreni appartenenti alla prima unità descritta denotano un ambiente di sedimentazione tipico di piattaforma e di margine, mentre per la seconda unità s'individua un ambiente di sedimentazione tipico di fianco di bacino. La messa in posto della Piattaforma Panormide su Bacino Imerese è riconducibile al neogene basale. Le fasi tettoniche plioquaternarie hanno variato gli originari rapporti geometrici, portando ad un ulteriore scagliamento all'interno della piattaforma Panormide e del bacino Imerese.

FATTORI RESPONSABILI DELL'EVOLUZIONE CARSICA

Nell'area dei Monti di Palermo l'ambiente carsico si presenta alquanto disomogeneo, sia nei rilievi carbonatici e calcareo-dolomitici, che nell'ambito di ogni singolo rilievo. Questa disomogeneità è legata oltre che alla distribuzione delle facies carsogene al diverso stato di fessurazione delle varie formazioni calcaree e calcareo-dolomitiche.

Così ad esempio le forme carsiche hanno un'assoluta prevalenza nei terreni carbonatici pertinenti alla Piattaforma Panormide, mentre nei terreni imeresi queste manifestazioni sono molto più localizzate, meno sviluppate e quasi tutte riconducibili a tipiche voragini di tipo tettonico impostatesi lungo piani di faglia subverticali e diaclasi a pareti lisce. I terreni carsogeni sono riconducibili ai depositi di piattaforma carbonatica ed ai complessi di scogliera e di scarpata, dove nel loro ambito si manifestano comportamenti differenti rispetto ai fenomeni di erosione carsica e di dissoluzione. Principalmente i tipi e la densità delle forme carsiche superficiali che sotterranee mostrano una netta relazione con le facies di appartenenza dalle quali risultano influenzati sia per i caratteri essenzialmente petrografici sia per le strutture primarie inorganiche (stratificazione ed organiche (fossili) proprie di ciascuna litofacies. Ancora nei depositi di Piattaforma carbonatica Panormide apparentemente più omogenei di quelli di scogliera e di margine, la tendenza alla carsificazione si sviluppa in relazione alle associazioni litologiche prevalentemente di facies calcarea di ambiente neritico (calcari bioclastici, calcari micritici, ecc.) particolarmente carsogene, oppure di facies di ambiente cotidale-lagunare (micriti magnesiache) che inibiscono lo sviluppo delle reti carsiche in quanto poco solubili e quindi impermeabili. Inoltre uno stretto rapporto intercorre tra i giunti di strati-

ficazione e quelli di fratturazione che si hanno nell'ambito delle varie litofacies considerate, riflettendo di contro un altrettanto sviluppo variabile delle reti carsiche, generalmente condizionato dal sistema principale di giunti e secondariamente da quelli di immersione, di direzione e diagonali. Si può quindi affermare che il diverso grado di carsificazione che si ha nell'ambito dei Monti di Palermo non è altro che il riflesso di una serie di rapporti intercorrenti tra una determinata litofacies e il tipo di stratificazione e fratturazione, per cui se le direzioni di canalizzazione dipendono dalla densità e dai rapporti reciproci che si stabiliscono tra i piani di fessurazione, l'andamento della rete carsica rimane sempre condizionato dalla natura delle litofacies entro cui queste si sviluppano.

Nell'area dei Monti di Palermo si assiste ad una diversa distribuzione areale e ad una ricorrenza verticale di forme carsiche, che oltre a essere condizionate dai fattori su esposti dipendono dal susseguirsi di cicli carsici, la cui chiara evidenza è dovuta da movimenti relativi tra la terraferma ed il mare. Infatti si osservano tipiche spianate marine dove si sono impostate fra l'altro forme carsiche superficiali, mentre l'oscillazione del livello di base carsico produce una serie di orizzonti carsificati facilmente correlabili con i terrazzi marini che bordano tutto intorno i rilievi dei Monti di Palermo. A suffragare tale rapporto è una serie di grotte carsico-marine (vedi M. Pellegrino) a diverse quote, in genere ben allineate dove, nell'ambito di una stessa grotta, si hanno interruzioni e riprese di processi carsici.

TIPOLOGIE CARSIICHE NEI TERRENI PANORMIDI E IMERESI

Piattaforma Panormide - La morfologia carsica superficiale delle aree appartenenti ai terreni in facies di piattaforma si presenta con tipologie bene accentuate. Le forme più frequenti sono: fori di dissoluzione, vaschette di corrosione, scannellature di varie dimensioni. Tali caratteristiche morfologiche non sono uniformemente distribuite in tutta l'area, ma si riscontrano nelle zone caratterizzate dalla prevalenza di alcune tipologie rispetto ad altre.

Gli esempi probanti sono: la zona di M. Pellegrino, dove troviamo una notevole presenza di fori di dissoluzione impostati su preferenziali linee di frattura, quali leptoclasti o micro fratture; è presente anche una notevole quantità di blocchi mobilizzati che contribuiscono alla formazione del detrito di falda; le scannellature si impostano sulle pareti subverticali e si presentano bene incise ed allungate. La zona dei Pitrazzi (Sud di PA) è caratterizzata da notevoli Karren, sia di tipo relitto che ruiforme; i blocchi costituenti tali Karren si presentano a loro volta fittamente incisi da abbondanti scannellature e vaschette di corrosione. In queste aree non si riscontrano depressioni carsiche, talmente accentuate, da essere classificate come "doline s.s."

Nella piattaforma Panormide sono distinguibili due tipologie preminenti di cavità, equamente distribuite in tutta l'area. Un primo tipo è dato dalle grotte in cui le morfologie, legate alla tettonica, non sono state totalmente cancellate e modellate dall'azione carsica. Infatti in queste cavità sono evidentissima sia le taglie che le diaclasi originarie, costituenti tuttora le principali direttrici speleogenetiche. L'ampliamento degli ambienti è causato da fenomeni di crollo innescati dall'azione carsica. Le principali cavità ascrivibili a queste tipologie sono: l'A. della Pietra Selvaggia, la Grotta Bevilacqua, la G. dell'Arenella. Sono riconducibili a questo tipo anche le numerose cavità subverticali di Cozzo Monaco, esclusivamente di natura tettonica e dove l'azione carsica è quasi del tutto assente.

Nel secondo gruppo, in cui l'azione carsica ha quasi completamente obliterato le morfologie legate alla tettonica, sono preponderanti tipiche morfologie da scorrimento sia freatico che vadoso e morfologie di ampliamento della volta secondo lo schema dell'«erosione inversa». In queste cavità sono attualmente in corso fenomeni di riem-

pimento di origine chimica e detritica. Nelle cavità di questo tipo, ubicate a quote più basse, è evidente l'azione del mare quaternario che, nei casi macroscopici, ha completamente spianato i detriti originati dalla precedente azione carsica (G. Addaura 3^a, Grotte della Montagnola di S. Rosalia). Alle caratteristiche generali di questi tipi di grotte sono ascrivibili, oltre alle già ricordate: il P. del Pidocchio, la G. del Condannato, la G. Molara, la G. dei Pitrazzi. Un caso particolare è dato dall'A. Conza, tipo di cavità da "erosione inversa" costituita da una serie di tre fusoidi, intercomunicanti, di dimensioni imponenti. Presentano le pareti perfettamente levigate dall'azione solvente delle acque con conseguente accumulo detritico (massi e fango) al fondo di essi.

Bacino Imerese - Le caratteristiche morfologiche del carsismo epigeo nei terreni appartenenti alla facies imerese sono meno accentuate di quelle della Piattaforma Panormide. I tipi morfologici più frequenti sono grosse scanalature, la cui larghezza è di qualche dm. spesso molto arrotondate e poco frastagliate, perfino subverticali.

Le vaschette e i fori, anche se presenti, sono meno accentuati e cesellati e relativamente di piccole dimensioni. Le poche doline esistenti possono essere classificate in due gruppi a diversa morfologia: in un'area ristretta sovrastante Poggio S. Francesco, possiamo riscontrare alcune depressioni, di dimensioni non rilevanti, con i fianchi scoscesi; altre forme, nella zona dei pozzi Dingoli e Sbanduto, si presentano molto slargate e poco approfondite. Nella zona in cui la stratificazione è più netta ed evidente, la morfologia generale può essere riconducibile ad un Karren di tipo stratiforme.

In queste aree non è possibile distinguere diverse tipologie di cavità; infatti ognuna di esse non presenta caratteri peculiari tali da permettere una netta differenziazione. Trattasi di cavità a sviluppo prevalentemente verticale, in cui l'azione carsica ha giocato un ruolo molto importante nell'ampliamento di diaclasi iniziali. Alcune si presentano più decisamente evolute, con pozzi che si interrompono a causa dell'impossibilità della prosecuzione dell'azione carsica, data a presenza di terreni non carsificabili quali radiolariti (P. Dingoli, P. dello Sbanduto). Altre cavità sono impostate su linee di frattura su cui l'azione carsica ha a volte favorito la formazione di vasti ambienti di crollo (G. della Pizzuta, G. del Garrone), successivamente ricoperti da imponenti fenomeni concrezionali. Nella zona di Belmonte M. i fenomeni concrezionali assumono uno sviluppo tale da permettere l'estrazione di grandi quantità di alabastro calcareo.

Altre cavità: P. di Zalapl, P. di Macchiaciucia, G. delle Sette Camere ed alcuni pozzi nella zona di Belmonte Mezzagno.

CONCLUSIONI

Dallo studio condotto sulle fenomenologie carsiche dei M. di Palermo ci è stato possibile individuare delle tipologie caratteristiche appartenenti alle due facies esaminate, giungendo alle seguenti conclusioni:

- 1) - Le tipologie, sia ipogee che epigee, più marcate si riscontrano nei terreni appartenenti alla facies Panormide;
- 2) - La presenza di doline è molto scarsa ed in particolare nella Piattaforma Panormide; il drenaggio delle acque superficiali è quindi diffuso su tutta l'area;
- 3) - La maggior parte delle cavità da noi studiate sono da ascrivere ad una origine prevalentemente tettonica;
- 4) - L'intensa carsificazione del M. di Palermo comporta un certo grado di instabilità che nuoce alla crescente urbanizzazione dell'area; tali insediamenti d'altronde sono un reale pericolo di inquinamento per gli acquiferi carsici sottostanti.

Tale lavoro si inserisca in un più vasto programma di ricerche avente per tema lo studio del grado di evoluzione delle cavità in rapporto alla carsificabilità dei vari tipi litologici e della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

BIBLIOGRAFIA

- CAFLISCH L. (1966) - La geologia dei M. di Palermo - Riv. It. di Paleont. e strat., Mem. 12, pp. 1-108 - MILANO
- DE STEFANI T. (1941) - Materiale per uno studio scientifico delle grotte del palermitano Natura, vol. 32, fasc. I - MILANO
- GIUNTA G. & LIQUORI V. (1972) - Geologia della estremità Nord-occidentale della Sicilia - Riv. Min. Sic., A. 23*, n. 136 - 138, pp. 165-226, Tav. 4 - PALERMO
- JENNINGS J.N. (1973) - Karst - The M.I.T. Press - LONDON
- ANNINO G. (1953) - L'Abisso della Pietra Selvaggia sul M. Pellegrino - A. Priulla, Tipografia - PALERMO
- MANNINO G. (1956) - Zubbi del Petrosco - Montagne di Sicilia (Not. delle sezioni siciliane del C.A.I.) A. 22*, n. 10 - 12 - PALERMO
- MANNINO G. (1959) - La Grotta dell'Arenella - Montagne di Sicilia (Not. delle sezioni siciliane del C.A.I.) A. 25*, n. 4-6 PALERMO
- MARINELLI O. (1911) - Per lo studio delle grotte e dei fenomeni carsici in Sicilia - Atti VII Congr. Geogr. It. (Palermo: 10/4 - 6/5/1910)
- MAUCCI W. (1961) - Contributo per una terminologia speleologica italiana. Boll. Soc. Adriatica di Scienze - vol. II, 1960. I nuova serie - TRIESTE
- SAIBENE C. (1957) - Note sul carsismo in Sicilia - Atti XVII Congr. Geogr. It. (23 - 29/4/1957), I, pp. 137-145 - BARI
- ZEZZA F. (1957) - Le facies carbonatiche della Puglia e il fenomeno carsico ipogeo - Geol. Appl. e Idrog., vol. X parte I

GRUPPO SPELEOLOGICO "PALERMO" C.A.I.

Calvaruso, Cusmano G., Favara R., Mascari A., Panzica la Manna M.

Primo contributo alla conoscenza del fenomeno carsico nei gessi in Sicilia
INGHIOTTITOIO DI M. CONCA (CAMPOFRANCO - CL)

RIASSUNTO

L'Inghiottitoio di M. Conca è una complessa cavità profonda 108 m. che si sviluppa nella formazione "Gessoso-solfifera siciliana", nei pressi dell'abitato di Milena (CL). In questa prima nota viene dato l'inquadramento geologico generale dell'area in cui la cavità ricade ed una dettagliata descrizione geomorfologica. Lo studio è accompagnato dal rilievo completo della cavità.

SUMMARY

The "Inghiottitoio di M. Conca" is a complex cave (- 108 m) which is developed into the "Gessoso-solfifera formation" of Sicily, near Milena Caltanissetta. In this first study the geological features of the area and the geomorphology of the cave are described.

PREMESSA

Nonostante il fenomeno carsico nelle aree gessose siciliane sia molto diffuso ed accentuato, pochi sono stati fino ad ora gli AA. che si sono interessati (MARINELLI op. cit., SAIBENE op. cit.).

L'area a cavallo delle provincie di AG e CL, nella quale si apre la cavità oggetto del presente lavoro, è tra le più importanti e meglio caratterizzanti per quanto riguarda lo sviluppo del fenomeno. Le caratteristiche geologiche e topografiche favoriscono la rapida cattura nel sottosuolo delle acque sotterranee, con la conseguente creazione di una circolazione idrica sotterranea. L'Inghiottitoio di M. Conca è uno degli esempi più completi della carsificazione di queste aree, presentando interessantissime forme di erosione tipiche di una grotta, la cui evoluzione è ancora in atto data la presenza di un corso d'acqua che nei mesi piovosi assume una portata notevole, offrendo diversi interessi, sia dal punto di vista geomorfologico e idrologico che da quello della tecnica di esplorazione speleologica.

Il lavoro sviluppa soprattutto la descrizione morfologica della cavità e vuole essere l'inizio di uno studio sistematico sulla modalità di sviluppo del fenomeno carsico in relazione con le caratteristiche geologiche della formazione gessoso-solfifera siciliana.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona in cui si ha la manifestazione carsica studiata ricade nel bacino o gruppo minerario di Montedoro (Sicilia centro-meridionale). Tale area, come quelle comprese nella zona di Enna, Caltanissetta e Agrigento, è caratterizzata dalla presenza di rocce prevalentemente clastiche argillo-sabbiose, conglomeratiche, con masse più o meno visciose di rocce gessoso-calcaree (Formazione Gessoso-solfifera), quasi distribuita

secondo una prevalente direzione Est-Ovest e potentemente dislocate.

La natura litologica di tali terreni, la tettonica regionale e le condizioni climatiche contribuiscono a conferire alla regione le caratteristiche morfologiche di dossi e di creste, complicate da una fitta rete di solchi vallivi. Scarse sono le sorgive ed alcune di queste non sono che emergenze di acque solfuree e selenitose. La zona del "Bacino di Montedoro" è caratterizzata da affioramenti continui di gessi e calcari sormontati dalle marne biancastre (Trubi) mentre nelle depressioni tra un affioramento e l'altro si hanno argille plastiche e sabbiose. La "Formazione Gessoso-solfifera" (Messiniano) è costituita da una pila di sedimenti calcareo-gessosi con alternanze argillose normali o olistostromiche più o meno potenti a cui talora si intercalano strati salini che possono assumere grandissimi spessori ed estensioni notevoli. In generale tale formazione termina in alto con una arenaria arcuosa grossolana poco cementata (Arenazzolo) ed in basso con strati argilloso-tripolacei a struttura lamellare (Diatomiti) che, tuttavia, si trovano sotto forma di intercalazioni nei calcari, nei gessi, nelle argille, pur essendo prevalenti e praticamente esclusivi alla base della serie. Questa poggia su di una serie limitatamente plastica costituita da una patente pila di strati in prevalenza argillo-sabbiosi (Tortoniano), con presenza di arenarie e conglomerati. Vi abbondano olistostromi di grandi estensioni e potenza con olistoliti lapidei, di frequente vistosi, in determinate zone. La copertura della formazione Gessoso-solfifera è costituita da una serie di formazioni la cui plasticità nell'insieme è paragonabile a quella della serie di appoggio. In basso è costituita da calcari bianchi teneri e marne (Trubi), a volte poggianti sull'Arenazzolo, e da "strati" a Congerie" che segnano l'inizio del Pliocene inferiore. Seguono argille sabbiose, calcareniti stratificate con intercalazioni argillo-sabbiose, cronologicamente suddivisi tra il Pliocene Inf. ed il Pleistocene medio-sup. Secondo studi recenti la Formazione Gessoso-solfifera risulta ripartita in due cicli sedimentari: il primo caratterizzato da una sedimentazione evaporitica di ambiente marino, il secondo, ancora in parte evaporitico ma di acque interne e a salinità particolare.

DESCRIZIONE GEOMORFOLOGICA

L'Inghiottoio si apre alla base del versante Sud di M. Conca, al fondo di una valle chiusa, in C. del Zubbio, nel territorio del Comune di Campofranco (CL).

I terreni in cui si sviluppa la cavità sono costituiti da una successione alternata di gessareniti con intercalazione di gessi macrocristallini e batoliti. La stratificazione è dell'ordine dei decimetri e gli strati presentano una giacitura suborizzontale (pendenza media 5°). La cavità, attiva specialmente in inverno e in primavera, drena le acque provenienti dai ripidi versanti dello stesso monte e quelle di un piccolo torrente che scorre in direzione SE-NW. Nel periodo maggiore piovosità la grotta diventa impraticabile per l'enorme quantità d'acqua che vi si riversa; l'imponenza ed il repentino arrivo delle piene è da addebitare principalmente al tipo di precipitazioni, violente e concentrate in brevi periodi, oltre che alle caratteristiche orografiche e geologiche del bacino imbrifero che favoriscono un immediato convogliamento delle acque nella cavità. La cavità può essere schematicamente suddivisa in tre parti: la prima e la terza a sviluppo orizzontale, con andamento generale verso NE, la seconda, intermedia, a sviluppo verticale.

La prima parte è costituita da un meandro, poco tortuoso, mediamente orientato in direzione S-N, lungo circa 100 m. A parte un piccolo dislivello (- 2m) a 25 m dall'ingresso, il percorso è complessivamente pianeggiante; il suolo è ricoperto di fango misto a ciottoli ed altri detriti fluitati dall'esterno; soltanto negli ultimi metri, a causa della più accentuata pendenza in prossimità del primo pozzo, il fango scompare lasciando visibile il substrato roccioso. Le volte hanno un'altezza variabile (3-8 m), con frequenti tracce di circolazione a pressione, testimoniata anche da relitti galleggianti infissi negli anfratti delle volte.

Le sezioni del meandro sono molto caratteristiche, con tipica forma tondeggiante in basso e restringentesi in alto in concomitanza con la frattura, visibile sulla volta e che si estende lungo tutta la cavità. Nel tratto finale, prima del pozzo, la galleria assume una sezione tipicamente gravitazionale.

La seconda parte è costituita da quattro pozzi consecutivi, rispettivamente di - 10, - 11, - 31, - 26 m. Il P. 1 e il P. 2 sono direttamente comunicanti, intervallati soltanto da una sala di m 4x10; alla base di entrambi, come daltronde anche dei successivi, si trovano dei piccoli laghetti a livello variabile. Dalla sala del P. 2 si accede verso Nord ad un breve meandro a gradoni che porta all'imbocco del P. 3; questo si presenta molto ampio, a campana, con il solito lago al fondo. La sala sottostante, molto vasta, è tormentata da un caos di massi crollati dalle volte e dalle pareti. Verso Sud la sala continua in forma di galleria fino ad arrivare al P. 4, che si presenta molto simile al precedente. La sala del P. 4 è anch'essa molto vasta, grosso modo triangolare, ingombra di molti massi ed altri detriti. Sempre verso Sud inizia il meandro finale, lungo circa 375 m. Nel tratto iniziale la galleria si presenta discretamente inclinata ed accidentata per la presenza di blocchi provenienti da crolli; dopo assume un andamento prevalentemente orizzontale. In pianta si presenta molto tortuosa, con direzioni principali prima verso SE e quindi verso Nord. La larghezza è pressochè costante lungo tutto il percorso (3-4 m) mentre le volte presentano un andamento irregolare; a tratti molto alti (10 m e più) si alternano ora tratti mediamente alti (2 m) ora tratti molto bassi, non superiori al metro. Le sezioni sono simili a quelle della galleria superiore, con prevalenza però di morfologie gravitazionali. Nel corso della galleria, ad esclusioni dei tratti più bassi, si riscontra sulle volte il sistema di fratturazione originario della cavità. La parte finale diventa via via impraticabile per l'abbassarsi progressivo della volta; vi sono comunque delle possibilità di prosecuzione una volta asportata parte del fango e dei detriti che ci impediscono attualmente di continuare nell'esplorazione. Pochissimi metri prima di suddetta strettoia è presente sul suolo una piccola venuta di acqua solfidrica; fatto abbastanza comune in zone appartenenti alla Gessoso-solfifera.

Esaminando in dettaglio le varie morfologie presenti nella cavità possiamo dire che sono molto sviluppate sia quelle date da una circolazione idrica sotto pressione, sia quelle di scorrimento a pelo libero. Morfologie molto frequenti sono le eversioni, di forma generalmente ellissoidica, localizzate sulla volta delle gallerie; sono facilmente riscontrabili in molti punti della cavità. Si impostano prevalentemente su fratture beanti e quindi ben marcate, ma anche direttamente sulla roccia senza tracce di fratturazione; i fenomeni più appariscenti hanno come origine la frattura di volta della grotta e sono localizzati particolarmente nel tratto pianeggiante iniziale e nel vano di accesso al primo pozzo. Nel meandro finale, associate a fratture perpendicolari alla galleria, sono presenti eversioni allungate ortogonalmente alla direzione di scorrimento delle acque. Molto frequenti sono anche le marmitte; alla base dei pozzi; al piede delle cascate, presentano una morfologia tipica da caduta d'acqua. In sezione offrono una parte più approfondita, corrispondente al normale punto di impatto dell'acqua, che va via via innalzandosi verso i margini della marmitta stessa. Una serie di quattro marmitte consecutive si ritrova nel breve meandro compreso tra il P. 2 e il P. 3; per la loro reciproca posizione si comportano come delle vasche naturali di decantazione delle acque. Molto diffuse sono le sezioni gravitazionali con approfondimento dell'alveo, oltre a quelle subcircolari, tipiche di scorrimento in pressione, presenti per lo più nella galleria inferiore e caratterizzate da un'estrema levigatezza delle pareti e delle volte. Si può anche notare che i pozzi si sviluppano nei punti di intersezione di più fratture, là dove l'acqua ha evidentemente avuto una più facile possibilità di penetrare in profondità.

I depositi chimici sono costituiti da concrezioni calcaree, concentrate prevalentemente sulle pareti e alla base dei pozzi; per lo più si tratta di imponenti coltri e colonne stalatto-stalagmitiche, di colore bruno, ricche di impurità argillose che spesso ne causano lo sfaldamento. Il fenomeno di concrezionamento sembra svilupparsi con

estrema rapidità, prova ne sia il frequente ritrovamento di fucilli ricoperti da patina calcarea ma ancora non decomposti nella parte organica; un analogo rivestimento calcareo è stato notato anche sui gradini di una scaletta rimasta appesa per alcuni mesi sotto la cascata del P. 3. Tali modalità di deposizione sono paragonabili a quelle dei travertini.

Altri tipi di depositi sono da addebitare ai crolli o all'apporto alluvionale. I primi sono costituiti da enormi blocchi e massi, particolarmente abbondanti alla base degli ultimi due pozzi, ma presenti anche nel meandro finale; in questi ultimi sono visibili nette superfici di distacco, sovente coincidenti con i giunti di stratificazione. I depositi alluvionali si presentano eterogenei costituiti da: ciottoli provenienti in massima parte dall'esterno; litologicamente si possono riconoscere calcari, gessi alabastrini, macrocristallini e balatini; sabbie, anch'esse eterogenee, maggiormente frequenti nel tratto finale della cavità; argilla, molto abbondante, proveniente dalle frequenti formazioni argillose delle aree circostanti; resti vegetali, quali tronchi, arbusti e canne, sparsi un po' dovunque in tutta la cavità.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOLANI M. (1972) - Aspetti del fenomeno carsico nei gessi - Atti del Sem. di Spel. Varenna 5-8 Ottobre 1972; Le grotte d'Italia IV (1973); BOLOGNA, 1974
- DECIMA A. & WEZEL F.C. (1971) - Osservazioni sulle evaporiti messiniane della Sicilia centro meridionale - Riv. Min. Sic., A. 22, n. 130-132, p. 172 - PALERMO
- ENTE ZOLFI ITALIANI (1963) - Studi e indagini per ricerche solifere. Bacini di Aragona, Comitini, Grotta, Racalmuto e Montedoro - Riv. Min. Sic., A. XIV, n. 79-81, pp. 3-26 - PALERMO
- JENNINGS J.N. (1973) - Karst - The M.I.T. Press - LONDON
- MARINELLI O. (1899) - Fenomeni analoghi a quelli carsici nei gessi della Sicilia - Atti III Congr. Geogr. It. - FIRENZE
- MARINELLI O. (1900) - Conche lacustri dovute a suberosione nei gessi in Sicilia. - Riv. Geogr. It., pp. 273-285
- MARINELLI O. (1911) - Per lo studio delle grotte e dei fenomeni carsici in Sicilia. - Atti VII Congr. Geogr. It., pp. 215-231 - 10/4/1910 PALERMO
- MARINELLI O. (1917) - Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia - Mem. Geogr. di Giotto Dairelli, p. 287
- MEUCCI W. (1961) - Contributo per una terminologia speleologica italiana - Boll. Soc. Adriatica di Scienze - vol. II - 1960 - I della nuova serie - TRIESTE
- SAIBENE C. (1957) - Note sul carsismo in Sicilia - Atti XVII Congr. Geogr. It. (23-29 Aprile 1957). I, pp. 137-145 - BARI

FORME DI EROSIONE NEI TERRENI CARBONATICI DELL'ISOLA DI MARETTIMO

RIASSUNTO

Il presente lavoro ha lo scopo di illustrare le caratteristiche geomorfologiche dell'isola di Marettimo (gruppo delle Egadi - Sicilia), con particolare attenzione a quelle manifestazioni dovute all'erosione (carsica, marina, eolica) ed alla struttura tettonica che, con diversa intensità e configurazione, interessano tutto il territorio insulare, composto interamente da rocce carbonatiche, moderatamente carsificate, le cui serie sedimentarie vanno dal Trias al Liás inferiore e medio.

RESUMÉ

Cette recherche a le but d'illustrer la géomorphologie de l'île de Marettimo, dans le groupe des îles Egadi en Sicile, et en particulier les phénomènes liés à l'érosion karstique, marine et éolienne.

La structure tectonique a conditionné ces phénomènes qui ont intéressé, d'une façon différente selon les conditions locales, tout le territoire de l'île composée de roches carbonatées peu karstifiées qui s'étendent du Trias au Liás inférieur et moyen.

PREMESSA

L'Arcipelago delle Egadi è situato di fronte all'estremo lembo occidentale della Sicilia, ed è compreso nella provincia di Trapani; Marettimo è la più esterna delle cinque isole del gruppo, costituita da Favignano e Levanzo, oltre che da Maraone e Formica (queste ultime sono poco più di due scogli).

La presenza di fenomeni di erosione nel loro territorio è, in una certa misura, già nota: Cappa (1975) cita Favignana a proposito di forme erosive nelle arenarie calcaree delle isole mediterranee; di Levanzo è nota la "Grotta del Genovese" (visitabile dal pubblico), soprattutto per i suoi reperti neolitici; Marettimo è nominata solo marginalmente da Prando (1973) nella sua "Guida alla speleologia d'Italia". Esistono poi alcune note bibliografiche di Francini e Masseri (1956) e di Campo, che danno brevi informazioni sulla presenza di cavità ed altre forme carsiche nell'isola, ma che non approfondiscono sufficientemente questo aspetto che, viceversa, interessa l'intero territorio insulare (anche la parte subacquea) e si manifesta con interessanti particolarità morfogenetiche.

Ricerche più particolareggiate, limitatamente ai fenomeni di quest'ultima isola, sono state condotte nell'agosto del 1975 dal Gruppo Grotte Genova: i dati e le considerazioni contenuti nel presente lavoro sono appunto tratti dalla documentazione acquisita nel corso di tale spedizione.

CONFORMAZIONE FISICA

L'isola di Marettimo in pianta, ha forma di un parallelogramma con i lati maggiori orientati NO-SE; i vertici, costituiti da Punta Basano e Punta Libeccio a sud, e da Punta

Troia e Punta Mugnone a nord, grosso modo suddividono la costa in orientale, meridionale, occidentale e settentrionale, il cui perimetro complessivo è di circa 20 km.

Marettimo è la più montagnosa delle Egadi; la dorsale principale è situata su di una linea pressoché retta, parallela alle coste orientale ed occidentale, che attraversa completamente il territorio insulare crescendo in altitudine da sud verso nord, idealmente passando per le vette di Punta Basano (183 m.), Pizzo Spirone (320 m.), Punta Lisandro (462 m.), Punta Ansini (495 m.), Punta Campana (630 m.), Pizzo del Capraro (627 m.), Monte Falcone (686 m.), per poi ridiscendere precipite sino al mare con Pizzo delle Fragole (542 m.) e Capo Bianco (396 m.).

Profonde e scoscese incisioni vallive, pressoché perpendicolari allo spartiacque lungo circa 6.800 m., scendono vertiginosamente sino al mare, dove, particolarmente lungo la costa occidentale, scompongono in smisurati blocchi le impressionanti falesie, suggestive come certi panorami delle Alpi Dolomitiche.

I declivi, in particolare nelle zone più prossime alle vette, sono frequentemente caratterizzati da rotture di pendio a gradinata; nella parte inferiore dei versanti si ha generalmente un'abbondante copertura detritica, a sua volta ricoperta da uno strato terroso e da bassa vegetazione cespugliosa, mentre modeste aree semipianeggianti costituiscono una breve fascia in quota situata sul versante occidentale, parallela al crinale.

GEOLOGIA

Le isole Egadi appartengono all'unità strutturale "Acci-Egadi" affiorante, oltre che nelle isole stesse, anche nella Sicilia Nord-Occidentale, a sua volta inserita nel bacino di sedimentazione "Imerese", avente le caratteristiche di una geosinclinale di cui l'unità in questione costituisce il fianco meridionale.

Per quanto riguarda in particolare l'isola di Marettimo, le serie rilevate sono tutte sedimentarie, e vanno dal Trias al Lias inferiore e medio (Giunta & Liquori - 1973).

Il basamento dell'isola è uno zoccolo di dolomie triassiche sterili, a colore bianco o grigio, microcristalline, di potenza maggiore lungo la catena costiera occidentale, passanti lateralmente o superiormente a dolomie e calcari dolomitici riccamente fossiliferi a lamellibranchi, gasteropodi, brachiopodi, foraminiferi.

Tra il tetto del Trias e la base del Lias inferiore si è riconosciuta una lacuna stratigrafica, corrispondente ad un periodo di emersione cui sono evidentemente dovuti i fenomeni carsici nelle dolomie e nei calcari dolomitici, mentre nel Lias inferiore è continuata la sedimentazione di "piattafornia continentale", quindi poco profonda, disturbata da movimenti tettonici locali a cui sono dovute le breccie intraformazionali, a cemento rossastro calcareo o calcareo dolomitico e con elementi spigolosi della stessa matrice, molto evidenti lungo la costa orientale e settentrionale, assumenti a volta le caratteristiche di veri e propri conglomerati molto grossolani.

Queste breccie, dovute a movimenti del fianco del bacino Imerese, a loro volta oggetto di sgrottamenti in periodo di emersione, fanno passaggio ad una nuova serie sedimentaria, di mare un po' più profonda, depositatasi nel Lias medio, costituita da alternanze di calcari grigio chiari o biancastri, più puri naturalmente e quindi più facilmente carsificabili, presenti sulle vette più alte come, ad esempio, Monte Falcone.

SITUAZIONE IDROLOGICA

Da quanto si è potuto appurare durante la breve permanenza nell'isola, nella stagione estiva, piuttosto arida, l'unica sorgente perenne è quella del "Ceuso". Il suo bacino di alimentazione è costituito da un'ampia depressione doliniforme ad essa sovrastante,

oltre ad essere probabilmente privilegiata dal carsismo di Punta Campana, Pizzo del Capraro e Monte Falcone; è localizzata sul versante orientale dell'isola, presso le "case romane" (m. 178 sim.), proprio al di sopra del centro abitato al quale è allacciata da un modesto acquedotto, insufficiente nel periodo di maggiore afflusso turistico.

Viceversa, nelle stagioni di maggiore piovosità, secondo quanto è riferito da Francini & Messeri (1956) e confermato dagli stessi isolani, solo in parte le acque meteoriche ruscellano per i ripidi valloni esaurendosi rapidamente, mentre, a causa della natura della montagna (fratturata ed incarsita), una consistente quantità viene assorbita nel sottosuolo e restituita attraverso innumerevoli risorgive temporanee, alcune delle quali rimangono attive anche per molto tempo dopo la precipitazione.

Ulteriori considerazioni ci vengono riferite dal fatto che grandi masse di aria umida stazionano quasi costantemente sulle alture, provocando nebbie o ammassi nuvolosi assai frequenti anche nel periodo estivo (Francini & Messeri 1956). Si può dunque ipotizzare che la circolazione di tali masse all'interno di un complesso di, se pur minute, fratture e condotti, provochi fenomeni di condensazione che in qualche misura incrementano l'apporto delle acque pluviali e contribuiscono a mantenere più a lungo attive le varie sorgenti.

La gente del luogo ne nomina più di una trentina, localizzate sia sul versante orientale (a mezza costa ed in alto: Chiappara, Batrice, Lisandro, Petusa, Ceuso, Pegna, Testa d'Acqua, Acqua e Grotte...) che su quello occidentale (Gavino, Punta Cretazzo, Cala Nera, Punta Spalmatore, Barrancheddu, Galera, Pizzo Falcone, Africanazzi, Fontanelle). Inoltre gli eserti subaquei locali assicurano la presenza di altre sorgive di acqua dolce sotto il livello marino; tale fatto concorda con quanto si vedrà più avanti in relazione alla presenza di fenomeni ipogei sommersi.

In definitiva la circolazione idrica presenta su tutto il territorio insulare, situazioni assai tipiche dei terreni carsici: ruscellamento breve e sporadico, rapido assorbimento delle acque nel sottosuolo e conseguente aridità superficiale, falde acquifere a carattere sospeso, sorgenti legate ad un drenaggio sotterraneo in condotti, relativamente veloce.

CONSIDERAZIONI MORFOGENETICHE

Sarebbe stato necessario disporre di una maggiore quantità di tempo per localizzare, rilevare e descrivere tutte le innumerevoli, ma modeste, cavità di Marettimo. Più ampie considerazioni sono state dunque riservate per le cavità maggiormente rappresentative, mentre si è ritenuta più costruttiva la valutazione globale, da un punto di vista morfogenetico, delle forme di erosione in senso lato, attraverso la quale è stato possibile procedere ad una classificazione in cui sono stati identificati tre tipi peculiari di cavità: carsiche, pseudocarsiche, miste.

A questo proposito si ritiene necessario puntualizzare che, secondo una recente ed organica classificazione di Cigna (1977), per carsiche si devono intendere tutte quelle forme originatesi per fenomeni di dissoluzione chimica nelle rocce carbonatiche (tre fasi di equilibrio), senza distinzioni concernenti il loro livello evolutivo ed il grado di purezza della roccia incassante; Cigna propone semmai delle sottoclassi. Con il termine pseudocarsico verranno invece indicati sempre secondo la classificazione di Cigna quei processi in cui non è intervenuta alcuna fase di equilibrio fisico-chimico e, pertanto, ogni riferimento al fenomeno carsico sarà puramente morfologico, mentre i meccanismi di formazione e sviluppo saranno completamente differenti (cavità tettoniche - Bixio 1977 -, marine, eoliche).

Il fatto poi che l'apertura di fratture primarie e la demolizione meccanica di agenti esogeni siano avvenute in rocce in una certa misura carsificabili, ha largamente favorito la sovrapposizione o l'associazione di forme carsiche e pseudocarsiche che hanno generato cavità con forme miste, che verranno appunto indicate come "cavità miste".

Integrando infine i criteri morfogenetici appena descritti con considerazioni di ordine ambientale e litologico, è stato possibile individuare, da un punto di vista della distribuzione territoriale, 4 fasce sovrapposte (sottomarina, litoranea, intermedia, montana) alle quali corrispondono forme peculiari.

LA FASCIA SOTTOMARINA

La fascia sottomarina occupa un'area limitata alla parte sommersa dello zoccolo di dolomia triassica sterili che costituiscono il basamento dell'isola. In questa fascia, secondo notizie fornite da subacquei locali, sarebbero localizzate numerose cavità, distribuite un po' lungo tutto il perimetro insulare, con particolare frequenza in corrispondenza delle coste meridionale ed occidentale.

Gli accessi si troverebbero a profondità variabili, ma non è infrequente scorgere imboccature la cui volta è appena affiorante sul pelo dell'acqua, come nel caso della Grotta della Foca. Grandi vuoti di cospicue dimensioni (simili alle ampie caverne marine sulla linea di costa), si alternerebbero a gallerie sub-orizzontali, forse evolute gravitazionalmente, in cui sarebbero presenti rare concrezioni fossili. Qualche volta tali condotti farebbero parte di complessi intercomunicanti, totalmente sommersi, o collegati a vani interni emersi. Altrove sembra possibile riconoscere una evoluzione di tipo carsico in gallerie sostanzialmente a struttura tettonica: Scoglio Cammello è attraversato da parte a parte da una cavità di questo tipo; anche la Grotta di Cala Bianca pare sia fortemente condizionata dalla fratturazione primaria, sulla quale si sono successivamente sviluppate modeste forme di dissoluzione.

Indagini sufficientemente attendibili sono evidentemente difficoltose in un ambiente di questo tipo, ma in alcuni casi è stato possibile constatare di persona che condotte a sezione sub-circolare, indubbiamente di origine carsica, si dipartono da sale sub aeree e sprofondano sotto il livello del mare (Grotta di Cala Nera). Del resto pressoché tutte le cavità della fascia litoranea sono parzialmente invase dal mare, il cui livello evidentemente ha subito, nel tempo, delle oscillazioni.

La presenza di sorgenti subacquee sarebbe dunque legata in modo manifesto alla attuale situazione del reticolo ipogeo, che consentirebbe alle acque percolanti nella zona subaerea di drenare in profondità, per scaturire infine attraverso le soluzioni di continuità situate sotto il livello marino.

In conclusione, anche se allo stato attuale delle indagini non ci è dato sapere in quale misura i diversi fattori abbiano influito sulla attuale morfologia delle manifestazioni subacquee, è evidente che l'interazione tra fratturazione primaria, abrasione marina ed attività carsogena ha prodotto unità morfologicamente complesse, collocabili tra le "cavità miste". Da quanto appena esposto si desume inoltre che tra le cavità subacquee e quelle litoranee esiste sovente una identità di forme e strutture, tali da ritenere che solamente trasformazioni legate ad alterne fasi di bradisismo possano, in una certa misura, aver prodotto forme differenziate nelle due fasce altrimenti costituenti un'unica compagine evolutasi con analoghe modalità nella medesima matrice litologica.

LA FASCIA LITORANEA.

Sulla fascia litoranea, al contrario della precedente, è stato possibile svolgere indagini meno superficiali attraverso le quali si è giunti ad una identificazione più circostanziata dei diversi aspetti litologici e morfologici. Tale fascia corrisponde praticamente alla esigua linea di battigia, anche se il basamento dolomitico raggiunge una quota media di 400 m. sm, ed è interessata da formazioni di conglomerati ed arenarie che costituiscono tratti litoranei relativamente meno ripidi rispetto alle strapiombanti

falasia dolomitiche. La costa è comunque sempre molto alta e frastagliata, disseminata di minuscole spiaggette ciottolose modesti scogli affioranti.

Le cavità situate in questa fascia, oltre che a costituire i complessi ipogei di maggiori dimensioni attualmente conosciuti nell'isola, si manifestano con una grande varietà di forme, conseguenti alle differenti situazioni litologiche e strutturali, oltre che all'intervento di processi evolutivi diversi, in conseguenza dei quali si hanno, nella maggior parte dei casi, delle "cavità miste". Infatti, alla fratturazione primaria, rappresentata da grandi diaclasi verticali, ed alla dissoluzione di tipo carsico, ancorché modesta, che ha agito sui giunti di stratificazione e sulle litoclasti, si è associata la potente azione meccanica del mare (ed in qualche caso del vento) che ha ampliato e modificato notevolmente le soluzioni di continuità tettonico-carsiche presenti nel massiccio. Tali processi si possono così sintetizzare:

1) PROCESSI CARSIICI: forme attenuate di dissoluzione e litogenesi.

2) PROCESSI PSEUDOCARSIICI:

- a) fratturazione primaria = cavità tettoniche
- b) abrasione marina = caverne a campana e gallerie
= caverne di interstrato
= cavità di crollo
- c) azione eolica = vuoti di corrosione

1) Processi Carsici.

La dissoluzione chimica, nonostante che la circolazione idrica sia stata favorita da una notevole fratturazione, ha trovato il maggiore ostacolo alla sua azione nella natura essenzialmente dolomitica della roccia incassante, scarsamente solubile, nella quale si sono perciò sviluppati processi di corrosione (e litogenesi) attenuati (processi merocarsici - Cigna 1977), per la verità largamente rimaneggiati dalla abrasione marina. Limitate manifestazioni concrezionali sono presenti tuttavia in quasi tutte le cavità (anche quelle sostanzialmente marine o tettoniche), mentre relitti di processi evolutivi a livello freatico sono frequenti lungo tutto la costa, come nei pressi della Grotta del Cammello (Mamidru), oppure a Punta Pagna dove si trova la Grotta della Castellana composta da due piccole condotte freatiche sovrapposte, sormontate da un caratteristico gruppo stalattitico. La Grotta di Cala Nera, alla radice meridionale di Punta Libeccio, faceva evidentemente parte di un più vasto complesso, poi asportato dal mare; al di sotto di un arco naturale, attraverso una fessura verticale, si accede ad un piccolo vano semisommerso, impostato su di un giunto inclinato le cui facce sprofondano sotto il livello marino, dove si intravede una concamerazione certamente comunicante con le cavità subacquee del tratto di costa adiacente; alcune condotte sub-circolari, quasi verticali, si dipartono, appena sotto il pelo dell'acqua, da un diverticolo laterale. Nel pressi di Punta Pagna la demolizione del mare ha evidenziato una condotta sub-circolare di notevoli dimensioni, di chiara origine carsica, che attraversa da parte a parte una quinta rocciosa. Poco distante si apre l'ingresso triangolare della Grotta del Presapo.

Questa cavità, la più estesa e suggestiva dell'isola, pur avendo caratteri morfologici "misti", presenta, al contrario delle altre, una netta prevalenza delle forme carsico-tettoniche su quelle marine. La parte emersa si sviluppa per 124 mt., ed è impostata su due direttrici di frattura nel cui punto di intersezione hanno formato un'ampia sala ricca di concrezioni policrome. Sinò alla sala la cavità è invasa dal mare: in questo tratto l'abrasione marina ha potuto agire ampliando il vano e, in parte, rimodellando le concrezioni. La parte più interna, godendo anche di una maggiore elevazione, ha meglio conservato la propria morfologia di erosione gravitativa (forma evolutasi a partire da una frattura verticale, con allargamenti orizzontali in corrispondenza di giunti; il soffitto in alcuni tratti è a volta chiusa, in altri si apre in una ampia diaclasi ascendente; le pareti sono spesso ricoperte da forme pisolittiche. A questo proposito si segnalano curiosi

gruppi concrezionali pendenti dal soffitto, composti da elementi simili a "confetti", delimitati entro perimetri ellittici di circa 30 cm, di diametro, di colore più scuro rispetto alle minute forme pisolliche bianche diffuse tutt'attorno: si tratta forse di stalattiti embrionali arrestate nella loro evoluzione e rimodellate da una successiva trasgressione marina: in questa cavità le oscillazioni del livello del mare sono chiaramente testimoniate da tracce di antichi livelli e dai fori dei litodomi rinvenibili a notevole altezza sulle pareti di ingresso.

2) Processi Pseudocarsici.

Ai processi pseudocarsici si devono attribuire i fenomeni erosivi più frequenti della fascia litoranea. A parte alcune cavità localizzate nelle alte scogliere tra Punta Libeccio e Cala Bianca esclusivamente di origine tettonica (fratturazione primaria), le manifestazioni più ricorrenti sono quasi esclusivamente dovute alla abrasione marina che, secondo il tipo di discontinuità sulla quale ha agito, ha prodotto forme diverse: le alte caverne a forma di campana o cupola, con vani ampi ma poco profondi (come la Grotta del Tuono a Punta Troia, la Grotta del Cammello presso l'omonimo scoglio, o il residuo della Grotta Pirciata, ridotta ormai ad un ampio arco naturale), e quelle più allungate, a forma di galleria (Grotta della Bombarda, la stessa Grotta del Presepe), sono impostate su fratture verticali ed eventualmente influenzate dall'azione carsica. L'ingresso della Grotta della Bombarda (che taluni chiamano Palumma), alto e squadrato, è stato tagliato dall'abrasione marina in pacchi di strati netti e potenti, la dove essi erano già indeboliti dalla presenza di fratture primarie verticali. L'interno, invaso dal mare, è lungo circa 30 mt., a pianta rettangolare; riceve luce anche da una lunga finestrella in alto, originatasi per dissoluzione su di un giunto orizzontale, dal quale si diparte un'imponente colata stalattitica che giunge a lambire la superficie del mare.

Oblunghie ed appiattite caverne di interstrato hanno invece avuto origine laddove l'abrasione marina, favorita dall'esposizione e dalla giacitura degli strati, come sul fianco meridionale della sottile propaggine di Punta Libeccio (Inclinazione 35° circa, ad immergere in mare), ha potuto agire direttamente sui giunti medesimi.

Nei conglomerati l'asportazione meccanica del mare ha prodotto vuoti di modeste dimensioni, il più delle volte caratterizzati dai crolli dei clastici grossolani che hanno formato vere e proprie "cavità di crollo", frequenti lungo tutte le coste, particolarmente suggestivi sul fianco settentrionale della stessa Punta Libeccio e sul tratto di costa immediatamente adiacente (Grotta Puzzone).

Si ritiene infine particolarmente degna di nota la Grotta di Sabbia (Scaru Malstru), situata sul litorale settentrionale del sottile istmo di Punta Troia, alla base di un imponente cono detritico.

L'origine di questa cavità si può attribuire essenzialmente alla azione del vento (combinata con quella del mare) su di una formazione di arenaria calcarea (l'unica rilevata sull'isola nel corso delle ricerche). Esternamente il paesaggio è piuttosto tormentato: le rocce, che l'abrasione ha modellato in forme bizzarre, testimoniano la violenza del mare che in futuro finirà per separare definitivamente Punta Troia dal corpo principale dell'isola.

La cavità interessa tutto lo spessore del sedimento (circa 10 mt.), compreso tra il livello di spiaggia (composta di fine sabbia) ed il piano di campagna, ed è estesa su di un fronte orizzontale a giorno di alcune decine di metri sul quale si apre a piani sovrapposti orizzontali. L'interno è composto da una serie di vani poco profondi caratterizzati da brevi cunicoli e suddivisi da sottili, ma solide quinte sabbiose (a volte simili a colonne), modellate dalla azione selettiva dell'erosione meccanica sulla parte meno coerenti.

Fenomeni di questo tipo sono segnalati da Cappa (1975) nella vicina Isola di Favignana.

LA FASCIA INTERMEDIA

La fascia litoranea inferiormente, ed il contatto tra dolomie e calcari liassici superiormente (circa 400 m. s.l.m.), possono essere considerati i limiti della fascia intermedia che, in pratica, corrisponde agli scoscesi pendii che formano i fianchi della dorsale.

Tuttavia, la distribuzione delle cavità in questa area è alquanto irregolare ed è piuttosto legata alla presenza di detrito di fauna ricementato e breccie calcaree intraformazionali, che in realtà non ricoprono l'intera fascia; cosicché, ad esempio, il versante occidentale, in corrispondenza del tratto tra Punta Libeccio e Cala Bianca, costituito da strapombanti falesie dolomitiche, sembra essere privo di ogni manifestazione ipogea: bisogna tuttavia precisare che numerose aree, a causa del tempo limitato e dei luoghi oltremodo impervi, sono state ispezionate assai superficialmente.

Tutte le cavità riscontrate in questa fascia sono di modeste o modestissime dimensioni e devono la loro origine ad una limitata azione di dissoluzione chimica sulle rocce clastiche coerenti, alla quale non è da escludere che sia associata una certa azione meccanica di dilavamento delle acque meteoriche sulle falde ricoperte da scarsa vegetazione cespugliosa.

Le più interessanti di queste cavità (Grotta Pelusa, Grotta del Mirro,...) si trovano, come la maggior parte delle sorgenti, sul versante orientale e sono servite, in tempi remoti, da abitazione e rifugio alle persecuzioni dei signorotti spagnoli e saraceni e, più recentemente, da riparo alle greggi (Francini & Messeri 1956); reperti più antichi non sono mai stati rinvenuti, al contrario della Grotta del Genovese, nell'isola di Levanzo, ove si trovano giacimenti paleolitici, graffiti e pitture preistoriche.

LA FASCIA MONTANA

La fascia montana è individuata nel pacco dei calcari liassici che costituiscono interamente la parte più elevata della dorsale; il versante occidentale è interessato da esigue facce semiplaneggianti comprese tra l'orlo delle sottostanti falesie dolomitiche e la linea longitudinale delle più alte vette, mentre quello orientale è assai più ripido e caratterizzato da rotture di pendio a gradinata.

Nonostante la maggiore solubilità delle rocce carbonatiche che compongono questa fascia, anche in questo caso i fenomeni carsici presenti sono piuttosto modesti, rappresentati soprattutto da forme di dissoluzione superficiale. Nei pressi di Monte Falcone, la morfologia di superficie, che si manifesta essenzialmente con marcati campi carreggiati, raggiunge la sua massima evidenziazione sul versante occidentale, meno accline, mentre sulle sezioni naturali costituite dalle pareti strapombanti della vetta sono evidenti numerose, ma minute, condotte di origine freatica.

Altri fenomeni di superficie sono rappresentati da brevi piane leggermente depresse ed aperte da un lato, la cui morfologia è probabilmente riconducibile a quella di doline embrionali, sventrate. La più vasta ed evidente di queste depressioni si trova nella zona "stincazzì", compresa tra Punta Ansinì e Pizzo Scaturro; il fondo, pianeggiante e sassoso, dove il letto di un piccolo torrente stagionale ha messo a nudo la stratificazione sub-orizzontale di potenza decimetrica, e le pendici sono interamente ricoperte da bassi e duri cespugli (che gli isolani chiamano appunto stincazzì) misti a rosmarino ed altre piante aromatiche; la vegetazione arborea è pressoché inesistente (qualche raro gelso e pino d'Aleppo). Gli orli settentrionale e meridionale sono completamente sventrati da profondi canali che scendono ripidi sino al mare e sono in grado di esaurire rapidamente eventuali precipitazioni meteoriche, per la verità assai scarse: tale situazione, unitamente al fatto che in questo punto la potenza del sedimento liassico è abbastanza esigua, potrebbe spiegare il limitato approfondimento subito dalla dolina.

All'interno della conca, a mezza costa sulla pendice di Pizzo Scaturro, si apre

l'ingresso dell'unica cavità accessibile all'uomo, di cui in questa fascia si abbia notizia: il Puzangaru di Stincazzi.

La gente del luogo è convinta della sua antica origine di camino vulcanico in diretta comunicazione con il mare; si tratta invece di una cavità tettonica (Bixio 1977) di modeste dimensioni (16 metri di profondità, 18 metri di sviluppo in proiezione). L'orifizio, che si apre tra i cespugli a livello del suolo, ha forma sub-ellittica allungata sull'asse della frattura ed immette in una diaclasi, orientata N-S, ingombra a vari livelli di materiale clastico che ne costituisce il fondo: le pareti, verticali e sub-parallele, sono ricoperte da una crosta concrezionale e da modeste formazioni stalattitiche che non hanno alterato la struttura originale della cavità.

Nell'area esterna circostante sono state rilevate alcune altre fratture beanti isorientate, totalmente intasate da detrito e terriccio.

Non sembra che in questa fascia esistano altri rilevanti fenomeni.

ELENCO DELLE CAVITÀ CATASTATE PRESSO IL CATASTO DELLE GROTTA D'ITALIA REGIONE SICILIA

n° rif. carta	n° catasto	Nominativo	latitudine N	longitudine O merid. M. Mario	quota ingr.
1	201	Grutta du Mamidru (Cammello)	37°58'55".4	00°23'15".0	mt. 0 slm.
2	202	Grutta du Truonu (Tuono)	37°59'31".2	00°23'22".3	mt. 0
3	203	Scaru Maistru (Scalo Maestro) (o grotta di sabbia)	37°59'21".1	00°23'29".7	mt. 0
4	204	Grutta du Pipa	37°59'22".8	00°23'37".5	mt. 0
5	205	Grutta du Tazza	37°59'26".7	00°25'23".1	mt. 0
6	206	Grutta du Cala Bianca	37°59'16".3	00°25'06".1	mt. 0
7	207	Grutta du Pirciata (Berciata)	37°58'51".8	00°24'55".3	mt. 0
8	208	Grutta du Cala Grande	37°58'43".3	00°24'46".6	mt. 0
9	209	Grutta du Tauru (Toro)	37°58'29".3	00°24'49".9	mt. 0
10	210	Grutta du Pirsepiu (Presepe)	37°58'15".3	00°24'40".9	mt. 0
11	211	Grutta du Bumarda (Bombarda) (o Palumba = Colomba)	37°57'56".0	00°24'32".6	mt. 0
12	212	Grutta du Puzzone	37°57'33".6	00°24'23".6	mt. 0
13	213	Grutta du Cala Nera	37°57'26".0	00°24'18".9	mt. 0
14	214	Puzangaru di Stincazzi (Pozzanghero di Stincazzi)	37°57'39".4	00°23'49".5	mt. 390
15	215	Grutta du Mammarinu (Foca)	37°56'42".7	00°21'58".2	mt. 0
16	216	Sticchiu da Castellana (Grotta della Castellana)	37°56'53".1	00°21'41".3	mt. 3

BIBLIOGRAFIA

- BIXIO R. (1977) "Les grottes tectoniques en roches karstifiables; caracteres morphologiques de comparaison" PROCEEDINGS OF 7TH INTERNATIONAL SPELEOLOGICAL CONGRESS - SHEFFIELD 1977 - pagg. 47/50. The British Cave Research Association.
- CAMPO G. "L'incanto di un'isola: Marettino" (monografia senza altre indicazioni)
- CAPPA G. (1974) "nota informativa sulla cavità nell'isola di S. Pietro (Sardegna)" ATTI XI CONGRESSO NAZIONALE DI SPELEOLOGIA - Genova 1/4 Novembre 1972 - pagg. 73/76 - Rassegna Speleologica Italiana, mem. XI, tomo II COMO 1974.
- CAPPA G. (1975) "discussione sulla relazione di F. Anelli" ATTI DEL SEMINARIO DI

SPELEOGENESI - Ravenna 5/8 ottobre 1972 - pagg. 195/196 LE GROTTA D'ITALIA - vol. IV - 1973 BOLOGNA 1975.

CIGNA A. (1977) "A classification of karstic phenomena" letto al 7° Congresso Int. Spel. Sheffield 1977 in stampa nel Int. Journal of Spel.

GIUNTA E LIGUORI (1973) "Evoluzione paleotettonica della Sicilia Nord-occidentale" BOLLETTINO DELLA SOCIETA' GEOLOGICA ITALIANA Vol. XVII - 1973 - fasc. 4 - pagg. 903/924.

FRANCINI E MESSERI (1956) "L'isola di Marettino nell'arcipelago delle Egadi e la sua vegetazione" WEBBIA - vol. XI 1956 - pagg. 607/846 FIRENZE 1956.

PRANDO E. (1973) Guida alla Speleologia dell'Italia Mondadori 1973.

CARTOGRAFIA

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - 1:100.000 - foglio 256 - Isole Egadi ril. 1877.1882 - Ing. Baldacci. Roma 1886.

CARTA I.G.M. - 1:25.000 - foglio 256 IV NO Isola di Marettino.

GRUPPO SPELEOLOGICO "SAN GIUSTO" DI TRIESTE

Giorgio Tarabocchia

NOTE GEOMORFOLOGICHE SU ALCUNI FENOMENI EPI-IPOGEI DEL GARGANO (PUGLIA) CON APPENDICE ARCHEOLOGICA

RIASSUNTO

Si espone dati relativi ad indagini su fenomeni carsici interessanti la parte centrale del promontorio garganico. Vengono prese in esame le morfologie superficiali e di cavità in rapporto ai litotipi presenti nell'area. Sono altresì elencate schematicamente alcune cavità esplorate. I dati raccolti sono frutto di due campagne effettuate nel 1976 dal Gruppo Speleologico "San Giusto" di Trieste.

Data Relative to researches on karst phenomena referred to the central part of the garganic promontory are described.

The superficial and hypogean morphologies in relation to the lithotypes located in this area are considered. Also some explored caves are schematically reported. These collected data are the results of two expeditions carried out in 1976 by "Gruppo Speleologico San Giusto" of Trieste.

La presente nota si riferisce ad una serie di osservazioni geomorfologiche eseguite nel corso di due campagne speleologiche sul Gargano. Le spedizioni, effettuate dal Gruppo Speleologico "San Giusto" di Trieste nel 1976, hanno portato all'esplorazione di alcune cavità carsiche e allo studio della morfologia superficiale in alcune aree. Alla spedizione, diretta da Giorgio TARABOCCHIA, hanno preso parte: Pierpaolo CATI, Edoardo CLEMENTE, Gianni COLOMBO, Alberto DINI, Franco JACONCIC, Maurizio RADACICH, Luciano RUPINI, Giuseppe SFREGOLA, Guido SOLLAZZI, Paolo TRIZIO, Bruno VIVIAN.

1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto delle ricerche, si trova nella parte centrale del promontorio garganico nei dintorni di San Giovanni Rotondo e Lago di Varano. Tutta l'area è compresa nel Foglio 156 San Marco in Lamis dell'I.G.M.

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La parte centrale del promontorio è costituita quasi esclusivamente da rocce carbonatiche del Malm - Cretacico inferiore e calcareniti neogeniche. I terreni sono rappresentati dai litotipi calcarei della "Formazione di Monte Spigno", "Formazione di San Giovanni Rotondo", "Formazione Monte La Serra", "Formazione di Cagnano", "Calcareniti di Apricena".

La "Formazione di Monte Spigno" è data da calcari bianchi e criptocristallini compatti, fragili, a frattura scheggiata, fortemente fessurati. La stratificazione talvolta è poco distinta, a volte assente. La "Formazione di San Giovanni Rotondo" è data da calcari micritici bianchi, a volte rosati compatti, fragili, ed a frattura concorda, in genere

presenta una stratificazione decimetrica. La "Formazione Monte Serra" è rappresentata da calcari micritici grigi a frattura concoide, con stratificazione metrica e decimetrica, e da dolomie brune cariate non stratificate o in grossi banchi. La "Formazione di Cagnano" è data da calcari dolomitici biancastri non stratificati, fortemente carati e fratturati, e da dolomie biancastre o grigie a frattura irregolare. Le "Calcareniti di Apricena" comprendono calcareniti organogene giallastre, calcari marnosi giallastri e rosati. Ben visibile la stratificazione, variabile dal decimetro al metro.

La struttura del promontorio è costituita da una serie di monoclinali separati da faglie che determinano Horst e Graben.

Le faglie hanno orientamenti prevalenti secondo E - W e SE - NW. La direzione prevalente della stratificazione è secondo SE - NW.

3 - MORFOLOGIA SUPERFICIALE

Lo studio comparato nelle quattro principali formazioni carbonatiche esaminate dimostra come in esse non vi siano grandi differenze morfologiche nei fenomeni carsici superficiali. Vaste aree si presentano a "carso coperto", gli affioramenti rocciosi sono rappresentati da una morfologia a "denti" - cioè spuntoni di roccia allineati secondo l'affioramento della testata dello strato e isolati da fratture disposte in senso normale. Nelle zone a debole pendio si passa ad una morfologia a "blocchi" o a "spuntoni", a causa del dilavamento della copertura terrosa. Per quanto concerne le "piccole forme di corrosione", sono state osservate rare "vaschette" e scannellature. Più frequenti invece i "fori di dissoluzione" (o microcondotte) ad andamento suborizzontale, impostate su fratture e piani di strato. A N di San Giovanni Rotondo, nelle zone più acclivi, sono stati osservati dei larghi solchi carsici ricchi di depositi argillosi. A S di detta località sono invece frequenti solchi molto incisi del tipo a "forra", dove l'erosione torrentizia ha messo in luce delle condotte carsiche sotterranee, come ad esempio la Grotta Grande (PU 614). A fondo valle si notano detriti di falda variamente sedimentati e cementati attribuibili al Quaternario continentale (Pleistocene) dove è stato possibile osservare fenomeni di carsismo: piccole cavità impostate sui piani di stratificazione del deposito originati dalla dissoluzione del cemento legante i clasti grossolani. Le doline sono spesso allineate su direttrici tettoniche locali, in genere secondo SE - NW, e talvolta EW. Si riscontrano esclusivamente sulle quattro formazioni di "Monte Spigno", "San Giovanni Rotondo", "Monte La Serra", "Cagnano" e sono particolarmente localizzate su quote poste tra i 600 e 900 metri, in zone a debole anticlinale. Si presentano asimmetriche, poco profonde, del tipo a "piatto", il fondo è sempre costituito da una "terra bruna" residuo della degradazione meteorica dei calcari. Frequenti fenomeni di cedimento del materiale terroso sui versanti delle doline sono causati da assorbimento in punti idrovori intasati, generalmente non visibili, ma in fase di svuotamento.

4 - CARSISMO SOTTERRANEO

4.1 - Cavità carsiche

Le grotte esplorate nel corso delle due spedizioni e localizzate nella zona presa in esame sono:

Grotta di Monte Nero - PU 201

Foglio 156 III° SE - Long. 3°13'40" Lat. 41°43'35" - Q. 990

Svil. m 76 - nella "Formazione Monte Serra" (Malm)

Gava di Pattapalla - PU 454

Foglio 156 III° NE - Long. 3°14'47" Lat. 41°45'34" - Q. 885

Prof. m 97 - nella "Formazione di San Giovanni Rotondo" (Malm)

Grotta Grande - PU 614 -
Foglio 156 II° SW - Long. 3°17'26" Lat. 41°40'34" - Q. 460 nella "Formazione di San Giovanni Rotondo" (Malm)
Grotta Figurelle - PU 610
Foglio 156 II° SW - Long. 3°21'16" Lat. 41°43'25" - Q. 600 nella "Formazione Monte Spligno" (Malm)

Inoltre sono stati parzialmente esplorati inghiottitoi attivi posti in zona "Pantano di Sant'Egidio" a NE di San Giovanni Rotondo e presa visione dell'ingresso e zona circostante la Grava di Campolato

Foglio 156 II° SE - Long. 3°24'08" Lat. 41°41'36" - Q. 463

Svil. m 1017 - Prof. m 303 - Primo pozzo m 96

Al di fuori di questa area sono state esplorate altre dodici cavità, di queste in particolare riportiamo:

Grotta Pippola - PU 700

Foglio 156 I° SW - Long. 3°21'50" Lat. 41°52'15" - Q. 45

L'ingresso è costituito da una depressione dovuta ad un crollo di volta. La grotta si sviluppa in direzione S formando una ripida e larga caverna. Nella parte terminale, per lo svuotamento di materiale argilloso che la colmava, si è formato un breve salto dove la volta da molto inclinata continua subverticale proseguendo poi parallela al riempimento di una fessura preclusa all'indagine diretta. La volta in oggetto segue l'andamento del suolo ed è caratterizzata dall'anostomosi di larghe "cupole di corrosione". A N si riscontrano alcuni vani tra massi di crollo fortemente concrezionati. Ovunque la presenza di reperti paleontologici e paleontologici.

Grotta in proprietà Sbarrone

Foglio 156 IV° SE - Long. 3°13'52" Lat. 41°53'21"50 - Q. 12

Prof. m 16 di cui m 6 scandagliati - nella "Formazione di Cagnano"

Denominata da noi "Grotta del Tasso" durante l'esplorazione è stato eseguito un rilievo topografico speditivo (1); la prima parte si presenta formata da vani impostati su piani di strato che qui hanno direzione E - W, lateralmente, verso N, una lunga diaclasi con orientamento E - W scende per 12 m ca. con la metà inferiore sommersa d'acqua. La quota scandagliata è sicuramente posta sotto il livello del Lago di Varano, distante dalla cavità 50 m ca.; il livello interno, riscontrato anche in altri vani, è posto a quota leggermente superiore.

L'acqua all'assaggio, è leggermente salmastra e si presume sia dovuto a concentrazioni di sali, come riscontrato per le acque che affluiscono nel lago.

Inghiottoio I SW di Carpino

Foglio 156 I° SE - Long. 3°23'14"50 Lat. 41°50'18"50 - Q. 60 Svil. m 51 - Prof. m 15 - nella "Formazione Calcareniti di Apricena".

Trattasi di un inghiottitoio, attivo in caso d'abbondanti precipitazioni meteoriche. L'ingresso si apre al termine di un profondo canale ed è costituita da due gallerie poste su piani differenti, e lungo tutta la volta si riscontra la frattura da cui trae origine questa cavità. Il primo tratto lungo 25 m ca. si presenta orizzontale; a 15 m dall'ingresso si apre un cammino che porta ad una piccola saletta. Dopo un salto di 6 m s'incontra il pavimento della seconda galleria che, con leggera pendenza, porta alla parte terminale della cavità che è costruita da materiale ciottoloso.

Grotta I presso il Monte Vernone

Foglio 156 I° NE - Long. 3°24'07" Lat. 41°47'52" - Q. 600

Svil. m 17 - Prof. m 13 - nella "Formazione Calcari di Monte Pizzuto".

Questa cavità è costituita da un pozzo impostato su una frattura secondo SSE - NNW che raggiunge la parte più profonda, costruita da materiale clastico. Dalla stessa frattura trae origine una galleria che attraversa lo stesso nella parte centrale. Il ramo centrale, più angusto, termina in una fessura impraticabile. Il ramo opposto ha invece il fondo ostruito da argille.

Grotta presso Grotta Pippola

Foglio 156 I° SW - Long. 3°22'40" Lat. 41°52'20" - Q. 55

La cavità è costituita da vani impostati su fratture subverticali e su piani di strato. Dalle prime traggono origine di cunicolo d'accesso ed il pozzo interno mentre nella parte mediana l'incarsimento lungo i giunti di stratificazione che ha concorso alla formazione di vani suborizzontali. La direzione prevalente del complesso è SE - NW. Le pareti con direzione NNE sono sede di fenomeni franosi.

4.2. - *Morfologie ipogee*

4.2.1. Pozzi

I pozzi sono generalmente impostati in una grande frattura subverticale e presentano una sezione trasversale ellittica. La Grotta di Pallapalla, da noi esplorata, presenta due pozzi di accesso impostati su una frattura con direzione NE - SW, che convergono in un'unico vano posto a una quindicina di metri sotto il livello di campagna. A - 30 m un ripido terrazzino immette in un pozzo laterale impostato sui stessi sistemi di frattura. Il fondo è costituito da materiale clastico grossolano e argilloso ed è perfettamente orizzontale. Per quanto si è potuto osservare i pozzi non raggiungono grandi profondità e sono ostruiti alla base da crolli e da materiale terroso alloctono.

4.2.2. Gallerie

La cavità ad andamento orizzontale particolarmente esaminate sono la Grotta di Monte Nero e la Grotta Grande. Le loro caratteristiche morfologiche sono date da grandi gallerie impostate su fratture e a volte su piani di strato, il fondo in genere è costituito da detriti derivanti da crolli di volta e sono frequentemente cementati da concrezione calcifica. Importante risulta la scoperta di una serie di condotte poste in prossimità della volta e riempite da argille rosse. Dall'osservazione morfologica si è appurato che sono più antiche delle gallerie menzionate e testimoniano un loro completo riempimento durante un periodo di sedimentazione; attualmente sono in fase di svuotamento.

APPENDICE ARCHEOLOGICA

Nel corso della spedizione "Gargano" 76 impostata essenzialmente su uno studio geomorfologico particolareggiato di una zona prestabilita del Promontorio del Gargano nelle Puglia, la Sezione di Preistoria e Protostoria del nostro Sodalizio ha avuto modo di operare - seppur nei limiti di attività complementare - e di conseguire alcuni risultati positivi.

Grotta Pippola

In questa cavità, presso la sponda orientale del Lago di Varano, si rinvenivano tracce sconvolte di uno scavo eseguito da Palma di Cesnola nel 1960. Il terreno, privo di qualsiasi successione stratigrafica, ha messo in luce una innumerevole quantità di manufatti sia litici che ceramici; da citare il rinvenimento di un cranio dolicocefalo, con caratteristiche mediterranee. Da un esame preliminare - non sono stati ancora effettuati studi antropometrici - il cranio appartiene ad un individuo di circa quarant'anni. Al momento attuale è stato sottoposto soltanto ad esami odontoiatrici e radiografici dei denti rinvenuti negli alveoli. I risultati di tali esami sono descritti su apposita scheda. A nostro avviso, il cranio è parte di una delle sepolture multiple rinvenute dal Cesnola e risalenti al periodo del Ferro. Nella ceramica predominano le culture di Diana e Cellino S. Marco; quest'ultima ben rappresentata dalle anse che la contraddistinguono. Anse, fondi e orli completano questo ampio campionario da noi raccolto. L'industria litica è rappresentata da vari strumenti; degna di nota è una punta di freccia silicea con peduncolo e delicato ritocco marginale anche sulla parte ventrale, da citare inoltre il

rinvenimento di un elemento di collana in bronzo a forma di spirale. Il materiale descritto si ritiene appartenere al periodo del Bronzo.

Grotta Grande

Questa cavità si affaccia sulla parete orientale della Valle Grande e fa parte di un sistema di grotte d'interstrato situate a vari livelli stratigrafici. Attualmente sono in fase di svuotamento per la copiosità di materiale argilloso che viene dilavato sui depositi sottostanti. La grotta consta di una sala molto ampia che domina tutta la valle; l'entrata è costituita da un cunicolo che collega la grotta con la cima sovrastante che fa parte dell'Altipiano di San Giovanni Rotondo.

Nell'ingresso si sono rinvenuti alcuni frammenti di selce, un raschiatoio ed un coltello di selce verde; tuttavia il pavimento roccioso lievemente inclinato della sala, messo ormai a nudo dal dilavamento continuo, non ha rivelato più nulla di interessante. La zona sovrastante di alcuni metri la cavità menzionata è pianeggiante. Sul terreno si notano moltissimi frammenti ceramici, nuclei di selce e scarti di lavorazione.

Prendendo in considerazione la ceramica - sulla scorta dei frammenti rinvenuti - essa è presente in forma grossolana con impasto di colore rosso e l'ornato ricorrente è il cordone con impressioni eseguite a polpastrello o pizzicato, gli orli sono a bocca espansa. Inoltre sono state rinvenute un'ansa a linguella ed una fusaiola con scanalature su un lato. La considerevole quantità di frammenti silicei e ceramici testimoniano senza dubbio un insediamento umano databile al Bronzo-Ferro.

Piscina La Principessa

Durante la spedizione il campo base venne installato presso la masseria "Piscina La Principessa". Nelle immediate vicinanze vennero rinvenuti strumenti litici appartenenti all'Industria Campignana, "facies d'officina", rappresentati da tre accette silicee nonché qualche scarto di lavorazione. E' da tener presente che su tutta la superficie del Gargano i rinvenimenti casuali sono molto frequenti e l'Industria Campignana ha avuto in questa località, nei suoi villaggi all'aperto, notevole sviluppo e durata.

BIBLIOGRAFIA

- CREMONINI G. - ELMI C. - SELLI R. (1971) - Note illustrative della carta geologica d'Italia. Foglio 156 S. Marco in Lamis, pag. 8 - 64, Nuova Tecnica Grafica, Roma.
- DEMATTEIS G. - GECHELE G. - La Grava di Campoloto nel Gargano. *Rass. Spel. Ital.* Anno XVIII, Fasc. 3-4, Pag. 1-6.
- FORTI F. (1973) - Considerazioni sui depositi di riempimento delle cavità carsiche nel Carso Triestino. *Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"*, vol. XIII, Trieste.
- OROFINO F. - Elenco delle Grotte Pugliesi catastate fino al 31 gennaio 1965. *Ist. Ital. di Speleologia sede tecnico organizzativa di Castellana Grotte.*
- RADMLLI A.M. (1975) - Guida alla Preistoria Italiana, Sansoni.
- BALDACCIO O. 1957 - "Per una sistematica ricognizione speleologica nel Gargano" *Boll. Soc. Geogr. Ital.* S. 8, V. 3, pp. 431-456.
- CAPPA G., 1962 - "Note di speleologia nel promontorio del Gargano" *Rass. Spel. Ital.*, a. XIV, v. 1, pp. 7 - 18.
- CAPPA G. E DEMATTEIS G. - 1962 "Osservazioni speleologiche nel Gargano Sud-Occidentale (Puglie)" *Atti della Soc. It. di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano - Vol. CI, fasc. III - IV*
- DI DOMENICO N. - PANSECCHI F., 1970 - "Contributo alle ricerche speleologiche nella not. del Circolo Spel. Romano. Anno XV, n° 20-21 pp. 75-82.
- PASA A., 1953 - "Appunti geologici per la paleogeografia delle Puglie" *Mem. di biogeogr. adriatica - Istituto di Studi Adriatici - Venezia, V. II, pp. 175-286.*

ISTITUTO DI MINERALOGIA E GEOLOGIA - FACOLTA' DI AGRARIA - PERUGIA

Rolando Calandra

FENOMENI CARSIICI NEI TRAVERTINI DELL'ASCOLANO

RIASSUNTO

Dopo la necessaria introduzione geologica, vengono discussi i fenomeni carsici superficiali ed ipogei presenti in un'area di notevole interesse speleologico ed idrogeologico. Sono stati studiati gli affioramenti travertinosi della Valle del Fiume Tronto, con particolare riferimento a quelli del Colle S. Marco-Monte Vena Rossa, situati immediatamente a Sud della città di Ascoli Piceno.

Si conclude ampliando il discorso ad altre aree litologicamente simili appartenenti allo stesso bacino idrografico.

SUMMARY

The karst phenomena in the travertines near Ascoli Piceno

After giving some necessary geological outlines, emphasis is placed to the surface and hypogean karst phenomena occurred in a very interesting area from a speleological and hydrogeologic view-point. The travertine outcrops along the Tronto River Valley have been studied, making a particular reference to the ones of Colle San Marco-Monte Vena Rossa, just to the south of Ascoli Piceno.

Finally, the matter is extended to other areas with similar lithological aspects belonging to the same region.

LA SITUAZIONE GEOLOGICA GENERALE

L'area in esame è rappresentata dai contrafforti settentrionali, la cui massima quota (M. Giammatura) supera di poco i 1.000 m., del rilievo ben più imponente della Montagna dei Fiori (1.814 m.), della cui geologia si sono interessati, in tempi diversi, numerosi studiosi; sarà opportuno, comunque, ricordare brevemente i caratteri geologici e tettonici dell'area, determinanti per comprendere la genesi dei travertini e la morfologia dell'intera regione.

La costituzione geologica della Montagna dei Fiori è ben visibile sul fianco occidentale dove essa appare fagliata e vengono messe a giorno le formazioni tipiche della serie stratigrafica dell'Appennino Umbro-Marchigiano dal Trias superiore all'Oligocene (Calcere massiccio, Corniola, Rosso ammonitico, Scisti ad Aptici, Calcere rupestre, Marne a fuocoidi, Scaglia rossa e Scaglia cinerea) mentre i sedimenti successivi sono rappresentati prevalentemente da marne.

Questo rilievo, che Colacicchi e Boni (1966) definiscono "un tipico esempio di tettonica differenziale, di stile rigido nella parte inferiore... e plastico nella parte superiore", prende origine da fratture profonde verificatesi in fase di sollevamento, che hanno interessato in particolare i materiali calcarei, cui si sono aggiunti scorrimenti delle rocce meno coerenti, appartenenti alla parte alta della pila sedimentaria.

Proprio queste fratture profonde hanno consentito alle acque termali di risalire in superficie dando origine al ciclo di sedimentazione chimica testimoniato dai depositi

travertinosi Villafranchiani del Colle San Marco, del Monte Vena Rossa, di Rosara, di Castel Trosino e di Cesano.

Queste acque carbonatiche calde fuoriuscivano in corrispondenza dell'alveo del Fiume Tronto e del Torrente Castellano, dove avvenne la precipitazione del carbonato di calcio, per cui gli strati calcarei concrezionari si sovrapposero ai ciottoli fluviali, a tratti ancora visibili ai piedi delle banconate di travertino.

Poiché, durante il Quaternario, il Tronto ed il Castellano hanno ripetutamente approfondito e spostato verso Nord il proprio alveo, anche il fenomeno prima descritto si è ripetuto più volte, determinando situazioni morfologiche particolari, dominate dalla presenza di tre terrazzi principali, legati ad altrettanti cicli sedimentari.

Tali terrazzi hanno generalmente la forma di cunei con vertice verso Sud o Sud-Ovest e sono costituiti da lenti e cupole travertinose sovrapposte che a volte (Pineta) determinano anche una morfologia superficiale tondeggiante; lo spessore totale del deposito può sfiorare in certi punti i 100 m.

Fratture e frane successive hanno modificato e cancellato in parte la situazione iniziale determinando, tra l'altro la formazione di un'imponente coltre detritica e colluviale immediatamente a valle dei terrazzi.

I travertini, ed ancor più i loro detriti a volte assai grossolani e misti a terra rossa, mascherano per un buon tratto, dall'estrema periferia meridionale della città di Ascoli Piceno a S. Pietro, il sovrascorrimento delle marne del Tortoniano-Langhiano sulle arenarie messiniane (Formazione della Laga).

Per quanto riguarda le aree con affioramenti travertinosi di Acquasanta e Ponte d'Ari, non si può che supporre una identica origine, anche se l'effetto ultimo delle forze orogenetiche è una modesta anticlinale asimmetrica che il Tronto taglia trasversalmente mettendo in luce appena la "scaglia" cretaceo-eocenica.

La morfologia dei depositi pressoché identica, la presenza di una sorgente termale minerale ed il parallelismo tra l'anticlinale di Acquasanta e la brachianticlinale della Montagna dei Fiori, comunque, ci permettono di ipotizzare che esista una notevole analogia negli eventi geologici che hanno interessato queste due aree al momento dell'orogenesi e, di conseguenza, che esistono fratture profonde anche nella zona di Acquasanta. Del resto, l'abbinamento tra le grandi faglie parallele all'asse delle pieghe e la genesi del travertino è un fatto abbastanza frequente nelle catene minori che fiancheggiano l'Appennino Umbro-Marchigiano (Catena Martara, Catena Amerino-Narnese, Gruppo del Monte Subasio, Monte Cetona, ecc.).

LA PERMEABILITA' DELLE FORMAZIONI

Le formazioni interessate possiedono caratteristiche di permeabilità decisamente diverse.

Il travertino possiede una porosità di tipo primario estremamente elevata. Mentre, però, nella generalità delle rocce calcaree di origine marina i pori sindeposizionali si riducono durante la fase diagenetica, sia per compressione della massa sia per riempimento ad opera del cemento calcareo, nel travertino, salvo sporadiche incrostazioni di calcite alabastride sulle pareti di alcuni pori, vediamo che gli intervalli tra incrostazioni calcaree successive ed i vuoti lasciati dai frammenti vegetali a suo tempo inglobati si ingrandiscono progressivamente ad opera delle acque che li attraversano (Passeri 1973-1974).

Ai vuoti singenetici si aggiunge anche una porosità secondaria (litoclasti) e così le placche travertinose, spugnose e fratturate, costituiscono aree estremamente permeabili, anche se il paesaggio carsico, tanto ipogeo che superficiale, raggiunge raramente dimensioni notevoli e si osserva, anzi, una tendenza alla miniaturizzazione dei fenomeni.

Al di sotto delle banconate travertinose troviamo rocce mioceniche costituite da

marne calcaree (Tortoniano-Langhiano), cioè da un tipo litologico privo di porosità e quindi responsabile dell'esistenza di un piano decisamente impermeabile; in tratti minori i detriti di travertino si spingono sui termini alti, quindi meno permeabili, delle arenarie Mioceniche.

Di minima rilevanza ai fini carsici risulta infine la presenza, del resto non generalizzata, dei materiali alluvionali al passaggio tra le due precedenti formazioni; ciò in funzione del modesto spessore di questi conglomerati e della variabile granulometria del materiale (a volte prevalentemente sabbioso altre decisamente fine) che ne cementa i ciottoli poligenici fortemente arrotondati.

I FENOMENI CARSIICI

Nell'area compresa tra il M. Giammatura e la città di Ascoli Piceno è possibile osservare una vasta gamma di fenomeni di chiara origine carsica, anche se la loro entità, per la già accennata caratteristica dei travertini, non assume mai aspetti grandiosi ed in certi luoghi è ridotta addirittura a semplici tracce.

Il paesaggio è dominato dai due pianori del Colle S. Marco e del M. Vena Rossa (Fig. 1), separati dalla profonda incisione valliva del Fosso Grancaso. Attorno a questi due principali affioramenti, esistono enormi massi di travertino; questi, però, non sono tutti di origine franosa, come quelli ad occidente della "Pineta", poiché anche l'erosione delle acque di superficie ha contribuito a determinare profondi e stretti tagli, isolando blocchi di varia forma e dimensione.

Assai caratteristico è il cosiddetto "Dito del Diavolo", una sorta di pilastro di vari metri di altezza che si trova a valle del Colle S. Marco, presso la Grotta del Beato Corrado, un riparo ricavato sotto il dirupato costone, poco lontano dalla Grotta del Monastero di S. Marco, rappresentata da un nicchione presente nella stessa parete.

I due pianori sono completamente privi di una rete idrografica superficiale mentre presentano numerose testimonianze di una notevole circolazione profonda. La superficie del M. Vena Rossa ha un aspetto decisamente carsico e tormentato, risultando costituito da campi di pietre variamente corrose dalle acque e con frequenti scannellature anche se non si può parlare di veri campi carreggiati, è presente poi una depressione doliniforme di dimensioni 12x18 m. e profonda 1,5 m. rispetto al terreno circostante, sul cui fondo si trova uno strato considerevole di materiale terroso.

Sul pianoro S. Marco, invece, fenomeni di questo tipo, anche se presenti, non sono più visibili a causa dell'esistenza, al di sopra del travertino, di una coltre di materiale terroso (terra rossa colluviale e terreni di chiusura del ciclo di sedimentazione chimica) dello spessore variabile, che in certi punti supera i cinque metri.

La scoperta di inghiottitoi ed altre cavità carsiche sul pianoro del Colle S. Marco, di conseguenza, è stata sempre legata a fatti casuali.

I "Pozzi I e II della cava", sono stati portati allo scoperto (ed in parte rovinati) durante i lavori di una cava di travertino tra la "Pineta" e l'abitato di S. Marco. Il Pozzo I ha un tipico aspetto cilindrico con sezione leggermente crescente verso il basso, mentre il Pozzo II presenta quasi una forma ad imbuto.

Nella stessa cava e nelle altre della zona sono tuttora visibili numerose tracce di altre cavità, sulla cui morfologia poco si può dire essendo state sventrate durante le operazioni di abbattimento della roccia.

La Grotta "Emidio Santanchè" è stata individuata eseguendo uno scavo nel luogo in cui esisteva una depressione che si riformava, col tempo, nonostante il livellamento che veniva compiuto ogni anno durante le lavorazioni agricole.

Dai risultati delle prime esplorazioni di questa Grotta (Calandra R. - Mari A. - Mari S. - 1978) emerge che in realtà si tratta di una serie di inghiottitoi fossili. La grotta si sviluppa su due piani: quello superiore, costituito da due sale comunicanti tra loro e

nelle quali si aprono un piccolo camino ed una saletta in cui giungono delle acque di infiltrazione, è in comunicazione, tramite un pozzo di notevole diametro, con quello inferiore, costituito da angusti cunicoli che raggiungono altri tre camini.

Una delle sale superiori è ostruita da fango franatovi attraverso l'imboccatura, altro fango è presente sul pavimento dei cunicoli del piano inferiore e sul fondo del pozzo principale.

Le indagini sedimentologiche e mineralogiche compiute sui campioni prelevati a varie profondità tanto all'esterno che all'interno della grotta, hanno permesso di accertare che essi hanno una comune origine, che il materiale compatto del pavimento dei cunicoli è pressoché identico a quello degli strati profondi del terreno esterno e che il fango che si trova nella sala superiore, sul fondo del pozzo principale o lateralmente sul pavimento dei cunicoli, presenta gli stessi aspetti dei campioni esterni superficiali (maggiori tracce dell'alterazione e presenza di concrezioni sferoidali limonitiche di chiara origine pedologica).

In questi inghiottitoi, quindi, è penetrato a più riprese del materiale terroso che ha causato la quasi completa occlusione della via di uscita delle acque.

Successivamente, le acque di infiltrazione e di condensazione, scorrendo a canalotta, hanno determinato una incisione a V che, eliminato il fango più recente dal centro dei cunicoli, ha fatto riaffiorare quello "antico" che presenta anche accenni di stratificazione.

Di notevole interesse, anche se problematica, sarebbe l'eliminazione del "tappo" di fango, che potrebbe portare alla scoperta di nuovi e ben più estesi percorsi in direzione della paleosorgente, mentre percorrere a ritroso l'emuntore fossile sarebbe possibile solo dopo averlo individuato al di sotto dei grossi blocchi franati ai piedi del costone, operazione pressoché impossibile.

Infine, in prossimità del ripetitore RAI di Colle S. Marco ed a S. Pietro è presente dell'autentica terra rossa carsica in posto, mentre quella colluviale abbonda, frammistata a detriti più o meno grossolani, su tutta la pendice settentrionale e segnatamente attorno all'abitato di Piagge.

Nella carta allegata (Fig. 2), oltre ai fenomeni già citati sono segnalate numerose sorgenti di varia natura.

La sorgente di S. Marco è una tipica sorgente carsica, che sgorga da due spaccature del travertino nel costone sottostante il ripetitore ed ha una portata variabile da 2 a 6 litri al secondo. Si tratta di un'acqua mediamente dura, alcalina, che fino a pochi anni addietro veniva condotta verso Ascoli Piceno, mentre oggi è destinata ad usi agricoli poiché inquinata da infiltrazioni della rete fognaria degli insediamenti a monte.

Le altre sorgenti della zona possono riunirsi in tre gruppi: per quelle del primo è impossibile dire se trattasi di sorgenti carsiche o di sorgenti di contatto (più esattamente di strato) poiché le acque fuoriescono nella parte bassa del travertino, vicino alle marne basali, in punti in cui il contatto è mascherato da abbondante detrito.

Queste sorgenti (le due del M. Giammatura, quella del Colle Chiamatore, le quattro lungo il Fosso Grancaso, la Maddalena e l'Uscella) hanno portate variabili da 10 l/min. (Giammatura) a 12 l/sec. (Maddalena), sono caratterizzate da durezza comprese tra 14,5 (Maddalena) e 19 (Uscella), residuo fisso tra 0,160 e 0,246 gr/l rappresentato prevalentemente da CaCO₃, PH da 7,35 a 8,05 e da temperatura di 2 o 3°C più bassa delle altre.

Le sorgenti del secondo gruppo, chiaramente delle sorgenti di contatto (più esattamente di detrito), sono situate a valle delle prime (due a Colle, tre a S. Pietro, quattro a valle di Fonte Uscella ed una decina nell'area sorgentifera di Piagge), hanno portate massime di 2 l/sec. (Piagge), la durezza sale a valori tra 22 e 29 (S. Pietro), il residuo fisso oscilla tra 0,315 e 0,444 gr/l. ed accanto al carbonato presenta dosi elevate di solfato di calcio, mentre il pH scende a valori tra 7,00 e 7,25.

Esiste poi il terzo gruppo di sorgenti, ancora più a valle, che però non interessano direttamente il nostro discorso, non essendo collegate al travertino o ai suoi detriti bensì

alle alternanze di strati arenacei e marmosi o al contatto tettonico tra le due formazioni mioceniche.

Per tale motivo queste ultime sorgenti non sono state neppure riportate sulla carta idrogeologica.

CONCLUSIONI

Per poter compiere un rilevamento abbastanza dettagliato delle varie manifestazioni si è dovuto circoscrivere l'indagine agli affioramenti travertinosi delle alture a Sud di Ascoli Piceno.

Al Colle S. Marco esistono almeno due sistemi carsici: uno fossile, di cui è nota soltanto la parte superiore (Grotta E. Santanchè) ed uno attivo, di cui è invece conosciuta la parte terminale (sorgente S. Marco). Per il M. Vena Rossa la situazione è analoga.

Le evidenti relazioni che esistono tra questo tipo litologico particolarmente idrovoro, le tracce superficiali del carsico, le cavità di interesse speleologico e le sorgenti carsiche e di contatto, sarebbero state individuate di certo anche al Monte di Rosara, a Salara, Acquasanta, Ponte d'Arli, ecc.. In queste due ultime località, anzi, sono già note numerose cavità di notevole interesse (Grotta di Acquasanta, G. dei Saraceni, G. del Rio Garrafo, G. delle Stalattiti, G. del Fiume, ecc.).

Ben maggiore è, però, il patrimonio speleologico ancora da scoprire in queste aree e molti sono gli aspetti che attendono maggiori chiarimenti. Sarebbe poi particolarmente interessante estendere il discorso e le esplorazioni agli affioramenti conglomeratici pliocenici diffusi a Nord di Ascoli Piceno, nei quali è innegabile una notevole circolazione profonda, anche se l'unica cavità conosciuta, ma solo parzialmente esplorata, è rappresentata da un profondo inghiottitoio fossile situato in una valletta prossima alla cima del Monte dell'Ascensione e chiamato localmente "Fosso del Lupo".

Si tratta certamente di un "carsismo minore" rispetto alle grandiose manifestazioni dell'Appennino Centrale (M. Cucco, Genga, ecc.) ma certamente questo non ci autorizza ad ignorare completamente tali fenomeni.

BIBLIOGRAFIA

- BONI C. - COLACICCHI R. (1966) - *I travertini della Valle del Tronto giacitura, genesi e cronologia* - Mem. Soc. Geol. It. - Vol. 5 - pp. 315-339 - Pisa.
- CALANDRA R. - MARI A. - MARI S. (1978) - *La grotta di "E. Santanchè"* - l'Appennino - XXVI - n. 2 - pp. 29-32 - Roma.
- PASSERI L. (1973) - *Canalizzazione sotterranea in regime di fluttuazione freatica nel travertino della Piana (Umbria)* - Rassegna Speleologica Italiana - Anno XXV - Fasc. 1-4 - Como.
- PASSERI L. (1974) - *Porosità primaria delle rocce carbonatiche e canalizzazione freatica* - Le grotte d'Italia - Serie 4^a - Vol. III - 1970-72 - pp. 55-60 - Bologna.

GRUPPO SPELEOLOGICO MARCHIGIANO CAI

Giuseppe Gambelli Roberto Recchioni Claudio Santolini

COMPLESSO CARSIICO DEL MONTE VALLEMONTAGNANA

RIASSUNTO:

Lo scopo del presente lavoro è quello di illustrare le caratteristiche della zona carsica di San Vittore di Genga [Marche] che rendono molto difficile l'interpretazione della genesi e dell'evoluzione di questo tipo di carsismo attraverso le normali teorie speleogenetiche. Di questo ci siamo convinti osservando tutti i particolari fenomeni presenti sia all'interno che all'esterno del massiccio carsico del Monte Vallemontagnana, per cui siamo giunti alla conclusione che la teoria più plausibile per spiegare la genesi di queste cavità sia quella di ipotizzare non un assorbimento di acqua meteorica dall'alto, ma una risalita di acqua mineralizzata [solfurea] dal basso, che riteniamo sia il fattore principale della formazione delle cavità studiate.

PREMESSA

La zona in esame, situata nella parte marginale orientale dell'Appennino marchigiano, interessa l'anticlinale calcarea dei monti Vallemontagnana e Rimosse, ed è delimitata a nord dall'anticlinale del M. Murano, ad est dalla sinclinale della valle fluviale dell'Esino, a sud dalla valle del torrente Glano e a ovest dalla valle del torrente Sentino. L'intera zona, riportata sulle Tavole IGM in scala 1:25.000 fogli n° 116 II° NE-SE e n° 117 III° NO-SO, è caratterizzata dalla presenza di numerose cavità carsiche di cui le principali sono: la "Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento", la grotta del "Buco Cattivo" e la "Grotta di Mezzogiorno"; scarse o poco rilevanti le forme di dissoluzione calcarea esterna, dato che il calcare è quasi completamente ricoperto da terreni impermeabili ed affiora solamente nella Gola di Frasassi e sul fianco est del M. Vallemontagnana a causa di un disturbo tettonico.

Le unità litostratigrafiche interessate dall'anticlinale studiata sono: la formazione delle "Anidriti di Burano" che, pur non affiorando direttamente, è stata raggiunta a mt. 600 sotto la superficie in un sondaggio profondo effettuato dall'ENI. Detta formazione, attribuibile al Trias sup., è una chiara serie evaporitica comprendente calcari, argille, solfati e cloruri in successione, nonché livelli organogeni e bituminosi. Direttamente sopra le "Anidriti" si trova la formazione del "Calcare Massiccio del M. Nerone" (Domeriano?-Hettangiano?) che costituisce il nucleo della piega; in continuità di sedimentazione con questo e dal basso verso l'alto affiorano: calcari stratificati grigi, calcari nodulari con marne verdi, calcari nodulari nocciola e calcari nodulari ad Aptici che, data l'esiguità del loro spessore, vengono comunemente cartografati con il nome di "Formazione del Bugaron" (Titonico inf. - Domeriano?); al di sopra si ritrova la formazione della "Maiolica" (calcare micritico con selce scura, attribuibile al Aptiano-Titonico sup.) e le "Marne a Fucoidi" (marne e marne argillose policrome, calcari mammosi e marne calcaree del Cenomaniano-Aptiano) che compongono l'intera cima del M. Vallemontagnana. Al di sopra della "Marne" affiora anche la formazione della "Scaglia Rosata" (calcari e calcari marnosi con selce rossa del Lutetiano-Turoniano) che riveste un interesse minore per la genesi del carsismo della zona (CENTAMORA, 1975).

TETTONICA

Il territorio in esame è caratterizzato da un motivo geologico a pieghe, con anticlinali di notevoli dimensioni rispetto alle sinclinali; le direttrici tettoniche sono quelle appenniniche con direzione N.NW.-S.SE..

La struttura geologica principale è la piega-faglia del "Calcare Massiccio" che forma l'anticlinale M. Vallemontagnana-M. Frasassi; è una caratteristica piega a ginocchio con gli strati del lato est aventi direzione 320° rispetto a nord, immersione verso est e inclinazione di 45+60°; man mano che ci si sposta verso ovest gli strati, pur mantenendo circa la stessa direzione, diminuiscono progressivamente di inclinazione fino a divenire suborizzontali in corrispondenza della cerniera dove si inverte l'immersione che passa da est ad ovest; da questo punto anche l'inclinazione riprende ad aumentare fino a raggiungere i 18+20° in corrispondenza della "Grotta Grande del Vento" (Ingresso galleria artificiale) e mantenendosi quasi costante fino alla fine della Gola di Frasassi dal lato Planello di Genga.

Il lato est dell'anticlinale è interessato da una faglia inversa che si manifesta lungo la valle del fiume Esino con grandi rigetti verticali rappresentati da fessoni, specchi e piani di faglia e che ha una direzione di 310+330° rispetto a nord; su questo lato dell'anticlinale si ha un contatto meccanico anomalo fra il "Calcare Massiccio" e la "Maiolica", che, come la formazione delle "Marne a Fucoidi" ad essa soprastante, si presenta con gli strati verticalizzati; le condizioni di glacitura delle "Marne" fanno sì che esse si comportino da sbarramento impermeabile isolando idrogeologicamente il massiccio calcareo.

Dopo la fase orogenetica compressiva si è instaurato un regime distensivo che ha dato luogo ad assestamenti nella struttura con formazione di faglie-diaclisi distensive con direzione 220+230° rispetto a nord che, a luoghi e nelle discontinuità tettoniche di maggior rilievo, presenta anche una componente orizzontale dello spostamento (trascorrenza); queste faglie hanno dislocato sia la faglia inversa sia una discontinuità tettonica con direzione N-S che fa parte del sistema distensivo mesozoico prerogenetico e che interessa solamente il "Calcare Massiccio". Ulteriore sistema di fratture sono quelle dovute al clivaggio in corrispondenza della cerniera dell'anticlinale.

CENNI DI PALEOIDROGRAFIA

Il M. Vallemontagnana-M. Frasassi è inciso dalla Gola di Frasassi sul fondo della quale scorre il torrente Sentino a circa 200 mt. s.l.m., con direzione ovest est; la gola si presenta molto profonda (circa 500 mt.), con le pareti ripide e ravvicinate e con chiari segni di erosione fluviale a notevole altezza sull'alveo naturale del torrente, tanto da far pensare ad una origine della Gola di Frasassi relativamente recente.

Sulla base di queste osservazioni è possibile presumere che il corso del torrente Sentino ha subito modificazioni di notevole entità. Si può, con buona approssimazione e in base ad un attento esame delle curve di livello ed alla morfologia della valle posta ad ovest del M. Vallemontagnana (Collegigioni), pensare che in un primo momento il Sentino, quando l'idrografia era più alta di circa 300 mt., venisse deviato verso sud dallo sbarramento costituito dal M. Vallemontagnana e si dirigesse verso l'area di Fabriano. In un secondo tempo, o per un fenomeno di cattura da parte di un corso d'acqua presente sul lato est del M. Vallemontagnana o per motivi di carattere tettonico, il Sentino ha incominciato ad incidere la Gola di Frasassi; ciò dovrebbe essere accaduto in tempi recenti (fine Pliocene, inizio Era Quaternaria) in relazione ai terrazzamenti fluviali più antichi (1° ordine) che mantengono quasi inalterate le loro caratteristiche genetiche ed al regime tutt'ora erosivo dei fiumi della zona che fa pensare ad un tempo di evoluzione molto rapido (CATTUTO, 1975).

Passiamo ora ad esaminare quale doveva essere la situazione dei corsi d'acqua presenti ad est del M. Vallemontagnana (attuali Sentino ed Esino). Il torrente Sentino che usciva dalla Gola di Frasassi, invece di impostare il suo letto nella sinclinale di S. Vittore di Genga, molto probabilmente compiva una stretta ansa verso sud scorrendo in prossimità del piano della faglia Inversa dove si riscontra tutt'ora una particolare morfologia a "selle" poste a quota 400 mt. s.l.m., giungendo fino all'altezza di Fosso Montanaro.

In questo periodo anche il corso del fiume Esino doveva essere abbastanza diverso dall'attuale; infatti all'altezza di località Valgiobola, posta a quota 485 mt. s.l.m., si ritrova un ampio ripiano che spezza la continuità del fianco ovest dell'anticlinale del M. Pietroso; ulteriore fatto di cui bisogna tener conto è la presenza di una valle epigenetica, posta fra 200 e 300 mt. di quota in corrispondenza della prima galleria della S.S. 76 nella Gola della Rossa. Ciò fa ritenere che, quando l'idrografia era più alta di 300 mt., il fiume Esino dovesse passare più ad est del suo corso attuale.

Con il passare del tempo il Sentino, erodendo il suo alveo, ha incontrato i terreni impermeabili delle "Marne a Fucoidi" che hanno fatto deviare il suo corso verso l'asse della sinclinale, allontanandolo dal "Calcere Massiccio"; del resto un disturbo tettonico di notevole entità, situato a valle di località Valtreare, ha permesso al fiume Esino di tagliare la formazione delle "Marne a Fucoidi" facendo sì che esso si impostasse sul fianco occidentale del M. Pietroso, incidendolo notevolmente.

IDROLOGIA

L'area studiata presenta un reticolo idrografico di superficie costituito dal fiume Esino, dal torrente Sentino, da numerosi ruscelli sia perenni che temporanei e da sorgenti di acqua mineralizzata e non.

Il fiume principale, di cui tutti gli altri sono debitori, è l'Esino che scorre nella valle compresa tra il M. Vallemontagnana e il M. Pietroso e che, superato il paese di Pontechiaradovo, forma la Gola della Rossa incidendo il M. Murano; si tralascia comunque l'esame approfondito di questo corso d'acqua per passare a valutare le caratteristiche del torrente Sentino, che riveste una particolare importanza per quella che è l'attività carsica della zona.

Il Sentino ha un regime prettamente stagionale con forti piene primaverili ed autunnali e magre estive ed invernali; prima di entrare nella Gola di Frasassi, all'incirca nella zona compresa tra Sassoferrato e Pianello di Genga, ha un andamento meandrante dovuto alla modesta pendenza (6X1.000) della sua curva di fondo; all'ingresso nella Gola di Frasassi il Sentino si trasforma in un corso d'acqua a carattere torrentizio che scorre in un alveo molto stretto ed incassato tra due alte pareti rocciose; queste condizioni fanno sì che l'acqua aumenti notevolmente di velocità favorendo una maggiore erosione dell'alveo, che si manifesta con profonde nicchie e marmite di eversione, la quasi totale assenza di depositi alluvionali a granulometria minuta e l'alveo che presenta una spiccata morfologia a "V" molto stretta. In questa parte del percorso il torrente si è chiaramente inserito lungo grossi disturbi tettonici di cui ne è esempio il tratto compreso tra l'ingresso della Grotta Bella e il cimitero di S. Vittore dove il Sentino scorre su una faglia distensiva con direzione 220° rispetto a nord.

All'uscita dalla Gola di Frasassi il Sentino si inserisce nella sinclinale di S. Vittore che è divisa dalla valle dell'Esino da un rilievo di modeste dimensioni; a questo punto il Sentino devia il suo corso verso S-SE, scorrendo per un piccolo tratto parallelamente ed in senso contrario a quello del fiume Esino dove si getta all'altezza delle centrali elettriche delle Officine Millani.

Lungo i fianchi della Gola di Frasassi sono presenti anche numerosi ruscelli che nascono dalle sorgenti presenti sulla sommità del M. Vallemontagnana e che, nei periodi

di pioggia, raccolgono le acque piovane che scorrono sugli strati impermeabili della cima; in seguito formano delle suggestive cascatelle, precipitando lungo i fianchi della gola, impostandosi sulle numerose discontinuità tettoniche e formando canali e profonde forre; hanno un regime temporaneo e non rivestono una grande importanza per il carsismo della zona.

Esistono anche numerose sorgenti perenni che vengono individuate in due fasce distinte: la prima posta tra quota 600 e 800 mt. s.l.m. comprende tutte sorgenti di acqua dolce situate intorno al cono della cima del M. Vallemontagnana (sorgenti di strato); la seconda fascia è posta tra quota 200 e 250 mt. s.l.m. e comprende anche una sorgente di acqua mineralizzata (solfurea) che è situata presso la Grotta Bella e può essere considerata la risorgenza delle acque che interessano il massiccio carsico (sorgente di faglia o di sbarramento; DESIO, 1973); nello stesso gruppo sono comprese normali sorgenti di acqua dolce che possono venire classificate, nella quasi totalità, come risultrive dell'acqua piovana che si infila sotto i detriti di falda e scorre sugli strati impermeabili delle "Marne a Fucoidi" (DESIO, 1973).

Passiamo ora ad esaminare le manifestazioni idrologiche più chiare che si possono osservare direttamente all'interno delle grotte. Le cavità che presentano sviluppi situati a quota 200-210 mt. s.l.m. sono interessate da specchi d'acqua relativamente grandi e profondi, costituiti da acqua fortemente mineralizzata in cui si è rilevata la presenza di idrogeno solforato (BERTOLANI, 1977), che hanno caratteristiche di acque calde nelle parti più lontane dall'alveo del torrente e situate più a monte (ovest della gola), mentre assumono caratteristiche di acque correnti man mano che ci si avvicina allo sbarramento impermeabile delle "Marne a Fucoidi" in corrispondenza della faglia inversa (prossimità della Grotta Solfurea). Nelle grotte della zona si riscontrano anche altri specchi d'acqua di più modeste dimensioni ed a quote più elevate formati per l'impermeabilizzazione del calcare da parte di concrezioni o fanghi; un fenomeno più rilevante per la particolarità e l'estensione è dato dalle condotte allagate della grotta del Buco Cattivo, situate ad una quota di 385 mt. s.l.m. e che, per la quantità d'acqua presente, possono essere considerate interessate da una "falda freatica sospesa".

La percolazione all'interno delle grotte è relativamente modesta e concentrata in zone ben determinate; caratteristica è la scarsa mineralizzazione fornita quasi esclusivamente da carbonato di calcio (BERTOLANI, 1977).

Da quanto esposto si può affermare con certezza l'esistenza di una falda freatica che interessa tutto il massiccio carsico e che costituisce il livello di base di tutto l'edificio drenante.

Nota particolare della zona è l'esistenza di acqua solfurea che non può provenire dalle serie evaporitiche messiniane, data la loro relativamente grande distanza dalla zona in esame; per spiegare la provenienza di questa acqua mineralizzata bisogna tenere presente che al di sotto del "Calcere Massiccio" è nota l'esistenza della serie evaporitica delle "Anidriti di Burano". Questo fatto fa pensare che l'acqua del torrente Sentino venga assorbita (probabilmente nella zona di Pianello di Genga) da due grosse faglie distensive; quest'acqua, infiltrandosi lungo queste discontinuità tettoniche, raggiunge le "Anidriti" arricchendosi in solfati, cloruri e idrogeno solforato. A testimonianza di questo fatto si ricordano i grossi depositi di gesso presenti nelle cavità del M. Vallemontagnana e la notevole differenza di mineralizzazione tra l'acqua di percolazione e l'acqua solfurea risorgente alla Grotta Bella.

Possiamo quindi schematizzare la dinamica della circolazione idrica sotterranea nelle seguenti fasi:

- assorbimento nel sottosuolo delle acque del torrente Sentino nella depressione Pianello di Genga fino a raggiungere le "Anidriti";
- solubilizzazione delle "Anidriti" e risalita dell'acqua mineralizzata lungo le faglie del calcare con formazione della falda freatica che mantiene un livello piezometrico sempre più alto della cadente piezometrica del Sentino (DESIO, 1973; IPPOLITO, 1975).

Questa parte del lavoro non ha la pretesa di essere uno studio completo ed esauriente delle forme carsiche che si riscontrano nelle grotte studiate, ma vuole solamente mettere in evidenza le principali caratteristiche morfologiche individuate per avere una più chiara visione dei fenomeni chimico-fisici che hanno operato all'interno delle cavità.

Nella zona in esame si hanno tre complessi carsici principali dati dalla grotta del "Buco Cattivo" (21 MA/An) apertesi sul lato est del M. Vallemontagnana, dalla "Grotta Grande del Vento" (307 MA/An) e dalla "Grotta del Fiume" (8 MA/An) che si aprono all'interno della Gola di Frasassi e che compongono un'unica cavità.

Oltre che dal punto di vista puramente topografico, queste grotte presentano notevoli differenze anche dal punto di vista morfologico. Infatti la grotta del "Buco Cattivo" ha un andamento lineare, con condotte uniche e senza notevoli diramazioni ed interessa il massiccio carsico da quota 538 mt. s.l.m. a quota 385 mt. s.l.m.; le principali forme carsiche riscontrate sono condotte formatesi per allargamento di giunti di strato e/o di fratture. Le prime si ritrovano soprattutto nella "Galleria dei Tornanti" (385 mt. s.l.m.) e mai nelle altre parti della grotta, le seconde, più comuni, interessano tutta la cavità; dette condotte hanno un andamento abbastanza regolare e presentano forme caratteristiche di dissoluzione per miscela di acque (cupole di dissoluzione; BOEGLI, 1975) in regime freatico ed altre forme, forse dovute ad erosione, riconducibili a "scalops" (ALLEN, 19; CASOLI, 1974; DEMATTEIS, 1975) anche se ancora non ben identificate data la loro particolarità; infatti, diversamente dagli "scalops" propriamente detti, si presentano più radi, più ampi, meno profondi e molto irregolari; altra particolarità morfologica che è presente solamente nella prima parte della "Galleria dei Tornanti" del "Buco Cattivo" e in alcuni limitati rami della "Grotta del Fiume" sono "fori di dissoluzione" di notevoli dimensioni originati dall'acqua di percolazione sia su blocchi di calcare che su concrezioni; ciò fa pensare ad un ciclo corrosivo in atto dovuto all'acqua di percolazione.

Le sale presenti in questa grotta hanno tutte una caratteristica morfologica dovuta a fenomeni di crollo in corrispondenza di intersezioni e/o addensamenti di faglie e fratture.

Differente è la morfologia della "Grotta Grande del Vento" che presenta saloni di enormi dimensioni, un intricato sistema di cunicoli paralleli ed intercomunicanti e piani sovrapposti che ripetono quasi esattamente e continuamente l'andamento degli sviluppi sottostanti. Classico esempio delle sale di crollo è l'«Abisso Ancona» che ha una caratteristica sezione a campana riscontrabile in tutte le sale di questo tipo che sono generate dal crollo di piani sovrapposti; l'evoluzione di questo fenomeno è chiaramente visibile nella "Sala Duecento" dove, nella prima parte (lato nord) si è avuto lo sprofondamento del sovrastante "III° Piano", mentre nel lato sud il pavimento di detto piano è rimasto pressoché intatto, salvo alcuni stretti cunicoli verticali che mettono in comunicazione i due livelli. Le condotte si impostano generalmente su faglie e fratture del sistema distensivo che ha direzione 220° rispetto a nord, a parte la "Condotte del Falconara" e alcuni sviluppi a sud di "Sala Luminosa" che sono impostati probabilmente su una faglia distensiva N-S del sistema mesozoico; queste condotte si possono inoltre distinguere in "condotte forzate subverticali" a sezione circolare con dimensioni variabili dai 0,50 ai 5 mt. e in "condotte di sfogo" o a "peto libero" a sezione subellittica con pendenza media di 3°. In quasi la totalità della grotta sono presenti le caratteristiche cupole di dissoluzione per miscela di acque in corrispondenza delle fratture, ma non si hanno forme caratteristiche di erosione meccanica, come potrebbero essere quelle presenti al "Buco Cattivo".

La caratterizzazione morfologica della "Grotta del Fiume" è data principalmente da una serie di cunicoli e sale di modeste dimensioni che sembrano svilupparsi irregolar-

mente e senza direzioni preferenziali. La particolare struttura è probabilmente dovuta alla intensa fratturazione del calcare che, oltre ad essere interessato dai sistemi di fratture e faglie già menzionati in precedenza, è tormentato dalle fratture della zona di cerniera dell'anticlinale.

Nella zona del "Ramo Sulfureo", che si trova in prossimità dello sbarramento impermeabile, si ha un piccolo torrente di acqua solfurea che ha formato una piccola forra meandrante e una morfologia a lame intensamente erose.

A parte questa particolarità tutte le altre forme sono riconducibili a quelle già descritte per la "Grotta Grande del Vento".

RIEMPIMENTI

Le cavità presenti nel M. Vallemontagnana hanno sia riempimenti classici (clasti, argille e concrezioni, sia un sedimento molto particolare per l'imponenza e l'estensione dei depositi, costituito da solfato di calcio. Questo fenomeno assume particolare rilevanza nella "Grotta Grande del Vento" dove il gesso si manifesta con bancate di notevole potenza ed una distribuzione pressoché uniforme nei piani più bassi della grotta, mentre tende ad essere più localizzato nei livelli più alti, dove lo si ritrova fino a quota 270 mt. s.l.m..

Nella "Grotta del Fiume" il gesso diminuisce notevolmente di quantità ed i depositi rimangono localizzati nella zona del "Pozzo dei Cristalli" e del "Ramo Sulfureo" (200-230 mt. s.l.m.).

Ancora minore la quantità di gesso nella grotta del "Buco Cattivo", dove rimane limitato in due piccoli depositi, uno posto in uno stretto camino di "Sala Rinaldi" (420 mt. s.l.m.) e l'altro nella condotta che porta al "Lago Profondo", nei pressi del "Campo Base", a 410 mt. di quota.

In tutti i depositi il gesso si presenta pulverulento e microcristallino, a tratti, dove hanno agito particolari condizioni di umidità o di percolazione, passa da micro a macrocristallino; comunque è comune a tutti i depositi la notevole purezza del minerale (BERTOLANI, 1977).

Di notevoli dimensioni sono anche i depositi argillosi, comuni a tutte le cavità, che all'analisi chimica e palinologica di campioni provenienti dalla "Grotta Grande del Vento" e dalla "Grotta del Fiume" sono risultati autoctoni (analoghe analisi sono in corso per la "Grotta del Buco Cattivo"); le argille hanno quasi sempre un colore nocciola a parte alcuni punti, sempre ben localizzabili ed abbastanza ristretti, in cui i fanghi assumono colori diversi che vanno dal grigio al rosso, dovuti alla presenza di minerali argillosi particolari (Jarosite, hallojsite, ecc.) (BERTOLANI, 1977).

Altro materiale di riempimento, comune a tutte le grotte, è dato da clasti grossolani, spigolosi, che hanno dimensioni variabili da qualche cm. a molti mt.. La quasi totalità di questo tipo di sedimento è dovuta a fenomeni di crollo; in alcuni punti, in corrispondenza di faglie, è stata rilevata la presenza di "braccia di frizione" a granulometria minuta.

Nella grotta del "Buco Cattivo" ("Galleria di Damocle") e nella "Grotta del Fiume" ("Ramo della Selce") sono state ritrovate, sempre in quantità minime, ghiaie arrotondate e levigate costituite da Scaglia Rossa, selce scura (probabili resti di detriti di Malolca) ecc. che nonostante la loro esiguità possono rivestire particolare importanza per quanto concerne le ipotesi sulla genesi del complesso carsico.

Sempre abbondante e diffuso è il concrezionamento che si manifesta nelle più svariate forme (stalattiti, stalagmiti, colate, ecc.) ed assume particolare rilevanza per imponenza e bellezza nella Grotta Grande del Vento. Aspetti particolari della fase incostante sono: la formazione di croste calciche sulla superficie dei laghi sospesi, le particolari condizioni di cristallizzazione delle calcite negli "Scrigni" del "Terzo Piano" e di altre nicchie di tutta la grotta, le stalagmiti, presenti nelle "Sale Parallele", che hanno sezione

triangolare e le concrezioni a forma di acino d'uva riscontrabili al passaggio fra l'«Abisso Ancona» e «Sala Duecento» e al «Quarto Piano».

GENESI ED EVOLUZIONE

Il presente lavoro non vuole essere un punto fermo, ma un contributo alla conoscenza dei fenomeni che hanno permesso la formazione e l'evoluzione del carsismo del M. Valle Montagnana, dedotti dalle osservazioni e dai dati finora raccolti.

Da quanto visto in precedenza appare evidente che i numerosi sistemi di fratture interessanti l'anticlinale calcarea del M. Vallemontagnana, pur rompendo e dislocando il Calcarea Massiccio rendendolo permeabile, non hanno raggiunto una intensità tale da far disperdere l'acqua circolante nel massiccio, tanto che il carsismo si presenta ben delineato e rispecchiante l'andamento tettonico generale. Altra caratteristica è la presenza sulla sommità della montagna di una successione di strati semi-impermeabili con una distribuzione areale tuttora abbastanza ampia che ha impedito un notevole assorbimento di acqua piovana da parte del massiccio calcareo. Di notevole importanza per cercare di spiegare la genesi di queste cavità è il fatto che esse si sviluppano su piani orizzontali preferenziali che possono essere correlati quasi perfettamente, e soprattutto per quelli posti a quote più basse, con i terrazzi fluviali; ciò denota una diretta corrispondenza fra le grotte e l'azione del torrente Sentino (CATTUTO, 1977). Altro fattore non trascurabile che distingue questo complesso carsico è la presenza di notevoli depositi di gesso che, data la grande quantità, si devono considerare come un fenomeno principale legato alla genesi delle cavità e non attribuibile completamente a fenomeni di gessificazione del carbonato di calcio da parte dell'azione più o meno diretta delle acque sulfuree (BERTOLANI, 1977). Infine bisogna tenere presente la differenza fra la composizione chimica delle acque di stallo e quella delle acque di fondo.

Da quanto esposto appare evidente che la genesi di queste cavità non possa venire attribuita principalmente ed esclusivamente all'azione delle acque meteoriche in quanto siamo in presenza di una situazione di «carso coperto» (FORTI, 1975), né all'azione di corsi d'acqua ipogei, perché manca completamente la morfologia ed i sedimenti caratteristici di questo tipo di genesi.

Unica ipotesi possibile per spiegare la formazione di queste grotte è quella di considerare l'azione successiva della falda di subalveo del torrente Sentino e della falda freatica mineralizzata che è comunque rimasta sempre legata all'evoluzione della rete idrografica superficiale.

Il carsismo nell'anticlinale del M. Vallemontagnana si sviluppa nella quasi totalità in una fascia compresa fra quota 550 mt. s.l.m. e l'attuale livello del torrente Sentino posto a quota 200 mt. s.l.m..

Quando si sono formate le prime grotte è difficile dirlo, comunque si può considerare buono come momento iniziale del carsismo il periodo subito successivo all'inclinazione della Gola di Frasassi da parte del torrente.

In quel tempo il Sentino aveva il suo alveo molto più alto rispetto alla posizione attuale e tutta l'idrografia si sviluppa a quota 500-550 mt. s.l.m.. Si è anche osservata una netta differenza tra le grotte che si sviluppano da 550 a 450 mt. di quota sul livello del mare e quelle che interessano il massiccio calcareo da quota 450 a quota 200 mt. s.l.m.. Le prime presentano caratteristiche prettamente verticali, con pozzi e salette sempre di modeste dimensioni e nella maggioranza dei casi ostruite da materiali detritici di crollo; non vi si trovano i chiari esempi dell'interazione dell'acqua mineralizzata (soprattutto non si ha il minimo deposito di gesso); sono generalmente poste vicino alla superficie e si sviluppano parallelamente ad essa tanto da far pensare ad una loro origine dovuta ad un maggior allargamento delle fratture della roccia per uno scollamento delle stesse verso l'esterno.

La cavità che interessano la parte più bassa del M. Vallemontagnana, invece, hanno ambienti generalmente di grandi dimensioni, interessano il massiccio calcareo fino ad una distanza di circa un chilometro dall'esterno e, partendo da quota 420 mt. s.l.m., presentano abbondanti depositi di gesso e chiari segni dell'interazione dell'acqua mineralizzata che aumentano di intensità man mano che ci si abbassa di quota. Ciò fa pensare ad una differenza nella genesi di questi due tipi di grotte: infatti la mancanza di gesso nelle cavità più alte sembra indicare che in questa abbia agito unicamente la falda di subalveo del fiume, mentre nelle grotte poste a quote più basse ha assunto maggiore importanza l'opera della falda mineralizzata.

Questa ipotesi è convalidata anche dal fatto che al tempo di formazione delle cavità più alte il Sentino era caratterizzato da un regime saltuario, con forti piene autunnali e primaverili dotate di notevole forza erosiva data l'elevata pendenza dell'alveo. Le acque incidevano rapidamente la roccia e l'alveo si abbassava velocemente, di conseguenza anche l'idrografia sotterranea, che si raccordava con il Sentino, subiva un abbassamento altrettanto veloce originando all'interno del massiccio un carsismo con condotte verticali e sale di modeste dimensioni. Man mano che il torrente seguiva a scendere di quota l'acqua del fiume tendeva ad essere meno impetuosa, di conseguenza l'idrografia sotterranea si abbassava più lentamente; intorno a quota 420+ = 450 mt. s.l.m., in corrispondenza dei maggiori e più ampi sviluppi della grotta del Buco Cattivo (Ramo dei Fabrianesi), si è avuto un periodo di stasi nel ciclo erosivo del fiume che ha permesso l'innescarsi dell'azione della falda mineralizzata che in precedenza sembra non avere agito; ciò è testimoniato da una parte dalla grotta che presenta un andamento prettamente orizzontale correlabile con uno dei più alti terrazzi fluviali che è riscontrabile solo nella parte medio-alta della Gola come superficie di erosione operata direttamente sul substrato littoide (CATTUTO, 1977), dall'altra dalla presenza, all'interno della grotta e sullo stesso livello, di depositi di gesso che sono i più alti finora ritrovati.

Di questi cicli erosivi del torrente Sentino all'interno del massiccio carsico, oltre a quelli già menzionati, se ne possono individuare cinque posti alle quote di 385, 320, 260, 230, e 200 mt. s.l.m., quest'ultimo corrispondente agli attuali sviluppi più bassi della Grotta del Fiume.

La dinamica dello sviluppo del carsismo è più facilmente individuabile nella Grotta Grande del Vento in cui, partendo da quota 385 mt. s.l.m. e scendendo verso i livelli successivi, si notano le tracce dei piani più alti. Questi sono raccordati tra loro da sviluppi verticali e stretti che denotano il veloce abbassamento della falda mineralizzata che andava poi a stazionare ancora una volta a quota 320 mt. dando origine ad un abbozzo di piano comprendente le salette terminali del «Budellone Alto I°» e «II°» e del «Settimo Piano»; una nuova serie di pozzi, scivoli e condotte forzate in forte pendenza raccordano questo livello a quello che si sviluppa intorno a quota 260 mt. s.l.m. dove incominciano ad apparire quelle che sono le forme particolari che caratterizzano questo carsismo. Infatti a questa quota ritroviamo tutti i piani superiori della Grotta Grande del Vento («Terzo» e «Quarto Piano», «Sala Genga», «Abisso Genga», «Sala del Limone» e «Sala del Palcoscenico» per una superficie totale di 12.000 mq.) che presentano dimensioni notevoli ed imponenti depositi di gesso, localizzati specialmente in corrispondenza delle comunicazioni dirette con il piano inferiore, dovuti ad un prolungato periodo di stazionamento della falda. Fra questo piano ed il sottostante, posto a quota 230 mt. s.l.m., che è sicuramente il più esteso, dato che comprende la quasi totalità degli sviluppi del complesso carsico «Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume» («Sala Duecento», «Sala Gentile da Fabriano» e tutta la zona del «Pozzo Falconara» per quanto riguarda la Grotta Grande del Vento; «Sala Nera», «Sala Rosa» e «Sala della Felicità» per quanto riguarda la Grotta del Fiume), si è avuto un nuovo periodo di intensa erosione del Sentino corrispondente ad un veloce abbassamento della falda mineralizzata che ha originato tutta una serie di sviluppi verticali che mettono direttamente in comunicazione questi due livelli (per fare un esempio si può citare il camino tra il «Terzo Piano» e «Sala

C" e il "Pozzo Senigallia" che unisce il "Quarto Piano" con "Sala G. da Fabriano").

Sul livello orizzontale più basso di tutta la Grotta Grande del Vento la falda mineralizzata ha operato maggiormente per una lunga stasi nel ciclo erosivo del Sentino; questo fatto ha portato alla formazione di ambienti molto vasti e, dove le condizioni di fratturazione del calcare erano favorevoli, al crollo della volta-pavimento per raggiunte condizioni di instabilità; ciò ha dato luogo ad una morfologia tipica di tutta la grotta che appare più evidente in "Sala Duecento".

Finora non si è mai accennato all'«Abisso Ancora» che ha dimensioni eccezionali (180 mt. di lunghezza, 160 mt. di larghezza e circa 200 mt. di altezza); questa sala si è venuta a creare per il crollo di tutti e cinque i livelli sovrapposti per le particolari condizioni tettoniche del luogo; infatti qui si incontrano tre grosse faglie con direzione 220° rispetto a nord, due con direzione 320° rispetto a nord e un numero imprecisato di fratture minori che hanno notevolmente indebolito la struttura della roccia; questa, nel momento in cui si sono venute a creare le condizioni di instabilità per i fenomeni prima accennati, è franata molto facilmente trascinando nel suo moto per gravità tutti i piani sovrapposti e ricoprendo la sala per quasi tutta la sua estensione di un vasto e potente riempimento clastico costituito da blocchi calcarei di notevoli dimensioni (fino ad alcuni metri). Sul lato ovest dell'«Abisso Ancora» è possibile osservare un fenomeno di crollo successivo, che è avvenuto lungo un giunto di strato ed in prossimità di una grossa faglia.

Dopo la formazione del livello orizzontale posto a quota 230 mt. s.l.m. il torrente Sentino ha ripreso ad erodere velocemente il suo alveo, forse a causa di fenomeni tettonici neo-quadernari tuttora in atto, tanto da dar luogo solamente a sviluppi verticali al fondo dei quali si ritrova sempre l'acqua della falda mineralizzata che forma il livello di base del massiccio carsico e che, nella Grotta Grande del Vento, si ritrova sempre ad una quota di circa 208 ± 210 mt. s.l.m..

Un discorso a parte merita la Grotta del Fiume che, presentando per certi fattori caratteristiche simili a quelle della Grotta Grande del Vento, per altri se ne discosta sensibilmente. Infatti la Grotta del Fiume si sviluppa principalmente su due livelli preferenziali posti a 230 e 210 mt. s.l.m. e presenta, al contrario della Grotta Grande del Vento, un andamento più caotico e labirintico forse dovuto alla dispersione dell'acqua mineralizzata lungo le numerose fratture (FORTI, 1975) date dalla presenza della zona di cerniera dell'anticlinale del M. Vallemontagnana; altra differenza notevole è l'abbondanza di riempimenti argillosi e la relativa scarsità di concrezionamento.

Durante l'evoluzione di questo sistema carsico si sono avuti momenti particolari, testimoniati dalla presenza di stalagmiti giganti ("Terzo Piano" della Grotta Grande del Vento) completamente erose e bucharellate con presenza di piastre di gesso nelle nicchie di dissoluzione, in cui la falda mineralizzata ha subito degli innalzamenti tornando ad invadere ambienti che da tempo aveva abbandonato. La spiegazione più plausibile di questo fenomeno è che, considerata anche la situazione attuale delle pareti della Gola di Frasassi che sono particolarmente instabili e che in passato dovevano esserlo anche di più, si sia avuta una grossa frana che ha creato uno sbarramento naturale al torrente Sentino con la formazione di un grosso e profondo bacino; in seguito a ciò si è avuto il sollevamento di tutta l'idrografia superficiale a monte della frana e quindi un maggior carico nella zona di assorbimento che ha causato l'innalzamento della falda mineralizzata. A valle dello sbarramento l'acqua sulfurea si apriva la via verso l'esterno dando origine a condotte di sfogo suborizzontali in condizioni vadose che si impostavano su gallerie preesistenti modificandone la morfologia primitiva.

Probabilmente è anche imputabile a questo evento la presenza dei minimi depositi alluvionali nella Grotta del Fiume. Infatti è possibile che nel momento in cui il Sentino riusciva a sfondare lo sbarramento naturale riversandosi impetuosamente a valle con una portata spropositata in confronto alle dimensioni ed alla conformazione del suo alveo,

penetrava per un breve periodo nella Grotta del Fiume, i cui ambienti erano già formati, depositandovi ghiaie arrotondate ed alloctone, non avendo però il tempo di creare quella morfologia tipica di erosione meccanica.

Circa il ritrovamento delle scarse e ben localizzate ghiaie di origine fluviale della grotta del Buco Cattivo (per quanto ci risulta solo nella "Galleria del Damocle") sono possibili due ipotesi ancora non verificate. La prima ne giustifica la presenza considerando un minimo apporto d'acqua dall'esterno nel momento in cui la falda mineralizzata aveva già interessato la grotta lasciando grandi riempimenti argillosi autoctoni; la seconda ipotesi prevede un grosso assorbimento di acqua dall'esterno con un potente deposito alluvionale prima dell'interazione della falda mineralizzata e della conseguente sedimentazione di argille, residuo della dissoluzione del calcare; in questo secondo caso è probabile che le ghiaie ritrovate, che sono state oggetto di concrezionamento e cementazione, siano cadute per gravità, in un secondo momento, dai "Piani Superiori" della grotta situati al di sopra del punto di giacitura.

In ogni caso l'analisi palinologica delle argille dovrebbe indicare, molto probabilmente, l'assenza di pollini provenienti dall'esterno, per cui si rende necessario un carotaggio profondo nelle argille di riempimento per verificare se al di sotto di queste esiste o meno un potente deposito alluvionale. Un primo sondaggio eseguito nei pressi di "Campo base" fino ad una profondità di 80 cm. non ha dato alcun esito, perché non si è raggiunto né il substrato calcareo, né i supposti sedimenti di origine fluviale.

CONCLUSIONI

Considerando quanto esposto appare evidente che il carsismo del M. Vallemontagnana presenta aspetti alquanto singolari, che si discostano notevolmente dalla generalità dei fenomeni carsici. Per questo motivo sarebbe auspicabile che le Grotte di S. Vittore di Genga venissero studiate più approfonditamente e costantemente di quanto sia stato fatto finora.

BIBLIOGRAFIA

- ALLENJ - Sull'origine delle scanellature e delle sculture alveolari per ingrandimento delle disomogeneità - Rassegna speleologica italiana, Anno XXIV p.p. 3-19, Como 1972.
- BERTOLANI M. - Motivi di interesse mineralogico - petrografico del complesso carsico Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume (Genga, Ancona) - Le Grotte d'Italia (4) VI (1976), p.p. 109-144, Bologna 1977.
- BOEGLI A. - La corrosione per miscela d'acque - Atti Seminario di Speleogenesi, Le Grotte d'Italia (4) IV (1973) p.p. 321-352, Bologna, 1975.
- CASOLI C. - Studi di idrogeologia carsica - 1° Considerazioni sulle diramazioni fossili presso quota - 270 m. nell'Antro del Corchia (Alpia Apuane-Lucca) - Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, 80 (1973) p.p. 282-303, Pisa, 1974.
- CATTUTO C. - Correlazione tra piani carsici ipogei e terrazzi fluviali nella valle del fiume Esino (Marche) - Bol. Soc. Geol. It., 95 (1976), p.p. 313-326, Roma, 1977.
- CENTAMORE E. et Alii - Note illustrative del F° 291 "Pergola", scala 1:50.000 della Carta Geologica d'Italia - Serv. Geol. d'It., Roma, 1975.
- DEMATTEIS G. - Contributo a una classificazione genetica delle forme carsiche sotterranee - Atti del Seminario di Speleogenesi, le Grotte d'Italia (4) IV (1973) p.p. 361-370 Bologna, 1975.
- DESIO A. - Geologia applicata all'ingegneria - p.p. 271-283/304-352, Hoepli Milano, 1973.
- FORTI F. - Relazione tra solubilità e carsificabilità nelle rocce carbonatiche del Carso triestino - Atti e memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", Vol. XIV, p.p. 19-49 Trieste, 1975.

IPPOLITO F - Geologia tecnica - p.p. 177-247, ISEDI Milano, 1975.

Per i riferimenti alle quote di ingresso delle cavità, degli sviluppi e ai nomi usati in questo lavoro:

GRUPPO SPELEOLOGICO MARCHIGIANO - CAI - Rilievo topografico di precisione degli ingressi delle principali cavità della zona carsica di S. Vittore di Genga (Marche) - 1977 (inedito)

GRUPPO SPELEOLOGICO MARCHIGIANO CAI - Rilievo topografico della Grotta Grande del Vento - 1978 (inedito)

GRUPPO SPELEOLOGICO MARCHIGIANO CAI - Rilievo topografico della grotta del Buco Cattivo - 1978 (inedito).

GRUPPO SPELEOLOGICO IMPERIESE C.A.I.

Gilberto Calandri

CARATTERI DEL FENOMENO CARSIKO NELLA PROVINCIA DI IMPERIA

RIASSUNTO

Il territorio della Provincia di Imperia (Liguria occidentale) per due terzi interessato da manifestazioni carsiche è stato diviso in nove settori di cui si esaminano estensione, caratteri climatici e geologici, morfologie superficiali ed ipogee, modelli speleogenetici e caratteri idrologici.

SUMMARY

The Imperia's regio is mainly formed by carstic phenomena, that interest about 2/3 of its area.

It has been divided into 9 sectors; each one examined under the view point of: extension, climatic and geological characteristics, surfaces and hypogeous morphologies, speleogenetic models and hydrological characters.

INTRODUZIONE

Il territorio della Provincia di Imperia è costituito da formazioni sedimentarie marine a prevalenza calcarea, a sequenze flyscoidi, di età dal Cretaceo al Priaboniano con sviluppo nelle zone marginali di affioramenti carbonatici mesozoici e conglomerati pliocenici.

Le condizioni litologiche e strutturali, profondamente divergenti anche localmente e l'influenza delle marcate variazioni climatico-ambientali hanno determinato una ricca gamma di morfotipi carsici e paracarsici. Complessivamente su una area di 1155 Km², oltre due terzi sono interessati da fenomeni carsici.

L'esplorazione e lo studio del carsismo dell'imperiese è iniziato nel dettaglio una quindicina di anni or sono ad opera del Gruppo Speleologico Imperiese C.A.I., attualmente sono conosciute ca. 500 cavità.

Per quanto riguarda parte dei dati catastali si rimanda a CODDE* (1956), DINALE-RIBALDONE (1961), CALANDRI (1972 a), BONZANO (1974); un esame dettagliato dei fenomeni carsici è ancora inedito (CALANDRI -a).

I caratteri del fenomeno carsico vengono esaminati divisi per itotipi. Le formazioni sono descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

CALCARI MESOZOICI DELL'ALTA VAL TANARO

Cenni geografici e climatici.

Costituiscono un affioramento allungato lungo la riva destra del Tanaro con la dorsale Piancavallo (m. 1890)-Cimone e, tra la Val Tanarello e Nava, con grandi falesie sovrapposte: complessivamente la superficie è di 33 Km².

Caratteri simili presentano i piccoli lembi mesozoici sul versante meridionale del M. Fronté che emergono dalla copertura del flysch (sup. 0,7 Km²) ed alcuni affioramenti in

riva destra (or.) del Pennavaira (ca. 2,2 Kmq).

Clima a carattere alpino con forte incidenza delle precipitazioni nevose (che permangono sino a maggio-giugno sul Piancavallo): la media è intorno ai 1500-1600 mm annui.

Caratteri geologici.

La serie carbonatica calcarea mesozoica, potente alcune centinaia di metri è costituita (dall'alto) dai calcari micritici fossiliferi, chiari ceroidi e rosati, in genere massicci, molto puri, databili al Malm, seguiti dai calcari, a tratti marnosi, scuri straterellati a grana grossa (Dogger). È completata dalle dolomie e dai calcari dolomitici grigi databili al Ladinico ed all'Anisico dello spessore di ca. 400 m.

Le sequenze calcaree presentano in generale un'immersione monoclinale a Sud, con una marcata piega anticlinale frontale nella Gola delle Fascette (Upega). Nel settore orientale i calcari giurassici sono caratterizzati da scaglie sovrapposte coperte dal flysch eocenico.

Morfologia superficiale.

La tettonica e la compattezza dei litotipi hanno determinato una caratteristica asimmetria dei versanti: quello settentrionale a reggioggio strapiombante con falesie alte anche centinaia di metri. Sul versante Sud a pendenza regolare i calcari del Malm sono coperti dai sedimenti flyscioidi del Pralobiano scarsamente permeabili, o (nel settore del Piancavallo) si presentano a carso nudo con campi solcati con ricca gamma di morfologie di corrosione molto approfondite (predominanza di superfici a solcature e scanellature).

Morfologia ipogea e idrologia.

Assorbimento disperso, percolazione delle acque secondo percorsi verticali lungo le litoclasti, con piccole cavità di corrosione in superficie, inaccessibili in profondità.

Morfotipo caratteristico sono le condotte di tipo freatico, con ampi depositi argillosi, "scalops" e morfologie di corrosione per miscela d'acqua, al passaggio tra le carbonatiti giurassiche e quelle del Trias medio, rappresentanti livelli di base locali e piccoli sbocchi idrici fossili.

In corrispondenza di forti tettonizzazioni l'erosione fluviale ha messo in evidenza grandi sistemi freatici di erosione-corrosione (Garb di Piancavallo, Fus, Tana Cornarea). Livelli di base spesso sotto il piano topografico con falde sub-alvee molto estese.

Patrimonio speleologico costituito da oltre sessanta cavità. Potenzialità massima del complesso carsificabile 600-700 m.

CALCARI GIURASSICI DEL GRAMMONDO

Cenni geografici e climatici.

Tra la Val Bevera ed il Mar Ligure è presente, lungo tutta la linea di confine italo-francese, una stretta fascia di calcari (lunghezza ca. 13 Km.) giuresi per un'estensione di oltre 7,5 Kmq.

La vicinanza del mare determina un clima tipicamente mediterraneo con scarse precipitazioni concentrate nei mesi autunno-invernali: nella zona costiera le precipitazioni medie sono dell'ordine di 700 mm/annui, che nella zona più alta aumentano a ca. 1000 mm/annui.

Caratteri geologici.

La serie calcarea giuresa completamente rappresentata raggiunge una potenza di ca. 700 m: si tratta di grandi banconate di calcari compatti da biancastri a marroncini, a tratti, specie verso la base, dolomitici a luoghi fortemente fossiliferi.

La rigidità del litotipo e le vicende orogenetiche (v. ad es. LANTEAUME 1958) hanno determinato un fitto reticolo di fratture a prevalenza verticale.

Morfologia superficiale.

Zona parzialmente a darsò nudo, ad assorbimento disperso, e percolazione molto rapida, anche nei potenti accumuli detritici, cementati da concrezionamenti calcilici e ricoperti a tratti da terreno edafico e copertura arborea, che contornano i calcari.

Nei tratti a pendenza meno accentuata frequente è la presenza di piccoli campi solcati (con fitte scanellature, solcature, vaschette di corrosione ecc.). Nella sottile cresta le carbonatiti sono frammentate in blocchi prismatici, con rare scanellature di corrosione, intervallati da vegetazione arborea (a Pinus pinaster).

Morfologia ipogea e idrologia.

Nella zona di assorbimento in conseguenza della esasperata fratturazione pochissime sono le cavità, rappresentate da litoclasti scarsamente allargate da acque di percolazione, talora con accentuati depositi litochimici. La speleogenesi, nella zona vadosa, attualmente inaccessibile, è probabile sia rappresentata da entità tipo "fusolde".

Scorrimenti idrici incanalati al contatto con il basamento impermeabile. La probabile risorgenza di tutto il settore (Polla Rovereto alla Mortola), con deflussi elevati e molto rapidi, posta ad oltre cinquanta metri sotto il livello del mare, è legata a cicli di carsificazione quaternaria.

Legati alla zona di risorgenza sono il complesso delle grotte dei Balzi Rossi. Il potenziale carsificato presenta un dislivello di 1430 m.

CALCARI MARNOSI DEL CRETACEO

Cenni geografici e climatici.

Sono diffusi lungo tutta la fascia occidentale, in prossimità del confine francese, dall'Alta Valle Argentina al mare: la superficie complessiva è di 48 Kmq.

Si può distinguere una porzione meridionale lungo la Val Roia (Alrole) e la Val Barbaia (Rocchetta Nervina) in cui le precipitazioni sono di ca. 900 mm/annui, mentre negli affioramenti settentrionali più carsificabili (Alta Val Nervia e Alta Val Argentina) si toccano i 1200 mm/annui.

Caratteri geologici.

La formazione (potente ca. 500 m) è rappresentata da calcari più o meno marnosi, con abbondante frazione organica, di colore da azzurri a grigio-nerastri, a frattura prevalentemente concoide, ricchi di noduli di pirrotina, disposti in strati a potenze decimetriche. Il contenuto in argille è continuamente variabile sia lateralmente che verticalmente sino a passare a marne e scisti argillosi. Il litotipo notevolmente plastico è intensamente ripiegato con frequenti, anche localmente, variazioni di giacitura degli strati.

Morfologia superficiale.

Costituiscono pendii uniformi con ampia copertura marnoso-argillosa d'erosione, su cui è impiantata una strato discontinuo erbaceo ed arboreo, che diviene regolare, con

una fitta macchia mediterranea (pineta, lecceta), nel settore meridionale (Val Roia).

Morfologie di corrosione superficiali molto rare, poco incavate in corrispondenza di leptoclasti o di inomegenità di sedimentazione.

Permeabilità per fratturazione e lungo gli interstrati.

Morfologia ipogea e idrologia.

Formazione di notevole interesse speleologico (una cinquantina di cavità) con la Grotta della Melosa (- 253, svs. 1800 record di profondità ligure), il Complesso della Serra (sv. 500) e, sulla linea di confine, il Gouffre de Sanson (- 350, svs. 2 Km).

Caratteristica è la posizione stratigrafica del litotipo al disotto dei calcari carsificati del Luteziano, le cui correnti idriche vi determinano cavità di erosione. La carsificazione è strettamente condizionata dagli interstrati con formazioni di sistemi anche sovrapposti di gallerie di erosione-corrosione (in genere con una prima fase di circolazione a pieno carico negli interstrati e successivo approfondimento vadoso). Presenti le tipiche morfologie di erosione idrica incanalata spesso di tipo regressivo (torre, meandri, eversioni, marmitte, pozzi-cascata, calderoni ecc.). Ampi i depositi litochimici.

Dove manca la copertura nummulitica le cavità sono in genere tettoniche, con scarsa azione litochimica e di corrosione, e di degradazione meteorica.

Nel settore a forte percentuale argillosa il litotipo rappresenta il livello di base delle carbonatili del Luteziano. Potenziale carsificabile difficile da determinarsi per la varietà di facies: massimo teorico 700 m.

Idrologia, a parte grandi sorgenti (Rugliazzo, Serra) nei settori più carbonatici, trazionata in piccole canalizzazioni lungo gli interstrati.

FLYSCH AD HELMINTHOIDA CALCAREO (CRETACEO SUP.)

Cenni geografici e climatici.

Formazione tipica della provincia di cui occupa tutto il settore centrale ed occidentale per un'area complessiva di 460 Km². (di cui 83 costituiti, nella zona costiera, da facies più argillose) estesa dal livello del mare sino al 2200 m. del M. Saccarello.

Condizioni climatiche variabili da zona a zona: nel settore maggiormente carsificato (spartiacque Impero-Alta Valle Arroscia), intorno ai 1000 m. di quota, le precipitazioni toccano in media i 1200 mm/annui (1800 mm. al Saccarello).

Caratteri geologici.

Il complesso a prevalenza calcareo ("membro b" di BONI-VANQSSI - 1960) raggiunge una potenza di ca. 250 m. costituito da sequenze di calcari più o meno mamosi, di colore grigio-azzurro, a grana variabile in strati di potenze decimetriche ("calcari albersi") con tenori di carbonato di calcio sino al 90%, con intercalazioni di spessore fortemente variabile, di arenarie più o meno calcaree, marne e scisti argillosi. Età: Cretaceo superiore.

Formazione plastica soggetta ad imponenti ripiegamenti; fratturazione variabile, in generale accentuata nelle carbonatili spesso di tipo leptoclastico.

Morfologia superficiale.

Carso caratterizzato in superficie dai residui di decalcificazione dei calcari e dall'erosione degli interstrati argillitici: su di essi è implantata una continua colica erbosa, a tratti arborea. Paesaggio a linee morbide con solchi idrici scarsamente incisi.

Forme di corrosione poco marcate e atipiche sugli strati emergenti dalla copertura adalca. Rare morfologie a dolina, allungate di origine tettonica o di crollo (M. Guardia-

bella, M. Saccarello ecc.). Nei settori più carsificati l'assorbimento è completamente disperso specie nelle zone più alte.

Morfologia ipogea.

Formazione mediamente carsificabile (limitatamente ai settori più calcarei) con alcune decine di cavità: es. Sgarbu du Ventu (- 100, svs. 500 m), Tana de' Via Burche (svs. 400 m. ca.), Grotta della Bramosa (svs. 300 m.).

Percolazione dispersa con formazioni di piccole correnti incanalate in sistemi reticolari sovrapposti, con percorsi a modesta inclinazione. Speleogenesi in genere legata a scorrimenti a pieno carico con successivo approfondimento gravitazionale limitato dalle caratteristiche del litotipo con tendenza a estesi processi graviclastici e secondariamente chimiclastici. Imponenti depositi litochimici e argillosi, in parte di decalcificazione.

Carso difficilmente esplorabile: costituito da sistemi di condotti a sezione limitata dalla potenza dello strato. Potenziali variabili da zona a zona dell'ordine di poche centinaia di metri.

Formazione di notevole importanza idrologica (alimenta buona parte degli acquedotti) con sorgenti di tipo carsico soggette a fortissime variazioni di portata.

FLYSCH AD HELMINTHOIDA ARENACEO (CRETACEO SUP.)

Cenni geografici e climatici.

Presenta una distribuzione irregolare, tra il flysch calcareo ed Helminthoide ed i flysch eocenici, principalmente lungo le dorsali (superiori ai 1000 m. di quota) tra Valle Argentina e Val Nervia per un'area di ca. 105 Km².

Le precipitazioni (settore M. Bignone-M. Caggio) superano di poco i 1100 mm/annui con massimi autunnali. Temperature medie relativamente elevate per influenza diretta dei venti marini.

Caratteri geologici.

Complesso di ca. 200 m. di potenza costituito da banconate di arenaria arcose compatte a grana media e grossa; a zone le arenarie presentano cemento calcareo ed una certa porosità primaria. L'età è compresa tra il Cenomaniano ed il Senoniano inferiore (Cretaceo sup.). Fratturazione elevata, a prevalenza verticale.

Morfologia superficiale.

La morfologia è caratterizzata, a parte piccole falesie, da pendii regolari a pendenza accentuata con accumuli detritici alla base. Domina la copertura arborea: macchia a Pinus pinaster nel settore M. Caggio-M. Rignone, ceduo più a Nord.

Poco frequenti le forme di degradazione superficiale, limitate ad alterazioni selettive che pongono in rilievo i granuli dell'arenaria. Alcuni avallamenti pseudo-dolinitiformi (M. Caggio, M. Nero) hanno carattere esclusivamente tettonico.

Morfologia ipogea e idrologia.

Morfologie paracarsiche e pseudocarsiche a seconda del cemento. Attualmente sono conosciute una decina di cavità di tipo tettonico, impostate lungo litoclasti subverticali modificate da fattori clastici e dagli agenti meteorici. Oltre ad una generale alterazione delle superfici dovuta ad acque di percolazione e ad ampi velli di condensazione, sono presenti nicchie di distacco e sculture alveolari poco approfondite da fenomeni di alterazione chimica e fisica. Pressochè assente la litogenesi.

Formazione mediamente permeabile per fratturazione, e in parte per porosità. Idrologia frammentata con piccole falde in relazione agli accumuli detritici.

CALCARI NUMMULITICI DEL LUTEZIANO

Cenni geografici e climatici.

Comprende le più alte cime calcaree della regione (M. Toraggio 1973 m., M. Pietravecchia 2040 m.) alla testata della Val Nervia e della Valle Argentina, presso il confine francese: superficie ca. 25 Km², includendo alcuni lembi presso Rocchetta Nervina e Molini di Triora.

Clima favorevole alla carsificazione con precipitazioni medie annue elevate (oltre 1400 mm.) distribuite durante l'anno (con massimi in autunno-inverno), con quote rilevanti nella stagione estiva in cui si registrano forti condensazioni e temperature relativamente elevate.

Caratteri geologici.

Il Luteziano presenta una spiccata varietà di facies, anche localmente, passando da arenaria calcarea a calcari puri. Il litotipo più caratteristico è costituito da grandi bancate di calcari compatti, puri, a grana fine, di colore grigio-azzurro, riccamente fossiliferi (Nummuliti, ecc.). Tendono a passare a calcari marnosi ed arenacei sempre molto fossiliferi.

A parte discontinuità locali (es. Valle del Corvo) tendono ad una disposizione monoclinale verso Est (versante italiano). La rigidità del litotipo ha determinato una fitta fratturazione, a tratti reticolare, a prevalenza subverticale.

Caratteri simili presentano le biomicriti marnose dell'Auverciano di Rocchetta Nervina e piccoli lembi di incerta attribuzione (Eocene inf.-medio?) in Valle Argentina.

Morfologia superficiale.

Tipico corso nudo ad assorbimento disperso. A tratti i calcari sono ricoperti da sottilissimi residui di flysch priaboniano che regolarizzano localmente i deflussi delle acque di percolazione. Le morfologie di corrosione sono estremamente sviluppate e non trovano riscontro in altre zone della Liguria: si tratta di estesissimi campi solcati (soprattutto in Alta Val Nervia) con ricchissima gamma di solcature e scanellature, approfondite ed estese spesso a tutta la superficie rocciosa, a luoghi meandrici, vaschette di corrosione con tipologie estremamente varie.

Frequenti, ai lati delle imponenti falisie calcaree che caratterizzano questo litotipo, gli accumuli detritici in parte ricoperti da vegetazione erbacea ed arborea. Sono presenti rare doline di corrosione subdetritica a ciotola e avvallamenti doliniformi di crollo.

Morfologia ipogea e idrologia.

È la formazione maggiormente carsificabile della Provincia: il drenaggio disperso per carsismo e per fratturazione, molto rapido, determina la genesi nella zona di assorbimento di numerosissimi pozzetti di corrosione scarsamente accessibili. L'arretramento delle balze nummulitiche per processi di distensione mette in evidenza con l'incarsimento nella zona vadosa sia costituito da "fusoidi di erosione inversa" lungo litoclasti verticali, pozzi di corrosione profonda e morfotipi di erosione gravitazionali a forra e meandri evoluti da modesti scorrimenti a pieno carico lungo le litoclasti inclinate. Completa è la gamma delle morfologie di dettaglio.

Le cavità superano le 150, ma senza sistemi particolarmente sviluppati (Abisso del Pietravecchia: -90, svs 305 m., Abisso G1: - 89, ecc.). Il potenziale carsificato raggiunge al Toraggio i 1300 m. di dislivello.

La permeabilità è di tipo massivo con totale assenza di idrografia superficiale.

Estesi complessi di erosione-corrosione di tipo freatico caratterizzano le zone di risorgenza (Grotta dei Rugli svs. 500 m. ca., Tana degli Strassasacchi svs. 500 ca.) localizzate in grandi esutori a portata estremamente variabile.

LUTEZIANO A FACIES ARENACEA

Cenni geografici e climatici.

Distribuzione irregolare con stretti affioramenti dall'alta Val Nervia al mare parallelamente al confine francese, oltre ad un locale sviluppo presso il M. Cerbonte. Estensione complessiva oltre 27 Km².

Nel settore interessato da manifestazioni di tipo carsico, spartiacque Roia-Nervia (da Testa d'Alpe al M. Abellio), le precipitazioni sono dell'ordine di 1100 mm/annui con modesti apporti nevosi.

Caratteri geologici.

Il litotipo è rappresentato da arenarie più o meno calcaree, a grana variabile, ricchissime di fossili (macrofossili, Nummulitici, Assiline, Globigerine, Ortofragmine ecc.) varianti a calcari marnosi e arenacei.

Costituisce potenti bancate in cui è prevalente l'immersione monoclinale verso Est. A causa della sua rigidità è interessata da un'accentuata fratturazione a dominanza verticale.

Morfologia superficiale.

Carso boscoso, coperto in alto da marni calcaree dell'Auverciano, con vegetazione continua a macchia ed a conifere. Localmente (M. Gerbonte) assume i caratteri di corso coperto. Pendii regolari verso Est con idrografia superficiale pressoché assente, grandi falisie a reggipoggio sul versante francese (Ovest).

Morfologie di corrosione superficiali (scanellature) rare e poco approfondite. Avvallamenti doliniformi di crollo a forma irregolare nel settore Pau-Testa d'Alpe, altre doline nelle quarziti (Gerbonte) hanno probabilmente origine subdetritica.

Morfologia ipogea e idrologia.

Nelle zone esclusivamente arenacee (M. Abellio, Testa d'Alpe) il morfotipo è rappresentato da cavità (oltre 50) tettoniche, lunghe poche decine di metri, con ampi e frammentati accumuli clastici legati alla tettonizzazione, scarsa litogenesi, assenza di forme di corrosione a parte nicchie di disfacimento.

Nella speleogenesi del settore a calcari marnoso-arenacei (ca. 50 cavità) pur rimanendo la stretta dipendenza dalle condizioni strutturali, l'azione di erosione-corrosione delle acque scorrenti lungo il piano delle litoclasti è accentuata; grande rilievo assumono localmente i depositi litochimici ed i processi graviclastici (es. Abisso Sgora: - 80, svs. 340 m). Il potenziale è di poche centinaia di metri.

Formazione dotata di notevole permeabilità secondaria e forse di sensibile porosità primaria. Molto frazionata e di scarso interesse (a parte i tratti più carsificati) le falde ed i deflussi esterni.

LEMBI CALCAREI DEI SETTORI SETTENTRIONALI (PALEOCENE-EOCENE)

Cenni geografici e climatici.

Con questa denominazione comprendiamo una serie di piccoli affioramenti, sparsi e di limitata estensione (complessivamente 10 Km² ca.), lungo la fascia settentrionale della Provincia, in Val Tanarello (2,7 Km²) e tra la Valle Arroscia e la Val Pennavaira (oltre 7 Km²) che presentano condizioni climatiche e, in parte, geologiche uniformi.

Settore intorno ai 1000 m. di quota soggetto a forti condensazioni estive con precipitazioni medie di 1200 mm/annui.

Caratteri geologici.

L'affioramento della Val Tanarello, denominato dal Vanossi (1972) "Calcali di Madonnà dei Cancelli" (Eocene sup.-Eocene medio), emergente dagli "Scisti di Upega" è rappresentato da blomicrite scure, in parte arenacee, a grandi banconate.

I lembi più orientali sono eterogenei pur dominando i calcali scarsamente fossiliferi, grigi straterellati, a tratti scistosi con patine micacee, in genere fortemente tettonizzati. Verso la Val Pennavaira sono prevalenti i calcali arenacei e nummulitici. L'età, a parte il basamento, è Eocenica.

Morfologia superficiale.

Il paesaggio è complessivamente a linee tondeggianti con copertura adafica, derivante dalle formazioni circostanti a prevalenza argillose, e vegetazione a ceduo. In Val Tanarello caratteristica è la presenza di balze allungate, con rare e poco accentuate solcature di corrosione superficiale (rilttenkarren, ecc.).

Sul versante della Pennavaira le banconate sono incise da forme di corrosione poco marcate, in parte derivate da processi sottocutanei. Presso la cima fortemente fratturata del Bozzano è localizzata una "griza" scarsamente frammentata.

Morfologia ipogea e idrologia.

In Val Tanarello l'incarsimento è limitato (11 le cavità catastate) anche per la presenza della copertura scarsamente permeabile. Morfotipo caratteristico sono i piccoli condotti, a sezione circolare, di origine freatica, testimonianza di livelli di base locali al passaggio tra i calcali-nummulitici e le formazioni scistose.

Tra Val Arroscia e Pennavaira le cavità (14 catastate) non superano gli 80 m di sviluppo: mantengono i profili strutturali con scarse modificazioni corrosive e depositi litochimici delle acque percolanti lungo il piano delle fratture.

Permeabilità abbastanza elevate. Scorrimenti idrici molto frammentati per la scarsa potenza delle formazioni e le frequenti intercalazioni scistose. Sorgenti di scarsa entità.

CONGLOMERATI DEL PLIOCENE

Cenni geografici e climatici.

Estensione 33 kmq di cui 6,6 costituiti da piccoli lembi presso la costa, intorno ad Imperia e nel Dianese, e 26,4 kmq rappresentati da ampi affioramenti attorno a Taggia e soprattutto a Bordighera e Ventimiglia, dove i dislivelli passano dal mare a ca. 500 m di quota.

Fascia a clima rivierasco tipico con temperature medie elevate, scarse precipitazioni (variabili da Est ad Ovest da 800 a 720 mm/annui), ridottissime in estate (1).

Caratteri geologici.

I lembi ad Est di Taggia a luoghi con conglomerati poligenici fossiliferi, a piccoli ciottoli, non presentano interesse speleologico. I conglomerati dei settori occidentali (in particolare quelli retrostanti Ventimiglia) sono costituiti da ciottoli arrotondati di

dimensioni variabili (da centimetriche a decimetriche) in prevalenza calcareo-arenacee, a cemento calcareo con intercalazioni argilloso-sabbioso.

Formano grandi banconate immerse regolarmente verso il mare con scarsa pendenza (10°-20°). Fratturazione essenzialmente verticale, accentuata (con presenza di piccole faglie) nel settore M. Magliocca-Ciaxe.

Morfologia superficiale.

Gli affioramenti formano pendii uniformi, privi di solchi di erosione idrica (salvo i tratti argillitici) coperti da tipica macchia mediterranea di tipo caldo, arbustiva, degradata dall'azione antropica.

Caratteristica la presenza (M. Magliocca) di doline di crollo, ad imbuto ed a pozzo, e di fratture beanti più o meno carsificate. In relazione al clima sono frequenti, a tratti imponenti, i depositi litochimici di tipo stalattitico a cielo aperto e, a lunghi gli accumuli di terra rossa di decalcificazione.

Morfologia ipogea e idrologia.

Manifestazioni di tipo paracarsico, in dipendenza delle litoclasti, con morfologie clastiche e litogenetiche, a disposizione asimmetrica preponderante.

La genesi delle cavità esplorate (ca. 40), sviluppate per diverse decine di metri (es. Grotta Grande del M. Magliocca: - 35, svs. 230 ca., Voragine di Ciaxe: - 51 m, svs. 140) è legata ai processi fisico-chimici delle acque di percolazione sul cemento calcareo; è probabile la presenza di morfologie di erosione al contatto con le argille.

Altro morfotipo caratteristico gli enormi cavernoni di Roverino.

Formazione estremamente permeabile per porosità primaria, per fratturazione e per carsismo. La zona di risorgenza, piuttosto frazionata, condizionata dal basamento pelitico impermeabile, è quasi costantemente al disotto del livello del mare (di fronte a Ventimiglia e Taggia esistono alcune sorgenti sottomarine). Il dislivello carsificabile massimo è nel Ventimigliese di ca. 500 m.

Le altre zone della provincia di Imperia (riportate in bianco sull'allegata carta geologica), a parte i lembi a scisti argillosi ed i depositi quaternari, sono occupate dalle sequenze flyscroidi lungo la Val Nerva e tra la Valle Arroscia e la Val Tanaro. A luoghi con ampie intercalazioni, localmente prevalenti, di calcali ed arenarie calcaree.

Sono da segnalare, oltre a morfologie doliniformi, ridotte manifestazioni ipogee con diverse cavità scarsamente modificate da processi erosivi e corrosivi.

L'interesse speleologico di queste formazioni è trascurabile.

BIBLIOGRAFIA

- AMELIO M., CALANDRI G., 1976 - *Appunti sui riempimenti pelitici e litogenetici dello Sgarbu du Ventu (619 Lt) Liguria occidentale*. Boll. del Gruppo Spel. Imperiese CAI, VI (6), pp. 28-34, Imperia.
- BALBIANO C., DE LAURENTIIS P., LONGHETTO A., 1974 - *Il Garbo di Piancavallo: descrizione di una delle più estese grotte liguri*, Atti XI^a Congr. Naz. di Spel., Genova 1972, Rass. Spel. Ital., Mem. XI, Tomo II, pp. 201-202, Como.
- BONI A., VANOSSE M., 1960 - *Ricerche e considerazioni sui flysch della Liguria occidentale*, Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. XI, pp. 31-178, Pavia.
- BONI P., PELOSI G.F., 1973 - *I lembi pliocenini della Liguria occidentale da Terzorio al confine italo-francese*, Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. XXIV, pp. 170-201, Pavia.
- BONZANO C., 1974 - *Le grotte della Val Tanarello (Aggiornamento catastale dell'Imperiese)*, Boll. Gruppo Spel. Imperiese CAI, IV (4), pp. 38-42, Imperia.
- CALANDRI G., 1972a - *Grotte della Provincia di Imperia. Elenco catastale dal n° 570 al n° 751 IIIIM*, Ann. Prov. le di Imperia, pp. 40, Imperia.

(1) I dati delle precipitazioni riportati in questo lavoro sono stati determinati in base agli Annuari di Statistiche Meteorologiche nel periodo 1961-1972.

- CALANDRI G., 1972b - *Attività del Gruppo Speleologico Imperiese CAI nel 1971*. Rass. Spel. Ital., a. XXIV, fasc. 3, pp. 248-249, Como.
- CALANDRI G., 1973 - *Ricerche in Val Nervia (Imperia)*. Rass. Spel. Ital., a. XXV, fasc. 1-4, p. 136, Como.
- CALANDRI G., 1974 - *Lo stato attuale delle ricerche speleologiche nella Provincia di Imperia*. Atti XI Congr. Naz. di Spel., Genova 1972, Rass. Spel. Ital., Mem. XI, Tomo I, pp. 207-212, Como.
- CALANDRI G., 1977 - *Le cavità di Testa d'Alpe (Prealpi liguri, IM)*. Boll. Gruppo Spel. Imperiese CAI, a. VII (8), pp. 48-57, Imperia.
- CALANDRI G., - a - *Il fenomeno carsico nella Provincia di Imperia*. Univ. di Genova, Tesi di laurea 1972 (inedita).
- CALANDRI G., - b - *Le sorgenti carsiche dell'Alta Val Tanaro in Provincia di Imperia*. Atti del XII Congr. Naz. di Spel., S. Pellegrino 1974 (in corso di stampa).
- CALANDRI G., RAMELLA L., 1977 - *Grotta della Melosa*. Mondo Archeologico, n. 21, pp. 51-53, Firenze.
- CALVINO F., STEFANON A., 1963 - *Osservazioni geologiche sulla Polla Rovereto e le altre sorgenti sotterranee della Mortola (Riviera di Ponente)*. Atti Ist. Geol. Univ. Genova, vol. 1, fasc. 1, pp. 205-239, Genova.
- CODDE' E.E., 1955 - *L'attuale situazione del catasto speleologico ligure*. Rass. Spel. Ital., vol. VII, fasc. 4, pp. 179-215, Como.
- DINALE G., RIBALDONE G.B., 1961 - *Primo aggiornamento al catasto speleologico in Liguria*. Rass. Spel. Ital., vol. XIII, fasc. 3, pp. 81-114, Como.
- LANTEAUME M., 1958 - *Schéma structural des Alpes Maritimes franco-italiennes*. Bull. de la Soc. Géol. de France, vol. VIII, pp. 651-674, Paris.
- VANOSI M., 1972 - *Rilevamento geologico ed analisi strutturali delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (Brianzonnese ligure)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. XXIII, pp. 29-71, Pavia.

TAV. 1

CARTA GEOLOGICA SCHEMATICA DELLA PROVINCIA DI IMPERIA.

- 1) Calcari mesozoici dell'Alta Val Tanaro
- 2) Calcari giurassici del Grammondo
- 3) Calcari marnosi del Cretaceo
- 4) Flysch ad Helminthoida calcareo (Cretaceo sup.)
- 5) Flysch ad Helminthoida arenaceo (Cretaceo sup.)
- 6) Calcari nummulitici del Luteziano
- 7) Luteziano a facies arenaceo
- 8) Lembi calcarei dei settori settentrionali (Paleocene-Eocene)
- 9) Conglomerati del Pliocene
- 10) Formazioni del Flysch di Albenga e del Flysch di Ventimiglia, oltre a scisti del Cretaceo e depositi del Quaternario.

INDAGINE GEOSPELEOLOGICA SULL'ALTOPIANO DEI MONTI LA BERNADIA-TARCENTO- (UDINE)

PREMESSA

L'altopiano dei monti "La Bernadia" ha destato interesse per le ricerche speleologiche sin dal 1892.

In particolare la zona di Villanova, sopra Tarcento, è stata per un ventennio (1892-1912) il campo principale della attività speleologica friulana.

Il Taramelli nel 1881 compilava una carta geologica al 200.000 del Friuli, compresa la zona in esame.

Giotto Dainelli nella sua monografia "L'eocene friulano" del 1915, riporta numerose sezioni geologiche delle Prealpi Friulane, tra le quali l'anticlinale della Bernadia.

G.B. De Gasperi in "Grotte e voragini del Friuli" tratta per la prima volta della speleologia in Friuli; il suo lavoro sarà per lunghi anni preso come punto di partenza per ricerche e studi speleologici.

L'altopiano assume una particolare importanza nel 1925 con la scoperta nei dintorni di Villanova di una nuova cavità dello sviluppo di m 3665, superiore alla vicina Grotta Doviza, nota da tempo.

Questa interessante zona carsica è stata studiata da Egidio Feruglio dal 1949 al 1952 dal punto di vista geologico.

Nel 1953 appare una sua memoria riguardante l'altopiano della Bernadia in cui descrive la geologia della zona in relazione al fenomeno carsico e la morfologia delle Grotte Nuove di Villanova e della Grotta Doviza.

Lavori dedicati alle grotte della zona appaiono negli anni successivi principalmente sulla rivista "Mondo Sotterraneo", curata quest'ultima dal C.S.I.F. di Udine.

Il Gruppo Speleo "L.V. Bertarelli" della sezione C.A.I. di Gorizia ha contribuito alla conoscenza del carsismo di questa interessantissima zona sino dal 1969 con ricerche sull'altopiano dei monti La Bernadia.

L'obiettivo del gruppo era rappresentato dall'esplorazione e studio della Grotta Doviza con il completamento e aggiornamento del rilievo.

La nuova profondità della cavità è di 100 metri, contro i 76 metri rilevati da G.B. De Gasperi sulla planimetria che compare anche nel lavoro del Feruglio (1953).

In seguito il gruppo allargò il campo di esplorazione a tutta la zona dell'altopiano.

LA ZONA

L'altopiano dei monti La Bernadia, si estende per circa 14 kmq, a forma pressoché rettangolare, con l'asse maggiore orientata in direzione NE-SO.

E' compreso nelle tavolette I.G.M. al 25.000 I NO (Lusevera) e I SO (Tarcento) del Foglio 25 della Carta d'Italia.

Il massiccio roccioso è situato a N di Tarcento (Udine) ed è delimitato a E ed a W dalle valli dei torrenti Comappo e Torre.

A S è delimitato dalle ripide pendici dello stesso altopiano che, dalla località Bocca di Crois (m 283), taglia la sottostante pianura friulana, descrivendo un arco piuttosto ampio sino al limite segnato dal paese di Toriano di Sopra (m 241). A N l'altopiano degrada più o meno dolcemente fino all'altezza del paese di Villanova, il limite questo che si riferisce all'estremo lembo N della zona da noi sinora studiata.

Da qui la pendenza aumenta costantemente fino a raggiungere il fondo valle. Geologicamente il rilievo è costituito a S dai calcari a ridotta del cretaceo sup. (E. Feruglio 1953), a N da un'ampia fascia di terreni eocenici localmente costituiti da marna ed arenarie a facies di flysch, intercalato da banchi di breccie a elementi calcarei, in parte molto grossolani, che alcuni Autori, a cominciare dal Pirrona, hanno indicato come "conglomerati pseudocretacei".

L'altopiano fa parte di un allineamento di anticlinali e si sviluppa subito a oriente di quella del Campeon.

L'anticlinale della Bernadia, più estesa della precedente, con asse ESE-ONO è incisa dai torrenti Torre e Cornappo che incidono in profondità i calcari mesozoici.

Come la precedente, anche questa plega è asimmetrica con fianco S raddrizzato e, localmente anche rovesciato.

Più a oriente, dopo un'estesa sinclinale a flysch con il nucleo strizzato, si sviluppa l'«efissoide» del Natlone o del Monte Mia-Monte Matajur, che affiora soltanto in piccola parte entro il territorio della regione (B. Martinis 1971).

L'anticlinale in questione è stata messa in evidenza da Giotto Dainelli nella sua monografia «L'Eocene Friulano, 1915», il quale traccia un profilo geologico dell'altopiano, passante per la cima del Gran Monte (m 1557) ed il paese di Ramandolo. (Fig. 1).

L'Autore indica molto chiaramente come la parte centrale dell'altopiano appaia notevolmente degradata, a differenza del fianco S del massiccio ove si trovano i maggiori rilievi dei monti La Bernadia.

Feruglio in un suo lavoro (La regione carsica di Villanova in Friuli, 1953) afferma che la degradazione subita dalla massa calcarea è dell'ordine del m 200-300.

L'Autore attribuisce questo fatto alla differente costituzione litologica delle rocce che a Nord passano dal Cretaceo all'Eocene, costituiti quest'ultimi da rocce arenacee e marnose e quindi a minore resistenza alla degradazione.

Il tavolato presenta delle notevoli forme carsiche ipogee, come le Grotte Nuove di Villanova e la Grotta Dovizia (o Grotte Vecchie di Villanova), alle quali bisogna aggiungere anche il complesso formato dall'Abisso di Viganti (Fr. 66) e dalla Grotta di Pre-Oreak (Fr. 65), che si sprofonda per ben 251 metri, raggiungendo uno sviluppo superiore al chilometro.

Le forme carsiche epigee sono anch'esse molto bene sviluppate con morfologia a carso coperto, a prati con piccoli affioramenti rocciosi, qua e là da doline a scodella o asimmetriche con zona di assorbimento laterale.

Nei dintorni di Villanova, si passa gradatamente ad un carsismo epigeo sempre più accentuato con una zona di massimo localizzata tra i monti Lonza (m. 850), Ledine (m. 879), Carnizza (m. 863), Crois (m. 867).

Da una prima constatazione fatta, è emerso un fatto interessante: si è visto che là dove il carsismo superficiale è più marcato, caratterizzato da affioramenti calcarei continui (karren, doline asimmetriche, doline a pozzo ecc.), le forme ipogee non sono molto frequenti e presentano una spiccata tendenza alla verticalità.

In netto contrasto quindi con le forme ipogee riscontrate nei dintorni di Villanova, che oltre ad essere in numero assai maggiore, hanno carattere prevalentemente orizzontale e meandriforme (Grotte Vecchie e Grotte Nuove di Villanova), senza contare altre cavità minori da me scoperte e rilevate nel corso di alcune campagne esplorative.

A mio modesto avviso questa differenza dei fenomeni carsici è dovuta alla presenza dell'anticlinale che come detto sopra presenta il fianco Sud raddrizzato, mentre a Nord ha un andamento molto più dolce.

Questo fatto è determinante per lo sviluppo del carsismo locale; dove infatti gli strati appaiono raddrizzati si hanno cavità verticali anche molto profonde (Grotta Ellicottero, Fr. 700, prof. m. 84; Abisso di Viganti, Fr. 66-Grotta Pre-Oreak, Fr. 65, complessivamente m. 251 di profondità).

Sul fianco settentrionale invece, dove la pendenza degli strati è minore, possiamo

trovare di conseguenza cavità suborizzontali di notevole sviluppo (Grotte Nuove di Villanova, fr. 323, lung. m 3663; Grotta Doviza, Fr. 70, lung. m 2500 ca.).

Lungo un'ampia fascia perimetrale situata ai piedi dell'altopiano, esiste una zona di risorgive carsiche che dimostra l'area di drenaggio dell'intero massiccio.

E' al di sopra di questa linea che troviamo delle cavità fossili che ci mostrano antichi livelli di drenaggio, interessanti per stabilire il livello di base raggiunto attualmente dalle acque.

E' il caso della Grotta di Crois, dove le acque che una volta uscivano dalla cavità ad una quota di m 340 s.l.m., ora vengono alla luce attraverso una piccola diaclasi a una quota assai inferiore (m 280 s.l.m.).

Fatto questo dovuto all'abbassamento del livello di base in seguito all'approfondimento della valle principale.

Con misurazioni di portata, sulla sorgente di Crois e sulla Risorgiva a Nord di Toriano (Risorgiva sul Cornappo), Fr. 870, si potranno ottenere nuove indicazioni sulla circolazione delle acque sotterranee.

Prima di passare all'esposizione dei dati catastali, si precisa che le cavità oggetto della presente nota, sono comprese esclusivamente nella zona carsica suddescritta e costituiscono il lavoro di quattro anni di ricerche ed esplorazioni.

Ovviamente il lavoro non si è limitato alla pura e semplice esplorazione di cavità vergini, ma è anche una verifica ed aggiornamento dei dati riguardanti alcune cavità già catastate che risultavano incompleti, inesatti o addirittura mancanti di parti essenziali.

Ad esempio nella grotta di Crois (Fr. 74), che da un vecchio rilievo eseguito ancora dal Marinelli, risultava che la lunghezza fosse 43 metri, abbiamo constatato che essa si sviluppa per ben m 175.

Gran parte del mio tempo è stato dedicato all'esplorazione della Grotta Doviza (Fr. 70), portandone a termine il rilievo in tutte le sue parti.

Nonostante il massiccio lavoro svolto, molto rimane ancora da fare sull'altopiano della Bernadia per completare la ricerca carsica della zona.

LE CAVITÀ

Le cavità qui riportate sono state raggruppate a seconda della conformazione del terreno in cui si aprono.

Per tale lavoro mi sono servito della carta geologica al 12.500 rilevata dal dott. E. Feruglio e riportata nella sua memoria "La regione carsica di Villanova in Friuli, 1953". La zona risulta così suddivisa in:

- terreni di età eocenica;
- terreni di età cretacea.

Le grotte vengono inoltre descritte in base alle conoscenze acquisite fino al 1972, citando per ognuna nell'ordine: numero catastale, sigla della regione, nome della cavità, numero posizione e nome della tavoletta I.G.M. al 25.000, posizione geografica, quota s.l.m. dell'ingresso, dislivello, profondità di eventuali pozzi interni, lunghezza o sviluppo totale, rilevatori, data del rilievo, riferimento alla bibliografia.

a) Terreni di età eocenica

58 Fr - Grotta Ta Pot Korito.

F. 25 I NO - Lusevera - Pos.: 0°49'54" 46°14'51" - Quota Ingr.: m 622 - Lunghezza: m 55 ca. - Rilevatore: G.B. De Gasperi - 22/7/1910. Bibl.: 5-15-16-17-23-55.

69 Fr - Grotticella e valle della Ta Pot Korito.

F. 25 I NO - Lusevera - Pos.: 0°50'00" 46°14'49" - Quota Ingr.: m 598 - Lunghezza: m 4 - Rilevatore: G.B. De Gasperi - 22/7/1910. Bibl.: 5-15-16-17-23.

- 70 fr - Grotta Doviza (Grotte Vecchie di Villanova).
F. 25 | NO - Lusevera - Pos.: 0°50'05" 46°15'07" - Quota Ingr.: m 607-616 - Dislivello: m 100 - Pozzi Int.: m 9-18-8-18-6-12-4 - Sviluppo: m 2676 - Rilevatori: O. Marinelli, A. Lazzarini, S. Leskovic, 1893; O. Marinelli, 1896; A. Coppadoro, 1899; A. Lazzarini, 1904-1906; G.B. De Gasperi, G. Sadnig, 1910; G.B. De Gasperi, M. Rodaro, 1911; M. Tavagnutti, U. Silvestri, M. Sfiligoi, R. Reja, 1970-1971; C.S.I.F. Bibl.: 1-2-5-7-9-10-15-18-19-24-25-29-33-35-36-37-41-43-44-45-48-48-49-50-51-53-54-59-61-63-64-65-66-67-68-70.
- 75 Fr - Voragine I di Useunt.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°47'31" 46°14'04" - Quota Ingr.: m 617 - Dislivello: m 10,20 - Pozzo Int.: m 5 - Lunghezza: m 15 - Rilevatori: M. Tavagnutti, G. Marsiglio 8/8/1971. Bibl.: 5-15-23-44.
- 323 Fr - Grotta Nuova di Villanova.
F. 25 | NO - Lusevera - Pos.: 0°49'45" 46°15'12" - Quota Ingr.: m 658 - Dislivello: m 3665 - Rilevatori: P. Negro, 1925. Bibl.: 1-7-29-30-32-53-71-72-73.
- 402 Fr - Grotta sotto il sentiero per Funtigh.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'58" 46°14'55" - Quota Ingr.: m 620 - Dislivello: m 6 - Lunghezza: m 11,5 - Rilevatori: M. Tavagnutti, M. Sfiligoi - 3/3/1972.
- 442 Fr - Grotta a NO della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'56" 46°14'55" - Quota Ingr.: m 615 - Dislivello: m 5,40 - Lunghezza: m 13 - Rilevatore: M. Tavagnutti - 3/3/1972.
- 548 Fr - Inghiottoio a N di Stavolo Zabarle.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'53" 46°14'58" - Quota Ingr.: m 605 - Dislivello: m 4 - Pozzo est.: m 1,5 - Lunghezza m 8,5 - Rilevatore: M. Tavagnutti - 3/3/1972.
- 694 Fr - Grotta del Ragni.
F. 25 | NO - Lusevera - Pos.: 0°50'11" 46°15'25" - Quota Ingr.: m 600 - Dislivello: m 6,5 - Pozzo est.: m 4 - Pozzo int.: m 2 - Lunghezza: m 16 - Rilevatori: F. Gasparo, D. Bassi - 24/3/1968. Bibl.: 31.
- 734 Fr - Pozzetto sotto il cimitero di Chialminis.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'55" 46°14'47" - Quota Ingr.: m 615 - Dislivello: m 4 - Pozzo est.: m 7 - Lunghezza: m 6,5 - Rilevatore: F. Gasparo - 21/4/1968. Bibl.: 31.
- 735 Fr - Risorgiva sotto il cimitero di Chialminis.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'56" 46°14'48" - Quota Ingr.: m 600 - Dislivello: + m 2,5 - Lunghezza: m 27 - Rilevatori: F. Gasparo, D. Bassi - 21/4/1968. Bibl.: 31.
- 943 Fr - Grotta a O di Tamar.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'15" 46°13'57" - Quota Ingr.: m 590 - Dislivello: m 5 - Lunghezza: m 18,5 - Rilevatori: M. Tavagnutti, V. Cussigh - 30/1/1972. Bibl.: 62.
- 959 Fr - Pozzo delle Formiche.
F. 25 | SO - Lusevera - Pos.: 0°48'51" 46°15'18" - Quota Ingr.: m 495 - Dislivello: m 5 - Lunghezza: m 1,5 - Rilevatore: U. Silvestri - 10/9/1969.
- 961 Fr - Inghiottoio a NO della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'57" 46°14'54" - Quota Ingr.: m 625 - Dislivello: m 5 - Lunghezza: m - Rilevatori: M. Tavagnutti, M. Terenzio - 2/3/1972. Ret i'g: Qu

b) Terreni di età cretacea

- 65 Fr - Grotta Pre-oreak.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°50'21" 46°14'22" - Quota Ingr.: m 293 - Lunghezza: m 300 - Rilevatori: G. Sadnig, G.B. De Gasperi, U. Micoli - 18/7/1910. Bibl.: 2-14-15-20-23-26-29-34-44-47-53-57-58-60.

- 66 Fr - Abisso di Viganti (Grotta di Viganti).
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°50'14"30 46°14'38"30 - Quota Ingr.: m. 540 - Dislivello: m. 246 - Lunghezza: m. 700 - Rilevatori: C.S.I.F. Udine (con aggiornamento eseguito dalla S.A.S. Trieste). Bibl.: 2-6-14-15-21-22-29-34-38-44-45-48-51-53.
- 67 Fr - Varagine Bog-Vari (Guardi Iddio).
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'31"30 46°14'03" - Quota Ingr.: m. 465 - Dislivello: m. 11 - Rilevatore: C.S.I.F. Udine. Bibl.: 15-23-44-55.
- 71 fr - Grotta di Vedronza (Cerni Patok).
F. 25 | NO - Lusevera - Pos.: 0°48'11" 46°15'23" - Quota Ingr.: m. 315 - Lunghezza: m. 300 ca. - Rilevatori: G.B. De Gasperi, G. Sadnig - 8/1/1909. Bibl.: 4-5-12-13-14-15-23-39-40-42-44-50-56-69.
- 74 Fr - Grotta di Crosis (La Mate).
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'50"30 46°14'15" - Quota Ingr.: m 340 - Dislivello: m 26 - Lunghezza: m 174 - Rilevatori: M. Tavagnutti, U. Silvestri, V. Cussigh - 16/1/1972. Bibl.: 3-5-15-23-29-33-44-50-62.
- 76 Fr - Voragine II di Useunt.
Mancano i dati catastali necessari per l'identificazione della cavità. Da ricerche fatte è risultato che con molta probabilità la 76 Fr si può identificare con la 700 Fr.
- 441 Fr - I Pozzo a S della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'04" 46°14'46" - Quota Ingr.: m 676 - Dislivello: m 8,80 - Lunghezza: m 5 - Rilevatori: M. Tavagnutti, M. Terenzio - 3/3/1972.
- 563 Fr - I Grotticella a O della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'00" 46°14'49"30 - Quota Ingr.: m 688 - Dislivello: m 6,5 - Lunghezza: m 8,5 - Rilevatore: M. Sfiligoi - 3/3/1972.
- 666 Fr - Pozzo il presso l'Abisso di Viganti.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°50'14" 46°14'38" - Quota Ingr.: m 545 - Dislivello: m 13,5 - Pozzo est.: m 3 - Pozzo est.: m 10,5 - Lunghezza m 9 - Rilevatori: F. Gasparo, C. Privileggi - 26/5/1968. Bibl.: 31.
- 667 Fr - Pozzetto I presso l'Abisso di Viganti.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°50'14" 46°14'38" - Quota Ingr.: m 5 - Lunghezza: m 9 - Rilevatori: F. Gasparo, C. Privileggi - 22/5/1968. Bibl.: 31.
- 700 Fr - Grotta "Ellicottero".
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°47'33" 46°14'00" - Quota Ingr.: m 600 - Dislivello: m 84,5 - Pozzi Int.: m 4-32-78 - Lunghezza: m 18 - Rilevatori: C.S.I.F. (Udine). Bibl.: 8
- 867 Fr - Poz dal Pals.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'47" 46°13'52" - Quota Ingr.: m 776 - Dislivello: m 15 - Sviluppo: m 35,40 - Rilevatore: M. Tavagnutti - 6/8/1971.
- 870 Fr - Risorgiva a N di Torlano.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'35" 46°13'19" - Quota Ingr.: m 211 - Lunghezza: m 9 - Rilevatore: M. Tavagnutti - 16/5/1971.
- 872 Fr - Pozzo del Kanulas.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°48'22" 46°13'55" - Quota Ingr.: m 776 - Dislivello: m 4 - Lunghezza: m 10 - Rilevatore: G. Marsiglio - 8/8/1971.
- 947 Fr - Grotta a S di Tamar.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'24" 46°13'41" - Quota Ingr.: m 570 - Dislivello: + m 2 - Lunghezza: m 11 - Rilevatore: M. Tavagnutti - 30/1/1972. Bibl.: 62.
- 949 Fr - Grotticella sulla strada per Chialminis.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'31" 46°13'50" - Quota Ingr.: m 528 - Dislivello: m 2,20 - Lunghezza: m 12 - Rilevatore: M. Tavagnutti - 6/6/1971.
- 956 Fr - Il Grotticella a O della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 | SO - Tarcento - Pos.: 0°49'00" 46°14'49"30 - Quota Ingr.: m 688 - Dislivello: m 3,5 - Lunghezza: m 6,5 - Rilevatore: M. Sfiligoi - 3/3/1972.

- 958 Fr - I meandro a SO della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°48'56"30 46°14'49" - Quota Ingr.: m 650 - Dislivello: m 8 - Lunghezza: m 25 - Rilevatori: M. Tavagnutti, P. Merlo - 1/3/1972.
- 960 - IV meandro a SO della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°48'59"30 46°14'50" - Quota Ingr.: m 645 - Dislivello: m 9,5 - Lunghezza: m 21 - Rilevatori: C. Culin, M. Mattana - 1/3/1972.
- 962 Fr - III meandro a SO della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°49'00" 46°14'50" - Quota Ingr.: m 643 - Dislivello: m 5 - Lunghezza: m 13 - Rilevatori: M. Terenzio, P. Merlo - 2/3/1972.
- 963 Fr - II meandro a SO della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°48'58" 46°14'48" - Quota Ingr.: m 671 - Lunghezza: m 13 - Rilevatori: M. Sfiligol, M. Radigna - 3/3/1972.
- 964 Fr - Il Pozzo a S della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°49'03" 46°14'48" - Quota Ingr.: m 676 - Dislivello: m 9 - Lunghezza: m 6 - Rilevatori: M. Tavagnutti, M. Mattana - 1/3/1972.
- 965 Fr - Pozzo a O della sorgente Pot-Kagniza.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°48'50" 46°14'50"30 - Quota Ingr.: m 650 - Dislivello: m 7,10 - Lunghezza: m 5 - Rilevatori: M. Terenzio, P. Merlo - 2/3/1972.
- 966 Fr - Grotta del Partigiano.
F. 25 I SO - Tarcento - Pos.: 0°48'55" 46°14'52" - Quota Ingr.: m 630 - Dislivello: m 22 - Pozzi int.: m 2,5-5-10-15-6 - Lunghezza: m 61 - Rilevatori: M. Tavagnutti, M. Sfiligol, I. Primosi - 1/12/1971. Bibl.: 33-62.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - ANELLI F., 1955. La Speleologia Italiana durante l'ultima guerra e nel dopoguerra, Atti del 1° Convegno Friulano di Scienze Naturali, Tip. Del Bianco D., Udine: 35-38.
- 2 - ANTONINI L., 19 feb. 1904. Le viscere tenebrose del nostro Friuli, Giornale di Udine, N° 44.
- 3 - ARMELLINI G., 1855. La grotta del Vesovo, Leggenda, in "Stranna friulana": 99-103.
- 4 - BALDO G., 1968. Note di attività subaquea, Alpi Giulie, Trieste 63: 102-103.
- 5 -, 1970 (C.S.I.F.). Elenco delle cavità inerte nel catasto grotte del Friuli, Mondo sotterraneo 1: 82-85.
- 6 - Circolo Speleologico Idrologico Friulano, 1949. Nuova esplorazione della Grotta di Viganti, nelle Prealpi Giulie, Rass. Spel. It., 1: 2-3.
- 7 - CONCI C., 1954. Le maggiori e le più profonde grotte italiane, Atti del VI Congresso Nazionale di Speleologia, Trieste: 7-25.
- 8 - CONTI A., 1968-1969. Grotta "Elicottero" in località Borgata di Useunt (Sedilis-Tarcento) N. 700 Fr., Mondo Sotterraneo, 1: 25-28.
- 9 - COPPADORO A., 1899. Un'altra visita alla grotta di Villanova, In Alto, Udine 10: 41-42.
- 10 - COPPADORO A., 1899. Ancora nella grotta di Villanova, In Alto, Udine 10: 84-85.
- 11 - DAINELLI G., 1915. L'Eocene friulano, Monografia geologica e paleontologica, Memorie Geografiche, Firenze: 5-68.
- 12 - DE GASPERI G.B., 1919. La Grotta di Vedronza, Mondo Sotterraneo 5 (3/2): 38.
- 13 - DE GASPERI G.B., 1910. Su un tipo caratteristico di grotte friulane, Mondo sotterraneo 6 (5/6): 105-108.
- 14 - DE GASPERI G.B., 1919. La Grotta di Vedronza, Mondo Sotterraneo 5 (3/5): 73-78.
- 15 - DE GASPERI G.B., 1910. Catalogo delle grotte e voragini del Friuli, Mondo sotterraneo 7 (1/2): 60.
- 16 - DE GASPERI G.B., 1910. La grotta Ta-pot-korito (altipiano del Bernadia), Mondo sotterraneo 7 (1/2): 60-64.
- 17 - DE GASPERI G.B., 1911. Grotte e voragini del Friuli, Rivista Geografica It., 8.
- 18 - DE GASPERI G.B., 1912. La Grotta più lunga d'Italia; Boll. Sez. Fiorent. del C.A.I., 2. (Riportato anche nella "Riv. Mensile del C.A.I. dello stesso anno).
- 19 - DE GASPERI G.B., 1912. Grotta di Villanova, Mondo sotterraneo 1: 22-23.
- 20 - DE GASPERI G.B., 1912. La Grotta Pre-oreak, Mondo sotterraneo 1: 6-14.
- 21 - DE GASPERI G.B., 1912. La grotta di Viganti (Prealpi Giulie), Mondo sotterraneo 3: 54-59.
- 22 - DE GASPERI G.B., 1912. Resti di mammiferi rinvenuti nella grotta di Viganti (Friuli), Mondo sotterraneo 4: 81-92.
- 23 - DE GASPERI G.B., 1916. Grotte e voragini del Friuli, Memorie geografiche, Firenze 30: 1-220.
- 24 -, 1969 (Falzari P.). Spedizione alla Grotta Doviza, Notiz. C.A.I. sez. di Gorizia 1: 4.
- 25 -, 1969 (Falzari P.). Spedizione alla Grotta Doviza, Le Alpi Venete, Rass. Sez. Trivenete del C.A.I. 2: 163.
- 26 - FERUGLIO E., 1904. Lo Spelaosphaeroma fulium, nuovo crostaceo isopode cavernicolo, Mondo sotterraneo 1 (1/2): 8.
- 27 - FERUGLIO E., 1935. Carta geologica delle Tre Venezie al 100.000: Foglio "Udine" Uff. Idrogr. Magistrato delle Acque.
- 28 - FERUGLIO E., 1929. Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie, Foglio 3 "Udine", Uff. Idrogr. Mag. Acque, Padova.
- 29 - FERUGLIO E., 1953. La regione carsica di Villanova in Friuli, Pubbl. Ist. Geol. Univ. Torino, 2-1-68.
- 30 - GASPARO F., 1969. Le Grotte turistiche d'Italia, Il Friuli-Venezia Giulia, Rass. Alpina II: 268-270.
- 31 - GASPARO F., 1970. Alcune cavità minori dell'altipiano del M. Bernadia e della Val Cornappo, Rass. Spel. It., 1/4 (estr.).
- 32 - GORTANI M., 1955. Egidio Feruglio, (necrologio), Rass. Spel. It., 7 (1/2): 64-65.
- 33 - Gruppo Speleo "L. V. Vertarelli", 1972. L'attività nel Tarcentino, Notiz. C.A.I. sez. di Gorizia 1: 2.
- 34 - GUIDI G., 1966. Tutte esplorazioni nel complesso Viganti-Pre-Oreak (Friuli), Rass. Spel. It., 18 (1/2): 81.
- 35 - I.G.M., 1906. F° 25 della Carta d'Italia (1:25.000), Tav. Lusevera I NO.
- 36 - I.G.M., 1950. F° 25 della Carta d'Italia (1:25.000), Tav. Lusevera I NO.
- 37 - I.G.M., 1962. F° 25 della Carta d'Italia (1.25.000), Tav. Lusevera I NO.
- 38 - I.G.M., 1949. F° 25 della Carta d'Italia (1.25.000), Tav. Tarcento I SO.
- 39 - KOZEL A. - GUIDI G., 1965. Attività della Sez. Sommozzatori della Commissione Grotte "E. Boegan", Rass. Spel. It., 17 (1/4): 91.
- 40 - KOZEL A. - GUIDI G., 1966 - Speleologia subaquea, Alpi Giulie, Trieste 61: 69-66.
- 41 - LAZZARINI A., 1897. La leggenda della grotta di Villanova, Pagine Friulane, Udine 2.
- 42 - LAZZARINI A. 1902. Due grotte friulane, In alto, Udine 8.
- 43 - LAZZARINI A. 1904. Nuova esplorazione della grotta di Villanova, Mondo sotterraneo 1 (2): 43.
- 44 - LAZZARINI A., 1905. L'altipiano carsico del M. Bernadia; Mondo sotterraneo 1 (2): 13-18.
- 45 - LAZZARINI A., 1906. Il fenomeno dello sprofondamento delle acque sotterranee nella regione friulana, Mondo sotterraneo 2 (4): 57-63.
- 46 - LAZZARINI A., 1906. Il fenomeno dello sprofondamento delle acque sotterranee nella regione friulana, Mondo sotterraneo 3 (1/2): 5-10.
- 47 - LAZZARINI A., 1907. Il sifone terminale della Pre-Oreak, Mondo sotterraneo 3 (5): 107.
- 48 - LESKOYIC S., 1892. La grotta di Villanova, In Alto 3: 68-69.
- 49 - MARINELLI O., 1876. Annuario statistico per la provincia di Udine, Anno 1: 65.
- 50 - MARINELLI O., 1897. Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nei dintorni di Tarcento, In Alto, Udine 8: 12-27.

- 51 - MARINELLI O., 1897. Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nelle Prealpi Giulie occidentali, Riv. Geogr. Ital., Firenze 4.
- 52 - MARINELLI O., 1902. Descrizione geologica dei dintorni di Tarcento in Friuli, Pubbl. del R. Istituto di Studi superiori e di perfezionamento in Firenze, Sez. di Scienze Fisiche e Naturali, Firenze.
- 53 - MARTINIS B., 1971. Geologia generale e geomorfologica, Enciclopedia monografica del Friuli Venezia Giulia, Il Paese, Udine 1: 85-172.
- 54 - Moro R., 1971. Un nuovo ramo della Grotta Doviza 70 FR. Mondo sotterraneo 1: 19-20.
- 55 - Musoni F., 1906. Esplorazione di alcune grotte del Bernadia, Mondo sotterraneo 4:73.
- 56 - Piacentini G., 1912. Grotta di Vedronza, Mondo Sotterraneo 8 (5/6): 125.
- 57 - Piacentini G., 1912. Grotta Pre-Oreak, Mondo sotterraneo 8 (5/6): 125-126.
- 58 - Piacentini G., 1913. Grotta Pre-Oreak, Mondo sotterraneo 9 (1): 18.
- 59 - Silvestri U., 1971. Doviza ore 0.55, Notiz. C.A.I. sez. di Gorizia 4:2. (Riportato anche sul n° 1 de "Il Carso" dello stesso anno).
- 60 - Società Alpina Friulana, Guida del Friuli. IV Guida delle Prealpi Giulie: 447 e 760-763.
- 61 - Tavagnutti M., 1971. Doviza numero 4, Il Carso, Gorizia 2 (1): 19-21.
- 62 - 1972. (Tavagnutti M.). Attività del gruppo speleo nella stagione invernale, Notiz. C.A.I. sez. di Gorizia 4:2.
- 63 - Tellini a., 1898. Peregrinazioni speleologiche in Friuli, In Alto, Udine 9:65.
- 64 - Troglophilus (G.B. De Gasperi), 10 settembre 1910. Ventitré ore di vita sotterranea, La Patria del Friuli, Udine.
- 65 - Troglophilus (G.B. De Gasperi), 1 maggio 1911. Nella Grotta di Villanova, La Patria del Friuli, Udine.

CENTRO SPELEOLOGICO MERIDIONALE

Giampaolo Colella

LA GROTTA AREQUITA a nord di Minas (Uruguay)

Nome locale: GRUTTA DEL CERRO (collina) AREQUITA.

Arequita è voce guarani derivante da ara-i-cua-ità = Fiume dell'Alta grotta di pietra (presso l'Arequita infatti trovano le sorgenti del fiume Santa Lucia).

Posizione: Dipartimento (Provincia) di Lavalleja, 12 Km. su strada campestre a Nord di Minas (capitale di Lavalleja). Orientamento 345°.

Coordinate geografiche: long. W 55°15', lat. S 34°14' (stima).

Accesso: L'Arequita è un ammasso di porfidi (riolite e diorite) emergente in posizione isolata nei pressi della città di Minas facente parte del sistema della Sierra de las Animas, corugamento di rocce metamorfiche sovrapposte e l'ultima propagine del manto cristallino brasiliano proteso verso il Plata.

L'altezza del cerro è stimata in 130 metri; l'ingresso della grotta trovasi sulla parete W della collina a circa 70 metri s.l.m. L'accesso dalla strada è agevole: si percorrono circa 100 metri in pendenza allo scoperto, quindi altri 50 nella boscaglia che ricopre la base della collina.

L'ingresso della cavità è mascherato da un masso granitico separatosi dalla parete per l'azione delle acque meteoriche.

Descrizione:

Si scende per un cammino in forte pendenza lungo circa 7 metri e largo da 80 a 120 cm. fino ad un vestibolo che immette sulla sinistra in direzione e dal quale si sbocca nella cavità principale, dalla forma quasi ellittica, lunga 30 m. e larga 17.

Il punto più basso della caverna coincide grosso modo con il centro della cavità ed in esso si raccolgono le acque meteoriche che vi penetrano. Procedendo verso E il pavimento si eleva bruscamente assumendo un aspetto simile a quello dei "calvari", cosparso da numerosi blocchi di frana in corrispondenza appunto con la parte più alta della volta.

Percorribilità:

È sempre agevole tranne che sul "calvario" ove è necessaria qualche precauzione perché i blocchi sono resi viscidati dal guano dei pipistrelli. L'accesso lungo il cammino è stato rozzamente agevolato sbalzando qualche gradino nella roccia.

Sviluppo massimo: 41,02 m.

Profondità massima: 6,44 m.

Altezza della volta: 13,44 m.

Massimo dislivello: + 7,01 m.

Temperatura: 9 - 11 gradi

Umidità: 90 - 100%

I rilievi sono stati effettuati nei mesi di gennaio e febbraio australi.

GEOLOGIA:

Secondo gli studiosi locali l'ammasso granitico è composto in gran parte da diorite e riolite. All'interno si notano anche strati di graffite. Tali strati sono stati sfruttati in

epoche relativamente recenti e ciò ha contribuito a dare alla cavità a circa 10 m. dal vestibolo una sezione piuttosto irregolare. Nella parete N a circa 15 m. dal vestibolo trovansi sulla volta ad una altezza tra i 3 e 4 metri, alcune concrezioni biancastre che in qualche punto assumono l'aspetto di piccole stalattiti fistolose, alcune con goccola apicale.

IDROLOGIA:

Nella grotta non vi sono corsi attivi all'infuori di una pozzanghera contro la parete S alimentata dal forte stillicidio della volta. L'acqua che vi si raccoglie si perde attraverso piccolissime fessure contro la parete stessa. Tali acque affiorano dall'esterno a circa 200 metri dalla grotta e formano un rigagnolo che attraversa la strada d'accesso.

Le acque meteoriche penetrano nel vestibolo, scorrono lungo la parete S ove sono visibili sabbie, fango e materiali di riporto, per raccogliersi poi quasi al centro della cavità in un laghetto che in epoca di forti piogge non supera i 15-20 cm. di profondità. Stillicidi minori si osservano in altri punti della grotta specialmente sul "calvario". Tutte le pareti trasudano abbondantemente saturando l'ambiente di umidità.

BIOLOGIA:

L'Arequita è abitata da una folta colonia di pipistrelli appartenenti alla specie *Myotis ciloensis alfer* (Miller e Allen, 1928). Secondo osservazioni di Eduardo Acosta y Lara sembrerebbe che la colonia emigri in estate nelle località di Mal Abrigo e Sierra Mahoma a 150 Km. a W da Minas. Trattasi però di una supposizione perché i pipistrelli non sono mai stati inanellati.

Le cavità è popolata altresì da moltissimi Ortotteri del Sottordine *Gryllacridoidea* appartenenti alla specie *Dyscophagus ontophagus* (C. Berg 1891). Tale classificazione è citata anche da *Yvelin Leroy* in "Gryllide et Gryllacrides Cavemicole". Sarebbe stato segnalato qualche Opilioneide, ma nessun materiale è reperibile né presso il Museo di Storia Naturale, né presso la Facultad de Humanidades dove la Dott. Lucrecia de Zolesi è l'unica ad avere nozioni sulla fauna troglobia dell'Uruguay. Dei campioni sono stati rimessi al Centro Speleologico Meridionale (Prof. Pietro Parenzan), per il Museo Speleologico di Taranto.

STORIA:

La grotta è stata scoperta nel 1873 dal signor T. Carvallido. Lo sfruttamento della grafite e del guano, pare abbondantissimo in epoche passate, avrebbe modificato alquanto la sezione ed il rilievo della grotta. Scavi effettuati senza ordine né metodo hanno rivelato la presenza di un insediamento indigeno (indios charrúa, popolazioni tipiche dell'Uruguay di origine guaranítica); i pochi reperti fittili e litici, di scarso valore archeologico, sono raccolti nel Museo di Minas.

GRUPPO SPELEOLOGICO SASSARESE

L'INGHIOTTITOIO DI MONTE DOGLIA NEL COMUNE DI ALGERO (Sardegna Nord-Occidentale)

RIASSUNTO

In questo lavoro viene presentato l'inghiottitoio di Monte Doglia (comune di Alghero, Sardegna NW), cavità carsica ad andamento verticale, che con una profondità di 100 m. risulta essere attualmente la più profonda della provincia di Sassari.

La relazione comprende l'itinerario per raggiungere l'inghiottitoio, più qualche nota di geologia esterna; segue la descrizione interna e la bibliografia. Il lavoro è corredato del rilievo completo e di alcune fotografie.

SUMMARY

In the present work we report the "inghiottitoio di Monte Doglia" (Alghero's country, NW Sardinia), a karst cave one hundred metres deep, which appears to be the most deep cave in the Sassari's province, at the present time.

The route for arrive to the cve is included in our report together with some geological informations of the outside, followed by the description of the interior and the references. The complete relief map and some pictures are also included.

ITINERARIO

L'inghiottitoio di Monte Doglia si apre sul versante SW del monte omonimo, nel comune di Alghero.

Dalla strada che dall'abitato di Fertilia porta a Santa Maria La Palma si prende la rotabile secondaria che si diparte a sinistra all'altezza del Km. 32,400, proprio di fronte al bivio per l'aeroporto. Questa, attraversando la località denominata Arenosu, conduce direttamente sul Monte Doglia con un percorso totale di circa 6 Km. L'inghiottitoio si trova subito dopo un tornante proprio sul ciglio destro della strada, ad una quota circa 320 m. s.l.m.

NOTE GEOMORFOLOGICHE

Il rilievo calcareo di Monte Doglia è caratterizzato da colline a profilo arrotondato e dolce indicante notevole senilità geomorfologica.

Esso è costituito da un vero proprio massiccio con varie cime: le maggiori sono il M. Doglia propriamente detto, che si eleva alla quota di 436 m. (1) con caratteristica forma di cono, e il M. Murone (quota 302 m.). Ad esse fanno contorno altre cime di minore altezza (M. La Glorba, M. Palmavera, M. Vaccargiu, ecc.).

Il massiccio è formato dal complesso sedimentario Giurese-Cretaceo, di origine

(1) Sulla tavoletta IGM al 25000 la quota è di 436 m. mentre sulla Carta Geologica al 100000 è di 437 m.

marina epicontinentale comune anche ad altre zone della Nurra (M. Alvaro, M. Timidone, ecc.). Iniziando dall'alto troviamo il Cretaceo superiore, con calcari chiari ad Ippuriti e brecciate calcaree, che costituiscono la cima del M. Murone. Subordinatamente si hanno calcari bianchi compatti, in prevalenza colitici, e dolomie del Giurese superiore (Malm), che costituiscono il M. Doglia propriamente detto. Segue più in basso un'alternanza di banchi di calcari e dolomie del Giurese medio (Dogger), e infine ancora strati di calcari e dolomie a noduli selciferi del Giurese inferiore (Lias).

DESCRIZIONE

L'Inghiottitoio di Monte Doglia è costituito essenzialmente da un pozzo iniziale di 74 m. e da una serie di altri pozzetti che ne portano la profondità a 100 m. e rappresenta quindi la cavità attualmente più profonda della provincia di Sassari.

L'imboccatura (punto 1 del rilievo) ha dimensioni 5x2 m. e, a partire dal bordo della strada, si ha un piccolo salto di 3 m. che porta su un pianerottolo ove è possibile sostare comodamente; questo è costituito in gran parte da un grosso masso incastrato tra le pareti (punto 2). Da qui il salto è verticale per 71 m. sino al fondo.

Il pozzo in base alle sue caratteristiche morfologiche può essere diviso in due parti. A parte iniziale, sino a quota -36 circa (punto 3), si presenta abbastanza ampia con sezione orizzontale media di 4x1,5 m. circa; le pareti sono piuttosto irregolari con numerose nicchie e piccoli pianerottoli sui quali è possibile anche sostare. Le concrezioni presenti sono poco appariscenti; per lo più qualche colata martoriata dal pietrame che è stata resa praticabile artificialmente e mediante la quale si accede, con difficoltà, ad uno stretto pozzetto di 3 m. che non rivela prosecuzioni.

A quota -36 (punto 3) un pianerottolo inclinato crea un restringimento e tutto il pozzo da questo punto riduce le sue dimensioni medie a circa 1,5 x 2 m., con sezione molto regolare e vagamente circolare. Scompaiono le nicchie e le concrezioni in pratica risultano assenti.

La base del pozzo esterno (punto 4) ha dimensioni di circa 3x3 m. e si presenta ingombra di pietrame e tronchi di legno marcescenti, caduti dall'esterno. Da qui, in parti diametralmente opposte, si può accedere ad un pozzetto e ad un cunicolo. Il pozzetto, di accesso difficoltoso a causa dei massi, è profondo 3 m. e il fondo, occupato da pietrame, non rivela prosecuzioni (punto 5).

Il cunicolo consente invece l'accesso alle parti più profonde della cavità (punto 6). Questo è lungo solo 3 m. con andamento leggermente discendente, e termina con una strettissima fessura sul pavimento (la fessura), resa praticabile artificialmente e superabile con notevole difficoltà. Alla 1ª fessura segue uno strettissimo pozzetto di 4 m. al fondo del quale si apre la 2ª fessura, di dimensioni ridottissime, anch'essa allargata artificialmente e di accesso difficile. Questa immette direttamente in un pozzo di 14 m. ("Pozzo del Solitario") (punto 7) riccamente ornato di bianche concrezioni sferulitiche e a grappolo. Circa 4 m. sotto la 2ª fessura è presente un terrazzamento ove è possibile sostare; scendendo ancora dopo altri 4 m. il pozzo presenta un restringimento causato da alcune colate calcitiche. Le dimensioni di questo pozzo nella parte alta sono di circa 2x1 m., ma poi la sua sezione si riduce notevolmente.

Il fondo del P. 14 (punto 8) ha piccole dimensioni (2x1 m.) e qui sembra che la cavità abbia termine. Tra parete e pavimento, seminasosta dalle concrezioni, esiste invece una strettoia orizzontale che porta in un ambiente attiguo (punto 9), povero di concrezioni e caratteristico per dei depositi argillosi che gli danno una colorazione generale rossiccia. Ci si affaccia subito su un largo pozzo (3x3 m. circa) profondo 6 m. alla base del quale un piccolo caos di massi concrezionati non rivela prosecuzioni (punto 10); la cavità chiude quindi a 100 m. di profondità. Questo pozzo presenta un alto camino che si disperde nel buio verso l'alto; le pareti appaiono molto frastagliate e ricche di lame e spuntoni.

Risalendo al punto 9, si trova sulla parte bassa della parete una fessura, allargata artificialmente e di accesso scomodo, che dà su un pozzo parallelo a quello precedente, ma molto più stretto, profondo 6 m. (punto 11). Anche questo pozzo, però, a 100 m. di profondità si arresta su una strettissima e impraticabile fessura verticale che riteniamo non dia adito a prosecuzioni.

L'Inghiottitoio di Monte Doglia è da ritenersi come cavità idrologicamente fossile. Come unica attività idrica si riscontra infatti solo stillicidio in periodo invernale alla base del pozzo esterno di 74 m.

Per quel che riguarda la fauna non ci è possibile dare una quadro sulla vita animale di questa cavità in quanto le ricerche sono state praticamente trascurate e non sono state effettuate catture di esemplari. Possiamo citare solamente la presenza di numerosi grossi ragni (forse del gen. *Meta*), alle pareti del pozzo esterno per tutta la sua altezza. Alla sua base (punto 4) sono stati osservati vari esemplari faunistici vivi di provenienza esterna, come ad esempio Coleotteri, Ortotteri, Anfibi Anuri e addirittura una Biscia. Al fondo della cavità, nei due pozzetti terminali di 6 m. (punti 10 e 11), sono stati ritrovati inoltre resti scheletrici perfettamente conservati di piccoli mammiferi (forse Roditori) che non ci è stato possibile prelevare.

Una caratteristica peculiare dell'Inghiottitoio di Monte Doglia è data dalla presenza nel suo interno di una sacca di anidride carbonica. Questa è presente dalla base del P. 74 sino al fondo e si manifesta per gli speleotipi con respirazione affannosa e affaticamento per qualche sforzo. La percentuale di CO₂ sembra non essere costante, ma varia nel corso dell'anno. I fiammiferi bruciano con difficoltà, mentre la lampada ad acetilene funziona regolarmente.

NOTE TECNICHE

Riportiamo le tecniche e gli armamenti da noi adottati per l'esplorazione.

Il P.74 è stato armato in maniera mista con scale e per sole corde, con ancoraggi all'imbocco su spit. Per la risalita su corda è necessario un frazionamento su spit nel punto 3 del rilievo, in quanto la fune sfrega su una colata.

La 1ª fessura viene superata in libera e così pure il successivo pozzetto di 4 m. Per la 2ª fessura è invece necessario piazzare una scaletta, che verrà utilizzata per discendere anche la parte iniziale del P. 14 sino al terrazzamento. Il resto del P. 14 può essere disceso in libera sino al fondo, badando con le concrezioni a grappolo sulle pareti sono piuttosto fragili. I due pozzetti da 6 m. del fondo (punti 10 e 11) sono stati discesi entrambi con l'uso di una scaletta ancorata a spuntone.

In definitiva i punti più impegnativi della cavità risultano essere la 1ª e la 2ª fessura, il cui superamento in risalita richiede notevoli doti e capacità da "strettoisti".

DATI CATASTALI

Sa/SS. Inghiottitoio di Monte Doglia. Alghero. Monte Doglia.
IGM F° 192 I NO FERTILIA
Lat. 40°37'22" Long. 4° 12'41" Quota 320 m.
Prof.: 100 m.; Pozzi I 74 m., II 4 m., III 14 m., IV 6 m.
Svil. planim.: 12 m.

BIBLIOGRAFIA

GRUPPO SPELEOLOGICO SASSARESE, 1976. *L'Inghiottitoio di Monte Doglia*. Boll. Gr. Speleol. Sassarese, 2: 35-37, Sassari.

- GRUPPO SPELEOLOGICO SASSARESE, 1977. *Monte Doglia -95* Boll. Gr. Speleol. Sassarese, 3: 35-36, Sassari.
- GRUPPO SPELEOLOGICO SASSARESE, 1978. *Attività svolta dal Gruppo Speleologico Sassarese nel 1977*. Notiz. Speleol. Sarda, 25 (VII) 1: 28-29, Cagliari.
- MAXIA C. & PECORINI G., 1963. *Sul limite Giurese-Cretaceo nella Nurra*. Pubbl. Ist. Geol. e Paleont. Univ. Cagliari, 21.
- OPPES S., 1973. *La geologia dell'entroterra del Golfo di Alghero (Sardegna)*. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., VII (12): 103-119, Sassari.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1961. *Carta Geologica d'Italia: F. 192 (Alghero), scala 1:100.000*. Roma.

GRUPPO GROTTE CATANIA - CAI

NOTA PRELIMINARE SULLE GROTTE DI UN AFFLUENTE DEL TORRENTE "BELLUZZA". MONTI IBLEI - SICILIA SUD-ORIENTALE

RIASSUNTO

Nel corso di un'uscita di prospezione nell'area iblea, il GRUPPO GROTTE CATANIA ha rinvenuto un importante sistema di cavità in territorio di Melilli (SR). Il complesso carsico sotterraneo scoperto è, oggi, il più importante in Sicilia, in quanto la maggiore di queste cavità, denominata Grotta di Villasmundo, presenta uno sviluppo planimetrico di oltre 2.000 m. ed ospita al suo interno un corso d'acqua perenne. Dopo l'esame geologico-strutturale della zona, viene data una sommaria descrizione delle due maggiori cavità. Si accenna quindi alle principali caratteristiche del sistema carsico e si espone il futuro programma di lavoro.

SUMMARY

During an exploration excursion in the Iblean area, the GRUPPO GROTTE CATANIA found an important cave system in the territory of Melilli (Siracusa). The discovered carst system is at present the most important in Sicily, as the largest cave of the system is developed over 2.000 m. length. The cave, named "Grotta di Villasmundo", contains a perennial river. Considerations on geological and structural features of the zone are expressed, and a description of the two main caves is summarized. The main features of the carst system are outlined and further working programme is described.

PREMESSA

In data 20.2.1977, durante un'uscita di prospezione nell'area dei Monti Iblei (Sicilia Sud-Orientale), in località "Torrente Belluzza" (Comune di Melilli - Prov. di Siracusa), venivano scoperte diverse cavità lungo l'alveo di un affluente del suddetto torrente. Due di queste si sono rivelate particolarmente interessanti dal punto di vista speleologico.

Successivamente a questa data l'attività del Gruppo Grotte Catania si è orientata soprattutto alla completa esplorazione delle cavità e al loro rilievo topografico, giungendo a rilevare oltre 2.000 m. di gallerie. Attualmente una di queste cavità, la "Grotta di Villasmundo", si pone al primo posto tra le grotte siciliane ad andamento sub-orizzontale.

In mancanza di una toponomastica già esistente, abbiamo chiamato "Grotta di Villasmundo" (dal vicino centro abitato) la cavità che presenta lo sviluppo maggiore, e "Grotta Alfio" la seconda in lunghezza. Il nome di quest'ultima deriva dall'aver trovato detto nome inciso su una grossa radice presso l'ingresso della cavità.

NOTE SULLA GEOLOGIA DELLA ZONA

Nell'area degli Iblei affiorano prevalentemente rocce carbonatiche i cui termini vanno dal Cretacico al Pleistocene. Mentre per la descrizione generale della geologia degli Iblei rimandiamo alla letteratura esistente (Allison, 1953; Aloisio, 1962; Di Grande, 1967, 1968 b, 1972; Ogniben, 1969; Rigo & Barbieri, 1959; etc.), qui ci limiteremo a descrivere brevemente i terreni interessati dal fenomeno carsico in esame.

Le cavità si sviluppano in un'alternanza calcareo-marnosa, costituita da calcareniti a carattere detritico-organogeno, di età Miocenica. Accertamenti stratigrafici sono in corso per l'esatta attribuzione dei terreni interessati dalle cavità alla formazione Palazzolo (Miocene medio-sup.) o alla sottostante formazione Telfaro (Miocene medio inf.) che in questa parte dell'altopiano ibleo cambierebbe la propria facies tipicamente marnosa, assumendo i caratteri litologici della soprastante formazione (Rigo & Barbieri, 1959).

I lineamenti strutturali che interessano l'area iblea sono costituiti da una tettonica a carattere distensivo le cui principali direttrici sono segnate da faglie con direzione NE-SW e dalle loro coniugate NNW-SSE. Quest'ultima direttrice appare più accentuata verso il margine ionico dell'altopiano, dove è messa in evidenza dalla vasta gradinata in subsidenza verso la fossa ionica. Tali direttrici tettoniche coincidono con quelle che hanno alimentato il vulcanismo, essenzialmente basico e con carattere tipicamente fissurale, nell'area iblea e i cui prodotti sono rappresentati da potenti pile di vulcaniti sottomarine e subaeree intercalate a più livelli nella serie sedimentaria.

Circa l'età delle fasi tettoniche che hanno interessato l'altopiano ibleo, si hanno poche indicazioni per quelle pre-pleoceniche; ad una di queste, particolarmente importante, si attribuisce l'inizio della emersione dell'area iblea nel Miocene superiore. Dopo il Miocene si distinguono tre fasi tettoniche più evidenti: la prima, di età pliocenica, con prevalenti strutture NW-SE, l'altra di età pleistocenica, con prevalenti strutture NE-SW, la terza, attuale, cui vanno riferiti i movimenti osservabili lungo le linee di costa, con strutture orientate NW-SE (Di Grande, 1972).

Una faglia di alcuni chilometri di lunghezza, con direzione NE-SW e di probabile età pleistocenica, ha interessato direttamente la Grotta di Villasmundo condizionandone lo sviluppo e probabilmente la genesi.

DESCRIZIONE DELLE CAVITÀ

Grotta di Villasmundo:

L'ingresso della cavità, ubicata a m. 135 s.l.m., si apre sul lato destro di una marmitta del torrente ed ha dimensioni di 1,50 m. di larghezza per 0,80 m. di altezza. Dall'ingresso una successione di angusti cunicoli per 100 m. ca. intervallati da un pozzo di 15 m., immettono in un collettore di vaste proporzioni. A sinistra la galleria prosegue verso ESE con dimensioni costanti (5 m. di larghezza per 6 m. di altezza) per 140 m. con andamento sub-orizzontale e si interrompe bruscamente ostruita da massi di crollo e fango.

A destra la galleria risale verso SW con andamento meandriforme a larghe anse per 200 m. ed ha termine in un sifone da cui proviene un corso d'acqua che percorre la galleria per metà della sua lunghezza riversandosi in uno stretto cunicolo laterale, alla base della parete destra, per poi perdersi in cunicoli impraticabili. A m. 60 dal sifone la galleria è interessata da un vasto crollo sotto cui scorre il torrente. Subito a monte del crollo una galleria si innesta lungo la parete sinistra del condotto con direzione normale ad esso. Anche questa galleria è interessata da un vasto crollo di dimensioni simili al precedente riprendendo subito dopo con andamento meandriforme per 140 m. dove, in corrispondenza di una saletta, dopo una risalita di 4 m., la galleria prosegue con proporzioni inferiori, fino a diventare impraticabile, per un tratto attualmente non topografato stimato in circa 300 m.. La galleria precedentemente descritta è percorsa per tutta la sua lunghezza da un ricagnolo d'acqua che confluisce nel corso d'acqua principale. A 30 m. prima della saletta anzidetta, ad una altezza di circa 8 m. si apre sulla parete destra della galleria un altro vasto condotto asciutto ad andamento suborizzontale. Dopo circa 150 m. la galleria presenta una biforcazione: a sinistra un ramo secondario con direzione SE porta ad una grande sala di crollo di circa 65 m. di lunghezza per 10 m. di larghezza; a destra tra il ramo principale prosegue in direzione

SW arrivando ad un ripido scivolo di 10 m., alla cui base si trova una nuova galleria.

Questa da una parte si dirige verso SE immettendo in una serie di gallerie (per una lunghezza di 200 m.) in una delle quali ritroviamo nuovamente, per un tratto di 30 m., il torrente principale che si perde a valle in un conoide di crollo ed a monte in un sifone; dall'altra parte si dirige verso SSW per 90 m., mantenendo delle dimensioni notevoli (7 m di largh. per 8 m. di alt.), quindi piega bruscamente a NW in una grande galleria di crollo della lunghezza di 100 m circa e con una larghezza che in alcuni punti arriva a 25 m.. La galleria si interrompe bruscamente senza possibilità di prosecuzione.

Grotta Alfio:

L'ingresso di questa cavità si apre a circa 60 m. a valle di quello della Grotta di Villasmundo, a 4 m. di altezza rispetto al letto del torrente. L'imboccatura, di forma grosso modo rettangolare di m. 0,8 per 1 m., immette in un cunicolo in discesa che conduce dopo pochi metri ad un saltino in strettoia. La base di questo saltino comunica altresì direttamente con l'esterno attraverso un cunicolo impraticabile che parte dal letto del torrente, pochi metri a monte dell'ingresso della cavità.

Alla base del salto si apre una saletta che immette in un laminatoio: dopo 5 m., al termine di questo, si apre un pozzo di 15 m. a forma di fusoidi. Dalla base del pozzo si diparte una successione di cunicoli di disagiata percorrenza, intervallati da pochi slarghi di piccole dimensioni. Questo sistema, che si sviluppa per circa 400 m., presenta verso la fine alcune biforcazioni di dimensioni sensibilmente maggiori attualmente in corso di esplorazione.

CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE

Ciò che appare immediatamente evidente all'analisi morfologica delle due cavità è l'analogia, sia morfologica che funzionale, esistente tra il primo tratto della Grotta di Villasmundo e l'intero tratto della Grotta Alfio finora esplorato. Entrambi infatti hanno svolto nel passato ed ancora oggi - sebbene sporadicamente e solo in occasione di abbonamenti e lunghi periodi di pioggia - il ruolo di perdite del torrente; entrambi presentano inoltre la stessa caratteristica di essere divisi in due parti da un pozzo di analoghe dimensioni.

La seconda parte della Grotta di Villasmundo è divisibile schematicamente in tre livelli:

- un livello inferiore, attivo, percorso da un corso d'acqua perenne della portata di ca. 20 l/sec., attualmente impraticabile;
- un livello mediano semi-attivo, percorso solo parzialmente dal corso d'acqua principale e da un affluente di quest'ultimo, di modestissima portata;
- un livello superiore, non attivo, ricco di concrezioni anche di notevoli dimensioni.

I tre livelli, progressivamente più giovani dall'alto verso il basso, rappresentano gli stadi evolutivi del complesso carsico durante il sollevamento isostatico subito dagli Iblei dal Miocene superiore ai nostri giorni. La presenza di tre livelli ben distinguibili ci dà una chiara indicazione sulle modalità del sollevamento che deve essere avvenuto a più riprese successive, con periodi di stasi e di immersione intermedie. Questo fenomeno, del resto, è ben marcato anche all'esterno, nel pressi della cavità, da una ampia splanata di abrasione marina (che dal mare si estende per alcuni chilometri nell'entroterra ed è limitata ad ovest da un'alta falesia fossile) di età miocenica (Accordi, 1963-) e da alcuni terrazzi, vicinissimi al mare, di età tirreniana (Di Grande e Scamarda, 1973). Alle trasgressioni pleistoceniche, oltre che le suddette piattaforme di abrasione, sono anche da attribuire la presenza, all'interno della Grotta di Villasmundo, di potenti letti di alluvioni (in alcuni punti raggiungono il tetto delle gallerie) depositatisi in concomitanza all'innalzamento del livello di base delle acque. Le alluvioni sono state successivamente

reincise al riabbassarsi del livello di base, sino alle condizioni attuali.

Tutta una serie di morfologie, riscontrabili nei vari livelli della cavità, e sulle quali non ci soffermiamo in questa sede, accompagna le varie tappe dei fenomeni precedentemente descritti.

CENNI SULLA SPELEOGENESI E PROBLEMATICA EMERSA DALL' STUDIO DEI DUE SISTEMI IPOGEI

Riteniamo che la presenza nella zona di un fitto reticolo di fratture, abbia condizionato in maniera determinante la genesi e lo sviluppo delle cavità: le direzioni delle gallerie coincidono, infatti, con le principali direttrici strutturali dell'area iblea.

Per quanto riguarda la Grotta di Villasmundo, riteniamo altresì che la genesi dei cunicoli di accesso sia di età più recente rispetto a quella dei livelli interni della cavità. Ciò si deduce non soltanto dalle direzioni dimensionali e funzionali esistenti tra loro, ma anche dal fatto che l'Inclisione valliva nella quale si apre il cunicolo di accesso, con funzione di perditolo, è da ritenersi conseguente al sollevamento post-milaziano che ha ringiovanito il reticolo idrografico locale.

Per gli stessi motivi ora esposti per la Grotta di Villasmundo, anche la Grotta Alfio, per il tratto attualmente esplorato, è da ritenersi di età post-milaziana.

Già da questo primo tentativo di analisi sono emerse alcune problematiche sulla genesi e sullo sviluppo della cavità. Riteniamo interessante elencarle qui di seguito:

1) Influenza delle strutture tettoniche e della stratificazione: importanza e limiti di entrambi i fattori nella speleogenesi del sistema carsico;

2) Importanza della litologia: la formazione in cui si sviluppano le cavità è costituita da una alternanza calcareo-marnosa; i due litotipi hanno reagito certamente in maniera diversa alla carsificazione: ruolo svolto da ciascuno di essi nelle diverse condizioni di drenaggio del massiccio carbonatico (regime freatico e vadoso);

3) Provenienza delle acque all'interno della Grotta di Villasmundo: il sifone n. 1 è quasi certamente collegato all'altro corso di acqua uscente dal sifone n. 2, ma la provenienza di quest'ultimo rimane attualmente una incognita.

4) Risorgenza delle acque della Grotta di Villasmundo; è stata programmata a breve scadenza una colorazione del corso d'acqua interno con fluoresceina sodica ed il contemporaneo controllo delle vicine sorgenti;

5) Grotta Alfio: quasi certamente anche questa cavità confluisce nello stesso collettore della Grotta di Villasmundo, anche se attualmente non possediamo elementi sufficienti a suffragare questa ipotesi.

La presente nota preliminare vuole essere un primo contributo alla conoscenza di uno dei più importanti fenomeni carsici della Sicilia SE. Ciò ci ha indotti ad intraprendere uno studio più accurato di cui qui abbiamo presentato una panoramica degli aspetti più importanti.

Si ringraziano sentitamente i proff. A Di Grande e V. Ferrara, dell'Istituto di Geologia dell'Università di Catania, per i suggerimenti dati in sede di impostazione del programma di ricerche e per le utili segnalazioni bibliografiche.

BIBLIOGRAFIA

ACCORDI B. (1963) - *Rapporti tra il Milaziano della costa iblea (Sicilia Sud-orientale) e la comparsa di *Elephas mnaidriensis**. Geol. Rom. v. 2, pp. 295-304, 6 ff., Roma.

ALLISON A. (1953) - *La geologia della struttura della zona di Priolo*. In "Guida alle escursioni della 57ª riunione della Società Geologica Italiana", Roma.

ALOSIO P. (1962b) - *Relazione preliminare sul rilevamento geologico della zona di Augusta (Sicilia Sud-orientale)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, vol. VII, serie IV, pp. 1-16.

DI GRANDE A. (1967) - *I sedimenti pleistocenici del margine settentrionale dell'Altopiano ibleo*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, vol. XVIII, serie V, pp. 247-263.

DI GRANDE A. (1968b) - *L'alternanza neogenico-quadernaria di vulcaniti e di sedimenti al margine nor-occidentale dell'Altopiano ibleo*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, (Suppl. Sc. Geol.), pp. 91-125, 1 f., 11 tt..

DI GRANDE A. (1972) - *Geologia dell'area a Nord di Augusta-Francofonte (Sicilia SE)*. Atti Acc. Sc. Nat. Catania, vol. IV, serie VII, pp. 1-32.

DI GRANDE A. SCAMARDA G. (1973) - *Segnalazione di livelli a *Strombus bubonius* LAMARCK nei dintorni di Augusta (Siracusa)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, vol. XI s. IV fasc. 9ª, 10ª.

DE FIORE O. (1920) - *I fenomeni sismici della Sicilia e delle isole adiacenti*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. vol. XII, serie V, mem. VIII, pp. 1-20.

HONNORREZ J. (1962) - *Observations sur les coulées et les centres éruptifs subaériens constituant une partie des formations volcaniques des Monts Hybléens (S-E de la Sicilie)*. Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydrog., vol. LXXI, pp. 297-316.

OGNIBEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine Calabro-Lucano*. Mem. Soc. Geol. It., vol. VIII, pp. 453-763.

RIGO M. BARBIERI B. (1959) - *Stratigrafia pratica applicata in Sicilia*. Boll. Serv. Geol. d'Ital., vol. 80, fasc. 2-3, pp. 1-92.

ROMANO R. VILLARI L. (1973) - *Caratteri petrologici e magmatologici del vulcanismo ibleo*. Rend. Soc. Ital. Min. e Petr., vol. XXIX, II, pp. 453-484.

SEZIONE GEO-SPELEOLOGICA DELLA S.A.S.M. - TRIESTE

Paolo Fonda

"L'ABISSO FRANCESCO SIMI"

RIASSUNTO

Questo importante e bell'abisso si apre nella vallata di Arnetola (Lu) e risultava profondo 365 metri, fino a quando vi scoprimmo ed esplorammo una nuova diramazione, che ci ha permesso di scendere fino a -680, percorrendo una serie di pozzi intervallati da facili percorsi orizzontali. La diramazione, asciutta nella sua prima parte, è interessata da -500 in poi da un cospicuo corso d'acqua che la segue fino ad un sifone terminale. L'esplorazione si sono svolte con l'uso delle sole corde nell'arco di tempo di un anno, durante il quale è stato eseguito il rilevamento topografico e la documentazione fotografica.

SUMMARY

This important and beautiful abyss appeared 365 metres deep, until here we discovered and explored a new branch, by which we went down until -680, running along a serie of shafts broken up by some easy horizontal routes. The branch, dry in its first part, is interested by a considerable water course which follows it until a terminal siphon. The Exploration have been made only by ropes in a year's time, during which it have been carried out the survey and the photographic documentary.

DATI CATASTALI

Comune: Vagli di Sotto (Lu)
Località: Vallata di Arnetola
Cartografia: I.G.M. 1:25.000 F. 96 II NO Vagli di Sotto
Coordinate: Long. W 2°12'11" - Lat. N 44° 05'30"
Quota: 1180 m. s.l.m.
Profondità massima: m. 680
Sviluppo planimetrico totale: m. 800
Rilievo: dall'ingresso al fondo vecchio (-365) G.S.L.
da -290 a -486 P. Fonda e M. Marengo (10.9.1977)
da -486 a -680 P. Fonda e A. Franco (31.12.1977)

SITUAZIONE

Dal paese di Vagli di Sopra si procede per 2 Km. lungo la strada asfaltata fino al piazzale della vallata di Arnetola, ingombro di grandi blocchi di marmo scaricati in parte dalla soprastante cava.

Si continua a salire per una strada sterrata, percorsa normalmente dagli automezzi che lavorano presso le cave. Dopo 1 Km. di questa strada si svolta bruscamente a sinistra, tralasciando la diramazione opposta.

Da questo punto si sale per 500 m. di percorso incontrando due cave di marmo sulla

destra, fino ad un altro bivio. La strada a sinistra prosegue pianeggiante, mentre quella da prendere svolta a destra, in forte salita, fino al piazzale della più alta cava attiva. La si passa sempre a destra per un'altra strada bianca, in salita fino ad uno slargo, si giunge ad un ennesimo bivio, e si svolta a destra fino ad una baracca in cemento usata un tempo dai cavatori. Oggi è un ottimo punto di appoggio per le operazioni nell'abisso. Questa ha 3 ingressi dei quali il principale, che conviene percorrere, è situato alla sommità del cono detritico sotto una parete di marmo in una cava non più operante a 50 m. dalla baracca. Esso è costituito da una larga e alta fessura (m. 5x2) che immette in un salto profondo m. 9.

Nella zona si aprono altre importanti cavità, quali l'A. Coltelli (-730), la voragine Colubraia (-320), l'A. della Pompa (-400), l'A. del Pozzone (-400 ad esplorazione non ultimata) e l'A. Pelagalli (-350).

INTRODUZIONE

La cavità è conosciuta dal 1971, anno in cui il Gruppo Speleologico Lucchese del CAI vi toccò i 365 m. di profondità, seguendo da -70 un cospicuo corso d'acqua fino ad un sifone.

Nel periodo pasquale del 1976 decidemmo di intraprendere una spedizione per ripetere la cavità, ma ci dovemmo fermare a -90, a causa della grande quantità d'acqua incontrata. Ritornammo nell'abisso durante il mese di Agosto dello stesso anno, toccandovi il fondo.

In questa occasione, la squadra scesa per effettuare il recupero dei materiali, scoprì casualmente una diramazione fossile inesplorata a -290, percorrendo un complesso meandro, fino ad affacciarsi sopra un pozzo, valutato sui 30 m. di profondità. Non poterono proseguire, dovendo scendere sul fondo conosciuto e disarmare la cavità.

ESPLORAZIONI DELLA NUOVA DIRAMAZIONE

La prima spedizione, che intraprendemmo nel novembre del '76 con lo scopo di continuare l'esplorazione del ramo scoperto, fallì a -180 causa le pessime condizioni idriche della cavità. A questo punto decidemmo di abbandonare il sistema di progressione su scala, in modo da facilitare le operazioni. La prima spedizione intrapresa con l'ausilio delle sole corde ci permise di scendere fino a -440, fermandoci lungo un profondo e complesso pozzo, che poi risulterà di 115 metri.

Le operazioni proseguirono nel mese di Agosto dello stesso anno, quando 4 persone giunsero alla base del grande pozzo, continuando lungo una serie di strette prosecuzioni difficilmente individuate, fino alla sommità di un nuovo pozzo. Vi si udì un forte scroscio d'acqua che si riversava nel salto 15 metri sotto l'imbocco. Essendo così privi di materiali a -500, decidemmo di lasciare armata la cavità per un prossimo ritorno. Questo avvenne un mese dopo, e in questa occasione venne discesa una serie di grandi pozzi e fu percorso un grande meandro, seguendo il torrente fino a -620, dove 2 persone si fermarono per mancanza di materiali. Contemporaneamente a ciò venne effettuato il rilevamento topografico dall'inizio del ramo nuovo a -486. Si effettuò anche il recupero delle corde interrotte a -180 causa l'inesperienza della squadra di recupero. Ritornammo sul posto pochi giorni dopo per completare il disarmo, restando incerti sulla scelta di un buon periodo per continuare oltre il limite. Decidemmo di tentare per Natale, allestendo fra l'altro un campo interno per 4 persone a -335 da utilizzarsi a rotazione fra le 2 squadre che operavano in grotta.

Avevamo inoltre l'appoggio del G.S.L., che collaborò con noi armando con il proprio materiale il Simi fino a -290, con il progetto di eseguire un nuovo rilevamento della

prima parte della cavità, assieme al Gruppo Speleologico Archeologico Livornese (al momento ancora in corso di attuazione). Durante le operazioni la nostra squadra di punta, trasportati 12 sacchi fino al campo, continuò la discesa in 3 persone, dato che la 4ª non se la sentiva di proseguire. A - 500 si accorsero che la portata del torrente era tripla rispetto a quella della estate precedente. Scesero ugualmente in condizioni difficilissime fino a - 635, sopra un pozzo sui 30 m., rinunciando a continuare l'esplorazione. La seconda squadra, incaricata alla topografia da - 466 ed alle fotografie, preferì proseguire l'esplorazione fino al fondo dell'abisso (- 680), dopo aver percorso uno stretto meandro nel quale si convogliavano altri due grossi corsi d'acqua, per gettarsi in un sifone. Fu anche portato avanti il rilievo fino al fondo. Il recupero dei materiali, assieme ad una più accurata documentazione fotografica, venne fatto nel periodo pasquale del '76.

DESCRIZIONE DELLA NUOVA DIRAMAZIONE (DA -290 a -680)

A -290, lungo il ramo attivo dalla parte già conosciuta dell'abisso, dopo una risalita sopra l'orlo di un salto di 12 m., si sviluppa un meandro a più piani della lunghezza di 67 m. mentre dalla parte opposta si diparte un altro più stretto che infatti chiude dopo poco.

In alcuni punti il meandro di 67 m. si presenta sotto forma di una comoda condotta della larghezza di 1 o 2 metri. Il meandro sbucca in un vasto ambiente nel quale si succede una serie di pozzi, rispettivamente profondi m. 28,5; 15,4. Sotto p. 28 è stato esplorato un meandro impraticabile. Sotto il p. 4 un'altra diramazione, a destra è cieca.

Sulla sinistra si apre invece un pozzo profondo 115 m. Questo è costituito da un grande cilindro per i primi 50 m. e successivamente si presenta sotto forma di scivolo. Gli ultimi 60 m. sono nuovamente verticali. Alla base (m. 20x20), esiste un'unica prosecuzione, sopra un salto di 3 m. in alto rispetto alla base del grande pozzo.

Uno stretto meandro fangoso porta sopra un salto di m. 3. Sotto, dopo un alto saltino, si accede ad un ambiente più largo.

Proseguendo sulla sinistra si giunge sul p. 60 (dopo 2 strettoie ed un pozzo di 10 m.). E' meglio raggiungerlo superando, sulla destra, un salto di 4 m. fino ad una bocca e scendendo per altri 4 m. fino ad un piccolo ambiente. Da qui si sviluppa una stretta e breve condotta che dà sul p. 60. Questo all'inizio misura m. 5x2, ma subito sotto si allarga a campana e si scende parallelamente ad un cospicuo torrente, che si getta nel pozzo 15 metri sotto il suo imbocco.

Dopo 30 m. il pozzo cambia direzione e si sviluppa inclinato.

Gli ultimi 20 m. si scendono lungo la parete completamente battuta dalla cascata. All'ampia base soffia una fortissima corrente d'aria.

L'acqua scompare fra il pietrame per riapparire in un altro vano, che conviene discendere dopo aver attraversato il meandro soprastante.

Così è possibile scendere un pozzo di 33 m. all'asciutto. Il salto è quasi completamente nel vuoto. Al suo fondo si vede il getto di acqua precipitare in un grande salto dalla sezione perfettamente cilindrica, di 15 m. Anche qui non è possibile seguire la via più logica, e si attraversa tutto il pozzo sulla sinistra per discendere in un altro vano. La discesa (quasi tutta nel vuoto), termina direttamente alla base di un salto di 6 m., seguente al pozzo prima menzionato. E' così stata evitata la grande base del p. 15, spazzata da una violenta corrente d'aria. Dal fondo del p. 8 si sviluppa un largo meandro percorso dal torrente. Questo tratto, lungo 50 m. circa, è intervallato da 2 salti da arrampicare (m. 4+2 e m. 4+1) e da un susseguirsi di svolte, salti minori e comodi slarghi. Alla fine del meandro si incontra un pozzo di 6 m. Sotto l'ambiente si allarga fino ad un pozzo di 28 m. La linea di caduta dell'acqua non è percorribile, così si attraversa il pozzo sulla destra e lo si scende da un imbocco fra la parete e un ponte naturale. La discesa, prima lungo la parete e poi nel vuoto, termina fra dei grandi massi,

dopo gli ultimi 10 m. dove si incontrano alcuni schizzi d'acqua della cascata parallela. Dal fondo si sviluppano 2 diramazioni: La prima, sulla sinistra, è costituita da un meandro lungo 20 m. circa, che riceve a metà del suo percorso una cascata proveniente da un camino e termina alla base di un ripido scivolo sabbioso. La via verso il fondo è invece sulla destra. Sceso un pozzo di 5 m. fra i massi, si incontrano i 2 corsi d'acqua, che confluiscono in un meandro di ridotte dimensioni. Dopo una quarantina di metri si scende un salto di 2 metriche immette in uno slargo. Da qui non è più possibile proseguire lungo l'acqua e ci si innalza per la lunghezza di 15 m. circa, fino a discendere una strettissima fessura che porta nuovamente al corso d'acqua. Sulla destra, dopo un'arrampicata di 5 m., si giunge alla base di un camino alto 20/30 m.; lateralmente a questo si getta un terzo corso d'acqua, che confluisce nel ramo principale dietro ad una grande lama dividente il passaggio.

Oltre si giunge alla sponda di un profondo sifone, il cui specchio d'acqua misura m. 7x2.

SCHEMA TECNICO DELLA CAVITÀ

p. 9 (pozzo d'accesso): 15 m. di corda su spit per passamano fuori dall'imbocco; e spit più basso per l'attacco del pozzo - discesa in parete;

p. 7: 10 m. di corda su spit alto. Discesa nel vuoto;

galleria comoda di m. 30, con 2 salti in arrampicata;

p. 39: 50 m. di corda su 3 spit e 3 chiodi a pressione. Frazionamento 2 m. sotto su spit, o 5 m. più sotto dall'imbocco spostandosi 3 m. a destra. In periodi sfavorevoli compare una spina d'acqua non fastidiosa;

meandro stretto di m. 20 con salti in arrampicata (sulla destra dalla base del pozzo lungo l'arrivo d'acqua) per arrivare in un ambiente più largo e poi discendere di nuovo un tratto meandriforme (m. 10 in tutto);

p. 12: 15 m. di corda su spit alto dopo 5 m. di attraversata su cengie. Discesa nel vuoto evitando completamente l'acqua;

galleria comoda di m. 10 con un salto in arrampicata;

p. 80: traversare sulla destra, per m. 5, assicurati su spit, chiodi a fessura e chiodi a pressione. Attacco su spit e frazionamento 4 m. più sotto su spit, lungo la linea della corda. Discesa nel vuoto fino al fondo, evitando quasi completamente l'acqua anche in periodi sfavorevoli. 100 m. di corda fra attraversata e pozzo;

p. 5: attacco su spuntone alto a destra o su chiodo a fessura in basso a sinistra. Discesa in parete evitando il getto d'acqua;

p. 35: attacco su chiodo a pressione per passamano fino a spit in fuori. Da qui discesa in parete per 15 m. e frazionamento lungo la corda. Poi discesa nel vuoto fino al fondo. Il getto d'acqua risulta un pò fastidioso negli ultimi 25 m. in periodi sfavorevoli. 50 m. di corda sia per il p. 5 che per il p. 35.

meandro comodo di m. 30;

p. 12: attacco su chiodo a fessura in alto a sinistra. Discesa per 6 m. in parete. Frazionamento su spit spostato in fuori. Ultimi 6 m. di discesa nel vuoto. 20 m. di corda, direttamente fino alla base del salto seguente; (getto d'acqua completamente evitato);

meandro largo di m. 30 con molti salti in arrampicata (un pò fastidiosi in periodi sfavorevoli);

p. 3: 5 m. di corda per il passamano su chiodo a fessura fino all'attacco su spit, con il getto d'acqua evitato;

meandro comodo di m. 30, con molti salti in arrampicata, (fastidiosi in periodi sfavorevoli);

p. 5: m. 10 di corda su spit spostato sulle sinistra. Discesa in parete, evitando il

getto d'acqua;

meandro di m. 30 da percorrere in alto, su comodo slargo, fino a quando ciò è possibile;

p. 7: 10 m. di corda su spit posto più indietro dell'attacco per sicurezza e attacco su spuntone, dal quale la discesa è nel vuoto e il getto d'acqua quasi completamente evitato;

salto in arrampicata fino al bivio fra il ramo attivo (verso i - 365) e quello fossile (verso il fondo attuale a - 680). Per il ramo nuovo bisogna salire 3 m. in arrampicata sopra il seguente pozzo del ramo attivo 12 m.);

meandro fossile di m. 67 da percorrere sul fondo dove possibile o all'altezza di comodi larghi;

p. 28: m. 35 di corda su spit e m. 10 di discesa in parete. Frazionamento su spit e altri 18 m. quasi completamente nel vuoto.

p. 5: 10 m. di corda su spuntone e discesa in parete;

p. 15: 25 m. di corda su spit a 2 m. dall'orlo. Frazionamento 1 m. sotto l'orlo e discesa in parete. Corda direttamente lungo lo scivolo seguente;

p. 4: 10 m. di corda su spit alto e discesa in parete;

p. 115: attacco su spit arretrato, per passamano, fino a spit basso sulla destra e 40 m. di discesa nel vuoto fino a un minuscolo terrazzo. Primo frazionamento 2 m. sotto sulla destra e 10 m. di parete fino ad un grande terrazzo. Poi scendere uno scivolo con massi (attenzione alle scariche di pietre!) con la corda in teleferica fino al secondo frazionamento su spit, per 20 m. di parete. Sotto spostarsi scendendo lungo un terrazzo sulla destra fino al terzo frazionamento, su spit. 5 m. più sotto si fa il quarto frazionamento, sempre su spit. Gli ultimi 30 m. di discesa sono in parete. Usare 130 m. di corda in tutto;

meandro stretto di 10 m. raggiungibile con un'arrampicata di 3 m. seguire la freccia rossa sulla parete);

p. 3: 10 m. di corda su spuntone alto a sinistra e discesa in parete;

salto di m. 2 fino ad una saletta. Da qui arrampicare 4 m. sulla destra (seguire la freccia sulla parete) e calarsi in arrampicata per altri 4 m. Alla base percorrere una bassa condotta di 10 m.;

p. 60: 75 m. di corda su spit arretrato per passamano, fino all'attacco basso, su spit. Discesa in parete per 4 m. fino al primo frazionamento, su spit. Da qui 15 m. nel vuoto e altri 20 in parete, per giungere al secondo frazionamento spostandosi per 3 m. a destra, su spit e da qui 7 m. di discesa in parete. Il terzo frazionamento è su spit, lungo la linea della corda, per 13 m. di parete fino al fondo. Una grossa cascata interessa il pozzo da -15 in giù, ma non è più evitabile da -40 al fondo. In periodi di abbondanza d'acqua, questo tratto, viene disceso sotto un notevole getto d'acqua;

traversata di 10 m. sopra un profondo pozzo, da effettuarsi sulla sinistra;

p. 33: attacco su masso e discesa in parete con frazionamento 6 m. più sotto. Da qui si scende nel vuoto fino al secondo frazionamento, dopo ulteriori 8 m., su spit. Da questo punto si scende nel vuoto fino al fondo;

traversata sopra il seguente pozzo, per m. 10. Fissare la corda su uno spuntone, successivamente su una lama, in-fine sullo stesso spit del salto seguente;

p. 21: attacco su spit 12 m. sotto l'orlo e discesa quasi completamente nel vuoto. S'incontra l'acqua, che non toccava la discesa dal fondo del p. 60, negli ultimi 6 m. di discesa: peraltro il getto è anche qui evitato. usare 80 m. di corda per il p. 33, la traversata è di p. 21;

meandro largo di 50 m. con due salti rilevanti da apprezzare con corde (da 10 m. l'una) in caso di abbondanza d'acqua;

p. 6: 10 m. di corda su un masso in basso e discesa in parete; la cascata non risulta fastidiosa;

traversata di 7 m. sopra il seguente salto, assicurandosi su uno spit fino allo spit dell'attacco del pozzo;

p. 28: attacco su spit basso e primo frazionamento dopo 3 m. nel vuoto su spit. Discesa in parete per 11 m. fino al secondo frazionamento su uno spuntone. Da qui si discende nel vuoto fino al fondo ricevendo in periodi sfavorevoli alcuni schizzi d'acqua. 50 m. di corda per l'attraversata ed il pozzo;

p. 5: 10 m. di corda su un masso e discesa, all'asciutto, nel vuoto;

meandro un po' stretto di 40 m. fino ad uno slargo. Da qui meandro di 15 m. da percorrere in alto all'altezza di uno slargo. Poi calarsi in verticale per 7 m. alquanto difficoltosi, giungendo su delle pozze d'acqua in un ambiente più largo. Dopo pochi metri di comodo percorso, ci si ferma davanti al sifone terminale.

CONCLUSIONE

Con questa scoperta pensiamo di aver dato un contributo essenziale alla conoscenza dell'idrologia della vallata d'Arnetola, facente parte della zona a nord-est delle spartiacque delle Alpi Apuane.

L'abisso Simi, infatti, pur risultando meno profondo del vicino Abisso Coltelli (- 730), si presenta come un fenomeno di maggiore portata, raccogliendo sul fondo 3 corsi d'acqua di notevole entità.

È anche interessante notare che i sifoni terminali dei 2 abissi si trovano alla stessa altezza sul livello del mare. Questo fatto, unitamente alle ridotte dimensioni della parte terminale del Simi, apparentemente in contrasto con la presenza del grosso torrente (10/20 litri al secondo di portata d'acqua in periodi medi) e con la buona carsificabilità della roccia in quel punto, dimostra come entrambi i sistemi possano giungere fino e non oltre il livello di base delle acque della vallata.

Altre nuove importanti scoperte nella zona, dovrebbero confermare questa ipotesi.

Hanno partecipato alle operazioni (negli anni 1976-1977-1978):

Bertoldo Giancarlo (SAS - TS.)
Blanchetti Mario (SAS - TS.)
Blasutto Dario (SAS - TS.)
Dambrosi Sergio (SAS - TS.)
Fonda Paolo (SAS - TS.)
Fonda Bruno (SAS - TS.)
Franco Alessandro (SAS - TS.)
Glavina Maurizio (SAS - TS.)
Juretig Lucio (SAS - TS.)
Lazzarini Alberto (SAS - TS.)
Loretta Andrea (SAS - TS.)
Magliacca Fulvio (SAS - TS.)
Marengo Andrea (SAS - TS.)
Marengo Marco (SAS - TS.)
Marolla Silvio (CGEB - SAG - TS.)
Martellani Pierpaolo (SAS - TS.)
Nottoli Mario (GSL - LU.)
Nussdorfer Giacomo (SAS - TS.)
Pichi Erwin (SAS - TS.)
Rizzi Piergiulio (SAS - TS.)
Scarazzato Antonio (SAS - TS.)
Tamaro Paolo (SAS - TS.)
Zerial Mauro (CGEB - SAG - TS.)
Zidar Marco (SAS - TS.)

BIBLIOGRAFIA

Bernacchi Giulio - "L'Abisso F. Simi - Vagll di Sopra (LU) - Atti dell'XI Congresso Nazionale di Speleologia - R.S.I. - Memoria XI - Tomo II pagg. 223 - 226.

COMMISSIONE GROTTA "E. BOEGAN"

Sergio Sama

ABISSO 1° A SW DEL M. SPRIC FR 1249

RIASSUNTO

In questo lavoro si cerca di dare, tenendo conto dei molteplici aspetti dell'esplorazione sotterranea, la descrizione più approfondita e specifica possibile dell'«Abisso I a SW del monte Spric».

All'ingresso originale dell'«L 18» si sono aggiunte, con le ultime scoperte, quelli del «T 8», che con i suoi 174 m di pozzo fra roccia e ghiaccio è la più lunga verticale sul massiccio del Canin, e il «T 11», sprentesi a poca distanza, che con il suo secondo pozzo si collega.

2500 m di gallerie, che si estendono in senso esclusivamente orizzontale a profondità fissa (150 m), rappresentano il complesso sotterraneo che più si discosta da quelli importantissimi portati alla luce da oltre 15 anni di scrupolosa attività. Solo con gli ultimi grandi pozzi scoperti nell'estate del '77, la profondità è scesa a -250, restando comunque insoddisfacente.

SUMMARY

By this Work we will give, with reference to the various sides of the subterranean exploration, as possible, a specific description of the "Abisso I a SW del monte Spric".

To the original entrance "L 18" we added with the latest explorations, the entrances of "T 8", that for his 174 meters of pit between rock and ice is the deepest on m. Canin, and the "T 11" that is unit with its second pit of 48 m.

2500 meters of galleries, those are developed in horizontal planes at a fixed depth of 150 m, represent the cave that is more differentiated from the others, explored for more than 15 years of hard activity.

Only with the latest great pits discovered in the summer 1977 the depth has descended to -250 m, but is however yet unsatisfactory.

ABISSO I A SW DEL MONTE SPRIC Fr 1249

Rinvenuta nel giugno 1975 durante una battuta di zona che si inserisce nell'attività che, partecipando gli speleologi della Commissione Grotte E. Boegan di Trieste, ogni anno si rinnova sul massiccio del monte Canin, questa cavità può essere considerata l'ultimo-genito di quella serie di importantissime complessi sotterranei portati alla luce da oltre un quindicennio di scrupolose ricerche ed esplorazioni, contribuendo a un notevole approfondimento della conoscenza dei fenomeni carsici.

Dell'«Abisso I a SW del monte Spric» si cerca di dare qui una descrizione approfondita e specifica che, tenendo conto dei molteplici aspetti dell'esplorazione sotterranea, dia il suo contributo a una maggior comprensione dei fenomeni sotterranei del monte Canin.

DATI CATASTALI

N° 1249 Fr - "Abisso I a SW del monte Spric"

IGM Foglio 14 II SE "Monte Canin"

quote Ingresso: m 1850, m 1820, m 1812 slm

pozzi esterni: m 35, m 174, m 83 - pozzi interni: m 50, 45, 35, 30, 9, 10, 50, 10, 15, 20, 42, 90, 48, 17, 80.

Sviluppo m 2500

Profondità m 250

Rilevatori: Ferluga, Forti, Guldi, Serra, Torelli, Zerial, Zorn.

L'ingresso principale della cavità (L 18) si trova al cospetto di un breve salto di roccia contornato dai maghi, sul fondo di una dolinetta che, dandogli l'aspetto di inghiottitoio, si assomma alle innumerevoli le quali, assieme a profondi solchi erosivi, tormentano quel breve tavolato che interrompe circa a metà strada il declivio che dall'ingresso dell'abisso "Gortani", sotto il Col delle Erbe, conduce fino allo Spric per un dislivello di circa 100 metri.

La natura geologica del massiccio, già abbondantemente trattata in altre occasioni, presenta uno strato carsificabile di oltre 1000 metri rappresentato da calcari stratificati del Dachstein poggianti sulle dolomie principali, interessati da un esteso sistema di faglie EW che non poco hanno condizionato le erosioni più profonde. Nel versante Nord del massiccio, quello che direttamente interessa questa descrizione, costituito dalla val Raccolana, si hanno numerosi spandimenti idrici al contatto tra la dolomia ed il calcare, che si convogliano nel torrente Raccolana; rappresentante più autorevole dei quali è il "Fontanon del Goriuda" che, con i suoi 50-100 litri al secondo, costituisce il drenaggio principale delle acque di fusione del massiccio e il collegamento sotterraneo ideale.

DESCRIZIONE

L'ingresso principale è costituito da uno stretto orifizio di diametro un metro, frastagliato da numerose lame di erosione, che rappresenta la bocca del pozzo. Dopo 35 metri di scala si abbandona la verticale originale, che prosegue fra massi pericolanti, per immettersi in una stretta fessura verticale che sbocca nuovamente sul pozzo originale, che così si può scendere in condizioni più sicure. Un piccolo terrazzino interrompe la verticale e un nuovo cambio attacco divide il pozzo in due frazioni di 30 e 20 m, che terminano su un piccolo scivolo molto inclinato di neve permanente che ingombra notevolmente il fondo ciotoloso.

Scaglionati lungo questa verticale e impegnati nelle operazioni di recupero dei materiali, alle ore 11 e 30, 7 speleologi della Comm. Grotte E. Soegan furono sorpresi dal sisma del 15 settembre, della durata di circa 20 secondi, valutato sul 9° della Scala Mercalli. Precaduto da un cupo rombo, il movimento, probabilmente per la prima volta nella storia delle esplorazioni speleologiche, trovandosi la grotta a circa 20 chilometri dall'epicentro, fu avvertito nettamente nella sua manifestazione più impressionante, che per fortuna non ebbe alcuna tragica conseguenza.

Un breve meandrino si diparte dalla base del precedente pozzo e si sprofonda, costituendo una stretta dal non banale superamento, nel III e ampio pozzo profondo 45 m che chiude la prima e unica serie di pozzi.

Con una breve arrampicata di 5 m si raggiunge, dalla base ciotolosa del pozzo, la condotta di un piccolo meandro per raggiungere, dopo averne percorso alcuni metri, il primo bivio (p. "a") che divide le due principali diramazioni; il ramo EST che segue diritto la condotta che si trasforma in cunicolo, e il ramo NORD-EST che prosegue per il meandro, raggiungibile con 3 m di salto, che piega a destra.

Seguendo la cronologia delle esplorazioni si prosegue per un basso cunicolo che, dopo una quindicina di m, immette in una galleria discendente dalla quale si diparte, a sinistra con un passaggio basso e polveroso (p. "b"), quella secondaria "B" ampia e comoda che termina dopo circa 150 m in una serie di pozzi per 45, a fondo cieco.

Proseguendo in discesa, la galleria principale, dove per esigenze di rilievo venne sistemato un campo sotterraneo per 4 gg, dopo un nuovo breve cunicolo si sprofonda in due pozzi paralleli di 35 e 30 m a fondo cieco; si devono attraversare ambedue sulla destra lungo cenge scivolose, per giungere nuovamente sull'ampia galleria fangosa che, presentando sulla destra alcune irrilevanti diramazioni, comincia dopo breve tratto a meandricarsi, fino a giungere in una stanza-camino battuta dallo stillicidio abbondante p. "d". Da qui prosegue il meandro vero e proprio che, dopo un centinaio di m, sbuca su un salto di 9 dal fondo del quale ha inizio la "galleria delle cavernette" che, fedele al suo nome, finisce dopo 60 m di declivio su una fessura impraticabile; qui (p. e) si fermarono i primi esploratori nell'estate '75.

Un'area spaccata permette di intercettare la prosecuzione del meandro originale, sopra il pozzo, che prosegue regolarmente, dando inizio al ramo "della senilità", per circa 300 m. interrotto soltanto a metà strada da un'ampia caverna ingombra di massi pericolanti.

L'arrivo ciotoloso di un ampio pozzo, la cui comunicazione con l'esterno è comprovata da un momentaneo cumulo di neve e sterpi, interrompe ulteriormente la regolarità del meandro che riprende, previo innalzamento di arrampicata, più polveroso e cadente che mai.

Dopo circa 60 m. ancora uno slargo si prospetta sulla destra di progressione ed è costituito da un salto di 9 m, che conduce nella base di ancora un pozzo le cui pareti si perdono nel vuoto, mentre conviene proseguire diritti. Durante le operazioni di rilievo di quest'ultimo tratto, il 15 settembre 1976 due speleologi furono sorpresi dal sisma delle ore 3 e 30 precedente a quello delle 11 e 30 già descritto; durante il movimento uno di essi, trovandosi in pressione fra le due pareti (p. "g"), osservò distintamente lo scivolamento e ritorno nella posizione originale di uno strao superiore su quello inferiore, sulla parete sinistra in ordine di ritorno verso la superficie.

Una galleria bassa pone fine al lungo e travagliato meandro, conducendo nell'ultimo e ampio vano, dove la galleria originale, che prosegue poi per 85 m. leggermente ascendenti e si conclude in una stretta fessura verticale ingombra di massi, fu intercettata da un enorme pozzo e da un'altissima spaccatura che, aprendosi sulla sinistra, lo raggiunge con uno scosceso ghiaione (p. "h").

È questo il punto di massima estensione raggiunto nei primi mesi estivi del '76, anno ampiamente dedicato all'esplorazione e al rilievo dei notevoli sviluppi di questa cavità.

Ritornando al primo bivio, adiacente alla prima serie di pozzi, ci si può immettere, seguendo lo strato meandro che al punto "a" piega a destra, nel ramo NE, esplorato con notevoli risultati solo in tempo successivo.

Si segue uno stretto meandro, alto in media 5 m. secco e polveroso, detto "dei tormenti", solo nell'ultimo tratto percorso da un esile corso d'acqua; dopo 130 m. un basso cunicolo si diparte dalla condotta (p. "1"), costituendo la prosecuzione più proficua, mentre quella logica porta dopo circa 150 m. di gallerie e cavernette a una grande spaccatura (p. "2") battuta da un discreto corso d'acqua che, dopo aver formato due pozze profonde, sparisce in un meandrino impraticabile. Seguendo invece la diramazione che, dall'andamento NW dei "tormenti", piega bruscamente a E, si deve strisciare per una sessantina di metri nel fango umido di un cunicolo, alto in media 50 cm e largo 3-4; l'orifizio (Ø 1,5 m) di un pozzo privo di camino superiore, ma abbondantemente inaffiato da una fessura laterale, lo trafora a circa metà percorso e l'acqua, dopo un salto di 42 m, si immette in un meandro dopo breve tratto impraticabile.

Si prosegue l'esplorazione oltrepassando il pozzo e riprendendo a strisciare per altri 30 m, per giungere a una cavernetta che finalmente consente la posizione eretta (p. "3"); dal soffitto, raggiungibili con viscida arrampicata, proseguono due cunicoli comunicanti molto angusti e umidi che sboccano finalmente, oltrepassando una fessura profonda

(*) p. "1"

forse 10 m, su un largo meandro percorribile sul fondo. Con un salto in arrampicata si è in un'ampia caverna cosparsa di massi (p. "4") e poi nuovamente in un meandro che, abbassandosi in un cunicolo, sbucca in una cavernetta con alcuni grandi massi sul fondo (p. "5"), sormontata da un camino molto vasto e arrotondato, del quale non si scorge la fine. Sulla parete opposta il cunicolo prosegue fra i ciottoli arrotondati, mentre con 10 m di arrampicata, si può raggiungere una spaccatura apertasi sulla destra; questa prosegue nella stessa direzione e, dopo una serie di salti, termina fra i massi (p. "0"); subito terminata l'arrampicata, invece di seguire la spaccatura, si può prendere a sinistra una comoda galleria cosparsa di crollo e argilla secca, la quale termina dopo circa 120 m su un salto di circa 15 m, tuttora da esplorare.

Proseguendo per il cunicolo ghialoso, senza inerpicarsi per la spaccatura, si giunge dopo circa 10 m in una cavernetta caratterizzata da un pozzo profondo forse 10 m, sul cui orlo un masso sta in bilico; qui la prosecuzione è rappresentata da un evidente e comodo meandro alto inizialmente 4 m, che si sprofonda, dopo circa 100 m, in un salto vagliato per 80 (p. "6") e qui termina, lasciando il posto a una bassa galleria. Questa immette dopo breve tratto in una ampia caverna cosparsa di massi crollati dalla volta, la cui parete Ovest è costituita da un enorme e levigatissimo specchio di faglia: nel mezzo si apre un pozzo dagli orli pericolanti profondo sul 40 metri, che bisogna lungamente traversare prima di giungere dall'altra parte, dove, attraverso un passaggio basso fra i massi, si prosegue per un'ennesima galleria cosparsa di colonnette di ghiaccio, e per un meandro in discesa, il salotto delle comari, percorribile sul fondo spessamente ghiacciato.

Un pozzo circolare interrompe bruscamente, cosparsa di colonne e colate di ghiaccio trasparente, quest'ultima serie di gallerie sprofondando a campana probabilmente per circa 100 m. Non avendo materiale sufficiente per tentarne la discesa, il 25/7/77, si riuscì ad attraversare anche questa verticale, del diametro di 8 m, con difficile arrampicata, giungendo ad ancora una agevole galleria che, con una retroversione, conduce a un altro grandissimo pozzo ampiamente terrazzato da cumuli di neve, sicuramente comunicante con il 1°.

Qui terminarono le ultime esplorazioni dell'estate 1977, rimandando agli anni futuri ulteriori approfondimenti dei numerosi rami secondari e, soprattutto, l'entusiasmante discesa delle grandi verticali scoperte, che promettono finalmente la tanto attesa prosecuzione in profondità di quella che si sta inserendo tra le più estese grotte d'Italia.

Nella campagna estiva del luglio 1977, durante una battuta di zona, fu ritrovato, nei pressi della selletta che congiunge la cima del monte Spico con il piccolo altipiano nel quale si apre l'L 18, un grande pozzo del diametro di m 4, impostato su un'evidente frattura NS, esplorato per 40 e 90 m, accertandone la notevole prosecuzione, e denominato "T 8".

174 m di verticale (la più profonda sul massiccio del Canin) chiudono in un Sandwich di roccia e ghiaccio l'esploratore, essendo la parete di progressione ricoperta da un'abbondante colata per 120 m della sua lunghezza totale. Una notevole balconata, al cospetto di un levigatissimo specchio di faglia, separa la prima dalla seconda verticale profonda 48 m che si getta senza irregolarità in una enorme spaccatura lunga circa 35 m e di larghezza variabile, della quale non si scorge assolutamente il soffitto; una fessura soffiante fra i massi conclude l'esplorazione del "Grugnolungo" (questo il nome appropriato).

Quasi in corrispondenza con l'arrivo della II verticale, al centro della spaccatura, il 27 agosto '77 fu ritrovato, fra i ciottoli ed il ghiaccio tritato che ricopre il fondo, un cordino d'attacco; lo stesso che un mese prima era caduto nel vuoto durante le difficili operazioni di attraversamento del pozzo terminale del "salotto delle comari", (*) a

(*) p. "7"

inequivocabile riprova di quanto era già stato ipotizzato in base all'esame della pianta: la galleria terminale della "L 18" si affaccia, con un salto di 90 m, sulla volta invisibile della grande spaccatura.

Contemporanea a quella del "T 8", giunge a complicare le cose l'esplorazione di un'altra grotta, siglata "T 11", la stretta fessura d'ingresso della quale si apre a una ventina di metri di distanza in direzione NE.

Dalla base del pozzo di 83 m si raggiunge con una serie di brevi salti (m 4,5, 4, 11,5) l'orlo di un pozzo da 18 m, dalla base del quale, con breve arrampicata, si raggiunge una finestra che, con 2 salti da 6,5 e 4,5 m, dà su una stretta galleria dal fondo traforato da numerose vaschette d'acqua. Dopo 35 m la galleria termina su un pozzo molto profondo, privo di camino superiore; percorsi appena 33 m si nota chiaramente sulla sinistra, pochi metri discosta dalla verticale originale, la grande balconata che divide i due pozzi del "grugnolungo", ritrovandosi a cavalcarla dopo un breve pendolo.

NOTE MORFOLOGICHE

Dal punto di vista morfologico, non è azzardato dire che questa cavità rappresenta un fenomeno più unico che raro fra quelli finora osservati sul massiccio calcareo del Canin; essa infatti segue per lunghissimi tratti piani di galleria quasi esclusivamente orizzontali, ormai da tempo abbandonate dai corsi d'acqua, che si sviluppano a profondità costante (circa 150 m), presentando spesso chiari segni di riempimento. Numerosi in ambedue le principali diramazioni, sono i grandi pozzi formati in epoche più recenti paleoamente comunicanti con l'esterno, che intercettano il corso delle gallerie, ma che, pur vantando segni di energica erosione, in esse si esauriscono.

Se si considera l'esatta definizione di "meandro", contrariamente a quanto fatto nella descrizione per comodità esplicative, cioè quella particolare galleria che, sviluppandosi su pendenze minime, presenta delle curve ad "S" frequentissime e molto strette; si deve notare che il fenomeno è presente solamente negli ultimi 40 metri dei 130 del "tormenti", che danno inizio al ramo NE, e fa la sua saltuaria comparsa anche in altri punti successivi della stessa diramazione.

Frequenti e diffuse sono invece quelle gallerie che, seguendo determinate fratture, si sviluppano in senso verticale trascurando, spesso a scapito umano, la larghezza; occupano la maggior parte del ramo "della senilità" e fanno la parte del leone anche nel ramo NE, costituendone il tratto iniziale, alternandosi alle basse gallerie, e occupandone il lungo tratto finale "salotto delle comari".

La formazione più frequente, dopo quella a "meandro", è la galleria cosiddetta "a pelo libero", sviluppatasi in interstrato, che presenta una discreta larghezza, ma che spesso non consente la posizione eretta, presentando sul fondo fango e residui argillosi; fa da parte iniziale e conclusiva al ramo EST e divide per un lungo tratto particolarmente basso il primo "meandro" dei tormenti, da quelli successivi del ramo NE. Della stessa natura, si distinguono per la particolare siccità e per segni di disfacimento, la galleria "B" e quella che per circa 120 m si allunga dall'alta spaccatura raggiunta in arrampicata dal punto "5"; ambedue comunque sono percorribili agevolmente.

Altre particolari forme sono le "condotte forzate" che, sottoforma di malagevoli cunicoli, sono presenti soltanto in un punto (p. "3") e ricoprono un breve tratto.

Introdotta solo con le ultime scoperte ed esplorazioni, il pozzo rappresenta, con i corsi d'acqua, la carenza che più caratterizza; sono assenti infatti, eccetto che per la I di circa 140 m, le successioni di verticali che in tutti gli altri abissi del massiccio hanno fatto aumentare considerevolmente la profondità.

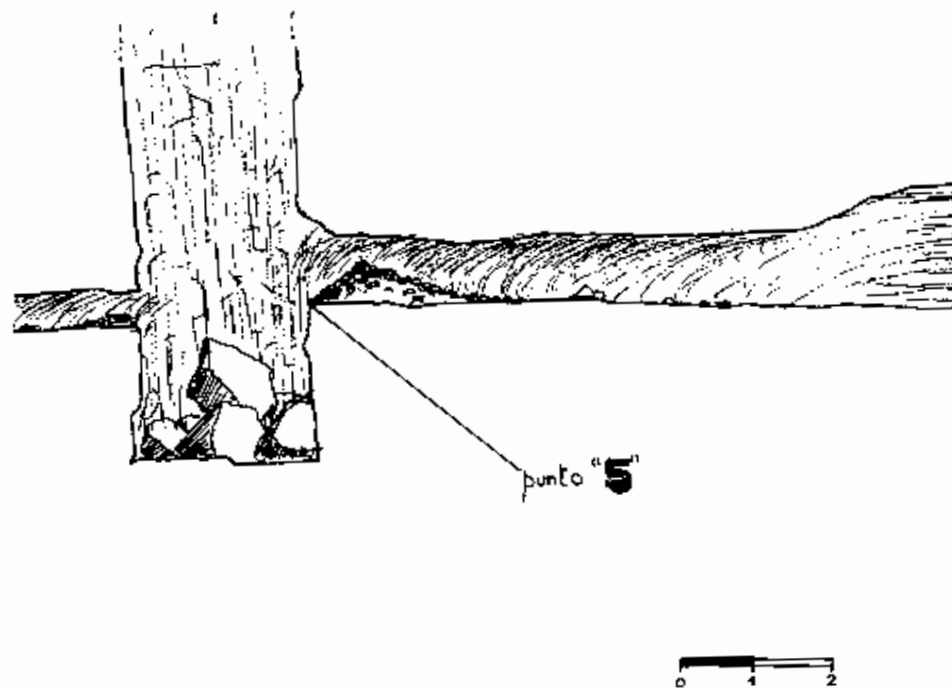
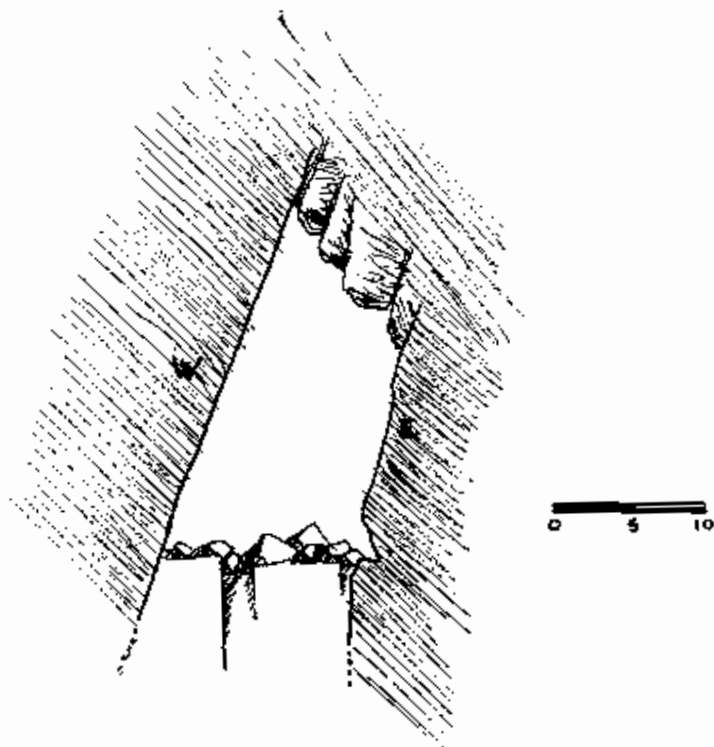
I pozzi che qua e là fanno la loro saltuaria comparsa in mezzo alle gallerie, hanno tutti la caratteristica sezione circolare-allittica della potente erosione e dissoluzione;

segno distintivo è la presenza, sul fondo di ciascuno, del "meandrino impraticabile" nel quale l'acqua si incanala, che preclude puntualmente ogni prosecuzione.

Impostati sull'incontro di diverse, considerevoli fratture forse fagiate, i grandi vuoti scoperti nelle ultime esplorazioni fanno discorso a parte. Circa 200 m di tratti verticali portano l'esploratore di tre diverse cavità sulla plateale regolare dell'ampia spaccatura EO; quello dell'«L 18» scende per circa 90 m di suggestiva verticale a campana per atterrare nel mezzo della "caverna"; quello del "T 11" lungo un camino semicircolare che si apre sulla parete S, mentre quello del "grugnotungo" riesce quasi a dargli la mano.

Un altro vuoto considerevole è rappresentato dall'ampia caverna di crollo del ramo NE (successiva al p. "6"), la cui parete W è rappresentata da un gigantesco e levigatissimo specchio di faglia; il fondo è cosparso da grandi massi che, lo si nota a prima vista osservando il soffitto, scivolando sulla parete strapiombante, sono rovinati sul pavimento e nel pozzo che instabile si sprofonda nel mezzo.

Una particolare forma di riempimento, presente per brevissimo tratto solamente nel punto "5", è data da un ammasso di ciottoli arrotondati che riempie quasi totalmente la bassa galleria conclusiva del il tratto di agile meandro percorribile sul fondo, prima che questa venga intercettata dall'ampio e altissimo camino; piccolo riempimento che si va disperdendo a ogni puntata esplorativa, allargando sempre più il passaggio.



GRUPPO GROTTA BRESCIA "C. ALLEGRETTI" MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE
DI BRESCIA

Corrado Camerini e Dante Vallati

LA GROTTA DELLA CARBONELLA (N. 452 Lo-BS)

RIASSUNTO

In questo lavoro viene descritta per la prima volta la Grotta della Carbonella [Altopiano di Cariadeghe, Brescia] che, molto probabilmente, costituisce un secondo imbocco [più basso del principale] del complesso Omber in banda al Bùs del Zel (N. 247 Lo-BS).

Vengono spiegate le ragioni che hanno portato, nel novembre 1977, alla sua scoperta ed i motivi che inducono a credere possa essere in stretta relazione con l'altra grotta summenzionata.

Viene data quindi una dettagliata descrizione geomorfologica, corredata dal rilievo topografico, e della rete di faglie su cui è impostata.

SUMMARY

The Grotta della Carbonella is described in this article for the first time. It lies on the karst upland of Cariadeghe [Province of Brescia, Italy]. It is probably the second opening of the Cave Omber in banda al Bùs del Zel (N. 247 Lo-BS). The circumstances of its discovery are given in this paper together with some considerations on the relationships between the two caves mentioned above. The Authors also provide us with a detailed description of the geomorphology of the area as well as a topographic survey of the faults where it opens.

Se può esservi un caso in cui una grotta viene prima "scoperta" a tavolino e poi cercata e trovata, è il caso della Grotta della Carbonella (N. 452 Lo-BS), aperta nello scorso novembre, durante i lavori del 2° campo speleologico "Omber '77", svoltosi sull'altopiano di Cariadeghe, presso Serle (Brescia, Lombardia), con lo scopo di protrarre l'esplorazione e le ricerche nel complesso Omber in banda al Bùs del Zel (N. 247 Lo-BS), organizzato dal Gruppo Grotte Brescia e cui parteciparono numerosi altri Gruppi dell'Italia settentrionale.

Durante l'esplorazione del ramo delle cascate, a -170, uno di noi (G.G.B.) risaliva un nuovo meandro che, per la presenza di numerose strettiole, offre non poche difficoltà di progressione ed attende ancora di essere completamente esplorato. In alcuni punti di questo meandro (attivo ma in quel momento in secca), venivano rinvenuti alcuni frammenti di carbonella di legna fluitati di cui, data la profondità, non ci si spiegava l'origine, se non supponendone l'arrivo dall'esterno per una via piuttosto diretta. La sorpresa destata mise subito in moto una frenetica ricerca. Un'analisi del rilievo ed alcune informazioni raccolte dagli abitanti del luogo facevano pervenire in breve ad una dolina dal fondo piatto, un tempo adibita a spiazzo per la fabbricazione della carbonella, evidenziata dal terreno nerastro, ricco di carbone di legna.

Alla base di un piccolo gradino roccioso, fra roccia e terra, veniva subito notato uno spiraglio di pochi centimetri, che aspirava violentemente aria. Il successivo allargamento ha messo in luce l'esistenza di uno stretto e ripido meandro che ha richiesto, a più riprese, la demolizione di strettiole per poter proseguire.

La direzione e la posizione topografica, in rapporto al ramo delle cascate dell'Omber, la direzione della corrente d'aria e la presenza di resti di carbone di legna fanno ampiamente supporre che la nuova grotta costituisca effettivamente la via cercata. L'eventuale collegamento fra le due grotte è per ora interdetto dalle strettiole. Nella Grotta della Carbonella si è fermi infatti a -20 metri ad un restringimento del meandro che si sta cercando di forzare. Se il rilievo di massima (per ora il suolo esistente) del ramo delle cascate fosse esatto, fra i limiti raggiunti nelle due grotte esiste una distanza planimetrica di una decina di metri ed un dislivello di circa 60 metri; il meandro di partenza della Grotta della Carbonella è in effetti molto ripido, ma nulla esclude che vi possano essere di mezzo anche dei pozzi.

Qui di seguito vengono forniti i dati catastali e la descrizione della nuova cavità.

GROTTA DELLA CARBONELLA N. 452 Lo-BS

Comune: Serle; Località Cariadeghe.

Tavoletta I.G.M.: 47 I N. E. Gavardo (ed.)

Long.: 2°05'44" 6/10 W; Lat.: 45°35'18" 5/10 N; Quota: m 804 s.l.m.

Terreno geologico: "Corna" (Sinemuriano, Lias Inferiore)

Sviluppo: m 25; Dislivello: m 20.

Rilievo: 29.1.1978 - C. Camerini, D. Vallati (G.G.B.).

ITINERARIO

Da Brescia, lungo la Statale gardesana occidentale, per Rezzato, Vire Tre Ponti, Nuvolento. Qui si imbecca per Serle fino alla frazione Villa, da dove si prosegue seguendo all'inizio le indicazioni per il Santuario di S. Bartolomeo. Si mantiene la strada trascurando tutti i bivì fino a Casa Ceri, da dove, proseguendo per circa un centinaio di metri, bisogna abbandonare la strada per un sentiero a sinistra che, poco dopo, arriva ad uno spiazzo. Si prende di nuovo a sinistra per un sentiero fiancheggiato sui due lati da doline. Nella prima grossa dolina sulla destra, verso il fondo, è la grotta.

DESCRIZIONE

Fin dall'imbocco, di circa m 1x0,40, la grotta presenta un andamento meandriforme, molto ripido, con pavimento ingombro di sassi incastrati. Sulla parete di destra, appena oltre l'imbocco, un evidente specchio di faglia tradisce subito la matrice genetica del meandro. Ad una profondità di 9 metri, la prima strettiole offre due vie: mantenendosi in alto si riesce a percorrere solo per un paio di metri lo stesso meandro, che diviene intransitabile e che dovrebbe costituire la via principale verso il ramo delle cascate dell'Omber, essendo percorso da forte corrente d'aria, mentre nel resto della cavità vi è ristagno atmosferico; scendendo, invece, attraverso un pozzetto che conduce sotto la frana di riempimento del pavimento, ci si rimette sulla direttrice della stessa faglia, dalla quale il meandro principale si era spostato. Superato un gradino di un metro e mezzo, che immette su una faglia intersecante la prima con un angolo di circa 55°, si perviene su una caotica sala dove l'esistenza di un gruppo di faglie parallele e l'azione di erosione hanno creato uno strano gioco di vuoti e di ponti di roccia. La sala riceve uno stretto cammino, di circa 9 metri, interrotto a metà da massi incastrati, lungo il quale si incanala l'acqua per raccogliersi in una pozza sul fondo. Il pavimento del vano è fangoso e in un angolo, alla base della parete, è stato parzialmente riassorbito il riempimento mettendo in luce uno strato più profondo di breccia minuta a spigoli vivi e man mano.

salendo, uno strato di argilla molto scura, uno di argilla rossa, uno strato di limo assoluto e chiaro ed uno strato superficiale di limo nerastro, ricco di resti di carbone di legna, impregnato d'acqua. Nei due strati di argilla sono state recuperate numerose ossa (ora allo studio) fra qui figurano Ginghiale, Cervo e Tasso.

Due delle tre faglie, che costituiscono la base morfogenetica del vano, sfociano in altrettante strette fenditure, che non permettono ulteriori prosecuzioni, con evidenti fenomeni di corrosione per scorrimento e condensazione l'una, con formazioni concrete la seconda, più spostata ad ovest. Quest'ultima faglia è ripresa verticalmente da un altro camino, con forte stillicidio, all'apice del quale si apre un cunicolo meandriforme di minime dimensioni, probabilmente proveniente dall'esterno.

I motivi d'interesse che gravitano intorno a questa pur modesta cavità sono diversi. In primo luogo la probabilissima congiunzione con l'Omber (N. 247 Lo-BS), che molto potrebbe significare per una migliore comprensione della genesi di tutto il complesso. Il numero imponente di fratture che si stanno rilevando nella zona, fra cui quelle presenti nella grotta sopra descritta viste in un contesto più generale, potrà fornire ulteriori interessanti dati sulla tettonica del circostante sistema carsico, sia superficiale che profondo.

GRUPPO GROTTA BRESCIA "C. ALLEGRETTI" MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI BRESCIA

Dante Vailati e Mario Vinai

NOTA PRELIMINARE SULLE ESPLORAZIONI DELL'OMBER EN BANDA AL BÜS DEL ZEL

RIASSUNTO

In questa nota vengono fornite, oltre ai dati catastali, le notizie a tutt'oggi note sull'Omber en banda al Būs del Zel (N. 247 Lo-BS), situate sull'altopiano carsico dei Cariatèdeghe, presso Serle (provincia di Brescia), che, con i nuovi sviluppi scoperti e con le possibilità che presenta di ulteriori prosecuzioni, si pone ad un posto rilevante fra le maggiori grotte della Lombardia. Dopo una brevissima storia delle esplorazioni, viene una descrizione dei rami principali finora esplorati, con cenni sulla loro morfogenesi.

SUMMARY

The most up-to-date news on the cave Omber en banda al Būs del Zel (N. 247 Lo-BS) is given in this article. It is located on the Cariatèdeghe upland, near Serle (Province of Brescia, Italy). Thanks to the discovery of many new branches, it is now considered as one of the most important caves in Lombardy. After a short history of the researches, The Authors accurately describe all the branches explored as yet.

La grotta fu scoperta ed esplorata già nel 1954 dal Gruppo Grotta Brescia (C. Allegretti, F. Blesio, P. Bonera, C. De Carli) che ne stese il rilievo fino a -42, profondità alla quale una strettoia impedì di proseguire. Per un po' di anni non si risolse l'attenzione alla cavità finché, nel 1967, allargata la strettola, si scese fino a -75, alla base di un pozzo dove furono scoperti i resti, in connessione anatomica, di un *Ursus spelaeus* ROS.

Sembrava proprio che la grotta dovesse aver termine a quella quota e fu quindi di nuovo dimenticata. Nel 1974, un'accurata revisione di alcuni problemi indirizzò di nuovo verso la cavità e fu allora che, nel cercare la possibile via seguita dall'Orso, fu scoperto, a metà del pozzo omonimo, il passaggio chiave che portò conseguentemente a tutte le ulteriori scoperte. Da quell'anno si può dire che quasi ininterrottamente fervono i lavori, di esplorazione e di ricerca, su questa grotta che, negli ultimi due anni, è stata anche ottima palestra di sperimentazione delle nuove tecniche di progressione, in concomitanza con un processo di evoluzione tecnica che il nostro Gruppo stava attraversando. I momenti più salienti furono la risalita del *grande camino* e quindi la scoperta di numerose gallerie fossili, nell'estate 1976; il campo "Omber '76", nel novembre dello stesso anno, durante il quale una difficile traversata sulle argille del *pozzo imbuto* permise ulteriori grosse prosecuzioni su vie fossili; la scoperta, nel febbraio 1977, del *salone dei laghi*, con presenza di grosse vie attive, dopo aver percorso una bassa galleria lunga 200 metri; infine, nel novembre scorso, il 2° campo "Omber '77", che ha dato soprattutto interessanti risultati scientifici.

Attualmente proseguono sia le esplorazioni sia il rilievo topografico, quest'ultimo in via di totale rifacimento e, quindi, ancora molto incompleto.

OMBER EN BANDA AL BUES DEL ZEL, N. 247 Lo-BS

Comune: Serle; Località: Cariatèdeghe

Tavoletta I.G.M.: 47 I N.E. Gavardo (ed. 5 - 1974)
Long.: 2°05'49" 2/10 W; Lat.: 45°35'15" 3/10 N; Quota: m. 834 s.l.m.
Terreno geologico: "Corna" (Sinemuriano - Lias inferiore).
Dati metrici: rilievo in via di esecuzione (circa 4000 metri di sviluppo a 280 di profondità).

ITINERARIO

Partendo da Brescia, si imbocca la Statale del Lago di Garda e, all'altezza di Virle Treponti, si prosegue sulla gardesana occidentale (S.S. N. 45 bis) fino a Nuvolento, dove è la deviazione per Serle. Si prosegue per circa 8-9 chilometri in salita fino alla frazione Villa di Serle, dove sono ben visibili le indicazioni per il Monastero di S. Bartolomeo. Dopo circa un paio di chilometri da Villa, si prende a sinistra ad un bivio dove è presente un piccolo monumento agli Alpini. Dal bivio è sufficiente percorrere 500 metri di salita (sempre verso il S. Bartolomeo) per scorgere sul lato destro (dopo una brusca curva a destra) lo spiazzo dove si lasciano le vetture e dal quale si diparte un comodo sentiero che in un paio di minuti conduce all'imbocco della cavità. Ci troviamo qui nel cuore dell'altopiano di Cariadeghe, rinomato per i caratteristici fenomeni carsici superficiali, soprattutto doline, in numero rilevante, anche se spesso occultate alla vista dalla copertura boscosa.

DESCRIZIONE

L'imbocco, di m. 1,50 x 0,70, è posto sull'orlo ovest di una profonda dolina, ai piedi di un gradino roccioso. L'andamento del vano che segue è meandriforme e sprofonda con un primo salto di 7 metri in una stanza di 6 x 4, dopo aver superato alcuni gradini argillosi, mentre il soffitto si mantiene orizzontale. Il meandro prosegue poi stretto ed in leggera discesa, per alcuni metri, compiendo brusche svolte prima di affacciarsi sul secondo pozzo di 6 metri. Qui si cominciano a trovare i primi grossi riempimenti argillosi e argillo-ghiaiosi, spesso mascherati dalla copertura stalagmitica. Dalla base di questo salto, seguendo una frattura si perviene al terzo pozzo ed in breve, attraverso due aperture intercomunicanti, al quarto salto, di 7 metri che dà in una sala di crollo, con pavimento di massi accatastati e deposito argilloso, dove già si presentano evidenti segni di circolazione da stitichidio (-51). Un ulteriore saltino di circa 3 metri porta dalla sala al pozzo dell'Orso (m. 12), dove furono rinvenuti i resti di *Ursus spelaeus* ROS. di cui già abbiamo parlato.

Questo pozzo, ed i brevi meandri e pozzetti che seguono, sono percorsi saltuariamente dall'acqua. Questa via raggiunge circa i -100 e termina con una strettola per ora intransitabile. Per proseguire bisogna imboccare un cunicolo che si apre in parete qualche metro sotto l'attacco del pozzo dell'Orso, prosegue abbassandosi di alcuni metri fino a diventare molto stretto poco prima di arrivare ad un pozzo di circa 6 metri. Questa zona è ricca di depositi clastici argilloso-ghiaiosi. Dal P6, attraverso una strettola, si scende sul successivo P14, generato su una faglia quasi verticale di vaste dimensioni, ben visibile sul sottostante P25. Per continuare è necessario percorrere uno stretto cunicolo a chiocciola che permette di superare un restringimento della frattura e quindi di scendere nel vano del P25, alla base del quale è un ulteriore pozzo di 11 metri seguito da uno di 8.

In questo punto la grotta si immette sul sistema delle gallerie orizzontali, dividendosi in due lunghi rami.

Attraverso un piccolo meandro, seguendo a ritroso un corso d'acqua, si perviene alla base di un altissimo camino che, risalito per circa 12 metri, presenta una grossa cengia da cui arriva il ramo attivo, molto stretto. Risalendo altri 3 metri, si arriva in un ambiente

fossile. Si tratta di un lungo cunicolo caratterizzato da imponenti ammassi di sedimento argilloso. Essi, a sua volta immette in un altro camino attivi, tramite il quale, sia per una strettola sul fondo, sia per un passaggio in risalita, si giunge ad un largo ramo fossile, di notevole sviluppo suborizzontale (galleria dello sprint). Dapprima si presenta come galleria di notevoli dimensioni, impostata lungo faglie parallele, con pavimento di deposito argilloso ed il soffitto denunciante un'intensa azione di corrosione per miscelazione di acque e per scorrimento nell'interfacies roccia-argilla (marmitte inverse, canali di volta). Prima che la galleria diminuisca la sua sezione a causa del riempimento argilloso si prende a destra per il ramo dei fusoidi, caratterizzata da due alti camini intersecati da un meandro fossile, ma che sul fondo presenta saltuariamente un minuscolo corso d'acqua. Il secondo dei due camini è uno dei punti interessanti che devono ancora essere studiati per una maggior comprensione della genesi di una vasta parte della cavità. Qui si trovano tre prosecuzioni di cui la prima, con un percorso tortuoso, che attraversa altri camini attivi torna nella galleria dello sprint, incrociando ad un livello più basso lo stesso ramo dei fusoidi. Delle rimanenti vie, una immette su un ampio meandro con percorso ascendente, che è stato per ora risalito sino a circa 40 metri dalla superficie; l'ultima dà accesso alla bassa galleria delle marmitte, la cui sezione trasversale presenta una condotta freatica d'interstrato con il pavimento scavato da un canyon ad erosione gravitativa, ricco di marmitte dei giganti. La galleria, dopo un percorso di 180 metri, si getta bruscamente nel pozzo imbuto che, per i grossi riempimenti, non presenta sul fondo alcuna possibilità di prosecuzione. È necessario traversarlo sulla sinistra oltrepassando un'ulteriore strettola, per giungere ad un nuovo bivio. Sulla destra un meandro porta su di un pozzo attivo di 20 metri, in fondo al quale le strettolacce impediscono di proseguire. Sulla sinistra continuando in un caos generato da continui depositi di argilla e concrezione che rendono difficoltosa la comprensione della zona, oltre che la progressione, si accede ad un nuovo pozzo di 50 metri, attivo, seguito sul fondo da uno stretto meandro verticale, in cui un'ennesima strettola impedisce di continuare. Bisogna attraversare anche questo pozzo per tornare sul "fossile" in un canyon alto e discretamente largo, generatosi per erosione gravitativa. Il canyon si getta in un primo salto di 12 metri subito seguito da un altro di 13, sormontato quest'ultimo da un altissimo camino fossile. Si prosegue carponi in una lunga e bassa galleria di circa 200 metri che termina per intaso di sabbia e argilla; quasi in fondo a questa, sulla sinistra, due angusti cunicoli conducono alla sommità del salone terminale, raggiungibile attraverso i rispettivi pozzi indipendenti di 35 e 25 metri.

Questa sala (m 70 x 35 x 35) ha chiara origine gravitativa, e in essa si trovano tre grandi sifoni parzialmente esplorati (G.S. Imperlese), che rivelano la presenza di una grossa falda freatica sospesa (-240 circa).

Per descrivere il secondo dei due rami principali, è necessario tornare sulla serie di salti che seguivano il P25, e precisamente su quello da 8 metri. Questo è subito seguito da un saltino, da un ulteriore pozzo da 10 e da un breve meandro attivo. Superato un salto di 6 metri ci si trova su un bassissimo laminatoio mutantesi poi in un vero e proprio meandro che porta l'acqua (proveniente dall'altro ramo) alla confluenza.

Qui infatti si incontra l'arrivo di un canyon, risalito per circa 200 metri, e nel quale sono stati rinvenuti alcuni resti che fanno pensare ad una comunicazione diretta con un'altra grotta, e quindi con l'esterno (carbonella di legna). La grotta prosegue con un alto canyon attivo, che si percorre nella parte fossile superiore. Sempre seguendo la via fossile si evitano due salti consecutivi di 13 e 50 metri, in cui si getta l'acqua. Si accede così su un pozzo di 17 metri, che finisce in una grossa sala formata dall'anastomosi di più fusoidi paralleli, nella quale giunge dall'alto l'acqua del canyon. Attraverso alcuni sviluppi fossili si giunge ad un camino caratterizzato da concrezioni stalagmitiche a candela e poi ad una condotta freatica fossile, tortuosa e lunga circa 250 metri, che dopo diverse strettolacce termina in alcuni pozzi dal fondo chiuso per riempimenti argillosi. (-280 circa).

