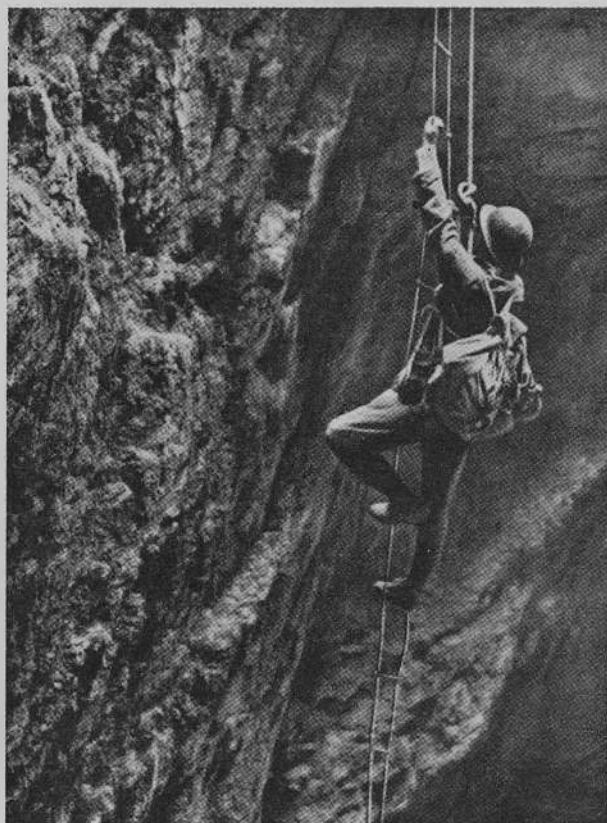


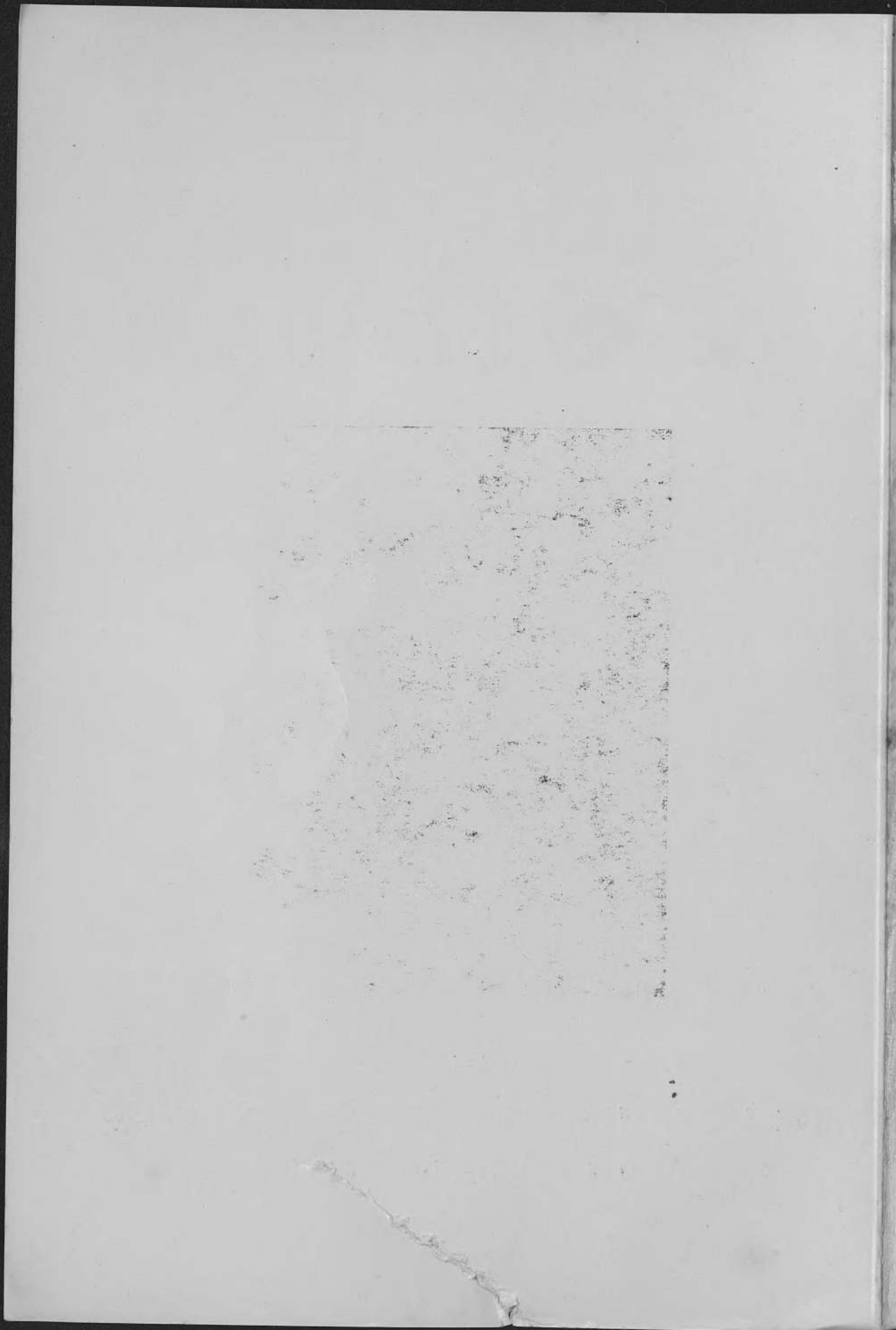
SERIE 3ª - Vol I, 1955-56

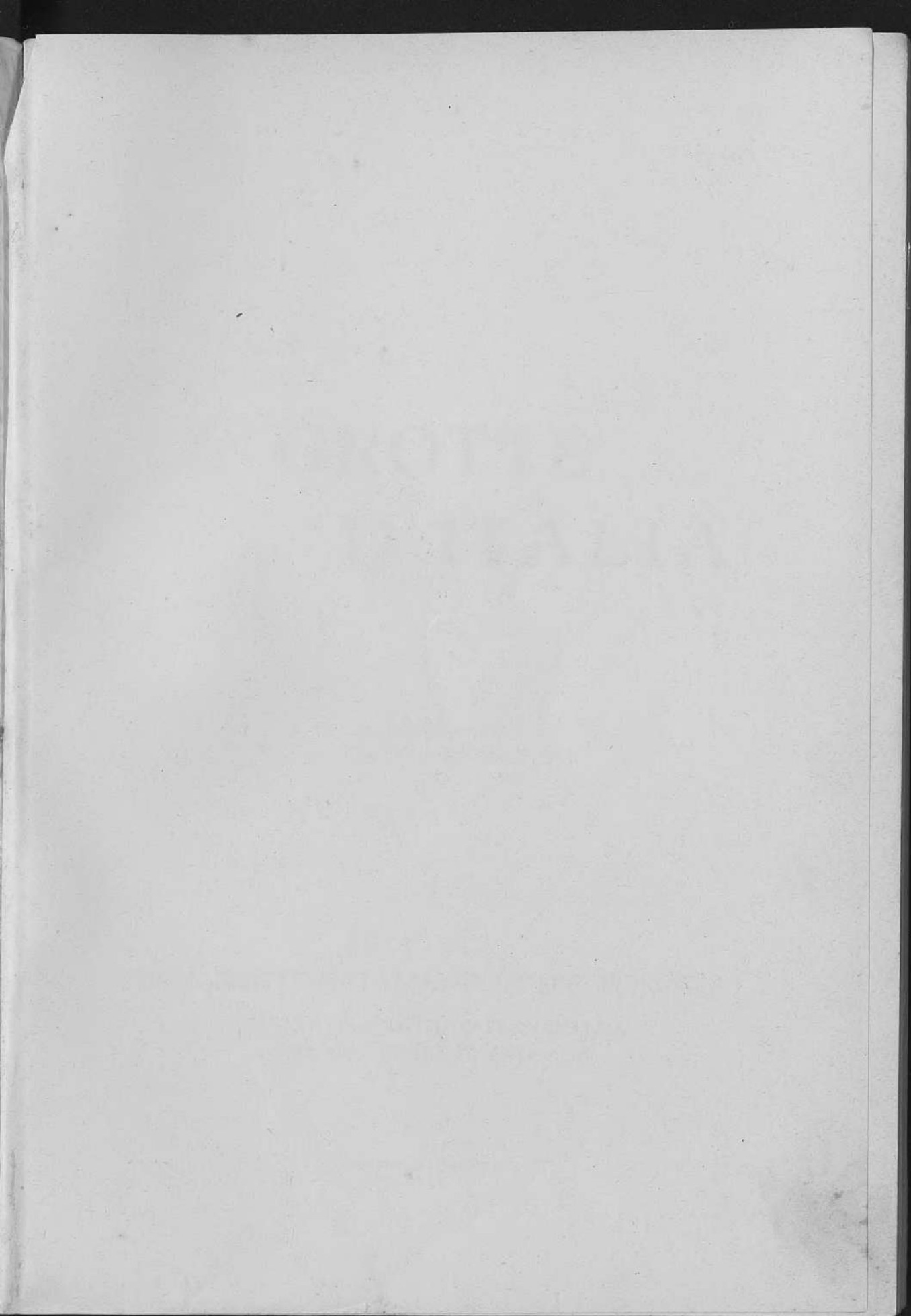
LE GROTTES D'ITALIA

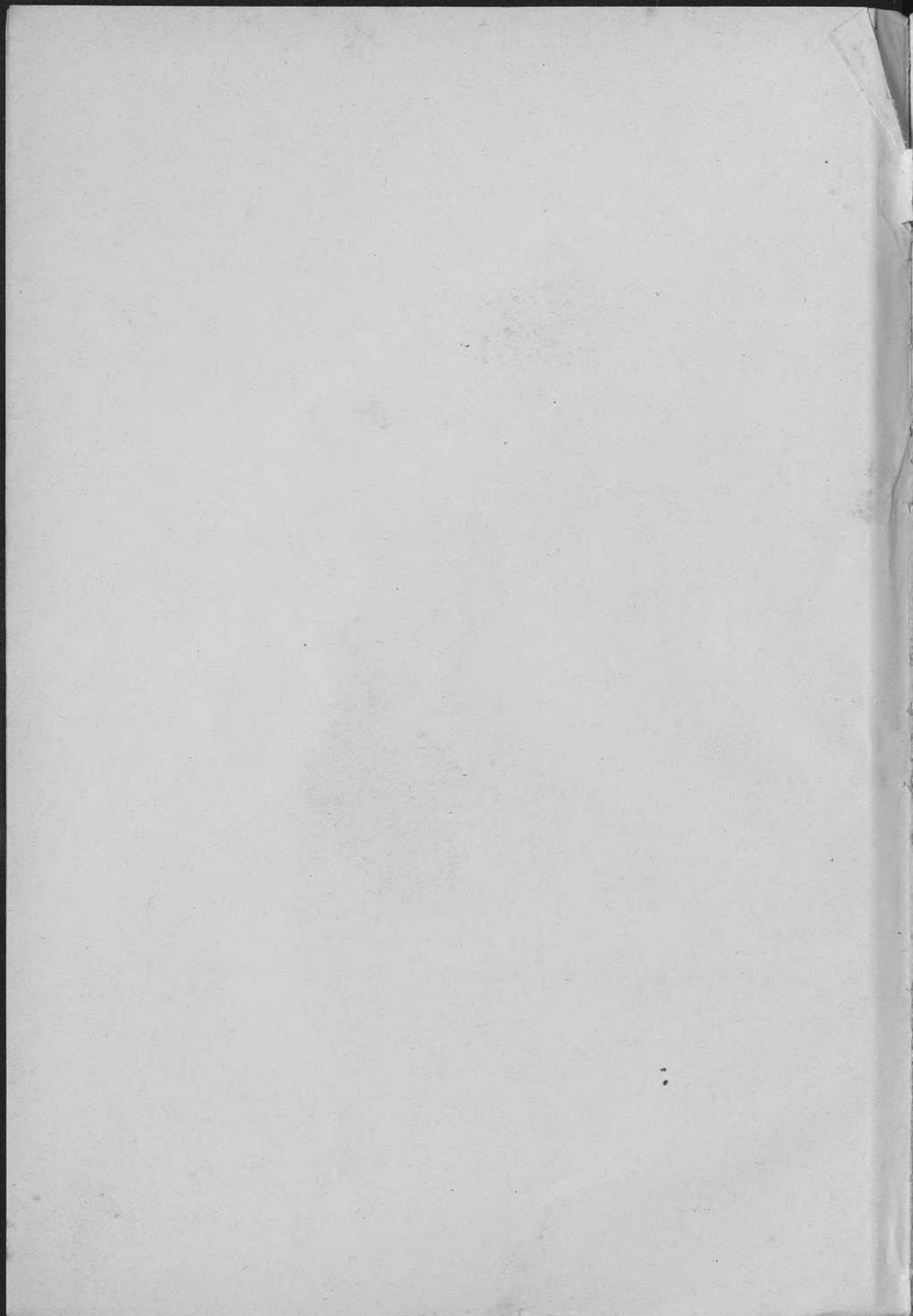


RIVISTA
DELL'ISTITUTO ITALIANO DI SPELEOLOGIA

SEZIONE DELL'ISTITUTO DI GEOLOGIA
DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA







SERIE 3ª - Vol. I

1955-56

LE GROTT D'ITALIA

DIRETTORE - RESPONSABILE
FRANCO ANELLI

RIVISTA
DELL'ISTITUTO ITALIANO DI SPELEOLOGIA

SEZIONE DELL'ISTITUTO DI GEOLOGIA
DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CASTELLANA GROTT
1956

LE GROTTI D'ITALIA

EDIZIONE
DELL'ISTITUTO ITALIANO DI SCIENZE E LETTERE
E DELL'ISTITUTO ITALIANO DI SCIENZE E LETTERE
E DELL'ISTITUTO ITALIANO DI SCIENZE E LETTERE

RIPRESA

Rivive, sotto altra forma, l'Istituto Italiano di Speleologia

La nostra Rivista, «LE GROTTES D'ITALIA», riprende vita. E, insieme con essa, rivive l'Istituto Italiano di Speleologia. Come vi si sia giunti, è il tema del presente articolo.

Perduta con la guerra Postumia, veniva meno l'Azienda Autonoma di Stato delle Grotte Demaniali, che aveva creato colà e finanziato l'Istituto Italiano di Speleologia; il quale poté soltanto prolungare la sua vita presso l'Istituto geologico dell'Università di Bologna con i fondi residuati dalla precedente gestione.

Pubblicato l'ultimo fascicolo (V^o, serie 2^a) de «Le Grotte d'Italia», l'attività nostra precipua fu volta al recupero del materiale scientifico dell'Istituto. Il dott. Franco Anelli, assistente conservatore dell'Istituto e direttore delle Grotte di Postumia, fedele alla consegna con rara abnegazione, era bensì rimasto al suo posto di lavoro fino al 21 aprile 1945; ma la massima parte del materiale scientifico era stata tempestivamente incassata e posta in salvo presso l'Azienda demaniale delle Terme di Recoaro. Essa consisteva in un fondo di pubblicazioni dell'Istituto, nella sua biblioteca, ed in raccolte di cristallizzazioni e di reperti paleontologici e paletnologici ottenuti con appositi scavi. Se non che nel 1944 le Autorità germaniche di occupazione vennero a conoscenza del rifugio, e trasferirono le 110 casse a Ugovizza presso Tarvisio, d'onde in seguito le fecero partire per ignota

destinazione. Finita la guerra, il capo dell'Ufficio Recupero del Ministero dell'Istruzione, dott. Rodolfo Siviero, riuscì a rintracciarne una parte a Pottenstein, in Baviera; se non che il materiale rinvenuto venne subito rivendicato dal Governo Jugoslavo con formale richiesta alla Commissione interalleata, a termini del Trattato di pace.

Facemmo il possibile per dimostrare in memoriali ampiamente documentati che, sebbene l'Istituto Italiano di Speleologia avesse per ragioni di opportunità la sede materiale a Postumia, era stato sin dall'inizio fondato e poi sempre gestito come istituzione di carattere nazionale, chiamata a svolgere (come aveva svolto di fatto) la sua attività in tutto quanto il territorio italiano, come è provato dalle sue pubblicazioni, dalle sue raccolte e dalla sua corrispondenza con tutti i gruppi speleologici del nostro paese: che pertanto non poteva ricadere fra gli enti culturali di carattere locale che il Trattato di pace obbligava a cedere insieme con i relativi territori assegnati alla Jugoslavia. Facendo leva su tali argomenti, la tenacia del dott. Siviero valse a far sì che la Commissione interalleata accordasse il ritorno in Italia di quanto si era potuto reperire. Su proposta della Direzione generale del Demanio, in data 10 marzo 1948 il Ministro della Pubblica Istruzione on. Gonella disponeva che detto materiale venisse depositato nell'Istituto geologico dell'Università di Bologna, in attesa della sua definitiva sistemazione.

Avvenuto il deposito l'8 giugno 1949, nell'ottobre successivo si poteva procedere ad una ricognizione provvisoria di quanto si era recuperato; una seconda e definitiva ricognizione fu compiuta — sempre per disposizione della Direzione generale del Demanio, proprietario del materiale, ed alla presenza dei funzionari all'uopo designati — il 23 novembre 1953. Pur troppo, tre quarti delle casse preparate a Postumia non furono potute rintracciare; e tutte risultarono manomesse dagli asportatori, con gravi danni del materiale sopra tutto osteologico e con perdita di elementi del Catasto delle Grotte italiane; in buone condizioni, invece, la parte recuperata della biblioteca.

Era già un risultato. Ma sopraggiunsero nuove complicazioni, dovute alle reiterate richieste del Governo Jugoslavo; al quale il nostro Ministro degli Affari Esteri finì per accordare, in via di transazione, la cessione del solo materiale pertinente direttamente ai territori giuliani ceduti in forza del Trattato di pace. Allo scrivente venne affidato l'incarico di procedere alla selezione del materiale che su tale base si sarebbe dovuto cedere. La visita della Commissione jugoslava, preannunciata fin dal 1953, non ha ancora avuto luogo.

Questa nostra azione aveva non soltanto lo scopo di conservare all'Italia il frutto di un lavoro assiduamente condotto per 17 anni, ma quello altresì di assicurarci il nucleo materiale intorno a cui volevamo far rivivere l'Istituto Italiano di Speleologia.

Per raggiungere questo fine, auspicato dagli speleologi italiani e stranieri, abbiamo sentito il dovere di adoperarci senza trascurare alcuna possibile via; personalmente cercai di mettere a servizio della nostra causa, come meglio potevo, anche la mia carica di senatore.

Venuta meno la possibilità di costituire per le Grotte di Castellana un'azienda demaniale analoga a quella delle Grotte di Postumia, risultato d'impossibile attuazione un intervento del medesimo Ministero delle Finanze attraverso la Direzione generale del Catasto, e caduta immediatamente la proposta di costituire un Istituto o almeno un Centro per la Speleologia da parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche, feci appello alla comprensione del Ministro dell'Istruzione on. Guido Gonella. Ed a lui sopra tutto va il merito di avere impostato il problema sulla via di una soluzione praticamente attuabile. In data 28 febbraio 1950 egli indirizzava al suo collega del Tesoro la lettera seguente, in cui vi è l'eco delle trattative da me avute con lui.

**MINISTERO
DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE**
Gabinetto del Ministro

28 febbraio 1950

N. 137967

A. S. E. IL MINISTRO DELLE FINANZE - ROMA

Oggetto: Ricostituzione dell'Istituto Italiano di Speleologia

Commissione - 9. 3. 1950

Col 1945 — per i noti motivi — è venuto a cessare l'Istituto Italiano di Speleologia, creato dall'Azienda Autonoma di Stato delle Grotte Demaniali di Postumia, a cagione della liquidazione di questa.

Il materiale scientifico, librario ecc. dell'Istituto è stato in buona parte salvato, e al momento presente trovasi depositato presso l'Istituto Geologico dell'Università di Bologna.

Nei Congressi Speleologici Italiani del 1947 e '48 fu richiesta in modo ripetuto e pressante la ricostituzione dell'Istituto Italiano di Speleologia, che — per costituzione — aveva il compito: 1° di coordinare e dirigere in questo settore le varie attività ed iniziative degli appassionati e dei ricercatori italiani; 2° indirizzare gli scopritori alla razionale raccolta dei materiali di studio; 3° tenere aggiornato il Catasto delle grotte italiane.

Il Ministero della Pubblica Istruzione, aderendo in fine al voto del Congresso Speleologico Nazionale tenuto nel 1949 in Abruzzo, acconsentì a farsi rappresentare nel Convegno stesso dall'on. Prof. Michele Gortani, già Presidente dell'Istituto Italiano di Speleologia ed ordinario di Geologia nell'Università di Bologna, autorizzandolo a manifestare l'adesione di massima del Ministero.

Nell'intento di realizzare l'iniziativa, il giorno 9 marzo p. v. alle ore 11 nella Sala delle Commissioni di questo Gabinetto, avrà luogo una apposita seduta con la partecipazione di tutti i Direttori Generali del Ministero Pubblica Istruzione interessati al problema.

Inoltre, sarebbe molto giovevole ed opportuno che alla seduta stessa partecipassero anche i due competenti Direttori Generali di codesta Amministrazione, Dott. Giovanni Boaga per il Catasto e Dott. Dante Crudele per il Demanio.

Nella fiducia che anche codesto Ministero voglia dare alla questione quel prezioso contributo che non soltanto l'apporto personale dei due funzionari in parola potrà significare, ma anche le precedenti benemerite iniziative della Direzione del Demanio potranno ispirare, si ringrazia in anticipo della cortese assicurazione che, intanto, codesta Amministrazione vorrà tempestivamente far pervenire in proposito.

IL MINISTRO
l.to Gonella

Copia di questa lettera mi veniva inviata dal Ministro, invitandomi a partecipare alla riunione. La quale si svolse sotto la presidenza dello scrivente, presenti il dott. G. Arcamone Capo del Gabinetto del Ministro e Direttore generale delle Accademie e biblioteche, il prof. G. Boaga Direttore generale del Catasto, il dott. D. Crudele Direttore generale del Demanio, il dott. M. di Tommaso per il Direttore generale delle Antichità e Belle Arti, il dott. G. Jòdice per il Direttore generale dell'Istruzione superiore, e i dott. P. Benedetti e C. Frattarolo della Direzione generale delle Accademie e Biblioteche. Dalla lunga e appassionata discussione, alla quale tutti i partecipanti tennero a portare il contributo della loro esperienza col desiderio di riuscire nell'intento prefisso, emersero, con parere unanime, le conclusioni seguenti:

1) non essere pensabile che il Ministero del Tesoro potesse consentire alla fondazione di un Istituto a sè stante;

2) unica soluzione oggi suscettibile di accoglimento essere quella di risolvere le varie difficoltà facendo dell'Istituto Italiano di Speleologia una sezione dipendente da un Istituto universitario;

3) proporsi all'uopo l'Istituto di Geologia dell'Università di Bologna, che si presta bene come attrezzatura e posizione centrica, ed ove dovrebbe aver sede la parte strettamente scientifica dell'Istituto Italiano di Speleologia, mentre la recente nomina del dott. Franco Anelli a Direttore delle Grotte di Castellana suggerirebbe di trasferire quivi la direzione e il coordinamento dell'attività dei Gruppi Grotte e Circoli speleologici italiani;

4) tenuto presente il fabbisogno finanziario minimo di Lire 2 milioni all'anno, proporre di reperire tale somma applicando un sopraprezzo sul biglietto d'ingresso alla Grotta Azzurra di Capri;

5) affidare agli uffici competenti del Ministero della Pubblica Istruzione il compito di svolgere le opportune pratiche.

Il Ministro fece proprie tali conclusioni; e le proposte, elaborate dai suoi Uffici con lodevole celerità, vennero trasmesse al Ministero del Tesoro. Dopo varie sollecitazioni da parte dello scrivente, la Ragioneria generale dello Stato alla fine del dicembre 1950 formulò una serie di rilievi e richieste di ulteriori notizie, che dal Ministero dell'Istruzione vennero fornite, con il mio aiuto, in data 25 gennaio 1951. Nuovo periodo di insistenze, tanto presso gli Uffici di questo dicastero, quanto presso il Ministro del Tesoro on. Raffaele Pio Petrilli, con l'appoggio anche dei voti emessi dal Congresso Speleologico nazionale di Bari. 1950, e di vari sodalizi tra cui la Società italiana di Biologia sperimentale: finchè nell'ottobre 1951 la Ragioneria generale dello Stato (Ispettorato generale Ordinamento del Personale) si faceva viva, ancora «formulando una serie di rilievi e chiedendo ulteriori notizie in merito alla ricostituzione dell'Istituto Italiano di Speleologia; in particolare sulla posizione d'impiego rivestita dal personale che era addetto all'Istituto allorché il medesimo costituiva parte integrante dell'Azienda di Stato per le Grotte demaniali, e sulla dimostrazione, in base ad apposito piano, dell'effettivo bisogno finanziario dell'Istituto». Nel darmene comunicazione, il Direttore generale dell'Istruzione superiore, dott. G. Petrocchi, mi pregava di fornirgli elementi per la risposta. Ciò fatto, partiva il 3 novembre la lettera delucidativa a firma del nuovo Ministro dell'Istruzione on. Antonio Segni.

Finalmente il 20 maggio 1952 il Ministro del Tesoro on. Silvio Gava (succeduto all'on. Petrilli) mi scriveva: «In relazione alle premure rivoltemi, mi è gradito comunicarti che con lettera n. 157570 del 5 maggio 1952, diretta al Ministero della Pubblica Istruzione, questo Ministero ha aderito alle proposte formulate dal predetto dicastero in merito alla questione concernente l'Istituto Italiano di Speleologia». Grazie alle cortesi premure del Gabinetto del Ministro Segni e del suo Ufficio legislativo, il 30 giugno veniva trasmesso al Tesoro lo schema del relativo disegno di legge. Nuove sollecitazioni, e infine la sospirata

adesione; cosicchè il Capo del Gabinetto del Ministro dell'Istruzione mi poteva assicurare che con foglio del 28 febbraio 1953 era stato inviato al Ministro del Tesoro, per la controfirma, il decreto del Presidente della Repubblica autorizzante la presentazione del disegno di legge alle Camere. Decreto che il 2 aprile 1953 veniva trasmesso, firmato, alla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Il porto così a lungo sospirato pareva raggiunto. Ma lo scioglimento del Senato e della Camera ci ributtò in alto mare.

La paziente fatica venne ripresa, dopo le elezioni, grazie all'opera tenace, appassionata e avveduta del senatore prof. L. Russo, che avvalendosi di quanto era stato fatto in precedenza, riuscì ad ottenere la presentazione del disegno di legge, ritoccato secondo una nuova formulazione.

Si giunge in tal modo all'approvazione, da parte di entrambe le Camere, della legge 29 maggio 1954, n. 324, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 25 giugno 1954, n. 143, che suona così:

Art. 1. E' autorizzata la concessione di un contributo annuo di Lire 2 milioni a favore dell'Università di Bologna per l'espletamento di speciali studi e ricerche sulle grotte italiane, con particolare riferimento a quelle di Castellana (Bari), cui attende l'Istituto di Geologia dell'Università medesima.

Art. 2. All'onere di cui all'art. 1, che farà capo allo stato di previsione della spesa del Ministero della Pubblica Istruzione, verrà fatto fronte, per l'esercizio finanziario 1953-54, con riduzione dello stanziamento del Cap. 485 dello stato di previsione della spesa del Ministero del Tesoro per l'indicato esercizio. Il Ministro del Tesoro è autorizzato ad apportare con propri decreti le occorrenti variazioni di bilancio».

In applicazione della legge medesima, su proposta dello scrivente, la Facoltà di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali di Bologna votava all'unanimità la deliberazione seguente:

«La Facoltà, preso atto dell'assegnazione di annue lire 2 milioni concessa con legge 29. V. 1954 n. 324 all'Istituto di Geo-

logia dell'Università di Bologna per il progresso delle ricerche speleologiche in Italia, con speciale riguardo alla regione di Castellana di Bari,

ritenuto che motivi di ordine scientifico, di prestigio nazionale e di convenienza pratica consiglino di accogliere i voti degli speleologi italiani, facendo rivivere l'Istituto Italiano di Speleologia, già funzionante con successo a Postumia dal 1928 al 1945,

approva la proposta fatta dal Direttore dell'Istituto di Geologia, di riprendere con il suddetto contributo l'attività dell'Istituto Italiano di Speleologia, tenendone a Bologna la direzione scientifica ed a Castellana la direzione tecnica ed organizzativa».

Comunicata tale deliberazione al Ministero, in uno al voto emesso in proposito dal Congresso nazionale di Speleologia di Trieste, il Ministro della Pubblica Istruzione on. Segni così rispondeva :

«Si prende atto della lettera in data 1. 1. 1955, con la quale la S. V., nel trasmettere il voto formulato dal VI Congresso Nazionale di Speleologia in Trieste, ha aggiunto che la Facoltà di Scienze dell'Ateneo Bolognese ha deliberato che il contributo annuo di lire 2 milioni, concesso con la legge 29. 5. 1954 n. 324 all'Università di Bologna per gli studi di speleologia cui attende l'Istituto di Geologia dell'Università medesima, sia utilizzato per riprendere l'attività dell'Istituto Italiano di Speleologia già funzionante a Postumia dal 1928 al 1945, tenendone presso l'Istituto di Geologia di Bologna la direzione scientifica ed a Castellana di Bari la direzione tecnica ed organizzativa».

Con altra delibera la Facoltà stessa proponeva, ed il Ministero assentiva, che lo scrivente, collocato fuori ruolo per limiti di età, avesse l'incarico di dirigere detti studi e lavori. E al dott. Franco Anelli, che aveva nel frattempo conseguita la libera docenza in Speleologia, affidava la direzione dell'Istituto a Castellana.

In tal modo l'Istituto Italiano di Speleologia 'rivive; in tal modo abbiamo ritenuto di applicare la legge conformemente al

suo spirito, documentato dall'intento che l'ha promossa e dalle fasi che ha avuto la sua laboriosa preparazione.

Gli speleologi italiani avrebbero di certo preferito una soluzione diversa e più radicale, imperniata sopra un Istituto a sè stante e più largamente dotato di mezzi e di personale. Ci uniamo a loro nello sperare che a ciò si possa giungere in futuro; e saremo i primi ad applaudire chi ne fosse l'artefice. Ma intanto mettiamo a profitto il poco che siamo riusciti a ottenere, e che rappresenta, come abbiam visto, il frutto di non lievi fatiche.

Nel riprendere la pubblicazione de «Le Grotte d'Italia», nostro primo gesto fu di venire incontro alle difficoltà economiche in cui si trovava il Comitato ordinatore del VI Congresso Speleologico Nazionale per la stampa degli Atti. Per questa ragione, il I° volume della nuova serie de «Le Grotte d'Italia» porta le Note e Memorie che a quel Congresso furono presentate, e che a spese del nostro Istituto sono state composte.

MICHELE GORTANI

NOTIZIARIO

SAN BENEDETTO ABBATE PATRONO DEGLI SPELEOLOGI ITALIANI

Durante il Congresso Nazionale di Speleologia tenuto a Salerno, venne espresso il voto che la Santa Sede si benignasse di designare un Santo Patrono degli Speleologi italiani.

Dopo esserci assicurati che una domanda in tal senso sarebbe stata presa in benevole considerazione, rivolgemmo la petizione ufficiale al Pontefice, tramite la Sacra Congregazione dei Riti.

Siamo lieti di poter comunicare ai colleghi che la Santa Sede ha accolto la nostra istanza, designando a Patrono degli Speleologi italiani San Benedetto Abbate, come risulta dalla seguente lettera testè pervenutaci.

Sotto l'augusto Patrocinio di Colui ch'ebbe a suo motto „ora et labora“, e rinnovò in tempi oscuri la ricerca operosa, iniziamo anche la nostra ripresa.

S. CONGREGAZIONE
DEI RITI

Roma, 27 luglio 1956

On. Sen. Prof. MICHELE GORTANI

Ho il piacere di comunicarle che in data odierna è stato redatto il Decreto col quale S. Benedetto Abbate è stato nominato e dichiarato Patrono degli Speleologi Italiani, in accoglimento alla istanza da Lei avanzata al S. Padre due anni or sono.

Il decreto in oggetto è stato inviato oggi stesso alla Cancelleria dei Brevi per la compilazione delle lettere apostoliche.

Mi è grata l'occasione per porgerle i miei ossequi e confermarli di Lei, on. Professore,

dev.mo (f.to) A. CARINCI
Arcivescovo di Seleucia
SEGRETARIO

IL CATASTO DELLE GROTTES ITALIANE NELLA SEDE ORGANIZZATIVA DELLO ISTITUTO ITALIANO DI SPELEOLOGIA A CASTELLANA GROTTES (BARI)

Nella sede organizzativa dell'Istituto Italiano di Speleologia a Castellana è in corso di riordinamento il Catasto delle cavità naturali sotterranee d'Italia, iniziato a Postumia nel 1928 dal sempre compianto amico Eugenio Boegan.

Il prezioso materiale di dati, notizie, osservazioni e rilievi, trafugato in Germania durante l'occupazione tedesca della Venezia Giulia, è ora depositato presso le Grotte di Castellana, dove avrà fra brevissimo tempo definitiva sistemazione, grazie anche al sollecito interessamento del Ministero della Pubblica Istruzione — Direzione Generale delle Biblioteche e Accademie — che ha direttamente provveduto ad un nuovo moderno arredamento dell'ufficio. L'Istituto Geografico Militare di Firenze ha assicurato tutto il suo autorevole appoggio nella graduale reintegrazione del materiale cartografico disperso dagli eventi bellici.

A Castellana il Catasto è a disposizione degli speleologi e degli studiosi per consultazioni, per dati ecc., ferme restando la doverosa osservanza della priorità delle notizie e delle segnalazioni comunicate dagli esploratori e le eventuali riserve che potranno essere poste dagli stessi sulla pubblicazione delle osservazioni personali e dei dati scientifici raccolti.

Come da recente sua comunicazione ai Gruppi Grotte italiani, l'Istituto di Speleologia sarà grato a quanti vorranno collaborare a questa sua ripresa di attività e sarà lieto d'altro canto di dare suggerimenti e istruzioni ai nuclei speleologici, specialmente a quelli di recente costituzione, ai singoli appassionati cultori degli studi delle grotte, indirizzandoli nella proficua esplorazione del sottosuolo naturale, nella segnalazione di cavità sconosciute o poco note, nella raccolta e conservazione del materiale rinvenuto nelle ricognizioni sotterranee.

Le schede per la segnalazione delle cavità sotterranee possono essere chieste direttamente alla sede organizzativa dell'Istituto Italiano di Speleologia presso la Direzione delle Grotte di Castellana (Bari).

IL II CONGRESSO INTERNAZIONALE DI SPELEOLOGIA SARÀ TENUTO IN ITALIA NEL 1958

L'Assemblea generale del I Congresso Internazionale di Speleologia, che ebbe luogo a Parigi nel settembre 1953, accettò l'invito di tenere il II Congresso in Italia, presentato dalla nostra Delegazione a nome del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

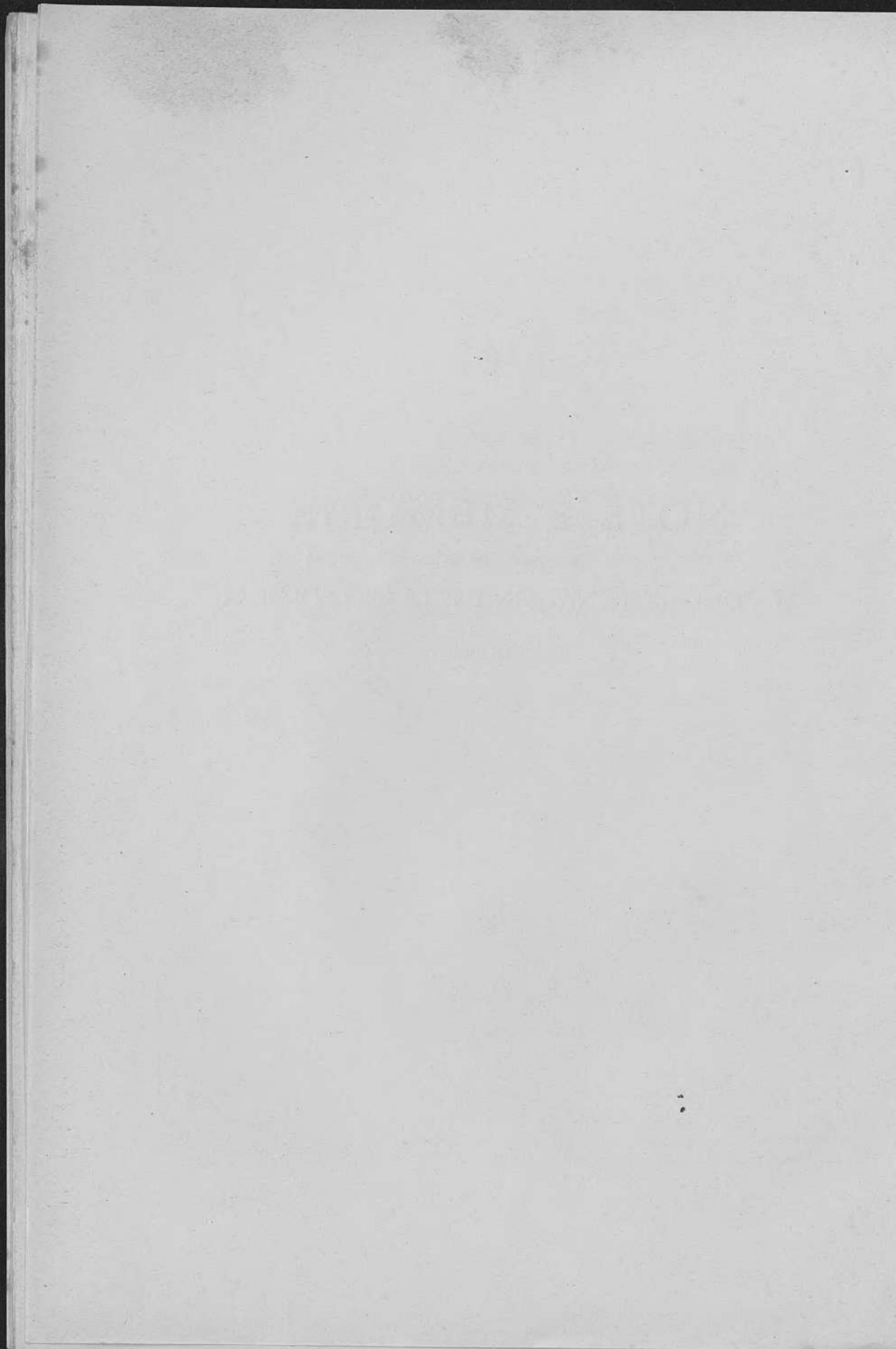
Da parte del Consiglio stesso, su proposta del Comitato Nazionale per la Geografia, Geologia e Talassografia, è in corso la nomina del Comitato ordinatore del convegno, che sarà indetto per il 1958.

NOTE E MEMORIE

PRESENTATE AL

VI CONGRESSO NAZIONALE DI SPELEOLOGIA

TRIESTE 1954



SU ALCUNI ASPETTI DEL DINAMISMO STALAGMOGENICO

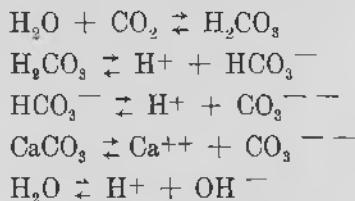
Numerosi Autori, dal Valvasor ai giorni nostri, si sono occupati dei vistosi fenomeni di concrezionamento che sono una delle prime caratteristiche morfologiche delle cavità carsiche, in modo che ora possiamo attingere ad una larghissima messe di notizie descrittive nei loro riguardi.

Tutte queste notizie però, appunto perchè di carattere eminentemente descrittivo, hanno nel complesso uno scarso valore scientifico. Gli unici studi validi sono tuttora quelli svolti da Autori d'oltralpe come PRINZ, TROMBE, FONTANILLES e pochi altri, i quali hanno voluto sottoporre il fenomeno stalagmologico ad una valutazione più profonda, penetrando nell'intimo della sua sostanza ed impostando i termini di una problematica da svolgere. Problematica che, trascendendo le limitate vedute morfologiche si estende invece alla genesi e all'evoluzione delle concrezioni. Pur tuttavia nessuno di essi è giunto ad una sintesi tale da permettere l'edificazione di un sistema naturale di classificazione.

La teoria classica della stalagmogenesi, trova nel Trombe la sua formulazione più precisa: Una complessa serie di dissociazioni ioniche regola i processi di dissoluzione dei calcari ad opera delle acque carbonicate. La equazione fondamentale della speleologia



troppo grossolana per riprodurre il fenomeno in tutta la sua complessità, va scritta più propriamente nella forma seguente:



Attraverso la discussione chimica di questo gruppo di equazioni, il Trombe riconosce nei fenomeni di sedimentazione dei ruoli determinanti alla pressione parziale della CO_2 ambientale e alla temperatura in cui avvengono le reazioni:

Le acque meteoriche, passando attraverso l'atmosfera e gli strati immediatamente sopra-superficiali, particolarmente ricchi di CO_2 si caricano di questo gas fino ad un tenore K_1 ; s'inabissano nelle litoclasti, dove si ha una pressione parziale P_1 ; le soluzioni, per la legge di Henry, tendono a modificare il proprio tenore gassoso fino all'equilibrio con l'ambiente. Tale tenore diventerà K_2 essendo $K_2 < K_1$, vale a dire le soluzioni emetteranno CO_2 . Indi cominceranno ad attaccare la roccia, con una certa intensità dipendente dal logaritmo dell'inverso della loro concentrazione in cationi idro-

geno, e precisamente saranno tanto più aggressive quanto più tale logaritmo sarà prossimo a 1.

Ad un certo momento, per l'eccesso di CaCO_3 presente nella reazione si saturano, e la loro aggressività diventa nulla dal punto di vista chimico; continuando a scendere attraverso la litoclasti, sbocciano sulle volte o sulle pareti di una grotta, e qui incontrano un'ambiente fisico-chimico assolutamente diverso dai precedenti, in cui la pressione relativa P_2 del CO_2 è minore della pressione P_1 degli ambienti litoclastici. Essendo dunque $P_2 < P_1$ (a causa sopra tutto dell'aerazione dell'ambiente della grotta) la soluzione, sgocciolando, emette nuovamente CO_2 fino all'equilibrio con l'ambiente. Ora, siccome in realtà è $P_2 \ll P_1$, il tenore gassoso diventerà $K_3 \ll K_2 < K_1$; K_3 sarà molto prossimo allo zero e si avrà finalmente la sedimentazione calcitica, visto che esso è possibile in queste condizioni, secondo l'equazione:



La CO_2 liberata andrà ad accrescere la P_2 della cavità mentre l' H_2O residua evaporerà oppure continuerà a drenare secondo la gravitazionale. La piccola quantità di calcite che la goccia, cadendo, deposita sulla volta, è il primo segno della concrezione. L'atto genetico è così compiuto e si inizia la fase embrionale che si svolgerà secondo i soliti schemi.

Fino a qui la teoria classica, che vede la sedimentazione cristallina come un fenomeno in cui gli elementi fisici hanno importanza solo perchè condizionano parzialmente quelli chimici. La teoria resterebbe valida, nelle sue linee essenziali, anche se trascurassimo le influenze fisiche, perchè la dissoluzione calcarea è un fenomeno squisitamente chimico.

Contro questa interpretazione chimica del fenomeno è insorto il Fontanilles, (1) il quale ha voluto capovolgere le precedenti costruzioni teoriche e ridurre a dimensioni puramente fisiche il fatto stalagmogenico. La sua teoria sulla genesi delle concrezioni si fonda sul fatto che «si on recueille entre stalactite et stalagmite ou sous une stalactite en formation les gouttes d'eau, il est possible en examinant cette eau au microscope... d'y deceler de minuscules cristaux de calcite de grosseurs différents». Questa scoperta, di indubbio valore, è stata interpretata audacemente dal suo Autore il quale ha spiegato la presenza dei cristalli nella soluzione stalagmogenica introducendo il concetto di «tectodetrito». (2)

Ora, il tectodetrito che, secondo il Fontanilles è solo «poussier cristallin» presenta invece, secondo noi, due aspetti morfologici ben distinti, cui corrispondono diversi ruoli di funzionalità:

a) quello di una vera e propria polvere cristallina, vale a dire di un detrito minerale, isolato nella roccia madre e libero nella frattura da cui deriva.

b) quello di irregolarità acroteriali. E ci spieghiamo immediatamente: la zona di frattura non viene polverizzata del tutto, ma parte di essa si distribuisce sulle pareti vis-à-vis della frattura stessa, sotto forma di irrego-

1) «Observations sur la formation des concrétions dans les cavités souterraines». Actes du 1.er Congrès National de Spéléologie, Nîmes, 1939.

2) Chiameremo per brevità «tectodetrito» quello che per il Fontanilles è semplicemente un «poussier cristallin». Del pari chiameremo «tectocristalli»: minuscoli cristallini sospesi nelle soluzioni sgocciolanti.

larità e di microscopiche protuberanze che, riferite al piano ideale di cui sopra, sono delle minuscole sommità, cioè degli acroteri cristallini.

E' facile intendere come la durata del tectodetrito di I° tipo, polveriforme, sia effimera. Le acque drenanti nelle litoclasti lo trasportano immediatamente con sé, mentre, per staccare dalle superfici della frattura quello acroteriale, devono esercitare una certa azione chimica e dinamica che non sempre hanno. Ed eccoci al punto fondamentale: se le soluzioni sono già sature, il detrito polveriforme non viene sciolto, ma semplicemente trasportato verso il basso, fino allo sbocco delle acque sulla volta di una cavità. Nelle gocce che ivi si formano questi cristalli sono ancora presenti (e visibili) ed è a questo punto che ha inizio quel fenomeno che chiameremo «effetto Fontanilles». Esso consiste nella separazione che avviene nella goccia, tra cristalli più o meno grossi. Quelli più minuscoli verranno attratti verso l'alto, quelli un po' più grossi invece (s'intende che si parla di cristalli piccoli e grandi in senso del tutto relativo), soggetti alla forza di gravità, si concentreranno nella parte concava della goccia e cadranno al suolo con essa. E il meccanismo stalagmogenico del Fontanilles si riduce proprio alla separazione tra germi cristallini leggeri e pesanti, ad opera delle forze di adesione e gravità: i cristalli leggeri edificherebbero la stalattite; quelli pesanti la stalagmite. A seconda del loro rapporto quantitativo si avrebbero formazioni monolitiche o coniugate.

La teoria del Fontanilles, nella forma sotto cui l'Autore la ha presentata, è assolutamente inaccettabile: il tectodetrito a morfologia polveriforme, non sarebbe mai bastato ad edificare quei monumenti complessi litogenici che spesso abbiamo occasione di osservare. Inoltre il «poussier cristallin» sarebbe dovuto scomparire dalle litoclasti in brevissimo tempo, dopo di che il concrezionamento non avrebbe più dovuto essere possibile, mentre sappiamo che la litogenesi è un fenomeno anche attuale. L'errore del Fontanilles sta nell'aver egli voluto attribuire un'importanza eccessiva al tectodetrito, e negare invece assolutamente la dissoluzione chimica che, secondo lui «sans nier... ne joue aucun rôle dans la question...». Resta però il fatto che il tectodetrito, sia pure in misura limitata, esiste, e può essere osservato.

Come abbiamo visto, non si può trattare di un detrito di I° tipo, polveriforme, ormai scomparso da tempo dalle diaclasi perché spazzato via dalle acque drenanti. Deve quindi essere un detrito di II° tipo, un detrito di derivazione acroteriale. Svolgiamo in breve il nostro pensiero a questo proposito:

Quando nelle soluzioni percolanti si è raggiunta la saturazione, cessano le azioni chimiche e iniziano quelle meccaniche. Alla scala macroscopica, esse sono minime, ma ciò nulla toglie alla loro realtà, che è di grande importanza nel meccanismo stalagmogenico. Scendendo lungo le fratture, l'acqua satura o pressochè tale, penetra a poco a poco nelle estremamente piccole piezoclasti della roccia, le allarga, isolando quei minuscoli acroteri di cui abbiamo detto e che per la loro posizione sono i più facilmente disgregabili, li stacca dalla roccia e li trascina con sé convogliandoli nelle «clasi geniche» (1) da cui deriveranno le concrezioni.

1) Abbiamo chiamato «clasi genica», per brevità, la litoclasti generatrice.

Allo sbocco nelle cavità, la soluzione abbasserà il proprio tenore in CO_2 secondo lo schema del Trombe, ma nello stesso tempo si avrà anche l'«effetto Fontanilles» per i tectocristalli acroteriali. L'embrione stalattitico è il risultato di quest'azione fisico-chimica o, meglio, chimico-fisica. Il minuscolo deposito calcitico assume una forma cilindro concava, a bordi rialzati, che tenderà, nelle successive fasi di evoluzione, al tipo morfologico di «cannello».

A questo punto vogliamo fare notare un fatto interessante, per mettere in rilievo l'importanza che acquistano i germi cristallini nella stalagmogenesi:

Non sempre le stalattiti nascono in corrispondenza di una soluzione di continuità della roccia. talvolta pendono da protuberanze irrigate da acqua proveniente da litoclasti vicine e tale anomalia genetica trova corrispondenza nell'aspetto del deposito sedimentario che non presenta la morfologia cilindrica. Il fenomeno si spiega molto facilmente se si tiene conto che nelle stalattiti normali la sedimentazione avviene secondo la morfologia cilindro-cava perchè esse sono direttamente in contatto con la loro «clasi genica», e i cristalli si dispongono solo alla periferia della goccia. I cristalli vengono inoltre ammassati sul bordo della goccia per effetto del senso dei filetti di corrente nella goccia stessa. Di qui la sedimentazione circolare periferica.

Anche la sedimentazione per «effetto Trombe» non potrà avvenire nell'area della clasi, ma si avrà su tutta la superficie rimanente, senza particolare intensità in alcun punto. Si dovrà principalmente ad essa l'eventuale anastomizzazione della clasi.

Il processo invece è diverso, mancando la «clasi genica», nelle stalattiti a genesi anomala per irrigazione. Questa volta, al posto della clasi (deficienza di massa), esiste una convessità, una protuberanza volta verso il basso, cioè un grande acroterio pendente; in questo caso naturalmente, la sedimentazione per «effetto Trombe» è costante in tutte le areole del fondo-goccia, l'«effetto Fontanilles» risulta più intenso sulla sommità dell'acroterio il quale funge da polarizzatore attirando la maggior parte dei germi cristallini. L'embrione stalattitico assume quindi una forma particolarissima, tipica e costante di certi tipi di concrezioni (che chiameremo «sub-acroteriali»).

Si tratta di una morfologia embrionale non più cilindrocava ma, grosso modo, convesso-paraboloidale. Nelle successive fasi di evoluzione si avranno sovrapposizioni di tectodetriti e di sedimenti Trombe, restando però costante l'andamento parabolico del complesso.

LE MAGGIORI E LE PIÙ PROFONDE GROTTE ITALIANE

Questo lavoro ha lo scopo di radunare i dati essenziali sulle maggiori e sulle più profonde grotte italiane, cioè su quelle che superano il Km di sviluppo ed i 200 m di profondità.

E' stata mia cura per ogni grotta annotare la posizione topografica esatta, con riferimento alle carte dell'Istituto Geografico Militare, l'epoca della scoperta, della o delle esplorazioni principali con i nominativi degli esploratori, la data e gli autori del rilevamento.

Ho quindi riportata la Bibliografia fondamentale (che contiene a sua volta gli ulteriori riferimenti bibliografici) insistendo sul fatto se il rilievo è stato o no pubblicato.

Poi i dati metrici essenziali (sviluppo totale in proiezione, lunghezza del ramo principale, profondità). Infine cenni indicativi sulla morfologia e sui terreni geologici.

Ho inoltre accennato se la cavità è attrezzata, ed in qual misura, a scopo turistico.

Gli elementi così radunati mi hanno fatto rilevare strane lacune e discordanza di dati nella conoscenza delle nostre maggiori cavità. Di ben poche si può dire che siano state studiate in modo esauriente.

Mi auguro che tale inchiesta possa spronare i Gruppi Grotte organizzati o singoli Studiosi a completare lo studio ed il rilievo almeno delle principali grotte italiane.

Ringrazio tutti coloro che mi fornirono cortesemente dati ed informazioni.

PARTE I

La maggiore grotta italiana, fatto che ritengo costituirà una sorpresa per molti, si trova in Sardegna, in provincia di Nuoro. E' la *Grotta del Bue Marino*, segnata sulle carte topografiche, che si apre sul mare in comune di Dorgali (208. III, Baunèi; long. 2°49'44", lat. 40°14'44", quota 0).

La parte iniziale è nota da tempo, nel mentre la scoperta delle enormi prosecuzioni interne è merito recentissimo del Gruppo Grotte di Nuoro, al cui Presidente, ing. Dino Giacobbe, porgo vivo ringraziamento per avermi dato l'autorizzazione a pubblicare le notizie da lui cortesemente trasmesse.

La parte esplorata della Grotta del Bue Marino ha uno sviluppo di ben 4050 m, fino ad un sifone. Il Gruppo Grotte Nuorese, che da oltre un anno si dedica quasi esclusivamente all'esplorazione di tale gigantesca cavità, ha già proceduto al rilevamento di 2000 m di galleria. La galleria principale presenta 17 laghi navigabili. Esistono poi svariati rami laterali ancora da esplorare.

Su tale grotta, ad eccezione di notizie apparse sui quotidiani locali e su qualche altro giornale (*Le Ore*), non fu finora pubblicato nulla.

La grotta italiana di maggiori dimensioni, di cui si hanno dati accertati e rilievo completo, è la *Grotta di Castelvita N. 2 Cp* (chiamata pure grotta di Controne, o di Norce, o di Spartaco, o del Ponte). Si apre in provincia di Salerno, sui Monti Alburni, comune di Castelvita (198.11, Laurino; 2°45'26", 40°29'42", q. 94).

Nota da tempo, fu esplorata e rilevata nei primi 500 m da una squadra della Commissione Grotte della Soc. Alpina delle Giulie nel 1926; seguirono ulteriori esplorazioni da parte di elementi locali, particolarmente benemeriti i sig. Pansa, Trotta e Zonzi. Nel 1930 un gruppo di valenti speleologi triestini, coadiuvato da diversi appassionati della provincia, la rilevò per uno sviluppo di 3100 m: una buona descrizione, con bibliografia, pianta e sezione, fu pubblicata in *Grotte d'Italia*, IV, 1930, da BOEGAN e ANELLI. Ulteriori scoperte vennero compiute negli anni seguenti. La descrizione della grotta è riportata pure in CASTALDI (1950). Altri rami interni furono ancora scoperti e rilevati dai triestini nel 1950 e 1952. Nel 1952 l'Istituto Geografico Militare procedette al completo, accuratissimo rilevamento della grandiosa grotta; di questo rilievo fu pubblicato uno stralcio da DUTTO (1954).

La Grotta di Castelvita consta di un corridoio quasi pianeggiante, ad arco, per massima parte asciutto, lungo ben 2370 m e che termina con un lago. Numerose diramazioni laterali, per uno sviluppo di circa 1450 m, ne portano lo sviluppo complessivo a circa 3800 m. Considerando però anche le diramazioni minori, si può riportare come cifra tonda 4000 m. Sono però tutt'ora da esplorare alcuni rami laterali, apertisi per esempio sotto l'ingresso, prima della Caverna Bertarelli, al Tempio, in alto oltre il lago sifone, sotto la terrazza Anelli, al di là del Salto dei Titani, ecc.

La cavità è ricchissima di splendide concrezioni: i primi 1700 m sono stati attrezzati per la visita turistica con la sistemazione di un comodo sentiero. Segue un lago in sifone.

Al terzo posto abbiamo la *Grotta Nuova di Villanova*, in provincia di Udine, comune di Lusevera, frazione Villanova (25.1. NO, Lusevera; 0°49'42", 46°15'11", q. 658).

Scoperta nel 1925, fu esplorata e rilevata dal Circolo Speleologico ed Idrologico Friulano. La Galleria Principale (lunga 1354 m) fu di nuovo esattamente rilevata nel 1950; certe diramazioni hanno invece tutt'ora solo un rilievo indicativo.

Uno studio dettagliato fu recentemente pubblicato da FERUGLIO (1954). Non mi risulta però che la sezione longitudinale sia stata finora pubblicata.

Presenta uno sviluppo di 3665 m ed una lunghezza di 1768; tra le diramazioni maggiori ricordo la «Galleria della vigna» poco dopo l'ingresso, a sinistra, di 960 m. La profondità supera i 260 m. La galleria principale è in discesa ed in parte percorsa da un ruscello.

Buona parte della grotta si sviluppa nel contatto tra la breccia calcarea e gli strati marnoso arenacei dell'Eocene.

La Grotta Nuova di Villanova è stata parzialmente attrezzata per la visita al pubblico, con la sistemazione di un sentiero.

Al quarto posto troviamo la *Grotta della Bigonda* N. 243 V. T., che si apre nella provincia di Trento, in Valsugana, presso Selva, comune di Grigno (22.II. SE, Grigno; 0°52'21", 46°01'05", q. 470).

Scoperta nel 1952, fu ben presto completamente esplorata e rilevata dal Gruppo Grotte SAT, diretto dal dr. Antonio Galvagni. Due relazioni preliminari, con la pianta a piccola scala, sono state pubblicate nel 1952 e 1953 da GALVAGNI; un altro studio del medesimo, più particolareggiato, e con i profili longitudinali, venne presentato al I° Congresso Internazionale di Speleologia di Parigi (1953) ed è in attesa di stampa negli Atti relativi; la descrizione definitiva è in approntamento.

La Grotta della Bigonda, che inizia con un sifone, ostruito in condizioni normali, consta di una galleria principale lunga ben 1520 m, dalla quale dipartono 10 diramazioni, di complessivi 1500 m. Pertanto lo sviluppo totale risulta 3020 m. Sia la galleria principale, che alcune delle laterali, terminano con sifoni; uno di essi fu svuotato con grande fatica nel 1953, permettendo però il proseguimento per appena 100 m. Molto vario è il profilo verticale, con diversi tratti in sifone, ostruiti in tempi piovosi. Presso il termine esiste un pozzo di 33 m. La profondità è di 95 m, il dislivello massimo 123 m.

La Grotta della Bigonda, che si spera di poter attrezzare parzialmente a scopo turistico, è completamente scavata nella dolomia principale (Norico) del Trias superiore.

Uno sviluppo tutt'ora non precisabile in modo esatto, ma che ritengo superi i tre Km, ha la *Grotta della Spipola* N. 5 E (o della Pispola), a 6-7 Km da Bologna, in comune di S. Lazzaro di Savena. Presenta due ingressi principali, a q. 119 e 171.

La scoperta del grandioso sistema, effettuata nel 1933, è merito del Gruppo Speleologico CAI di Bologna. Qualche cenno, col rilievo indicativo, è riportato da LORETA (1933). Una sommaria descrizione è data in FANTINI (1934).

La grotta, percorsa in parte dal torrente Acqua Fredda, è scavata nei gessi sotto la collina di Miserazzano, che traversa completamente, avendo accessi da ambedue le estremità. Comprende tratti imponenti, tra cui due cameroni di oltre 100 m di lunghezza.

E' augurabile che questa interessantissima cavità venga presto rilevata e studiata in modo esauriente.

Pure non ho attualmente dati esatti sullo sviluppo della *Grotta del Colle del Pas* (o Voragine di Piaggia Bella) sulle Alpi Marittime. Tale imponente cavità, che pare sia lunga sui 1800 m, con uno sviluppo di circa 2500 m, è particolarmente interessante per l'eccezionale profondità (m 464), per cui verrà trattata nella seconda parte del lavoro.

Al settimo posto va ascritta la *Grotta Doviza* (o Vecchia Grotta di Villanova, o Grotta Zajama) in provincia di Udine, comune Lusevera, frazione Villanova, situata appena 500 m ad oriente della già citata Grotta Nuova di Villanova, con la quale però non presenta alcuna comunicazione (25.I. NO, Lusevera; 0°50'05", 46°15'07"; ha due ingressi a q. 607 e 617).

Ricordata da Marinelli ancora nel 1876, fu esplorata e rilevata negli

anni successivi in una serie di visite. Esplorazione e rilievo furono completati nel 1911 da G. B. De Gasperi. Ha un'ampia bibliografia: ricordo solo alcuni lavori di DE GASPERI, tra cui quello del 1916; recentemente fu trattata da FERUGLIO (1954), che riportò la pianta di DE GASPERI.

Lo sviluppo è di m 2491: fino al 1918 costituiva la maggiore grotta italiana. Presenta un andamento molto irregolare ed è percorsa in parte da ruscelli. La profondità massima è 76 m. E' scavata in un banco di breccia calcarea.

Segue il *Buso de la Rana* N. 40 V, che si apre in provincia di Vicenza, comune Monte di Malo (49.I.NE, Malo; 1°05'25", 45°39'00", q. 350).

Noto da tempo per i primi 200 m, fu esplorato completamente nel 1926 dal Gruppo Grotte Arzignano. Rilevato accuratamente nel 1938-39 dal compianto G. TREVISOLO del Gruppo Grotte Vicenza, che ne diede un cenno nel 1940 ed una buona descrizione nel 1941. Oggetto presentemente di studio da parte del Museo Civico di Storia Naturale di Verona. La descrizione particolareggiata è in elaborazione ad opera di GALVAGNI e PASA.

Lo sviluppo di questo imponente sistema sotterraneo, che s'interna in salita, è di circa 2430 m, di cui 1360 appartengono al ramo principale. In parte percorso dal torrente Rana, che forma un profondo lago ed esce dall'imbocco. E' scavato nei calcari nummulitici dell'Eocene.

Presenta tra il resto grande interesse faunistico.

Al nono posto va la *Grotta di Pertosa* N. 1 Cp (detta anche dell'Angelo o di S. Michele), che si apre in provincia di Salerno, comune di Polla (199. IV, Polla; 3°00'11", 40°32'08", q. 264).

Nota da tempo, fu completamente esplorata e rilevata nel 1924 dalla Società Meridionale di Eletticità e nel 1926 dalla Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie. Una breve descrizione, con bibliografia, pianta e sezioni, fu pubblicata nel 1931 da TROTTA in *Grotte d'Italia*; un'altra descrizione è riportata in CASTALDI (1950). Rilevata esattamente nel 1952 dall'Istituto Geografico Militare: uno stralcio di tale rilievo è pubblicato in DUTTO (1954). Non mi risulta che sia mai stato pubblicato uno studio particolareggiato.

E' costituita da tre rami principali, con diverse diramazioni secondarie, per uno sviluppo complessivo di oltre 2270 m. Pianeggiante od in salita, raggiunge l'altezza di 46 m. In parte percorsa dall'acqua, che esce dall'imbocco e si getta nel Tanagro: l'ingresso è occupato da un bacino artificiale che viene traghettato in battello.

Attrezzata ottimamente per la visita turistica.

Seguono le *Grotte del Caudano* (o Trona, o di Frabosa), situate in provincia di Cuneo, comune di Frabosa Sottana (91.I.NO, Frabosa; 4°39'45", 44°17'34", q. dei tre ingressi 769, 780, 800), che constano di due grotte (inferiore e superiore) comunicanti per mezzo di una galleria artificiale.

Scoperte nel 1899 furono in seguito oggetto di lavori di viabilità interna; ulteriori sale e gallerie vennero scoperte nel 1949 da Capello. Una buona descrizione, col rilievo completo, è pubblicata in CAPELLO (1950, pp. 59-68, fig. 12).

La Grotta inferiore consta di tre piani di gallerie piuttosto pianeg-

gianti; il più basso, lungo 1000 m. è percorso completamente da un torrente; lo sviluppo complessivo è di m 1950 circa. La Grotta superiore, con la galleria artificiale, misura circa 240 m, per cui lo sviluppo totale del sistema del Caudano è di 2190 m. Esso risulta scavato nel calcare del Trias medio.

All'11° posto va annoverata la *Fossa del Noglar*, che si apre in provincia di Udine, comune di Clauzetto, frazione Pradis di Sotto (24.ISE, Castelnovo del Friuli; 0°25'43"E, 46°14'48").

Esplorata e completamente rilevata in una serie di cinque sopralluoghi nel 1952-53 dalla Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, il cui Presidente, sig. Carlo Finocchiaro, ringrazio vivamente per avermi trasmesso i dati che riporto. Un cenno è contenuto nel Notiziario di Rass. Spel. It., VI, 1954, p. 91. La descrizione, ad opera di TOMMASINI, è stampata in questi medesi Atti.

Questa grande cavità presenta uno sviluppo complessivo di ben 2049 m ed una profondità di 81 m; la galleria principale ha una lunghezza di 705 m. L'accesso è costituito da un pozzo di una cinquantina di m. L'esplorazione, tecnicamente non difficile, è malagevole per la presenza di un torrentello che scorre in gran parte delle sue diramazioni e per le gallerie basse che costringono ad entrare spesso completamente nell'acqua.

Al 12° posto abbiamo la *Grotta G. B. Trener* (o Grotta del Calgeron) N. 244 V. T., che si apre in provincia di Trento, in Valsugana, comune di Grigno, appena tre Km ad oriente della già descritta Grotta della Bigonda (22.III.SE, Grigno; 0°50'04", 46°00'30", q. 450).

Scoperta e rilevata nel 1952 dal Gruppo Grotte SAT, diretto dal dr. Antonio Galvagni; una grande diramazione laterale venne scoperta e rilevata nel 1953. La descrizione particolareggiata è in corso di pubblicazione a cura di CONCI e GALVAGNI; finora furono stampate solo notizie preliminari.

La galleria principale, in salita nei primi 435 m ed in discesa nei rimanenti 700, è lunga 1135 m e termina con un lago in sifone. Un condotto laterale, di 355 m, forma anello; un secondo ramo laterale è lungo 315 m. La grotta presenta tredici laghetti, alcuni in sifone. Lo sviluppo risulta 2000 m, la profondità 100 m ed il dislivello massimo 132 m.

Ha grande interesse geomorfologico e faunistico ed è scavata nella dolomia principale (Norico) del Trias superiore.

Uno sviluppo tutt'ora da precisare esattamente, ma che si ritiene si aggiri sui due Km, presenta la *Grotta di Castellana* N. 8 Pu. in provincia di Bari, comune di Castellana Grotte (190.IV, Conversano; 4°41'46", 40°52'29", q. 324), che costituisce attualmente in Italia il più notevole sistema sotterraneo attrezzato a scopo turistico.

La scoperta e la valorizzazione del meraviglioso complesso sono merito pressochè esclusivo del prof. Franco Anelli, che discese la Grave iniziale il 23 gennaio 1938, iniziandone l'esplorazione; successivamente vennero esplorate le gallerie più interne. Descrizione e rilievo della prima parte sono state pubblicate da ANELLI in Grotte d'Italia, 1938; ricordo anche un breve scritto di ANELLI (1950). Il rilevamento del ramo principale fu compiuto dall'Istituto Geografico Militare nel 1949; la pianta e le sezioni trasversali vennero pubblicate da ANDREUCCI (1950). Alcuni rami secon-

dari sono però tutt'ora da rilevare. Manca così una descrizione completa di tutta la grotta, che presenta grandissimo interesse sotto svariati punti di vista.

La Grave iniziale, profonda 60 m e costituita da una caverna di m 100 x 50, dà adito ad un imponente sistema di gallerie, splendidamente concrezionate, lungo circa 1100 m. I rami secondari rilevati misurano circa 600 m. Tutto il sistema sotterraneo è scavato nei calcari del Cretaceo superiore.

Al 14° posto annovero la *Grotta di Bossea* N. 19 Pi, situata in provincia di Cuneo, sulle Alpi Liguri, comune di Frabosa Soprana, presso la frazione Fontana (91.ISE, Valcasotto, 4°36'47", 44°14'28", q. 836).

Scoperta nel 1850, fu oggetto di numerose esplorazioni successive. I laghi terminali vennero raggiunti però solo nel 1949 da Muratore; nello stesso anno fu eseguito il completo rilevamento ad opera di C. F. Capello. La letteratura che la riguarda è assai numerosa ed è riportata in due studi particolareggiati, col rilievo, pubblicati da CAPELLO nel 1952 (pp. 79-85, ril.) e 1954. Ulteriori rami, di recentissima scoperta ad opera del Gruppo Grotte Milano, sono descritti da RONDINA in questi medesimi Atti.

La galleria principale, che presenta spesso dimensioni imponenti, si sviluppa in forte salita nella prima metà, quasi pianeggiante nella seconda (il dislivello è di ben 217 m) e termina con sifoni. Lo sviluppo totale è di m 1866 (m 1467 sec. CAPELLO 1954, + m 399 dei nuovi rami). Percorsa per massima parte da un torrente, che forma due cascate e cinque laghi e rende assai disagiata l'esplorazione della seconda metà. E' scavata nei calcari grigi del Trias.

La Grotta di Bossea è molto nota dal punto di vista turistico: i primi lavori per renderla accessibile al pubblico rimontano al 1873; nel 1948 fu eseguito l'impianto di illuminazione fino alla 2ª cascata (m 500 circa).

Seguirebbe, al 15° posto, l'*Antro del Corchia*, sulle Alpi Apuane, con uno sviluppo di oltre 1800 m.

Si tratta però di una cavità di particolarissimo interesse per l'eccezionale profondità (m 541), per cui ne tratterò nella seconda parte del lavoro, parlando delle grotte più profonde.

Segue l'*Inghiottitoio di Pietrasecca* N. 1 A, in provincia di L'Aquila, nei Monti Carseolani, comune di Carsoli, che costituisce la scarico di un bacino chiuso di 14 Km di perimetro (145.III, Carsoli; sit. m 400 NE da Pietrasecca, q. 690).

Esplorato a più riprese dal Circolo speleologico Romano (1925, 28, 29, 42, 46); l'ultima visita in collaborazione con la Società Svizzera di Speleologia. Una breve descrizione, con pianta, è in SEGRE (1948, p. 28, figg. 4, 9). Si sviluppa per 1400 m. La galleria principale, con poche diramazioni, è in discesa (profondità m 92), per buona parte occupata dall'acqua ed a forma di altissimo canyon. Si ha poi un grandioso domo, lungo 110 m, largo 65 ed alto circa 70, per metà occupato da un lago: è il più vasto ambiente sotterraneo conosciuto nell'Appennino Centrale. La caverna termina con un sifone. L'esplorazione è molto difficoltosa. Il tratto iniziale è scavato nei calcari miocenici, si raggiungono poi i calcari ippuritici neocretacei.

Abbiamo quindi la *Tana dell'Uomo Selvatico* N. 54 T, in provincia di Lucca, che si apre nelle Alpi Apuane, sul M. Corchia, a q. 1150 (96.II.SO, Monte Altissimo; 2°08'46'', 44°02'18'').

Fu esplorata nel primo tratto nel 1912 da Briau e Mancini, ulteriormente nel 1923 da Folini, Levi ed altri; poi nel 1929 e 1930 dal Gruppo Speleologico Fiorentino che ne raggiunse il termine. La descrizione, con rilievo, è stata pubblicata da MARCHETTI in *Grotte d'Italia*, IV, 1930.

Si tratta di un imponente sistema di pozzi (ben 13, il maggiore di 70 m) e gallerie discendenti, per buona parte percorse dall'acqua, e con alcune intricate diramazioni. La lunghezza è di 700 m, lo sviluppo 1330 e la profondità ben 318 m.

La cavità è scavata nei calcari triassici e presenta buon interesse faunistico.

L'*Inghiottitoio di Luppa* N. 32 A, in provincia di L'Aquila, nei Monti Carseolani, comune di Carsoli, costituisce lo scarico di un bacino chiuso in parte a contatto con quello di Pietrasecca, prima nominato (145.III, Carsoli; sit. m 250 SO dal Casale di Luppa, q. 857).

Esplorato nel 1929 dal Circolo Speleologico Romano e poi ulteriormente nel 1942 con la collaborazione della Società Svizzera di Speleologia. Una breve descrizione, con pianta, è pubblicata in SEGRE (1948, p. 25, fig. 3).

La galleria principale, in discesa, presenta due laghi lunghi 150 m e molti altri minori, tra cui sifoni di difficile superamento. La grotta ha talora dimensioni imponenti e tratti in canyon alti fin oltre 40 m. L'esplorazione è molto difficoltosa. La lunghezza finora esplorata è 620 m e lo sviluppo 1150, però continua ampiamente oltre il XVIII lago, l'ultimo raggiunto.

La *Grotta di Pastena* N. 28 La, nei Monti Ausoni, in provincia di Frosinone, presso il paese di Pastena, è una delle più notevoli del Lazio, in parte attrezzata turisticamente (160.III.NO, Pico; sit. m. 900 S dalla cima di M. S. Cataldo, q. 196).

Nota localmente da tempo fu esplorata e rilevata nel 1926 dal CIRCOLO SPELEOLOGICO ROMANO, che pubblicò una buona descrizione, con rilievo e fotografie, in *Grotte d'Italia*, II, 1928. Descrizione riassuntiva e rilievo vennero riportati da SEGRE (1948, pp. 92-94, fig. 11).

La grotta costituisce l'inghiottitoio attivo di un bacino chiuso; la risorgenza è a Km 1,6 dall'ingresso. Dal grandioso antro iniziale dipartono due gallerie. La prima, discendente, è percorsa dall'acqua e termina in sifone dopo neppure 300 m. La seconda, pianeggiante e con un paio di diramazioni, è asciutta. La lunghezza del ramo maggiore è 530 m; lo sviluppo totale 1150 m. La profondità della grotta è 19 m, il dislivello massimo 50 m.

Al 20° posto va annoverata la *Grotta dell'Arco*, o di Bellegra, N. 5 La, in provincia di Roma, che è una delle più interessanti del Lazio per la varietà morfologica (151.IV, Subiaco; sit. m 500 NO dal bivio per Rojate, q. 415).

Esplorata e rilevata nel 1925 dal CIRCOLO SPELEOLOGICO ROMANO che ne pubblicò una descrizione, con pianta e sezione, in *Grotte d'Italia*, VI, 1932. Rilievo e descrizione sono poi riportati nel volume di SEGRE (1948, pp. 19-21, fig. 1).

Deve il nome ad un arco naturale davanti all'ingresso. Consta di una unica sinuosa galleria in lievissima salita (dislivello totale +23 m), percorsa da un modesto ruscello e lunga 950 m. Brevi diramazioni laterali ne portano lo sviluppo a m 1125. Il primo tratto comprende grandi depositi di limo e sabbia; seguono due imponenti caverne.

Segue la *Grotta delle Vene* (o Garbo della Gisetta o delle Fuse), che si apre in provincia di Cuneo, sulle Alpi Marittime, comune di Ormea e frazione Viozene (91.II.NO, Viozene, 4°42'07", 44°09'05", q. 1550 ca.).

L'ingresso era già noto nel secolo XVIII; esplorata metodicamente nel 1898 da G. Randone e P. BENSA, che ne pubblicò un rilievo parziale nel 1900. Una buona descrizione, col rilievo, è riportata in CAPELLO (1952, pp. 46-49, f. 3). Nel 1953 il Gruppo Speleologico Piemontese scoprì ulteriori 150 m di gallerie (*in litteris*).

La grotta si sviluppa per 1090 m, con una serie di gallerie parallele e senza notevoli dislivelli. Al termine un torrente e bacini d'acqua. E' scavata nel calcare dolomitico grigio chiaro del Trias.

Al 22° posto infine consideriamo la *Grotta Cesare Battisti* N. 125 V. T., in provincia di Trento, comune di Zambana, sulla Paganella (21.III.NO, Ter-lago; 1°24'15", 46°08'48", q. 1880).

Scoperta nel 1929, fu esplorata e rilevata in modo approssimato dal Gruppo Grotte SAT negli anni 1929-31. Oggetto di ulteriori ricerche e di un nuovo accurato rilevamento nel 1946-47 ad opera del medesimo Gruppo, fu descritta in modo particolareggiato da CONCI e GALVAGNI (1950). Notizie riassuntive sono pure riportate da GALVAGNI (1947) e da CONCI e GALVAGNI (1952, pp. 185-187, fot., ril.).

Presenta andamento molto irregolare, diverse importanti diramazioni, sette pozzi interni; la lunghezza è m 506, lo sviluppo m 1060 e la profondità m 105. Una seconda imponente apertura (il Bus de le Grole) dà nella vertiginosa parete della Paganella. E' scavata nei calcari grigi del Lias.

Si tratta pertanto di 22 grotte con lunghezza accertata superiore al Km.

Diverse altre però probabilmente superano tale limite, ma i dati in nostro possesso finora sono troppo incompleti. Di alcune riporto qualche cenno.

La *Grotta Michele Gortani* N. 31 E., situata ad 11 Km da Bologna, in località Gesso di Sopra, nel comune di Zola Predosa, ha uno sviluppo non esattamente definibile, mancando, a quanto mi consta, qualsiasi rilievo.

Scoperta ed esplorata nel 1933 dal Gruppo Speleologico CAI di Bologna, è brevemente descritta in FANTINI (1934, pp. 9-13), che le attribuisce una lunghezza di 780 m ed uno sviluppo di ben 1800 m. E' scavata nei gessi e percorsa da un ruscello. Penetrando dalla risorgente si può ritornare all'esterno dall'altra parte della collina.

La *Grotta del Fiume* è la maggiore delle numerose cavità che si aprono nell'interessante zona di S. Vittore di Frasassi, in provincia di Ancona, nelle Marche.

Fu scoperta dal dr. Mario Marchetti, del Gruppo Speleologico Marchigiano, nel 1948; successive esplorazioni permisero il rinvenimento di sem-

pre nuove diramazioni. Il medesimo MARCHETTI, nel 1950, ne pubblicò una breve descrizione, accompagnata dalla pianta indicativa. Il rilevamento completo ed accurato non è stato ancora compiuto, per cui non è possibile sapere con sicurezza il suo effettivo sviluppo, che dovrebbe però oscillare sul chilometro.

Le *Grotte di Gaibola*, situate appena a 3 Km da Bologna, avrebbero, secondo FANTINI (1934, pp. 14-17), che brevemente le descrisse, uno sviluppo complessivo di oltre un Km. Tale dato però è molto dubbio. Esplorate dal Gruppo Speleologico CAI di Bologna, non sono state finora rilevate. Scavate nel gesso, risultano costituite da un labirinto di cunicoli per buona parte molto disagiati a causa delle dimensioni ristrette.

Ricordo ancora la *Grotta-Inghiottitoio del Bussento* N. 18 Cp, in provincia di Salerno, presso Caselle in Pittari (210. IV, Sanza, q. 233). Il Bussento costituisce il più importante fiume sotterraneo, per portata e dimensioni, di tutto l'Appennino. Il percorso ipogeo fu finora esplorato dal Circolo Speleologico Romano, fra gravissime difficoltà, per 600 m, ma la lunghezza stimata, tra l'inghiottitoio e la risorgente, è di almeno sei Km. Sulla prima esplorazione scrisse FRANCHETTI (1950); per la seconda campagna (agosto 1952) vedi il Notiziario ciclostilato del Circolo Speleologico Romano (n. 7, 1954).

Considerando brevemente la distribuzione delle 22 grotte prima esaminate, notiamo che ben 4 sono in Piemonte (provincia di Cuneo), 3 in Friuli (provincia di Udine) e Trentino (provincia di Trento), 2 in Campania (provincia di Salerno), Toscana (provincia di Lucca), Abruzzi (provincia di L'Aquila) e Lazio, 1 sola in Sardegna, Emilia, Veneto e Puglie. Nessuna va finora annoverata per Lombardia, Liguria, Marche, Umbria, Calabria, Lucania e Sicilia.

Riguardo alla loro posizione relativa, molto notevole è il complesso delle due grandi grotte di Villanova, vicinissime l'una all'altra e con oltre 6000 m di sviluppo, e quello di Grigno Valsugana (grotta della Bigonda e grotta G. B. Trener) con 5000 m di sviluppo. Relativamente vicine sono le grotte del Caudano e di Bossea e gli inghiottitoi di Pietrasecca e Lupa. Tutte le altre grotte sono senza rapporti vicendevoli.

Riguardo al terreno geologico notiamo una grande varietà. Infatti abbiamo imponenti sistemi scavati nei gessi, nelle dolomie e nei calcari dolomitici del Trias superiore, nei calcari grigi del Lias, nei calcari cretacei, nei calcari nummulitici dell'Eocene, nella breccia calcarea, ecc.

PARTE II

Passando ora a considerare le più profonde grotte italiane, troviamo al primo posto superbamente la *Spluga de la Preta* N. 1 V, imponente abisso che per molti anni mantenne il primato della profondità fra tutte le cavità naturali del mondo. Si apre a q. 1475 sui Lessini veronesi, in immediata vicinanza del Corno d'Aquilio (35.II.SE, Monte Baldo; sit. m. 1000 NE + 3° N dal Corno d'Aquilio).

Fu esplorata dal Gruppo Speleologico SUCAI di Verona in una serie di

spedizioni nel 1925, 26, 27. Il lago considerato terminale venne raggiunto il 18 settembre 1927. Una nuova spedizione effettuata dalla Sezione Geo-Speleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste nell'agosto 1954 procedette oltre il limite precedentemente citato. Una buona descrizione, con sezione e pianta, venne pubblicata dal GRUPPO SPELEOLOGICO SUCAI e STEGAGNO in *Grotte d'Italia*, I, 1927; cenni sulla spedizione del 1927, col rilievo completo, in *Grotte d'Italia*, II, 1928. I risultati degli studi dei triestini sono esposti da MAUCCI in questi medesimi Atti.

Consta di una serie di pozzi successivi, collegati da brevi tratti di galleria e cunicoli. La profondità, ritenuta finora di m 637, è invece, secondo i rilievi di Maucci, di m 594.

Al secondo posto va ascritto l'*Antro del Corchia*, o Buca d'Eolo, N. 120 T, che si apre a q. 1150 sul M. Corchia nelle Alpi Apuane, in provincia di Lucca (96.II.SO, Monte Altissimo; 2°09'23", 44°01'44").

Il primo tratto è noto fin dalla metà del secolo scorso. Esplorazioni successive permisero di scendere sempre più in basso. Nel 1933 il Gruppo Speleologico Fiorentino raggiunse la profondità di 228 m e l'anno successivo fu toccato il fondo a ben 541 m. Descrizione e rilievo relativi all'esplorazione del 1933 vennero pubblicati da BERZI (1934). La descrizione completa, con rilievo, fu pubblicata dal GRUPPO SPELEOLOGICO FIORENTINO (1936).

L'Antro del Corchia è una imponente cavità, lunga oltre 1800 m, costituita da una serie di pozzi intercalati da gallerie discendenti. L'esplorazione è oltremodo impegnativa, anche per l'acqua abbondante.

Il terzo posto attualmente è occupato dalla *Grotta del Colle del Pas* (o Grotte-Gouffre de Piaggia Bella, come la chiamarono i francesi), che si apre a q. 2100 in provincia di Cuneo, sulle Alpi Marittime, comune Briga Alta e frazione Carnino (91.II.NO, Viozene; 4°44'45", 44°09'58").

La prima segnalazione, con descrizione e rilievo fino alla profondità di m 201, è data da CAPELLO (1952, pp. 31-34, fig. 4). La cavità fu poi nel 1952 riscoperta da una spedizione francese, che effettuava ricerche sul Marguareis; trovata sul fondo una prosecuzione, poté spingersi fino alla profondità di m 385 (ROUIRE, 1952); nel 1953 una seconda spedizione francese raggiunse la straordinaria profondità di m 457 (NOIR, *in litt.*). Lo sviluppo sarebbe di circa 2500 m (TUDAL e ZALEWSKI, 1953). Mancano però al riguardo dati ufficiali, essendo lo studio di tale imponente sistema ancora in elaborazione.

La Grotta del Colle del Pas, per quanto è noto finora, è costituita da una galleria con tratti pianeggianti e tratti in forte pendenza; i pozzi sono pochi e relativamente modesti (il maggiore di 30 m). L'ostacolo più grande è dato da enormi zone franose. Percorsa in parte da un torrente, la cui risorgenza risultò essere alla Gola delle Fascette, 1000 m più in basso.

Al 4° posto abbiamo la *Grotta Guglielmo* N. 2221 Lo, la più profonda di Lombardia, che si apre a q. 1300 in provincia di Como, sul Monte Palanzone, presso la frazione Molina del Comune di Faggeto Lario (32.IV.SE, Moltrasio; 3°15'16", 45°52'00").

E' stata oggetto di una serie di esplorazioni (1898, 1931, 1932, 1933), che raggiunsero via via profondità sempre maggiori; nel 1935 il Gruppo Grotte

CAI di Como scese fino a m 300 (ritenuti m 360), nel giugno 1953 il Gruppo Triestino Speleologi a 400 e nel luglio 1953 il Club Alpinistico Triestino a 452. Nessuna descrizione risulta finora pubblicata su questa imponente cavità; solamente in Rass. Spel. It., III, 1951 (p. 94) è riportata la sezione indicativa. Una relazione del Club Alpinistico Triestino fu presentata al I° Congresso Internazionale di Speleologia di Parigi. Il rilievo, tutt'ora inedito, fu effettuato fino a —163 dal G.T.S. (1951) e fino al fondo dal C.A.T. (1952 e 1953).

E' una cavità complessa in cui si susseguono pozzi e gallerie orizzontali ed inclinate; vi abbonda il fango con rivoli e laghetti. Lo sviluppo è di oltre 950 m. L'esplorazione risulta oltremodo impegnativa.

Segue a molta distanza la *Grotta delle Tassare*, sul M. Nerone, presso Piobbico, in provincia di Pesaro-Urbino (116.IV, Cagli; 0°05'24" E, 43°33'43", q. 1050).

Esplorata nel 1951 dal Gruppo Speleologico Marchigiano che ne diede una breve relazione in Rass. Spel. It., IV, 1952 (pp. 39-40), stimandone la profondità in m 505. Una esplorazione dell'agosto 1952, a cui parteciparono elementi di vari Gruppi Grotte, compreso il sottoscritto, permise il rilevamento del ramo principale. Rilievo e descrizione sono riportati in un lavoro di MAUCCI su questi medesimi Atti. Le diramazioni secondarie risultano ancora da rilevare.

La profondità risultò essere m 343, a cui andrebbe però aggiunto un tratto in salita, sopra l'imbocco, non ancora rilevato. La lunghezza è di 650 m circa. La grotta consta nelle grandi linee di un unico condotto in forte discesa, interrotto da alcuni pozzi modesti; l'ultimo pozzo, imponente, è profondo invece una novantina di metri.

La grotta ha buon interesse faunistico; vi furono inoltre rinvenuti due scheletri di orso, attualmente in studio.

Al 6° posto va ascritta la *Grotta di Trebiciano* N. 17 V.G., che si apre a circa 6 Km a NE da Trieste (40A.II.SE, Sesana; sit. m. 1250 N + 28°E da Trebiciano, q. 341).

La sua scoperta ed esplorazione è dovuta alla tenacia di Antonio Federico Lindner, nel 1841. Per ben 68 anni (dal 1841 al 1909), coi suoi 329 m, fu la più profonda cavità conosciuta del mondo.

E' una grotta molto nota, oggetto di numerosissimi studi e ricerche, con una vasta letteratura: notevoli soprattutto due monografie del BOEGAN. La sua importanza deriva dal fatto che sul suo fondo scorre il classico Timavo, che si sperava poter utilizzare per l'approvvigionamento idrico della città di Trieste.

Una serie di 15 pozzi danno adito ad una grandiosa caverna di m 150 × 90 ed alta 80. Ai piedi di un enorme accumulo di sabbia, alto ben 56 m, scorre il Timavo, che nelle piene può risalire dalla q. 12 fin a quella 115, riempiendo completamente la caverna con un volume di oltre 250.000 m cubi.

Recentemente il dr. W. Maucci, con una squadra della Soc. Adriatica Sc. Nat. forzò il sifone subacqueo d'entrata del Timavo. I risultati ottenuti nel 1952 sono riportati in MAUCCI (1953). La relazione relativa alla spedizione del 1953 è in attesa di stampa negli Atti del I° Congresso Internazionale di Speleologia di Parigi.

Segue, coi suoi 318 m di profondità, la *Tana dell'Uomo Selvatico* N. 54 T, in provincia di Lucca, sul Monte Corehia (Alpi Apuane). E' già stata descritta in precedenza.

All'8° posto abbiamo l'*Abisso Enrico Revel* N. 102 T (o Buca della Vestricia) in provincia di Lucca, nelle Alpi Apuane, sul Massiccio delle Panie (96.II.SE, Galliciano; 2°07'23", 44°02'43", q. 1453).

Fu esplorato nel luglio 1931 dal Gruppo Speleologico Fiorentino. Una descrizione, sufficientemente particolareggiata, con rilievo, fu pubblicata da Marco MARCHETTI (1931).

Si apre con un'enorme voragine di m 55×9 e consta di un unico pozzo profondo ben m 316. Dal 1931 al 1952 mantenne il primato nel mondo tra le cavità costituite da un unico pozzo.

L'*Abisso della Scondurava* N. 2230 Lo è per profondità la seconda grotta della Lombardia. Si apre sul M. Campo dei Fiori, in provincia di Varese (31.I.SO, Gavirate; 3°42'08", 45°51'56", q. 930).

La prima visita parziale, ad opera di Binda, rimonta al 1924. Seguirono altre esplorazioni, tra cui la principale, da parte dei Gruppi Grotte di Bergamo, Como, Desio, Milano e Varese, è del 1933. Il rilievo definitivo fu effettuato nel 1952. Pochi cenni sono contenuti in PRACCHI (1943) e SOMMARUGA (1949).

E' una grotta inclinata secondo gli strati, interrotta da diaclasi verticali; il III pozzo misura 45 m. La profondità è di 302 m e lo sviluppo 335 circa. Risulta scavata nei calcari selciferi del Lias inferiore.

Al 10° posto va la *Grotta dei Morti* N. 15 V.G., vicinissima alla città di Trieste (53A.I.NO, Trieste; 1°22'05", 45°39'19", q. 344).

Esplorata e rilevata negli anni 1863-66 dagli ingegneri Wallon e De Rin, dell'Ufficio Tecnico Comunale di Trieste, per la ricerca del Timavo sotterraneo. Una mina fattavi esplodere nel 1866 causò la morte di quattro operai: da qui il nome. Notizie sono contenute in DUEMILA GROTTTE (p. 357) ed in BOEGAN (1928, p. 165, 167), che ne riporta il rilievo.

Raggiunge una profondità di m 264; comprende quattro pozzi di metri 75, 40, 20 ed 87. La grotta è attualmente ostruita, probabilmente ad una profondità di circa 70 m, e riempita di materiale fino a 34 m.

La *Grotta Nuova di Villanova*, in Friuli, già descritta in precedenza, ha una profondità di oltre 260 m, tutt'ora esattamente da definire. Pertanto con probabilità supera la precedente.

Al 12° posto va il *Büs di Tácoi* N. 1007 Lo, che si apre sul Monte Redondo, in Val Seriana, in provincia di Bergamo e comune di Gromo (33.I.NO, Ardesio; 2°30'20", 45°57'34", q. 1500 circa).

Fu esplorato nel 1929 dal Gruppo Grotte CAI di Bergamo, che ne stimò la profondità a m 275. La descrizione sommaria, con sezione indicativa, fu pubblicata da BOESI (1929). Nuove esplorazioni del Gruppo Grotte Bergamo (1953 e 1954), pur procedendo oltre il Lago verde, ridussero la profondità a m 255. La sezione, rilevata in tali visite, è ancora inedita. Lo sviluppo non è noto.

Manca tutt'ora una completa descrizione di tale importante cavità, costituita da gallerie inclinate, intercalate da numerosi pozzi non molto profondi.

Segue la *Buca Larga* N. 121 T, che si apre sulle Alpi Apuane, in provincia di Lucca (96.II.SE, Galliciano; 2°07'14", 44°02'24", q. 1535).

Esplorata nel 1937 dal Gruppo Grotte Fiorentino del CAI. Ne troviamo cenno in *Grotte d'Italia*, 2°, I, 1937 (p. 138) ed i dati catastali in LANZA, GIANNOTTI e MARCUCCI (1954). Non venne finora pubblicata nè descrizione, nè rilievo.

Il pozzo d'accesso è di m 30; segue un pozzo di ben 186 m, che costituirebbe il pozzo interno più profondo esistente fra tutti gli abissi italiani. La profondità totale è di 251 m.

La *Grotta di Viganti*, in Friuli, nella provincia di Udine, si apre presso Chialminis, comune di Nimis (25.I.SO, Tarcento; 0°50'14", 46°14'39", q. 540).

Esplorata nel primo tratto nel 1896 da Olinto Marinelli e nel 1912 da G. B. De Gasperi, fu oggetto poi di numerose altre visite. L'esplorazione completa fu compiuta nel 1949 dal CIRCOLO SPELEOLOGICO ED IDROLOGICO FRIULANO, che ne pubblicò la descrizione, con rilievo, in *Rass. Spel. It.*, I, 1949.

Una serie di gallerie discendenti (in parte percorse dall'acqua), e di 13 pozzi (il maggiore di 83 m) raggiungono la profondità di 246 m, fino ad un sifone. Dall'11 al 15 luglio 1952 il Gruppo Triestino Speleologi proseguì oltre il sifone per 270 m, abbassandosi di qualche decina di metri (MOSETTI, *in litt.*). La grotta è scavata nei calcari a Rudiste del Cretaceo superiore.

Annoveriamo poi come 15° l'*Abisso di Opicina Campagna* N. 3873 V.G. (o *Abisso Silvano Zulla*) nel Territorio di Trieste (40A.II.SO, Villa Opicina; 1°20'43", 45°42'04", q. 304).

Esplorato e rilevato nel 1947. La descrizione completa, col rilievo, venne pubblicata da MAUCCI (1950).

Si apre all'esterno con uno stretto pozzo di 19 m, situato sul fianco di una dolina, ed è costituito da una serie di pozzi (m 4, 36, 10, 102, 51, 17, 6) che raggiungono la profondità di 234 m. Al fondo un laghetto. Risulta scavato nei calcari del Cretaceo superiore e del Cenomaniano. Secondo MAUCCI (1950) è un bellissimo esempio di «cavità inversa», cioè originatasi in profondità.

La *Grotta di Padriciano* N. 12 V.G. (o *Grotta del Monte Spaccato*) si apre in immediata vicinanza di Trieste (53A.I.NE, Erpelle-Cosina; 1°22'48", 45°39'02", q. 368).

Se ne ha notizia fin dal 1806; il fondo fu raggiunto nel 1839 da Linder e Svetina; fu visitata gran numero di volte. I primi rilievi, pubblicati nel 1883-85 e riportati più volte in seguito, davano la profondità di 260 o 270 m (DUEMILA GROTTI, p. 355; BOEGAN, 1928, p. 164-166). Un accurato studio, col nuovo rilevamento, fu pubblicato da MAUCCI (1951).

La Grotta di Padriciano consta di una galleria inclinata lunga 600 m, interrotta da quattro pozzi (m 4, 6, 12, 45) e raggiunge la profondità complessiva di 226 m. La caverna maggiore è lunga 145 m, larga da 10 a 15 ed alta fin 30. Si apre nel calcare liburnico dell'Eocene inferiore (Spilecciano) e raggiunge, verso i 60 m di profondità, il calcare radiolitico del Cretaceo superiore (Senoniano).

Il *Büs di Remerón* N. 2205 Lo, si apre sul Monte Campo dei Fiori, in provincia di Varese (31.I.SO, Gavirate; 3°42'26", 45°51'34", q. 750).

Esplorato e rilevato in parte fin dal 1900 da L. V. BERTARELLI, che ne diede una vivace descrizione. L'esplorazione completa fu effettuata nel 1934 dai Gruppi Grotte di Como, Desio, Milano e Varese. Nel 1952 il Gruppo Grotte Varese si spinse ulteriormente innanzi, fino al lago Binda. La descrizione completa, col rilievo, è attualmente in corso di stampa su *Rass. Spel. It.* ad opera di BINDA; tale lavoro costituisce, per la completezza dei dati riportati, un modello di monografia speleologica.

La cavità comprende un pozzo di 92 m, con ripiani, un altro di 25 m e tratti di galleria inclinatissima; a 175 m si trova il piccolo lago Bertarelli; termina con un lago in sifone. La profondità totale è di 226 m e lo sviluppo 300.

Il 18° posto è occupato dal *Bus de la Lum* N. 153 Fr, che si apre sull'altipiano del Cansiglio, a q. 1045 (23.II.SE, Bosco del Cansiglio).

Esplorato nel 1924 dalla Commissione Grotte dell'Alpina delle Giulie, risultò costituito da un imponente pozzo di ben 223 m di profondità (dall'orlo superiore alla base dei conoidi detritici), a cui segue una caverna di m 46 × 15, alta 40, e poi un modesto cunicolo. Profondità totale m 225. Due visite successive del Gruppo Triestino Speleologi (1949 e 1950) notarono che la profondità era ridotta a m 180, con ostruzione totale della diramazione, a causa di enorme deposito di materiali.

Cenni descrittivi, col rilievo, sono contenuti in BOEGAN (1928), nel mentre una buona descrizione, con pianta e sezioni, fu pubblicata da FERUGLIO (1929). L'abisso è completamente scavato nel calcari bianchi compatti a Rudiste del Cretaceo.

Segue l'*Abisso sopra Chiusa* N. 116 V.G., che si apre nelle immediate vicinanze di Trieste (53A.I.NE, Erpelle-Cosina; sit. m 1550 SO+9°O da Basovizza, q. 382).

Esplorato e rilevato nel 1894 dal Club Touristi Triestini sotto la guida di Andrea Perco. Descrizione e rilievo sono riportati in DUEMILA GROTTI (p.325 e fig. 759 a p. 393); vedi anche BOEGAN (1928, p. 167). Ritrovato, disostruito e riesplorato, dopo una ventina d'anni, dal Gruppo Triestino Speleologi nel 1950 (MOSETTI, *in litt.*). Visitato e rilevato nuovamente nel 1951 dalla Soc. Adriatica Sc. Nat.

Con una serie di sette pozzi, soggetti a frane pericolose (il maggiore di 77 m) si raggiunge la profondità di 223 m (secondo MAUCCI, *in litt.*; prima era ritenuta di m 227). La lunghezza è di m 100.

La *Buca del Cane del Canal delle Verghe* N. 58 T, si apre a q. 997 sulle Alpi Apuane, in provincia di Lucca (96.II.SO, Monte Altissimo; 2°08'34", 44°02'38").

La profondità sarebbe di m 223 e la lunghezza di oltre 100. Esiste un rilievo inedito steso dal Gruppo Speleologico Fiorentino, che effettuò l'esplorazione. Questi elementi sono riportati in LANZA, GIANNOTTI e MARCUCCI (1954). Nessun altro dato mi risulta sia stato pubblicato su questa grande voragine!

Al 21° posto abbiamo l'*Abisso La Vettica* N. 168 La, in provincia di

Frosinone, presso Pastena, comune Castro de' Volsci (159.II.NE, Vallecorsa; sit. m 240 N+ 27° E da Fontana della Croce, q. 680).

Disceso dal Circolo Speleologico Romano nel 1927 fino a 130 m di profondità, fu completamente esplorato dal medesimo Circolo nel 1953, raggiungendo la profondità di 223 m. Qualche notizia ne riporta SEGRE (1948, p. 96, fig. 4). La descrizione ed il rilievo sono pubblicati da SPICAGLIA nel Notiziario ciclostilato del Circolo Speleologico Romano (1954, n. 7, pp. 35-37).

L'abisso consta praticamente di un unico pozzo, profondo ben 220 m, con un ripiano a quota — 142 (o — 157?). E' scavato nei calcari ippuritici del Cretaceo superiore.

Segue la *Grotta di Bossea* N. 19 Pi, già descritta, con un dislivello massimo di m 217, secondo i dati di RONDINA, pubblicati in questi medesimi Atti.

La *Grotta di Monte Tre Crocette* N. 2234 Lo (o *Grotta Marelli*) è situata sul M. Campo dei Fiori, in provincia di Varese (31.I.SO. Gavirate; 3°40'26", 45°51'45", q. 1027).

Fu discesa la prima volta nel 1916 da Civici Pompieri di Milano e di Varese, allo scopo di recuperare la salma dello studente Marelli, tragicamente precipitato nel grande pozzo terminale. Esplorata in seguito più volte dai Gruppi Grotte Lombardi. Elementi del Gruppo Grotte Milano la rilevarono accuratamente nel 1949. Una buona descrizione, col rilievo schematico, è stata pubblicata da SOMMARUGA (1949).

Consta di una galleria inclinata e spesso malagevole, lunga 351 m (sviluppo spaziale), con tre pozzetti intermedi, che sfocia nel grande pozzo terminale di 65 m. La profondità totale è 210 m e lo sviluppo planimetrico 340 m. La cavità risulta scavata nei calcari del Lias inferiore e presenta notevole interesse faunistico.

Al 24° posto va ascritto l'*Abisso di Lamar* N. 5 V. T., che si apre a q. 746 in provincia di Trento, comune di Terlago, in immediata vicinanza dell'alpestre Lago della Mar (21.III.NO. Terlago; 1°23'18", 46°07'46").

Noto dal 1908, resistette per decenni ai successivi tentativi d'esplorazione. Il fondo fu raggiunto il 10 aprile 1949 da Hans Galvagni, del Servizio di Salvataggio Alpino della Società Alpinistica del Tirolo Meridionale, calato arditamente con un cavo d'acciaio, e nell'agosto dello stesso anno dal Gruppo Triestino Speleologi. Uno studio esauriente, col rilievo, fu pubblicato da PIPAN (1950).

Consta di una galleria fangosa ed accidentata, lunga 180 m, interrotta da tre pozzetti di m 5, 3 e 4, a cui segue un abisso di ben 155 m, con un ripiano ai 130 m. La discesa di questo pozzo è estremamente impegnativa, tra l'altro per l'acqua che vi cade a cascata. La profondità totale risulta 209 m e la lunghezza 202 m. La grotta è scavata nei calcari grigi del Lias.

Segue l'*Abisso dei Cristalli* N. 3961 V.G., presso Gabrovizza. Si apre a 50 m dalla notissima Grotta dell'Alce.

Scoperto nel 1953 da un gruppo di grottisti indipendenti. Riesplorato nel 1954 dalla Società Adriatica Sc. Nat. Profondo 205 m, raggiunge quota + 8 (la più vicina al livello del mare). Descrizione in corso di elaborazione da parte di W. MAUCCI.

Annoveriamo poi come 26° l'*Abisso della Pietra Selvaggia*, che costituisce la cavità carsica più profonda dell'Italia meridionale ed insulare. Si apre sul Monte Pellegrino, in provincia e comune di Palermo (249.III.NE, Palermo; 0°54'21" E, 38°09'29", q. 425).

L'esplorazione, tentata a più riprese dal Gruppo Speleologico della Sezione di Palermo del CAI, raggiunse il fondo nel gennaio 1953, ad una profondità di m 202. Da notare che l'esplorazione fu compiuta senza scale, ma solo con corde! La descrizione fu pubblicata da MANNINO (1954). Il rilievo non è stato ancora completato.

Il pozzo iniziale è di m 35; seguono altri 4 pozzi, intervallati da brevi gallerie. Il 5° pozzo è di m 80.

Al 27° posto si trova infine la *Grotta presso il cimitero di Basovizza* N. 23 V. G., presso Trieste, nota sul posto come «foiba Plutone» (53A.I.NE, Erpelle-Cosina; 1°24'18", 45°39'01". q. 350).

Esplorata e rilevata nel 1896 dalla Società Alpina delle Giulie. Visitata più volte in seguito; recentemente la Società Adriatica Sc. Nat. ne confermò i dati metrici (MAUCCI, *in litteris*). Descrizione e rilievo sono riportati in DUEMILA GROTTI (p. 324 e fig. 756); vedi anche BOEGAN (1928, p. 171).

Ad un pozzo verticale di 115 m segue una spaziosa galleria in forte pendenza, lunga 180 m. Si raggiunge così la profondità totale di 200 metri.

Esistono poi alcune altre segnalazioni di grotte profondissime, ma in attesa di conferme definitive, per ora le tralascio.

Riassumendo, conosciamo oggi per l'Italia 27 grotte che superano la profondità di 200 m. Di esse, 14 hanno una profondità dai 200 ai 250 m, 4 dai 250 ai 300, 5 dai 300 ai 400, 2 dai 400 ai 500; una sola raggiunge i 541 ed una i 594.

Considerando brevemente la distribuzione delle 27 grotte citate, si nota anzitutto il loro addensamento nell'Italia settentrionale, che ne annovera 19; 7 sono note per l'Italia centrale ed una sola, di recentissima esplorazione, per l'Italia meridionale ed insulare. Questo fenomeno dipende dal fatto che nell'Italia settentrionale operano i Gruppi Grotte meglio organizzati, dotati di rilevanti parchi attrezzi.

Il ristrettissimo Territorio di Trieste è attualmente la zona italiana che comprende il maggior numero di abissi, annoverandone ben 7 superiori ai 200 m di profondità; le Alpi Apuane da parte loro ne contano 5, di cui però ben 3 sorpassano i 300 m; pure 5 sono presenti in Lombardia (di cui 3 sul M. Campo dei Fiori). Ne troviamo poi 3 in Friuli, 2 in Piemonte, uno ciascuno nel Veneto, Marche, Lazio, Trentino e Sicilia.

Nessuno finora è stato esplorato in Emilia, Liguria, Umbria, Abruzzi, Campania, Lucania, Puglie, Calabria e Sardegna.

Se confrontiamo questo prospetto con quello dato nel 1928 da BOEGAN, che allora elencava 30 cavità per tutto il mondo, di cui solo 9 appartenevano all'attuale territorio italiano, possiamo notare con soddisfazione l'imponente lavoro di esplorazione compiuto in tempi recenti dai Gruppi Grotte italiani. Però moltissimo resta sicuramente ancora da fare, soprattutto nelle zone calcaree meno investigate.

Pertanto posso chiudere con le parole di BOEGAN: «agli speleologi tutti l'augurio di nuove vittorie».

Prospetto riassuntivo dei dati esposti. Tra parentesi la provincia.

I — Grotte italiane che sorpassano lo sviluppo accertato di un Km:

1. Grotta del Bue Marino (provincia di Nuoro)	sviluppo m	4050
2. Grotta di Castelcivita (Salerno)	»	4000
3. Grotta Nuova di Villanova (Udine)	»	3665
4. Grotta della Bigonda (Trento)	»	3020
5. Grotta della Spipola (Bologna)	» circa	3000
6. Grotta del Colle del Pas (Cuneo)	» circa	2500
7. Grotta Doviza (Udine)	»	2491
8. Buso de la Rana (Vicenza)	»	2430
9. Grotta di Pertosa (Salerno)	»	2270
10. Grotte del Caudano (Cuneo)	»	2190
11. Fossa del Noglar (Udine)	»	2049
12. Grotta G. B. Trener (Trento)	»	2000
13. Grotta di Castellana (Bari)	» circa	2000
14. Grotta di Rossea (Cuneo)	»	1866
15. Antro del Corchia (Lucca)	» più di	1800
16. Inghiottoio di Pietrasecca (L'Aquila)	»	1460
17. Tana dell'Uomo Selvatico (Lucca)	»	1330
18. Inghiottoio di Luppa (L'Aquila)	» più di	1150
19. Grotta di Pastena (Frosinone)	»	1150
20. Grotta dell'Arco (Roma)	»	1125
21. Grotta delle Vene (Cuneo)	»	1090
22. Grotta Cesare Battisti (Trento)	»	1060

II — Grotte italiane che sorpassano la profondità di 200 metri:

1. Spluga de la Preta (provincia di Verona)	profondità m	594
2. Antro del Corchia (Lucca)	»	541
3. Grotta del Colle del Pas (Cuneo)	»	457
4. Grotta Guglielmo (Como)	»	452
5. Grotta delle Tassare (Pesaro-Urbino)	»	343
6. Grotta di Trebiciano (Trieste)	»	329
7. Tana dell'Uomo Selvatico (Lucca)	»	318
8. Abisso Enrico Revel (Lucca)	»	316
9. Abisso della Scondurava (Varese)	»	302
10. Grotta dei Morti (Trieste)	»	264
11. Grotta Nuova di Villanova (Udine)	» più di	260
12. Büs di Tacoi (Bergamo)	»	255
13. Buca Larga (Lucca)	»	251
14. Grotta di Viganti (Udine)	» più di	246
15. Abisso di Opicina Campagna (Trieste)	»	234
16. Grotta di Padriciano (Trieste)	»	226
17. Büs di Remeron (Varese)	»	226
18. Bus de la Lum (Udine)	»	225
19. Abisso sopra Chiusa (Trieste)	»	223
20. Buca del Cane del Canal delle Verghe (Lucca)	»	223
21. Abisso La Vettica (Frosinone)	»	223
22. Grotta di Bossea (Cuneo)	»	217
23. Grotta di Monte Tre Crocette (Varese)	»	210
24. Abisso di Lamar (Trento)	»	209
25. Abisso dei Cristalli (Trieste)	»	205
26. Abisso della Pietra Selvaggia (Palermo)	»	202
27. Grotta presso il cimitero di Basovizza (Trieste)	»	200

BIBLIOGRAFIA

- ANDREUCCI E., 1950 — *Relazione sul rilevamento delle Grotte di Castellana* — «L'Universo», Firenze, XXX, estr. 3 pp., 1 Tav.
- ANELLI F., 1938 — *Prime ricerche dell'Istituto italiano di speleologia nelle Murge di Bari* — «Le Grotte d'Italia», 2, II, pp. 11-34, 4 figg., 8 Tavv.
- ANELLI F., 1950 — *Una nuova Postumia in Italia: le Grotte di Castellana nelle Murge di Bari* — «Sapere», Hoepli, Milano, n. 361-362, pp. 16-19, 11 fot.
- BERTARELLI L. V., 1900 — *Una escursione sotterra* — «Riv. Mens. T.C.I.», Milano, VI, n. 10, pp. 181-185.
- BERTARELLI L. V. e BOEGAN E., 1926 — *Duemila Grotte* — Touring Club Italiano, Milano, 494 pp., 794 ril., figg.
- BERZI A., 1934 — *Antro di Corchià o Buca di Eolo (N. 120 - T; Alpi Apuane)* — «Le Grotte d'Italia», VIII, pp. 35-37, ril.
- BINDA A., 1954 — *La grotta dei Remeron (Büs di Remeròn) 2205 Lo* — «Rass. Spel. It.», Como, VI, pp. 189-199, 7 figg., 1 Tav.
- BOEGAN E., 1928 — *Le più profonde cavità sotterranee del mondo* — «Le Grotte d'Italia», II, pp. 161-174, 17 figg.
- BOEGAN E. e ANELLI F., 1930 — *La Grotta di Castelvita nel Salernitano* — «Le Grotte d'Italia», IV, pp. 215-233, 19 figg., 1 Tav.
- BOESI E., 1929 — *Il «Büs di Tacoi» (N. 1007 Lo) in Val Seriana (Prov. di Bergamo)* — «Le Grotte d'Italia», III, pp. 193-199, 8 figg.
- CAPELLO C. F., 1950 — *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone marginali al rilievo alpino* — C. N. R., Centro Studi Geogr. Fisica, X, Ricerche sulla morfologia e idrografia carsica, 3, Bologna, Tip. Mareggiani, 90 pp., 22 figg.
- CAPELLO C. F., 1952 — *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri* — id., 4, 114 pp., 15 figg.
- CAPELLO C. F., 1954 — *La Grotta di Bossea* — «Rass. Spel. It.», Como, VI, pp. 47-67, 24 figg., 1 Tav.
- CASTALDI F., 1950 — *Itinerari salernitani* — Quaderni del Gabinetto di Geografia Ist. univ. Magistero, Salerno, Ser. IV, n. 2, s. d., 143 pp.
- CIRCOLO SPELEOLOGICO ED IDROLOGICO FRIULANO, 1949 — *Nuova esplorazione della Grotta di Viganti, nelle Prealpi Giulie* — «Rass. Spel. It.», I, n. 2-3, pp. 14-22, 5 fot., 1 carta.
- CIRCOLO SPELEOLOGICO ROMANO, 1928 — *La Grotta di Pàstena nel Preappennino romano* — «Le Grotte d'Italia», II, pp. 70-78, 10 figg.
- CIRCOLO SPELEOLOGICO ROMANO, 1932 — *La Grotta dell'Arco o di Bellegra* — «Le Grotte d'Italia», VI, pp. 139-142, 7 figg., 1 Tav.
- CONCI C. e CALVAGNI A., 1950 — *La Grotta «Cesare Battisti» sulla Paganella* — «St. Tr. Sc. Nat.», Trento, XXVII, pp. 100-111, 2 Tavv.
- CONCI C. e CALVAGNI A., 1952 — *Le maggiori grotte del Trentino* — SAT-CAI 1872-1952, Pubbl. comm. S.A.T., Trento, pp. 184-194, 10 figg., 3 Tavv.
- DE GASPERI G. B., 1916 — *Grotte e voragini del Friuli* — «Mondo sotterraneo», Udine, XI, e «Memorie geografiche» di G. Dainelli, n. 30, Firenze.
- DUTTO B., 1954 — *Due importanti grotte del Mezzogiorno* — «L'Universo», Firenze, XXXIV, estr. 4 pp., 2 Tavv.
- FANTINI L., 1934 — *Le grotte bolognesi* — Bologna, Off. Grafiche Combattenti, 72 pp., 31 figg.
- FERUGLIO E., 1929 — *Il Bús de la Lum nell'Altipiano del Cansiglio* — «Le Grotte d'Italia», III, pp. 110-119, 9 figg.
- FERUGLIO E., 1954 — *La regione carsica di Villanova in Friuli* — «Pubblicazioni Ist. Geol. Univ. Torino», II, 68 pp., 33 Tavv., 2 carte.
- FRANCHETTI C., 1950 — *La prima esplorazione del Bussento sotterraneo (Prov. di Salerno)* — «Rass. Spel. It.», Como, II, pp. 123-130, 8 figg.

- GALVAGNI A., 1947 — *La Grotta Battisti della Paganella* — «Boll. Mens. SAT», Trento, n. 17, pp. 253-256, 2 figg.
- GALVAGNI A., 1952 — *La Grotta della Bigonda (Nota preliminare)* — SAT-CAI 1872-1952, Pubbl. comm. S.A.T., Trento, pp. 195-209, 4 figg., 11 Tavv.
- CALVAGNI A., 1953 — *La Grotta della Bigonda in Valsugana (sviluppo metri 3020)* — «Riv. Mens. C.A.I.», Torino, LXXII, pp. 231-234, 1 fig., 1 fot.
- GRUPPO SPELEOLOGICO FIORENTINO, 1936 — *L'esplorazione dell'Antro del Corchia (Alpi Apuane - profondo m 541)* — «Boll. C.A.I.», XLIII, n. 76, pp. 147-154, 5 fot., 2 figg.
- GRUPPO SPELEOLOGICO S.U.C.A.I., VERONA, e STEGAGNO G., 1927 — *L'abisso più profondo del mondo finora esplorato. L'esplorazione della Spluga della Preta* — «Le Grotte d'Italia», I, n. 2, pp. 21-34, 9 figg.
- LANZA B., GIANNOTTI R. e MARCUCCI G., 1954 — *Primo elenco catastale delle Grotte della Toscana* — «Rass. Spel. It.», VI, pp. 3-16.
- LORETA G., 1933 — *Le esplorazioni del Gruppo Speleologico Bolognese* — Atti I Congresso Spel. Naz., Trieste, pp. 238-243, 6 figg.
- MANNINO G., 1954 — *L'abisso della Pietra Selvaggia sul Monte Pellegrino* — «Rass. Spel. It.», VI, pp. 77-81, 2 figg.
- MARCHETTI M., 1930 — *La Tana dell'Uomo Selvatico (Alpi Apuane)* — «Le Grotte d'Italia», IV, pp. 237-246, 9 figg.
- MARCHETTI M., 1931 — *La «Vestricia» e l'abisso Enrico Revel nelle Alpi Apuane (N. 102-T)* — «Le Grotte d'Italia», V, pp. 145-154, 7 figg.
- MARCHETTI M., 1950 — *La zona speleologica di San Vittore di Frasassi* — Guida generale delle Marche, Ed. S.M.E.G.A.R., Ancona, s. d., estr. 19 pp. figg.
- MAUCCI W., 1950 — *L'abisso di Opicina Campagna (N. 3873 V. G.) (Carso Triestino)* — «Rass. Spel. It.», II, n. 1-2, pp. 11-18, 2 figg.
- MAUCCI W., 1951 — *Studio sulla Grotta di Padriciano (12 V. G.)* — «Rass. Spel. It.», III, pp. 111-116, 1 fig.
- MAUCCI W., 1953 — *Relazione sul primo ciclo di ricerche svolte dalla Sezione Speleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali sul corso sotterraneo del Timavo* — «Rass. Spel. It.», V, pp. 67-74, 5 figg.
- PIPAN L., 1950 — *L'abisso di Lamar N. 5 V. T. Esplorazione effettuata dal Gruppo Triestino Speleologi* — «St. Tr. Sc. Nat.», Trento XXVII, pp. 88-99, 2 figg. 1 Tav.
- PRACCHI R., 1943 — *Contributo alla conoscenza del fenomeno carsico in Lombardia* — Pubbl. Univ. Catt. S. Cuore, Ser. X, III, Ed. Vita e Pensiero, Milano, 102 pp., 22 figg., 3 Tavv.
- ROUIRE J., 1952 — *L'Expédition 1952 au Marguareis* — «Bull. Comité National de Spéléologie», n. 3, pp. 31-42, 2 figg.
- SEGRE A. G., 1948 — *I Fenomeni Carsici e la Speleologia del Lazio* — Pubbl. Ist. Geografia Univ. Roma, Ser. A, n. 7, Roma, pp. XI-339, 33 figg. 8 Tavv., 1 carta.
- SOMMARUGA C., 1949 — *Aspetti del fenomeno carsico nel M. Campo dei Fiori (Prealpi Varesine). Nota preliminare* — «Rass. Spel. It.», I, n. 1, pp. 13-19, 2 figg.
- SOMMARUGA C., 1949 — *Aspetti del fenomeno carsico nel M. Campo dei Fiori (Varese). La Grotta di M. Tre Crocette (N. 2234 Lo.)* — «Rass. Spel. It.», I, n. 2, pp. 35-42, 1 figura.
- TREVISIOL G., 1940 — *Il Buso della Rana* — «Boll. C.A.I. Vicenza», A. XVIII, pp. 35-37, 3 figg.
- TREVISIOL G., 1941 — *Il Buso della Rana* — «Boll. C.A.I. Vicenza», A. XIX, pp. 47-58, figg.
- TROTTA M., 1931 — *Grotte della Campania* — «Le Grotte d'Italia», V, pp. 17-44, 43 figg.
- TROTTA M., 1934 — *Esplorazioni nel Salernitano* — «Le Grotte d'Italia», VIII, pp. 38-40, 4 figg.
- TUDAL A. e ZALEWSKI M., 1953 — *Spéléologie* — «Point de vue. Images du monde», Paris, IX, n. 276, 17 sett. 1953, pp. 15-19, figg.

CAVITÀ NEL VERRUCANO DEL MONTE PISANO

Il Monte Pisano, breve catena di alti colli che si eleva a N.E. di Pisa, è costituito in prevalenza da terreno permico, cioè da arenarie quarzitiche, da anageniti e scisti anagenitici, formazione molto sviluppata in Toscana e conosciuta anche col termine di «verrucano» (da Verruca una delle cime più note della stessa catena).

Sin dall'ottobre 1742 il fiorentino GIOVANNI TARGIONI TOZZETTI (3), durante un viaggio in alcune località del Monte Pisano, notò, nell'orrida valle di Buti, le manifestazioni di due fenomeni: i *sasseti* e le *scogliere*.

I *sasseti* o *pietraie* si manifestano esclusivamente nell'arenaria quarzitica, roccia abbondantissima nella parte centro-orientale del Monte Pisano, composta da granelli silicei, cementati di solito da sostanza pure silicea, e che varia secondo la grana ed il colore.

Gli strati dell'arenaria, che per natura sono frequentemente attraversati da fessure, si sono rotti ed i frammenti delle parti più elevate, precipitando in basso, si sono raccolti nei luoghi di minore pendenza. Questi cumuli caotici di pietre formano delle grandi estensioni di terreno nudo contornato da fitta vegetazione spontanea o procacciata.

Le *scogliere* o *rocche* si manifestano esclusivamente nell'anagenite, un conglomerato di ciottoli o di frammenti di quarzo uniti da cemento in gran parte quarzoso o micaceo. In questa roccia, molto consistente, non ha avuto luogo il disfacimento come nell'arenaria ma gli agenti atmosferici hanno suddiviso gli strati in guglie dando loro forma di grandi massi affiancati e talora posti gli uni su gli altri.

Sul fenomeno delle pietraie e su altre conseguenze dell'azione demolitrice delle acque piovane nella valle di Calci riferì dettagliatamente il CANAVARI (1) in due rapporti eseguiti per conto dell'Amministrazione comunale di Calci, mentre la particolare forma di erosione superficiale nella roccia anagenitica di Moriccioli, presso la cima del Monte Verruca, venne attentamente studiata dal TONIOLO (4) insieme al BASCHIERI.

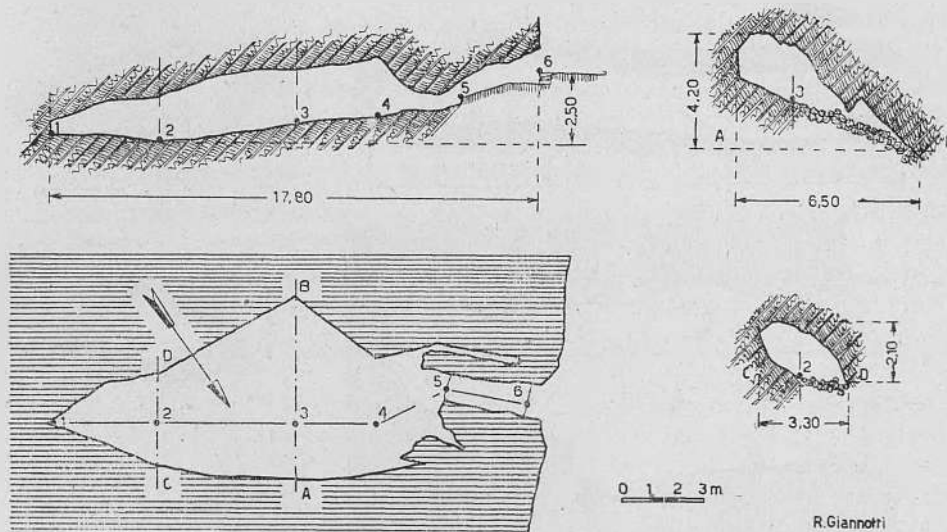
Nel Monte Pisano esistono numerose grotte, in parte da me rilevate e descritte (2) le quali però si aprono esclusivamente nelle masse calcaree. Attratto dal nome di *grotte*, localmente attribuito alle scogliere anagenitiche di cui è stato parlato, con le mie escursioni speleologiche mi sono spinto anche nei terreni non costituiti da calcare e durante tali ricerche ho potuto accertare la presenza di un fenomeno che non venne notato dagli A. citati nè, per quanto mi risulta, illustrato da altri. Mi riferisco alla presenza di cavità sotterranee nel permiano che non debbono la loro origine alla circolazione delle acque nel sottosuolo ma, con molta probabilità, a movimenti tettonici ai quali fu soggetta anche la catena del Monte Pisano.

E' da tener presente inoltre che le cavità cilindriche raggruppate ad alveare, descritte dal TONIOLO, sono di modestissime dimensioni (l'A. segnala le seguenti misure medie: diametro da cm. 5 a cm. 20, profondità da cm. 30 a cm. 40), mentre le cavità alle quali ho accennato sono delle vere e proprie grotte che penetrano e si sviluppano nella massa verrucana.

In considerazione della loro particolarità riporto, qui di seguito, alcuni dati e brevi notizie su due cavità di questo tipo da me visitate:

Grotta delle Fate di Montemagno

In località «Carreta» Montemagno, frazione del comune di Calci (Pisa), sul costolone il «Lombardone» (fra il M. Verruca e la Punta Dolorosa) sul versante di Montemagno, nel tratto ove si formano le due groppe (q. 637 e



Grotta delle Fate — Montemagno - Pisa

q. 638), alla quota di m. 550 circa (vedi carta topografica I.G.M. 1/25.000 — 105—III—S.O. «Cascina»), esistono quattro cavità denominate *Buche delle Fate*. Le prime tre sono inaccessibili, per le loro modeste dimensioni e per essere ostruite da sassi e terra. Quella accessibile è situata più a Nord, provenendo dalla Verruca.

Caratteristiche:

- grotta, completamente buia, costituita da un unico vano, a forma irregolare;
- vi si accede per un angusto corridoio;
- suolo in discesa verso la parte terminale della cavità ed in pendenza da N.E. a S.O.; in parte, sul lato Sud, è cosparso di pietre a spigoli taglienti;

- pareti e vòlta di solida roccia; la vòlta, uniforme, è quasi parallela al fondo (altezza media m. 2 circa);
- sviluppo complessivo m. 18; larghezza massima m. 6,50; profondità m. 2,50.

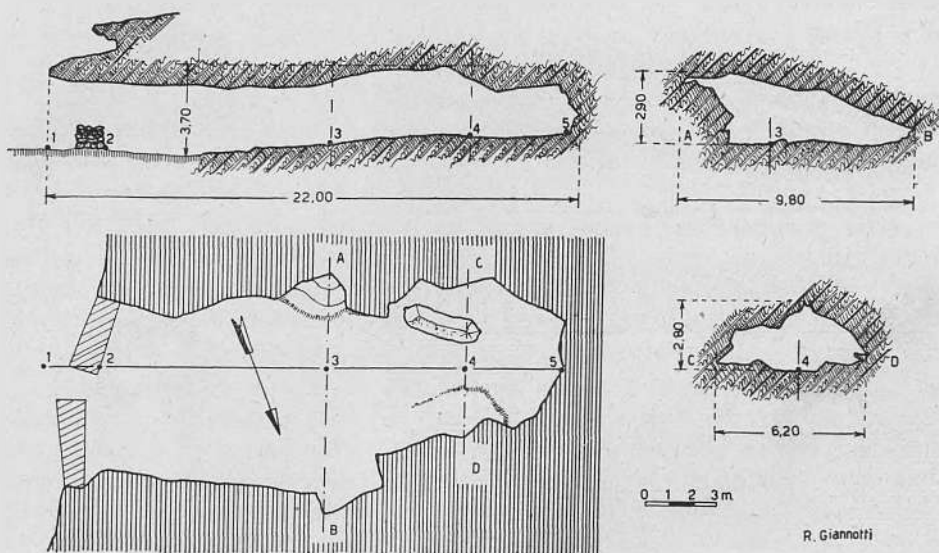
Note: posizione da determinare — altre notizie per il catasto: da precisare.

Grotta „La Tana“

Situata nella valle «la Tana» nella zona sottostante la scogliera di U. Serra, Comune di Buti (Pisa) alla quota di m. 375 circa (vedi carta topografica I.G.M. 1/25.000 — 105 — III — S.O. «Cascina»).

Caratteristiche:

- cavità molto illuminata, costituita da un unico vano a pianta assai regolare;



Grotta „La Tana“ — Buti - Pisa

- vi si accede per un grande portale largo m. 8 ed alto m. 3;
- suolo uniforme: terroso all'imbocco, poi roccioso;
- nella parte terminale la grotta raggiunge un dislivello positivo di cm. 80 rispetto all'ingresso;
- vòlta di solida roccia, alta dal suolo m. 3 circa;
- sviluppo complessivo m. 22, larghezza massima m. 10 circa.

Note: posizione da determinare — altre notizie per il catasto: da precisare.

Gli uniti rilievi, in parte ancora da completare, danno l'idea della forma e delle caratteristiche di queste due grotte che, come tali, saranno regolarmente catalogate.

Le accennate *pietraie* e *scogliere* non sono localizzate solamente nelle valli di Buti e di Calci e sulle pendici del Monte Verruca, dove furono osservate

dai citati A., ma s'incontrano un poco da per tutto nel terreno permiano di Monte Pisano.

Mi riservò di eseguire ulteriori ricerche in queste zone per raccogliere quantità maggiore di elementi allo scopo di poter presentare un quadro più completo sull'origine, sulla distribuzione e sulla frequenza di queste forme nel terreno verrucano.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — CANAVARI M. — *Rapporto sulle condizioni geologiche del territorio del Comune di Calci in relazione all'applicazione che si vorrebbe fare in esso della legge forestale 20 giugno 1877, n. 3917* — Pisa, Tipografia Mariotti, 1896.
— *Secondo rapporto sulle condizioni geologiche in relazione al vincolo forestale del territorio Calcesano* — Pisa, Tipografia Nistri, 1902.
- 2 — GIANNOTTI R. — *Il Monte Pisano e le sue grotte* — Le Grotte d'Italia, anno IV, n. 1, 1930 (pagg. 50-58).
— *La Grotta del Monticello* — Le Grotte d'Italia, anno IV, n. 1, 1930 (pagg. 59-63).
— *Grotte del Monte Pisano* — Le Grotte d'Italia, anno IV, n. 3, 1930 (pagg. 167-173).
- 3 — TARGIONI TOZZETTI G. — *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana* — Stamperia Granducale Firenze, 1768/1799, volume 1°.
- 4 — TONIOLO A. R. — *Cavità di disfacimento meteorico nel verrucano del Monte Pisano* — Rivista Geografica Italiana, anno XIII, fascicolo X, 1906.

PROBLEMI DI SPELEOLOGIA NEL TRENTINO - ALTO ADIGE

Dal 1933, anno in cui si tenne a Trieste il I° Congresso Nazionale di Speleologia, ad oggi, i progressi dell'esplorazione speleologica del Trentino-Alto-Adige sono stati notevolissimi. Dalle 137 cavità esplorate di allora, si è giunti alle 260 di oggi, con una lunghezza complessiva più che raddoppiata.

Ma soprattutto di rilevante interesse sono stati i risultati raggiunti, poichè dalle esplorazioni quasi prevalentemente sportive di allora, si è passati allo studio scientifico e sistematico delle grotte, con una messe di dati ed osservazioni veramente notevole.

Con le nuove esplorazioni, organizzate dal Gruppo Grotte del Comitato Scientifico della Società Alpinisti Trentini, del Museo di Storia Naturale e del Centro Studi Alpini, si sono affacciati una serie di nuovi problemi, alla cui soluzione sono indirizzate le ricerche degli speleologi trentini.

1 - Carsismo dolomitico

Le esplorazioni del dopoguerra hanno portato al rinvenimento di una serie di grotte, tutte aprentesi nella Dolomia principale (Trias superiore): *Grotta del Torrione di Vallesinella*, rilevata per 523 m ed esplorata per circa altri 500 m nel Gruppo delle Dolomiti di Brenta; *Grotta della Bigonda*, con uno sviluppo di 3020 m e del *Calgeron*, 1916 m. ora chiamata *Grotta G. B. Trener*, in memoria del compianto geologo trentino, ambedue presso Grigno in Valsugana; a queste si aggiungono alcune piccole cavità già note da tempo, tra cui la *Grotta di Costalta* nei pressi di Sella, con 330 m di sviluppo, alcune altre di recentissima scoperta nell'Alta Anaunia, ed infine una grotta scoperta in questi giorni ed esplorata per circa 150 m, sul Castelletto di Mezzo (Gruppo delle Dolomiti di Brenta), nei pressi della suaccennata Grotta di Vallesinella.

Nella Dolomia, ritenuta talvolta debolmente carsica, si aprono quindi le maggiori cavità della Regione. E' da notare che non si tratta qui di Calcari dolomitici, in cui l'azione solvente dell'acqua si esplica in prevalenza sul calcare ed i cristallini di dolomia vengono isolati e trasportati dalle acque assumendo il ruolo di abrasivo, ma di Dolomie vere e proprie (per la Grotta di Vallesinella al 99,6%).

Lo studio delle modalità di soluzione della Dolomia (che è appena un terzo di quella del Calcare) e della successiva rideposizione in incrostazioni, sono attualmente allo studio sul materiale che fa parte della nuova collezione speleologica del Museo di Trento. Caratteristiche, a questo proposito, alcune concrezioni e deposizioni di Magnesite pura, ed altre in cui questo sale si accompagna in proporzioni varie al Carbonato di calcio.

Noi riteniamo che fenomeni carsici così imponenti, se hanno come elemento negativo la minore solubilità della Dolomia, sono invece notevolmente facilitati dall'intensa fessurazione di questa roccia, che presenta un comportamento più rigido e quindi più fragile, rispetto ai calcari, agli sforzi tettonici, cosicchè risulta spesso intensamente fratturata, fornendo una facile via d'ingresso alle acque. Sono frequenti nelle Dolomiti delle spaccature beanti, in cui si gettano le acque che scendono dai ghiacciai, tanto che la parte centrale del Gruppo delle Dolomiti di Brenta è quasi priva di acqua, che sgorga poi più in basso in sorgenti carsiche e pseudocarsiche. La più caratteristica, in presumibile relazione con la Grotta del Torrione di Vallesinella, è quella delle cascate Alte di Vallesinella, dove una importante massa d'acqua, sgorgando dalla viva roccia, si getta in una suggestiva serie di cascate.

2 - Fenomeno carsico e glacialismo quaternario

Il fenomeno carsico è strettamente legato alla morfologia esterna, che nella nostra regione è stata influenzata in modo notevolissimo dalle glaciazioni quaternarie. Però il problema delle relazioni tra glacialismo quaternario e fenomeno carsico si presenta di difficile soluzione. Nel Trentino le grotte non hanno mai offerto faune fossili che permettessero una datazione precisa, ed i terrazzi e gli antichi spianamenti sono datati con criteri prevalentemente morfologici, e quindi spesso incerti. Le successive glaciazioni hanno notevolmente alterato la morfologia ereditata da quelle precedenti. Più difficile ancora risulta la constatazione di cicli carsici legati a cicli erosivi preglaciali.

Da ciò ne consegue l'interesse di uno studio che potrebbe fornire dati interessanti anche al fine di una migliore conoscenza del Quaternario alpino.

Nelle zone in cui gli studi sono stati condotti in tale senso, questa relazione appare evidente. In Bassa Val di Sole, sul versante sinistro, sono presenti due livelli carsici (a 1000 m e rispettivamente a 700 msm), connessi con approfondimenti vallivi quaternari; un terzo è presente sul versante opposto, al livello attuale del corso del Noce (a quota 600 circa), che nel postglaciale ha subito un notevole processo di abbassamento.

Anche la Val di Non, che è il proseguimento della Val di Sole, presenta questo fenomeno, conseguenza dell'erosione rimontante dalla soglia della Rocchetta; il reticolo idrografico risulta incassato in profonde forre, e le sorgenti si sono già in parte abbassate al nuovo livello di base. Un gruppo di nuove grotte, recentemente scoperto presso Fondo, si aprono a notevole quota (m. 970 sul torrente Novella, che scorre 150 m più in basso), fornendo testimonianza di un antico livello di base.

La grotta del Torrione di Vallesinella, apre a m 2350 sm, in una parete a 50 m dal fondovalle, costituita da una serie di pozzi collegati da angustissimi cunicoli, denuncia chiaramente l'azione erosiva di un torrente che l'ha scavata. Dopo pochi metri dall'ingresso, la grotta sale di 6 metri, per discendere poi nella serie di pozzi; ciò indica che le acque provenivano da molto più in alto, e precisamente dal Ghiacciaio della Vedretta di Vallesinella, percorrendo un tratto di galleria che ora non esiste più, in conseguenza del franamento di un lembo della parete. Tali crolli si iniziarono

con il ritiro dei ghiacciai che diminuirono la contropressione sui fianchi delle valli, e proseguirono poi in epoca storica, quale ad esempio la frana che ha dato origine al Lago di Molveno, databile approssimativamente a 2000 anni fa, come risulta da un recente studio del prof. Marchesoni. La grotta è quindi inattiva solo da poco tempo, mentre una parte più interna, non ancora rilevata, ed indipendente dalla prima, è tuttora percorsa dalle acque.

Anche la Grotta della Bigonda e la Grotta G.B. Trener in Valsugana, per quanto il problema sia ancora allo studio, sono in relazione con gli abbassamenti quaternari del fondovalle. Tali cavità sono ancora attive, ed in periodi di piena sono percorse da torrenti impetuosi, ma la sorgenti si trovano più in basso, nel materasso alluvionale che risulta da un potente sopra-alluvionamento postglaciale, fenomeno questo ben noto in molte vallate alpine. Dopo i lunghi periodi di pioggia, il fianco destro della Valsugana si trasforma, all'altezza di Grigno, in una serie imponente di sorgenti, che sgorgando violentemente un po' dovunque son soffi e boati, hanno valso il nome di «Orghenoni» ad una plaga dove sono più frequenti. Si deve infine ricordare che in alcune grotte (Val di Non, Valsugana), vi sono testimonianze di diversi cicli di sedimentazione, legati certamente alle vicende paleoclimatiche della regione.

3 - Biospeleologia

Particolarmente intenso e fruttuoso in questi ultimi 25 anni è stato nella regione Trentino-Alto Adige lo studio della Biospeleologia, soprattutto per merito di Conci e Tamanini, che hanno lasciato la testimonianza della loro attività in numerose e note pubblicazioni.

Dopo i risultati esposti nell'importante lavoro di Conci «*Contributo alla conoscenza della Speleofauna della Venezia Tridentina*» (1951), che riassume i precedenti lavori in materia, la conoscenza in questo ramo della speleologia si è arricchita con il reperimento e lo studio di numerose interessanti entità sistematiche, alcune delle quali nuove.

Tra queste ultime:

ANFIPODI GAMMARIDI:

Niphargus kochianus Bate subsp. *Tamaninii* Ruffo (Grotta della Bigonda)
Niphargus Galvagnii Ruffo (Grotta di Castello Tesino)

ACARI:

Khagidia conciana Lomb. (Grotta di Costalta)

MIRIAPODI:

Typhloiulus Ausugi Manfredi (Grotta della Bigonda)
Typhloiulus tobias Berl. *fuscus* Manfredi (Grotta della Bigonda)

COLEOTTERI:

Orotrechus Ganglbaueri Jean subsp. *Galvagnii* Tamanini (Grotta della Bigonda)
Orotrechus Targionii D. Torre subsp. *Concii* Tamanini (Bus del Bilbom)

Orotrechus Stephani Müller subsp. *Perinii* Tamanini (Grotta della Bigonda)
Halbherria mandriolensis Conci e Tamanini (Grotta di Costalta)

MOLLUSCHI:

Zospeum Galvagnii Conci (Grotta del Calgeron)

Particolare menzione merita poi il rinvenimento nel Bus dei Ploneri in Val di Sole, di una nuova specie di Ascomicete, la *Lachnea spelaea* Barbacovi (Pezizinae), vivente in totale oscurità, prima entità floristica verosimilmente troglobia descritta per l'Italia.

Se l'attività nel campo della sistematica è stata intensa e fruttuosa, questo non attenua i compiti che spettano agli studiosi, specialmente nel campo della zoogeografia, disciplina che, data la particolarità della posizione geografica della nostra regione nel quadro delle vicende climatiche glaciali, riveste una importanza di primo piano.

A questo scopo ci si può avvalere, oltre che del fondamentale lavoro di Penck e Brückner sulle glaciazioni nella zona alpina, anche di alcuni studi più recenti dovuti ad altri autori; così ha fatto Holdhaus, mettendo in luce le modalità degli spostamenti ed insediamenti faunistici in relazione con le glaciazioni quaternarie.

Le limitazioni areali subite dalla fauna del sottosuolo in quel periodo, sono nella nostra regione tuttora rilevabili; questo fatto è connesso con la lentezza del processo espansivo di ricolonizzazione biologica nel postglaciale, lentezza dovuta alla stretta dipendenza all'ambiente e l'alta specializzazione fisiologica degli organismi ipogei.

Utilissimo ci sembra per il successo di queste ricerche, l'affiancamento con discipline di analogo intento, p.e. con quella nuova branca della Biologia, recentemente importata in Italia, detta «Bodenbiologie». I risultati delle ricerche in questo settore, compiute dal prof. Marcuzzi nella zona delle Dolomiti Orientali, lasciano intravedere un parallelismo di deduzioni con quelli ottenuti con la biospeleologia, sia nell'individuazione delle «zone di rifugio», ospitanti relitti glaciali, che nelle ipotesi del successivo insediamento di particolari biocenosi, avvenuto in epoche postglaciali su aree precedentemente sottoposte alla copertura glaciale e perciò biologicamente devastate.

Cognizioni che potrebbero darci luce sull'inquadramento di questi vasti problemi, ci potrebbero venire dallo studio delle fasi della colonizzazione biologica attualmente in atto nelle zone lasciate libere dai nostri ghiacciai alpini. Per questo intento ci si potrebbe poggiare sui risultati delle indagini compiute sul ritiro glaciale in epoche storiche, fatte per alcune nostre valli alpine.

LE DOLINE DI CROLLO DA CAVITÀ PREESISTENTI NEL CARSO TRIESTINO

Le cavità di crollo, per altri doline di crollo da cavità preesistenti, sono per lo più circolari od ellittiche, raramente a contorno accidentato, che si trovano sulla superficie calcarea, aventi un diametro, variabile da pochi metri fino a decine di metri, a seconda della vastità della caverna sottostante. La profondità di queste fosse varia pure con l'altezza della galleria o caverna, detratto il riempimento di materiali dovuti al crollo e successivamente a trasporto.

L'origine di queste è sempre una cavità sotterranea, sia a breve distanza dalla superficie esterna che profonda, nella quale gli agenti esterni, degradando gli strati calcarei superiori, abbassano lentamente la sua superficie esterna, fino ad incontrare la volta della cavità, causando così un crollo, o più propriamente un lento disfacimento della chiave di volta con successivo ampliamento verso le imposte.

Molti studiosi hanno ritenuto finora che si trattasse di crollo repentino nel momento in cui lo strato calcareo soprastante la volta si fosse ridotto di potenza fino a non potersi più sostenere. Questo però non può avvenire che in casi particolari: nella generalità dei casi abbiamo un lento disfacimento chimico, alternato da piccoli crolli di parti rocciose, rese instabili data l'alta fessurazione creatasi.

La spiegazione particolareggiata di tale fenomeno verrà data in seguito.

Due sono le categorie di queste cavità di crollo:

- 1) Disfacimento con crollo di tratti di volta, di gallerie e di caverne sotterranee, ad andamento parallelo con la superficie esterna.
- 2) Disfacimento con crollo di imbocchi di gallerie e qualche volta di caverne che hanno andamento inclinato rispetto alla superficie esterna e viceversa, cioè: galleria orizzontale e superficie esterna in pendenza.

Affinchè queste cavità o doline di crollo possano rientrare in queste due categorie è necessario che gli strati calcarei siano sub-orizzontali, o debolmente inclinati; se l'inclinazione è troppo forte, più che di dolina di crollo si dovrebbe parlare di dolina di scorrimento.

Per meglio comprendere la genesi dei crolli, è necessario dare alcune delucidazioni sulla degradazione meteorica che avviene nello strato immediatamente superficiale.

Degradazione meteorica dei calcari:

Nulla di nuovo sostanzialmente da aggiungere sulla degradazione meteorica delle rocce calcaree, perchè qui si vuole solamente approfondire una cognizione già ampiamente trattata da vari geologi, al fine di poter meglio schematizzare la genesi dei crolli.

Degradazione meteorica cumulativa:

Il mantello superficiale di disfacimento, ha uno spessore medio di 10-20 cm., salvo casi particolari. Immediatamente sotto passiamo alla roccia non sana, ma intensamente fessurata in tutte le direzioni, per una potenza, variabile anche qui, ma in generale oscillante fra i 50 cm. ed il metro.

In questo strato, la fessurazione è talmente spinta da rendere la roccia quasi porosa e attraversata in più parti da fessure allargate. In questa parte della roccia non si distinguono più i giunti di stratificazione, poichè ivi la roccia calcarea si presenta sotto forma di massi a spigoli facilmente estraibili dal terreno, data appunto la sua grande fessurazione incrociata e senza direzione prevalente.

Subito sotto passiamo senz'altro alla roccia sana, nella quale si distinguono chiaramente i giunti di stratificazione, con una fessurazione decisamente orientata verso il basso.

Tipo I: Disfacimento con crollo di tratti di volta, di gallerie o caverne sotterranee, ad andamento parallelo rispetto alla superficie esterna.

FASE I. Immaginiamo una cavità tipo qualsiasi, ad esempio un unico vano sotterraneo di origine indifferente, ma già abbondantemente concrezionato, a breve distanza dalla superficie esterna. La circolazione delle acque meteoriche nei meati dello strato roccioso soprastante, comincia ad allargare un po' alla volta la fessurazione incrociata man mano che la superficie carsica degrada, creando così una più ampia circolazione idrica, tendente ad intaccare anche lo strato di concrezione calcarea esistente sulla volta e facendolo cadere (stalattiti) e trasportando nell'interno «terra rossa» e humus.

FASE II. Intanto le fessurazioni si sono allargate a tal punto che parte della volta è rimasta completamente a nudo di concrezioni e incomincia già il primo distacco di parti rocciose, specialmente in corrispondenza dei giunti di stratificazione, in modo che la volta da circolare, a botte o a cupola, tende a divenire orizzontale in corrispondenza al letto di qualche strato.

FASE III: L'aumentata fessurazione, l'abbassarsi del livello del terreno ed i crolli interni continui, hanno innalzato di tanto la volta, da raggiungere quello strato superficiale, degradato a tal punto che la massa rocciosa un dì compatta, si è trasformata in blocchi calcarei non più legati fra di loro. Questa fase si potrebbe chiamare CRITICA, nel senso che da un momento all'altro questo instabile diaframma potrebbe crollare. Sulla volta si verrebbe ad avere dunque un'apertura comunicante con l'esterno.

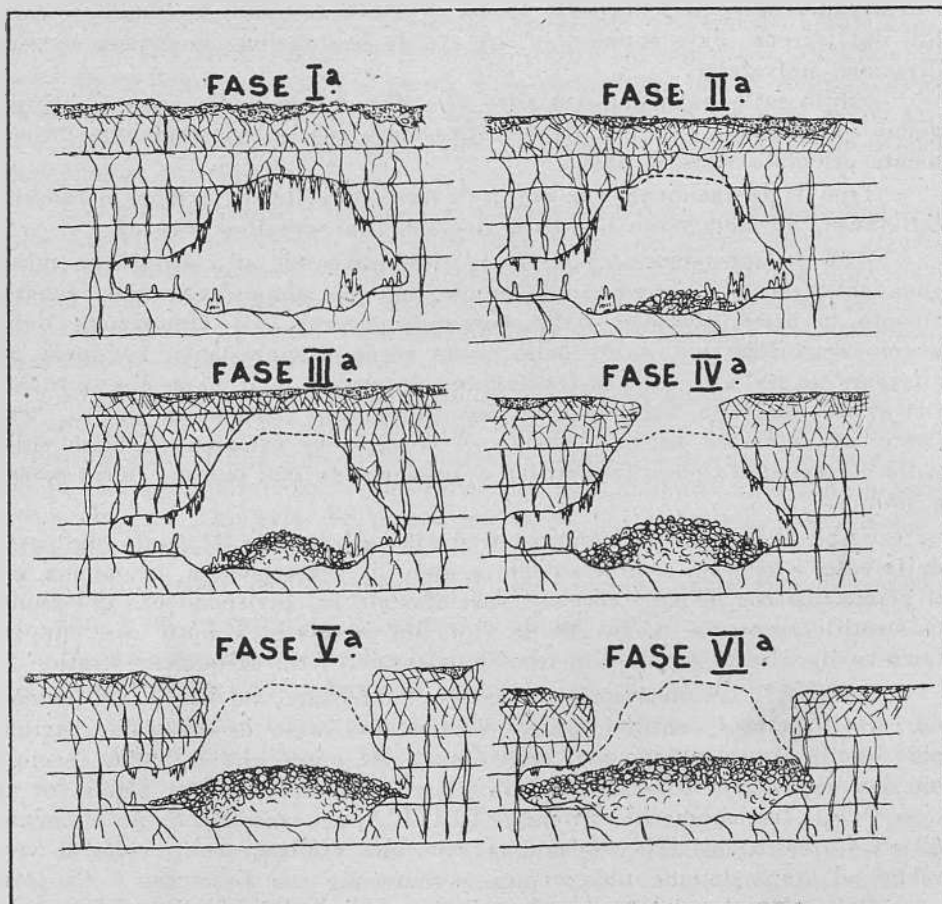
Particolare importante da far rimarcare, è la preesistenza del cumulo o cono detritico prima ancora che avvenga il crollo d'apertura, formatosi, come abbiamo già visto nel tempo corrente fra la fase I. e la fase III.

Nelle cavità vaste la fase critica avviene però molto prima, proporzionalmente alla loro ampiezza e qui potremmo parlare di vero e proprio crollo o sprofondamento repentino di buona parte della volta.

FASE IV: Il continuo lavoro delle acque d'infiltrazione fa crollare anche l'ultimo diaframma esistente ed ha così origine un'apertura, dapprima piccola, ma che rapidamente si allarga verso le imposte della volta, causa l'attacco ormai diretto delle acque meteoriche correnti lungo i bordi dell'apertura. Queste acque, oltre all'azione erosiva e corrosiva, trasportano

nell'interno humus, tutti i residui insolubili derivanti dalla degradazione meteorica dei calcari e anche parti di roccia dello strato superficiale; funziona dunque da inghiottitoio locale ed ha per conseguenza l'aumento del cumulo detritico.

Da questa fase inizia per la cavità un nuovo periodo: invecchiamento per muschi e muffe delle pareti interne, delle sue concrezioni (stalattiti e stalammiti) e, riguardo al fattore speleogenetico, la cavità entra in una fase di senilità sempre più spiccata man mano che il fenomeno procede, mentre,



prima di questa fase, la cavità era appena in uno stato di maturità avanzata ma mai di senilità. Ora dunque si può comprendere chiaramente che, se in un terreno carsico troviamo frequentemente cavità di questo tipo, necessariamente anche il ciclo carsico sarà in uno stato di maturità. Tipico appunto è il Carso triestino, nel quale troviamo cavità di crollo in stato di senilità molto avanzata e talvolta di esse non vi sono che delle tracce quasi impercettibili, cosa questa impossibile in un carsismo giovanile dove le cavità sono ancora in fase embrionale o se esistenti, ancora percorse da acque correnti, perciò in piena genesi.

FASE V. Ormai la cavità si avvia verso la sua completa demolizione:

la bocca si allarga sempre più ed il cumulo detritico aumenta considerevolmente e tende a mutare la sua forma da cono a calotta. In questa fase una buona parte delle concrezioni è già stata dilavata e portata via dalle acque scorrenti lungo le pareti, mentre quelle che ancora rimangono sono ormai sfiorite. Sul cumulo detritico, essendovisi raccolta «terra rossa» in abbondanza e penetrando anche la luce, cominciano a crescere muschi e varie altre piante che si trovano all'esterno e, nei casi di cavità assai vaste, anche una vegetazione arborea.

FASE VI. Continuando l'opera demolitrice delle acque correnti, della primitiva cavità non troviamo più che qualche troncone di parete, qualche vano laterale, chiamato cavità di relitto o di residuo, ed essa assume più l'aspetto di una dolina a pozzo che di cavità: le concrezioni rimaste sulle pareti sono ormai irriconoscibili.

Procedendo il fenomeno, le acque cominciano ad arrotondare gli orli di questa dolina, cancellando così un po' alla volta, ogni traccia della sua preesistente origine, mentre il cumulo detritico è diventato ormai quasi orizzontale e riempie tutto il fondo di questa «dolina di crollo» per il continuo apporto di materiali terrosi e argillosi. Assume così l'aspetto di una comune dolina, molte volte difficilmente distinguibile da altre, originatesi per cause differenti.

Finora si è parlato di un caso tipico valevole per un unico vano sotterraneo. Molte volte però, al posto di una caverna possiamo trovare delle gallerie nelle medesime condizioni sopra citate ed allora, data l'ineguale altezza della volta, avremo dei crolli in diverse zone della stessa e talvolta tanto prossime gli uni agli altri che le due zone di crollo rimarranno divise da un semplice ponte naturale. Con il progredire del fenomeno questi crolli si avvicineranno sempre più fino ad unirsi. Quando la cavità di crollo avrà raggiunto la fase VI., essi formeranno non più una dolina a pozzo ma un solco dalla forma di trincerone prima e poi, man mano che l'erosione continuerà ad attaccare le sue pareti, un avvallamento lungo talvolta alcune centinaia di metri, quanto era il tratto della galleria preesistente interessata al crollo, e largo pochi metri.

Diamo qui alcuni esempi indicativi:

La Grotta Gigante N. 2 V.G.; futura cavità di crollo in I-II fase, stupendo esempio per crolli iniziali di parti di volta che tende a divenire orizzontale seguendo il letto di uno strato.

La Grotta Verde N. 851 V.G.; cavità di crollo in IV fase, il più bel caso di crollo finora studiato sul nostro Carso.

La Caverna a NO di Sgonico N. 3890 V.G.; in VI fase, adiacente alla Grotta Verde.

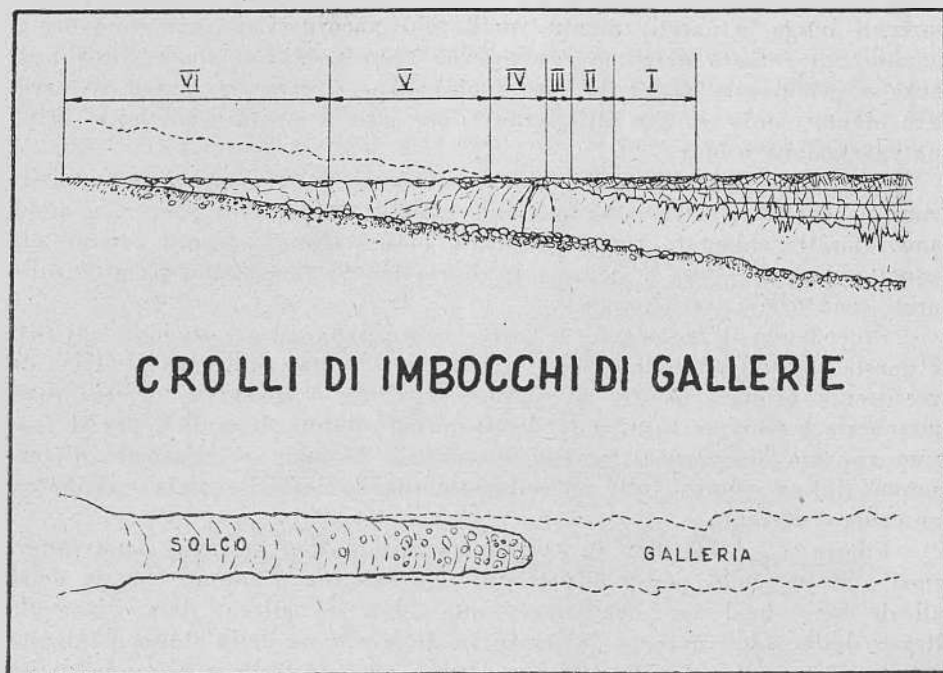
Tre cavità di crollo con cavità di relitto in senilità avanzata (dolina), nei pressi del paese di Bristie (S. Croce di Trieste).

La Grotta sul Colle di Bristie N. 1326 V.G.; esempio di crollo di tratto di galleria a due aperture.

Decine ancora di altri casi troviamo nei pressi di Monrupino, Borgo Grotta Gigante, Prosecco, Gabrovizza, Sgonico, S. Croce, Aurisina.

Bisogna però far presente che esistono dei casi di cavità di crollo molto più notevoli e grandi, ma questi sopracitati sono stati presi come rappre-

sentanti tipici, dopo esser stati scelti e studiati, avendo essi delle caratteristiche di crollo molto spiccate.



Tipo II: Disfacimento con crollo di imbocchi di gallerie e qualche volta di caverne che hanno andamento inclinato rispetto la superficie esterna e viceversa, cioè: galleria orizzontale e superficie esterna in pendenza.

È frequente appunto il caso che gallerie od anche semplici cunicoli siano in pendenza rispetto alla superficie del terreno, avremo allora che l'imbocco verso l'esterno sarà soggetto a dei crolli, via via che il degradamento degli strati calcarei della superficie farà arretrare il suo imbocco, lasciando dietro un solco, quale residuo della preesistente galleria, sempre meno accentuato fino a confondersi con la superficie del terreno. Avremo solchi lunghi, nel caso che la galleria abbia poca pendenza, brevi ma molto accentuati o a forma di dolina, qualora la pendenza della galleria sia piuttosto forte.

La successione delle fasi dei crolli procede come nel caso precedente, solamente che qui le varie fasi sono tutte visibili dall'imbocco della residua galleria fino al termine del solco. La successione avviene come segue:

Nel tratto di volta della galleria immediatamente prima dell'imbocco, (valevole per le fasi I - II - III) vediamo la mancanza quasi totale di concrezioni, poichè queste sono già cadute, la roccia è altamente fessurata e si osservano i primi distacchi di parti rocciose che si accentuano sempre più fino all'imbocco. Verso l'interno invece, la roccia della volta è più sana, le concrezioni, via via che si procede verso l'interno della cavità, sono dapprima sfiorite, ricoperte da muffe e, quando la luce comincia a mancare, le troviamo nella loro natura cristallina. Questa progressione in breve spazio,

è derivata dal fatto che, essendo la volta della galleria in pendenza, lo spessore dello strato roccioso soprastante diminuisce di potenza, fino che arriva all'imbocco o fase IV, crollo iniziale vero e proprio. Logicamente crollerà prima il diaframma in corrispondenza della chiave di volta e quindi progredirà verso le imposte, e avremo dunque un arretramento continuo dell'imbocco della galleria. Se si osserva dall'alto l'imbocco, vedremo che esso ha la forma di U più o meno coricata a seconda della pendenza della galleria. In galleria di piuttosto piccola pendenza, si può osservare che le pareti di queste, degradano a poco a poco per parecchie decine di metri e così, seguendo il fondo del trincerone, dal piano di campagna verso l'imbocco vero e proprio, vedremo sollevarsi da ambedue le parti la parete, prima in modo diritto, poi sempre più curvo fino a formare un arco spezzato le cui estremità si avvicinano sempre più fino ad unirsi in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

Questi vari stadi, rappresentano le fasi V-VI; più oltre, avendo le acque meteoriche cancellato ogni traccia residua di parete, rimarrà solamente un solco sempre meno pronunciato, fino a confondersi con la superficie del terreno. Il fondo di questo solco è disseminato dai resti del crollo, da parti rocciose cadute dagli orli di questa trincea, da argilla ecc., massimamente verso l'imbocco della galleria, mentre verso l'altra estremità i materiali argillosi fluitati dalle acque correnti hanno ricoperto tutto sicché anche il livello del fondo è diventato uniforme.

Questo fenomeno di sbocchi esterni di gallerie con crolli, è abbastanza frequente sul nostro Carso; qui cito solamente alcuni dei più notevoli:

La Grotta dell'Orso di Gabrovizza N. 7 V.G.; la Grotta di Padriciano N. 12 V.G.; l'ingresso alto della Grotta Gigante N. 2 V.G.; la Caverna Tripoli N. 241 V.G.; la Grotta II ad E di Borgo Grotta Gigante N. 3876 V.G.; la Grotta degli Scarpellini N. 41 V.G.

In questa categoria di crolli, il disfaccimento fa sì che l'attacco delle acque meteoriche faccia arretrare un po' alla volta l'ingresso della galleria, sino alla sua sparizione completa, a differenza del caso precedente dove le fasi del crollo avvenivano dall'alto verso il basso.

Se invece la galleria è orizzontale ed il terreno in pendenza, le fasi del fenomeno sono uguali a quelle del caso precedente, solamente che nel solco la disposizione caotica dei materiali di crollo si può osservare ancor oggi, data la pendenza del terreno esterno che non permette alle acque correnti l'asporto di detti materiali, od anche perchè essendo già nel solco vengono portati via. Altro particolare, sono le parti di roccia risultanti dai crolli e dai vari disfaccimenti, che non vengono portate nell'interno della galleria residua, data la sua pendenza nulla, mentre nel caso precedente le gallerie tendevano ad ostruirsi a causa di questi materiali derivanti dal crollo ed anche per l'apporto esterno (acque correnti) data la loro pendenza.

BIBLIOGRAFIA

- L. V. BERTARELLI ed E. BOEGAN — *Due mila Grotte* - Milano, 1926.
 Dott. Prof. M. GORTANI — *Compendio di Geologia*, Vol. II. Geodinamica Esterna (Geologia Esogena) - Udine, 1948.
 Univ. Prof. Dr. GEORG KYRLE — *Theoretische Speläologie* - Wien, 1923.
 FRANZ KRAUS — *Höhlenkunde* - Wien, 1894.
 ALDO G. SEGRE — *I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio* - Roma, 1948.

ANALISI MORFOGENETICA
DELLA SPLUGA DELLA PRETA (N. 1 V)
(ALTI LESSINI VERONESI)

Sul vasto pianoro ondulato degli Alti Lessini occidentali, che degrada dalle pendici del Corno d'Aquilio (m 1546), in località Preta, si apre il vasto imbocco di uno dei più famosi abissi, la spluga della Preta, che detenne per molti anni il primato mondiale di profondità.

In questo abisso, noto per le esplorazioni di Cabianca e de Battisti negli anni 1926 e 1927, la Sezione Geo-speleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste, organizzò, nell'estate 1954 una spedizione che ebbe una certa risonanza.

Gli obbiettivi di questa spedizione riguardavano problemi di carattere geologico, e prevedevano ricerche morfologiche, speleogenetiche ed idrologiche, nonché l'esecuzione di un nuovo rilevamento topografico dell'abisso.

Il presente lavoro riferisce in esteso sui risultati delle ricerche effettuate.

Una relazione tecnica sulla spedizione sarà pubblicata a cura del direttore tecnico Luigi de Martini.

N. 1 V

Voragine della Preta (1) — IGM 25.000 F. 35, II SE, Monte Baldo — Sit. m 1040 N+39° E dalla vetta del Corno d'Aquilio (m 1546) — Lat. 45°40'43" N; Long. 1°30'06" O — 32TPR23026040 — Quota ingresso m 1475 — Profondità m 594 — Primo pozzo m. 128 — Pozzi interni m 44, m 52,20, m 8, m 108, m 8, m 24, m 3, m 9, m 7, m 188 — Sviluppo totale m 492 — Rilievo: W. Maucci (Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste) — Data del rilievo: 10-12 agosto 1954.

(Nella descrizione che segue i pozzi verticali sono indicati con la profondità — es. P. 108 —, le caverne e le gallerie suborizzontali con la quota media arrotondata — es. caverna - 368, cunicolo - 340 —, le gallerie inclinate con le quote negative iniziale e terminale — es. fenditura 128-164)

Andamento e morfologia

1) *Immediati dintorni* — Il terreno è morbidamente ondulato, con dolci colline e qualche avvallamento. L'ingresso dell'abisso si apre in leggero pendio, vicino al vertice di un rilievo allungato a dosso arrotondato. Il terreno è completamente coperto dal terriccio fertile e da vegetazione, mancano rocce affioranti. Queste si incontrano in gran numero, circa 200 metri più a Sud, dove il «biancone» lascia il posto ai calcari rossi ammonitici del Malm. Qui le testate degli strati sporgono dal terreno e presentano accenni e for-

1) Il termine «Voragine» è proposto da STEGAGNO (20) col significato di «complesso di cavità verticali o quasi... collegate da gallerie più o meno inclinate». Secondo la terminologia classica, e maggiormente usata, si dovrebbe dire «abisso della Preta». Localmente l'abisso è denominato «spluga».

mazioni di Karren. Lo stesso avviene attorno all'imbocco della vicina «Grotta del Ciabattino», sul fondo di una vallecchia chiusa, a Ovest dell'abisso. Sui fianchi della vallecchia, anche il biancone affiora qua e là dal terriccio, con testate fratturate di straterelli sottili e con noduli sporgenti di selce.

2) *Imbuto dell'imbocco* — L'imbocco ha forma quasi esattamente rotonda, con un diametro di circa 18 metri. Gli orli sono arrotondati, e la forma si abbozza inizialmente come quella di una tipica «dolina a piatto». Due doline di questo tipo (poco più piccole) si trovano nelle vicinanze. Lungo il pendio dei margini esterni (più declive quello nord-orientale) gli strati di roccia vengono messi a nudo in più punti, e la dolina finisce con l'infossarsi in uno scoscendimento a burrone, a pareti verticali, che rappresenta l'imbocco del pozzo vero e proprio.

Questa prima parte, scavata nel biancone, presenta pareti scoscese e franose. Le testate dei sottili straterelli sporgono sul vuoto, fortemente fratturate con un caratteristico clivaggio cuboidale, che ne determina il disfacimento in pezzi regolari. Questo disfacimento è tuttora in atto, con continuo distacco di frammenti, anche se qua e là viene ritardato dall'azione legante di qualche arbusto.

E' evidente che l'imbuto iniziale, per ora ancora foggiato a pozzo, tende al tipo di dolina. La morfologia di questo tratto è quindi ancora instabile e troverà la sua stabilità non appena il pendio avrà raggiunto un profilo di equilibrio, cioè un definitivo assetto di dolina. La instabilità morfologica di questo tratto è pertanto indizio di una relativamente recente apertura in superficie dell'abisso.

3) *Il primo pozzo (P. 128)* — Alla profondità di 15 metri, l'imbuto iniziale si restringe, strozzandosi di un foro largo circa quattro metri per tre. Poichè qui il biancone trapassa gradualmente, ma rapidamente, nei calcari marmorei del Malm, (prima bianchi poi rossi), più resistenti, è evidente che questa strozzatura è legata al carattere litologico delle pareti. Gli strati compatti, con aspetto lastroide, hanno una potenza maggiore di quelli del biancone (20-30 centimetri, anzichè 5-10) e danno alla strozzatura un aspetto a scalinata sul lato Nord, e uno scoscendimento a strapiombo verso Sud, cioè secondo l'immersione degli strati. La sezione del foro non è perfettamente circolare: da un lato sporge una specie di cuneo, prolungamento di un costone verticale dell'imbuto iniziale, che accenna a dividere l'apertura in due fori di pressochè uguale diametro.

La strettoia (se così si può chiamare) non si prolunga molto in basso. Ben presto il pozzo si allarga in una voragine, la cui ampiezza va sempre più aumentando verso il fondo. La prima parte, fino a -35, è ancora nel calcare lastroide rosso. Le pareti si allontanano strapiombando a gradinata. Secondo la sezione Nord-Sud del pozzo, l'allargamento è graduale, ma l'andamento della parete riflette chiaramente la struttura tettonica. Gli strati hanno generalmente una limitata potenza (che va però gradualmente aumentando verso il basso), ma ad essi si intercalano talora banconi compatti di 2-4 metri di potenza. Questi ultimi sporgono alquanto in fuori, a guisa di balconi, mentre fra essi gli strati più sottili (in qualche punto un po' corrugati) si affondano in rientranze irregolari della parete.

Il processo di allargamento del pozzo è qui del tipo che MONTORIOL (16) chiama *chimioclastico*. L'azione erosiva dell'acqua che copre con un sottile velo luccicante l'intera parete, è limitata dalla grande compattezza della roccia, e si manifesta soltanto lungo alcune linee evidenti che solcano la roccia con rigida verticalità, ma senza affondarsi molto. Queste linee di deflusso non sono molto abbondanti e distano tra loro, in media, cinque-sette metri. La azione elastica che provoca l'ingrandirsi del pozzo è dovuta invece a fenomeni di decalcificazione che avvengono ad opera delle acque percolanti nella rete di leptoclasti, nello spessore stesso della parete, ed è quindi più intensa là dove gli strati, meno potenti, risultano più fratturati, e specialmente là dove si notano piegamenti e corrugamenti.

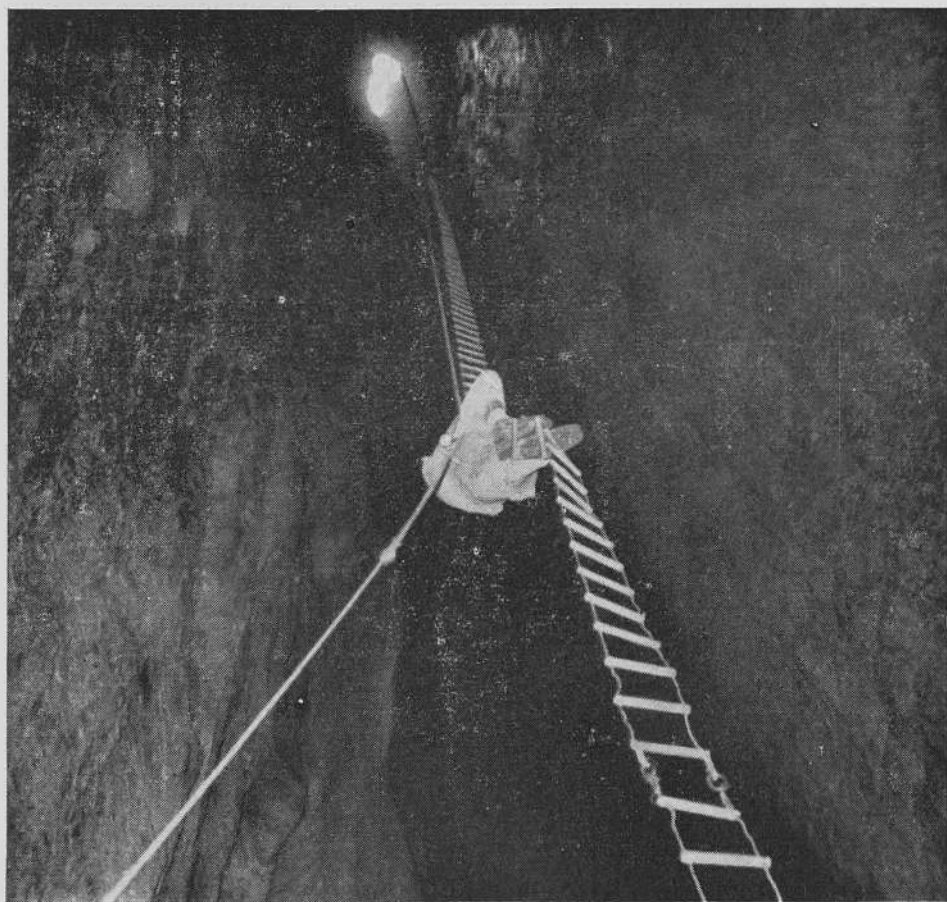


Fig. 1. — Il primo pozzo (P. 128).

(Foto: Gazzin)

Quanto è detto fin qui riguarda le pareti Nord e Sud del pozzo (sempre nei primi 35 metri). Diverso è invece l'aspetto della parete Est, come pure, ma in minor misura, quello della parete Ovest.

A Est si ha una tipica morfologia erosiva primaria, cioè non legata a fenomeni di ringiovanimento. Due costole di roccia, opposte, a margini affilati, separano un vano verticale, arrotondato tanto da sembrare tornito, a sezione circolare, e chiuso a camino alla sommità. L'aspetto è inconfondibile: è un «fuso» (MAUCCI, 14) fra i più classici e perfetti che io abbia mai visto. Si tratta quindi di un particolare morfologico legato ad una azione erosiva (e solo in parte corrosiva) di acque scorrenti in verticale sulla superficie stessa della parete. L'intensità di questa erosione è dimostrata dal fatto che non si avvertono divergenze morfologiche fra la zona dei calcari compatti del Malm ed i sottostanti calcari oolitici del Dogger: ogni differenza embrionale è attualmente cancellata in una uniformità spiccatissima. Un fuso di questa portata, assolutamente unico e regolare, con uno sviluppo verticale di oltre 100 metri, attraversante tre diverse formazioni geologiche, costituisce un fenomeno veramente eccezionale, e tanto più rimarchevole in quanto si trova in una regione e in un orizzonte stratigrafico ben diversi dal Carso Triestino, dove per la prima volta ho potuto segnalare e studiare le morfologie «fusiformi» e le loro relazioni col problema speleogenetico.

Nel rimanente del pozzo, da quota -35 in giù, l'aspetto delle pareti si modifica al passaggio fra il calcare ammonitico e quello oolitico. Questo passaggio non è brusco, bensì si svolge attraverso un primo alternarsi di banchi oolitici bianchi, con i due ultimi banconi compatti di calcare rosso, zeppi, (specialmente il secondo) di ammoniti. Questi due banconi (come i precedenti) sporgono a mensola dalle pareti del pozzo.

Da quota -58 in giù, rimane soltanto il calcare oolitico. Questa roccia meno compatta e quindi meno resistente, accompagna un rapido allargarsi del vano, a campana, fino a raggiungere i metri 45 per 15. Delle tre azioni speleogenetiche principali, decalcificazione, erosione meccanica e corrosione in superficie, la seconda è quella che prevale. I solchi di erosione, già riconoscibili nella prima parte del pozzo si accentuano qui e si fanno sempre più fitti, finchè, nella parte basale, la parete è percorsa da una serie di profonde solcature verticali ravvicinate che simulano addirittura una stratificazione verticale, e che per tale furono infatti scambiate dal de Battisti.

Poichè tutto il pozzo è scavato in seno ad un grande fascio di diaclasi con orientamento Est-Ovest, ne consegue che anche il vano, così come oggi si presenta, ha uno sviluppo maggiore lungo il suddetto asse.

4) *Cumulo detritico*, -128 — Come avviene nella totalità dei casi, il fondo della voragine è occupato da un immenso accumulo di materiali detritici, cioè dal classico «cono di deiezione» dei pozzi naturali.

Nel caso presente non si tratta però di un vero cono, bensì piuttosto di un imbuto. E' palese comunque che questa disposizione anomala del materiale, è dovuta alla presenza del P. 48, che spalanca la sua bocca nel mezzo della cavità.

I materiali che formano questo cono di deiezione sono nel complesso di piccole dimensioni. Sono scarsi i blocchi rilevanti e in generale si tratta di un detrito minuto, in cui la grossezza degli elementi si mantiene in media fra i 5 e i 30 cm. E' evidente che i blocchi maggiori, per il loro stesso peso, tendono a precipitare nel pozzo sottostante.

Nonostante la relativa piccolezza degli elementi, il materiale presenta un assetto di considerevole stabilità. Questo fatto è notevole, in quanto sarebbe stata da attendersi una condizione di equilibrio instabile, con un marcato fenomeno di soliflusso verso il P. 44.

L'equilibrio statico raggiunto dal materiale, denota che l'apporto attuale di nuovi detriti è relativamente scarso e che pertanto il cono si è stabilizzato su un profilo raggiunto già in epoche relativamente lontane.

Una sommaria analisi statistica ha dato le seguenti percentuali, riguardanti la composizione del cumulo:

Biancone	38%
Selce	1%
Malm, alterato, di superficie	1%
Malm non alterato	42%
Oolite	18%

Ne deriva che la maggior parte del materiale proviene dal disfacimento delle pareti. L'apporto dall'esterno è trascurabile, tanto più che anche il materiale cretaceo proviene, per la quasi totalità, dal graduale franamento dell'imbuto iniziale del pozzo. La relativa scarsità del calcare oolitico, che pure forma le pareti per la maggior estensione del pozzo, conferma che la azione dell'acqua su questa roccia si manifesta con una erosione in superficie, piuttosto che con decalcificazione seguita da fenomeni elastici: asporto minuto di materiale, quindi, più che distacco di frammenti.

5) *Fenditura da -128 a -164* — La continuazione dell'abisso, dalla base del primo pozzo, è rappresentata da una fenditura verticale, alta e stretta, con andamento da Est ad Ovest. La lunghezza della fenditura è di 51 metri, con un dislivello di 36. L'altezza varia da 10 a oltre 40 metri, ma l'ampiezza rimane quasi ovunque sotto il metro.

La sezione trasversale si mantiene abbastanza uniforme nelle sue linee generali, pur variando nei dettagli da punto a punto. Nel complesso si riconoscono, sulla verticalità della parete, due sistemi di sporgenze che presentano ambedue le caratteristiche di costoloni, poco rilevati, che tendono a formare creste affilate, ma finiscono invece più o meno smussate. Un primo sistema, più vistoso, ma in generale più smussato, è rappresentato da costole sporgenti suborizzontali, che corrono lungo la galleria, qua e là interrotte o variamente modellate, ma tuttavia sempre riconoscibili e tali da ricendere la fenditura a quel tipo che ho chiamato «galleria tipo Vittoria» (MAUCCI, 11-14), e che DE MARTINI (9) chiama «a vani sovrapposti». Il secondo sistema è più irregolare e più variamente distribuito ma ha in generale un andamento a creste verticali, talora discretamente acute e abbastanza rilevate, in genere inclinate lateralmente verso Ovest. Si tratta cioè di quella formazione comunemente chiamata «quinte», che è propria di cavità percorse da acque correnti. I segni di una marcatissima attività erosiva risultano ancor più evidenti per la disposizione del suolo, dove ogni dislivello un po' accentuato reca alla sua base evidenti segni di tipiche marmitte di erosione. La maggiore di queste si trova alla base di un salto verticale di 8 metri: essa ha forma ellittica, di metri 3×6 , con l'asse maggiore disposto secondo l'orientamento della galleria. Come le altre, anche questa marmitta è sfondata. La parete

declive di essa è infatti forata alla sua base, e rimane a formare un ponte naturale.

In tutta la galleria il suolo è roccioso, quasi privo di ciottoli, e coperto soltanto da terriccio frammisto a un po' di guano di pipistrelli e qualche detrito vegetale. Solo nella prima parte si trovano grandi blocchi di roccia, i quali, incassati fra le pareti, formano una specie di scoscesa scalinata ai piedi della quale, in un anfratto laterale, si apre un piccolo pozzetto a fondo cieco.

Le pareti sono quasi completamente prive di concrezione. Soltanto sulla cresta di alcune sporgenze rocciose affilate si riscontrano piccolissime formazioni di tipo pisolitico, allineate come perle di una collana, che danno alle creste stesse un profilo seghettato. Nei tratti di roccia più lisci, si notano sporgere alcuni articoli di Pentacrini, più resistenti all'erosione perchè in parte spatizzati.

La roccia, come pure il suolo, sono qui completamente asciutti, con un marcato contrasto con l'umidità e il forte stillicidio del primo pozzo.

Una violenta corrente d'aria percorre la galleria, (durante la nostra esplorazione il soffio era diretto verso l'esterno), e le pareti presentano aspetti caratteristici di degradazione atmosferica. In diversi punti esse sono ricoperte da una crosta brunastra asciutta, che lascia qua e là chiazze interrotte dove la roccia appare più bianca e più compatta. Altrove la roccia è grigio-giallognola e coperta da un sottile strato di detrito pulverulento. In complesso la morfologia della galleria si può definire una *morfologia erosiva primaria abortita*. Infatti i lineamenti generali si possono ricondurre direttamente ai fenomeni di erosione idrica connessi con la genesi stessa dei vani. Tuttavia, cessata l'attività idrica, la cavità ha trovato una stasi in cui sono venuti a mancare i normali fenomeni di insenilimento litogenico o clastico, per cui l'evoluzione dei vani è stata interrotta e si è arrestata, fossilizzando, per così dire, la sua morfologia giovanile.

6) *P. 108* — Da quota -164, dove ha termine la galleria su descritta, si sprofonda il secondo grande pozzo dell'abisso, che con i suoi 108 metri di profondità, conduce a quota -272.

Nella sua prima parte esso non è che la continuazione della fenditura soprastante. Aperto con un imbocco strettissimo, a fessura allungata, esso forma nei primi sette metri, un'altra tipica marmitta di erosione, di forma triangolare larga 4×6 . Questa marmitta però non è soltanto forata da uno squarcio verticale, sulla sua parete più bassa, ma anche sul suo fondo, dove una spaccatura irregolare la sfonda aprendola verso il pozzo vero e proprio.

La fenditura che interrompe la morfologia inclinata della galleria ha ancora un allungamento Est-Ovest, ma subito sotto di essa la voragine, rigidamente verticale, si allarga decisamente verso Nord-Sud, assumendo sezioni successive irregolari e variate.

La parete è sempre asciutta e priva di concrezione. Mancano però qui i segni di degradazione atmosferica esogena, riconoscibili nella galleria soprastante, e la roccia si presenta bianca e compatta. Anche in questo pozzo (scavato esso pure nei calcari oolitici) si riconosce l'azione erosiva dell'acqua, che si manifesta in marcati solchi verticali ravvicinati e separati da lame

rocciose con creste affilate. Mentre però nel P. 128 iniziale, questa attività è tuttora in corso, qui si ripete il fenomeno della morfologia abortita. L'acqua non scorre più nei solchi, e come si è detto, la parete è sorprendentemente asciutta. All'azione erosiva si è andata pertanto sovrapponendo una azione chimioclastica e in parte graviclastica (MONTORIOL, 16). La prima si manifesta con una decalcificazione lungo le leptoclasti, per cui si vanno isolando alcune lame sottili e alcuni blocchi parallelepidi che tendono a staccarsi dalla parete, lasciando impronte ad angoli diedri caratteristici. La seconda porta a termine l'azione erosiva interrotta, indebolendo i supporti delle creste di erosione e facendole infine precipitare. Le lame che separano i solchi erosi sono quindi ben lungi dall'avere qui la regolarità che si riscontra nel P. 128: esse sono al contrario spesso interrotte e spezzate. Tuttavia alcuni residui di esse sono molti vistosi. Così, a un terzo circa della discesa, rimane ancora in sito un imponente ponte naturale, molto alto, ma molto sottile. Vicino alla base del pozzo poi sono visibili due lame verticali di dimensioni gigantesche, che incombono nel vuoto, e delle quali soltanto le parti inferiori recano già i segni della degradazione graviclastica.

7) *Da -272 a -312* — La base del P. 108 è formata da un piano detritico suborizzontale, che forma il pavimento di un vano abbastanza spazioso orientato da Nord a Sud.

I detriti del suolo sono blocchi di calcare oolitico, (provenienti quindi dalle pareti del pozzo). Si tratta di materiale di varie dimensioni, ma in genere più rilevanti di quelle della base del P. 128. Per la maggior parte si tratta di scaglie lastriformi e di blocchi parallelepipedi, con diametri fra i 30 cm. e il metro, recanti segni chiari di decalcificazione. Verso Sud si accentua gradatamente un pendio e i blocchi aumentano di dimensioni. Accanto alle pareti troviamo qui qualche macigno di grossa mole, e in mezzo ad essi è incisa una specie di trincea inclinata, che si svasa in un salto di 8 metri la cui parete è formata dagli stessi blocchi del ripiano soprastante. Questi macigni che formano qui una scarpata verticale, sono fortemente incassati fra di loro, ma non presentano traccia di concrezione cementante. Alla base di questo salto, il suolo è formato ancora da materiali del medesimo tipo e di grosse dimensioni. La parete Sud si accosta, verticalmente, fino a sfiorare l'orlo del ripiano, lasciando una esigua apertura, semiostruita da blocchi incassati.

Da qui scende un ulteriore pozzo verticale di 24 metri (P. 24), il cui vano si sposta dall'asse verticale del P. 108, in direzione Sud.

Questo pozzo è sormontato da un acuto camino ogivale e risulta formato da tre vani paralleli, uno dei quali sbocca alla sua sommità nel ripiano soprastante. La morfologia è del tutto simile a quella del P. 108. Anche qui pareti asciutte, non concrezionate, con alcuni canaletti verticali di erosione, discretamente accentuati e alcuni solchi più marcati, pure verticali, separati da creste sporgenti.

Il fondo di questo pozzo ha l'aspetto di una modesta cavernetta, con il suolo coperto dal solito caos di blocchi. Il materiale detritico, anche qui non è disposto secondo il tipico cono di deiezione, bensì assume una forma a sella: la maggior parte dei materiali si adagia contro la parete Nord

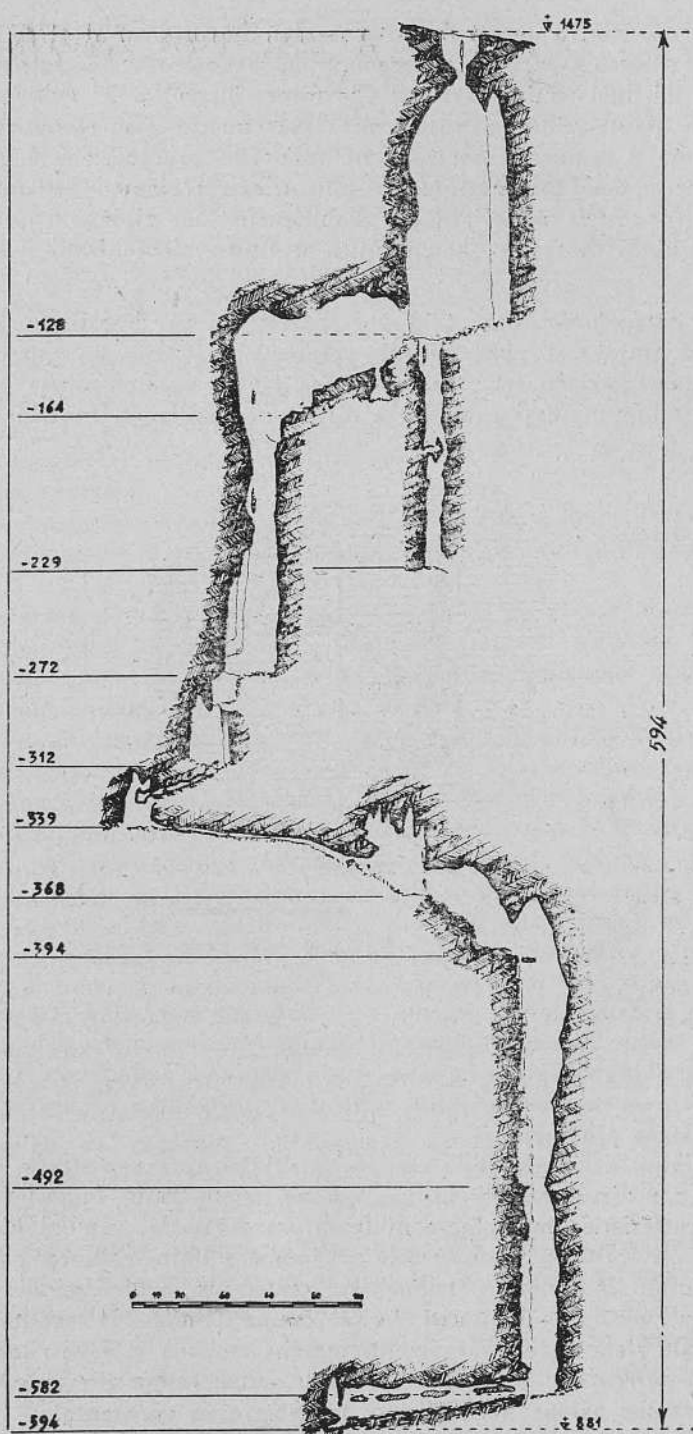


Fig. 2 — N. 1 V. - Voragine della Preta (sezione).

e specialmente contro quella Sud. Ne risulta che proprio al di sotto dell'asse verticale di discesa i detriti si affossano, innalzandosi invece ai lati, esattamente al disotto dei due camini verticali che forano la volta. E' evidente che alla sommità di questi camini è tuttora in azione un processo *chimioclastico*, che ne determina il graduale innalzamento verticale, processo che è invece pressochè esaurito nel fuso centrale, essendo ormai il camino decapitato per il suo incontro con il materiale già stabilizzato, del ripiano soprastante. Ci troviamo quindi di fronte, anche qui, al tipico meccanismo dell'«erosione inversa».

8) *Il cunicolo da -312 a -331* — Nei tratti fin qui descritti, la formazione oolitica del Dogger si presenta spiccatamente uniforme, in potenti banconi indistintamente stratificati. Ora, a quota -316 le caratteristiche delle pareti tendono a mutare, quasi preludio a differenti condizioni litologiche. I ban-

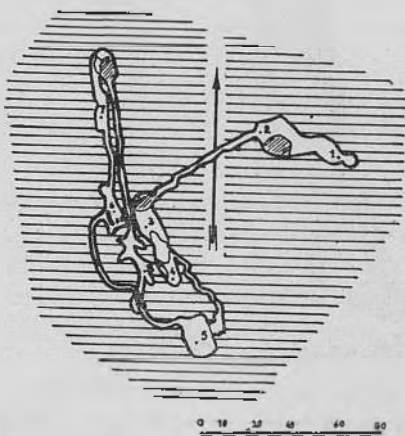


Fig. 3. — N. I V. - Voragine della Preta (pianta).

chi oolitici si fanno meno potenti, e si distingue una netta stratificazione, i cui giunti vanno assumendo una più decisa funzione speleogenetica. La roccia diventa alquanto più compatta e più grigia. L'andamento dell'abisso si scosta di conseguenza dalla rigida verticalità, passando a forme inclinate e ad una morfologia più varia.

Sul fianco orientale della cavernetta -312 si apre una stretta galleria discendente, con direzione $S + 40^{\circ} E$. Nel suo primo tratto, la galleria conserva la sua caratteristica morfologia di fenditura verticale, condizionata da una netta linea di frattura, riconoscibile all'imbocco della galleria, e più avanti lungo la volta. La sezione è triangolare acuta, ma le dimensioni sono molto ridotte, per l'accumulo di detriti che ne occupa il fondo. Il carattere di fenditura verticale viene quindi largamente mascherato, ma si deve ritenere che la quantità di detriti che ne occupa il fondo debba essere rilevante, in seguito ad una continua azione di soliflusso dalla caverna antistante.

Dopo un breve percorso, tuttavia l'azione dei giunti di stratificazione si fa sentire. Il soffitto tende ad abbandonare la sua forma di fessura triangolare,

per assumere un profilo a volta, e talora a tetto piatto. Il substrato roccioso perde la sua inclinazione ed incomincia ad affiorare fra i più radi detriti del fondo. Sulle pareti si notano distintamente le testate degli strati, e compaiono scarse tracce di concrezione, limitatamente ad una cornice di una quindicina di centimetri attorno allo sbocco beante dei giunti.

Al suolo il materiale detritico diminuisce fortemente, e si fa visibile la roccia. Ritroviamo alcune piccole marmitte di erosione, e fra i detriti si trovano ciottoli fluitati, fra i quali ricompaiono elementi gliptogenetici, stratigraficamente lontani. Frammenti arrotondati di biancone, ciottoli di selce e detriti del Malm rappresentano qui un evidente indizio di una attività idrica intensa, ad opera di acque provenienti da lontano, e superano nettamente di numero i detriti autoctoni di calcare oolitico.

Proseguendo lungo la galleria, che si restringe a cunicolo, anche le pareti accennano all'azione erosiva. Esse appaiono meno levigate, e si cesellano in una corrosione minuta e complicata, ricca di lame affilate irregolari e di spuntoni sporgenti.

Questa morfologia erosiva si accentua ancor più quando il calcare oolitico cede bruscamente il posto ad un banco di calcari compatti grigi, un po' marnosi.

Ad un certo punto il cunicolo è strozzato da un grosso blocco franato che lo ostruisce quasi completamente. E' una testata di strato che ha ceduto e si è coricata, lasciando al di sopra un esiguo passaggio, che oppone gravi difficoltà al suo superamento.

Subito dopo ricompare il calcare bianco oolitico, e il suolo si sprofonda in un piccolo salto verticale di 3 metri, alla cui base si riconoscono i resti sfondati di una delle solite marmitte di erosione. La volta mantiene il suo livello, per cui il cunicolo riprende qui la sua caratteristica di fessura verticale.

I giunti di stratificazione sono sempre ben visibili. Risulta evidente che le acque si infiltrano qui in interstrato, piuttosto che lungo le diaclasi verticali. Ciò si riconosce dalle caratteristiche delle pareti: i giunti si aprono a labbra divaricate, o strapiombando a tetto, mentre i marcati e profondi solchi di erosione verticali interessano l'intero spessore di ogni strato, arrestandosi però fra uno strato e l'altro.

L'acqua percolante è comunque piuttosto scarsa, e si limita a coprire le pareti con un leggero velo umido, che tuttavia rappresenta già un marcato contrasto con l'eccezionale siccità dei vani precedenti.

Al termine del cunicolo, l'ambiente si allarga in una modesta cavernetta, con soffitto ogivale, un lato della quale è sfondato in una finestra con margini frastagliati, che si affaccia sulla sottostante «sala delle spugne».

9) *La «sala delle spugne» (-339)* — A -339 si trova una caverna, alla quale si accede attraverso un salto di 9 metri, e che fu chiamata dai primi esploratori «sala delle spugne».

Essa è di forma ellittica, con assi di m. 21 per 10, e col maggiore allungamento in direzione Nord-Sud. La finestra di accesso si apre nella parete Est.

Qui si cominciano a notare le prime sensibili differenze fra lo stato attuale della cavità e le condizioni incontrate dalla spedizione Cabianca nel

1926 e 1927. I primi esploratori trovarono un suolo roccioso coperto da incrostazioni calcaree, con alcuni laghetti d'acqua limpidissima sul cui fondo esistevano concrezioni subacquee di tipo coralloide, che valsero appunto a dare il nome alla caverna. Attualmente invece il suolo è limaccioso, coperto da uno spesso strato di fango viscido, senza traccia nè di laghetti, nè di concrezioni. Soltanto accanto alle pareti affiorano dal fango ristrette cornici di roccia concrezionata, con qualche stalammite ma senza formazioni coralloidi. Sotto il fango si riconoscono elementi di una ghiaietta minuta, evidentemente fluitati.

Le pareti sono ancora di calcare oolitico, ma a grana più fine e più grigio. La stratificazione è evidente, e gli strati hanno una potenza media leggermente inferiore al metro. Le caratteristiche della parete si mantengono analoghe a quelle riconoscibili nel cunicolo soprastante: la roccia è corrosa, con lame verticali, i labbri dei giunti di stratificazione sono ancora aperti e spesso gli strati più alti strapiombano a tetto sugli inferiori. L'abbondante infiltrazione di acque avviene lungo gli interstrati, con due massimi di intensità, uno mezzo metro circa sopra il suolo della caverna. L'altro otto metri più alto. A queste due quote corrispondono due livelli di drenaggio, la percolazione suborizzontale si riscontra su tutto il perimetro della caverna, pur presentando (specie il più elevato) alcuni punti di massimo, corrispondenti a vene idriche localizzate. Il livello più alto è riconoscibile lungo la parete e si manifesta con una più accentuata incisione dei labbri del giunto, accompagnata dallo sporgere a tetto dello strato soprastante. In due punti (in corrispondenza a linee di frattura verticali) gli strati si aprono lasciando due finestre rettangolari, a contorno frastagliato. Una è quella di accesso alla «sala delle spugne», l'altra si trova sulla parete Nord, ma è irraggiungibile.

Il livello di drenaggio più basso è indicato anzitutto da un vistoso tetto orizzontale, a meno di un metro di altezza, che corre lungo l'intera parete. Sotto a questo tetto si trova uno strato di circa mezzo metro, la cui testata è percorsa da solchi verticali di erosione, e che a sua volta sovrasta ad un altro strato, la cui testata è corrosa e arrotondata.

Il massimo di infiltrazione idrica si constata, su questo livello, lungo il lato Sud della caverna.

Sulla parete Nord e Nord-Est si trovano invece concrezioni, le prime che si incontrino nell'abisso. La struttura della parete è analoga a quella della parete Nord, ma la morfologia litogenica ne maschera un po' l'aspetto originale. Al suolo si trovano alcune tozze e brevi stalammiti, e una crosta di concrezione con rilievi mammellonari. Sulla parete piccole stalattiti opache e un velo di concrezione con qualche piccola e grossolana formazione a cortina. La litogenesi si limita però al suolo e alla testata degli strati strapiombanti: è nulla invece sullo strato più rientrante del livello idrico inferiore.

Quanto alla volta della sala, essa si innalza in due ampi camini fusiformi, la cui roccia reca ancora segni evidenti di una tipica morfologia erosiva giovanile.

In conclusione la «sala delle spugne» presenta un complesso sistema di morfologie sovrapposte:

1) Morfologia erosiva giovanile sulle pareti e chimioclastica alla sommità: formazione e ampliamento di due fusi paralleli.

2) Morfologia gravielastica alla sommità: tendenza a trasformare il soffitto a doppia ogiva in una volta di equilibrio.

3) Morfologia litogenica parziale: tendenza all'insensilimento.

4) Morfologia chimioclastica laterale: ampliamento in larghezza del vano (questo aspetto non è sovrapposto al precedente, bensì collaterale).

5) Riempimento argilloso: cambiamento della natura del suolo (questo ultimo è recentissimo, in quanto verificatosi certamente dopo il 1927).

10) *Il cunicolo di -340* — Nell'angolo Nord-Ovest della «sala delle spugne» si apre un angusto pertugio, che rappresenta l'imbocco di un lungo cunicolo suborizzontale che, diretto inizialmente a Ovest, descrive poi alcune curve a largo raggio, mantenendo una direzione generale verso Nord.

Questo cunicolo rappresenta il naturale deflusso delle acque raccolte nella caverna, e corrisponde alla parte declive dell'interstrato percorso dal livello idrico inferiore. La volta dell'imbocco è costituita dal letto strapiombante dello stesso strato che forma la cornice attorno alla «sala delle spugne», e il cunicolo stesso è scavato nello strato immediatamente sottostante.

Il suolo è inizialmente formato da argilla e blocchi di roccia frammisti a pezzi di crostello e a qualche stalammite. Subito dopo i primi metri però, il cunicolo si assesta in una morfologia uniforme, che si mantiene tale per una settantina di metri.

La sezione è a T, con una struttura molto caratteristica. Il tetto è piatto e corrisponde ad un piano di stratificazione. Immediatamente sotto al tetto, ai due lati, si nota uno spessore di una dozzina di centimetri di una breccia facilmente sgretolabile, infiltrata d'acqua e d'argilla. Il resto del cunicolo è scavato in roccia compatta: esso mantiene una sezione piatta e larga, di metri 1,5 per centimetri 35, ma presenta al centro un solco longitudinale, un vero canale di erosione, con sezione a U, e col fondo coperto di fango umidissimo, con qualche raro ciottolo. Sulla volta e nei due allargamenti laterali del cunicolo si notano alcune stalattiti e una sottile crosta di concrezione. A poco più di metà del percorso, alcune colonne stalammitiche formano una strozzatura superabile solo con molta difficoltà.

Il fondo del solco è roccioso e reca solo un sottile strato di fango, frammisto a ciottoli fluitati. Anche qui si ritrovano elementi provenienti dalla soprastante serie cretacea, fra cui detriti calcarei bianchi arrotondati e frammenti di selce. STEGAGNO (20) cita anche detriti, ancora angolosi, di basalto, ma noi non ne abbiamo osservati. Un rivioletto di acqua percorre costantemente il fondo del solco.

E' evidente che l'origine di questo cunicolo è legata ad un fatto litologico. I semplici giunti di stratificazione possono attualmente deviare la percolazione di acque in senso suborizzontale, ma questo è possibile oggi, con una quantità di acque troppo esigua per avere una reale efficacia speleogenetica. All'epoca della genesi dell'abisso, la tendenza alla verticalità, che si manifesta in modo generale, non soltanto nella formazione oolitica, ma anche nella soprastante serie del Malm, ed anche, come si vedrà, nei sottostanti calcari liassici, ha potuto subire qui una netta deviazione, per la presenza della sudescritta breccia che rappresentò, con l'incoerenza dei suoi elementi, una via di drenaggio più efficace dei normali giunti di stratificazione, ed anche

delle diaclasi tettoniche. Ne seguì un deflusso di acque secondo l'immersione degli strati (quindi verso Nord-Ovest) e di conseguenza una galleria d'interstrato. Quando poi, per la diminuita portata del ruscello sotterraneo, il deflusso avvenne a pelo libero, si formò il solco di erosione, secondo una tipica sezione gravitazionale (KYRLE, 10).

Dopo una settantina di metri, l'aspetto del cunicolo cambia alquanto, pur mantenendosi sempre stretto. Il suolo si abbassa e la volta si innalza alquanto, per cui ne risulta una sezione più alta, a fessura verticale, con ampiezza di metri 1,50 per 35 centimetri. Pur avendo dimensioni ridotte, questo cunicolo si ricollega alla morfologia della fenditura verticale di quota 128-164, in quanto una specie di mensola sporgente a metà parete, strozza il cunicolo in due vani comunicanti, mentre la volta si restringe a fessura triangolare. La litogenesi è qui più intensa, ed essa determina anche un caratteristico aspetto della succitata breccia. Mentre questa, meno resistente, è nella prima parte del cunicolo, rientrando ed infossata nella parete, qui essa forma una seconda mensola sporgente. Ciò è dovuto al fatto che gli elementi della breccia non sono più incoerenti, bensì cementati per concrezione, il che conferisce ad essi una resistenza all'erosione superiore a quella del circostante calcare oolitico.

Evidentemente la diaclasi verticale riprende qui la sua prevalenza sui giunti di stratificazione, nel determinismo della morfologia sotterranea. E che si tratti in realtà di un fascio complesso di fenditure è dimostrato dall'andamento tortuoso del meandro, che ben presto si ramifica in diversi cunicoli stretti e bassi, che tendono a sboccare in un vano unico.

11) *La caverna a -368* — Le varie fenditure in cui si fraziona il cunicolo convergono in una caverna abbastanza spaziosa, lunga 14 metri e larga 6. La forma allungata, grossolanamente ellittica, si orienta in direzione Nord-Sud.

Il ramo principale del cunicolo raggiunge la caverna a Sud, e vi scende con ripido pendio e con un suolo caotico coperto di grandi macigni. La morfologia elastica di questo punto giunge a separare un piccolo vano, che comunica con la caverna attraverso tre fenditure anguste fra materiale di crollo. I grossi macigni sul suolo, o incassati fra le pareti recano segni di decalcificazione e di erosione intensa, e sono incisi alla loro superficie in modo da simulare un Karren.

Nella caverna, il suolo, sul lato Sud, è formato da un ripido pendio di grossi macigni di crollo, il quale termina su un suolo orizzontale coperto da fanghiglia umidissima, sulla quale affiorano alcuni blocchi di roccia. Al di sotto del fango esiste una ghiaia minuta, che appare in superficie, accanto alla parete Nord, dove l'acqua ha completamente dilavato la copertura di fango.

Le pareti sono formate qui dal calcare grigio del Lias. La stratificazione è abbastanza evidente, e sulle pareti si notano tracce notevoli di fango. La roccia è compatta, con scarse sporgenze arrotondate, e qua e là coperta da un sottile strato di concrezione, che in genere non supera i 2-3 millimetri di spessore.

Il limite fra la formazione oolitica del Dogger ed i calcari grigi marnosi del Lias si trova all'altezza di questa caverna, intorno ai 360 metri di profondità, ma non è possibile osservarlo direttamente in quanto, nella caverna le pareti sono già nel Lias, almeno per la loro parte basale, mentre nel cuni-

colo precedente la zona di transizione è mascherata dai suddescritti fenomeni clastici. Il soffitto della caverna è forato da cinque camini molto alti e stretti, nei quali si riconosce la tipica morfologia erosiva. A circa 18 metri d'altezza, si osserva un grosso cornicione, ampiamente sporgente, che appare come il residuo di uno strato che un tempo separava due vani sovrapposti, e che è in seguito parzialmente crollato.

La volta forata da camini, e pertanto con evidente morfologia erosiva, la presenza del cornicione, e il suolo coperto da blocchi disordinati sui quali i segni di decalcificazione prevalgono su quelli di erosione, sono tre elementi che ci permettono di assegnare la caverna a quel tipo di morfologia combinata che gli speleologi spagnoli hanno descritto per la Cueva de Na Figuera (CASAJUANA - MONTORIOL. 7) e per la Sima del Agua (detti, 7), e che MONTORIOL (16) chiama morfologia *gliptoclastica*.

In questa caverna l'attività idrica si fa più intensa. Sul lato Nord, da uno dei camini, scende una vera cascata che non rappresenta più, come nella Sala delle Spugne, una infiltrazione d'interstrato, bensì una vera vena di deflusso inalvata, e alla cui azione si collegano tutti i vani seguenti.

L'azione erosiva intensa svolta in tempi passati da quest'acqua è riconoscibile sulla parete, dove esiste un profondo solco semicilindrico, verticale, di spiccata regolarità, che forma l'angolo Nord-Ovest della sala e che resta delimitato da uno spigolo dritto. Tuttavia la portata attuale della cascata, pur essendo notevole, non è tanto forte da giustificare i segni di erosione riscontrabili: si deve essere verificata cioè una diminuzione nella portata. In base a quanto mi dichiarò l'ing. DE BATTISTI, non è da escludersi che questa diminuzione si sia verificata dopo il 1927.

Attualmente l'acqua ha superato la fase erosiva, e ad essa è subentrata una azione litogenica, che ha coperto le pareti del solco situate sotto il getto dell'acqua (ma non le altre parti) di un sottile strato di concrezione giovanile.

Che l'attuale deflusso dell'acqua sia minore di quanto si è verificato nel passato, è dimostrato anche dalla ghiaia del suolo. Qui troviamo ciottolotti fluitati, fra i quali prevalgono largamente elementi bianco-avorio e rossi appartenenti ai livelli stratigraficamente superiori. L'acqua attuale, percolante, non trascina con sé elementi detritici: si limita a recare in sospensione colloidi argillosi e forse elementi bituminosi che la rendono torbida e di sapore disgustoso.

12) *Fenditura da -368 a -394* — Sul lato Nord della caverna si trova la continuazione dell'abisso, in una alta e stretta fenditura verticale, il cui suolo si abbassa con ripida pendenza. L'acqua della cascata si incanala in un torrentello e si versa in questa galleria, allagandone il fondo.

Ci troviamo qui di fronte alla ripetizione della morfologia esistente fra le quote -128 e -164. La fenditura in diaclasi, allargata dalle acque in corso gravitazionale, presenta la sezione «tipo Vittoria», che si riconosce qui con maggiore evidenza e regolarità, e si affossa a V sul fondo percorso dall'acqua. Soltanto, mentre la galleria descritta al par. 5 è oggi asciutta e la sua morfologia giovanile è abortita, qui troviamo l'azione erosiva in atto, e abbiamo quindi la tipica morfologia erosiva primaria, cioè la cavità giovanile. Le relazioni morfologiche fra le due diverse gallerie, risultano tuttavia di una evi-

denza palese: il fenomeno, qui vivente, là fossile, è chiaramente il medesimo, e uguali ne sono i risultati.

Le pareti presentano numerose sporgenze affilate, a lama: sia i costoloni longitudinali, sia le formazioni a quinta. Il suolo è incavato in una serie di piccole marmitte di erosione, dove ristagna l'acqua del torrentello, formando bacini e precipitando a cascata dall'uno all'altro.

Dopo un percorso di 24 metri, il suolo si sprofonda in un brusco salto verticale di 7 metri, e anche qui è evidente la ripetizione del P. 8 di quota -155. La galleria stretta è infossata qui in una «marmitta», il cui fondo è occupato da un notevole laghetto, in cui il torrentello precipita a cascata. Al livello dell'orlo del salto, la galleria prosegue sempre stretta, e alcune sporgenze sostenenti blocchi di origine graviclastica formano una specie di ponte naturale (1). Al di sotto di detta quota invece, la galleria si allarga in un vano cilindrico, a pareti levigate: e il suolo, dopo aver formato il fondo del lago si rialza a formare una sponda ad argine.

Si ha qui (a quota -394) un'altra caverna allungata, dal suolo fangoso, con pareti accidentate e qua e là coperte di concrezione. La morfologia erosiva è qui sovrapposta a morfologie più vecchie, che denotano ancora una volta la preesistenza di questo vano rispetto all'unitarietà ed alla continuità del sistema sotterraneo. Enormi blocchi di tipo chimiclastico coperti da concrezione indicano un precedente insenilimento del vano, successivamente ringiovanito per erosione.

Alcuni di questi blocchi concrezionati formano una specie di cresta che delimita il precipizio seguente, che è il maggiore pozzo verticale dell'abisso.

13) Il P. 188 — Questo imponente precipizio elicoidale, il più grande dell'abisso, non presenta la unitarietà morfologica riscontrabile nel P. 128 e nel P. 108. Si tratta di un pozzo composto, i cui elementi si innestano l'uno nell'altro con continuità, in modo da simulare una cavità semplice, ma la cui evoluzione è legata a diversi cicli speleogenetici sovrapposti.

La prima parte appartiene ancora al sistema dei vani di quota -394. La volta si eleva a camino, e quindi elemento di morfologia giovanile, ma la ogiva è già assestata su un profilo vicino alla volta di equilibrio, in seguito a fenomeni graviclastici, o forse anche chimiclastici. Le pareti sono ravvicinate in modo da conservare la forma del vano allungata in diaclasi. Il suolo è una marmitta di erosione sfondata. Anche qui dunque, come nel P. 108, il pozzo vero e proprio si innesta, da sotto in su, contro il pavimento di una normale galleria gravitazionale, deviando il drenaggio in senso verticale. Il ponte naturale di roccia in sito rappresenta il relitto del primitivo suolo della galleria.

Da -394 e -463, il pozzo precipita verticale, interrotto da piccoli ripiani, e la sua sezione passa gradatamente da ellittica con asse principale Nord-Sud, a cilindrica (a quota -422 circa) e poi di nuovo allungata in senso Nord-Sud. Le pareti, percorse da varie creste sporgenti verticali, hanno un caratteristico andamento elicoidale, per cui l'acqua della cascata, che scorre entro un soleo semicilindrico, viene a trovarsi dapprima sulla parete Sud (a -394), poi

1) E' meglio dire «formavano», in quanto durante la nostra spedizione i suddetti blocchi sono precipitati, distruggendo il ponte naturale.

però sulla parete Ovest (a -436). Questa doccia verticale percorsa dall'acqua è concrezionata, e la sua morfologia attuale deriva da una litogenesi recente sovrapposta direttamente ai tratti giovanili originari. Abbiamo qui una litogenesi di tipo particolare, non legata a fenomeni di insenilimento: una «litogenesi giovanile», che dipende dal diminuito deflusso dell'acqua che è diventata recentemente calcificante. Il fenomeno è tanto più notevole, in quanto, secondo quanto mi riferì DE BATTISTI, non se ne riconosceva traccia nel 1927. Il sottile velo di concrezione si sarebbe cioè formato negli ultimi vent'anni. Le altre pareti del pozzo invece presentano caratteri diversi. Le imponenti creste verticali presentano segni graviclastici e una litogenesi di tipo senile. Tutto lascia intravedere che qui l'acqua si è incanalata su una verticale già preconstituita, ringiovanendo parzialmente un pozzo inverso già esistente, e modificandone la morfologia.

Da -463 a -492, la parete percorsa dall'acqua rientra su se stessa, in modo che il ripiano di -463 risulta formato da un cornicione sporgente concrezionato, sul quale l'acqua forma un bacino, prima di precipitare ancora verso il basso. Il ripiano di -492 viene a trovarsi ancora sul lato Ovest del pozzo, e presenta le stesse caratteristiche del ripiano precedente. Esso si articola però con un altro ripiano, di differente aspetto, situato un po' più in alto, a ridosso della parete Nord. Questo ripiano Nord è coperto di materiale detritico, sotto forma della solita fine ghiaia arrotondata. Anche qui ritroviamo in netta prevalenza ciottolotti di «biancone» e di calcare rosso, frammenti a frammenti di selce. Questa ghiaietta è formata da elementi un po' più grossi di quelli che trovammo nella «sala delle spugne». Un cornicione costeggia la parete, girando attorno ad una cresta verticale e formando una specie di canalone che si versa verso il ripiano Ovest, e lungo il quale la ghiaia è scorsa, versandosi sopra la concrezione del ripiano Ovest stesso.

Da -492 a -569 il pozzo continua sempre con perfetta verticalità. Qui la parete percorsa dall'acqua è più riccamente concrezionata, e pur trattandosi sempre di una «litogenesi giovanile», la morfologia erosiva sottostante ne risulta più marcatamente alterata, fino ad essere quasi del tutto nascosta. Anche la litogenesi senile del resto delle pareti è più intensa, e oltre ad una cospicua crosta cristallina, troviamo qui anche stalattiti di rispettabili dimensioni.

A quota -569 si trova un altro ripiano, riccamente concrezionato, che borda il pozzo, come un ballatoio a semicerchio, sui lati Nord, Ovest e Sud. A questa quota la sezione del pozzo raggiunge la sua maggiore complicazione, per la presenza di alcune grandiose creste verticali sporgenti. Tuttavia essa può essere schematizzata in un doppio vano formato da due cilindri schiacciati (a sezione ellittica), i cui assi maggiori si mantengono paralleli in un allineamento NNO-SSE.

Un ultimo salto verticale porta infine al fondo del pozzo, a quota -582. Questo ultimo tratto è il più regolare, e la sua forma è nettamente cilindrica, soltanto turbata dalla solita doccia di erosione sul fianco Sud.

14) *Fenditura terminale da -582 a -594* — Il fondo del P. 188 è, come si è detto, un vano cilindrico. Le pareti sono regolari, senza grandi sporgenze. Si ha una litogenesi spiccata, tranne che sulla parete Ovest, dove il calcare grigio del Lias, distintamente stratificato, appare soltanto qua e là coperto

da uno strato di concrezione che non raggiunge lo spessore di 2 mm. Sulla parete Nord si ha un massimo di concrezione, con alcune stalammitti massicce, alte diversi decimetri, e alcune stalattiti e cortine, che separano dal pozzo stesso una piccola nicchia laterale.

Il suolo è interessante. Nell'angolo Sud-Est, dove scende la cascata, esiste un piccolo laghetto, poco profondo, il cui fondo è formato dalla solita ghiaia. La sponda del lago è concrezionata e forma una specie di argine sopraelevato. La concrezione ha un aspetto mammellonare per l'unione di numerosi elementi grossolanamente sferici, spugnosi in superficie, zonato-concentrici all'interno. Al nucleo di ciascuna di queste concrezioni spugnose si ha però un elemento estraneo, cioè un ciottolo di origine mecanoclastica. Anche qui troviamo di solito il «biancone» o il calcare rosso.

Al di là di questo argine concrezionato, troviamo un suolo di ghiaia mobile. Si tratta sempre del solito materiale proveniente dai livelli stratigrafici più alti. Qui gli elementi sono più grossi di quelli dei ripiani superiori, chiaramente arrotondati per fluitazione. Sulla superficie libera essi sono ricoperti da un sottile strato di concrezione, che non è tale però da cementarli assieme.

Nell'angolo Sud-Ovest del vano si apre una fenditura alta e strettissima, che si addentra in direzione Sud, quindi con retroversione rispetto ai vani di quota -394.

Questo tratto è rappresentato da due gallerie sovrapposte, separate da ponti naturali. La galleria superiore presenta le pareti parzialmente concrezionate, con qualche stalattite. La galleria inferiore è priva di concrezioni, con morfologia erosiva e sezione «tipo Vittoria». Il suolo è percorso dal torrentello, che vi forma alcuni bacini di tipo marmitta di erosione, ma di piccole dimensioni.

Nel suo ultimo tratto la galleria presenta alcuni camini e due piccoli pozzetti di erosione. L'acqua tuttavia scompare in fenditure impraticabili, e fra materiale gliptoclastico, prima di arrivare al fondo della galleria.

L'ultimo punto accessibile si trova alla quota +881 s.m., e alla profondità di 594 metri.

Analisi delle morfologie

In un tentativo di interpretare la storia geologica dell'abisso, bisogna naturalmente partire da quello che in merito possono dirci le attuali condizioni morfologiche dei vani. Tuttavia è necessario tener presente il fatto (di valore generale) che l'evoluzione di una qualsiasi cavità naturale carsica non può prescindere dalle quattro classiche fasi principali:

- a) Preparazione tettonica,
- b) Origine della cavità,
- c) Ampliamento della cavità,
- d) Decadenza della cavità.

Ora di queste fasi, quella che si può direttamente, per così dire, leggere nella morfologia dei vani è soltanto la terza, ed eventualmente qualcosa della quarta. Le prime due devono venir indirettamente dedotte.

E' pertanto proprio con questa terza fase che ritengo opportuno iniziare l'analisi dell'abisso. E ciò tanto più in quanto, con la grande varietà di morfologie e con la presenza di orizzonti litologici diversi, molte osservazioni vengono ad avere una importanza di carattere sistematico ed un valore generale.

E' comunque anzitutto necessario guardarsi dalla tentazione di voler considerare la cavità come un tutto unico, morfologicamente e geneticamente indivisibile. Al contrario, dobbiamo essere pronti a constatare che le varie parti dell'abisso possono essersi originate ognuna per conto suo, ed essersi evolute secondo storie particolari, diverse e talora indipendenti. La continuità morfologica e genetica, lungi dall'essere postulata a priori come premessa, deve essere di volta in volta dimostrata. Oso aggiungere che, specialmente per cavità molto estese ed abissi profondi, come questo della Preta, essa costituisce l'eccezione, non la regola.

L'ampliamento dei vani andrà quindi analizzato, punto per punto, nei vari tratti dell'abisso, supposti a priori come staccati ed indipendenti. E sarà questa analisi che ci porterà a constatare dove la continuità morfologica è conseguenza di una continuità genetica, e dove viceversa la continuità si è stabilita secondariamente, proprio ad opera delle azioni di ampliamento. Le «sezioni» in cui l'abisso viene a questo scopo suddiviso sono quelle elencate e descritte nel capitolo precedente, e cioè:

- 1) Dolina d'imbocco,
- 2) P. 128,
- 3) P. 44 e P. 57,
- 4) Fenditura 128-164,
- 5) P. 108,
- 6) Pozzi fra —272 e —312,
- 7) Cunicolo 312-331,
- 8) Sala delle sugne, —339,
- 9) Cunicolo —340,
- 10) Caverna —368,
- 11) Fenditura 368-394,
- 12) P. 188,
- 13) Fenditura 582-594.

Poichè «ampliamento» presuppone già l'esistenza di una cavità, è necessario precisare che col termine «cavità», intendiamo qui una soluzione di continuità nei calcari le cui dimensioni siano di tanto superiori a quelle di una normale diaclasi tettonica e di un giunto di stratificazione da permetterne l'indiscutibile identificazione e, in linea generale, da rendere possibile una, sia pur teorica, penetrazione umana diretta (1).

Tale cavità si intende delimitata nel suo contorno dalla roccia in sito, e quindi comprende anche gli eventuali riempimenti di materiali liquidi

1) Non stupisca l'introduzione a fini sistematici di un criterio così antropocentrico come la penetrabilità umana. In realtà, come già ebbi modo di osservare (14), la differenza fra diaclasi e grotta è sempre chiaramente riconoscibile, per cui la precisazione su riferita ha un valore puramente indicativo e descrittivo.

(acqua) o solidi (argilla, ghiaia, ecc.): è cioè l'«Evakuationsraum» di KYRLE (10), anche se ciò che l'osservazione diretta permette di analizzare è soltanto il «Konvakuationsraum».

Vediamo ora quali sono i fattori che determinano le diverse modalità di ampliamento, e le relazioni che intercorrono fra questi fattori e le morfologie microcarsiche che da essi derivano.

Possiamo distinguere:

- a) Erosione,
- b) Corrosione,
- c) Decalcificazione,
- d) Fenomeni elastici.

Naturalmente una rigida delimitazione e caratterizzazione di questi fattori non è possibile essendo essi spesso concomitanti, e risultandone morfologie complesse, poligenetiche, e talora sovrapposte.

Comunque possiamo precisare che per «erosione» intendiamo l'azione meccanica operata dell'acqua scorrente sulla superficie della roccia che delimita il vano considerato. Per «corrosione» intendiamo l'azione chimica esercitata dall'acqua carbonicata scorrente sulla superficie della roccia, o stagnante sul suolo della cavità. Per «decalcificazione» intendiamo invece l'azione chimica esercitata dalle acque percolanti nelle leptoclasti circondanti la cavità, e quindi in profondità nella roccia, e non alla sua superficie: questo fattore non ha efficacia speleogenetica per sé, ma soltanto quale preparazione ad una successiva azione elastica. I «fenomeni elastici» infine sono rappresentati dai crolli e dal disfacimento delle pareti e delle volte. Dal punto di vista cronologico, in linea schematica, la successione è la seguente: decalcificazione, corrosione, erosione, mentre i fenomeni elastici si ripetono, con modalità differenti in diverse fasi dell'ampliamento.

Quanto è stato detto brevemente fin qui, è naturalmente ben noto: ho ritenuto opportuno precisarlo, allo scopo di rendere ben chiara la trattazione sistematica che segue.

a) *Erosione* — E' evidente che l'azione meccanica di acque correnti può esercitarsi soltanto sulla superficie della roccia, e naturalmente essa sarà tanto più intensa quanto più numerosi e più duri saranno i materiali che l'acqua è in grado di trascinare con sé, nel suo corso. L'efficacia di questa azione dipenderà poi naturalmente dalla resistenza opposta dalla roccia.

L'acqua può percorrere un vano sotterraneo in direzione verticale o in direzione suborizzontale. Nel primo caso ne conseguirà una *morfologia erosiva isogravitazionale*, nel secondo una *morfologia erosiva eterogravitazionale*.

Il primo caso è quello tipico delle cavità inverse (MAUCCI, 12). Qui l'ampliamento puramente erosivo è limitato. Infatti sulla sommità della cavità l'ampliamento (che trova qui la sua massima entità) è dovuto prevalentemente a fenomeni *chimiclastici* (quindi legati alla decalcificazione) e *graviclastici* (questi ultimi più direttamente dipendenti dall'erosione). Al suolo, l'ampliamento è minimo, a causa del riempimento di detriti, che oblitera la parte basale dei vani. Soltanto sulle pareti si avrà un vero ampliamento erosivo. Esso però non si esercita normalmente su tutta la parete: l'acqua

scorrente in verticale tende ad incanalarsi in solchi separati, e saranno soltanto questi solchi ad essere approfonditi, lasciando in sito creste verticali di roccia, e talora lame sottili ed affilate o ponti naturali.

Una morfologia erosiva isogravitazionale si riconosce, nell'abisso della Preta, nei seguenti punti:

1) Il grande fuso laterale del P. 128: è l'esempio più vistoso e più imponente.

2) Nel rimanente del P. 128: qui si notano soltanto i solchi verticali di erosione. Essi sono relativamente scarsi e poco profondi nei calcari marmorei del Malm, sono invece numerosi e ben marcati nei sottostanti calcari oolitici del Dogger.

3) Alla sommità della sala delle spugne: qui la morfologia erosiva è coperta in parte da una sovrapposta azione graviclastica, ma si riconosce a sufficienza per riferire i camini della volta al tipico meccanismo dell'erosione inversa.

4) Nella caverna —368: anche qui la sommità dei camini tende ad assestarsi ad una morfologia graviclastica. Tuttavia là dove il deflusso di acque è ancora intenso, e cioè nell'angolo Nord-Ovest della caverna, si trova una decisa doccia verticale, semicilindrica, che è la netta ripetizione, in scala minore, del fuso laterale del P. 128.

5) Nel P. 188: il camino che sovrasta il pozzo è già assestato graviclasticamente su una ogiva di equilibrio. Sulle pareti la morfologia erosiva è riconoscibile sotto il getto della cascata, sotto forma di un solco regolare, ben inciso, riconoscibile nonostante la leggera copertura di concrezione.

6) Sul fondo della fenditura terminale: ci sono alcuni piccoli camini fusiformi giovanili, con morfologia erosiva tipica.

Nei tratti suddetti, l'acqua è attualmente presente, e pertanto l'azione erosiva è in atto. Troviamo però altri tratti in cui manca oggi un deflusso di acque. L'ambiente spiccatamente asciutto ha potuto conservare i tratti morfologici originali, che l'inevitabile insenilimento elastico non è riuscito ad alterare, nè tanto meno a cancellare. Questi tratti a *morfologia erosiva isogravitazionale vestigiale* sono:

1) Il P. 108: i solchi di erosione sono ancora riconoscibili, e le creste sono spesso molto imponenti. Esistono anche ponti naturali a lama, piuttosto sottili.

2) P. 24: i tre fusi che compongono questo pozzo sono tipici dell'erosione inversa, e le pareti recano solchi di erosione piuttosto stretti e fitti, molto simili a quelli della base del P. 128.

Da quanto fin qui detto risulta che noi troviamo elementi di morfologia erosiva isogravitazionale in tutte e tre le principali formazioni geologiche attraversate dall'abisso. I particolari morfologici non variano però in modo sensibile. Soltanto si può constatare un maggiore accentuarsi delle solcature verticali nella roccia oolitica, meno resistente. Posso aggiungere che gli aspetti morfologici dell'erosione nell'abisso della Preta, non differiscono da quanto ho potuto osservare in altre regioni e in altre rocce. Il fuso del P. 128 è, si può dire, identico (salvo le proporzioni) a tutti i fusi inversi che ho potuto osservare nel Carso Triestino, sia nella formazione

cretacea (calcarei radiolitici) sia in quella eocenica (calcarei alveolinici). Il P. 108 è somigliantissimo al P. 100 dell'abisso a Nord di Ferneti (N. 3901 V.G.), in calcari radiolitici. Il P. 188 ricorda, nei suoi dettagli erosivi il P. 90 della Grotta Vittoria di Aurisina (N. 2744 V.G.) (MAUCCI, 11) e il P. 77 dell'Abisso sopra Chiusa (N. 116 V.G.) (MAUCCI, 15), il primo nei calcari radiolitici, il secondo in quelli nummulitici.

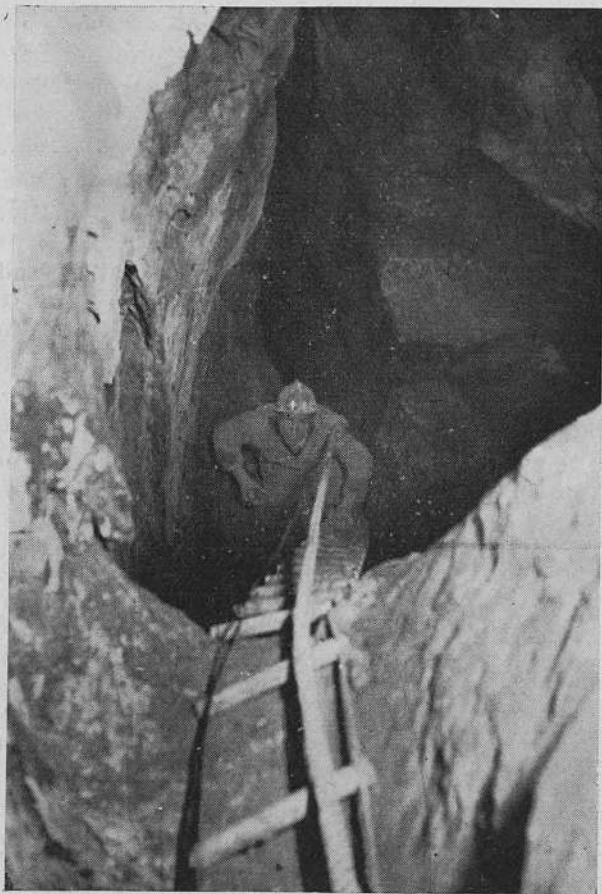


Fig. 4. — L'imbocco del P. 108, coi resti della marmitta sfondata. (Foto: Tomini).

In tutti i tratti citati la morfologia erosiva è *primaria*, cioè non è sovrapposta a morfologie precedenti, e quindi si ricollega direttamente alle fasi giovanili della speleo-evoluzione. Questi tratti hanno avuto quindi una origine separata per ciascuno di essi e vanno considerati come cavità semplici giovanili, incluse nel sistema sotterraneo soltanto a causa della loro giacitura topografica. Una caratteristica in comune: l'appartenenza agli stessi sistemi di diaclasi isorientale, che hanno condizionato e condizionano il drenaggio in linee verticali dell'acqua sotterranea.

Quanto alle *morfologie erosive eterogravitazionali*, il meccanismo di ampliamento dei vani si ricollega al tipo delle *cavità dirette*, e richiede, teoricamente, l'esistenza di alcune condizioni tettoniche e litologiche capaci di deviare le acque dal loro normale deflusso isogravitazionale.

Condizioni capaci di determinare una morfologia diretta sono essenzialmente le seguenti:

a) una variazione litologica che sovrappone una roccia più permeabile o più fratturata, sopra una meno permeabile, o meno fratturata.

b) Una diaclasi tettonica allungata suborizzontalmente, con un lume di notevole ampiezza.

c) Una azione speleogenetica di giunti di stratificazione beanti, in giacitura suborizzontale.

d) Un corso d'acqua di rilevante portata, capace di esercitare una energica azione erosiva.

e) L'esistenza, sotto al livello considerato, di vani beanti già imbevuti d'acqua, in seguito alla vicinanza del livello piezometrico di base, o all'esistenza di un livello freatico.

Dobbiamo tener presente che le suddette condizioni sono richieste per spiegare una deviazione eterogravitazionale delle acque percolanti, ma che, una volta stabilizzatosi il drenaggio su una direzione suborizzontale, le condizioni iniziali non sono più necessarie, e la morfologia diretta potrà conservarsi, almeno per un certo tempo, anche in loro assenza. Tuttavia questo tempo non potrà essere indefinito, e prima o poi, in mancanza di fattori specifici, le acque dovranno necessariamente riprendere il loro corso isogravitazionale. Ciò è particolarmente evidente alla Preta, dove si riscontrano ben cinque livelli a morfologia diretta, separati da tipiche morfologie verticali.

Tranne che per il primo di questi livelli (quello fra quota —128 e —164), per tutti gli altri si possono trovare fattori litologici o tettonici per spiegare la deviazione eterogravitazionale delle acque: tuttavia non sono estranei al fenomeno i fattori più strettamente legati con l'evoluzione idrografica del drenaggio vadoso, come è dimostrato dal fatto che l'attuale attività idrica di questi tratti va palesemente aumentando dall'alto in basso, il primo di essi essendo abortito e disseccato, gli ultimi due invece essendo ancora percorsi da acqua corrente.

Per le morfologie erosive eterogravitazionali, è valida la distinzione del KYRLE (10) di una erosione «a pressione», o «efforazione» (*«Druckerosion»*) e una «*Gravitationserosion*», a seconda se le acque percorrono il vano a condotta forzata o a pelo libero. Nel primo caso si avrà un profilo trasversale arrotondato (in condizioni di uniformità litologica) oppure leggermente allargato nel senso della minore resistenza della roccia. Nel secondo caso, il profilo è ampliato verticalmente, con pareti laterali subverticali e un fondo infossato a cañon. Se la pendenza del fondo è notevole, si potranno avere marmitte di erosione. Sulle pareti la roccia sarà levigata

con formazioni di «quinte» e talora con creste longitudinali che daranno luogo ad un profilo «tipo Vittoria».

Le morfologie erosive eterogravitazionali alla Preta sono così distribuite:

1) La fenditura da —128 a —164: *Gravitationserosion vestigiale*, con microclima attuale spiccatamente xerotermico. Profilo «tipo Vittoria» con quinte e marmitte, in parte sfondate. La completa uniformità litologica, riconduce la genesi di questa galleria a fattori unicamente idrografici. Per un certo periodo una vena idrica poté mantenersi a questo livello. Rimasta «sospesa» essa dapprima si infossò a cañon (la fenditura è alta fino a oltre 40 metri) con grande rapidità, poi seguirono perdite nelle litoclasti sottostanti, e infine la cattura per erosione inversa ad opera del P. 108.

2) Il cunicolo 312-331: *efforazione*, successivamente evolutasi in parte a «*Gravitationserosion*». Oltre a fattori idrografici (graduale abbassarsi del drenaggio ipogeo), entrano qui in gioco anche fattori litologici (calcarei un po' marnosi) e tettonici (maggiore accentuarsi dei giunti di stratificazione). Nonostante la presenza di acque di percolazione, la morfologia erosiva eterogravitazionale deve anche qui essere considerata come vestigiale, in quanto attualmente l'acqua, circolante in interstrato, bagna le pareti con corso *verticale*, determinando i soliti solchi di erosione, cioè elementi morfologici isogravitazionali sovrapposti alla morfologia originale. Si aggiunga poi una azione di soliflusso nei primi metri ed una azione graviclastica in altri punti, per cui questo cunicolo risulta oggi nettamente poligenico.

3) Cunicolo —340: *efforazione* di interstrato, legata alla presenza di una breccia concordante con la stratificazione. La sezione principale è trapezoidale, allungata secondo i giunti. Il suolo è percorso da un solco longitudinale di erosione, in qualche punto contorto a meandri, e legato alla normale evoluzione del drenaggio dalla condotta forzata al pelo libero. Nell'ultimo tratto si ha accenno ad una sezione «tipo Vittoria». Nessuna sovrapposizione isogravitazionale.

4) Fenditura —368 —394: «*Gravitationserosion*» tipica, con quinte, marmitte e sezione accennante al «tipo Vittoria». Questa fenditura è la ripetizione esatta di quella 128-164 e ne mostra il meccanismo genetico, essendo ancora percorsa da un corso d'acqua longitudinale. Nessuna sovrapposizione isogravitazionale. Il P. 188 ripete il fenomeno della cattura per erosione inversa.

5) La galleria terminale 581-594: «*Gravitationserosion*» giovanile retroversa rispetto alla fenditura 368-393. Il vano è molto angusto, con sezione «tipo Vittoria» e marmitte. Non differisce sensibilmente dalle fenditure soprastanti, eccetto per la presenza di ponti naturali e per la litogenesi esistente nella parte alta. In base alle informazioni di DE BATTISTI si deve ritenere che nel 1927 esisteva un livello d'acqua semistagnante, intorno a quota —511 (—637, di DE BATTISTI, 6). Quest'acqua riempiva quindi pressochè del tutto la galleria attenuando l'azione erosiva diretta.

Anche per le morfologie erosive eterogravitazionali, si constata, come per quelle isogravitazionali, una pressochè assoluta indipendenza dalla natura litologica. Questa indipendenza è dimostrata in modo speciale dalla

concordanza pressochè perfetta fra le fenditure 128-164 e 368-394, la prima nei calcari oolitici del Dogger, la seconda nel calcare compatto grigio del Lias. Aggiungo che le fenditure a profilo verticale sono elementi morfologici tipici di moltissime cavità nei più diversi orizzonti geologici (es. Grotta Dovizza, nel Friuli; Grotta Guglielmo in Lombardia; inghiottitoio di Luppa, nel Lazio ecc.). E' inoltre da notare che i maggiori abissi verticali presentano la quasi generale tendenza a terminare con cosiffatte fenditure eterogravitazionali: basti citare l'Abisso Bartarelli (N. 602 V.G.), l'Abisso di Vercò (N. 1404 V.G.), l'antro di Corehia (N. 120 T.), la Tonionschacht (o «Fledermaushöhle») in Austria, l'abisso di Semi (N. 265 V.G.) ecc. La Preta evidentemente non fa eccezione (1).

b) *Corrosione* — La corrosione sulla superficie della roccia ha una molto limitata efficacia speleogenetica in un abisso nel quale la erosione può esercitarsi in pieno. E' indubbio che essa ha giocato un ruolo importante, anzi fondamentale, nelle fasi embrionali della speleogenesi, ma attualmente si possono constatare gli effetti di una corrosione in atto, soltanto nel graduale ampliarsi a campana del P. 128, da -54 in giù nell'ambito cioè dei calcari oolitici poco resistenti.

c) *Decalcificazione* — L'azione decalcificante delle acque percolanti nelle leptoclasti non può essere direttamente constatata. Gli effetti si possono riconoscere soltanto indirettamente, dalle morfologie chimicoclastiche, che della decalcificazione sono la conseguenza più appariscente. L'intensità del processo è legata essenzialmente al grado di fratturazione dei calcari e risulta essere massima nel biancone, un po' minore nell'oolite, ancora minore nei calcari marmorei del Malm, e pressochè nulla nei calcari liassici compatti.

d) *Fenomeni clastici* — Per le morfologie clastiche ipogee possiamo utilmente attenerci alla sistematica proposta da MONTORIOL (16), che trova nell'abisso della Preta una casistica molto illustrativa.

Bisogna però premettere un'osservazione. Le morfologie elastiche di MONTORIOL sono intese da questo Autore in senso, per così dire, macrocarsico, cioè in quanto determinano un aspetto topografico preciso dei vani sotterranei. Noi vogliamo invece estendere il significato anche agli aspetti microcarsici. Chiarisco il concetto con un esempio. MONTORIOL afferma che «*el hundimiento no se produce mientras los conductos hidricos se asientan solamente sobre diaclasas; unicamente despues de haber interesado joints de estratificacion son posibles los procesos glyptoclasticos*». Ciò è vero in senso macrocarsico, ma è evidente che una morfologia microcarsica legata a fenomeni clastici è possibile anche in cavità diaclasiche: ne abbiamo esempi evidenti, specialmente nel P. 128 e nel P. 108. Noi estenderemo pertanto la terminologia di MONTORIOL a tutti gli aspetti legati a fenomeni di tipo clastico.

1) Noterò, per inciso, che la speranza di individuare questa galleria terminale, sotto al livello del lago segnalato da DE BATTISTI è stato uno dei moventi della nostra spedizione. E' stato in base a questa speranza — che come si vede era ben fondata — che noi non abbiamo mai fatto mistero della nostra intenzione di procedere oltre il limite segnato dalla spedizione del 1927.

La sistematica di MONTORIOL (nella quale egli esclude i coni di deiezione, che noi invece includiamo) è la seguente:

- a) Decalcificazione + gravità = Processo *chimioclastico*,
- b) Erosione + decalcificazione + gravità = Processo *gliptoclastico*,
- c) Erosione + gravità = Processo *graviclastico*,
- d) Azione cinetica = Processo *mecanoclastico*.

Osserviamo che l'ultimo caso è un semplice fatto di trasporto, e pertanto non rientra nei fenomeni che stiamo considerando, trattandosi di materiali alloctoni: non si tratta più di *ampliamento* bensì di *riempimento* di cavità. Gli altri tre casi invece sono chiari, e la loro efficacia speleo-evolutiva è evidente. Possiamo anzi affermare che i suddetti fenomeni elastici detengono un ruolo preponderante nell'incremento evolutivo delle cavità, e che molto raramente essi mancano del tutto. Lo stretto legame fra la elasi e le azioni erosive e decalcificanti rende il fenomeno complesso e le morfologie risultanti potranno ben raramente avere tratti caratteristici assolutamente precisi.

1) *Morfologie chimioclastiche* — Sono dovute al distacco di frammenti dalla roccia resa incoerente dall'azione decalcificante delle acque percolanti nelle leptoclasti. Sulle modalità del fenomeno influiranno la quantità d'acqua circolante, l'entità della fessurazione e la sua tessitura. La morfologia risultante sarà data da: soffitto a volta con profilo di equilibrio statico, pareti subverticali, che appariranno come scheggiate con una certa regola, suolo coperto di detriti privi di segni di erosione e spesso con forme abbastanza regolari. L'assenza di segni di erosione o di corrosione sulle pareti e sulla volta è la regola in queste morfologie (a meno naturalmente che non si tratti di morfologie sovrapposte: ma questa è un'altra questione). I processi chimioclastici hanno evidentemente un carattere di senilità, in quanto richiedono la cessazione dei fenomeni erosivi e corrosivi, e tendono a portare ad una uniformità equilibrata i vani già modellati dai precedenti processi di ampliamento giovanile. Un'azione chimioclastica giovanile è soltanto quella, molto comune, che avviene alla sommità dei vani fusiformi, nella erosione inversa, ma qui essa è di solito combinata con un'azione graviclastica, per cui il fenomeno assume un carattere particolare. Dobbiamo comunque tener presente che, come profilo di equilibrio, non esiste soltanto la volta *emisferica* o *paraboloide*, bensì anche quella *ogivale*.

Morfologie chimioclastiche, nella Preta, sono così distribuite:

1) P. 128: La componente chimioclastica nel complesso processo di ampliamento, è prevalente nei primi 50 metri del pozzo, cioè là dove i calcari marmorei rossi oppongono, con la loro compattezza e la loro grana molto fine, maggiore resistenza all'azione erosiva. La parete rientra su se stessa a strapiombo là dove gli strati sono più sottili, e specialmente dove essi sono corrugati, sporge invece a ballatoio là dove esistono banconi più potenti. Più in basso, in seno alla formazione oolitica, l'azione chimioclastica non cessa (e ne abbiamo la prova nel P. 108) ma non riesce a lasciare una sua impronta morfologica sulle pareti del P. 128, perchè soffocata dalle più energiche azioni erosive e corrosive. La composizione dei materiali del cono detritico (pagina 5) è conseguenza di questi processi.

2) P. 108: La morfologia chimioclastica è sovrapposta ad una ancora evidente morfologia erosiva isogravitazionale vestigiale, ma si associa a fenomeni graviclastici. In complesso il processo chimioclastico prevale nettamente nelle parti inferiori del pozzo, ed è un tipico processo di insenilimento: ciò è logico, in quanto per l'erosione inversa, la parte più bassa di un pozzo è anche quella più vecchia (1). Il risultato del processo è: pareti asciutte, regolari, verticali, scheggiate in angoli diedri e in spigoli molto ottusi sporgenti; al suolo detriti autoctoni, prevalentemente parallelepipedi, con disposizione penepianeggiante.

3) P. 24: Mentre sulle pareti prevale l'azione erosiva isogravitazionale, la volta è rappresentata da tre ogive chimioclastiche (una delle quali forata per lo sbocco verso il P. 108 sovrastante), di tipica erosione inversa.

4) Sala delle spugne: Una limitata azione chimioclastica entra a contribuire al complesso processo di ampliamento di questo vano poligenico. Essa è però di gran lunga subordinata al processo erosivo ed anche a quello litogenico, per cui non si può parlare di una vera morfologia chimioclastica.

In generale l'azione chimioclastica, che come si è detto è un fenomeno di insenilimento, decresce sensibilmente con l'aumentare della profondità, fino a scomparire pressochè dal tutto dopo la quota —340, dove i vani sono ancora percorsi dall'acqua, e dove quindi i tratti morfologici hanno caratteri tipicamente giovanili.

2) *Morfologie graviclastiche* — Sono dovute al distacco di parti di roccia rimaste sporgenti per effetto di azioni erosive (lame, creste, ponti naturali, testate di strati). Anche i processi graviclastici tendono ad equilibrare i contorni di una cavità e vanno quindi considerati come processi di insenilimento. Tuttavia essendo legati alle morfologie erosive, tipicamente giovanili, hanno un carattere meno senile dei processi chimioclastici. Le due modalità clastiche potranno spesso essere associate, ma di regola si avrà una graduale diminuzione dell'azione graviclastica parallelamente ad un incremento dei fenomeni chimioclastici: i primi prevarranno dunque nelle fasi subgiovanili e mature, i secondi in quelle senili.

La morfologia è caratterizzata da pareti irregolari, recanti lame e creste di erosione interrotte e spezzate, con spigoli vivi, volta generalmente ogivale, suolo coperto di detriti autoctoni irregolari, recanti segni di erosione.

Alla Preta troviamo i seguenti casi:

1) parte superiore del P. 108: La morfologia erosiva abortita, caratterizzata da un passaggio dall'erosione eterogravitazionale della fenditura 128-164 a quella isogravitazionale inversa del pozzo, è degradata dal graduale cedimento delle creste e dei ponti naturali, che equilibra il pozzo ad una sezione tendente alla forma circolare. Come si è detto, questa azione graviclastica risulta prevalente soltanto nella parte più alta del pozzo: più in basso essa ha pressochè esaurito il suo compito e rimane soltanto l'amplia-

1) Lo stesso fenomeno del passaggio graduale da una morfologia erosiva ad una graviclastica e infine ad una chimioclastica, procedendo dall'alto in basso in un grande pozzo, è constatabile nel P. 100 dell'abisso di Farnetti (N. 3901 V.G.).

mento chimioclastico. Tuttavia anche verso la base del pozzo (attorno a quota -270) si osservano ancora due gigantesche lame verticali di erosione interrotte e spezzate (1).

2) Sala delle spugne: originata per erosione inversa su due fusi paralleli, questa caverna presenta attualmente la volta forata da due camini (elementi di morfologia erosiva isogravitazionale): tuttavia il diaframma roccioso che li divide è già intaccato per il distacco di frammenti, per cui in questo punto l'azione graviclastica tende a formare un profilo di equilibrio a volta semisferica.

3) La fenditura 368-394: Sulla morfologia erosiva eterogravitazionale è già sovrapposta una limitata azione graviclastica. Ne abbiamo una prova evidentissima nel cedimento di un ponte naturale (a quota -381) avvenuto durante la nostra spedizione. Questo ponte formato da roccia in sito e sostenente blocchi graviclastici ed evidentemente già indebolito per l'erosione, è crollato sotto una leggera spinta. Di cedimenti analoghi si osservano qua e là le tracce.

In complesso le morfologie graviclastiche hanno limitata estensione, e non giungono in nessun punto a caratterizzare da sole l'aspetto di un vano. Più che altro si tratta di un'azione che si sovrappone alla morfologia erosiva e la accompagna, accentuandone i tratti e costituendo una fase di passaggio per la più tipica, morfologia chimioclastica di insenilimento.

3) *Morfologie gliptoclastiche* — Con questo termine, MONTORIOL distingue una morfologia combinata, caratterizzata da elementi tipologici erosivi sulla volta e chimioclastici al suolo. Questa combinazione è però soltanto secondaria, ed è legata al processo di unione di due vani sovrapposti, in seguito al cedimento (per decalcificazione) del diaframma divisorio. E' evidente che il vano risultante è poligenico, tuttavia il caso è abbastanza frequente per giustificare la validità del termine.

Un bell'esempio, nell'abisso della Preta, è dato dalla caverna -368, dove il resto del diaframma divisorio è ancora visibile sotto forma di un cornicione sporgente che altro non è se non una testata di strato.

Nel loro complesso i fenomeni di ampliamento tendono a condurre i vani verso una forma di equilibrio statico, uniformandone il profilo. Queste forme terminali teoriche sono: per i vani verticali, la forma cilindrica, chiusa alla sommità da una ogiva o da una volta semisferica o paraboloidale; per i vani orizzontali, la galleria subrettilinea, con pareti verticali, volta a profilo semicircolare e suolo con profilo longitudinale parabolico, secondo una linea di equilibrio idrodinamico.

Potremo considerare, in linea generale, che una maggiore o minore senilità dei vani è rappresentata dal maggiore o minore avvicinarsi alla forma conclusiva teorica. Sotto questo punto di vista, avremo (limitatamente alle sezioni più importanti dell'abisso) la seguente graduatoria di senilità decrescente:

1) Queste lame ricordano quel bellissimo esempio di morfologia graviclastica che è il P. 102 dell'abisso di Opicina Campagna (N. 3873 V.G.) (12).

- 1) P. 108 (dal basso in alto),
- 2) P. 128 (dal basso in alto, escluso il fuso laterale),
- 3) P. 24,
- 4) Fuso laterale del P. 128,
- 5) Sommità del P. 188,
- 6) Sala delle spugne,
- 7) Cunicolo —340,
- 8) P. 188,
- 9) Fenditura 128-164, (1)
- 10) Fenditura 368-394,
- 11) Cunicolo 312-339,
- 12) Fenditura terminale.

Un'altra considerazione che scaturisce dall'analisi fin qui fatta, riguarda il problema della continuità genetica dei vani. Lungi dal constatare questa continuità, noi vediamo che in realtà le cavità elementari (protocavità) sulle quali si è costruito l'abisso della Preta sono ancora più numerose di quanto non appaia ad un primo esame. Complessivamente si possono attualmente riconoscere ben 32 di queste cavità embrionali (e il numero deve essere stato ancora maggiore), e precisamente:

- P. 128: almeno tre protocavità,
- P. 44: una,
- P. 57: una,
- Fenditura 128-164: almeno tre,
- P. 108: una,
- P. 24: tre,
- Cunicolo 312-339: almeno due,
- Sala delle spugne: almeno due,
- Cunicolo —340: una,
- Caverna —368: almeno sei,
- Fenditura —368-394: una,
- P. 188: almeno tre,
- Fenditura terminale: almeno cinque.

L'individuazione di queste protocavità e l'analisi del loro grado di senilità relativa ci permette di abbozzare (almeno in via di ipotesi) uno schema di storia della genesi ed evoluzione dell'abisso.

Fin d'ora possiamo comunque escludere, in modo assoluto che l'abisso della Preta abbia mai funzionato da inghiottitoio (in senso stretto) di un corso d'acqua epigeo (1).

1) La fenditura 128-164 è in realtà più senile di quanto non appaia in questa graduatoria. La sua posizione è dovuta all'arresto dei fenomeni speleoevolutivi, come già si è detto.

1) Un'opinione esattamente contraria è sostenuta dal BOCK (1), però senza diretta conoscenza dell'abisso.

Genesi ed evoluzione

La percolazione delle acque vadose in seno alla massa rocciosa si svolge in condizioni diverse, a seconda delle caratteristiche litologiche dell'orizzonte geologico attraversato. Tale percolazione in una roccia eminentemente fratturata come è il calcare di qualsiasi tipo, potrà svolgersi in una rete molto estesa, a maglie più o meno fitte. In diversi punti, in relazione con le condizioni locali, potranno abbozzarsi protocavità embrionali, isolate, che in seguito potranno o no collegarsi fra di loro a formare sistemi ipogei più complessi. La genesi di un abisso di grande estensione e profondità implica il congiungimento fra molto numerose protocavità, in modo da portare una continuità di vani. Quanto più grande è l'abisso tanto più esso rappresenta il frutto di una eccezionale coincidenza.

Nel caso della Preta questa coincidenza è dovuta all'azione di alcuni fattori di carattere tettonico e stratigrafico ai quali accennerò fra breve.

Per ora conviene analizzare quali saranno le modalità di incarsimento ipogeo nei diversi termini della serie geologica interessata.

Biancone (1): sono calcari fittamente stratificati e intensamente fratturati. Una percolazione idrica è possibile su vasta scala, e tenderà ad assumere un carattere irregolare, con movimenti di drenaggio sia verticali che suborizzontali. La discreta solubilità permetterà lo stabilirsi di protocavità fusiformi (erosione inversa) in numero notevole, ma di piccole dimensioni e di forme irregolari. Con l'avvicinarsi della superficie del suolo, in seguito all'abrasione superficiale, le cavità fusiformi potranno risultare decapitate (pozzi giovanili), tuttavia tenderanno piuttosto rapidamente a decadere in seguito allo sfaldamento degli oili e delle pareti, e questo disfaccimento si manifesterà con una tendenza ad evolvere le morfologie puteiformi verso quelle doliniformi: questo fenomeno è osservabile nel Bus della Fanta (N. 257 V) (PASA 17 e 18), e nello stesso imbuto di accesso della Preta. Queste condizioni non sono affatto propizie alla formazione ed alla conservazione di sistemi carsici ipogei di una certa estensione. Viceversa però esse permettono una percolazione intensa di acque vadose, che avranno la possibilità di drenarsi verso qualsiasi direzione.

Calcarei marmorei: sono calcari a grana fine, compatti, ben stratificati. La fratturazione non è tanto comminuta come nel livello precedente: qui troviamo fessure verticali interessanti uno o più banconi e incrociandosi in modo da isolare grossi prismi compatti. In questo sistema di fenditure si distinguono poi alcune grandi diaclasi tettoniche subverticali, interessanti pile più forti di strati ed estese anche alla formazione sottostante.

L'azione carsogena combinata delle diaclasi e dei giunti rende possibile la genesi di cavità diaclasiche verticali e di cunicoli d'interstrato suborizzontali, che potranno raggiungere dimensioni ragguardevoli. L'uniformità della roccia e l'estensione delle soluzioni di continuità potranno quindi

1) Il «biancone» interessa ora soltanto la parte superiore dell'imbuto di accesso. Tuttavia le fasi iniziali della speleogenesi hanno certamente avuto luogo quando i calcari ceroidi selciferi erano ancora in situ.

dare origine a sistemi più complessi (per anastomosi di protocavità) o a cavità semplici cospicue.

La dove i calcari marmorei sono sovrastati dal biancone selcioso, le grandi diaclasi beanti saranno in grado di esercitare un richiamo di acque dalle litoclasti soprastanti, e quindi di esercitare una funzione carsogena ipogea di importanza preminente. Dove invece i calcari titonici e Kimmeridgiano-oxfordiani affiorano in superficie, essi potranno avere anche azione morfologica epigea, determinando punti di assorbimento ed inghiottitoi a imbuto, o più spesso puteiformi. La non grande corrodibilità renderà però più difficile, in questo secondo caso, un grande sviluppo in profondità degli apparati carsici, non essendo l'apporto idrico meteorico sufficientemente abbondante e costante, come invece lo è, nel primo caso, l'apporto di acque vadose da parte della massa rocciosa fratturata ed imbevuta soprastante.

Calcarei oolitici: E' questa una roccia molto corrodibile e porosa. La fratturazione è comminuta, con un fitto reticolo leptoclasico, intersecato da diaclasi tettoniche e da giunti. Avremo quindi una roccia eminentemente carsificabile, in seno alla quale si possono stabilire protocavità verticali, suborizzontali ed inclinate, in gran numero ed anche di dimensioni notevoli. Se l'apporto idrico potrà essere forte (ad esempio attraverso formazioni ben permeabili soprastanti) i calcari oolitici potranno essere sede di incarsiamenti ipogei complessi, sia con formazione di sistemi vasti di protocavità anastomosate, sia con singole cavità semplici molto estese. La facile corrodibilità renderà molto efficaci le azioni clastiche, e soprattutto quelle chimoclastiche, in quanto i detriti potranno venir completamente disciolti, senza formare accumuli con conseguente oblitterazione di vani.

La parte stratigraficamente più bassa (alla base del Dogger) presenta calcari un po' marnosi, e costituisce quindi un livello di trattenuta delle acque vadose. La presenza dei giunti di stratificazione tenderà qui a deviare il drenaggio in senso suborizzontale.

Calcarei grigi del Lias: Sono calcari compatti un po' marnosi e pertanto poco permeabili e poco corrodibili. Tuttavia la fessurazione è notevole, specialmente con grandi diaclasi tettoniche verticali. L'azione carsogena delle diaclasi prevale su quella dei giunti, e permette un drenaggio verticale, orientato su alcune grandi vie di percolazione e non uniformemente distribuito nella massa rocciosa. Le cavità saranno pertanto poche, ma grandi e prevalentemente verticali e fusiformi.

I livelli più bassi, lignitiferi, che sovrastano le dolomie triassiche, formano un altro grande livello di trattenuta idrica, al di sopra del quale le cavità tendono ad assumere decorsi suborizzontali, mantenendo però la sezione a fessura verticale.

Nella genesi dell'abisso della Preta due fattori hanno particolarmente influito per determinare l'estensione e la profondità del sistema:

a) Due fasci di diaclasi tettoniche, innestati ortogonalmente uno sull'altro. La parte alta dell'abisso (fino a quota -164) è condizionata da un fascio orientato da est ad ovest, corrispondente quindi alla fratturazione principale del complesso tettonico, subparallela all'asse dell'anticlinale. Da quota -272, i vani dell'abisso sono invece innestati su un più complesso

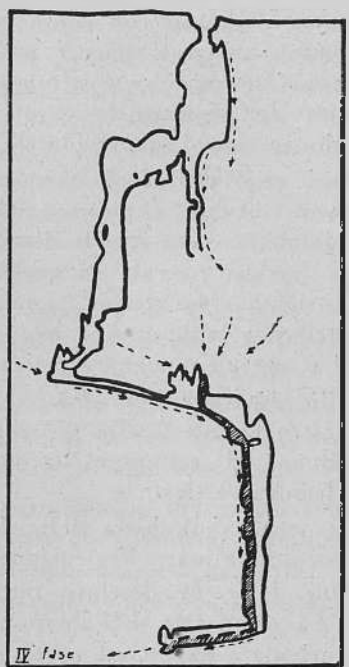
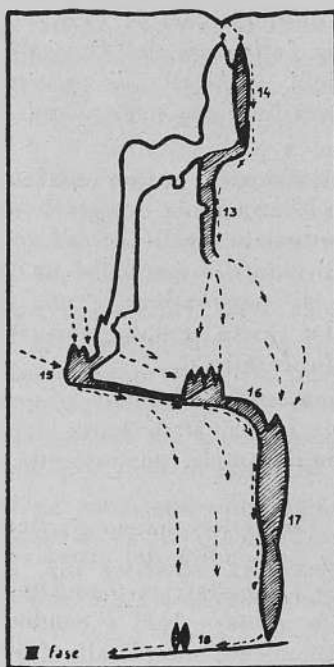
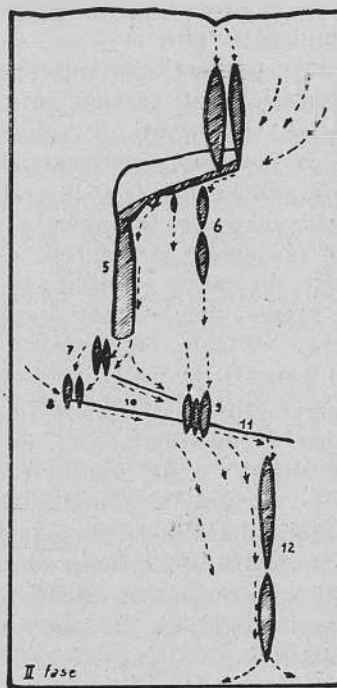
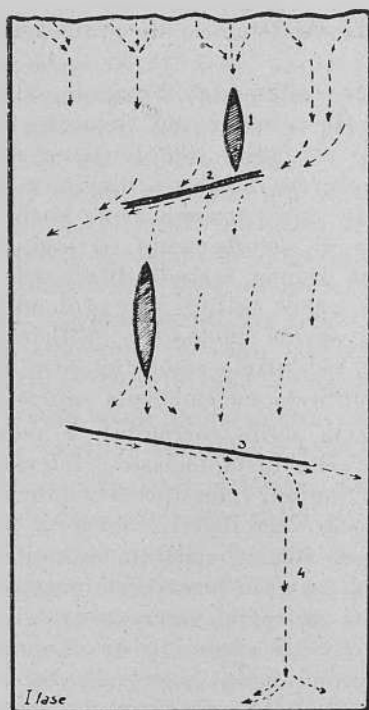


Fig. 5. — Speleoevoluzione dell'abisso (le parti tratteggiate sono quelle dove esiste attività idrica)

sistema, orientato da Nord a Sud, e legato alla più caratteristica architettura a zolle dell'intera zona, interrotta da faglie con prevalente andamento meridiano.

b) Due livelli idrici di trattenuta, prestabiliti dai caratteri litologici. Il primo attorno a quota -340, determinato dai livelli marnosi del basso Dogger e dai primi banchi a *Lithiotis*; il secondo intorno a quota -580, determinato dai livelli lignitiferi e bituminosi del Lias inferiore, che sovrastano le dolomie del Norico.

La storia morfogenetica dell'abisso della Preta può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

I fase — Una arcaica superficie di spianamento costituisce un pene-piano a tavolato sul quale il «biancone» del cretaceo e del Titonico superiore ricopre ancora, con notevole potenza, i sottostanti calcari marmorei rossi. Questa superficie, più alta dell'attuale di almeno 500 metri, è soggetta ad un graduale incarsimento, al quale il vistoso clivaggio dei calcari bianco-avorio densamente fratturati, conferisce un carattere estensivo. Le acque percolanti del sottosuolo sono in grado di infiltrarsi verso diverse direzioni, attraverso un reticolo subcapillare nel quale è difficile l'affermarsi di vere canalizzazioni. La morfologia superficiale riceve da questa situazione tratti microcarsici a *Karren*, con qualche piccola dolina a profilo regolare ma a distribuzione anarchica. Rare sono le grandi doline ed ancor più i pozzi e le voragini. I punti idrovori della superficie sono sparsi e non raggiungono i caratteri di veri inghiottitoi nel senso stretto del termine. Tuttavia l'esistenza, sotto la copertura del «biancone», dei grossi banchi compatti dei calcari ammonitici Titonici, Kimmerdgiiani ed Oxfordiani rappresenta un influsso che tende a orientare il microcarso verso forme ipogee ben caratterizzate. Questi calcari compatti, costituiscono, con le loro vistose e decisamente orientate linee di frattura un richiamo delle acque vadose, che imbevono abbondantemente i soprastanti calcari a fratturazione comminuta. Queste acque vengono attratte verso la sommità delle più forti diaclasi, e si stabiliscono così drenaggi ipogei in direzione di alcuni predeterminati punti idrovori sotterranei, che vengono a funzionare, per così dire, da inghiottitoi non ancora decapitati.

Uno di questi inghiottitoi ipogei si abbozza là dove oggi troviamo il P. 128. La diaclasi qui esistente ha già una decisa efficacia speleogenetica e manifesta quindi la tendenza a raccogliere e a canalizzare acque vadose. Qui si abbozza uno dei primi fusi di quello che dovrà divenire il grande complesso sotterraneo (Fig. 5, 1).

A questo punto il drenaggio è già decisamente verticale. Ma esso non può ancora assestarsi in modo definitivo su questa linea isogravitazionale, in quanto i sottostanti calcari oolitici, con la loro rete fitta e irregolare di diaclasi e leptoclasii, sono ancora sede di una percolazione anarchica, in direzioni contrastanti, con canalizzazioni abbozzate ma ancora alla ricerca di un preciso orientamento. I calcari marnosi del Dogger inferiore tratten-gono le acque e formano un livello freatico irregolare, al di sopra del quale le soluzioni di continuità della roccia rimangono imbevute su un forte spessore. Si stabilisce pertanto un livello piezometrico, molto variabile nel tempo

e nello spazio, che però, per la zona che ci interessa si spinge fino a quella che è oggi la quota —120 circa. Di conseguenza, mentre in basso tutte queste acque provvisoriamente trattenute tendono lentamente ad approfondirsi verso gli orizzonti liassici, si manifesta un principio di canalizzazione eterogravitazionale in corrispondenza della suddetta quota —120, con direzione da ENE a OSO (Fig. 5, 2).

Questa situazione non riesce a durare a lungo. Già, a quota —340, cioè alla base della formazione oolitica del Dogger, si accentua un drenaggio in interstrato, facilitato dai livelli brecciati a *Lithiotis* (Fig. 5, 3), già si manifestano perdite per infiltrazione nei sottostanti calcari compatti del Lias. Il livello piezometrico di —120 cade rapidamente, e la canalizzazione eterogravitazionale rimane ben presto sospesa. Ne consegue una energica incisione del corso ipogeo, che si evolve in una «Gravitationsrinne» a cañon. Questa evoluzione è così rapida che non si ha meandrizazione, e la galleria così creata rimane rettilinea. Longitudinalmente si ha una forte caduta del letto (da —120 circa, a —164) su un percorso di poche decine di metri, con erosioni vorticosi e formazioni di «marmitte», nella cui genesi hanno un ruolo preminente i duri pezzi di selce fluitati dai livelli litologici superiori.

Al di sotto di questo alveo sospeso, si accentuano sempre di più le perdite. In seno alla diaclasizzazione dei calcari oolitici si stabiliscono quindi nuovi sistemi di «fusi» che, per la facile carsificabilità di questa roccia non tardano ad assumere dimensioni vistose.

II fase — Uno dei «fusi» che raccolgono le acque di perdita dell'alveo 128-164, nel suo rapido incremento per «erosione inversa», giunge a sfondare il letto dell'acqua, cattura quindi il corso e lo devia in direzione eterogravitazionale: è nato il P. 108 (Fig. 5, 5). A monte di esso le perdite continuano, e sempre nuovi «fusi» vanno assestandosi, convogliando notevoli masse di acque percolanti verso il basso (Fig. 5, 6).

Il livello di drenaggio eterogravitazionale già preconstituito a quota —340 riceve ora una maggiore alimentazione. Non più soltanto le acque di perdita dell'alveo superiore, ma lo stesso corso incanalato, che attraverso il P. 108 viene ora direttamente convogliato in caduta verticale. Dalla base del P. 108, l'acqua scende attraverso la diaclasizzazione, dando rapido incremento ai vari fusi già qui abbozzati (Fig. 5, 7). Tuttavia qui (da quota —272 in giù) la stratificazione si fa più netta, con giunti beanti, la roccia è più marnosa e quindi meno permeabile. Il livello di —340 trattiene ancora acque, impedendo loro un deciso sprofondamento in verticale. Perciò il corso ipogeo che va assestandosi tende a deviare in senso eterogravitazionale. La canalizzazione si fa meno distinta e si diffonde in una percolazione d'interstrato. Queste condizioni favorirebbero il formarsi di un nuovo condotto eterogravitazionale sospeso, intorno a quota —300, con decorso retroverso rispetto a quello 128-164. Se ciò non avviene è perchè esiste già pronta la nuova via di deflusso, intorno a quota —340, predeterminata dal primo banco a *Lithiotis* e dal vistoso fascio di diaclasi orientato da Nord a Sud. In questa fase un ruolo preminente è esercitato dal gruppo di fusi, di quota —340 che sono destinati a diventare «sala delle spugne» (Fig. 5, 8). Essi

determinano un energico richiamo di acque che limita fortemente la trattenuta di —300. Quest'ultimo livello pertanto non supera la fase di percolazione d'interstrato e arriva soltanto a stabilire limitati tratti di efforazione più o meno anastomosati, ma mai chiaramente inalvati. In particolare la percolazione eterogravitazionale d'interstrato si stabilizza fra le quote —310 e —330, ed è drenata (da Nord a Sud) verso la «sala delle spugne». Il cunicolo 312-2331 e la finestra sulla parete Nord della «sala delle spugne» (vedi pag. 10) sono i segni attuali di questo livello abortito.

Tuttavia la tendenza alla penetrazione isogravitazionale ed alla retroversione non giunge ad essere soffocata interamente. L'acqua che percorre la galleria 128-164 ed il P. 108 è troppo abbondante per non attenersi, almeno in parte, ad un comportamento ortodosso, nonostante i succitati fattori di evoluzione anomala. Solo una parte, anzi una parte limitata, dell'intera portata si disperde nella percolazione di —330. Se così non fosse, oggi troveremmo qui vani di una certa vistosità e non angusti cunicoli. La maggior parte dell'acqua catturata dal P. 108 segue un percorso che oggi possiamo ricostruire soltanto in via ipotetica perchè non è percorribile. Esse vanno a mescolarsi con le acque percolanti delle perdite del tratto a monte del P. 108, ed assieme ad esse scendono, con via più diretta, evitando la trattenuta di —330. Per esse, un ruolo analogo a quello della «sala delle spugne» è sostenuta dal gruppo di fusi di quota —360 (Fig. 5, 9). Questo fascio di fusi è situato quasi sulla verticale del P. 108 e deve la sua origine al medesimo meccanismo. L'azione di richiamo di questo vano, facilitata dalla sua posizione, in asse con il sistema di canalizzazione isogravitazionale determina ben presto un deflusso intenso, e finisce col convogliare qui la parte principale del corso d'acqua ipogeo. Lungo la linea eterogravitazionale 340-360, orientata in interstrato con decorso da Sud a Nord si delinea quindi una differenziazione. A monte della caverna —360, la percolazione di —330 raccolta nella «sala delle spugne» si limita a terebrare un modesto cunicolo meandrizzato, retroverso rispetto alle vene idriche di interstrato soprastanti (Figura 5, 10); e sarà questo l'attuale cunicolo —340. A valle (cioè a Nord) di detta caverna si ha di nuovo un vero corso inalvato, eterogravitazionale in quanto abbozzato sul livello di trattenuta del basso Dogger, ma ormai sospeso e pertanto analogo alla galleria 128-164, della quale ripete esattamente la morfologia e come essa soggetto a perdite (Fig. 5, 11). Sotto ad esso stanno già ampliandosi i soliti fusi destinati a incrementare ulteriormente il sistema sempre più profondamente nei calcari liassici (Fig. 5, 12).

III fase — L'abisso è ora già delineato e, pur mancando ancora una apertura in superficie, si è già stabilita una continuità morfologica secondo il seguente schema: P. 128 — galleria 128-124 — P. 108 — caverna 368 — fenditura 368-394, con una diramazione di minore entità da quota —275 alla «sala delle spugne» alla caverna —368. Tutti questi vani sono in fase giovanile erosiva, percorsi da acqua corrente. Mentre si stanno evolvendo i vani profondi, destinati ad accrescere la complessità del sistema interessando anche i calcari liassici, le cavità già formate vanno incontro ad una normale evoluzione. Il corso eterogravitazionale sospeso di 128-164 è, più degli altri, soggetto a modificarsi, seguendo lo schema generale di insenilimento. Si viene

ad avere qui, come di regola, il fenomeno dell'*arretramento dell'inghiottitoio* (MAUCCI, 14 - WARWICK, 5. III), dovuto al graduale incremento verso l'alto dei fusi a monte del P. 108 alimentati dalle acque di perdita. Si apre quindi, nel letto della galleria, prima il modesto P. 20 (con un accenno a retroversione), poi il sistema P. 44-P.57 (Fig. 5, 13). L'acqua inalvata viene quindi ora deviata lungo una nuova direttrice isogravitazionale, secondo il percorso P. 128 — P. 44 — P. 57, direttamente alla caverna —368. La galleria 128-164 ed il P. 108 restano esclusi dal percorso e vanno incontro ad un deciso insenilimento. La galleria, già assestata su una struttura staticamente equilibrata, non è soggetta a modificazioni ulteriori e conserva la sua morfologia ormai abortita. Il P. 108 passa dalla morfologia erosiva a quella graviclastica ed infine a quella chimoclastica.

Nel P. 128, la sommità è venuta avvicinandosi sensibilmente alla superficie. Si sta abbozzando la dolina d'accesso, e il diaframma che la separa dal pozzo si logora in un disfacimento chimoclastico. Soltanto sul lato orientale rimane in funzione il grande fuso laterale ancor oggi visibile (Fig. 5, 14).

Più intensi invece sono i fenomeni che interessano la parte più profonda dell'abisso.

Nonostante l'insenilimento del P. 108, la percolazione di —330 non è scomparsa. Essa infatti non è un corso inalvato alimentato direttamente dalle acque già canalizzate, è soltanto una zona di imbibizione molto vascolarizzata che raccoglie e trattiene acque di perdita (che esistono ancora) ed anche acque di provenienza più lontana, come ad esempio quelle inghiottite dalla grotta del Ciabattino, (N. 81 V) (Fig. 5, 15). Questa percolazione sopravvive quindi all'insenilimento del P. 108 e conserva una certa attività idrica nel tratto cunicolo 312-331 — «sala delle spugne»-cunicolo —340. Naturalmente la portata è diminuita notevolmente e pertanto l'effrazione di —340 si evolve nel profilo gravitazionale attualmente esistente, e nella «sala delle spugne» all'originale morfologia erosiva si sovrappone una morfologia chimoclastica e parzialmente litogenica.

Prosegue invece energicamente l'evoluzione erosiva del tratto caverna —368-fenditura —368-394, dove l'alimentazione non è diminuita. Qui si ripetono, con rimarchevole esattezza, i fenomeni che hanno caratterizzato il progredire del sistema 128-164. La fenditura 368-394 si affossa a cañon, con percorso rettilineo e una forte caduta di livello (Fig. 5, 16). Si formano quinte e marmitte di erosione. Al di sotto del letto si hanno le normali perdite e la formazione delle solite protocavità fusiformi. Non tarda quindi la cattura del corso, ormai decisamente sospeso, per opera di quello che diverrà il P. 188, il quale compie qui la stessa funzione esercitata più in alto dal P. 108 (Fig. 5, 17). Riprende cioè il drenaggio isogravitazionale richiamato dall'ultimo e definitivo livello di trattenuta del basso Lias. (Fig. 5, 18).

IV fase — Ormai la continuità idrologica del sistema sotterraneo è spezzata, ed i fenomeni di insenilimento vanno affermandosi nei tratti abbandonati dall'acqua. Tutta la parte più elevata dell'abisso vede gradualmente ridursi l'apporto idrico, in quanto l'abrasione superficiale ha ridotto ad una esile potenza la copertura dei calcari ceroidi fratturati ed imbevuti che fin qui avevano determinato l'alimentazione idrica del sistema. Quindi anche il

relitto del corso sospeso (P. 128-P. 57) finisce col non essere più percorso da acque, ed anche qui le morfologie di insenilimento cominciano a sovrapporsi ai tratti erosivi giovanili.

Rimane in attività soltanto l'ultima parte, e cioè il sistema caverna —368-fenditura 368-394-P. 188. Anche qui però il diminuito apporto idrico permette l'abbozzarsi di alcuni tratti morfologici di insenilimento (morfologie gliptoclastiche a —368, litogenesi giovanile nel P. 188 ecc.). Tuttavia il progredire del sistema non è arrestato. Le perdite per la percolazione a monte del P. 188 scendono nelle litoclasti dei calcari grigi liassici fino al livello di trattenuta di —580. Qui troviamo un drenaggio eterogravitazionale, mentre sopra ad esso prosegue la genesi e l'incremento dei fusi. Questa situazione, congiunta all'esistenza del vistoso fascio di diaclasi Nord-Sud, deve necessariamente portare ad un fenomeno di retroversione. Ecco quindi alla base del P. 188, formarsi la fenditura 582-594, galleria eterogravitazionale di drenaggio, diretta da Nord a Sud e quindi esattamente retroversa rispetto ai vani soprastanti.

Ultimo fenomeno: il cedimento chimioclastico del soffitto del P. 128, e quindi l'apertura dell'abisso in superficie. E' così definitivamente acquisita una continuità di vani sotterranei, su un dislivello di 594 metri, che fa dell'abisso della Preta la grotta più profonda d'Italia. (1)

Com'è noto, nel 1926 e nel 1927 la Spluga della Preta fu esplorata dal S.U.C.A.I. di Verona sotto la direzione di G. Cagianca. Il rilevamento di allora, eseguito da L. de Battisti, presenta rispetto al nostro alcune notevoli differenze che è necessario esaminare.

Il problema della profondità non è facile da chiarire, in quanto le relazioni del 1926 (SUCAI, 20) e del 1927 (CABIANCA, 6) risultano a questo proposito un po' lacunose. Nel 1926 sarebbe stata raggiunta quota —520, nel 1927 quota —637. Queste due cifre ci appaiono comunque esagerate. Analizzando le relazioni (20) e (6) si constata una discreta corrispondenza di quote fino poco oltre alla «sala delle spugne»: le divergenze fra i rilievi 1926 ed i nostri, rientrano fin qui nei limiti di una percentuale d'errore accettabile.

Non abbiamo invece nessuna indicazione su dove collocare le quote —430 e —637. Non è stato possibile rinvenire nessuna scritta (tranne quelle di quota —272) e le descrizioni sono troppo vaghe e talora palesemente inesatte. L'unico indizio potrebbe essere dato dal fatto, risultante dalla relazione CABIANCA (6), che a quota —520 furono piantati nella roccia tre chiodi di ferro ad anello. Ora noi abbiamo rinvenuto tre chiodi corrispondenti alla descrizione... ma a quota —394. In base a questo fatto il grande pozzo di 159 metri, risultante sui vecchi rilievi si ridurrebbe a soli 24 metri: inverosimile errore (del 600%), purtroppo però avvalorato anche dal fatto (risultante dalle relazioni) che il pozzo sarebbe stato disceso soltanto con

1) Quale sarà il destino ulteriore dell'abisso? Se ci è lecito tentare di spingere fino all'avvenire le nostre deduzioni, possiamo prevedere: l'assestamento dell'imbuto d'accesso ad una morfologia doliniforme, l'obliterazione del tratto cunicolo 312-331, «spugne», cunicolo 346, per riempimento mecanoclastico, l'arretramento dell'inghiottitoio del P. 188, con conseguente insenilimento di quest'ultimo.

manovre di corde e in taluni punti anche senza (si veda SUCAL, 20, pag. 28). Ciò sarebbe impossibile nel successivo P. 188. (1)

Il P. 188 sarebbe quindi il P. 117 di de Battisti: la sua descrizione risponde bene con le nostre osservazioni, specialmente riguardo la disposizione elicoidale dei ripiani. Qui però ci troviamo di fronte ad una differenza opposta, nei riguardi della profondità. Questa differenza si spiega tuttavia con facilità. Al fondo del pozzo, de Battisti trovò un lago dalla superficie di metri 15 x 5 circondato da una specie di cornicione concrezionato, a ballatoio, sul quale egli poté inoltrarsi. Ora, esattamente 117 metri sotto all'orifizio del pozzo esiste effettivamente un ripiano a cornicione concrezionato, corrispondente alla descrizione di de Battisti. Si deve quindi ritenere che nel 1927 si trovava qui il pelo di quell'acqua che oggi stagna 71 metri più in basso. Quest'ipotesi mi sembra accettabile, in quanto oscillazioni isostatiche di livelli piezometrici sotterranei, di questo ordine di grandezza, sono già state riscontrate in diversi casi. (2)

In base alle suesposte considerazioni, la corrispondenza fra le quote rilevate nel 1926-27 e quelle rilevate nel 1954 potrebbe essere rappresentata dalla seguente tabella:

	1926-27	1954	Differenza
Base del primo pozzo	128	128	—
Orifizio del P. 108	160	164	+ 4
Base del P. 108	265	272	+ 7
Imbocco del primo cunicolo	299	312	+ 13
Sala delle Spugne	315	339	+ 24
Caverna della cascata	361	368	+ 7
?	420	?	
?	480	?	
Orifizio del P. 188	520	394	—126
Limite raggiunto nel 1927	637	511	—126
Base del P. 188	—	582	
Fondo dell'abisso	—	594	

Non mi è stato possibile esimermi dall'ingrato dovere di rettificare le osservazioni dei primi esploratori. Posso tuttavia affermare che quegli errori, dovuti ad insufficiente strumentazione, nulla tolgono al valore dell'impresa compiuta dagli uomini diretti da CABIANCA e DE BATTISTI. Le esplorazioni del 1926 e del 1927, condotte con mezzi tecnici primitivi, ma con encomiabile serietà di intenti, devono essere considerate per l'epoca in cui ebbero luogo, come una delle più belle imprese della storia della speleologia. (3)

1) E' degno di nota il fatto che secondo la relazione (20), la quota —520 sarebbe stata rilevata con l'altimetro. Ciò spiegherebbe l'errore, in quanto è noto quanto poco attendibili siano i dati altimetrici rilevati in grotta.

2) Grotta di Trebiciano (N. 17 V.G.) da quota +12 s.m. a quota +112,50; abisso di Verco (N. 1404 V.G.), da quota +82 a quota +170 circa; grotta di Gradisce presso Postumia da quota +364 a quota +425; ecc.

3) Non sarà inutile ricordare che purtroppo, per quanto riguarda la profondità dei maggiori abissi, molte cifre ufficiali non hanno retto alla critica e non soltanto per le vecchie esplorazioni. Valga qualche esempio:

Quanto alla posizione fra i maggiori abissi del mondo, la Spluga della Preta si trova probabilmente al quarto posto.

La precedono:

1) *Gouffre-grotte Berger*, presso Grenoble (Francia). Il 24 settembre fu raggiunta la profondità di 903 metri. E' una lunga galleria interrrotta da modesti pozzi verticali e percorsa da un torrente. (Nessuna notizia ufficiale è stata finora pubblicata (1)).

2) *Gouffre Lepineux, o de la Pierre Saint-Martin*, sui Pirenei (contestata fra Francia e Spagna). E' un pozzo verticale di 360 metri che porta ad un seguito di vaste caverne percorse da un torrente. Non si conosce la profondità esatta, in quanto non è stata ancora pubblicata nessuna relazione ufficiale, nonostante abbiano avuto luogo già tre spedizioni. Sono state comunicate le cifre di 728 e perfino 770 metri, ma l'unico rilevamento topografico eseguito non segna che 659 metri (2), anche essi, del resto, non ufficiali (3). Questo abisso è molto probabilmente più profondo della Preta, ma sarebbe consigliabile mantenerlo «sub judice» in attesa di conoscere le relazioni ufficiali, o almeno fino a tanto che i suoi esploratori riescano a mettersi d'accordo fra di loro sulla profondità raggiunta.

3) *Sistema sotterraneo del Dent de Crolles* presso Grenoble (Francia). E' un reticolo di gallerie e di pozzi, molto complesso, con diversi sbocchi all'aperto. Il dislivello fra l'imbocco superiore (P. 40) e quello inferiore (risorgenza della Guiers Mort) era stato inizialmente calcolato in 658 metri, e questa cifra compare in tutte le relazioni ufficiali. Recentemente NOIR ha effettuato una revisione delle quote, riducendo il dislivello a 603 metri. (2).

L'abisso della Preta resta comunque la più profonda grotta d'Italia.

Le osservazioni esposte nel presente lavoro sono state raccolte nel corso della spedizione effettuata dalla Sezione Geospeleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste, nei giorni 8-17 agosto 1954.

La direzione tecnica della spedizione era affidata a Luigi de Martini, e ad essa hanno partecipato le seguenti persone: L. de Martini, W. Maucci, F. Caranzulla, S. Bartoli, L. Tomini, A. Cecchini, M. Gazzin, U. Vranich,

In Francia: *Gouffre-grotte de la Luire*, fu ridotta da m. 441 a m. 348; *Gouffre de Caladaire*, da m. 551 a m. 487; *Reseau de la Dent de Crolles*, da m. 658 a m. 603.

In Spagna: *Sima del Agua*, da m. 665 a m. 215 (!)

In Austria: *Tonionschacht*, il limite dell'esplorazione 1929 fu ridotto da m. 532 a m. 451; *Geldloch*, da m. 514 a m. 437.

In Jugoslavia: *Abisso di Montenero*, da m. 480 a m. 370.

In Italia: *Grotta delle Tassare*, da m. 505 a m. 343.

E' evidente che quanto più un abisso è profondo, tanto più aumentano le possibilità di errori, sia a causa della difficoltà di rilevamento, sia per l'inevitabile stanchezza e minore efficienza degli operatori, sia purtroppo per una comprensibile (ma non giustificabile) ambizione, che può indurre ad accettare per buone misure non sufficientemente precise. E' per questo che le cifre di profondità riguardanti i grandi abissi, specie se di vecchia data, devono essere accolte con molta prudenza. Del pari è necessario diffidare da certe cifre sensazionali che si leggono di tanto in tanto sulla stampa e talora anche su periodici di qualche autorevolezza.

1) Nel 1955 vi sarebbe stata raggiunta la profondità di 980 metri.

2) Notizie cortesemente fornite da J. NOIR.

3) Mi si conceda di conservare una certa diffidenza verso questa cifra, che supera di un solo metro quella di 658, allora accettata per il sistema del Dent de Crolles, fino a quel momento il primo del mondo.

C. Scala, D. Rigo, G. Ferraris, M. Decchi, G. Cobol, N. Annesi, G. Taglia-
pietra, N. Belli, C. Perotti, M. Fabian, A. Sigon, R. Tommasini.

Il fondo fu raggiunto alle ore 13,02 del 12 agosto, da W. Maucci, A.
Cecchini, M. Gazzin, U. Vranich, A. Sigon.

Il rilevamento fu effettuato da W. Maucci e da L. de Martini.

La direzione del campo base era affidata a F. Caranzulla.

Sento un dovere di rivolgere un sentito ringraziamento a tutte le per-
sono ed Enti che, in varia guisa, hanno contribuito all'allestimento ed allo
svolgimento della spedizione ed alla valorizzazione dei risultati.

Mi è grato ricordare le Autorità militari del Comiter di Bolzano e del
103° Btg. Fucilieri (ten. col. Gentiloni) per i materiali da bivacco e da col-
legamento e per i mezzi di trasporto concessi alla spedizione,

il Comune di Trieste, che ha messo a disposizione un mezzo di tra-
sporto,

l'Ente Provinciale per il Turismo di Verona, per un contributo finan-
ziario,

l'A.C.E.G.A.T. di Trieste, per il prestito di un cavo d'acciaio ed alcuni
tendicavi,

le Autorità comunali di Verona, di Erbezzo e di Boscohiesanuova, e
la Comunità della Lessinia, per le cordialissime accoglienze,

il medico condotto di Erbezzo, dott. Laciniati, per l'assistenza sani-
taria prestataci,

il Museo Civico di Storia Naturale di Verona, per il suo contributo in
attrezzatura,

l'Associazione XXX Ottobre di Trieste, pure per il suo contributo in
attrezzi e per la partecipazione di A. Sigon e R. Tommasini.

Un ringraziamento particolare lo devo al prof. Angelo Pasa, del Museo
di Verona, alla cui cortesia devo la maggior parte delle notizie di carattere
statigrafico che mi sono state necessarie per l'esecuzione del presente lavoro,
e dei cui consigli e suggerimenti mi sono largamente giovato.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BOCK H. — *Die Fledermaushöhle in der Tonionnlpe. bei Maria Zell (Steiermark)*, Mitt. Höhlen- u. Karstforschung, 3, 1938.
- 2) BOEGAN E. — *Le più profonde cavità sotterranee del mondo*, Grotte d'Italia, II, 4, 1928.
- 3) BOEGAN E. — *The deepest grottoes in the world*, Caves and Caving, 1, 2, 1937.
- 4) BOEGAN E. — *Il Timavo, studio sull'idrografia carsica subacrea e sotterranea*, Mem. Ist. Ital. di Spel., serie geol. e geof., II, 1938.
- 5) *British Caving*, by members the Cave Research Group, Cullingford, London, 1953.
- 6) CABIANCA G. — *L'abisso più profondo del mondo*, Riv. Mensile C.A.I. Verona, 4-5, 1930.
- 7) CASAJUANA J. M. T. - MONTORIOL POUS J. — *La cueva del Agua*, Speleon Oviedo, II, 1, 1951.
- 8) CASAJUANA J. M. T. - MONTORIOL POUS J. — *Los fenomenos Karsticos de Parelleta*, ibid.
- 9) DE MARTINI L. — *Osservazioni su tre inghiottitoi fossili della zona di Gabrovizza (Carso Triestino)*, Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., XLVI, 1951-52.
- 10) KYRLE G. — *Grundriss der theoretischen Speläologie*, Wien 1923.
- 11) MAUCCI W. — *La grotta Vittoria di Aurisina*, Alpi Giulie, Trieste, 1950.
- 12) MAUCCI W. — *L'abisso di Opicina Campagna (N. 3873 V. G.)*, Rass. Spel. Ital., II, 1-2, 1950.
- 13) MAUCCI W. — *Studio sulla grotta di Padriciano (N. 12 V. G.)*, ibid., III, 4, 1951.
- 14) MAUCCI W. — *L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi*, Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., XLVI, 1951-52.
- 15) MAUCCI W. — *Inghiottitoi fossili e paleoidrografia epigea del solco di Aurisina (Carso Triestino)*, Atti del I Congresso Internazionale di Speleologia, Parigi, 1953 (in corso di stampa).
- 16) MONTORIOL POUS J. — *Los procesos elasticos hipogeos*, Rass. Spel. Ital., III, 4, 1951.
- 17) PASA A. — *I depositi quaternari del Ponte di Veja*, Mem. Mus. Civ. St. Nat., Verona, II, 1950.
- 18) PASA A. — *Un deposito ossifero postglaciale nel Bus de la Fanta (Alti Lessini Veronesi)*, ibid., III, 1951.
- 19) PASA A. — *Carsismo e Idrografia Carsica nel gruppo del M. Baldo e nei Lessini Veronesi*, Centro Studi Geografia Fisica, Bologna, Ricerche sulla Morfologia e Idrografia Carsica, 5, 1954.
- 20) S.U.C.A.I. Verona - STEGAGNO G. — *L'abisso più profondo del mondo finora esplorato*, Grotte d'Italia, 1, 2, 1927.
- 21) TROMBE F. — *Traité de Spéléologie*, Paris, 1952.

L'ESPLORAZIONE DELLA GROTTA SORGENTE DEL RIO BASINO (ROMAGNA)

Sulla guida di un lavoro del geografo G. B. de Gasperi, pubblicato nella Rivista Geografica Italiana del lontano 1912 (1), il Gruppo Grotte «Pellegrino Strobel» di Parma iniziò nell'ottobre 1952 e continuò negli anni successivi, una serie di esplorazioni rivolte alla soluzione del problema idrografico del Rio Stella, inghiottito a sud della Riva del Gesso e ritornante alla luce nella valle del Rio Basino.

Il nome di Rio Stella, riportato nella tavoletta di Casola Valsenio (Foglio 99-IV-SE) della carta topografica dell'Istituto Geografico Militare, secondo il De Gasperi deriverebbe da un'arbitraria resa in italiano della dizione dialettale che suona Re-d-s' terra, e che significherebbe Rio di sotto terra.

«Assai interessante, forse il più interessante fra i fenomeni osservati in questa zona di gessi» sono le parole del De Gasperi «è una valle chiusa, con un bacino esteso Km. 1,6; sul quadrante Casola Valsenio è indicata come "Valle Restella,,».

Oggi grazie alle nuove carte topografiche, possiamo affermare con maggiore esattezza che il bacino idrografico contribuente del R. Stella, sviluppantesi quasi interamente nelle marne argillose mioceniche e addossato a nord-est alla ripida pendice della Riva del Gesso, presenta una superficie di Kmq. 1,56, un'altitudine massima di m. 494 (contrafforte occidentale di M. Mauro), un'altitudine media di m. 339 ed un'altitudine minima di m. 225 (punto di scomparsa delle acque del R. Stella).

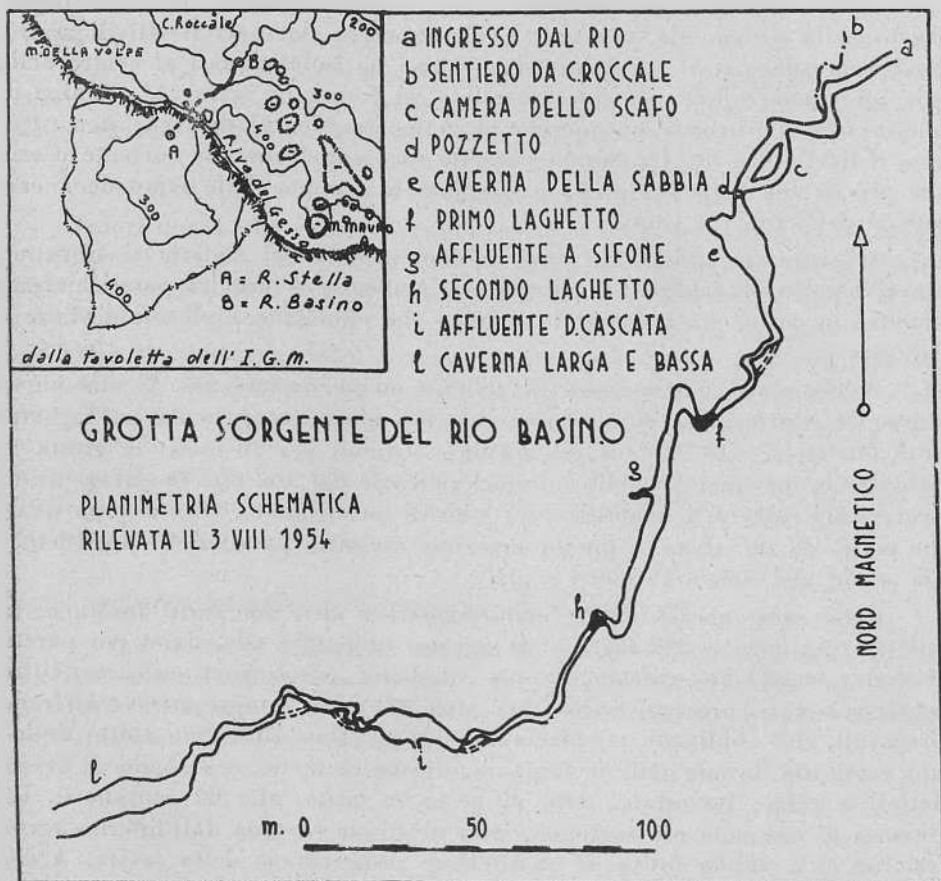
In previsione di un'eventuale importanza idrografica del traforo operato dal R. Stella, alle esplorazioni condotte dal Gruppo Strobel vennero interessati l'Ufficio Speciale del Genio Civile per il Reno, che fu largo di mezzi ed aiuti economici, e l'Ufficio Idrografico di Bologna, per quegli accertamenti di idrologia e meteorologia ipogee che si sarebbero ritenuti opportuni. Purtroppo difficoltà pratiche per la sistemazione e lettura degli apparecchi, onde avere un periodo continuo d'osservazione, hanno indotto quest'ultimo Ufficio a soprassedere al programma precedentemente stabilito. (2)

E' doveroso pure segnalare la partecipazione e l'impegno dimostrato durante le esplorazioni dal Sig. Alfredo Oriani, studente d'ingegneria, dai fratelli Ceroni, tutti di Casola Valsenio, e dai giovanissimi Boy Scouts Pietro Ugolotti-Serventi e Stefano Vettori di Parma.

1) De Gasperi (G. B.) — Appunti sui fenomeni carsici nei gessi di M. Mauro (Casola Valsenio). «Rivista Geografica Italiana», n. XIX, 1912, pag. 319-326.

2) Colgo l'occasione per rinnovare anche in questa sede il più vivo ringraziamento all'allora Direttore dell'Ufficio del Reno Ing. Armando Piccoli e al Direttore dell'Ufficio Idrografico di Bologna Ing. Mario Rossetti per la comprensione e l'appoggio dimostrato.

Ad una prima ricognizione con esito negativo, rivolta all'ubicazione della grotta inghiottitoio del R. Stella, già descritta dal De Gasperi, compiuta nell'ottobre 1952, seguirono nel 1953 tre sopralluoghi alla grotta sorgente del R. Basino, che ne permisero prima l'ubicazione, poi l'accertamento della portata di piena del rio e quindi una ricognizione della grotta di sbocco per circa trecento metri. Nell'agosto del corrente anno venne infine eseguito un rilievo planimetrico sommario con bussola e cordella metrica dei primi quattrocento metri di tale grotta, che viene presentato con la presente relazione. Nel prossimo anno il Gruppo Strobel intende condurre a termine



l'esplorazione della cavità ed eseguire un rilievo topografico completo di maggior precisione.

L'ingresso alla grotta, aprentesi al piede di un'alta parete gessosa all'origine del R. Basino e alla quota di 176 metri sul livello del mare (3), può essere raggiunto sia risalendo da valle il corso del rio sia scendendo da Casa

3) Long. W (M. Mario) $0^{\circ} 45' 46''$; Lat. N $44^{\circ} 14' 49''$; distanza m. 1190 in direzione E 2° N dalla vetta del M. della Volpe (m. 497).

Roccale, dopo essersi aperto il varco nell'ultimo tratto attraverso una fitta boscaglia di rovi.

Seguendo quest'ultimo itinerario si raggiunge un ponte naturale di roccia, che nasconde l'imboccatura della grotta, dalla quale esce una corrente d'aria fredda che continuamente agita la ricca vegetazione delle immediate vicinanze. Per una piccola cengia artificiale ricavata artificialmente nella parete della sinistra idrografica si penetra nella cavità e si scende a raggiungere il letto del rio sotterraneo. La luce dell'esterno arriva a trenta metri dall'ingresso, per poi sparire alla seconda curva della galleria.

A 43 metri, sempre dall'ingresso, si penetra attraverso uno stretto passaggio nella prima sala, ove sono evidenti tracce dei vari livelli di approfondimento del rio, il cui lavoro di erosione ha isolato quasi al centro della sala un grande blocco di gesso cesellato in forma di scafo. Al termine di questa sala si discende un piccolo pozzetto fra blocchi di frana per ritrovare il livello del rio. Da questo pozzetto esce una fortissima corrente d'aria che più di una volta è riuscita a spegnere la fiamma delle lampade a carburo e delle torce a vento.

Si raggiunge quindi un vasto ambiente sulla cui sinistra si trova un esteso deposito di sabbia. La galleria continua sempre, ora fra pareti levigate di gesso in posto, ora fra cumuli di frana che obbligano a piccole deviazioni dall'asse del rio.

A 140 metri dall'ingresso la galleria, in corrispondenza di una curva stretta, si restringe fra ripide pareti ed il fondo è occupato da un laghetto profondo metri 1,20 che bisogna guada. Quindi per 70 metri la grotta si sviluppa su due piani: quello inferiore percorso dal rio, che in questo tratto riceve sulla sinistra il modesto contributo di un affluente, chiuso dopo qualche metro da un sifone, e quello superiore asciutto, parallelo al precedente, con saloni alti fino a 20 metri e più.

Dopo aver superato un secondo laghetto e altri due tratti in frana, la galleria raggiunge a 290 metri dall'ingresso un'ampia sala, dalla cui parete di destra scende una cascata d'acqua con belle incrostazioni calcaree. Oltre questa camera si prosegue ancora per altri 100 metri sempre attraverso frane disagiati, che obbligano talvolta a giri viziosi, fino all'ultimo tratto esplorato, costituito da una galleria larga una decina di metri, con fondo di grossi ciottoli e ghiaie incrostate, tetto di gesso in posto, alta 80 centimetri. La presenza di una notevole corrente d'aria in questa caverna dall'interno verso l'esterno ci è valida prova di un'ulteriore prosecuzione della cavità; è ciò che verrà appurato nelle successive esplorazioni.

Descritta in modo schematico la parte percorsa della grotta passiamo ora a illustrare i dati raccolti.

Il 21 maggio 1953 venne osservata una temperatura dell'aria di 9°,8 nel pozzetto al termine della camera dello scafo, una seconda di 10° a 30 metri dall'ingresso (essendo quella dell'acqua del rio di 10°, 9) con una temperatura dell'aria esterna all'ombra di 11°. Il 31 maggio 1953, sempre a 30 metri dall'ingresso, la temperatura dell'acqua del rio in piena era di 12°,7 e quella dell'aria di 11°,6. Il 28 giugno 1953 vennero infine osservate le seguenti tem-

perature: aria e acqua nella camera della cascata $11^{\circ},1$, acqua della cascata $12^{\circ},1$, acqua dell'affluente a sifone $12^{\circ},7$.

Da questi dati si può rilevare come dopo 39 giorni si ebbe un aumento della temperatura dell'aria di $1^{\circ},3$ e dell'acqua del rio di $0^{\circ},2$. E' interessante far notare come le temperature dell'acqua dei due affluenti ipogei (cascata e sifone) siano superiori a quella del rio principale e quindi questi apporti debbano provenire da cavità minori e più superficiali.

La portata del R. Basino all'ingresso della grotta, misurata con molinello Ott, è stata accertata il 31 maggio 1953, all'inizio della fase discendente dell'onda di piena, in $1/\text{sec. } 485$, e il 28 giugno 1953 in $1/\text{sec. } 29$; nell'agosto del 1954 tale portata si era ridotta, a stima, da 4 a 5 $1/\text{sec.}$

Per i valori delle portate suddette si ottengono i seguenti contributi unitari, espressi in litri al secondo per chilometro quadrato, riferito al bacino del R. Stella: 31 maggio 1953: $1/\text{sec.kmq. } 310,9$

28 giugno 1953: $1/\text{sec.kmq. } 18,6$

3 agosto 1954: $1/\text{sec.kmq. da } 2,6 \text{ a } 3,2$

Valori questi che risultano tutti troppo elevati, per cui il reale bacino contribuente del rio sotterraneo, oltre a quello del R. Stella, deve probabilmente interessare con i due affluenti ipogei gli adiacenti rilievi di M. Mauro e del M. della Volpe.

Allo stato attuale delle ricerche ancora più di 400 metri ci separano in linea retta dal punto di scomparsa del R. Stella. Qualora, in seguito alle future esplorazioni, la prosecuzione della grotta percorsa dal rio sotterraneo sarà accessibile all'uomo, la Grotta sorgente del Rio Basino potrà a buon diritto allinearsi con le già famose grotte di risorgenza dei gessi emiliani, quali la Risorgente dell'Acqua Fredda, la Grotta del Farneto e la Grotta Michele Gortani.

Nota aggiunta in sede di correzione di bozze

Una successiva esplorazione, compiuta il 22 luglio 1955, ha permesso un ulteriore riconoscimento del percorso sotterraneo del Rio Basino per altri 300 metri, con la scoperta di altre caverne di notevoli dimensioni. La via dell'ingresso superiore sembra però ancora preclusa da una vasta superficie franosa.

SU DI UN CASO DI RETROVERSIONE

Il termine «retroversione» è stato introdotto nella speleologia dal Maucci (1) per indicare la direzione di una cavità invertita rispetto a quello del corso d'acqua superficiale. Già il Martel (2) nello schizzo de l'Embut de Saint Lambert ne dà un evidente esempio pur senza soffermarsi sul fenomeno; il Boegan (3) ne diede l'interpretazione grafica, ma il Maucci ne porta numerosi esempi che gli servono quale fondamento per una distinzione morfologica e genetica fra inghiottitoi diretti ed inversi.

Mi è sembrato pertanto interessante segnalare un caso di inversione interna, cioè rispetto ad un corso d'acqua già ipogeo, che non può, a mio parere, avere la generi che il Maucci ha generalizzato nella sua ipotesi sulla retroversione del corso.

Il fenomeno si verifica nella Grotta II di La Val (Pradis di Sotto nel Comune di Clauzetto-Udine) a 125 metri dall'ingresso della cavità, ed interessa circa 70 metri di galleria su di una profondità di 40 metri. (fig. 1).

Un piccolo corso d'acqua attraversa la cavità, defluendo in direzione N, in una galleria a meandri stretta in media cm 60 ed alta oltre 5 metri, supera al punto 1 tre piccoli salti, e si riversa in un pozzo di 16 metri; si incanala in una fessura (punto 3) che piega a NE e passa ad alimentare direttamente dal punto 4 il laghetto esistente al punto 7, quindici metri più basso, evitando il piccolo ripiano ai punti 5 e 6. Dal laghetto al punto 7 l'acqua filtra attraverso la roccia e si immette in una galleria larga circa 4 metri (punti 9, 10 e 11) che si abbassa rapidamente fino a circa 40 cm all'inizio di un laghetto lungo una decina di metri. Oltre il laghetto la galleria mantiene sempre la stessa larghezza media, ma l'acqua vi scava al centro un fosso che incanala le acque fino al laghetto al punto 12, che l'acqua raggiunge con un piccolo salto di un metro. A quest'ultimo laghetto confluisce un altro piccolo corso d'acqua proveniente da E (punto 13), per continuare nelle più vaste gallerie seguenti che hanno una direzione generale NO.

*, E' appunto dal punto 9 al punto 12 che la direzione di deflusso delle acque è invertita rispetto alla precedente e poichè tale inversione non si può attribuire alla meandricazione, evidentissima in altri punti della cavità, ho stimato interessante darne notizia e ricercarne le possibili cause.

La parte di cavità che stiamo considerando è interessata da alcune dia-

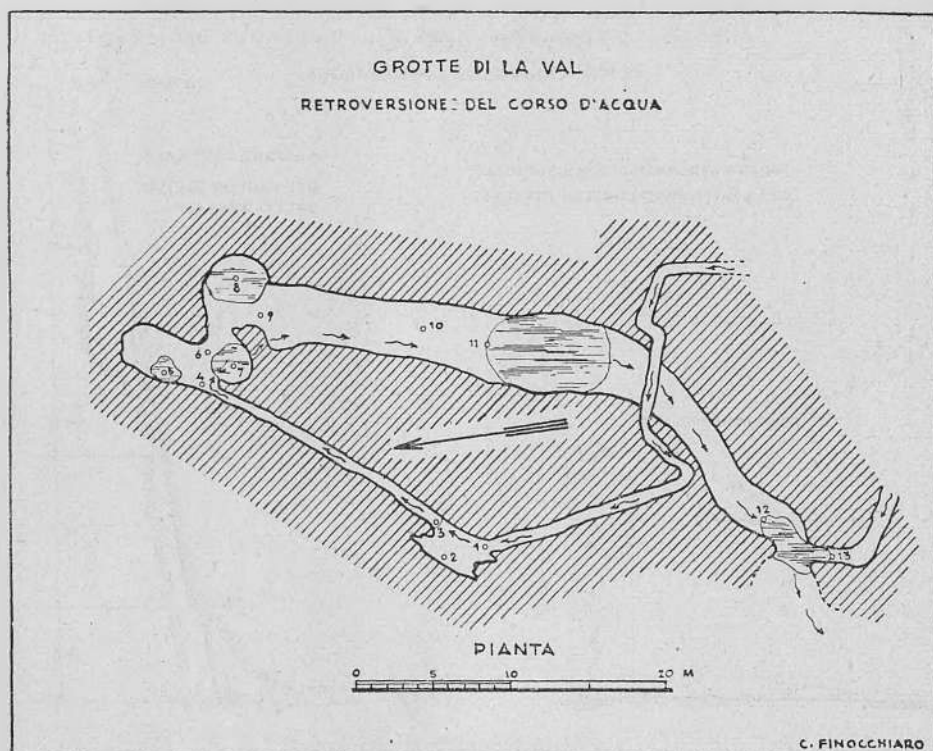
1) W. MAUCCI — *L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi* — Boll. Società Adriatica di Scienze Naturali. Trieste - Vol. XLVI 1951-1952.

2) E. A. MARTEL — *Les abimes* — Paris 1894 (pag. 417).

3) E. BOEGAN — *Il Timavo* — Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia Trieste 1938 (pag. 110).

clasi chiaramente riconoscibili e che hanno in diverso modo intaccato gli strati calcarei almeno in senso verticale. Nel profilo schematico longitudinale (fig. 2) ho cercato di rendere quanto più possibile evidenti i vani originati dalle diaclasi, tracciando con linea tratteggiata le fratture negli strati, che segnano i limiti accessibili delle diaclasi stesse, con linea continua i vani dove le pareti si presentano compatte o l'indagine è impossibile per il materiale di riporto.

La diaclasi maggiore ha dato origine al primo pozzo (punti 1-3), alla galleria dal punto 3 al 4 ed alla cavernetta ai punti 5 e 6, prolungandosi in

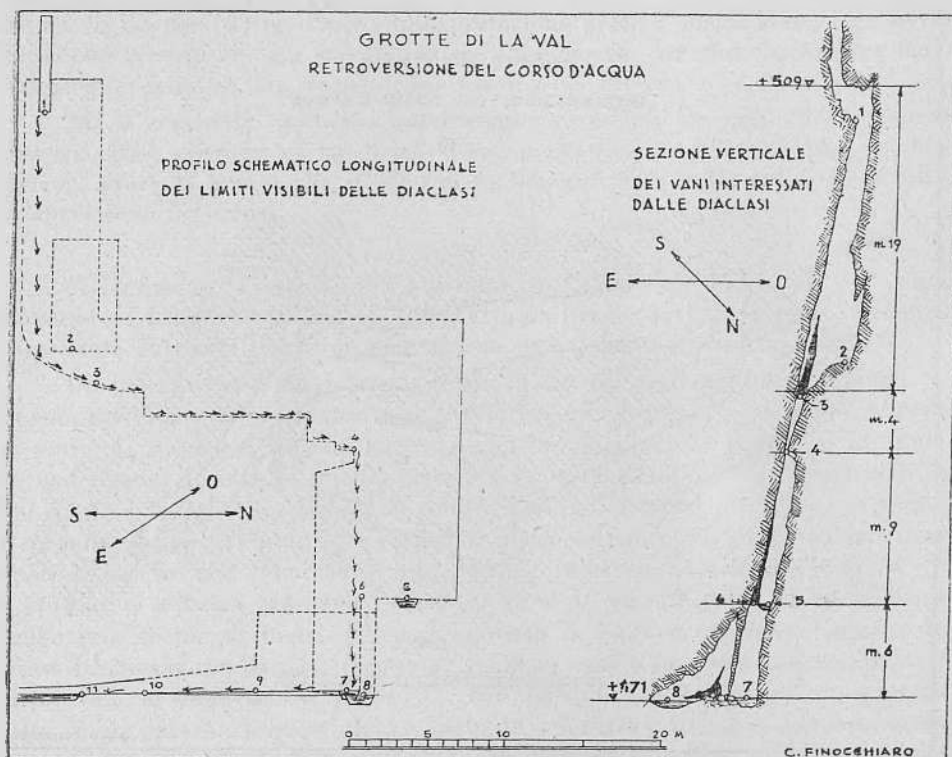


profondità fino al punto 7. Per effetto dell'arretramento della cascata, il laghetto al punto 5 è ormai avanzato di qualche metro rispetto al punto di caduta dell'acqua che battendo sulla parete all'altezza del punto 6, si frange ed alimenta direttamente il sottostante laghetto (punto 7). Mi sembra evidente che la diaclasi, mentre si andava esaurendo nel senso della lunghezza, interessava con maggior forza strati via via più profondi fino a giungere all'altezza di un'altra diaclasi vicinissima e parallela (punti 9 e 10). L'acqua non deve aver avuto difficoltà ad abbattere il diaframma fra le due diaclasi, ammesso che tale diaframma sia mai esistito. Questa seconda diaclasi evidentemente non intacca strati più profondi, o per lo meno le fratture non raggiungono vani beanti. Del resto è limitata e sul soffitto della galleria 9-11 sono ben visibili i segni del suo esaurimento tanto che al punto 10 la volta si presenta

compatta ed ha la classica sezione di cunicolo a condotta forzata aperto lungo un giunto di stratificazione.

Per completare il quadro ho segnato una terza diaclasi (punto 2) che però non rientra fra gli elementi che hanno dato origine alla retroversione: tale frattura costituisce semplicemente una cavernetta laterale che l'acqua non raggiunge più.

Dobbiamo notare ancora che gli strati hanno una leggera inclinazione a NO e che pertanto nella galleria 9-12, scavata in corrispondenza di un giunto di stratificazione, l'acqua ha dovuto superare una contropendenza. Se



è chiaro ed evidente, da un confronto del profilo longitudinale con quello verticale, il progressivo abbassarsi delle acque dal punto 1 al punto 8, non altrettanto agevole appare comprendere il perchè dell'improvvisa retroversione in contropendenza. La sezione a condotta forzata della galleria dal punto 10 al punto 12 esclude l'ipotesi di una via precostituita per infiltrazioni provenienti dai vani superiori; più logica mi sembra l'ipotesi che il giunto di stratificazione, lungo il quale si apre la galleria retroversa sia stato indebolito da infiltrazioni d'acqua provenienti dal secondo corso d'acqua che confluisce nel laghetto al punto 13. Il letto di uno stesso strato costituisce infatti il soffitto di tutte e due le gallerie e la provenienza delle acque da S dal punto 13 sono state agevolate dalla favorevole pendenza degli strati fino alla base della diaclasi che si esaurisce visibilmente al punto 10. Tali infiltrazioni

lateralì hanno pertanto potuto permettere il deflusso delle acque provenienti da S dalle gallerie superiori incanalandole al laghetto al punto 12 situato in direzione opposta.

Riassumendo mi sembra di poter ragionevolmente affermare che la retroversione verificantesi in questa parte della Grotta Il di La Val deve attribuirsi ad una particolare disposizione di due diaclasi parallele, di cui la prima interessa strati via via più profondi fino ad esaurirsi accanto alla seconda che costringe le acque del torrente a defluire in direzione opposta. La retroversione è stata definitivamente agevolata da infiltrazioni provenienti dall'opposta direzione, originate da un secondo corso d'acqua lungo un giunto di stratificazione che giunge alla base della seconda diaclasi.

IPOTESI SULLE DEVIAZIONI DEL PALEOTIMAVO

Lavoro eseguito
col contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Com'è noto, l'altipiano di Trieste che si estende in anticlinale peneplanizzata tra la sinclinale del Frigido a NE, quella del Golfo di Trieste (sinclinale Trieste-Capodistria-Pirano) a SSO e quella del Timavo Soprano a SE, è percorso da vari solchi o alvei fluviali abbandonati per carsismo, alcuni dei quali accennano con particolare evidenza a metter capo nel settore delle odierne Grotte di San Canziano, in cui oggi il Timavo Soprano s'inabissa iniziando il suo percorso ipogeo. Il Marussi, nel suo pregiato studio su «*Il Paleotimavo e l'antica idrografia subaerea del Carso triestino*», discutendo con chiara visione e profonda competenza le opinioni espresse da vari autori, dimostra trattarsi di antiche vie epigee percorse dal Paleotimavo prima della sua scomparsa nelle Grotte di San Canziano. Pienamente convinto delle idee di questo illustre studioso conterraneo ed amico, mi sono chiesto più volte come e perchè il Paleotimavo, già incassato più o meno profondamente nelle rocce calcaree dell'altipiano, abbia potuto successivamente abbandonare la via già bene delineata per incidere delle altre in roccia di egual natura e della stessa resistenza.

E' ovvio che le fasi di deiezione fluviale, sono pure fasi di divagazione, e infatti a una di queste dobbiamo almeno in misura preponderante quei fenomeni di spianamento in grande stile che durante l'alto Oligocene ed il basso Miocene diedero origine al grande penepiano istriano-triestino intravisto e descritto dal Krebs. Alla genesi di questo penepiano contribuì largamente anche il Paleotimavo, sicchè ad esso ed ai suoi antichi affluenti va attribuita in modo preponderante l'abrasione e la peneplanizzazione dell'anticlinale del Carso triestino, anticlinale che è in gran parte conseguenza diretta dell'orogenesi dinarica. A questa lunghissima fase di peneplanizzazione precarsica ne successe un'altra di erosione fluviale, corrispondente alla fase iniziale del carsismo.

Ora è ben chiaro che le fasi di erosione in generale sono da considerarsi pure come fasi di stabilizzazione degli alvei fluviali; stabilizzazione che avviene per incassamento, ovvero per approfondimento degli alvei stessi ad opera dei rispettivi corsi d'acqua passati a uno stadio più o meno spiecatamente torrentizio. E' strano dunque e sotto qualche aspetto anche contraddittorio che le deviazioni del Paleotimavo a noi note, siano avvenute proprio nel tempo in cui il fiume s'era venuto a trovare in fase torrentizia. Il fatto è nel contempo alquanto singolare, giacchè sugli estesi pianori calcarei dell'Istria, pur tanto vicini a quello di Trieste, le condi-

zioni appaiono in generale ben differenti, essendo per lo più della massima evidenza che quei corsi d'acqua che attraversavano il territorio calcareo del Carso di Buie, come quello assai vasto dell'Istria sudoccidentale, una volta entrati in fase di erosione non abbandonarono più i loro alvei, ma continuarono ad approfondirli (salvo qualche singola eccezione locale di ben scarso rilievo) fino alla loro scomparsa per carsismo. Nei due casi in cui questi non scomparvero (Quieto ed Arsa) continuarono a incidere sempre più profondamente i loro grandi solchi a V nella compagine stratigrafica calcarea, fino a tanto che la successiva, recente ingressione marina non giunse ad invaderne i fondi valle che finirono in parte con l'impaludarsi. In verità deviazioni ci furono anche in Istria e tali da trasformare sensibilmente l'antica rete idrografica epigea, ma per cattura manifestatasi per lo più già nel Flysch e talora col concorso di fattori che ho esaminato in altro lavoro.

Per il Paleotimavo si sarebbe senz'altro tentati a prima vista di attribuire le suddette deviazioni a semplici fenomeni di cattura: ipotesi sostenibile in qualche caso, ma non in tutti i casi. Particolarmente due di questi non possono essere spiegati in tal modo. Essi sono: il passaggio del Paleotimavo attraverso la Soglia di Sesana per raggiungere il Vallone di Brestovizza con relativo abbandono del grande Solco di Aurisina, e il prolungamento del Solco di Brestovizza verso il Vallone di Selz e cioè oltre il Vallone di Doberdò: un attraversamento questo che sorprende e disorienta.

Approfittando del contributo assegnatomi dal Consiglio Nazionale delle Ricerche per studi Geologici, Geoidrologici e mineralogici sul territorio di Trieste, trovai interessante dedicare recentemente una serie di escursioni sul Carso triestino a completamento di osservazioni fatte già nel biennio 1940-1942 in territori passati successivamente alla Jugoslavia, e ciò nel tentativo di portare maggior luce su tale argomento.

* * *

I principali alvei fluviali che incidono la superficie largamente ondulata dell'altipiano carsico triestino sono: il Solco di Brestovizza, il Solco di Selz, il Solco di Sinadole, il Solco (o Soglia) di Sesana, il Solco Corgnale-Basovizza, il Solco Roditti-Corgnale, il Solco di Aurisina, il Solco di Trebiciano (prolungamento di quello di Castelnuovo) il Solco di Lipizza e infine il Vallone di Doberdò.

Ritengo che la più antica via, a noi nota, percorsa dal Paleotimavo sia la seguente. Il fiume scendeva dalla Soglia di Corgnale e passando ai piedi della breve catena del Monte Castellaro e del Monte Concusso, giungeva in corrispondenza di Basovizza nelle cui vicinanze confluiva col cospicuo fiume proveniente dal Solco di Castelnuovo, che come suo affluente di sinistra ne raddoppiava quasi la portata. Quindi proseguiva ingrossato verso NO lungo il Solco di Trebiciano e lungo il successivo Solco di Aurisina. Giunto infine nelle vicinanze di Duino, usciva dal territorio calcareo e, presumibilmente poco dopo, scorrendo sul Flysch allora ancor in posto, si congiungeva con il grosso fiume che proveniva da N e il cui percorso corrispondeva ai valloni oggi abbandonati di Chiapovano (a NE di Gorizia) e di Doberdò (a S di Gorizia). E' superfluo dire che questo fiume, facente parte dell'attuale

sistema isontino, prima di entrare nel territorio calcareo di Doberdò riceveva alla sua sinistra il Frigido (Vipacco).

Le ardite esplorazioni subacquee eseguite recentemente con gran rischio dalla Sezione Geospeleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste nell'abisso di Trebiciano, ha portato a risultati i quali fanno ritenere che il ramo del Timavo ipogeo passante per quest'abisso (Lago Boegan - Lago Timeus e Grotta Lindner) provenga da SSE e non da E come si ammetteva in precedenza. Questo fatto posto in relazione colle idee sullo sviluppo della rete idrografica ipogea nei terreni calcarei soggetti a carsismo, costituisce un indizio non trascurabile in favore all'asserto riguardo l'antica via Corgnale-Basovizza-Trebiciano ecc, che il Paleotimavo avrebbe percorso in un primo tempo. La deviazione lungo il Solco di Lipizza tra il Monte Ripido e il Monte dei Pini, sarebbe avvenuta perciò successivamente sicchè ad un certo momento, imboccata questa nuova via, il Paleotimavo sarebbe rientrato ancora nel Solco di Aurisina a poco meno di una decina di chilometri più a valle e cioè presso Villa Opicina, ove si sarebbe unito un'altra volta col fiume di Castelnuovo.

Compiuta questa parziale deviazione il Paleotimavo non stabilizzò tuttavia molto a lungo il suo corso, ma scelse una terza strada attraverso il Solco di Sesana per gettarsi nel Vallone di Brestovizza, abbandonando con ciò definitivamente il Solco di Aurisina. Questo terzo percorso del Paleotimavo può essere perciò così tracciato schematicamente: San Canziano, Soglia di Corgnale, Solco di Lipizza, Solco o Soglia di Sesana, Vallone di Brestovizza, Vallone di Doberdò-Lisert: un percorso ad ansa nel tratto superiore che si potrebbe definire in un certo senso come vizioso e irrazionale, specie se si considera l'attraversamento della notevole catena di colline, o cordone, come lo chiama con chiara figurazione il Marussi, che si sviluppa tra il Solco di Lipizza-Aurisina ed il Vallone di Brestovizza fin presso la confluenza col Vallone di Doberdò.

Infine il corso d'acqua che percorreva il Vallone di Brestovizza, il quale nel tratto a monte della strada Sesana-Storie era con ciò venuto a trasformarsi in un affluente di destra del Paleotimavo stesso, catturava quest'ultimo attraverso la Soglia di Divaccia. Con ciò il corso del Paleotimavo veniva rettificato ed il fiume abbandonava per sempre la grande ansa Corgnale-Lipizza-Sesana.

Presumibilmente non molto tempo dopo quest'ultimo fatto, anche il grosso corso idrico corrispondente ai Valloni di Chiapovano e Doberdò-Lisert, abbandonava quest'ultimo vallone e sfiorando la parte terminale dell'anticlinale calcarea di Trieste che tra Monfalcone e l'attuale confluenza Isonzo-Frigido si chiude ad ellissoide, s'insinuava tra le colline marno-arenacee di Farra ed il Carso di Doberdò in maniera da coincidere all'incirca con la via percorsa oggi dall'Isonzo a valle della suddetta confluenza. Nel contempo il Paleotimavo che proveniva ormai dal Vallone di Brestovizza, proseguiva ancora per breve tratto lungo il Vallone di Doberdò a valle del lago omonimo, ma raggiunta la zona del lago di Pietrarossa, deviava verso NO secondo l'andamento del Vallone di Selz, per ricongiungersi forse ancora col grosso fiume deviato proveniente da N.

Secondo questi concetti il Vallone di Selz risulta dunque essere il pro-

lungamento del Vallone di Brestovizza, prolungamento avvenuto pertanto in un secondo tempo.

Compiute queste trasformazioni principali, la rete idrografica epigea del territorio in esame veniva poco a poco a scomparire per carsismo e ci rimanevano a sua testimonianza gli alvei morti ora schematicamente descritti.

* * *

Come detto fin da bel principio, a noi interessa soprattutto d'indagare sulle cause che provocarono le molteplici deviazioni del Paleotimavo, proprio in un periodo che avrebbe dovuto essere di stabilizzazione degli alvei fluviali in territorio, come questo, a costituzione calcarea omogenea.

La genesi di alvei fluviali più o meno incassati, corrisponde senza dubbio a fasi di ringiovanimento delle reti idrografiche epigee: segna cioè, in generale, il passaggio da fasi di deiezione o di equilibrio a fasi torrentizie. Queste di solito, e particolarmente nel caso in esame, vanno attribuite a movimenti bradisismici ascendenti. Ora se consideriamo, come è del tutto logico, che la formazione e il contemporaneo spianamento dell'anticlinale di Trieste, sede dell'attuale carso omonimo, è d'attribuirsi cronologicamente all'orogenesi dinarica Oligocenico-miocenica, mi sembra altrettanto logico, per le ragioni già esposte in altri miei lavori, che la fase di ringiovanimento e perciò di bradisismo ascendente verificatasi dopo il suddetto spianamento, debba essere messa in relazione con l'orogenesi o crisi alpina tortoniano-pontica, nel senso di una ripercussione della stessa. Ma è pure risaputo che i grandi fenomeni orogenetici si manifestano per spinte successive, cioè con fasi di massima intensità alternate a fasi di rilassamento o di stasi. Pertanto è facile immaginare come da ciò possano derivare movimenti del suolo in senso verticale e a spiccato carattere oscillatorio, in estese plaghe concomitanti a quelle d'intenso corrugamento ma non interessate dal corrugamento stesso: si avrebbe cioè una scomposizione in senso verticale delle spinte tangenziali: scomposizione positiva o negativa a seconda dei casi e delle circostanze; talora anche per semplice reazione isostatica.

Nel caso nostro possiamo quindi ammettere senz'altro che dalla metà del Miocene al principio del Pliocene, si sia sviluppato nel territorio triestino-istriano un movimento bradisismico ascendente però a carattere tipicamente oscillatorio, con stadi d'innalzamento a cui succedevano stadi di abbassamento del suolo, e sia pur brevi periodi di relativa stasi. La risultante finale però, data la prevalenza del movimento positivo, corrispose a un notevole innalzamento del penepiano miocenico sul livello del mare. Tale innalzamento raggiunse in più settori quote di parecchie centinaia di metri (Istria interna, altipiano della Ciceria, altipiano di Trieste, ecc.).

Presumibilmente dette oscillazioni furono più ampie, più sentite nel territorio triestino, data la sua maggior vicinanza alla zona di corrugamento delle Giulie e per tanto furono quivi più sensibili gli effetti sulla rete idrografica epigea.

Ritengo superfluo citare esempi per dimostrare che le caratteristiche stratigrafiche di vari territori, logicamente interpretate, confermano in modo manifesto lo svolgimento in vari periodi geologici, di fasi bradisismiche positive o negative a carattere oscillatorio: vi interferirono pure con sensibili effetti oscillazioni più o meno ampie del livello marino, comunque una di queste, a ri-

sultante discendente, ebbe a manifestarsi anche in Istria durante considerevole parte del Luteziano medio. Nel caso nostro però sarebbe sconveniente chiamare in causa per semplice analogia tale fenomeno come «*Deus ex machina*» solo perchè ci fa comodo; ritengo invece opportuno citare qualche indizio a sostegno dell'accennata ipotesi.

A un accorto osservatore non può sfuggire che i grandi solchi di Corgnale-Basovizza, Roditti, Trebiciano, Aurisina e Lipizza, non presentano per nulla il ben noto profilo trasversale a V delle tipiche valli di erosione torrentizia, bensì un profilo a U per lo più straordinariamente aperta. Infatti i loro fondivalle larghi due o tre Km., nonostante le ineguaglianze e le asperità impresse dal carsismo, si presentano nel complesso come superfici di spianamento vere e proprie, comprese tra modesti allineamenti o cordoni di colline che mai le sovrastano più di 200 o 300 m. al massimo salvo le vette del Concusso e del Castellaro le quali sono un po' più elevate. E' ovvio pertanto ammettere che lungo questi fondivalle incisi dal Paleotimavo in vari periodi di ringiovanimento della rete idrografica epigea, detto fiume abbia lungamente divagato, mutando in ampie U le sezioni delle valli che in origine dovevano essere più strette ed avere la forma a V. Come ovviamente abbiamo detto in precedenza, i sunnominati solchi non furono incisi dal nostro fiume contemporaneamente, bensì, com'è logico, in tempi successivi: almeno tre furono per tanto gli stadi principali a carattere torrentizio, e due quelli a carattere di divagazione e cioè di deiezione fluviale manifestatisi con ritmo alternato. Ciò significa che nel contempo la fase bradisismica ascendente fu interrotta per due volte almeno da altrettante interfasi discendenti.

Durante gli stadi di erosione ci furono dei torrentelli o torrenti che incidendo più o meno profondamente i rilievi fiancheggianti il corso del fiume ed abbassando talora fortemente i relativi spartiacque in punti determinati, vi formarono delle insellature le quali nelle successive fasi di divagazione poterono essere superate dal fiume col concorso dell'alluvionamento in grande stile della sua valle. Lo slabbramento completo verso N del più antico solco Corgnale-Basovizza, sarebbe stato appunto preparato dall'azione di uno di questi torrenti e dal rispettivo sistema di affluenti.

Presumibilmente nella prima interfase di deiezione, l'accumulo d'ingenti quantità di materiali alluvionali specie presso Basovizza alla confluenza del fiume di Castelnuovo col Paleotimavo, inceppando il deflusso, determinarono la deviazione di quest'ultimo lungo il Solco di Lipizza. Ma il Solco di Lipizza essendo largo più di 3 chilometri indica, credo, con chiarezza, che il Paleotimavo deve aver in esso lungamente divagato e mutato forse del tutto e ripetutamente il suo corso nell'ampio ambito presentato ora dal solco stesso, trasformando le sue originarie caratteristiche morfologiche.

Il terzo solco in ordine cronologico è quello di Sesana detto anche Soglia di Sesana per la brevità del suo sviluppo longitudinale. Esso però ha conservato pressochè inalterata la originaria sezione a V e presenta un fondovalle d'ampiezza appena sufficiente al passaggio di un grosso corso d'acqua, quale poteva essere in quei tempi il Paleotimavo.

Particolarmente in questo caso trovo impossibile ammettere che due minuscoli torrentelli scendenti da un antico spartiacque verso il solco di Lipizza ad occidente e verso il Vallone di Brestovizza ad oriente, fossero riu-

sciti a incidere così profondamente l'allineamento dei colli calcarei di Sesana, fino a determinare addirittura il catturamento del Paleotimavo da parte del torrentello fluente verso il vicino Solco di Brestovizza. Se il Paleotimavo si fosse trovato costantemente in fase torrentizia sarebbe sfuggito senz'altro e con tutta facilità a tale cattura, dato il suo volume d'acqua immensamente maggiore e la relativa sua maggior forza di erosione su rocce della medesima costituzione e resistenza. Non si tratta quindi, a mio modesto avviso, di una cattura, ma particolarmente in questo caso dovrebbe trattarsi di una deviazione, attribuibile a un esteso processo di alluvionamento, con conseguente ingombro degli alvei spece nella zona di confluenza del Paleotimavo con il fiume di Castelnuovo e nel vasto settore quasi pianeggiante tra Villa Opicina e Sesana. Nel tempo di questa sua seconda deviazione, il Paleotimavo (come il Corso idrico di Castelnuovo) doveva trovarsi in fase accentuata e prolungata di divagazione e, logicamente, questa fase non poteva essere altro che una conseguenza di un pronunciato interstadio bradisismico discendente forse in parte combinato con una risalita del livello marino. E' da presumersi che durante questa fase sia avvenuta pure la deviazione del paleofiume di Castelnuovo per il Solco Roditti-Cornale.

Avvenute queste deviazioni e ripreso tosto il movimento positivo del suolo, il Solco di Brestovizza, divenuto valle del Paleotimavo, si approfondiva sempre più mentre il prolungarsi verso Divaccia dell'antico torrente di Brestovizza, divenuto affluente di destra del Paleotimavo nel tratto a monte della strada Sesana-Storie, come già detto, determinava in fine la cattura del Paleotimavo attraverso la soglia di Divaccia, e questa, data la configurazione del suolo, fu una cattura vera e propria senza attenuanti di sorta.

A questa cattura dobbiamo senz'altro il fatto che la Soglia o Solco di Sesana, ha potuto conservare inalterata la sua sezione di carattere prettamente torrentizio, quale doveva avere in quel momento.

Pure il grande e profondo Solco di Brestovizza ha potuto mantenere, nel complesso, abbastanza bene le caratteristiche morfologiche di un alveo torrentizio ed anche per questo motivo lo possiamo considerare l'ultima, più recente via epigea del Paleotimavo, dando con ciò piena ragione al Marussi.

Per quanto riguarda la deviazione verso O del paleofiume che proveniente dal Solco di Chiapovano correva lungo il Vallone di Doberdò da N a S e ne usciva dal tratto del Lisèrt presso S. Giovanni di Duino, dobbiamo pure ammettere che sia dovuta a un fatto di rapido alluvionamento; fatto che determinò nel contempo il prolungamento del Paleotimavo dal lago di Pietrarossa verso Selz e che diede origine a quest'ultimo vallone nella successiva ripresa del movimento bradisismico ascendente, manifestatasi in forma energica e decisiva. Ciò finì col portare tutta la regione in fase prettamente carsica, fase che non subì altre interruzioni fino ai nostri giorni.

Riepilogando e riordinando un po' le idee, i fatti si sarebbero svolti, in linea di massima, come segue:

I Inizio della fase bradisismica ascendente; ringiovanimento della rete idrografica epigea su tutto il penepiano miocenico; stabilizzazione temporanea della stessa lungo solchi vallivi a carattere torrentizio ed inizio del carsismo. Un affluente di destra del Paleotimavo con esteso bacino

imbrifero nell'area di Lipizza, prepara le condizioni propizie alla prima deviazione dello stesso Paleotimavo.

II Prima interfase o stadio di alluvionamento, per temporaneo moto negativo del suolo. I paleofiumi rientrano in fase di divagazione; soltanto i piccoli torrenti discendenti lungo i versanti delle valli e dalle alture permangono, più o meno, in fase di erosione. S'interrompe su vaste estensioni il processo iniziale del carsismo. Il Paleotimavo devia verso Lipizza. S'intensifica ancora il processo di alluvionamento e il Paleotimavo ormai divagante cambia, forse ripetutamente, il suo corso nell'ambito del Solco di Lipizza tra il Monte Ripido e il Monte dei Pini. Finalmente l'accumulo di ingenti masse alluvionali specie nel settore di Villa Opicina alla confluenza del Paleotimavo col fiume di Castelnuovo, costringe il Paleotimavo a trascinare oltre la Soglia di Sesana, già sensibilmente abbassata. Il nostro fiume si getta così definitivamente nel Solco di Brestovizza, già tracciato in precedenza dal modesto corso d'acqua omonimo che traeva origine dal settore di Divaccia. Il paleofiume di Castelnuovo si ricongiunge col Paleotimavo attraverso il Solco Roditti-Corgnale.

III Riprende il movimento positivo del suolo; si riattiva e si estende il processo carsico; gli spandimenti della rete idrografica epigea si fanno via via più sensibili specie attraverso i materiali alluvionali largamente diffusi o addirittura ingombranti letteralmente i fondivalle dei solchi abbandonati dal Paleotimavo; scompare il paleofiume di Castelnuovo, non per cattura da parte della Rosandra, ma per carsismo sviluppatosi nel suo tratto più elevato a SE di Roditti. L'altezza del suolo in questo settore e soprattutto l'approfondirsi del complesso di sinclinali del Quarnero, Quarnerolo e Golfo di Fiume per una locale più energica ripercussione della crisi alpina sul preformato sistema di pieghe dinariche, sono le cause di tale anticipata scomparsa. Infatti per l'insieme di queste circostanze venne ad accrescere rapidamente il drenaggio dell'acqua di base verso il Quarnero-Golfo di Fiume, abbassandone il livello.

Quando la Rosandra (torrente Botazzo) erodendo il Flysch raggiunse il prolungamento del Solco di Castelnuovo presso Cosina, il relativo paleofiume non esisteva più; altrimenti al limite tra calcare e Flysch nel punto di cattura, ci sarebbe all'orlo dell'altipiano carsico un adeguato solco di erosione che invece non esiste affatto.

D'altronde se il paleofiume di Castelnuovo fosse stato sorpreso dal rinnovarsi del movimento bradisismico ascendente mentre occupava ancora il vasto solco a U Trebiciano-Aurisina, questo si sarebbe approfondito ulteriormente e avrebbe assunto lungo il percorso del fiume i caratteri tipici di un solco torrentizio a V, mentre ciò non si avverte per nulla, nè ci sono terrazzi di erosione ad indicare un simile fatto.

Nella stessa fase bradisismica ascendente avveniva pure la cattura del Paleotimavo attraverso la Soglia di Divaccia.

IV Nuovo abbassamento del suolo e nuova fase di rapido alluvionamento interessante il settore di Doberdò e del basso Vallone di Brestovizza; deviazione verso O del Paleofiume che provenendo dal Solco di Chiapo-

vano aveva inciso anche quello di Doberdò, e prolungamento del Paleotimavo verso Selz.

Debbo attribuire ad un ultimo e rapido alluvionamento questi fatti interessanti il settore di Doberdò, data la morfologia ancor relativamente fresca e tipicamente torrentizia dei solchi ivi scolpiti; questa altrimenti sarebbe stata del tutto diversa, come ad esempio nel caso dei solchi di Aurisina, Trebiciano e Lipizza. Del resto nel territorio di Doberdò, come pure in vari altri del Carso triestino, sembra d'intravedere le tracce di una precedente morfologia superficiale cancellata in gran parte dalle abrasioni, che sarebbe impossibile ricostruire.

- V Ripresa decisiva dell'attività bradisismica ascendente; temporeneo ritorno del Paleotimavo nel solco Doberdò-Lisèrt a valle del lago di Pietrarossa; successiva totale scomparsa del Paleotimavo epigeo a valle della conca di Auremio; scomparsa progressiva per dissoluzione e per fluitazione (da parte di acque vadose superficiali) nelle diverse accidentalità carsiche, in continuo sviluppo, dei materiali alluvionali accumulati in gran massa nei vari solchi fluviali abbandonati.

* * *

Tracciato questo quadro in forma assai schematica e riassuntiva e dichiarato senz'altro che quanto detto deve essere considerato in parte quale semplice ipotesi di lavoro, concludo affermando che il molto discusso problema della completa scomparsa dei materiali alluvionali che in origine dovevano ingambrare i sovraccennati solchi fluviali abbandonati, potrà forse trovare una accettabile spiegazione, solo ammettendo che tale abbandono sia avvenuto in tempi relativamente lontani e ciò non oltre la prima metà del Pliocene e nella maggior parte dei casi già verso la fine del Miocene.

BIBLIOGRAFIA

- BOEGAN E. — *Il Timavo; studio sull'idrografia carsica subarea e sotterranea* — Trieste, 1938.
- D'AMBROSI C. — *Osservazioni geo-idrologiche preliminari presso Trieste* - - Bollett. Soc. Adriat. di Scienze Nat. Trieste, Vol. XLVI - 1951-1952.
- KREBS N. — *Verbogene Verebnungsflächen in Istrien* — Geogr. Jahrb. aus Oesterr.; Wien, 1906.
- KREBS N. — *Die Halbinsel Istrien; Landeskundliche Studie* — Pcncks Geogr. Abhandl.; Leipzig, 1907.
- KREBS N. — *Morfogenetische Skizzen aus Istrien* — Jahrb. d. Deutsch. Staats Oberreal Schule; Trieste, 1903-1904.
- MARUSSI A. — *Il Perleotimavo e l'antica idrografia subarea del Carso triestino* — Boll. Soc. Adriatica di Scienze Nat. Trieste, Vol. XXXVIII, 1941.

CARTE TOPOGRAFICHE

- Istituto geografico Militare, Firenze* fogli 1:100.000: XXV (Gorizia); XXVI (Postumia); XXIX (Trieste); XXX (Fiume).
- Tavolette* 1:25.000 XXV I SE, I SO, II completo. III completo, IV SE, IV SO; XXVI III SE, III SO, III NO; XXIX I NE, I NO; XXX I NO, I SO, IV completo.

CONCREZIONI ANOMALE IN UNA CAVERNA NATURALE ALL'INTERNO DI UNA MINIERA DI FERRO A VALDICASTELLO (LUCCA)

Premessa

Durante la scorsa estate 1954 avevo in corso una campagna di ricerche speleologiche nelle Alpi Apuane, quando mi furono mostrati alcuni campioni di stalattiti anomale di notevole bellezza. Poichè esse rappresentano un fenomeno abbastanza raro, decisi di compiere una ricognizione al luogo da cui provenivano. Compii due sopralluoghi, nei giorni 11 e 17 agosto, alla principale delle cavità indicatemi, eseguendovi numerose fotografie con l'ausilio di sole lampade a carburo. L'impressione che ho riportato da tali visite superò ogni idea che potevo essermi fatto secondo la descrizione di coloro che me ne avevano parlato.

Posizione della cavità

La cavità naturale in cui si trovano le concrezioni anomale, che formano oggetto di questa comunicazione, è sita all'interno d'una miniera di ferro (ematite, pirite, limonite) — gestita dalla Società Anonima E.D.E.M. — che si trova in località S. Anna, ad un'ora di cammino da Valdicastello Carducci (Comune Pietrasanta, Provincia di Lucca).

Posizione: Tav. I.G.M. 1:25.000 — 104 I NO;

Coordinate (sistema U.T.M.:))

Staz. alta teleferica trasporto materiale: 32T PP 02976948

Imbocco galleria principale: 32T PP 03246969

Via d'accesso: lasciata a Valdicastello la carrozzabile, si segue la mulattiera per S. Anna fino ad un gruppo di case (q. 420 circa) dopo il quale si volta a destra per un ripido sentiero; giunti ad una fonte, si volta a sinistra, proseguendo in lieve salita fino alla miniera (stazione alta teleferica). Si seguono poi i binari della Decauville fino all'ingresso principale della miniera. La cavità si apre all'interno di questa, a circa 250 metri dall'ingresso. L'entrata è chiusa con una porta in legno.

Descrizione della cavità

La cavità consiste di un ampio salone, di forma lenticolare, inclinato di circa 10°. Dimensioni in pianta: circa metri 100 per 70. Altezza variabile, fino a circa 20 metri.

A fianco, e comunicante col salone per ampio tratto, si trova un'altra cavità analoga, lunga una sessantina di metri, completamente priva di con-

crezioni perchè apertasi nello scisto, per franamento di parte di questo nella sottostante caverna.

E' poco probabile che esistano diramazioni: ma anche dove le concrezioni ed i depositi di argilla non ostruiscono le fenditure della roccia, il pericolo di frane, grave per la friabilità della roccia, ne sconsiglia l'esplorazione.

Quando si entra nella caverna, subito dopo la porta di legno, si scende una scaletta di ferro a pioli (m. 4) e si raggiunge quindi il pavimento della cavità, nella sua parte superiore. Esso è ingombro di grandi massi di calcare, ematite, scisti. Poche, e annerite dal fumo delle mine, le stalattiti sulla volta.

Si discende verso destra per una ventina di metri, e si giunge in una vasta zona (m. 30 x 40) molto ricca di stalattiti e stalagmiti; i massi sul pavimento sono ricoperti da grandi colate, candide o lievemente gialline, che conferiscono alla caverna l'aspetto di un ghiacciaio.

Proseguendo ancora, si arriva ad una fossa, priva di concrezioni, che termina contro una parete della cavità. Si risale quindi sulla sinistra per una quindicina di metri, sempre in mezzo ad uno scenario fantastico di stalattiti e stalagmiti. Superato un «altopiano» di una ventina di metri, si discende verso la parte inferiore della caverna (altri 20 m.). Lì la parete forma una sorta di nicchia, che s'inoltra con volta assai bassa per parecchi metri. Il pavimento è ricoperto da uno strato d'argilla imbibita d'acqua, con alcuni eleganti laghetti circondati da incrostazioni e cristallizzazioni candidissime. La volta e le pareti formano uno scenario veramente fantastico per ricchezza e varietà di stalattiti: un vero «paradiso delle eccentriche». La maggior parte delle concrezioni è candida. Vi fanno spicco alcune concrezioni anomale gialle, rosse e persino nere. In altri punti, dalla volta nera di ematite si irradiano cristalli aghiformi trasparentissimi e candide stalattiti dalle forme più bizzarre e contorte; talora invece perfettamente lisce e rettilinee, verticali, con un diametro costante di pochi millimetri.

Volgendo un poco a sinistra, si supera un conoide detritico, ridiscendendo in un ambiente più vasto: anche qui il pavimento, perfettamente piano, è ricoperto da uno spesso strato di argilla, ma è per lo più essiccato e poligonalizzato, in cui si notano numerosi crateri di stillicidio. In alcuni punti l'argilla è ricoperta da un crostone calcareo di vario spessore, testificante che la deposizione non è recente.

Il pavimento è ad un livello un poco inferiore a quello del «paradiso delle eccentriche» e rappresenta il punto più basso della cavità. La volta è molto alta e quasi priva di stalattiti.

Risalendo sulla sinistra un conoide detritico, composto dalla degradazione dei soprastanti scisti, si giunge dopo un ventina di metri alla «Chioma della Gorgone», eccezionale concrezione composta da numerosissime stalattiti anomale capilliformi (diametro 2-5 mm.) molto lunghe ed aggrovigliatissime, che pendono dalla volta. Il loro colore è giallo chiaro.

Continuando a salire per altri dieci metri, si giunge alla cavità laterale dalle pareti scistose prive di concrezioni. Volgendo invece nuovamente a sinistra, in lieve salita, si torna, dopo una cinquantina di metri, alla scaletta di partenza, che appare dinanzi all'improvviso, inattesa, poichè la vastità

e complessità della caverna, solo per breve tratto rischiarata dalle lampade a carburo, toglie alquanto il senso dell'orientamento.

Tutto il centro della vasta sala è occupato da grandi massi franati, su cui si elevano numerose stalagniti, alcune delle quali, spezzate e frante «ab antiquo» e poi ricreseiute in verticale, presentano caratteristici angoli. Vi si notano poi altre concrezioni: tendaggi sonori, candide cascate stalattitiche dagli aspetti bizzarri: la «capannuccia», la «nave», costituita da un grande masso, a forma di barca, su cui sono cresciute stalagmiti in guisa di alberi e di prora conferendogli l'aspetto caratteristico di nave.

Le concrezioni

Nella parte alta, presso l'ingresso, le stalattiti sono state danneggiate (rotte od annerite) dalle esplosioni delle mine; molte, purtroppo, sono state vandalicamente asportate.

La parte bassa in complesso si presenta quindi più bella ed intatta. In essa si trova la maggior parte delle concrezioni anomale.

Consideriamo dapprima quelle elicoidali ed i fenomeni di cristallizzazione raggiata.

Le prime possono ritenersi stalattiti subacquee, — accresciutesi, — a conferma dell'ipotesi espressa dal collega Dott. Sommaruga — per effetto delle differenze di concentrazioni e delle variazioni ambientali fra le litoclasti delle rocce circostanti e la caverna invasa dalle acque. Le precipitazioni seguono pertanto i filetti di corrente: le concrezioni presentano un andamento spiraloideo irregolare, raramente ramificate; mancano di canale interno; sono in prevalenza bianche, cristalline, talora candide ma opache — microcristalline —, alcune ricoperte da uno strato nero, dovuto evidentemente a variazioni della mineralizzazione delle acque generatrici (trasportanti particelle di ematite e pirite).

I fenomeni di cristallizzazione raggiata sono pur essi caratteristici di depositi subacquei. Essi si distinguono per l'assoluto candore e trasparenza degli aghi cristallini che li compongono. Questi hanno sezione di pochi millimetri di lato, e lunghezza variabile tra i 5 ed i 20 centimetri. Tali concrezioni sono certamente tra le più belle della caverna.

A queste anomale subacquee si mescolano e sovrappongono stalattiti, talora anche irregolari, di tipi nettamente subaerei, molte tuttora in fase di accrescimento. Si notano stalattiti sottili cilindriche, ben canalizzate, da cui sporgono brevi ramificazioni secondo i piani di cristallizzazione della calcite. Spesso anche, da sottili e cilindriche, si trasformano scendendo in ammassi informi, ricoperti di piccoli cristalli, dall'aspetto spugnoso, molto più grossi del corpo cilindrico.

In conclusione, si può presupporre che a periodi di svuotamento si siano alternati periodi di allagamento della caverna.

Impressionanti, e direi inspiegabili, sono le concrezioni che compongono la «Chioma della Gorgone». Sottili, lunghissime, ramificate, aggrovigliate oltre ogni immaginazione, compatte e prive di canale interno. La posizione piuttosto elevata, rispetto al fondo della caverna, e la mancanza nelle vicinanze di altri tipi di anomale subacquee, le potrebbe far anche ritenere subaeree: la questione resta tuttora insoluta.

Altri fenomeni interessanti: crateri di stillicidio e perle di grotta

Come abbiamo ricordato, sono stati notati numerosi crateri di stillicidio nell'argilla, nella parte inferiore della caverna. Essi sono da riconnettere con la notevole altezza della volta in quel punto. Profondità da cinque a dieci centimetri, diametro all'imbocco circa pari alla profondità. Si aprono su un suolo argilloso perfettamente piano, ben poligonalizzato, e pertanto non sono accompagnati né da campi solcati né da altri fenomeni di dilavamento dell'argilla.

Sono state trovate inoltre numerose perle di grotta, di modeste dimensioni. Il loro colore varia dal giallo al bianco; la superficie è talora liscia e talora rugosa. La cosa più notevole è che alcune di esse, invece di avere la caratteristica forma sferica, sono sagomate come trottole, indizio indiscutibile che la loro generazione si è avuta per rotazione intorno ad un asse fisso. Tale fenomeno può ritenersi abbastanza raro, perché non è facile che l'asse di rotazione resti immutato a lungo, essendo ovviamente soggetti ad usura anche i suoi due punti di contatto. Solo particolari conformazioni delle rocce circostanti rendono possibile tale fenomeno. Come ciò praticamente avvenga resta da chiarire.

Cavità minori nelle vicinanze

Numerose altre cavità simili sono state rinvenute nelle vicine miniere; quasi tutte abbondano di concrezioni anomale; si tratta però di cavità di dimensioni assai minori che spesso si riducono a fenditure impraticabili.

Purtroppo quest'anno non ho avuto tempo di esplorarle. Uno studio completo della cavità descritta, però, non potrebbe dimenticarle.

Conclusioni

La grande varietà delle concrezioni anomali osservate ci induce a ritenere necessario uno studio più approfondito ed in primo luogo corredato da accurate ricerche cristallografiche, chimiche e microscopiche, sia nella cavità principale che in quelle minori, ricche di anomale talora, per quel che mi fu mostrato, anche più belle. Un particolare fenomeno da studiare sarebbe poi quello delle perle a «trottola».

Resta da dire due parole sul valore turistico della caverna: sotto questo aspetto essa presenta il massimo interesse. A parte le concrezioni anomale, è quasi tutta stupenda per l'imponenza e la quantità di concrezioni, nonché per il loro candore, che fa vivo contrasto con il nero della volta.

Un'attrezzatura turistica sarebbe realizzabile, perchè la grotta è facilmente raggiungibile e più facilmente percorribile. Occorrerebbe una buona illuminazione elettrica che permettesse di apprezzarne tutta la vastità con un solo sguardo.

Agli Enti locali l'iniziativa!

Colgo l'occasione per ringraziare la S.A.E.D.E.M. d'avermi gentilmente concesso di visitare la caverna e fornito il necessario aiuto. Ringrazio in particolare il Sig. Colonnello Jacopo Mannozi, Direttore Amministrativo, il Dr. Ing. Alberto Petessi, e i Sig. Giuseppe Pieri e Paolo Del Corto.

LA GROTTA TERMALE DI ACQUASANTA (Ascoli Piceno)

Nei giorni 30 aprile, 1 e 2 maggio 1954, la Sezione Geo-speleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali, di Trieste, aderendo all'invito della Soc. p. A. Nuove Terme di Acquasanta, ha effettuato ricerche ed osservazioni nella grotta di Acquasanta e nei dintorni. Hanno partecipato alla spedizione:

Walter Maucci, Luigi de Martini, Vera de Martini, Steno Bartoli, Fabio Caranzulla, Ferruccio Vranich, Mario Decchi, Giorgio Cobol. Mario Gazzin, Bruno Davide.

La zona presa in esame si trova sul versante destro della valle del Tronto, dalla grotta di Acquasanta, allo spartiacque fra il bacino dei torrenti Rio e Garrafo, fino al Garrafo stesso.

Geologia della zona

Il Tronto, come pure i suoi affluenti di destra, hanno scavato il loro alveo in una ampia vallata, incidendo una serie di terreni, stratigraficamente caratterizzati come segue:

1) Calcare grigio, compatto, a fucoidi, indistintamente stratificato, presumibilmente Cretaceo. Si tratta di un limitato affioramento, lungo il torrente Garrafo, nei pressi del Mulino Gaierto. L'affioramento, non più largo di una quarantina di metri (nel punto massimo), si prolunga lungo il letto del fiume fino a poco più a monte dell'inghiottitoio della «Grotta del Fiume».

2) Calcarei rossi e rossastri, chiaramente stratificati, alquanto marnosi («scaglia» cretacea). Questa formazione, così estesa in tutto l'Appennino Centrale, è limitata qui ad un tratto relativamente breve del letto dei torrenti Rio e Garrafo. In essa, i torrenti hanno profondamente inciso un cañon sco- sceso, a pareti verticali. Gli strati sono suborizzontali, paralleli e presentano alcune rilevanti diaclasi verticali. Qua e là si riscontrano noduli e vene silicee. Verso l'alto, questi calcari si fanno gradatamente più marnosi ed assumono un colore grigio-bruno mantenendosi sempre ben stratificati. La potenza dell'intera formazione è di circa 90 metri.

3) Marna grigio-cerulea e bruna, a struttura scistosa, a stratificazione talora evidente e talora indistinta. Questa formazione, da qualche Autore ritenuta eocenica, è da riferirsi al Miocene inferiore (CANAVARI, DE LORIO, DE ANGELIS D'OSSAT, SIMONELLI, UGOLINI). Queste marne, relativamente poco argillose alla base (dove trapassano gradatamente nella «scaglia», con perfetta concordanza) e ivi chiaramente stratificate e compatte, si vanno facendo gradatamente più ricche di argilla; e passano dal colore grigio-azzurrognolo, a bruno ocraceo. Nella parte superiore si ha una specie di argilloscisto marnoso, fortemente laminato, e superficialmente alterato e friabile. Ad esso sono intercalati banchi, di varia potenza, di marne argillose compatte brune. La roccia si mantiene abbastanza compatta in profondità, e reca segni di

diaciasi verticali, e in molti punti, di fratturazioni comminute. La potenza complessiva di questa formazione è di circa 200 metri.

4) Arenarie del Miocene superiore. Si trovano soltanto alla sommità dei rilievi, sia sulla riva sinistra del Tronto (P.zo dell'Arco), sia sulla riva destra (Col della Serra, Colle Ciusolone, P.zo Murello ecc.), dove ricoprono a guida di cappello la formazione precedente. Gli strati sono regolari, concordanti con quelli sottostanti, e suborizzontali, solo in qualche punto più o meno corrugati.

5) Travertino quaternario. Questa tipica formazione di origine idrotermale, si trova esclusivamente sul versante destro della valle del Tronto, con una massa continua, da Acquasanta fino alla Rocca di S. Caterina. La roccia calcarea è bianca, grigia o leggermente giallognola, regolarmente stratificata. In diversi punti (come nei pressi della grotta di Acquasanta) il travertino appare concrezionato e anche stalattitico. In genere la struttura è porosa, ma in qualche punto è compatta e cristallina, o pisolitica. Vi sono inclusioni aragonitiche, e sono abbastanza frequenti fossili vegetali (*Quercus*, *Castanea* ecc.) ed animali (Molluschi, scheletri di *Natrix* e di Uccelli). Nella parte più bassa, al contatto con le marne mioceniche, il travertino assume una consistenza tufacea e friabile e si arricchisce di elementi estranei (ciottoli) assumendo un aspetto di conglomerato. Accanto all'imbocco della grotta di Acquasanta si ha quindi una «puddinga» con elementi calcarei, marnosi ed arenacei di notevoli dimensioni.

Morfologia superficiale

La valle del Tronto, profondamente incisa nella formazione marnosa, ha una sezione trasversale leggermente asimmetrica. Il versante sinistro, completamente marnoso (eccettuate le arenarie della sommità) è scosceso, privo di vegetazione, e cade in balze verticali là dove affiorano le testate dei banchi marnosi più compatti intercalati agli scisti. Il versante destro è più vario e meno ripido. Ciò è dovuto alla maggiore compattezza del travertino, che non si sfascia come le marne argillose, e all'azione dei torrenti Rio e Garrafo che, col loro bacino hanno inciso un modellamento secondario abbastanza complesso.

La valle del Garrafo presenta schematicamente una sezione caratteristica, legata alla successione stratigrafica. La parte più alta, arenacea, ha contorni morbidi ed arrotondati alla sommità, che è coperta di vegetazione, ma scende in pareti scoscese ed anche verticali sui fianchi della valle, dove si distinguono le testate sporgenti dei grandi banchi stratificati. Più in basso, la formazione marnosa determina versanti meno ripidi, ma fortemente incisi e modellati da piccoli ruscelli, in gran parte temporanei, con una configurazione a creste e burroni, spogli o poveri di vegetazione: il tipico paesaggio dei «calanchi».

Ancora più in basso, la «scaglia» si affossa in una forra profondamente intagliata, a pareti verticali, un tipico cañon. Pertanto, nella zona dell'affioramento cretaceo, il corso del torrente si rinserra in una specie di corridoio eroso, con grandi «marmitte» (localmente denominate «pile») e con un susseguirsi di rapide. Più a monte, dove affiorano i calcari a fucoidi compatti, si hanno anche cascate.

Idrografia epigea

Nella zona considerata, il Tronto corre in direzione NE e riceve due affluenti di destra: il Rio (con corso da SE a NO) e il Garrafo (con corso da S a N). Il Garrafo riceve due tributari semipermanenti: il Gaierto a sinistra e il Pentito a destra. Numerosi ruscelli temporanei smaltiscono, in varie direzioni le acque meteoriche e di scioglimento nivale.



Il cañon del Garrafo, inciso nella "scaglia" cretacea.

Idrografia sotterranea

Mentre le arenarie mioceniche devono essere considerate come terreno impermeabile, tutte le altre formazioni della zona considerata sono, in varia misura, attraversabili da acque percolanti. I caratteri idrologici sono però alquanto diversi da una roccia all'altra.

Nelle marne grigio-brune del miocene inferiore, la evidente scistosità rappresenta una condizione particolarmente favorevole alla penetrazione idrica, specialmente in quanto è congiunta con una fratturazione spesso comminuta e con diaclasi. La roccia si presta pertanto ad una percolazione sotterranea diffusa, senza canalizzazioni distinte. Tuttavia il contenuto argilloso della

roccia, specialmente nelle sue parti superiori, tende a limitarne la permeabilità, deviando il drenaggio dalla linea verticale e permettendo lo stabilirsi locale di limitate vene idriche incanalate.

Queste acque, almeno per la maggior parte, non confluiscono quindi verso il livello di base, e tanto meno in un'acqua freatica. Esse si limitano ad alimentare alcune sorgenti potabili, di portata molto limitata, che risentono fortemente e rapidamente delle condizioni delle precipitazioni. Queste sorgenti si trovano a quota abbastanza alta (intorno ai 600 metri, e quindi quasi 300 metri più alta del Tronto), nella zona di spartiacque tanto sul versante del Rio quanto su quello del Garrafo. Il collegamento con vene idriche localizzate è stato da noi constatato, per una di queste sorgenti, mediante la sonda geofonometrica.

Un pozzo artificiale, in corso di scavo, a Nord dell'abitato di Acquasanta, nella formazione marnosa, si riempie fino a circa 6 metri sotto all'imboccatura con acque che gemono attraverso la fratturazione comminuta. Esso non è in relazione (almeno fino al punto in cui si trovava lo scavo il giorno 2 maggio) con vene idriche, tuttavia un rilevamento geofonometrico, per quanto notevolmente disturbato dal vicino corso del Tronto, sembra indicare la presenza di acque canalizzate, a qualche metro di distanza, in direzione ENE, dal fondo del pozzo.

In complesso la formazione tende ad alimentare le acque risorgenti dal fondovalle solo molto limitatamente. La maggior parte delle acque percolanti (eccettuate quelle che alimentano le piccole sorgenti più elevate) vengono convogliate verso le litoclasti della sottostante formazione cretacea e pertanto drenate verticalmente verso livelli sensibilmente più bassi.

Per una utilizzazione di acque potabili, la roccia marnosa è di scarsa utilità. Percolanti o canalizzate che siano, le acque di sorgente, o attinte mediante pozzi, saranno sempre in scarsa quantità e a regime molto irregolare e variabile.

Molto più compatta è invece la scaglia cretacea. Il contenuto argilloso e la scarsa fratturazione, limitano notevolmente la permeabilità della roccia. La morfologia superficiale presenta i lineamenti determinati dall'evoluzione idrografica epigea in fase erosiva, con forra a cañon. Molto scarsi sono i tratti carsici, che si limitano a fenomeni strettamente localizzati e di scarsa entità. Esistono tuttavia alcune vistose diaclasi tettoniche verticali, capaci di determinare assorbimenti di acque, per quanto non si possa parlare in genere di veri punti idrovori. Lungo queste diaclasi si ha un drenaggio sotterraneo, il quale tuttavia tende a portare le acque, non in direzione del fondovalle, bensì verso quote sensibilmente più basse. La netta localizzazione delle vie di drenaggio, che decorrono isolate e non anastomosate, tagliando pile di strati praticamente quasi impermeabili, fa sì che ogni apparato carsico ipogeo resti per conto suo, con funzionamento autonomo, e suddivide pertanto le acque vadose in canali verticali indipendenti, che appena molto più in basso, in seno ai calcari a facoidi sottostanti, potranno confluire, naturalmente non in una falda freatica, bensì in un sistema canalizzato e anastomosato, molto al di sotto del livello piezometrico teorico, e pertanto sotto pressione. Si aggiunga che le impurità argillose di questi calcari marnosi tendono rapidamente ad intasare le fenditure, abbreviandone il ciclo. Le diaclasi

rimangono beanti per un tempo relativamente breve, non hanno il tempo di evolversi in veri apparati carsici sotterranei, e finiscono col chiudersi tappando la via d'acqua, e obbligando la percolazione a cercarsi un'altra strada. Questo fatto è particolarmente evidente nel piccolo inghiottitoio di Gaierto («Grotta del fiume»), che si apre sulla sponda sinistra del Garrafo. Un ramo di questa grotta si trova esattamente sotto al corso d'acqua, dal quale è separato da soli 3-4 metri di roccia. Tuttavia si ha qui soltanto una relativamente lieve infiltrazione di acque. In una roccia ben incarsita, con fratturazioni beanti, una cavità come questa sarebbe interamente inondata.

Un fenomeno di idrografia sotterranea di ben diversa entità è rappresentato invece dalla sorgente termale della grotta di Acquasanta. Qui, sul fondo di una cavità scavata nel travertino, sgorga dalla parete rocciosa una sorgente il cui regime risulta essere alquanto irregolare, e le cui principali caratteristiche sono le seguenti:

a) Portata, da un minimo di 60 litri/secondo, ad un massimo di 220 litri/secondo, con una media di 173 litri/secondo, pari a 15 milioni di litri giornalieri (PERRONE, 1903, UGOLINI, 1921).

b) Temperatura: mancano misurazioni continuative. Le pubblicazioni illustrative della Società delle Terme citano una media di 36° , tuttavia le misurazioni di UGOLINI (1921)— $31,5^{\circ}$, il 20 ottobre, e $30,5^{\circ}$ il 21 ottobre — e di PERRONE (1903) — sette misure fra il 25 maggio 1901 e il 18 novembre 1902, con un minimo di $24,5^{\circ}$ ed un massimo di 36° — si mantengono lontane dalla media suddetta. Il giorno 1 maggio 1953, noi abbiamo rilevato $24,6^{\circ}$.

c) Caratteri chimici: è acqua clorurata sodica, sulfurea, con forte odore di H_2S .

All'alimentazione di questa sorgente concorrono due fattori. Il principale è rappresentato dalla vera acqua termale, quale è riscontrabile in tempo di magra. La temperatura superiore ai 30° , l'inteso odore di idrogeno solforato e la presenza di un fine sedimento argilloso (pressochè privo di calcare e di materiali sabbiosi) denotano che non si tratta di acque risorgenti da zone di percolazione vicine. Se si tratta di acque vadose termalizzate, esse devono aver attraversato la formazione gessosa solfifera dell'Apennino, con successivi fenomeni di riduzione del C , SO_4 (comuni a molte acque del marchigiano). La temperatura di oltre 30° , considerata alla luce del gradiente geotermico, darebbe comunque una provenienza da profondità superiori ai 1000 metri. Non è da escludere poi che, almeno in parte, possa trattarsi di acque giovanili.

L'altro componente compare nelle piene. In queste occasioni si osserva:

a) Aumento forte di portata,

b) Diminuzione di temperatura,

c) Aumento di torbidezza,

d) Comparsa di un sedimento formato da 1,88% di calcare, 38,96% di sabbia quarzoso-micacea (molto simile alla sabbia del deposito alluvionale del Rio e del Garrafo) e 59,16% di argilla.

Ciò dimostra un forte inquinamento da parte di acque vadose di altra provenienza. Lo stretto legame fra gli inquinamenti e le precipitazioni denota che si tratta di acque provenienti dalla zona stessa della sorgente, e cioè di acque percolanti attraverso le formazioni rocciose circostanti.

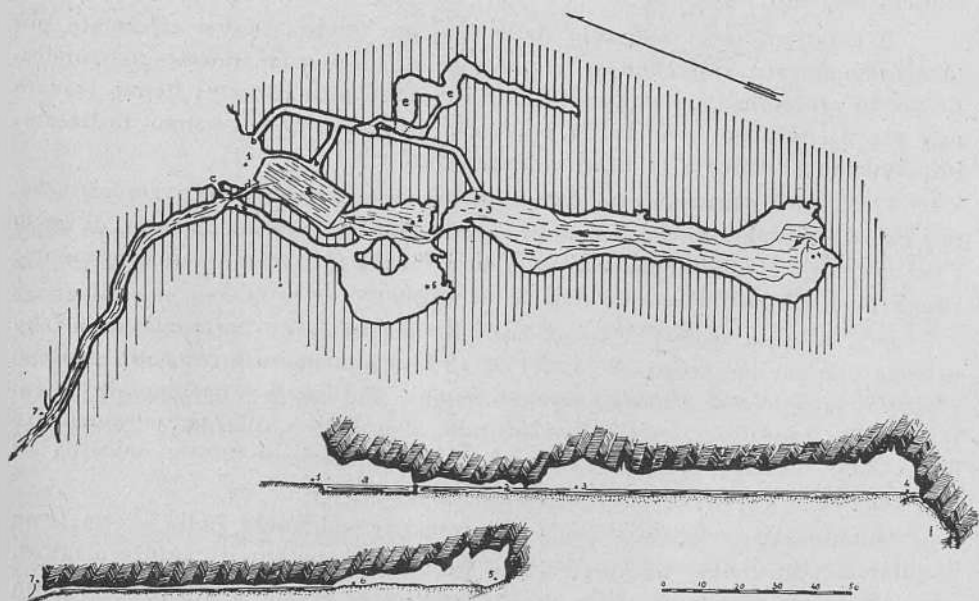
Peichè la corrispondenza fra precipitazioni e portate è abbastanza stretta si deve ritenere che l'inquinamento è dovuto ad acque vadosi locali canalizzate, di tipo carsico. E' quindi soprattutto la formazione dei calcari a fucoidi che, più di ogni altra si presta a dare questi risultati. Il carattere vaclusiano della risorgiva conferma questa deduzione. Pertanto il limitato affioramento di essi, lungo il corso del Garrafo, presso il Mulino Gaierto, rappresenta il punto più indiziato per una localizzazione delle perdite che alimentano la risorgiva. L'inquinamento dell'acqua termale costituisce un inconveniente per lo sfruttamento di essa, tuttavia non è probabile che si possa ovviarvi in modo definitivo. Volendo tamponare con cemento i principali punti idrovori (come per esempio le marmitte di erosione), prima o dopo le acque troverebbero altre vie di drenaggio, rendendo vani i lavori (come è già successo in passato). L'unico rimedio durevole (però di non facile esecuzione) sarebbe quello di deviare il torrente per un tratto di circa 200 metri, incanalandolo in modo da evitare il contatto con i calcari permeabili. Lungo l'affioramento della scaglia basterà identificare la più evidenti diaclasi e tamponarle.

La Grotta di Acquasanta

La grotta è situata a 200 metri a N+8° O dalla chiesa di Acquasanta, a poca distanza dal fiume Tronto, sulla riva destra.

L'ingresso principale (attualmente mascherato da un fabbricato) è rappresentato da un vasto portale, al contatto fra la formazione travertinosi e una puddinga grossolana a cemento friabile.

Il primo vano è uno spazioso atrio, lungo 34 metri e largo 12, con un soffitto a botte alto circa 7 metri. In questo atrio è stata ricavata una piscina,



La grotta termale di Acquasanta.

L'acqua che proviene dalle caverne seguenti, viene smaltita da un breve cunicolo artificiale, verso il ramo secondario della grotta.

La caverna della piscina comunica, attraverso uno stretto passaggio, con un altro vano, pure percorso dall'acqua, lungo 25 metri e largo da 6 a 10 metri. Questa caverna comunica, attraverso due grandi aperture, con una altra sala laterale, dal suolo coperto di fango. Da essa si diparte una galleria fangosa, che riceve, dopo 35 metri, le acque di deflusso della piscina. Questo ramo si continua con una angusta galleria, prima in direzione NO e poi O, percorsa dall'acqua, fino al secondo sbocco della grotta.

La parte più interna e più spaziosa della cavità, la cosiddetta «grotta sudatoria», ha inizio con un basso e stretto sifone, sul fondo della seconda caverna. La «grotta sudatoria» è lunga 97 metri e larga da 10 a 22. La volta, con sezione semicircolare, a profilo d'equilibrio statico, si mantiene intorno ai 10 metri di altezza. L'acqua, che scaturisce sul fondo della grotta, forma qui un modesto lago e scorre poi longitudinalmente fra due sponde argillose.

Alla «grotta sudatoria» (dove è stato costruito un pontile in legno) si accede attualmente attraverso un corridoio artificiale. Lungo il percorso di esso si incontra un'altra grotta naturale, la Grotta delle Stalattiti, di morfologia nettamente diversa ed indipendente.

Nella grotta di Acquasanta si osserva in modo evidente che l'effetto dell'acqua termominerale è soltanto secondario. Originariamente la grotta presentava una morfologia erosiva, schiettamente carsica. Il tipo è *diretto*, ma non mancano sovrapposizioni *inverse* sotto forma di camini nella volta. L'insenilimento, connesso con un periodo di regime idrico diminuito, è stato di tipo chimioclastico, ed i vani si sono assestati sul tipico profilo di equilibrio statico, con volta a botte.

Il carattere termominerale della sorgente sembra essersi affermato più tardivamente, sovrapponendosi pertanto alla originaria morfologia carsica. Le acque profonde (siano esse giovanili o vadoze termalizzate) hanno trovato una via di deflusso prestabilita nell'apparato carsico, e l'hanno utilizzata, imprimendo al sistema la propria impronta.

L'effetto è caratterizzato da una degradazione delle pareti travertinose, per cause chimiche. Si notano inoltre concrezioni aghiformi di zolfo, di gesso e di epsomite. Il sedimento argilloso, ed i fanghi utilizzati terapeuticamente, vanno pure riferiti all'azione dell'acqua termale.

Non è certo questo l'unico caso di una sorgente termominerale che utilizza una cavità carsica. Il MARTEL (1921) cita un caso del tutto analogo a questo: la Grotta di Matsesta, presso Sotchi, nel Caucaso occidentale, in cui la sorgente (solforata, calcica e clorurata, con H_2S e una temperatura fra 21° e 25°) ha evidentemente utilizzato una preesistente grotta calcarea di tipo carsico, e attraverso ad essa sbocca in superficie.

Quanto alla sorgente stessa, che scaturisce sul fondo della grotta, essa è stata oggetto di una particolare esplorazione, a mezzo di autorespiratori.

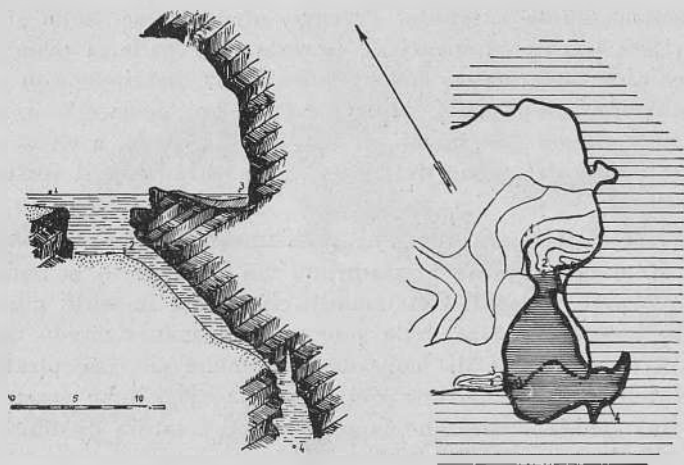
La parete terminale della «grotta sudatoria» scende verticalmente sotto al pelo dell'acqua, che in quel punto è profonda circa un metro e mezzo.

Lungo le due pareti ci sono sponde argillose, e sulla riva Ovest si ha una piccola nicchia laterale nella quale si ha una lieve percolazione di acque ferruginose.

Nel giorno della nostra esplorazione (1 maggio), l'acqua era leggermente opalescente, con una temperatura di 24.6°. Il fondo è coperto da un limo nerastro finissimo.

Poco più di un metro sotto il pelo dell'acqua, sotto alla sponda Ovest, il fango poggia su strati di travertino spugnoso, e fra essi si apre un orifizio triangolare, dal quale l'acqua esce turbinando violenta.

Passato questo imbocco, si raggiunge un vano di interstrato, inclinato a oltre 45°, che si addentra in direzione SO, allargandosi fino a 7 metri. La volta rimane bassissima, non raggiungendo il mezzo metro, il limo che copre il fondo ha uno spessore non misurabile. Le pareti sono alterate e si sfasciano in una fanghiglia molle.



Sezione e pianta della risorgiva.

Sul lato Sud di questo vano si apre una fessura orizzontale, bassissima (non ci sono più di 15 centimetri fra la volta ed il limo) ma tuttavia accessibile, data la fluidità del limo. Al di là di essa, il sifone prende una direzione SE e la pendenza si accentua fino ai 60°. Infine ci si trova sull'orlo di un condotto verticale, con pareti accidentate, sormontato da un camino. L'acqua esce verticalmente, con grande violenza.

La sorgente è quindi di tipo nettamente vaclusiano, e l'esplorazione non è stata spinta oltre i 12 metri di profondità.

Altre grotte

Nel corso della spedizione, una squadra, diretta da Bruno Davide, e con la partecipazione di alcuni uomini del Gruppo Speleologico Marchigiano, ha esplorato altre tre cavità della zona, delle quali diamo qui la relazione morfologica.

Grotta delle Stalattiti

Nel tratto di corridoio che intercorre dalla piscina alla sala sudatoria della Grotta Termale di Acquasanta si scorge un'apertura che immette in una graziosa cavernetta, adorna di bellissime concrezioni stalattitiche e stalammitiche, che si snoda perpendicolarmente al sunnominato corridoio. La lunghezza di questo primo vano è di una quindicina di metri con una massima larghezza di tre metri e mezzo.

Superato questo primo tratto la cui altezza media si aggira sui metri due ci si volge a destra per circa 90 gradi camminando sopra un sottile crostello di concrezione, qua e là sprofondato, sotto cui s'intravede uno specchio d'acqua limpida. Dopo circa otto metri, alla destra di chi cammina, a circa un metro da terra si scorge a malapena una strettoia semi otturata da stalattiti ed altre concrezioni che dà accesso ad un cunicolo molto stretto e bagnato, che poi si allarga leggermente piegando bruscamente a destra. Siamo a circa undici metri dalla strettoia ed il suolo è tutto cosparso di una sabbia finissima umida e tepida. Percorsi altri cinque metri il budello si sovrappone, pur senza comunicazioni di sorta, alla galleria principale e poi prosegue per altri nove metri, sempre nella stessa direzione, con una temperatura che diventa sempre più soffocante, per poi piegare a sinistra ed allargarsi in una piccola cavernetta sul fondo della quale, a circa un metro e mezzo di profondità dal piano del cunicolo, si intravede il soffitto del corridoio sottostante.

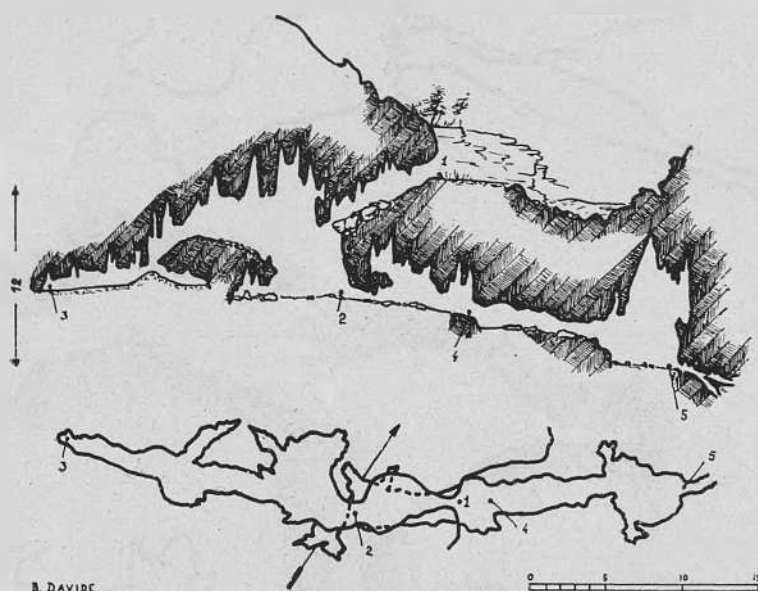
Questo ramo della caverna, che possiamo chiamare secondario, è scavato interamente nella marna grigio-bruna ma è ricoperto in molti punti da concrezioni calcaree, stalattiti e stalammiti che, erose in molti punti, mettono allo scoperto piccole chiazze della sunnominata marna dando così alla parete l'aspetto di una pelle di leopardo; fenomeno già riscontrato in molte altre grotte delle Marche (Grotta Bella, Grotta del Fiume ecc.). Il suolo è formato da una sabbia soffice che come le pareti è satura di umidità e la cui temperatura è alquanto elevata.

Ritornando al punto di partenza, ossia al punto 3 del rilievo, si prosegue lungo il ramo principale della grotta che, dopo aver piegato a sinistra si dirige nella stessa direzione del tratto 1-2 per poi ritornare sullo stesso allineamento del punto 3-4 del rilievo. Questo tratto, lungo circa trenta metri e con un'altezza media di due metri e mezzo, è costituito da una galleria a due sezioni sovrapposte, ossia una — superiore — a forma pressochè triangolare, ed una — inferiore — con forma schiacciata e di scarsa grandezza, sviluppata sotto il crostello calcareo rotto longitudinalmente in diversi punti, e quasi completamente immersa nelle acque di un laghetto che si estende per quasi tutta la sua lunghezza. A circa metà della galleria, addossato alla parete, semiostruisce il passaggio un grappolo di formazioni stalattitiche che dal soffitto finiscono a lambire l'acqua. Il soffitto, dopo diversi sbalzi, nella sua parte terminale si abbassa sino ad immergersi nell'acqua dopo aver accennato una lieve svolta a destra. Dopo questo punto è facile che la grotta proseguiva, ma la eccessiva angustezza del passaggio, presumibilmente immerso, rende impossibile qualsiasi avanzata sia pure con l'attrezzatura subacquea.

Nel suo complesso questa grotta presenta caratteristiche molto comuni ed altre invece piuttosto rare, ad esempio la «pelle di leopardo», la temperatura molto elevata, e la sovrapposizione di due vani con un'intercapedine molto scarsa.

Grotta del Fiume

A circa 500 metri dall'antico molino, sotto la piccola frazione di Gaier-
to, a due metri sopra il livello del fiume Garrafo, in una leggera insenatura
delimitata a valle da una bassa parete di roccia ed a fianco dall'orlo della
valle solcata dal fiume sunnominato, si apre l'angusto foro d'accesso alla
Grotta del Fiume. Misura circa centimetri 60 per 50 e si addentra in dirzio-
SO nella montagna con un asse principale di metri 28 assumendo così una di-
rezione perpendicolare al corso del fiume anzi citato.



Grotta del Fiume.

Dopo aver oltrepassato la stretto foro d'accesso e superata una lieve discesa, dopo un salto di circa sei metri, la cavità si allarga e si innalza con la volta alta fino a nove metri che si restringe man mano che s'innalza fino a perdersi in fessure impraticabili. Il suolo in questo tratto è formato da materiale detritico e da argille rosse. Sul fondo, continuando sullo stesso asse, prima sale e poi ridiscende un cunicolo di modeste proporzioni il cui suolo, al punto estremo, è costituito da un deposito senile di sabbia sottile.

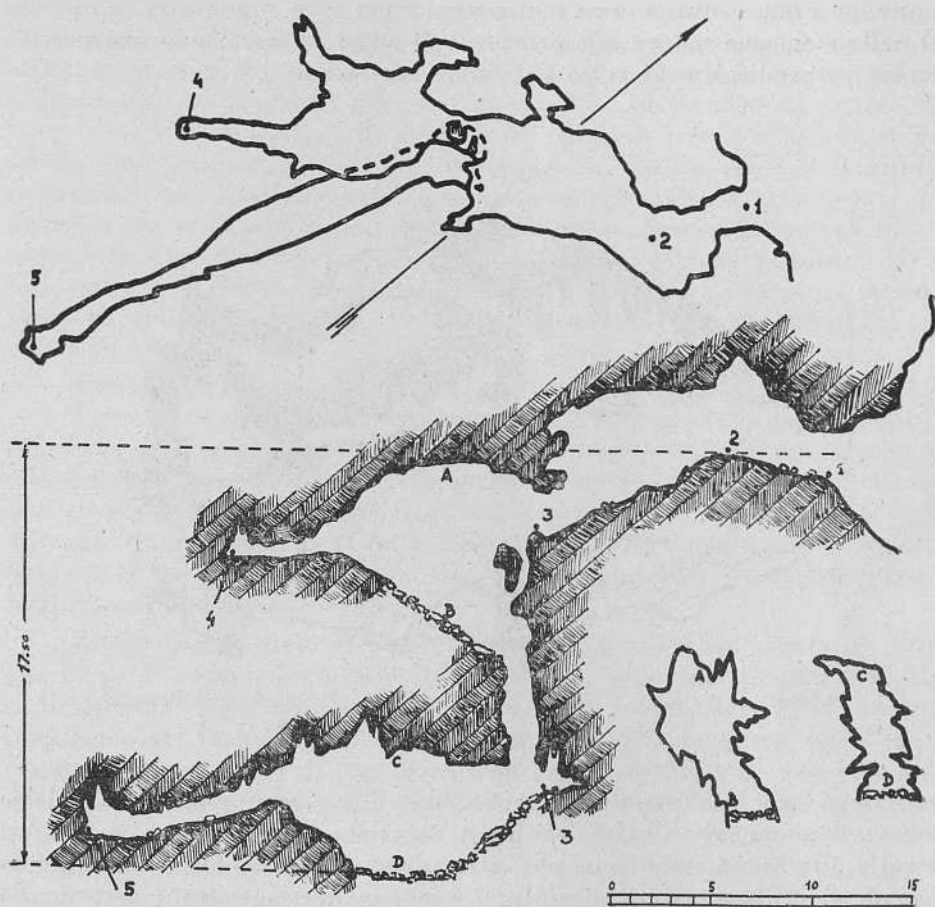
La parte più interessante di tutta la cavità si sviluppa in retroversione partendo dalla caverna centrale e passando sotto l'entrata e quindi sotto il letto del fiume. E' costituita da un cunicolo in leggero declivio forato da piccoli camini e col suolo simile a quello della caverna, che sbocca in un alto

vano formato da un fascio di vari fusi uniti fra di loro nel quale l'acqua d'infiltrazione cola abbondante dal soffitto e, dopo aver inzuppato il suolo ghiaioso, si riversa in un minuscolo inghiottitoio. Da questo giunge un distinto rumore di acqua precipitante.

Questo ultimo tratto, a rilievo eseguito, risultò trovarsi esattamente sotto il corso del fiume con un leggero sviluppo anche oltre la riva.

Grotta dei Saraceni

Alcune centinaia di metri a valle della Grotta del Fiume ad un'altitudine di circa 70 metri dal livello del fiume Garrafo, nella parete a picco, si



Grotta dei Saraceni.

apre un foro con la sezione a semicerchio. Varcato il portale, il primo tratto si addentra leggermente in salita con una direzione parallela all'asse della valle sottostante per poi piegare in direzione SO con alcuni salti a gradino mentre la volta si innalza leggermente. A circa 15 metri si passa una strettoia che immette in una cavernetta con nel fondo, sotto al punto 3 del ri-

lievo, l'orificio di un pozzo molto stretto. Questa cavità, sul fondo, corrispondente alla strettoia d'entrata, continua con un cunicolo molto angusto assumendo una massima lunghezza di metri 17. Altri due cunicoli di lieve entità si diramano sulla destra di chi entra. Al centro depresso della cavernetta, superando un piano detritico, ci si trova sull'orlo del pozzo summo-minato. Con una scaletta di meno di dieci metri si può accedervi facilmente. Giunti ai piedi del pozzo ci si addentra in direzione S in un cunicolo molto alto con la sezione a forma di spaccatura lievemente sbandata sulla destra. Anche qui l'ultimo tratto è caratterizzato da un angusto cunicolo. Questo tratto inferiore, dalla caratteristica forma della cavernetta soprastante, si dirige con un asse spostato di circa 25 gradi da ovest a sud rispetto all'asse di andamento dello sviluppo superiore.

La grotta, specie nella parte inferiore, è poco concrezionata e le pareti in molti punti sono coperte da una specie di latte di monte secco e polverulento.

LA GROTTA DELLE TASSARE SUL MONTE NERONE (APPENNINO MARCHIGIANO)

La presente descrizione si riferisce all'esplorazione effettuata nei giorni 2-3 agosto 1952, per iniziativa del Gruppo Speleologico Marchigiano, con la partecipazione della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste, dei Gruppi Grotte di Pesaro, Jesi, e Osimo, del dott. Conci di Genova, di Pasa di Verona e del dott. Bischi di Piobbico.

Nel corso di questa esplorazione fu effettuato il rilevamento dell'asse principale della grotta, che qui di seguito viene descritto.

Grotta delle Tassare

Località Monte Nerone, prov. di Pesaro, comune di Piobbico

50.000 IGM - F. 116, IV, Cagli

Sit. m. 2000 Est + 15° N dal Monte Nerone

Lat. 43° 33' 43" - Long 0° 5' 24" Est (M. Mario)

Quota ingresso m. 1050

Profondità m. 343

Lunghezza (lungo l'asse principale) m. 590

Pozzi interni m. 5, m. 8, m. 10, m. 14, m. 9, m. 13, m. 82, m. 7

Rilievo: W. MAUCCI (Soc. Adriatica di Scienze Naturali - Trieste)

Data del rilievo: 2-3 agosto 1952.

a) *Cunicoli di accesso* — La grotta si apre ai piedi di una scarpata scoscesa, sul pendio di un marcato canalone che scende dai fianchi del Monte Nerone, alla quota di 1050 metri s. m. Nella roccia esistono alcune anguste fenditure ostruite da terriccio (tane di tassi, da cui «grotta delle tassare»), una delle quali rappresenta l'orifizio del sistema sotterraneo. Un primo cunicolo bassissimo (una trincea artificiale, al suolo, lo rende un po' più agevole) si addentra in direzione Ovest, allargandosi a fenditura orizzontale d'interstrato, e presentando qualche cammino verticale che ne alza la volta ad un profilo ogivale (elemento di morfologia erosiva, senilizzato). Dopo un percorso di una trentina di metri, il suolo si abbassa in un salto verticale di 5 metri, che dà accesso ad una galleria molto ripida, a forma di fenditura verticale, diretta a NNO, con un angolo molto marcato rispetto al cunicolo soprastante. Poco prima del suo termine, la galleria si biforca, e qui esiste una bella formazione concrezionata a cortina (l'«orecchio di elefante»). La fenditura sbocca infine, dopo una quarantina di metri, in una più spaziosa galleria rettilinea, diretta verso Nord-Ovest (quota -28).

b) *Dalla «galleria bianca» alla «caverna delle frane»* — La galleria scende con pendio molto forte, e presenta una sezione uniforme, con una larghezza di 5-6 metri e altrettanti di altezza. La volta a botte indica un profilo di equilibrio assestatosi per azioni chimioclastiche, sulle quali si è sovrapposta una vistosa litogenesi di insenilimento. Tuttavia alcuni cammini molto acuti rimangono come vestigia di vecchie azioni erosive verticali.

La litogenesi riveste interamente le pareti e il suolo, con uno spesso strato concrezionato che in superficie è alterato in una massa pulverulenta bianca, simile al latte di monte. Esistono alcune tozze stalammiti, un gruppo delle quali sorge su un terrazzo orizzontale, accanto all'imbocco di un ramo laterale detto «sala bianca».

Dopo un percorso di 54 metri, la morfologia cambia sensibilmente. La galleria rimane rettilinea, ma diventa più ampia. Un enorme camino, del quale non si vede la sommità rompe l'uniformità della volta, e la litogenesi, più modesta, non riesce a sovrapporsi efficacemente ad una morfologia elastica piuttosto complessa. I due aspetti delle morfologie elastiche, *chimioclastico* e *gravioclastico* (MONTORIOL, «Los procesos elasticos hipogeos», *Rass. Spel. Ital.*, III, 4, 1951) sono qui combinati e si sovrappongono alla originaria morfologia erosiva, della quale rimangono evidenti segni (camini fusiformi, ponti naturali, eversioni). Il materiale detritico copre il suolo e ne diminuisce la pendenza.

Qui la galleria si sdoppia ancora. Un ramo alto, ingombro di materiali clastici, comunica attraverso due pozzi (P. 10 e P. 14) col ramo basso, che è la diretta continuazione della galleria precedente.

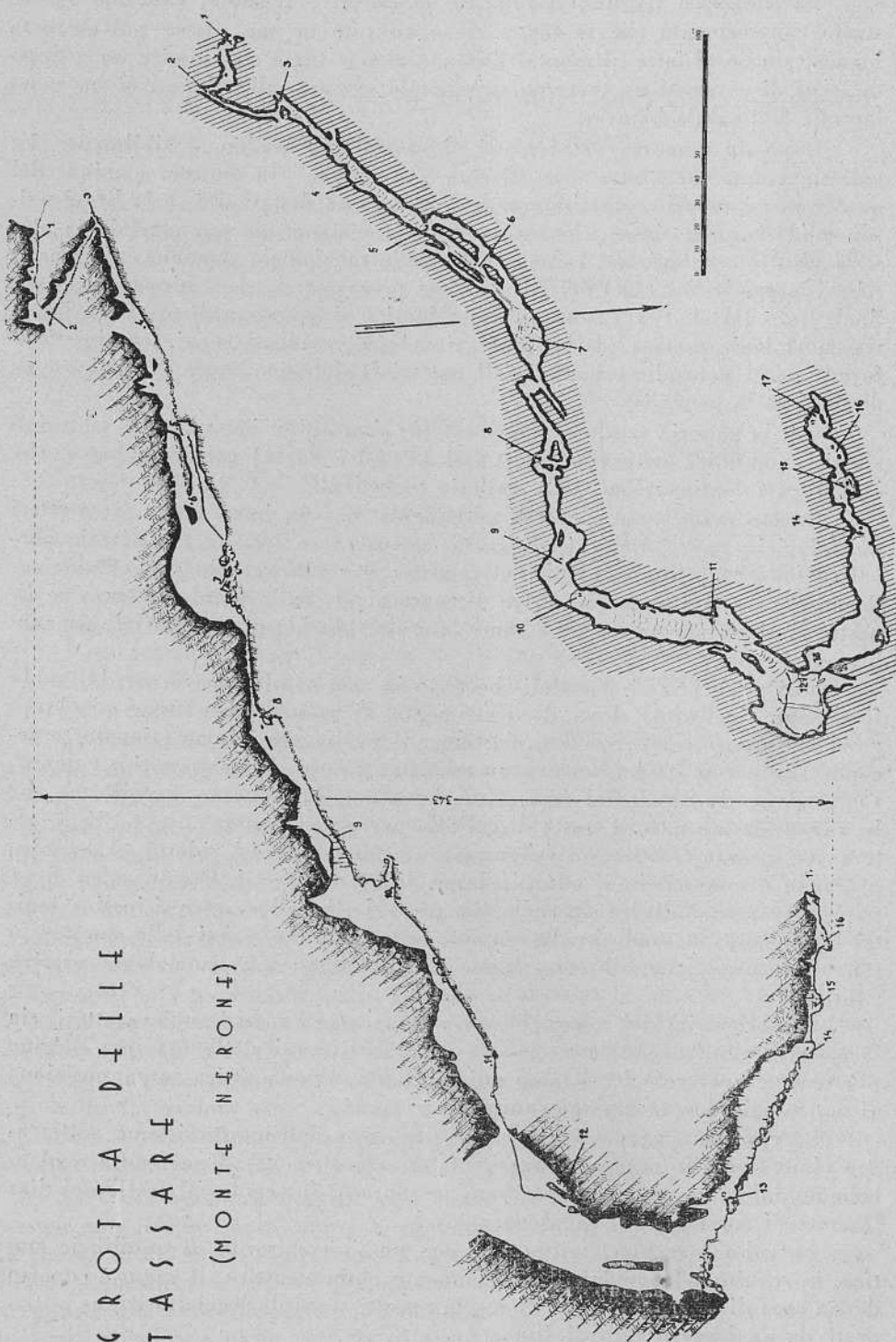
Questo ramo basso conserva nettamente, per un buon tratto, i caratteri morfologici erosivi. Esso si affossa a cañon, con sezione «gravitazionale» (*«Gravitationsprofil»*, KYRLE, «Grundriss der theoretischen Speläologie», Wien, 1923), ed è pressochè privo di concrezione. Sulla parete destra, due finestre si affacciano su un altro ramo laterale, più basso, con morfologia analoga al primo.

Tutti e tre i rami paralleli sboccano in una spaziosa caverna, dal suolo fortemente inclinato, dove il rivestimento di concrezione torna a sovrapporsi alle morfologie erosive e elastiche. Il pavimento è concrezionato, e accanto alla parete destra si trova un cospicuo gruppo di stalammiti e colonne. Lungo l'asse principale del vano però, si continua la incisione canaliforme che ha caratterizzato tutto il tratto di galleria per oltre 35 metri, e che più in alto aveva assunto carattere di cañon, mentre qui invece si è ridotto ad un solco profondo e marcatissimo, non più largo di 20 centimetri. Questo solco si va però nuovamente allargando nella sua parte declive, dove esso si inclina inoltre fortemente, svasandosi nella caverna sottostante. Le pareti della spaccatura sono del tutto prive di concrezione e presentano una morfologia erosiva abortita.

La uniformità del solco, che attraversa conservando i suoi caratteri, sia la galleria elastica che la successiva caverna litogenica, denota una origine più recente, per cui ci troviamo qui di fronte ad una tipica sovrapposizione di morfologie dovuta a ringiovanimento.

La caverna seguente è una delle più vaste dell'intero sistema sotterraneo (lunghezza 40 metri, larghezza 14, altezza oltre 22). Essa risulta evidentemente dal collegamento di due vani sovrapposti in seguito al crollo del diaframma di roccia che li separava.

La volta è regolare, cilindrica, con un tipico profilo di equilibrio statico, in seguito a fenomeni di insenilimento chimioclastico. Il suolo è coperto da un caos di enormi blocchi di roccia recanti segni di decalcificazione, e coperti da un leggero velo di limo.



Questa caverna fu denominata «caverna delle frane» (quota -82).

c) *Dal «labirinto» al P. 9* — Nella sua parte più bassa, la caverna si restringe ed il suolo, sempre ingombro di grossi macigni, scende con pendio più ripido, fino a sboccare in un più ristretto vano, dal suolo suborizzontale, dove la morfologia litogenica riprende il sopravvento e caratterizza l'aspetto dell'ambiente sovrapponendosi ai tratti morfologici originari.

Anche qui troviamo due gallerie parallele, che seguono l'orientamento prevalente di tutta la prima parte della grotta ($N+50^{\circ} E$). Se l'orientamento è rigorosamente parallelo, diverso invece è l'aspetto dei vani. La prima galleria, che segue in diretta continuazione l'asse maggiore della «caverna delle frane», è alta e stretta, con profilo «gravitazionale». Alcune marcate creste sporgenti orizzontali sulle pareti conferiscono a questo vano l'aspetto «a vani sovrapposti» (DE MARTINI, «Osservazioni su tre inghiottitoi fossili ecc», Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., XLVI, 1952) e che io ho chiamato «galleria tipo Vittoria» (MAUCCI, «L'ipotesi dell'erosione inversa ecc», ibid.).

L'altra galleria, parallela alla precedente, è invece un vano d'interstrato, molto basso e ingombro di colonne stalattitiche. La volta, suborizzontale, è percorsa da una netta linea di frattura longitudinale, che si innalza in tre camini verticali fusiformi.

Dopo una trentina di metri di percorso rettilineo, questa galleria si biforca. Il ramo destro, molto basso, conserva le caratteristiche suddette, senza però la diaclasi, che si continua invece nel ramo sinistro. Quest'ultimo è ora più alto, a sezione verticale, «gravitazionale», e sul suolo si notano alcune marmitte di erosione insenilite e concrezionate.

I due rami si congiungono nuovamente, e sboccano su un pozzo verticale di 9 metri (P. 9), il cui orlo è fortemente inclinato, e sul quale sbocca anche, con una finestra, una diramazione del suddescritto ramo sinistro (quota -96).

d) *Dalla «galleria delle ossa» al P. 13* — Il P. 9 presenta pareti fortemente concrezionate. Il suo orlo sporge a pulpito, ricco di stalattiti, e si ripiega poi in dentro, a strapiombo. Il vano cui si accede in questo modo è una mediocre cavernetta allungata, col suolo in ripido declivio coperto di detriti, orientata Nord-Sud. La sua parete Est è però aperta in un ampio portale semicircolare, al di là del quale la galleria riprende il suo andamento in direzione Est.

Qui la galleria è spaziosa, con un tipico profilo semicilindrico, ma le pareti conservano ancora marcati segni di erosione. Il complesso è senile, e lo denota sia il profilo della volta, staticamente stabilizzato, sia la litogenesi sempre abbondante. Si ha ancora un accenno all'esistenza di due antichi rami sovrapposti, dei quali rimangono alcuni resti del diaframma divisorio. Il suolo è coperto di minuti detriti che vanno facendosi via via più grandi procedendo verso il basso.

Nella parte più alta del pendio questi detriti sono mobili ed incoerenti, e recano segni di decalecificazione. Più in basso invece, il materiale detritico tende a ricoprirsi di un sottile strato di concrezione, finchè, più in basso ancora, i singoli elementi elastici sono cementati fra di loro a formare una breccia a cemento cristallino, molto resistente. In questo punto, fra i singoli bloc-

chi cementati si notano alcune grosse ossa (ossa lunghe, costole e la parte occipitale di un cranio) attribuibili a *Ursus*, che non è stato possibile estrarre.

Proseguendo lungo la galleria, il suolo diventa uniformemente coperto da uno strato continuo di concrezione compatta e molto spessa. La pendenza è sempre molto forte tuttavia non si formano qui i bacini a vasca, caratteristici dei terreni concrezionati molto inclinati.

Qui la galleria è molto ampia, a sezione regolare. La volta, abbassata ad un certo punto in un portale a semicerchio, si innalza poi nuovamente, ricchissima di stalattiti, e forma due ampi camini. L'aspetto è sempre quello generale di una galleria diretta insenilita, e sulle pareti si notano alcuni accenni di formazioni a quinta. Un grosso pilastro di roccia in sito, rimane a separare un piccolo corridoio laterale.

Dopo 60 metri, si avverte la tendenza del sistema a ruotare, scostandosi dalla direzione Est, per portarsi verso Nord. La galleria si allarga e si abbassa, e si incontrano alcune grosse ed eleganti colonne stalammitiche.

Si ha qui una vera caverna, lunga 18 metri e larga 12, il cui lato meridionale forma una ripida scarpata concrezionata, che precipita in un pozzo larghissimo ed imponente (P. 13) (quota -141).

e) *Dal P. 13 alla «caverna del lago»* — Il P. 13 ha un aspetto a voragine, largo all'imbocco quasi 20 metri, che va poi allargandosi in una ampia caverna. Un alto camino ogivale, di forma molto regolare, sormonta il vano.

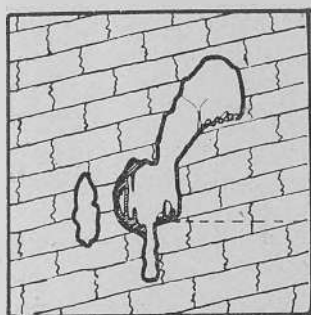
La parete del pozzo, molto ricca di concrezione, si presenta piuttosto irregolare ed accidentata, con nicchie, sporgenze e ballatoi orizzontali, in un modellamento secondario dovuto all'insenilimento litogenico.

La base del pozzo è rappresentata da un piano orizzontale concrezionato, con alcune tozze stalammiti. Un piccolo corridoio ascendente, ricco di stalattiti e colonne stalammitiche, risale sotto alla galleria soprastante, e termina con un ristretto camino.

Dalla base del P. 13 si estende una ampia galleria rettilinea, diretta verso Nord + 20° Est, che ripete nelle grandi linee i caratteri della galleria esistente fra il P. 9 e il P. 13. ma che, per il grande incurvarsi della volta, tende a raffigurare una serie di caverne.

La prima di queste è rappresentata dal P. 13 stesso. Il suolo scende in ripida pendenza (30°), ricoperto da una concrezione ruvida e compatta che evidentemente ricopre del materiale elastico. Alcuni enormi macigni, alti fino a cinque metri, giacciono sul fondo, cementati da una crosta cristallina. La parete Sud del P. 13, che conserva alcuni segni di eversioni, si abbassa rapidamente fino ad un portale, alto e largo 8 metri, cui segue un tratto di galleria più basso. Questa galleria rappresenta un raccordo con una ulteriore caverna, nella quale la volta torna ad alzarsi fino a oltre 25 metri, e il cui suolo continua a scendere con immutata pendenza.

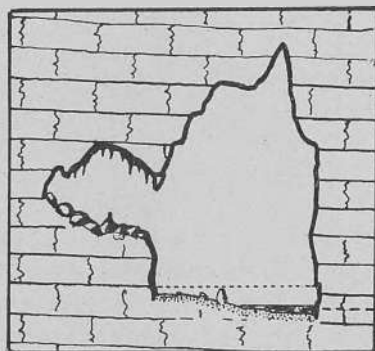
Al termine del pendio (lungo in tutto 80 metri) si incontra una nuova caverna, sormontata da un camino. L'asse maggiore di questa caverna è diretto verso NE, ed il suolo è pianeggiante e coperto da un uniforme strato di fango. Le pareti verticali sono povere di concrezione e recano segni di livelli d'acqua. Al tempo della nostra spedizione l'acqua era ridotta ad un piccolo stagno nell'angolo Nord. Tuttavia il livello normale dell'acqua è di circa un metro più alto, ed in tal caso l'intero fondo della caverna è occupato



-1-

0 5 10

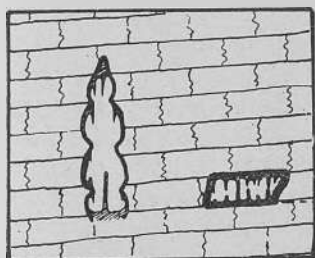
± 978
-72



-3-

0 5 10

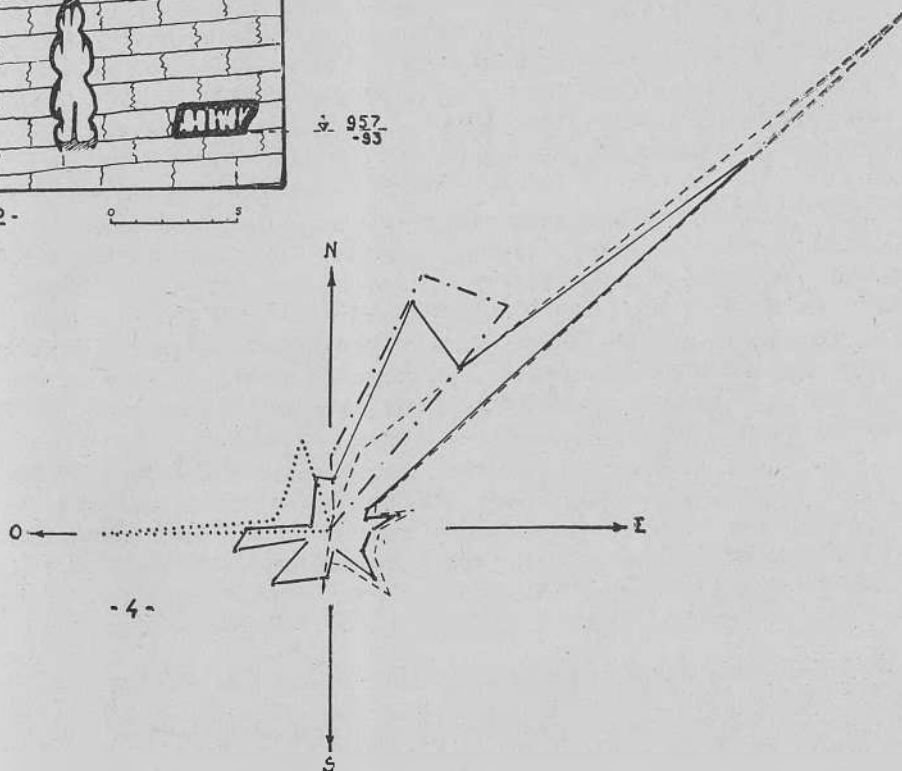
± 851
-100



-2-

0 5

± 957
-93



Vedi note a pagina seguente.

da un unico lago, lungo 25 metri e largo 11, di forma triangolare, col lato maggiore diretto a Nord-Est (quota -199).

f) Il P. 82 — Un breve tratto di galleria, dal suolo fangoso, mette la «caverna del lago» in comunicazione con l'orlo della maggiore voragine della grotta, l'imponente P. 82. Questo abisso viene raggiunto anche da un'altra breve galleria, parallela a destra di quella principale, che comunica con essa mediante una grande finestra sulla parete della «caverna del lago». Il suolo di questa galleria è formato da grandi macigni elastici cementati da un leggero strato di concrezione.

La voragine è larga al suo imbocco quasi 50 metri, ed è sormontata da un enorme camino ogivale, la cui sommità rimane invisibile.

La prima parte ha una parete inclinata a circa 45°, in uno scivolo concrezionato, che accanto alla parete sinistra si affonda in un antico canale di erosione, ma che attualmente è completamente insenilito con abbondante rivestimento di concrezione. Alcune sporgenze pulpitiformi danno al fondo del solco un profilo a gradinata.

Dopo 29 metri di dislivello, si raggiunge un piccolo terrazzino orizzontale, sul quale sta appoggiato un enorme blocco di roccia, alto non meno di 12 metri, che lascia fra sé e la parete un pertugio triangolare attraverso il quale si perviene ad un vano laterale dell'abisso, a quota — 236. Questo vano è una galleria diretta verso Nord, lungo la cui parete Ovest corre uno scalino roccioso, in parte concrezionato. Il suolo è fangoso. La galleria stessa è lunga soltanto poche decine di metri, essendo poi bloccata da una grande frana. E' da ritenere che questo ramo sboccava un tempo all'aperto, sui fianchi del monte.

All'imbocco di questa galleria, sul suolo fangoso fu rinvenuto uno scheletro completo di *Ursus arctos*, che fu recuperato ed è attualmente allo studio presso il Civico Museo di Storia Naturale di Verona.

Davanti all'imbocco della galleria dell'orso, il P. 82 continua ed assume qui un andamento nettamente verticale, cilindrico, largo 28 metri circa, ma diviso in due da un esteso ponte naturale, che congiunge le pareti Nord e Sud del pozzo.

La roccia è sempre riccamente concrezionata, con vivo scintillio di cristalli, e presenta alcuni piccoli ripiani e qualche nicchia. A 66 metri sotto l'orlo del pozzo (quota — 271) il ponte naturale cessa, sotto forma di un vasto portale ad arco, ed il pozzo forma una spaziosa caverna, il cui suolo si trova a quota — 290.

- 1) - Sezione delle tre gallerie parallele del tratto che precede la "caverna delle frane", in corrispondenza del P. 10.
- 2) - Sezione delle due gallerie parallele del tratto che segue la "caverna delle frane".
- 3) - Sezione della "caverna del lago", con la galleria parallela ad essa. La linea tratteggiata indica il livello di piena del lago.
- 4) - Diagramma polare degli orientamenti dei vari tratti di galleria della grotta. Linea continua: orientamenti relativi all'intera grotta (scala 1:300). - Linea tratteggiata: orientamenti relativi al tratto fra l'imbocco e il P. 13 (scala 1:200) - Linea a tratti e punti: orientamenti nel tratto fra il P. 13 e il P. 82 (scala 1:200) - Linea punteggiata: orientamenti del tratto terminale, dopo il P. 82 (scala 1:200).

Il solito cono detritico, che si trova alla base di tutti i pozzi verticali, è formato qui da blocchi di grandi dimensioni, alcuni dei quali superano i 5-6 metri di diametro. Quasi tutti però sono cementati dalla concrezione che li ricopre in molti punti con una crosta continua ed uniforme, e sulla quale sorgono molto numerose le stalammiti. Alcune di queste presentano la forma «a pigna», caratteristica delle colonne dell'Aven d'Orgnac e della Grotta Gigante (N. 2 V.G.), che sembra essere propria delle stalammiti formate sotto una volta molto alta.

Due nicchie ornate di stalammiti si trovano sulle pareti Sud e Est.

Accanto alla stessa parete Est esistono alcuni grandissimi blocchi di roccia non cementati, o appena leggermente ricoperti da un velo di concrezione. Qui è possibile calarsi in un angusto vano aperto fra la parete e il cumulo detritico cementato, scendendo in un cunicolo che si chiude infine in fenditure impraticabili fra i massi. (quota — 298)

g) *La galleria retroversa finale* — Alla base della parete Ovest del P. 82 si apre un ampio portale a volta, che conduce ad un ultimo ramo, lungo circa 140 metri.

Il primo tratto, molto spazioso, è una successione di tre caverne, con volta a cupola ricca di stalattiti e con qualche camino. Il suolo è anche qui molto ripido, con grossi blocchi di roccia cementati come al solito dalla concrezione e recanti qua e là belle colonne stalammitiche.

A differenza delle gallerie superiori, molto asciutte, in questo ramo inferiore l'acqua è più abbondante e oltre all'accresciuto stillicidio corre come un velo al suolo, dove la concrezione assume spesso l'aspetto delle tipiche vaschette, molto piccole però.

Le tre caverne sono lunghe rispettivamente 16, 24 e 35 metri, e il suolo scende fino a quota — 330.

Al termine della caverna, dove la volta scende con improvvisa curva, un ultimo gradino di macigni concrezionati forma un piccolo salto di 7 metri, accessibile senza attrezzi.

La parete di fronte al salto è ricca di colonne stalammitiche, in mezzo alle quali si aprono due piccole finestre che danno su un corridoio basso e stretto, dal suolo orizzontale e con un decorso tortuoso, ma diretto in linea generale verso Sud-Ovest.

Il corridoio sbocca in una mediocre cavernetta, il cui suolo si affonda in una fossa fangosa. Numerose sono le stalattiti e le colonne, che rendono l'ambiente molto piacevole. Accanto alla parete destra, un grosso gruppo di colonne delimita un vano laterale, occupato da un lago lungo 9 metri e largo 4, molto profondo (non meno di 2 metri) e con acqua di rara limpidezza.

Un'altra angusta apertura segna la continuazione del sistema. Si ha qui un cunicolo orizzontale, abbastanza largo ma molto basso, con la volta interrotta da due camini stretti ed alti. Il suolo è coperto da fango molto viscido, in mezzo al quale trasuda dell'acqua che forma piccoli laghetti torbidi. In alcuni punti la volta si abbassa fino a meno di mezzo metro.

Al termine del cunicolo si trovano infine due mediocri cavernette, lunghe circa 12 metri ciascuna, l'ultima delle quali ha una breve diramazione a destra, più alta.

Il punto più profondo, nella penultima cavernetta, è una specie di fossa fangosa, dove si tocca la quota — 343, la più profonda sotto il livello dell'ingresso.

Tutta la galleria terminale, a partire dalla base del P. 82, si dirige in una direzione nettamente contrastante col sistema superiore. Dopo 40 metri in direzione NNO, il resto della galleria si dirige nettamente verso SO. Il sistema è quindi pressochè esattamente parallelo al tratto compreso fra la «caverna delle frane» e il P. 13, però in direzione opposta. Si ha cioè un tipico e perfetto esempio di «retroversione interna» (MAUCCI, «La ipotesi dell'erosione inversa ecc.», Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., XLVI, 1952).

Nel suo complesso la grotta è scavata in un complesso fascio di diaclasi, le cui direzioni prevalenti sono 45° e 80° . Alcuni tratti seguono invece il sistema secondario, che qui non è, come di regola, ortogonale al primo, bensì si sviluppa con direzioni 20° e 340° .

L'azione di un corso d'acqua ipogeo è certamente da invocare come agente speleogenetico. I resti di una antica condotta gravitazionale («Gravitationserosion». KYRLE, op. cit.), con un pavimento infossato a cañon e con pareti terrazzate, sono riconoscibili in diversi punti, fra cui principalmente il tratto che precede la «caverna delle frane». Il percorso delle acque avveniva longitudinalmente al sistema, quindi con meccanismo «diretto» (MAUCCI, op. cit.). Tuttavia non mancano segni di deflussi verticali di acque, e di erosione inversa, sotto forma specialmente di camini nella volta, dei quali si contano non meno di 29. Particolarmente tipica dell'erosione inversa è poi la retroversione finale.

Tutta la complessa e varia morfologia primaria è tuttavia mascherata, e spesso nascosta da una vistosa morfologia secondaria di insenilimento sovrapposta, la quale si manifesta principalmente con fenomeni di litogenesi e di concrezionamento, nonché con fenomeni elastici localizzati.

Diversi rami laterali di non rilevante sviluppo, non sono stati rilevati. Uno di essi, vicino all'imbocco, ha un andamento ascendente e porta il dislivello totale della grotta a circa 370 metri. La profondità, dall'imbocco al fondo, è di 343 metri.

NUOVE RICERCHE NELLA GROTTA DI BOSSEA (CUNEO)

Spedizione del G.G.M. dal 13 al 21 marzo 1954

Il G.G.M. (Gruppo Grotte Milano) ha organizzato ed effettuato dal 13 al 21 Marzo del corrente anno una spedizione scientifica al grande complesso carsico di Bossea (Val Corsaglia — Mondovì — Cuneo).

Già nel 1953 era stata effettuata una esplorazione a carattere indicativo allo scopo di accertare le possibilità che la grotta presentava per ulteriori ricerche e studi. Dato il risultato positivo di questo sopralluogo, si decideva di intraprendere uno studio di vaste proporzioni sull'importante complesso carsico.

Presi accordi con la Società amministratrice della Grotta (S.I.C.A.V.), con l'Ente Provinciale per il Turismo di Cuneo e con il Comando Territoriale Militare di Torino, è stato possibile condurre a termine una serie di ricerche che hanno portato a risultati soddisfacenti.

Dirigeva la spedizione il Geom. Giuliano Rondina, attuale Direttore Tecnico del G.G.M. e partecipavano alla stessa i seguenti soci: Dott. Aldo Balducci, Augusto e Franco Giorelli, Conte Giuseppe Negri, Carlo Papadia, Antonio Pietracaprina, Arrigo Cigna.

Fini principali della spedizione erano i seguenti:

- 1) — Studi sulla meteorologia ipogea con particolare riguardo alle temperature dell'aria — acqua — terreno.
- 2) — Campionatura e studio dei depositi sabbiosi ed argillosi del corso d'acqua sotterraneo nella speranza di ottenere indicazioni sul bacino idrogeologico di raccolta.

Inoltre la spedizione si era proposta altri scopi di secondo ordine, come:

- 1) — Esplorazione e rilevamento di eventuali tronchi nuovi.
- 2) — Ricerche entomologiche.
- 3) — Esplorazione e collegamento di eventuali cavità nella zona circostante interessanti la grotta in oggetto.
- 4) — Dettagliato rilievo geologico esterno ed interno.

Un'ulteriore spedizione leggera veniva effettuata nell'Agosto 1954 per completare le osservazioni raccolte nelle precedenti visite.

Diamo seguito, innanzi tutto, ai risultati conseguiti nelle ricerche meteorologiche.

Meteorologia

Sono state compiute misurazioni termometriche dell'aria lungo l'intero sviluppo della grotta per quanto riguarda il regime invernale. Durante il periodo estivo si sono rilevate le temperature dell'aria solo nella galleria di accesso.

Dall'esame di tutte queste misure e da accurate osservazioni sui movimenti dell'aria e della pressione statica all'interno, si sono potute porre alcune ipotesi sugli schemi della circolazione dell'aria nella grotta e sulla distribuzione delle temperature.

Naturalmente quanto verrà esposto sulla meteorologia di questa grotta, costituisce solo una prima ipotesi sullo schema della circolazione dell'aria nella Grotta di Bossea. Viene quindi prospettato un programma di ricerche che potranno anche modificare o precisare gli attuali punti di vista.

Si è trovato anzitutto un punto di equilibrio la cui temperatura è costante e pressochè uguale alla temperatura media annua locale, situato a circa 50 metri dall'ingresso, nella galleria di accesso. In questi primi 50 metri si ha l'influenza della temperatura esterna sull'aria della grotta, mentre al di là di una breve zona, lunga una decina di metri attorno al punto di equilibrio, la temperatura dell'aria nella galleria è regolata dagli scambi di calore operati dal corso d'acqua.

Inoltre in questa galleria si è riscontrata, in tutte le stagioni, una leggera corrente d'aria diretta verso l'interno. All'ingresso si ha pure un'altra debole corrente, però circolatoria in un piano verticale, dovuta all'aria esterna che, d'estate, calda, entra, si raffredda, in parte si inoltra ed in parte scende verso il pavimento e ritorna all'esterno; d'inverno entra rasentando il suolo, si riscalda, in parte s'inoltra ed in parte sale verso il soffitto ritornando all'aperto.

Allo sbocco della galleria d'accesso nel grande salone si osserva pure un movimento circolatorio analogo a quello in regime invernale già notato all'ingresso. In questo caso però, esso mantiene lo stesso senso durante tutto l'anno in quanto la temperatura del grande salone è sempre minore di quella della galleria d'accesso.

Poichè pure il movimento principale dell'aria nella galleria in questione mantiene lo stesso verso durante tutto l'anno, è probabile che esso sia dovuto all'aspirazione provocata da correnti d'aria nel resto della grotta, entranti o uscenti a seconda della stagione da aperture della volta.

Sia nel primo che nel secondo grande salone si sono anche riscontrate correnti circolatorie nel piano verticale alimentate da aria calda proveniente dalle zone superiori, che si raffredda seguendo il corso del torrente.

Nel secondo salone poi, sono state osservate forti vorticosità che spostavano o spingevano verso il basso i palloncini adoperati per misurare la altezza della volta. Qui, nel periodo invernale, l'aria esterna penetra attraverso aperture finora ignote e diminuisce leggermente l'umidità relativa dell'aria interna, che per tutto il resto della grotta è del 100%.

Nell'ultimo tratto infine, la temperatura dell'aria subisce alcuni sbalzi dovuti forse a comunicazioni con l'esterno e con altri sistemi di gallerie, e si innalza poi, con uniformità, verso il termine dove si ha il «Labirinto» e la «Galleria delle Meraviglie». E' verosimile quindi che questi due ultimi complessi, insieme ad un altro vicino cui si accenna in altra parte di questo stesso lavoro, non siano che una parte di un più vasto sistema di caverne, perlopiù asciutte, che si trova a quota superiore rispetto alla grotta attualmente conosciuta e che probabilmente ne rappresenta il ramo fossile.

Inoltre, dalla forma del diagramma delle temperature si può dedurre che le comunicazioni con l'esterno, con circolazione dell'aria, non dovrebbero trovarsi al di là laghi terminali della Grotta di Bossea, ma al di sopra delle gallerie superiori.

Nel periodo estivo si inverte il senso della circolazione dell'aria lungo tutta la grotta eccetto che per la galleria d'accesso dove tale senso rimane inalterato, in quanto, come già è stato detto, qualunque sia il verso della circolazione dell'aria nei grandi saloni, all'imbocco della galleria d'accesso si verifica sempre una depressione.

Per quanto riguarda l'idrologia, è da osservare come nella galleria pochi metri a monte della grande cascata del Lago Ernestina, vi sia una polla d'acqua più calda (circa $2,5^{\circ}\text{C}$ in più) di quella del torrente e che denota la provenienza da un sistema di gallerie differenti.

E' interessante notare poi che la temperatura dell'acqua si aggira sugli 8°C rimanendo pressochè costante in ogni stagione. Ciò significa che proviene da una zona la cui isoterma media annuale ha al massimo tale temperatura: ora, poichè l'isoterma media annuale della grotta è di $10,5^{\circ}\text{C}$ circa, essendo il gradiente geotermico di circa $0,5^{\circ}\text{C}$ ogni 100 metri di altezza, la zona con isoterma di 8°C si trova ad una quota più elevata della grotta di 500 metri, cioè ad una quota di almeno 1300 metri s.l.m.

Pertanto al di sopra di questa quota si dovrebbe trovare il bacino principale di raccolta delle acque costituenti il torrente della Grotta di Bossea.

Lo studio mineralogico e petrografico dei depositi del torrente sotterraneo è tutt'ora in corso. Ci riserviamo di darne notizia quanto prima sulla *Rassegna Speleologica Italiana*.

Nuove scoperte

Per quanto riguarda le nuove diramazioni esplorate e rilevate nel corso della spedizione, queste sono state raccordate all'accurato rilievo del Prof. C. F. Capello (1) che ha servito di base a tutti i nostri studi.

Un cunicolo interessantissimo dal punto di vista speleologico ed eventualmente suscettibile di studi per la sua valorizzazione turistica, è stato rintracciato, nella cosiddetta «Sala delle Frane», su indicazioni del Prof. Capello, nell'estremo ramo nord.

Per convenzione detto cunicolo è stato chiamato «Ramo semi-attivo» poichè si tratta di una galleria saltuariamente invasa dalle acque in periodo di piena. Ha uno sviluppo di circa 135 metri.

Di notevole interesse è stato il ritrovamento, attraverso una strettoia, del ramo attivo principale nel tratto ritenuto inaccessibile a valle del punto in cui il torrente stesso sparisce fra i massi franati; quest'ultimo è stato percorso a guado per circa una ventina di metri a valle e per circa una trentina

1) Capello — «Il fenomeno carsico in Piemonte - Le Alpi Liguri» - Centro di studi per la Geografia fisica del C. N. R., Bologna 1952.

— Capello — «La Grotta di Bossea» - *Rassegna Speleologica Italiana* - Anno VI - Fascicolo 2 - Giugno 1954.

a monte e si presenta non più largo di metri 1,50 e con un'altezza variabile da metri 2 a metri 3.

Il ramo semi-attivo che ad un certo punto interseca, naturalmente a quota inferiore, il ramo fossile d'ingresso, si presenta con una tipica sezione appiattita: il fondo è prevalentemente coperto da ciottoli arrotondati, anche di notevoli dimensioni, di natura poligenica; solo qua e là esso affiora ed è in parte coperto da concrezioni a vaschetta.

Dalla presenza in parete di superfici di roccia perfettamente levigate ed assolutamente libere da concrezioni si può dedurre che il «Ramo semi-attivo» deve aver funzionato, in passato, in regime forzato.

Omettiamo una descrizione particolareggiata di queste gallerie poichè, per varie ragioni, ci è stato possibile eseguire solo un rilievo speditivo; ci riserviamo di fare ciò in un secondo momento dopo aver ultimato le ricerche in programma.

Dal punto ritenuto più elevato della grotta, all'altezza della colata sita in fondo alla «Galleria delle meraviglie», con l'ausilio di una pertica metallica a giunti e di una scala, è stato raggiunto il *Crocevia*, così denominato per la presenza, al termine di un trafilatoio, di una saletta da cui si dipartono tre ampi cunicoli, ad angolo retto tra loro. Uno di questi, il centrale, in forte salita, conduce ad una sala ricca di concrezioni ed occupata da un bacino d'acqua (già scoperto da Don Politano) con fondo coperto da limo.

Questa parte più alta non presenterebbe più alcuna possibilità di proseguimento. Non è da escludere però che in passato in tale punto, più elevato di tutta la grotta, esistesse un'apertura (sono stati notati infatti due principi di camini) quasi sicuramente a pozzo, ostruita in seguito da detrito e da concrezioni.

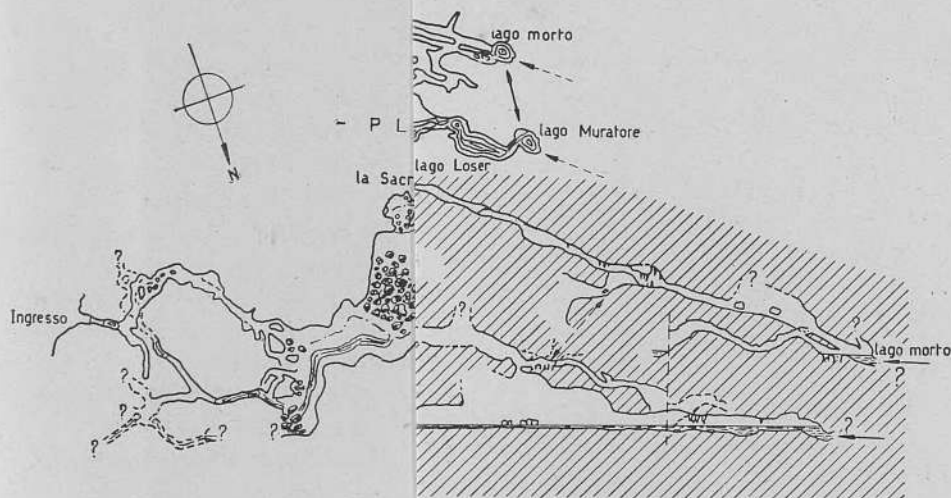
Una sommaria visita esterna di scarso successo a causa della neve, ha infatti permesso di accertare la presenza di una modesta falda di detrito all'incirca sulla verticale del punto suddetto, sempre all'esterno. In prossimità delle località Fontane e Pianazzi sono state inoltre notate altre cavità, probabilmente comunicanti con il complesso carsico di Bossea.

A questo riguardo il G.G.M. intende completare in un prossimo futuro, anche su invito della S.I.C.A.V., le ricerche intraprese.

E' stata scoperta inoltre una galleria battezzata «*Tobogan*» mettente in comunicazione, grazie ad un percorso in ambiente completamente asciutto, l'interno del labirinto terminale (Caposaldo 24) con la sala antistante il Lago Loser ed inizio del labirinto stesso (Caposaldo 17 — Rilievo del Prof. Capello).

Quest'ultima galleria a percorso serpeggiante, si presenta come un'antica condotta forzata di diametro variabile da metri 1,50 a 2,50. Le pareti sono levigate, senza concrezioni; qualche pozzo si apre nel suolo ed un camino si apre nella volta.

Nota interessante, il parallelismo di questo ramo con la «Galleria delle meraviglie» e con il ramo superiore attivo percorso dal torrente; caratteristica classica dei complessi carsici sviluppatasi nei sistemi di diaciasi.



GROTTA DI BOSSEA VAL CORSAGLIA (CUNEO)

Rilievo del prof. Capello

Aggiornato dal G.G.M. 1954 (Geom. G. Rondina)

836

823

Planimetria

ingresso

0 5 10 15 20



N.

Ramo attivo

Sezioni Longitudinali

TAVOLA 3 - "IL TOBOGAN,"

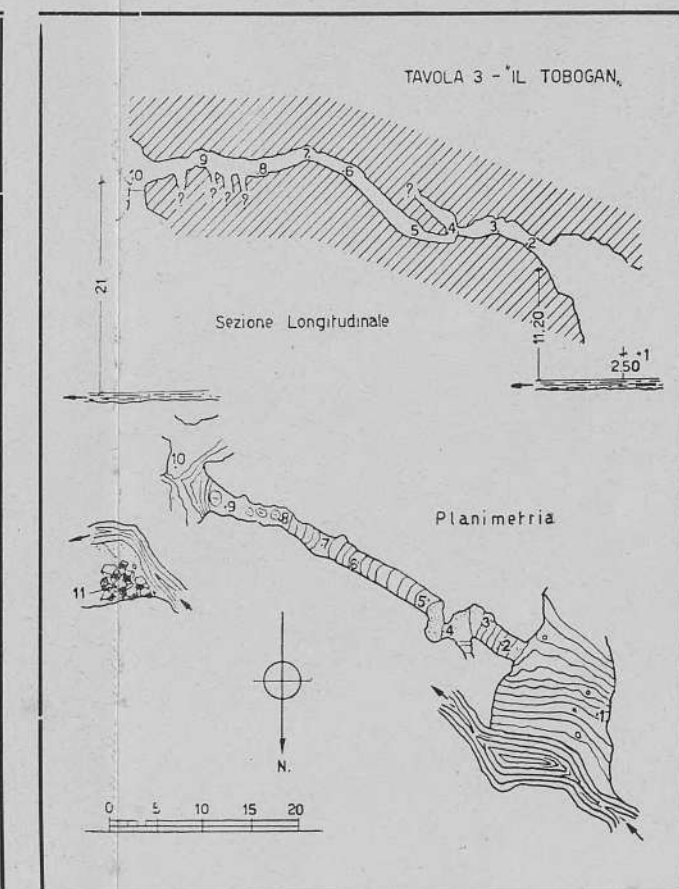
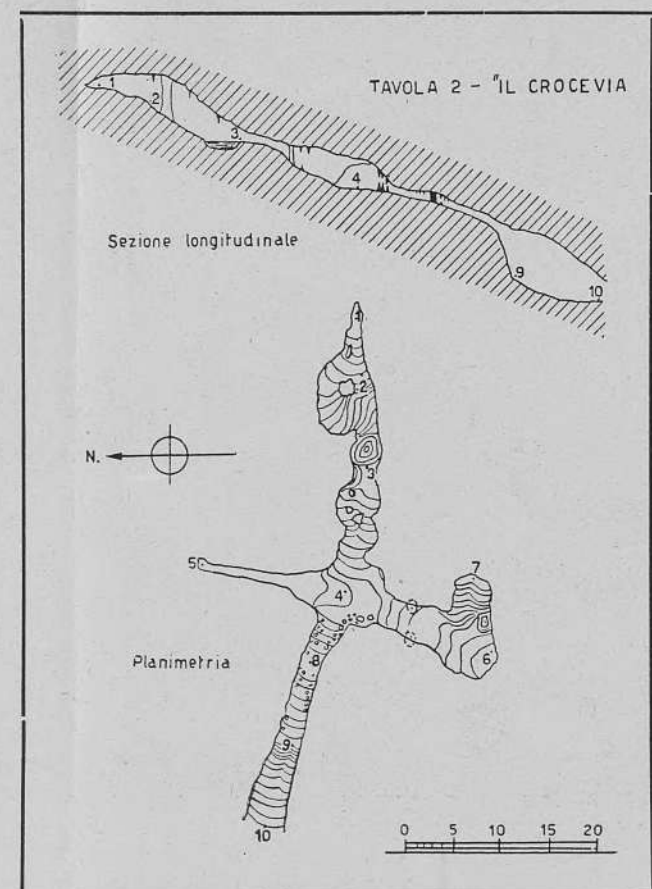
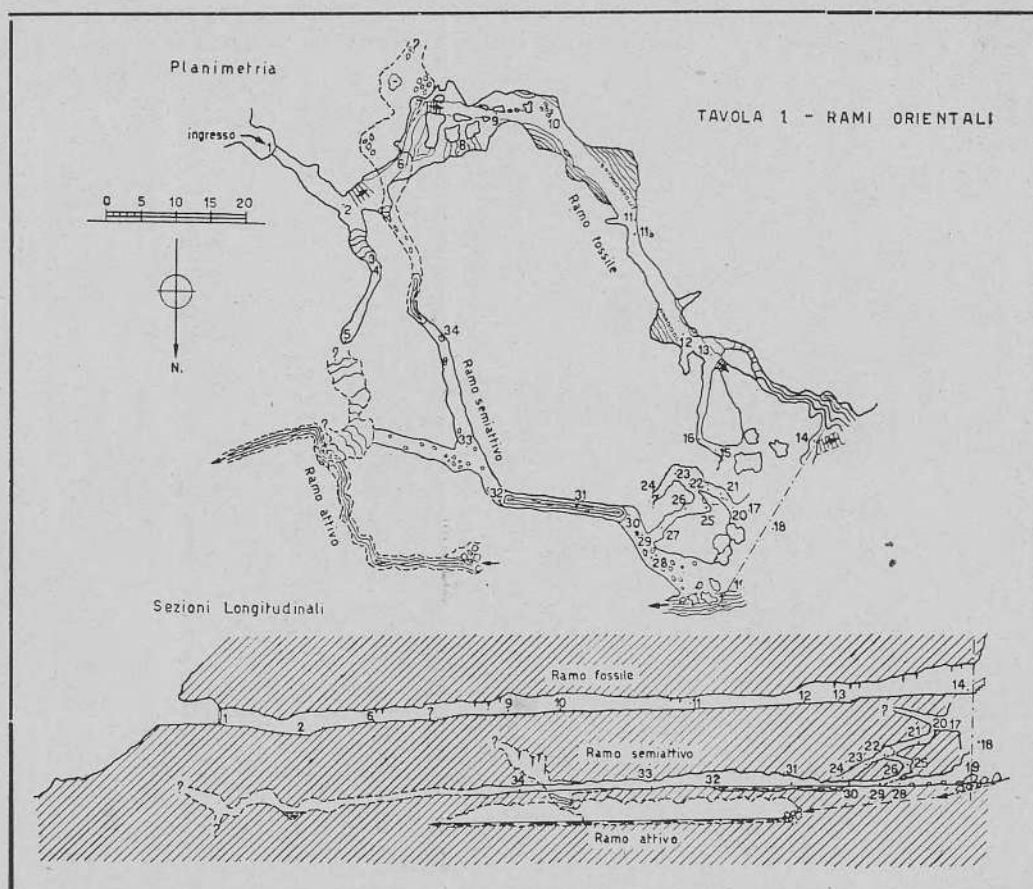
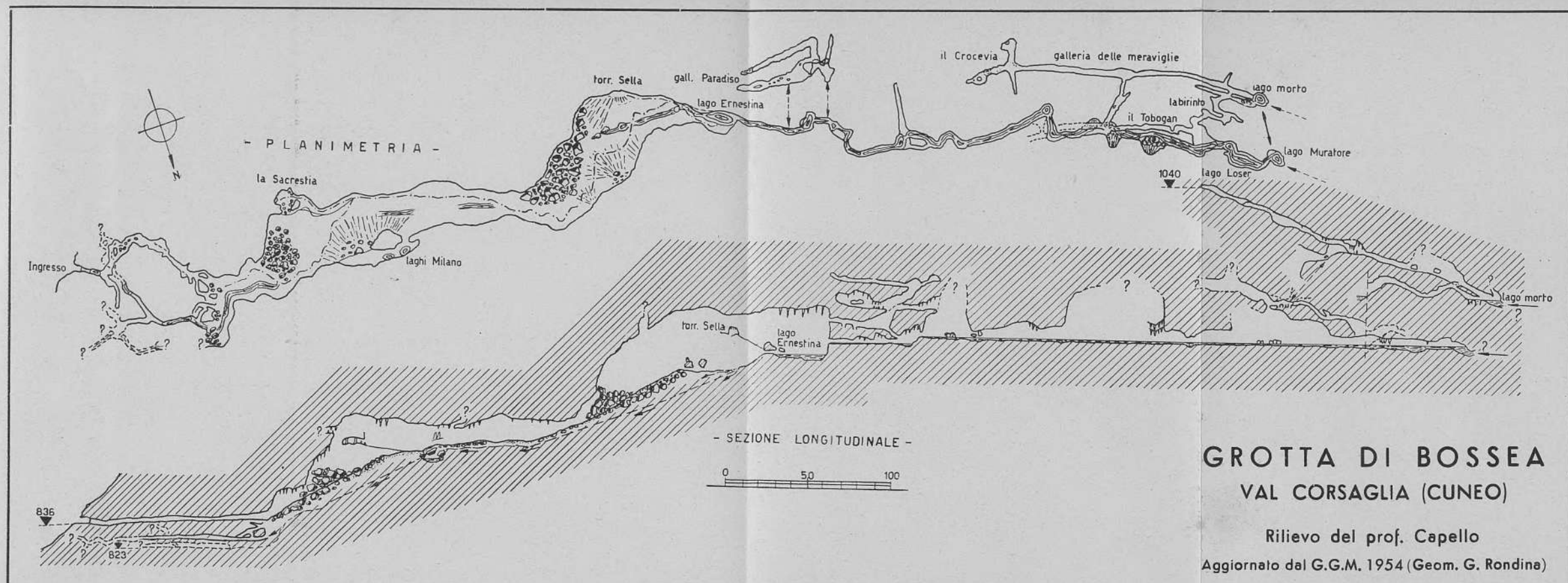
Sezione Longitudinale

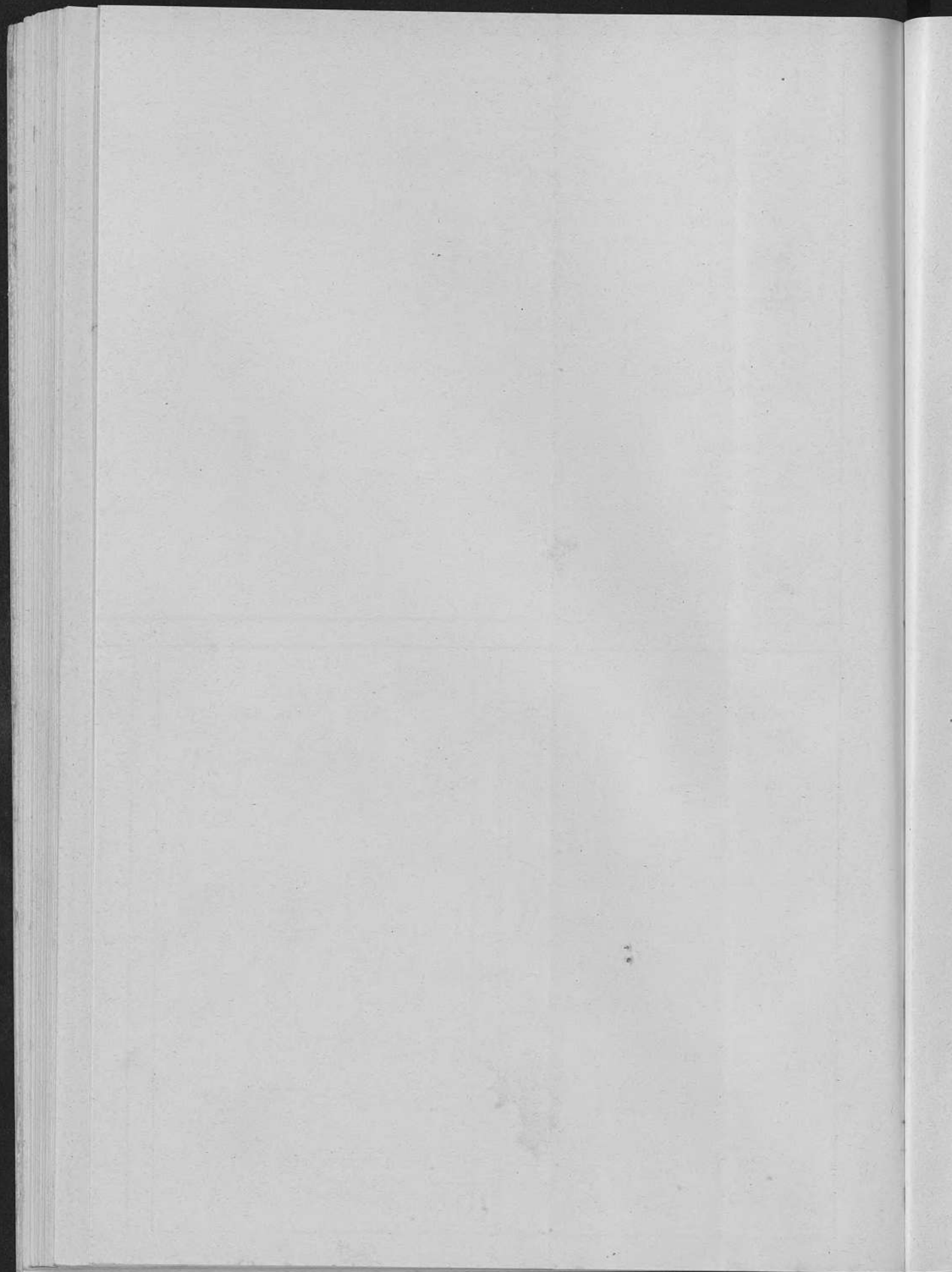
11 20
+ 1
250

Planimetria

N.

5 10 15 20





Nel primo salone infine, all'altezza della cosiddetta «Sacrestia», sulla sinistra orografica, alla sommità di una frana è stata notata una saletta che dà accesso ad una galleria terminante con due laghetti intercomunicanti e con una finestra aprentesi verso il tratto superiore del primo salone.

I due bacini d'acqua sopra menzionati, alimentati da stillicidio, sono stati denominati «Laghetti Milano».

Nel corso della spedizione, allo scopo di fornire una adeguata documentazione fotografica, si è fatto uso di un lampeggiatore elettronico Eliotron tipo SL 2.

Date le particolari condizioni ambiente si sono verificati alcuni inconvenienti nel funzionamento.

Il G.G.M. ha ora allo studio un nuovo tipo di lampeggiatore atto a funzionare anche in ambiente sub-acqueo.

Concludendo: L'insieme dei dati raccolti ci permette di riassumere le seguenti caratteristiche topografiche della grotta:

Lunghezza	metri 1.013
Sviluppo totale . .	metri 1.866
Dislivello	metri 217

Degli altri scopi che la spedizione si era prefissa, non tutti poterono essere raggiunti, soprattutto per le avverse condizioni atmosferiche. Abbondanti neviccate impedirono infatti il rilievo geologico esterno di dettaglio, così come la ricerca sistematica ed il collegamento di eventuali cavità sovrastanti.

Come già annunciato, è intendimento del G.G.M. di portare a termine le ricerche iniziate; sui risultati relativi ci riserviamo di darne comunicazione in seguito.

FOSSA DEL NOGLAR O CEVOLA DELLA PRESA

Questa cavità(1), vasta e complessa nella sua rete di gallerie a condotta d'acqua, occupa, con i suoi 2.050.— metri di sviluppo, uno dei primi posti fra le più estese cavità d'Italia.

Di essa si trova cenno in una pubblicazione tedesca del 1930, da cui risulta esplorato e rilevato esclusivamente il pozzo d'ingresso.

La grotta si dirama sul margine nord-orientale dell'altipiano del Ciaorlecco, Prealpi Carniche, e precisamente in quel tratto di terreno calcareo appartenente al Cretaceo Superiore, e costituito da Calcari di Scogliera e Calcari a Rudiste.

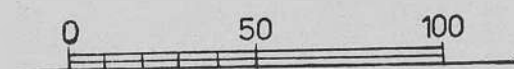
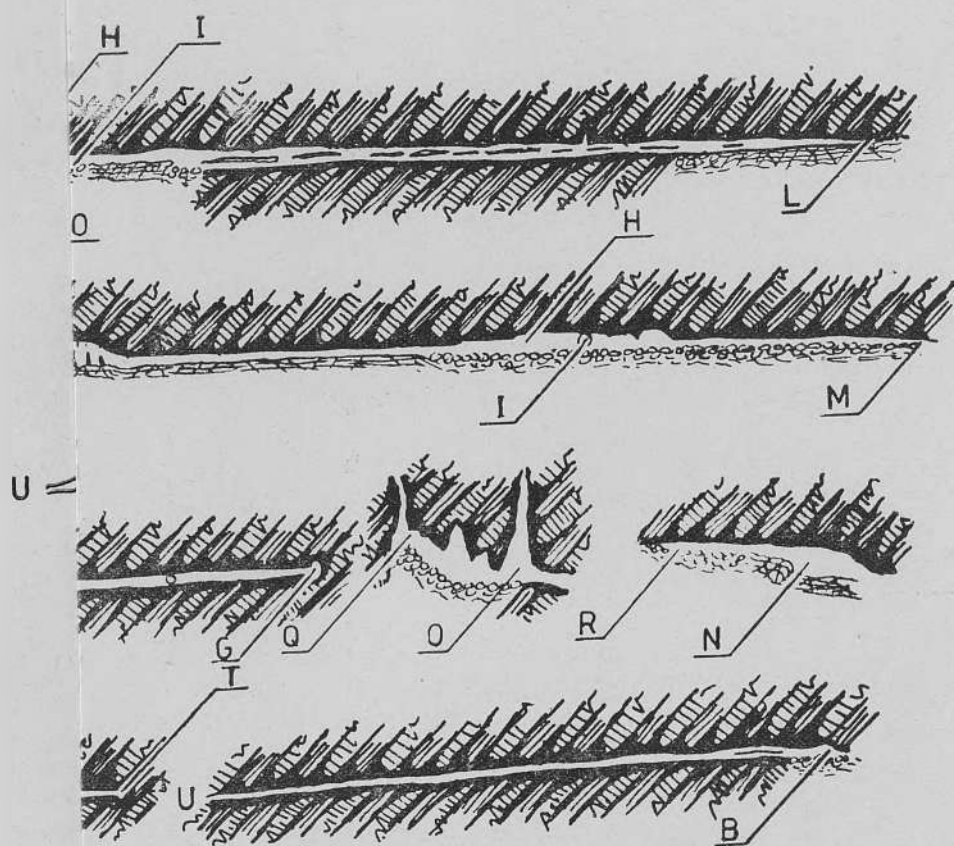
Il banco calcareo degrada in valli e vallette in direzione del torrente Cosa e del Rio Secco, che lo solcano con le loro profonde e strette forre. Nella sua parte nord il banco è delimitato da una barriera di strati Eocenici marnoso-arenacei a facies di Flysch. E' proprio lungo questa fascia che gli strati calcarei si presentano alquanto tormentati da una serie pressochè ininterrotta di pieghe, faglie e diaclasi, che parecchio hanno influito sulla costituzione attuale della cavità in esame.

L'ingresso della grotta si presenta come una profonda diaclasi allargata dall'acqua che giunge più o meno abbondante da una fonte che sgorga dai terreni arenacei distanti solo qualche decina di metri.

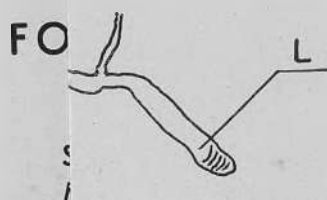
La spaccatura d'ingresso, che misura alla superficie circa m. 20 x 4, si va poi restringendo e riallargando fino a raggiungere la profondità di 55 metri.

L'acqua della fonte, che s'infiltra per una serie di fessure capillari nei pressi dell'ingresso, ricompare a circa metà pozzo scorrendo lungo la parete verticale in rivoli piuttosto abbondanti, e si raccoglie sul fondo in un bacino che smaltisce le sue acque in una galleria talmente angusta da costringere l'esploratore a procedere strisciando sul fondo composto da detriti calcarei e arenacei di ogni grossezza, e percorso a tratti dalle gelide acque del torrentello. In questo percorso gli strati si mantengono quasi orizzontali, e la galleria presenta la tipica sezione ovale di condotta forzata. Al punto B l'acqua prende decisamente la diramazione di sinistra, in lieve discesa, che si mantiene costantemente stretta e bassa, sì da rendere molto disagiata il proseguimento. Questo cunicolo, come tutte le altre gallerie strette e basse della grotta, procede con una serie ininterrotta di anse molto accentuate, tanto che i tratti dritti superano raramente i 10-15 metri. La volta della galleria è costantemente formata dal letto dello strato superiore, diviso da quello inferiore da una fessura larga in media 10 cm. che si

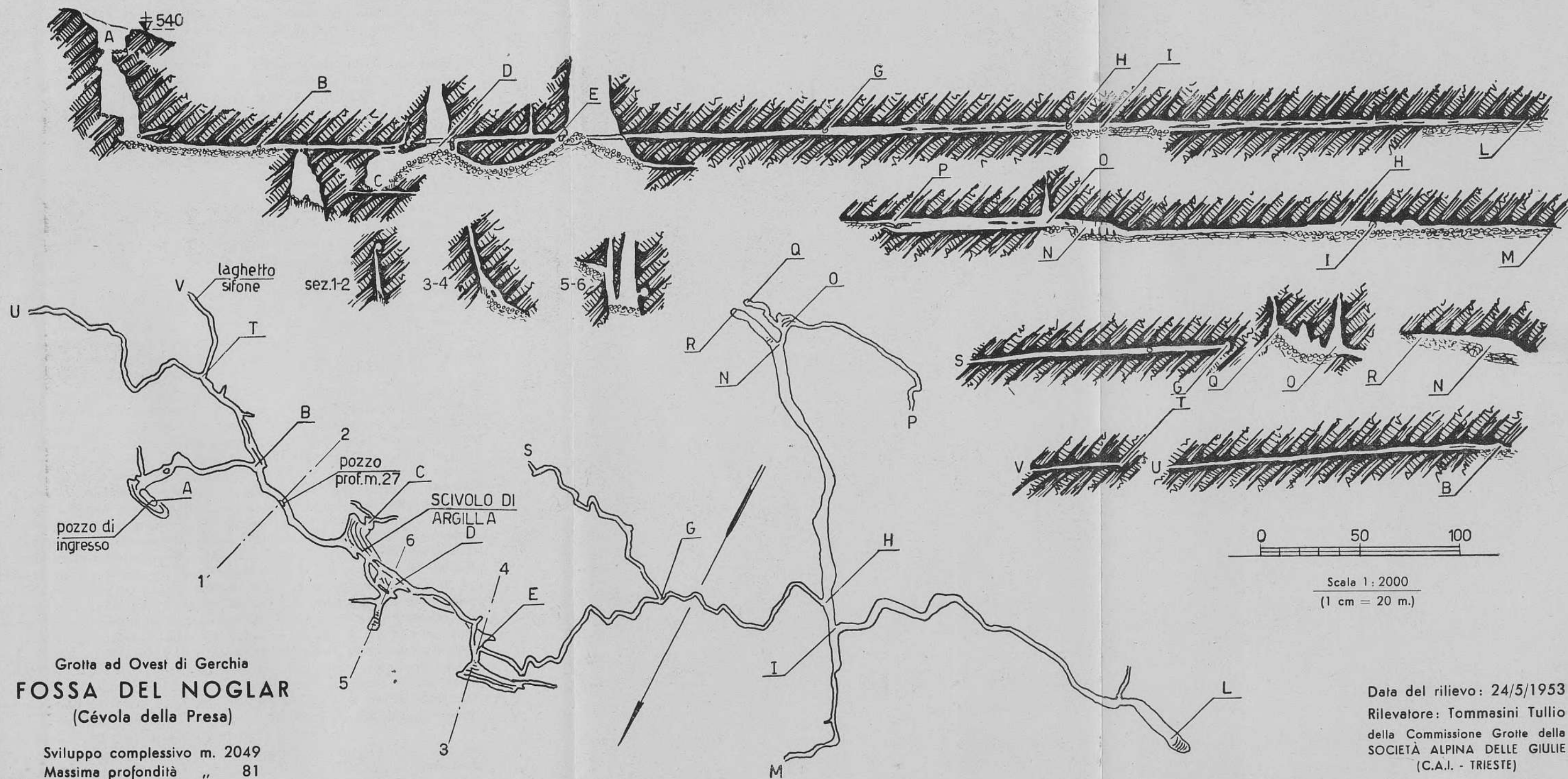
(1) Fossa del Noglar o Cevola della Presa. Tavoletta F. 24-I SE — Castelnuovo del Friuli. Situazione: m 625-SO+44'0". Quota ingresso: m. 540. Profondità: m 81. Primo pozzo: m 55. Pozzo interno m 27. Sviluppo complessivo: m 2050. Esplorazione: Commissione Grotte C.A.I. Trieste. Rilevatore: Tommasini Tullio. Data rilievo: 24-5-1953.

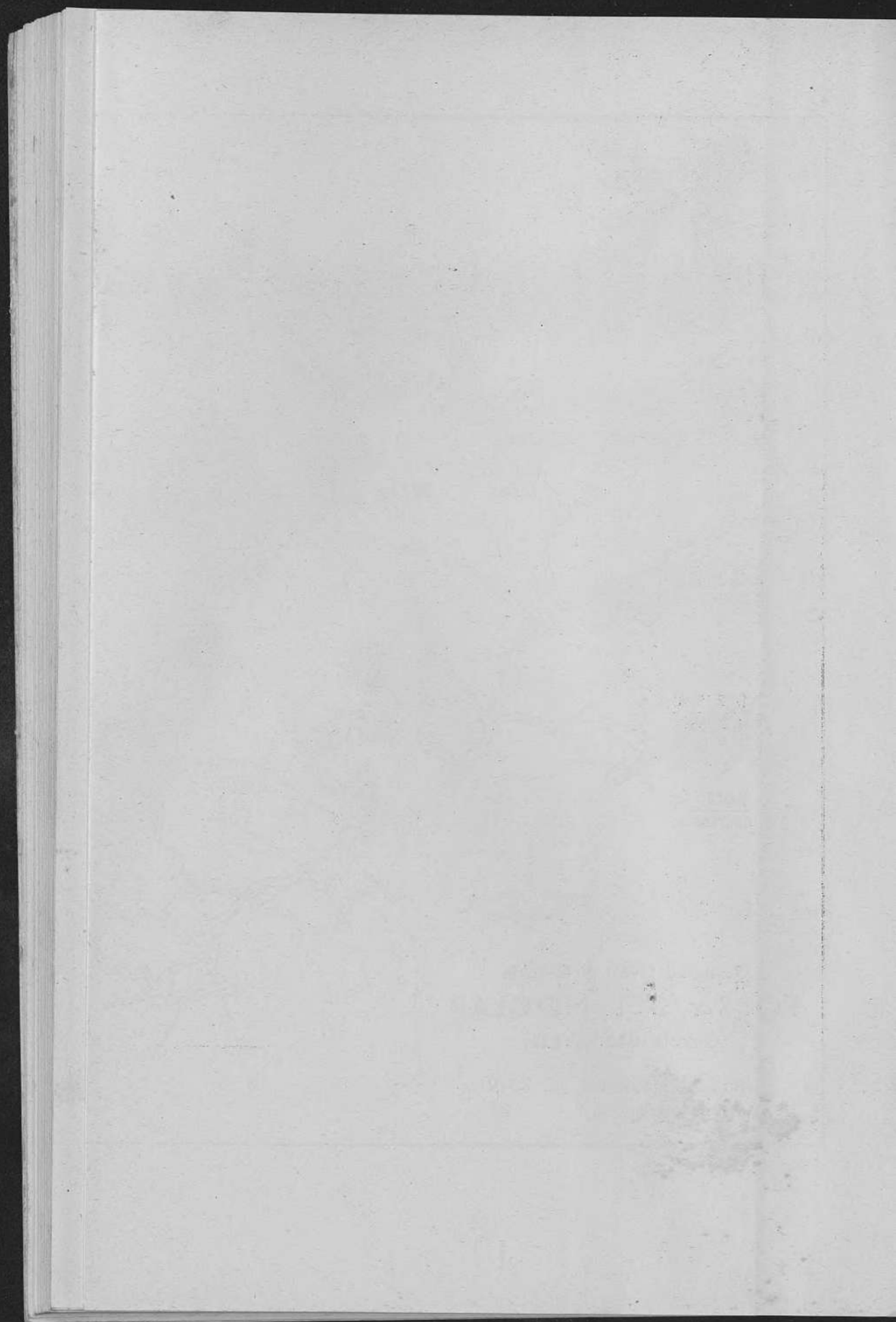


Scala 1 : 2000
(1 cm = 20 m.)



Data del rilievo: 24/5/1953
Rilevatore: Tommasini Tullio
della Commissione Grotte della
SOCIETÀ ALPINA DELLE GIULIE
(C.A.I. - TRIESTE)





estende in profondità lungo il giunto dei due strati. Al punto U un masso incastrato nello stretto pertugio impedisce di proseguire, mentre la diramazione V è chiusa da un laghetto a sifone.

Ulteriori corsi d'acqua, del tutto indipendenti da quello che entra dal pozzo d'ingresso, scorrono dal punto P lungo la galleria P-H, a da una spaccatura apertasi poco prima del termine della galleria L-I, per poi unirsi e proseguire lungo la galleria H-G-E. Il tratto P-O, uno dei pochi in cui è possibile procedere eretti, si presenta come una stretta e alta forra sul cui fondo, fra banchi di sabbia ammassati lungo le pareti, l'acqua scorre abbondante, mentre sulla volta e sulle pareti alte abbondano le concrezioni d'un bianco purissimo, che formano, al punto P, una barriera insormontabile. Parte a sè costituisce il ramo O-Q, che presenta tracce evidenti di erosione verticale, con spaccature e camini percorsi da acqua, forte stillicidio, rocce a spigoli vivi e lame taglienti. Con uno scivolo di concrezioni si giunge al punto N, che dà inizio a quello che doveva essere un tempo il ramo principale e più vasto di tutta la cavità. Questa galleria, ora riempita da detriti calcarei e arenacei fin quasi alla volta, era alimentata un tempo anche dalla diramazione R-N, ora ostruita da frane e concrezioni, e presenta abbondanti formazioni di calcite, fra le quali scorre a meandri il ruscelletto. La diramazione proseguiva in origine lungo il tratto H-I-M, ma ora le acque hanno trovato una via più comoda, mentre il tratto più antico funziona da smaltitore delle acque in periodo di piena, tanto più che la sua portata è di molto ridotta a causa del riempimento di detriti.

Una forte portata d'acqua aveva un tempo anche il ramo L-I, ora completamente ostruito nella sua parte terminale da detriti e concrezioni, e reso ancora attivo da un ruscelletto che entra da una spaccatura laterale della parete. L'acqua si è aperta la sua strada tra i detriti e le concrezioni del fondo, mentre lo stillicidio ha continuato a lavorare in volta, si da formare ricche concrezioni e colate che spesso si uniscono a metà parete, formando una specie di pavimento sospeso, su cui si può agevolmente procedere all'asciutto. L'acqua prosegue poi nel tratto I-H, dove si congiunge con quella proveniente dal punto P. Il tratto H-E presenta di nuovo il fenomeno delle anse in successione continua. Dapprima le concrezioni sono abbondanti sulla volta e sulle pareti, tanto che, anche per la ristrettezza della galleria, si passa a stento, ma poi cessano del tutto al punto G. La diramazione G-S, che forse un tempo raccoglieva le acque provenienti da H, ora presenta ad una quarantina di metri dal punto G, una zona di spartiacque, costituito da una cavernetta da cui, per una fessura, entra un ruscello, che prosegue oltre al punto S, dove la volta si abbassa sì da toccare quasi l'acqua. Il tratto G-E, è privo di concrezioni ed in certi punti molto angusto, essendosi l'acqua aperta la via lungo il giunto degli strati e scorrendo quindi su una superficie più vasta. Ad una decina di metri dal punto E una stretta spaccatura profonda oltre tre metri cattura tutta l'acqua che in parte riaffiora nel ramo basso E-D, in cui mancano del tutto le concrezioni, mentre il fondo è costituito da detriti calcarei di ogni misura.

La via antica delle acque era costituita dal ramo alto E-D, per poi proseguire, sopra lo scivolo d'argilla, sino al punto B. Ora questa parte della galleria è completamente trasformata causa la presenza di una diaclasi che,

una volta raggiunta e allargata, ha catturato tutta l'arqua della galleria. Così al punto E (sez. 3-4), come al punto D (sez. 5-6) e allo scivolo d'argilla e al pozzo che si apre sul pavimento della galleria a circa 25 metri dal punto B (sez. 1-2).

Attualmente il tratto superiore E-D presenta uno spartiacque ad una ventina di metri oltre il punto E, dove da un camino entra un filo d'acqua ricco di calcite in soluzione, che scende verso il punto D, fino a raggiungere un pozzo da cui scende nella diramazione bassa. Al punto D, da un altissimo e largo camino, cade un intenso stillicidio che distrugge i residui di abbondanti ed un tempo belle concrezioni. La galleria superiore presenta una serie di aperture sulla parete di questo camino, per poi proseguire e chiudersi con un banco di sabbia argillosa. Il tratto D-C si presenta fortemente eroso e cosparso di massi in bilico. Sul fondo un torrentello si scava la sua strada lungo una angusta galleria. Superato lo scivolo d'argilla, fortemente inclinato, si giunge nuovamente nel ramo alto, chiuso anche esso verso il punto D da sabbia, argilla e concrezioni. Il tratto dello scivolo d'argilla al punto B è ora percorso dalle acque di stillicidio, che si raccolgono in numerosi bacini sul fondo limaccioso e sparso di rocce taglienti. Questo per quanto riguarda la descrizione morfologica della grotta.

Non altrettanto semplici a descriversi le difficoltà notevoli incontrate dagli esploratori, che hanno dovuto in più esplorazioni percorrere, fra andata e ritorno, ben 4 km. di gallerie strisciando per ore intere, maneggiando strumenti che non dovevano esser bagnati, nell'acqua spesso profonda, dove la lunghezza del percorso e l'angustezza delle gallerie avrebbero impedito l'uso di qualsiasi tuta impermeabile, sia per la sua scarsa resistenza agli strappi, ivi inevitabili, sia perchè sarebbe stata impedita quella necessaria traspirazione procurata dagli sforzi di avanzamento in condizioni così disagiati.

Ciononostante si è riusciti a portare a termine un sufficientemente esatto rilievo, corredandolo di tutti quei dati necessari ad un primo studio della cavità.

LE GROTTI DEL CAPO CACCIA (ALGHERO)

Premessa

La relazione che segue ha lo scopo di fornire un quadro unitario ed il più possibile esauriente sui problemi scientifici e turistici del Capo Caccia e delle sue grotte, che rappresentano, senza dubbio alcuno, una delle manifestazioni carsico-marine più importanti e suggestive d'Italia.

Essa compendia le numerose osservazioni compiute dalla spedizione del G.G.M. nel luglio 1952 e nello stesso tempo sviluppa ed integra quanto già apparso nel '52 su «Rassegna Speleologica Italiana» a cura di C. Sommaruga (25), tenendo inoltre presente i risultati delle ricerche di altri autori e particolarmente del Circolo Speleologico Romano (32).

Le Grotte del Capo Caccia nella preistoria e nella storia

Le Grotte del Capo Caccia sono in parte note all'uomo fin dalla preistoria. Sicure tracce di vita preistorica sono state infatti scoperte nella Grotta Verde.

Si tratta di graffiti, forse attribuibili in parte fin dall'Eneolitico (32), rilevati dal Circolo Speleologico Romano nel maggio '52, e di manufatti litici, metallici, ossei ed in ceramica, raccolti nel corso della spedizione del G.G.M. (luglio 1952) e risalenti con tutta probabilità alla civiltà nuragica che ebbe larga diffusione nel territorio di Alghero, come testimoniano i 450 nuraghe e la famosa necropoli di Anghelu Ruju.

I Romani non lasciarono, a quanto risulta, un preciso riferimento alle grotte della zona, però i ruderi testimoniano la loro presenza a Porto Conte (tra l'altro i ruderi di Las Presons), per cui è indubbio che talune grotte fossero a loro conoscenza.

Pausania chiama il Porto Conte, *Portus Nympharum* o *Nymphaeus*, forse perchè le grotte erano ritenute dimora delle ninfe.

Delle numerose grotte carsico-marine, litoranee e costiere, alle quali il Capo deve in parte la sua rinomanza, la più conosciuta da tempi remoti è la Grotta del Nettuno, secondo la leggenda, degna reggia del Dio marino.

Nel secolo scorso, soprattutto all'estero, la Grotta del Nettuno fu rinomatissima e celebrata e descritta dai primi viaggiatori italiani, francesi, inglesi che percorsero la Sardegna.

Masala (18), la esalta già nel 1805, il Duca di Buckingham nel 1824, dopo averla illuminata a giorno con fuochi di Bengala, e Mimaut (20), nel 1825, la giudicano più bella delle famose grotte di Antipatros, nell'arcipelago greco, e di Mahon; il Valery (27), nel 1837, la definisce «il primo monumento della Sardegna», mentre Thyndall (26), nel 1849, osserva come nei suoi viaggi numerosi non si offrì alla sua vista spettacolo più sorprendente.

Forzani, inoltre, ritenne la Grotta del Nettuno superiore a quella, pure

famosa, di Fingal (Scozia) nei basalti colonnari, con curioso raffronto fra cavità di origine e morfologia assolutamente diverse.

La Marmora (14) (15), il grande studioso della Sardegna, nel 1829 visitò la grotta accompagnando Carlo Alberto, l'allora principe di Carignano, ma non gli fu consentito di dedicarsi ad osservazioni e studi data la circostanza. Egli considera poi (1857) la Grotta del Nettuno più suggestiva di quella di Mahon e forse anche della Grotta Azzurra di Capri. Esaltate descrizioni ne danno pure numerosi altri autori, come Angius (2), nel 1834, Perretti (22), nel 1853, Delessert (11), nel 1854, Velain (29), nel 1882, Costa (10), nel 1889, Vuillier (30), nel 1893, ecc.

Spicca fra tutte queste testimonianze, il gran numero di quelle straniere, ciò che è significativo ai fini di una valutazione della bellezza della grotta.

La Grotta del Nettuno, per la sua rinomanza, fu oggetto di curiose vicende: fu scritto che un vecchio comandante della Flotta Sarda, per ornare il giardino della propria villa a Nizza, distruggesse alcune concrezioni a cannonate, (30) e sul suo esempio un capitano della Marina Reale Inglese, nel secolo scorso, per sfogare il rammarico di non averla potuta visitare a causa delle proibitive condizioni del mare, l'avrebbe pure cannoneggiata dalla sua corvetta, cercando di infilare coi proiettili la stretta galleria di accesso e distruggendo due stalammiti, (13) (30).

Si è scritto anche che nel 1915 la grotta servisse di base clandestina di carburante per i sommergibili tedeschi, (28), ma più probabilmente tale base doveva trovarsi in altra cavità, nella vicina isola Foradada, di più agevole accesso.

Fra i visitatori della Grotta del Nettuno figurano personalità e sovrani: alcune lapidi ricordano il principe di Carignano, Carlo Alberto, che visitò una prima volta la grotta nel 1829, accompagnato da La Marmora e vi fece ritorno, divenuto re, nel 1841; anche la Regina Margherita di Savoia visitò la grotta nei primi decenni del nostro secolo e vi si susseguirono poi personalità ed uomini illustri.

Per le sue malagevoli condizioni di accesso, la grotta, pur tanto descritta, fu poco visitata dal turismo di massa e cadde immeritatamente nell'oblio.

Solo di tanto in tanto gli Algheresi, in una pittoresca processione di barche, vi si recano numerosi, preferibilmente nelle ore notturne. Allora una grande fiaccolata si specchia sulle onde del mare e del lago interno e sulla spiaggia, al termine di questo, si improvvisano danze al suono di una orchestra alloggiata su un terrazzo naturale.

Anche prescindendo dalle molte esagerazioni descrittive proprie del secolo scorso, retorico di entusiasmi per le esplorazioni, le scoperte, la natura e la scienza, la Grotta del Nettuno presenta non comuni interessi scientifici e turistici, ma, come in genere tutte le grotte sarde, è stata finora poco o punto studiata.

Nei primi anni del recente conflitto mondiale la Grotta del Nettuno fu visitata dal Prof. Anelli, Direttore dell'Istituto Naz. di Speleologia. Nel 1950 il dr. Sommaruga del G.G.M., per incarico del Centro Speleologico Italiano del T.C.I. e dell'Associazione turistica «Pro Alghero», eseguiva un

sopraluogo alle grotte del Capo Caccia e impostava un programma di studi e di ricerche che è stato attuato nel luglio 1952 dal Gruppo Grotte Milano.

Sempre nel 1952, sono stati compiuti sopraluoghi ed osservazioni a scopo scientifico anche dai proff. Guareschi dell'Università di Sassari e Vardabasso dell'Università di Cagliari e dal Circolo Speleologico Romano, (32).

Nell'ambito delle attività miranti alla sempre maggiore valorizzazione turistica della Grotta del Nettuno, è doveroso ricordare l'opera svolta già da molti anni dai sigg.: Gen. Catardi e dr. Costantino e dall'instancabile animatore della «Pro Alghero», sig. Picinelli.

Campagna speleologica del G. G. M.

La campagna, promossa dall'Associazione turistica «Pro Alghero», venne svolta dal G.G.M. dall'8 al 23 luglio 1952, sotto l'egida dell'Assessorato al Turismo della Regione Sarda che provvede al finanziamento della campagna stessa.

I compiti principali assegnati alla spedizione, comprendevano: esplorazione e rilievo di due cavità (Grotta del Nettuno e Grotta Verde) e ricerca di un'eventuale intercomunicazione fra le predette; studio del fenomeno carsico del Capo Caccia e raccolta di osservazioni scientifiche particolarmente connesse a problemi applicativi di interesse turistico.

Essi furono svolti durante i 16 giorni effettivi di lavoro, con una permanenza complessiva sotterranea di 120 ore. La spedizione era composta dal dr. C. Sommaruga (direttore della missione), da A. Ligasacchi (direttore tecnico del G.G.M.) e da A. Balducci, A. Cigna, V. De Benvenuti, L. Ligasacchi e dr. G. Presa.

Il Capo Caccia

Il Capo Caccia, o Capo della Caccia, che chiude ad occidente il riparatissimo golfo di Porto Conte, è costituito da calcari giurassico-cretacei che data l'immersione media degli strati (verso est con modesta pendenza) danno origine ad un tavolato carsico, con pendio uniforme sub-parallelo alla stratificazione.

Esso è interrotto bruscamente, sul versante ovest da una vertiginosa falesia, alta sino a 200 metri. Il versante est, invece, degrada dolcemente verso il golfo di Porto Conte, salvo nella parte più meridionale ove la falesia diventa man mano più alta e pronunciata raggiungendo i 170 m sull'estremo sperone del Faro.

Ad ovest del Capo, ad una distanza di circa 300 metri, è l'isola Foradada, un tempo certamente unita al Capo Caccia ed ora separata da esso dall'azione demolitrice del mare; la natura geologica analoga e la concordanza nella giacitura degli strati lo confermano.

La superficie del tavolato è coperta da scarsa vegetazione, tipicamente mediterranea. Essa presenta il solito aspetto delle aree carsiche: con pietraie anche costiere e massi sparsi, erosioni carsiche superficiali, alcune cavità doliniformi e qualche solco carsico, oltre ad almeno un paio di inghiottitoi, dei quali uno esplorato dal G.G.M. (v. oltre).

Nelle falesie si aprono numerosissime cavità, di erosione carsico-marina, legate per lo più a fratture; molte di esse danno accesso a sistemi carsici

sotterranei, di sviluppo anche notevole, ma solo poche sono accessibili all'esploratore, per la loro posizione.

Le cavità sotterranee esplorate a tutt'oggi, sono descritte nelle pagine seguenti.

Grotte principali del Capo Caccia

A) Dati catastali

(I numeri di catasto sono quelli desunti dall'elenco di C. Maxia (19), pubblicato in «Grotte d'Italia», anno 1936, e da comunicazioni richieste al prof. F. Anelli, curatore del Catasto Speleologico Italiano. Le grotte segnate con asterisco sono quelle visitate dal G.G.M.).

Sa 3

GROTTA VERDE *

Altre denominazioni: Gr. dell'Altare; Gr. di S. Erasmo: erron. Gr. di S. Elena.

Ubicazione: falesia orientale del Capo Caccia, a mezza costa, sotto il bivio per il semaforo della strada Tragunai-Faro.

Località: Capo Caccia

Provincia: Sassari

Coordinate:

lat. 40°33'52" N

long. 4°17'17" O M. Mario

Quota s.l.m.: m 75

Lunghezza: m 90

Profondità: m -70

Sviluppo: m 116

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

Sa 65

GROTTA DEL NETTUNO *

Altre denominazioni: Gr. di Capo Caccia; Gr. di Alghero.

Ubicazione: alla base della falesia occidentale del Capo Caccia, circa a metà fra il semaforo ed il Faro.

Località: Capo Caccia

Provincia: Sassari

Coordinate:

lat. 40°33'50",5 N

long. 4°17'34",5 O M. Mario

Quota s.l.m.: m 2 ca.

Lunghezza: ca. m. 400

Profondità: +32; -9;

Sviluppo: oltre m 840

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

Sa 71

GROTTA DELL'ISOLA FORADADA

Altre denominazioni: nessuna.

Ubicazione: le due aperture si trovano, rispettivamente, sulla costa occidentale ed orientale (quest'ultima in corrispondenza di un'insenatura) dell'isola.

Località: Isola Foradada

Provincia: Sassari

Coordinate: (ingresso orientale)

lat. 40°34'12",4 N

long. 4°18'05" O M.te Mario

Quota s.l.m.: m 0

Lunghezza: ca. 110 m

Profondità: m 0

Sviluppo:

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

non cat.

GROTTA DEI RICAMI *

Altre denominazioni: nessuna.

Ubicazione: alla base della falesia orientale della punta del Faro, poche decine di metri a Sud di Cala Cucuzza.

Località: Capo Caccia

Provincia: Sassari

Coordinate: (ingresso principale)

lat. 40°33'40",8 N

long. 4°17'19" O M.te Mario

Quota s.l.m.: m 3,50

Lunghezza: m 74

Profondità:

Sviluppo: m 182

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

non cat.

GROTTA DEI GABBIANI *

Altre denominazioni: nessuna.

Ubicazione: quasi alla base della falesia orientale del Capo Caccia, alcune decine di metri a Sud della insenatura di Torre del Buru.

Località: Capo Caccia

Provincia: Sassari

Coordinate:

lat. 40°34'12" ca. N

long. 4°17'20" ca. O M.te Mario

Quota s.l.m.: m7

Lunghezza: m 50

Sviluppo: m 75

Profondità: - 8

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

non cat.

GROTTA PICINELLI *

Altre denominazioni: nessuna.

Ubicazione: pochi metri a nord della Grotta dei Gabbiani, alla base della falesia orientale del Capo Caccia.

Località: Capo Caccia

Provincia: Sassari

Coordinate:

lat. 40°34'14" ca. N

long. 4°17'20" ca. O M.te Mario

Quota s.l.m.: m 1

Lunghezza: m 5

Profondità:

Sviluppo: m 10

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

non cat.

INGHIOTTITOIO DI CALA TRAGUNAIA *

Altre denominazioni: nessuna.

Ubicazione: poche decine di metri a SSO del deposito della Marina militare alla Tragunaia, sul fondo di una piccola cavità doliniforme.

Località: cala Tragunaia (Capo Caccia) *Provincia:* Sassari

Coordinate:

lat. 40°34'30" ca. N

long. 4°17'32" ca. O M.te Mario

Quota s.l.m.: ca. m 30

Lunghezza: m 25 ca.

Profondità: m - 30

Sviluppo: m. 40

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia, I.G.M.; Tavoleta IV SE — Capo Caccia.

non. cat.

GRUTTA DES CULOMBS

Altre denominazioni: nessuna.

Ubicazione: per quanto non ubicata nel Capo Caccia, ricordiamo anche questa cavità, perchè non lontana dalla strada che da Alghero conduce al Capo Caccia; si trova nella rada di Alghero, a 270 metri, in direzione sud, dalla collina di Punta Negra.

Località: Rada di Alghero

Provincia: Sassari

Coordinate:

lat.

long.

Quota s.l.m.: m 0

Lunghezza:

Profondità:

Sviluppo:

Cartografia: F.° 192 della Carta d'Italia dell'I.G.M.; Tavoleta I SO.

B) Descrizioni

Sa 3 — GROTTA VERDE

Delle due maggiori grotte del Capo Caccia, la Grotta del Netturo e la Grotta Verde, solo quest'ultima ha un comodo accesso anche da terra. E' situata sulla costa orientale del Capo, cioè verso l'interno del Golfo. Le condizioni del mare fronteggiante la grotta sono generalmente assai migliori che non siano quelle del mare antistante la Grotta del Nettuno. Tale fatto e l'accessibilità da terra hanno favorito l'insediamento umano preistorico e protostorico, come è stato provato dal reperimento di materiale paleontologico (v. oltre) e dalla scoperta di graffiti (32). La via d'accesso dal mare,

si svolge lungo un'erta fiancata di materiale detritico, cui si approda direttamente in una piccola cala; da terra, attraverso un sentiero che si stacca sulla sinistra dalla carrareccia Tragunaia-Faro, quasi in corrispondenza del bivio per il semaforo, e scende alla grotta tra le rocce.

L'accesso e la morfologia della Grotta Verde sono nettamente diverse, rispetto alla norma generale delle altre cavità del Capo: ampia cavità a sezione lenticolare, con un maestoso portale largo qualche decina di metri ed alto anche di più, essa si interna verso ovest, in forte discesa, mantenendo una sezione molto ampia; l'inclinazione media longitudinale è di ca. 45°.

La parte iniziale della cavità si presenta piuttosto spoglia di concrezioni, limitata a pochi esempi marginali. Esse costituiscono invece un complesso imponente poco più oltre, in cui si hanno numerose altissime colonne (taluna delle quali superante i 20 m) coperte, così come le pareti, da una patina verdastra dovuta a muschi e licheni che conferisce loro un aspetto singolarmente suggestivo, in modo particolare quando, durante le ore del mattino, vi penetrano i raggi del sole. Appunto da tale particolarità deriva il nome dato alla Grotta.

Proseguendo verso il basso la cavità assume pendenza sempre maggiore con salti e vasti accumoli di massi franati e di grosse stalattiti crollate, fino al laghetto di fondo, che si trova press'a poco a livello del mare.

La grotta pare continui sotto l'acqua salmastra del laghetto che sommerge una galleria con stalattiti e stalammiti. Come ha rilevato anche il C.S.R. (32) la Grotta Verde rappresenterebbe la parte terminale, apertasi recentemente, di una grotta più antica attualmente sommersa. Data la giacitura degli strati, che risalgono verso Ovest, è possibile che la Grotta presenti ulteriori sviluppi ascritti oltre il laghetto.

La grotta Verde non può certamente reggere il confronto con la Nettuno, specie dopo le recenti scoperte in questa ultima; ma la maggior accessibilità ne giustifica la sua popolarità.

Essa costituisce quindi, ancora, una delle maggiori attrattive turistiche del Capo Caccia, il suo interesse è stato arricchito dai recenti reperti di materiale paleontologico, ciò che la renderà oggetto di sistematiche ricerche nel prossimo futuro.

Sa 65 — GROTTA DEL NETTUNO .

La grotta si apre nell'imponente falesia occidentale del Capo Caccia a livello del mare.

All'epoca della nostra spedizione vi si poteva accedere solo dal mare (ed in tal caso limitatamente ai rari periodi di bonaccia); attualmente è stata intagliata nella roccia una stretta scalinata che scende direttamente dal ciglio superiore della falesia e che verrà al più presto ampliata ed aperta al pubblico.

La grotta è protetta da una modesta insenatura, molto suggestiva che costituisce l'avangrotta. Questa è alta circa 8 m e vi fa seguito una soglia rocciosa in parte modificata artificialmente lunga circa 5-6 m e larga altrettanto, oltre la quale si estende uno dei maggiori laghi sotterranei d'Europa, il lago La Marmora, lungo 130 m. Esso è superato, lungo le coste del Mediterraneo, solo dal lago della Grotta del Drago (Majorca), lungo m 180.

Le volte che incombono sul lago La Marmora sono però notevolmente più alte e sostenute da numerose ed imponenti colonne concrezionate, alte anche 12, e fino a 20 metri, che si ergono dalle acque come quelle del più modesto lago degli Smeraldi della Grotta di Amalfi, lungo m 75.

Le acque del lago La Marmora sono salmastre: sotto la soglia si aprono infatti comunicazioni col mare, e del mare, il lago segue fedelmente le vicende delle maree mentre dall'interno viene alimentato da acque carsiche. Sulla sinistra della soglia si apre un cunicolo che porta, da una parte verso l'interno della grotta, e dall'altra ad un ambone che dà sull'insenatura.

Procedendo nel lago l'ambiente assume irreali colorazioni riflesse dallo specchio d'acqua; le numerose concrezioni, di origine subaerea, ora in parte sommerse (imponenti colonnati, stalaminiti sommerse, cortine stalattitiche di eccezionale bellezza) suddividono il lago in 5 bacini che misurano rispettivamente, dall'ingresso, le seguenti profondità: m 5,48; incognita; m 9,14; m 0,90; m 0,68. Il fondo del lago è irto di scogli e antiche concrezioni di origine subaerea, parzialmente o totalmente sommerse, e che consentono la navigazione esclusivamente a piccoli battelli a fondo piatto. Le pareti laterali del lago e in modo particolare quella di sinistra, sono notevolmente ornate da concrezioni.

Al di là di un ultimo colonnato stalattitico si estende una breve spiaggia costituita da minuti frammenti di concrezioni calcitiche. Dalla spiaggia, risalendo una scarpata fessurata, ricoperta da detriti e da un crostone stalaminitico, si accede ad una vasta sala di rilevante altezza, lunga oltre 50 m, nella quale alla vastità ed all'imponenza del vano principale, si contrappone il gioco più vario di cavità minori e la presenza di banchi stalattitici di candide, minute concrezioni eccentriche, e la sorprendente geometria delle concrezioni a vaschetta del fondo.

Dalle sale superiori, attraverso una congerie di massi franati e cementati si passa alle gallerie successive di una morfologia (cunicoli, gallerie, pozzi, camini ecc.) del tutto diversa da quella finora incontrata; esse danno accesso ad ulteriori cavità nelle quali la grotta del Nettuno trova il suo massimo sviluppo orizzontale e verticale.

E' questa la parte non ancora resa accessibile ai visitatori, anche se non è per nulla inferiore alla precedente, sia per vastità di ambienti che per ricchezza di concrezioni.

Oltre il cumulo di massi franati, uno stretto passaggio immette in un cunicolo, sul pavimento del quale si aprono alcuni pozzi, che dà successivamente adito ad un quadrivio: mentre il ramo di sinistra, breve e malagevole, è di scarsa importanza, quello centrale inferiore, costituito da una galleria d'interstrato, con massi franati, conduce in lieve discesa ad una saletta con due laghetti. Il fondo e le sponde di questi sono coperti da uno spesso strato di cristallini di calcite evidentemente precipitati per saturazione e che si notano anche galleggiare sull'acqua.

Il ramo principale è quello centrale superiore che immette con direzione nord su un piano inclinato sovrastante una sala, di notevole altezza e con il fondo pure costituito da un gran numero di massi franati; le concrezioni sono quasi esclusivamente parietali.

Attraverso un passaggio fra i massi si perviene in una sala occupata da

un laghetto, profondo sino a quattro metri, a sinistra del quale, in una vasta nicchia, si notano meravigliosi gruppi di concrezioni eccentriche e numerose stalattiti a campana. Superato sulla destra il lago, una strettoia conduce ad un'altra grande sala, lunga circa 12 metri; alla fine di questa, sulla destra, salendo un gradino di circa un metro, si perviene in un'immensa sala, con il soffitto però bassissimo (altezza intorno al metro), caratteristica cavità d'interstrato, diretta verso nord ed in lieve pendenza verso est. Da questo lato la sala è sbarrata, al suo termine, dalla falda dell'acqua di fondo che in diversi laghetti e pozze si mantiene al medesimo livello.

Questa grande sala, che supera il centinaio di metri di lunghezza, con una larghezza variabile da 10 a 50 metri, è particolarmente interessante e suggestiva poichè ha estese superfici del soffitto, di decine e decine di metri quadrati, coperte da un fitto intreccio di stalattiti eccentriche di rara bellezza.

Verso il termine, questa sala si restringe relativamente, raggiungendo in questo punto la quota massima di tutta la grotta (m 32 s.l.m.); ad essa segue un salto di una ventina di metri, alla base del quale si estende una vasta sala parzialmente coperta da massi franati e per il resto occupata da un profondo lago le cui acque si trovano all'incirca a livello del mare.

Il salto è superabile sul fianco sinistro, lungo un piano inclinato, medio-crememente concrezionato.

Alla base del precipizio, proprio al di sotto della grande sala superiore, si interna, retrocedendo, un largo cunicolo; sub-orizzontale che rappresenta il piano sottostante della cavità precedentemente vista. Esso è piuttosto scarso di concrezioni e giunge, dopo circa un'ottantina di metri, a raccor-darsi nuovamente con la sala soprastante.

All'inizio di questo cunicolo si era arrestata l'esplorazione del Circolo Speleologico Romano. Al di là di tale limite, oltre al già citato ramo di raccordo, si estendono anche numerosi altri cunicoli, dei quali solo alcuni sono stati esplorati e rilevati. In questi ambienti si è notata, generalmente, l'assenza o quasi dei vistosi fenomeni concrezionari già descritti.

Non ci sembra fuori luogo insistere sull'eccezionale fenomeno che presenta la Grotta del Nettuno nella grande sala ad eccentriche. Si tratta veramente di una manifestazione che riempie di stupore anche chi, conscio ed esperto del fenomeno, si trova davanti a così meravigliosa espressione della natura.

non cat. — GROTTA DEI RICAMI

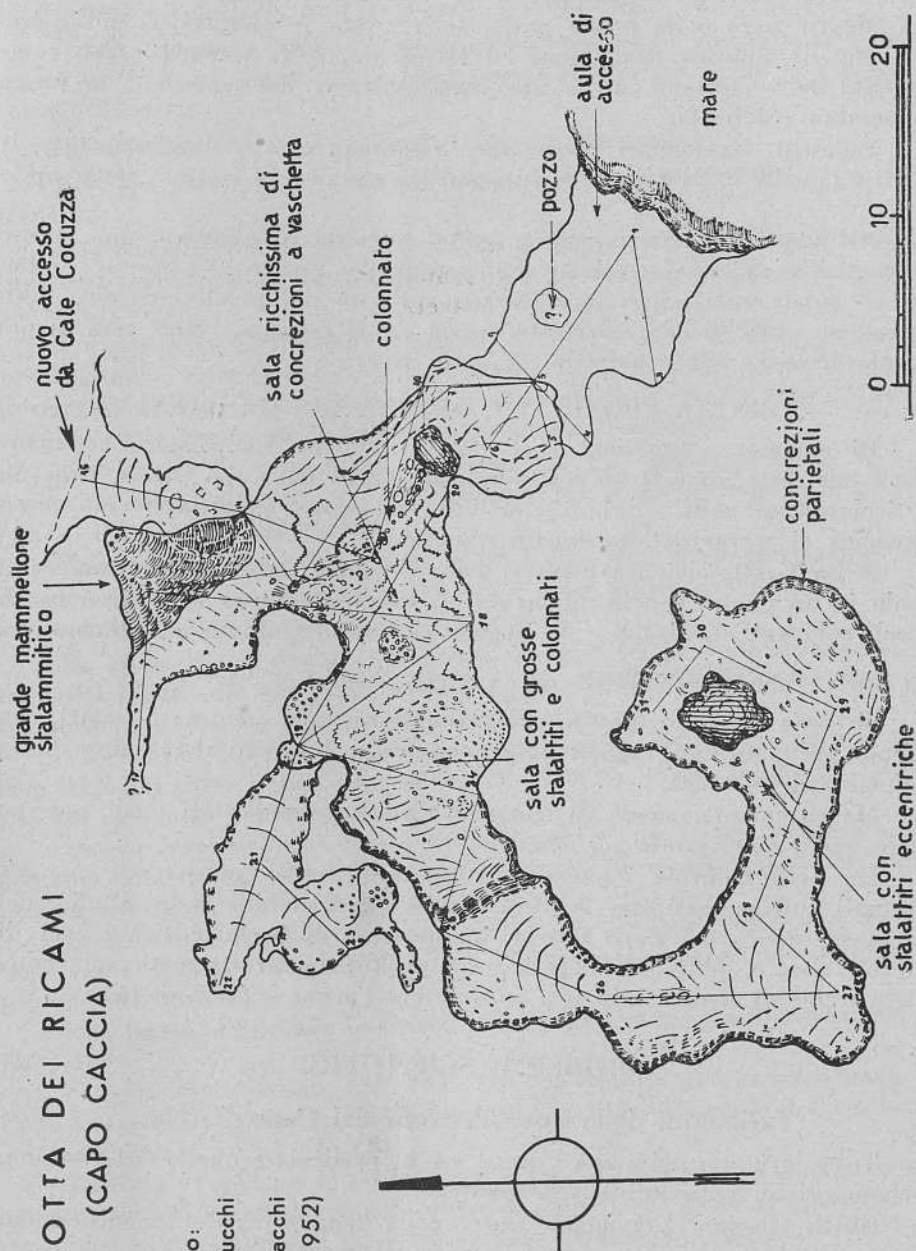
Di ben più modeste dimensioni ed estensione rispetto a quella del Nettuno, la Grotta dei Ricami non è però inferiore ad essa come bellezza di fenomeni naturali.

Dopo un breve accesso, crudo nella nudità dei suoi massi franati, ed un modesto vestibolo privo di concrezioni, si giunge in una sala di dimensioni medie nella quale, in piccolo, abbiamo una visione analoga a quelle già avute nella Grotta del Nettuno.

Ad una parete (quella di destra entrando) ricoperta da colate stalammitiche, si contrappone l'altra cosparsa di magnifici merletti, mentre un colonnato divide la parte d'ingresso dalla restante.

GROTTA DEI RICAMI (CAPO CACCIA)

Rilievo:
A. Balducchi
A. Ligasacchi
(Luglio 1952)



grafie di una quindicina d'anni fa con quanto oggi si osserva, tenendo conto della variazione di livello della marea, si nota un ulteriore arretramento.

Non si può escludere la possibilità di una subsidenza attuale del Capo Caccia, tanto più che dalle misure mareografiche risulta per Cagliari un abbassamento di 0,5 mm/anno, mentre per Ajaccio risulta un innalzamento di 0,8 mm/anno (*).

Ma è tuttavia più facile pensare che l'indiscutibile arretramento della spiaggia sia dovuto ad altre cause. Tale arretramento sembra sia aumentato di intensità negli ultimi anni, e ciò può essere dovuto in parte all'aumentato approdo dei viaggiatori, che con le barche, i piedi, lo sciaquò provocano il continuo rotolamento del detrito verso il lago con conseguente demolizione della spiaggia.

Non riteniamo che il moto ondoso marino possa aver gran peso nel fenomeno poichè, per la particolare morfologia del lago, le onde tendono a smorzarsi.

Le comunicazioni del lago col mare sono inoltre al di sotto della superficie di quest'ultimo, dove particolarmente si fa sentire il moto ondoso.

Nelle notti trascorse nella grotta, con condizioni del mare anche agitato, non si è quasi avvertito moto ondoso all'interno del lago, se non come onde lunghe, lente, di minima ampiezza e molto smorzate dalle colonne e dai massi sparsi nel lago.

Una causa possibile e notevole di demolizione della spiaggia sembra invece dovuta allo sfociare nel lago, nella zona della spiaggia, della falda acquifera di acqua dolce incontrata e seguita in molti tratti della grotta.

Lo sbocco pare avvenire per infiltrazione nel detrito della spiaggia e per infiltrazione attraverso la fessurazione del calcare sul fianco nord-orientale del lago.

Ci è stato riferito che d'inverno la spiaggia talora è tutta impregnata d'acqua.

Le opere più convenienti potrebbero essere o un canalino con arginello in cemento lungo il fianco orientale del corridoio, o la reintegrazione con sabbia della porzione di spiaggia asportata.

L'utilità di questa protezione è giustificata dall'attrattiva turistica della originale spiaggetta e dalla utilità di mantenerne all'approdo la massima ampiezza per ragioni di viabilità.

Paleontologia e Paletnologia

Durante i sopralluoghi compiuti dal G.G.M. alla Grotta Verde furono reperiti numerosi materiali paletnologici di cui facciamo seguire un elenco:

- 1) Frammenti di lucerna ad olio, romana (?).
- 2) Punta di lancia.
- 3) Monetina.
- 4) Ciondolo osseo montato in rame.
- 5) Grano di collana in osso.
- 6) Selce (lama - raschiatoio).

*) A. CAILLEUX. — *Recentes variations du niveau des mers et des terres.* — Bull. Soc. Géol. de France, Séance du 31 mars 1942 (?), 135-144.

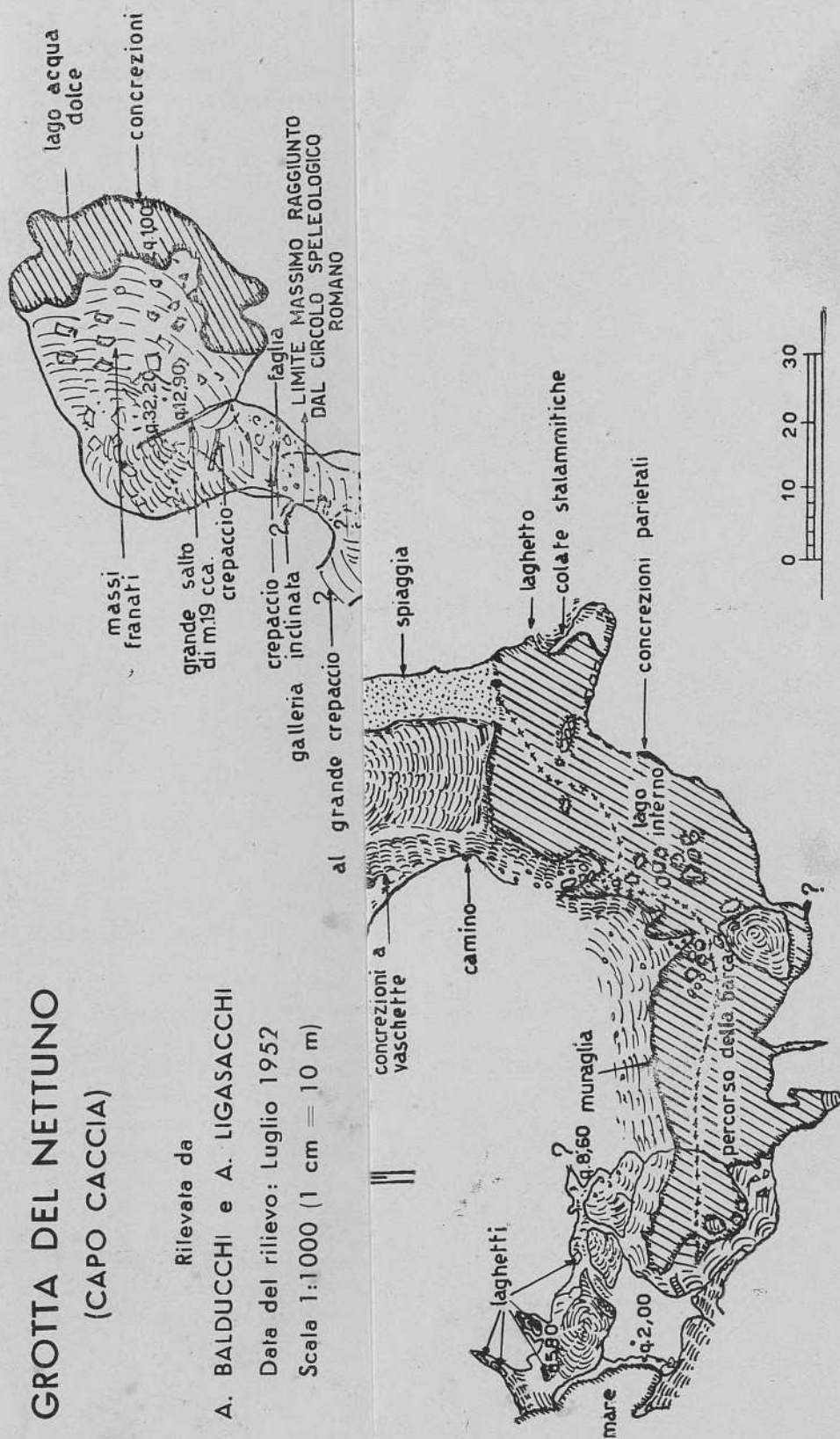
GROTTA DEL NETTUNO (CAPO CACCIA)

Rilevata da

A. BALDUCCHI e A. LIGASACCHI

Data del rilievo: Luglio 1952

Scala 1:1000 (1 cm = 10 m)

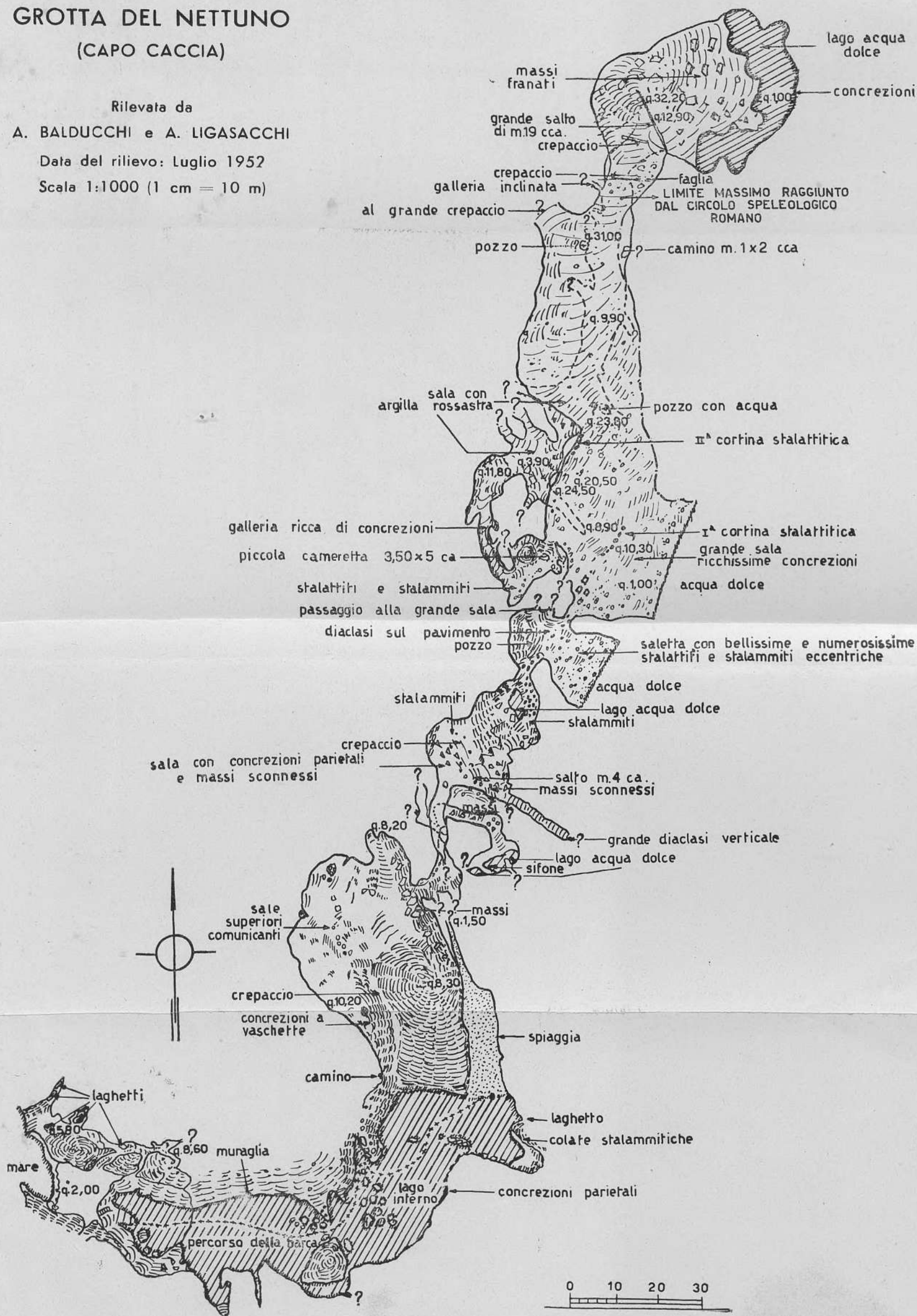


GROTTA DEL NETTUNO (CAPO CACCIA)

Rilevata da
A. BALDUCCHI e A. LIGASACCHI

Data del rilievo: Luglio 1952

Scala 1:1000 (1 cm = 10 m)



- 7) Percussore (?).
- 8) Cocci di ceramica con graffiti geometrici.
- 9) Ceramica - frammenti di manici.
- 10) Orli di vaso.
- 11) Frammenti vari di ceramica grossolana.

Non ci soffermiamo sulla descrizione di tali materiali, da noi consegnati alla Pro Alghero, poichè verranno presi in esame dalla Soprintendenza alle Antichità della Sardegna.

Sempre nella stessa grotta furono scoperti, dal C.S.R. nel maggio 52, su una parete della saletta terminale, occupata dal laghetto, numerosi graffiti di varie età, probabilmente attribuibili all'Eneolitico e ad altre civiltà più recenti. Furono pure raccolti resti (ceramica, avanzi di pasti, molluschi marini) dell'età del bronzo ed eneolitici, dal C.S.R.

Caratteri del fenomeno carsico nel Capo Caccia e rapporti fra le varie grotte

Chi osservi con qualche attenzione le falesie del Capo Caccia, rileverà come esse siano solcate da fratture, faglie e diaclasi in relazione alle quali si aprono le soglie di innumerevoli grotte.

Se ci si addentra in qualcuna di esse si rileverà pure facilmente come il loro sviluppo segua le direttrici dei disturbi tettonici dianzi accennati, e disposti secondo un vero reticolo incrociato con assi diretti all'incirca N - S, E - W.

Ciò si rileva anche, con una certa facilità, da un esame sia pur sommario delle planimetrie rilevate.

La conseguenza di questa rete di fratture, vie di minore resistenza alla circolazione idrica, è che il fenomeno carsico del Capo Caccia sia da considerarsi non a parti ma nella sua generalità.

E' possibile che tutte le cavità macrocarsiche e microcarsiche del Capo Caccia, siano fra loro collegate in un unico sistema carsico.

La Marmora visitò nel 1833 la Grotta Verde con la vana speranza di scoprirvi un passaggio naturale praticabile per raggiungere la Grotta del Nettuno.

Vecchi rilievi della prima parte della Grotta del Nettuno, dello Smyth (1823), di Bertarelli (1919) con le ulteriori aggiunte che figurano nelle edizioni 1952 della guida del Touring (v. vol. Sardegna) ci avevano fatto sperare che le due grotte si avvicinassero notevolmente nel loro sviluppo così da poterle riunire sia pure mediante una breve galleria artificiale.

Avevamo però fatto rilevare come la Grotta Verde, discendente, sembrava raggiungere una quota inferiore a quella dei punti più riposti della Grotta del Nettuno (25).

Purtroppo i rilievi da noi successivamente eseguiti hanno dimostrato ciò, non solo, ma anche gravi errori negli schizzi planimetrici pubblicati e sopraccitati.

La Grotta del Nettuno si sviluppa prevalentemente in direzione Nord, secondo interstratificazioni pendenti ad oriente, nel senso della Grotta Verde,

ma che ad un certo livello sono allagati da una falda acquifera salmastra di fondo, incontrata in ripetute posizioni lungo tutta la grotta e che sfocia probabilmente per cripto cavità ed infiltrazioni nella spiaggia interna, settentrionale, del Lago La Marmora.

Le probabili comunicazioni carsiche apertesi fra le due grotte durante una fase marina di regressione sono attualmente al di sotto del livello marino e quindi del livello della falda di fondo, e pertanto allagate.

Non è però da escludere che, data l'immersione degli strati verso Est la grotta Verde presenti un ulteriore sviluppo asciutto, in salita oltre il laghetto terminale in direzione Ovest.

Come era stato previsto l'esplorazione ha confermato che la Grotta del Nettuno è un complesso carsico a più piani sovrapposti.

Se i piani inferiori inclinati, ad un certo momento sono sommersi, l'attenzione deve essere rivolta all'individuazione di piani superiori che non raggiungono, con la loro inclinazione, la falda acquifera «di fondo».

Una notevole diaclasi verticale diretta ad oriente, più o meno verso la Grotta Verde, porta ad una certa altezza un cunicolo difficilmente raggiungibile e che il tempo non ci ha permesso di esplorare.

Questa potrebbe essere una delle vie da battere. Nel rilievo ne è stata tracciata anche la sezione verticale.

Altre se ne troveranno tra i cunicoli più elevati.

Ma seguendo lo sviluppo naturale della Grotta del Nettuno verso Nord, ci accorgiamo che esso procede in direzione di altre cavità comunicanti col mare, quasi di fronte alla Foradada, in luogo quindi meno esposto alla inclemenza del mare, e ciò che è più interessante, sembra in direzione di alcuni inghiottitoi di qualche profondità, aprentesi nel tavolato del Capo Caccia.

Di più la superficie topografica esterna, a nord del Semaforo, si abbassa gradualmente.

La risalita della Grotta del Nettuno, l'abbassamento della superficie topografica esterna, la presenza di inghiottitoi verticali da censire con sistematiche ricognizioni, apre nuove prospettive di poter collegare in un domani, la Grotta del Nettuno con altre di più comodo accesso.

La definizione di questi problemi richiede un dettagliato rilevamento geologico esterno dei terreni e delle fratture.

Lo studio di queste ultime sarà di notevole guida alla esplorazione sotterranea ed ai progetti di collegamento artificiale e indizierà le possibilità, o meno di collegamenti naturali.

BIBLIOGRAFIA PRINCIPALE

- 1 — AGNESA G. — *Variazioni sul tema «La grotta di Alghero»* — 1881.
- 2 — ANGIUS V. — *Dizionario del Casali* — Torino, 1834.
- 3 — ALINARI — *In Sardegna* — Firenze, 1915.
- 4 — BADIN — *Grotte e Caverne* — Milano, 1868, (v. capitolo aggiunto dall'Editore Italiano, Treves).
- 5 — BERTARELLI L. V. — *Guida d'Italia del T.C.I. (Sardegna)* — Milano, I ed. 1918, 2° ed. 1929, 3° ed. 1952.
- 6 — CAPEDER G. — *Le colonne scalariformi e le pozze a scaglioni nella Grotta del Nettuno a Capo Caccia (Sardegna)* — Boll. Soc. Geol. It. vol. XXIII, Roma, 1904.
- 7 — CASELLI — *Speleologia* — Milano, 1906.
- 8 — CATARDI GEN. RAFFAELE — in «*La Rivista Sarda*» — Cagliari 1921.
- 9 — COSSU A. — *Sardegna e Corsica* — Torino, 1926.
- 10 — COSTA E. — *Alla Grotta di Alghero. Appunti e spigolature* — Milano, 1889.
- 11 — DEIESSERT — *Six semaines dans l'île de Sardaigne* — Paris, 1854.
- 12 — DELITALA V. — *Relazione «La Sardegna»* — 1884.
- 13 — DOMENECH E. — *Pastori e banditi* — Cagliari, 1930 (ed orig. 1867).
- 14 — LA MARMORA A. — *Voyage en Sardaigne* — P. III, Geologia, T. 1, Torino e Parigi, 1857.
- 15 — LA MARMORA A. — *Itineraire de l'île de Sardaigne* — Torino, 1860.
- 16 — LUCCHI E. — *Visioni di Sardegna* — Cagliari, 1933.
- 17 — LUCCHI E. — *Grotte della Sardegna* — «Unione Sarda», n. 28, Cagliari, 10 Aprile 1929.
- 18 — MASALA G. A. — *Saggio storico fisico sopra una grotta sotterranea esistente presso Alghero* — Sassari, 1801.
- 19 — MAXIA C. — *Le attuali conoscenze speleologiche in Sardegna* — «Le Grotte d'Italia», s. II, v. I. Trieste 1936.
- 20 — MIMAUT — *Histoire de Sardaigne* — Paris, 1825.
- 21 — PALOMBI — *Viaggio alla Grotta di Porto Conte* — Sassari, 1853.
- 22 — PERETTI F. — *Viaggio alla Grotta di Alghero ossia l'antro di Nettuno in Sardegna* — Livorno, 1853.
- 23 — SABA S. — *Itinerario - guida storico statistica dell'isola di Sardegna* — Cagliari, 1870.
- 24 — SMYTH W. H. — *Sketch of the present state of the island of Sardinia* — London, 1870.
- 25 — SOMMARUGA C. — *Problemi scientifici e turistici delle Grotte del Capo Caccia (Alghero)* — «Rass. Spel. It.», Anno IV fasc. I. Como, 1952.
- 26 — THINDALL J. — *The island of Sardinia* — 3 vol. London, 1849.
- 27 — VALERY A. — *Voyage en Corse et en Sardaigne* — Paris, 1835 et Versailles 1837.
- 28 — VAN VERT — *Dizionario delle Meraviglie* — Milano, 1950.
- 29 — VELAIN — *Grottes de stalactites en Sardaigne* — «La Nature», n. 489, Paris, 1882.
- 30 — VUILLIER G. — *Les Iles Oubliées* — Paris, 1893.
— *Le isole dimenticate: La Sardegna* — Cagliari, 1930.
- 31 — C.I.T. — *Primavera sarda* — Cagliari, 1930.
- 32 — C.S.R. — *Notiziario del Circolo Speleologico Romano* — n. 6 - Anno 1952.

PALEOIDROGRAFIA MIOCENICA IN ISTRIA E SUA SUCCESSIVA TRASFORMAZIONE IN RAPPORTO CON LO SVILUPPO DEL CARISMO

I - Generalità

L'Istria è senza dubbio tra le terre classiche del carsismo, una di quelle che meglio si prestano allo studio dei fenomeni carsici, in rapporto col loro svolgersi in vari cicli, ripetutisi nel corso di più ere geologiche.

E' ormai risaputo che i tipici fenomeni carsici si manifestano di solito quando un suolo a costituzione calcarea o comunque carsificabile viene a trovarsi lungamente esposto all'azione degli agenti atmosferici. I fatti principali che per lo più portano allo sviluppo e alla successiva estinzione di un tipico e completo ciclo carsico, in relazione con i fenomeni idrologici a cui esso è fatalmente legato, possono così essere inquadrati in forma riassuntiva e schematica:

I — emersione di un territorio almeno parzialmente calcareo e comparsa sullo stesso di una rete idrografica epigea;

II - svolgimento di estesi e prolungati processi di abrasione e peneplanizzazione in grande stile durante la fase precarsica, con relativo denudamento dei calcari dalle formazioni non calcaree, o in genere non carsificabili, che eventualmente li ricoprivano;

III - primi spandimenti della rete idrografica epigea nello svolgersi della fase iniziale del carsismo, dovuta di solito a bradisismo ascendente che innalza il peneplano a quote più elevate sul livello del mare e favorisce la discesa del livello dell'acqua di fondo entro la massa calcarea;

IV - scomparsa totale dell'idrografia epigea nello svolgersi della fase di maturità carsica e contemporaneo sviluppo di una idrografia ipogea;

V - fase di senilità carsica e successiva fine del ciclo carsico, attribuibile per lo più a reimmersione del territorio per bradisismo discendente.

Il suolo istriano nel corso della sua genesi, fino a quando la possiamo seguire e ricostruire basandoci sull'esame della sua potente serie stratigrafica dall'attualità all'alto Titoniano, è venuto più volte a emergere dal mare in cui andavano via via formandosi per sedimentazione le rocce che lo costituiscono. E' impossibile precisare il numero di queste ripetute riemersioni, comunque è certo che ce ne furono parecchie: nel basso Cretaceo (Neocomiano), nell'alto Cretaceo (Senoniano), al principio dell'Eocene (Spilecciano), nell'Eocene medio (Luteziano medio-superiore) e da ultimo nel Miocene; emersione questa che dura tuttora nonostante il probabile persistere di un lento bradisismo discendente dal Pliocene in poi. Si tratta dunque di un fenomeno a tendenza ricorrente che si è rinnovato attraverso tre ere geologiche e che è senz'altro dovuto al concorso di movimenti bradisismici, oro-

genetici ed eustatici, non escluse le eventuali influenze di carattere isostatico in questa zona, compresa com'è nella grande cerchia alpino-dinarica, poco lungi dal piede delle Alpi Giulie che quasi la sovrastano a N e a NE.

Pure non essendoci noto il numero delle fasi di emersione generale o parziale che interessarono il suolo istriano, risulta ormai comprovato che dopo la scoperta, da parte dello scrivente, della trasgressione di Orsera, tre di queste (attuale compresa) presentano caratteri manifesti di prolungata continentalità, o estesa insularità, con relativo accompagnamento di fenomeni idrologici, carsici e pedogenetici in grande stile. Tre dunque sono di conseguenza i relativi carsismi ad ampio respiro, compreso l'attuale, che hanno interessato più o meno estesamente e profondamente il territorio istriano-triestino e che in certi settori vi si sono addirittura sovrapposti e quasi mescolati e confusi tra di loro.

Il carsismo neocomiano, di cui ho avuto occasione di trattare in vari lavori precedenti parlando della trasgressione di Orsera e delle bauxiti neocomiane che la accompagnano, sta forse in qualche relazione con quello riferibile al basso Cretaceo che si osserva nel Montenegro tra Niksich e le Bocche di Cattaro e forse anche con quello garganico.

Del carsismo senoniano in Istria ho pure detto per esteso in altro studio; comunque oltre l'Istria vera e propria e i territori immediatamente attigui, esso interessò più o meno le isole istriano-dalmatiche, la Dalmazia, la Bosnia, la Grecia, il Gargano, la Puglia ecc.

Infine, la grande estensione del carsismo attuale nei territori periadriatici è ben nota e facilmente controllabile anche solo all'esame di semplici carte topografiche di un certo dettaglio.

1) *Carsismo neocomiano*. — A giudicare dagli effetti, dobbiamo dire senza indugio che il ciclo carsico del Neocomiano, almeno nel limitato settore d'affioramento attualmente controllabile, fu senz'altro il meno importante dei tre. Esso ha interessato fortemente soltanto la formazione caratteristica dei «Calacari brecciati di Orsera», mentre la sottostante serie costituita dai calcari coralligeni del basso Valanginiano, da quelli oolitici e coralligeni dell'alto Titoniano e infine dai calcari a Brachiopodi, pure del Titoniano, sembra rimasta per lo più immune. Nell'insieme le tracce palesi di questo carsismo fossile non superano in nessun posto la profondità di 50 metri sotto la relativa superficie di abrasione e la sua zona attuale di affioramento si estende nei dintorni del Canale di Leme presso Orsera, Parenzo e Rovigno su un'area complessiva di soli 150 km. quadrati circa. Quivi compare per abrasione il nucleo della grande anticlinale spianata che costituisce il tavoliere calcareo dell'Istria meridionale e occidentale a SO della sinclinale cocenica che dai pressi di Umago si estende fino al settore di Albona. Si tratta dunque, beninteso, soltanto di una zona di affioramento parziale che nulla ci può dire circa la reale, originaria estensione di questa prima, antica superficie di emersione e d'incarsimento, essendo questa in tutto il resto dell'Istria sepolta sotto le formazioni sedimentarie successive. E' da rilevarsi che essa non è stata finora segnalata nemmeno nei vasti territori adiacenti all'Istria, nonostante che spesso vi affiorino su vaste estensioni il Titoniano e il basso Cretaceo. Del resto, fino all'epoca della mia scoperta e della mia prima interpretazione (1925-1926), non la si conosceva nem-

meno in Istria, nonostante che i «Calcari brecciati di Orsera» fossero ben noti da gran tempo. Può darsi pertanto che nei sovraccennati territori non siano state fatte finora osservazioni minuziose e studi dettagliati sulla stratigrafia, come quelli da me compiuti in Istria, e che soli possono portare alla sicura interpretazione del fenomeno, assai spesso nascosto gelosamente dalla natura.

II) *Carsismo senoniano*. — Ha avuto in Istria sviluppo di gran lunga maggiore del primo sia in estensione che in profondità. Esso infatti ha lasciato impronte più o meno evidenti su di un'area di oltre 1200 km. quadrati ed ha influenzato palesemente la massa calcarea fino alla profondità di 100 m. sotto la superficie di spianamento senoniana. Tale profondità è controllabile in vari punti nonostante i fenomeni di oblitterazione svoltisi successivamente fino ai nostri giorni col concorso delle varie vicende geologiche manifestatesi dalla fine del Cretaceo in poi, le quali ebbero ripercussioni rilevanti pure nell'ambito relativamente tranquillo della penisola istriana.

Nel Senoniano i fenomeni carsici in Istria furono diffusissimi e numerosissimi, anche se non presentarono mai la grandiosità e la straordinaria ricchezza morfologica che caratterizza il carsismo attuale. Ciò in parte può essere attribuito al fatto che nel Senoniano ai territori costituiti da rocce carsificabili, non si affiancavano, come oggidi, le estese plaghe marno-arenacee terziarie, le quali raccolgono in una ricca rete idrografica epigea considerevoli quantità d'acqua meteorica che assai spesso finisce con l'essere immessa nelle attigue masse calcaree in punti determinati, ove per l'intensa azione chimica e meccanica si sviluppano i ben noti e spesso imponenti inghiottitoi tipo Grotta di San Canziano e Foiba di Pisino. Non bisogna pertanto sottovalutare l'incremento che questa particolare condizione porta al carsismo attuale, arricchendo talora considerevolmente la sua idrografia ipogea, accrescendone di conseguenza gli effetti e determinando più vistose ripercussioni sulla morfologia carsica sia superficiale che profonda. Inoltre durante lo svolgersi del Carsismo senoniano in Istria, le masse calcaree non furono mai, presumibilmente, così elevate sul livello del mare come esse sono oggidi e come ancor più lo furono all'inizio del Pliocene, e successivamente durante le regressioni pleistoceniche dovute all'eustatismo d'origine glaciale.

Il carsismo senoniano in Istria non interessò soltanto i calcari brecciati di tale periodo, ma si sviluppò in profondità anche nelle diverse formazioni sottostanti, ciò che contribuisce non poco a distinguerlo dal carsismo precedente e a farcelo apparire più importante.

II) *Carsismo attuale*. — E' in Istria, come nei vastissimi territori attigui, il più imponente dei tre sotto tutti gli aspetti: per estensione, per ricchezza numerica, morfologica e dimensionale delle sue svariate manifestazioni superficiali e profonde, per lo spessore e varietà delle masse calcaree interessate, appartenenti a più periodi geologici ed infine anche per la sua assai lunga durata, che si protrasse per buona parte del Neogene e per tutto il Neozoico, mentre ancor oggi il ciclo, nel suo complesso, è ben lontano dall'essere chiuso. Del resto un ciclo carsico non può chiudersi che con la sommersione del territorio calcareo o comunque

carsificato che è il caso più frequente, o col seppellimento della massa carsificata, ciò che in pratica è un caso del tutto particolare assai raro e di carattere locale, o infine con la distruzione completa della formazione soggetta al carsismo, caso anche questo molto raro, anzi forse più teorico che reale, di cui pertanto sarebbe difficile citare esempio pratico del tutto convincente. Soltanto lungo la fascia costiera dell'Istria il carsismo può essere considerato in fase di chiusura per ingressione marina, dovuta in modo del tutto preminente, se non proprio esclusivo, al movimento eustatico ascendente del livello marino relativo alla fine dell'ultima glaciazione, movimento che continua tutt'ora e che equivale a circa 11 millimetri per decennio in tutti i mari del Globo.

Per quanto concerne lo spessore della massa rocciosa interessata dai fenomeni carsici attuali, è da notare che esso raggiunge in alcuni punti i 500 m. Se si considerano però le conseguenze del predetto movimento eustatico del livello marino, in relazione con manifestazioni di carattere carsico riscontrate lungo la costa, sul fondo marino del Golfo di Fiume, soprattutto nel tratto che corrisponde alla riviera liburnica, si può arguire facilmente che gli effetti del carsismo entro la massa calcarea si fanno qui sentire in modo palese fino alla profondità non inferiore ai 600 m. sotto la superficie del suolo, vale a dire a 100 m. sotto il livello marino. Nel Carso di Buie presso Portole e Stridone la profondità controllabile supera i 400 m. mentre quella deducibile può essere ritenuta superiore ai 500. Infatti presso le Terme di S. Stefano, alla base del ripidissimo versante calcareo della Valle del Quieto, sgorga a quota 18 sul livello marino l'abbondante risorgiva carsica denominata «Bolaso di Santo Stefano» la quale rappresenta il naturale sfogo delle acque meteoriche e torrentizie raccolte e bevute per carsismo dal sovrastante altipiano calcareo il quale ha una altezza superiore ai 400 m. e culmina nel M. S. Girolamo la cui vetta giunge all'altezza di 472 m. sul mare. Tenendo conto dell'eustasi glaciale e di altri fattori che la brevità dello spazio non mi permette di prendere in esame, si dovrebbe ottenere una profondità vicina ai 550 m.

Ritengo invece che presso Trieste la profondità del fenomeno carsico arrivi di poco sotto il livello del mare: non più di un paio di decine di metri e ciò in seguito alla bloccatura continua praticata dal Flysch lungo la costa fin presso Aurisina, che in tempi ancora relativamente recenti giungeva fino alla risorgenza del Timavo presso Duino. Distrutta la fascia del Flysch quasi del tutto a N di Aurisina fino alla risorgenza del Timavo, la bloccatura è stata reintegrata alla profondità di circa 20 metri sotto il livello marino dalle alluvioni fluviali quaternarie, sicchè la massa calcarea presso Trieste sarebbe interessata dal carsismo per uno spessore massimo sui 400 metri.

A conclusione di questi brevi cenni di orientamento, saremmo tentati di ricavare un rapporto approssimativo dei tre carsismi istriani riguardo alla profondità massima raggiunta dai relativi fenomeni carsici rispetto alla superficie del suolo; rapporto che pertanto ci darebbe in certo qual modo un'idea dell'entità raggiunta di volta in volta da ognuno dei tre suddetti carsismi. Questo rapporto sarebbe espresso abbastanza bene dalle cifre:

$$50 : 100 : 600 = 1 : 2 : 12$$

II - Idrografie precarsiche del Neocomiano e del Senoniano

Nulla di preciso possiamo dire in merito alle caratteristiche delle idrografie precarsiche che segnarono la superficie del suolo istriano durante le sue prime due fasi di emersione, in quanto le lunghe vicende geologiche successive ne hanno cancellato ogni traccia. Dobbiamo tuttavia attribuire almeno in parte preponderante alla loro lunga permanenza i fenomeni di abrasione relativi a dette fasi di continentalità o di insularità. Notevoli risultano indubbiamente quelli del basso Neocomiano e veramente imponenti quelli del Senoniano. E' ovvio ammettere infatti che la grande anticlinale che interessa tutto il tavoliere calcareo dell'Istria meridionale ed occidentale, si sia generata durante il Senoniano, come ebbi a dire in maniera del tutto dimostrativa in vari lavori precedenti, basandomi su fatti ed indizi molto significativi.

E ben logico che l'idrografia precarsica epigea del Senoniano, sia pure coadiuvata dall'azione marina durante le fasi di regressione e d'ingressione, abbia abraso detta anticlinale già nel corso della sua lentissima formazione. La massa calcarea distrutta durante l'emersione senoniana presenta il suo massimo nel settore del Canale di Leme, corrispondente al nucleo della stessa anticlinale e giunge a spessori compresi tra gli 800 e i 1000 metri almeno, tenendo conto di tutti gli indizi atti ad ottenere la ricostruzione ideale.

Soltanto un più deciso bradisismo ascendente, o discesa di livello marino, deve averne infine determinato la scomparsa per il conseguente sviluppo del ciclo carsico senoniano, quando era già avvenuta la completa peneplanizzazione della regione. Questo ciclo carsico si è poi concluso nel Senoniano superiore in seguito al manifestarsi di un bradisismo discendente (trasgressione senoniana) combinato forse più o meno con una risalita del livello marino.

In conclusione anche se non possiamo ricostruire i lineamenti di questa seconda idrografia precarsica istriana, possiamo tuttavia constatarne gli effetti in tutta la loro complessiva grandiosità, che non trova riscontro adeguato, non solo nella precedente fase precarsica del Neocomiano ma nemmeno in quella del Miocene, in cui le abrasioni a danno delle rocce calcaree del Cretaceo e dell'Eocene risultano contenute entro limiti assai meno vistosi. La fase precarsica senoniana ci si dimostra pertanto come la più importante e la più lunga delle tre qui riscontrate, almeno a giudicare dagli effetti, non essendoci alcuna seria ragione che induca a ritenere che nel Senoniano il processo di abrasione fosse stato favorito e reso più celere dall'agire di fattori particolari.

III - Terza fase di emersione istriana

Non è facile dire nemmeno in modo approssimativo quando s'è iniziata la terza fase di emersione del territorio istriano. Le formazioni marine più recenti che si riscontrano in Istria appartengono indubbiamente al Luteziano, con prevalenza del Luteziano medio, rivelata da una fauna fossile straordinariamente ricca di numero e di forme. Tuttavia in alcuni settori il complesso del Flysch istriano si chiude con ben manifesti accenni di passaggio al Priaboniano, ciò che è dimostrato dalla comparsa di numerose forme

appartenenti a tale piano. Sarebbe però del tutto errato pensare che l'emersione avesse avuto inizio nel Priaboniano, in quanto l'attuale serie del Flysch istriano, data la sua facile erodibilità, non è che un avanzo dell'originaria serie locale marno-arenacea del Paleogene in generale. E' assai probabile pertanto che il territorio dell'Istria sia rimasto sommerso in massima parte anche durante l'Oligocene. Di conseguenza si può accettare senz'altro il riferimento cronologico del Krebs (14-15), il quale attribuisce al Miocene l'origine del grande penepiano terziario dell'Istria, le cui tracce sono state intraviste e poste da lui stesso in chiara evidenza; ciò, beninteso, prescindendo dalle precedenti grandi abrasioni, specie di quelle relative all'emersione senoniana. Queste ultime infatti pare siano sfuggite all'attenzione del Krebs, mentre invece tanto ebbero ad influire sugli odierni lineamenti morfologici del territorio in oggetto, come già potei precisare in vari altri lavori.

Nel Miocene, prima che si manifestasse la fase di più intensa orogenesi alpina (Tortoniano e Pontico), la costa occidentale dell'Istria doveva correre presumibilmente alcune decine di chilometri (30-40) ad occidente dell'attuale tratto costiero Salvore-Capo Promontore, e il penepiano miocenico si estendeva ad oriente attraverso l'Istria fino ai piedi degli attuali allineamenti montuosi dei Vena e dei Caldiera, comprendendo in sé l'attuale altipiano dell'Istria (Ciceria). Questi allineamenti montuosi le cui vette superano spesso i 1000 m. di altezza sul livello del mare, rappresentano altrettante pieghe orogenetiche riferibili alla fase di più intenso corrugamento dinarico che risale all'Oligocene. E' evidente perciò che almeno questa parte più elevata del territorio istriano doveva aver iniziato la sua emersione già nell'Oligocene, cioè sul finire di questo periodo.

Il grande penepiano dell'Istria non è altro, in definitiva, che una porzione del più vasto penepiano che dal settore della Bainsizza e della Selva di Tarnova, a N del Frigido, si estendeva a oriente dell'Adriatico fino alla Dalmazia. Lo stesso altipiano della Lika altro non è se non una grande anticlinale spianata forse già nell'Oligocene. Ritengo dunque di poter dire che i processi di spianamento terziari a E dell'Adriatico si siano svolti su vasti territori già nel Paleogene, sia prima che durante la fase di più intensa orogenesi dinarica e che abbiano avuto poi continuazione nel Miocene in Istria e in Dalmazia, quando gli adiacenti territori peneplanizzati in precedenza erano già sensibilmente elevati sul mare (altipiano della Lika, altipiano del Nevoso, ecc.).

Certo è comunque che verso la fine del Miocene medio il territorio istriano a O delle catene dei Vena e dei Caldiera era già ridotto a una bassa terra spianata, lievissimamente convessa, le cui quote più elevate dovevano trovarsi nel settore di Lupolano a NO del Montemaggiore. Da qui il penepiano scendeva con pendenze appena sensibili verso NO (attuale Golfo di Trieste) verso O (attuale Adriatico tra Punta Salvore e Capo Promontore) e verso S e SE (attuale Quarnaro).

Come vedremo in seguito, le tracce lasciate dall'idrografia epigea precarsica ci danno la possibilità di tale schematica rappresentazione. I lunghi processi di abrasione avevano con molta probabilità già asportato per estesi tratti la coltre di Flysch sia dal Carso di Buie (anticlinale calcarea di Buie) sia dal grande tavoliere dell'Istria Sud-occidentale (anticlinale spianata di

origine senoniana) e vi esistevano ancora vasti lembi della copertura calcarea eocenica adagiati in trasgressione sulla superficie di spianamento senoniana. Di questi lembi trasgressivi oggi non rimangono che pochi resti per lo più in via di avanzato disfacimento. La maggior parte di essi sono stati da me scoperti specie durante il rilevamento dei fogli geologici 1:100.000 Pisino e Trieste. Altri sono stati scoperti dal Socin e dal Lipparini (fogli Albona, Pola e Cherso) uno ormai disfatto è stato segnalato dal Kühn (21) presso Pola (Altura).

IV - Idrografia epigea precarsica nel Miocene

I corsi d'acqua che costituivano la primitiva rete idrografica epigea della fase precarsica del Miocene inferiore e di parte del medio, hanno lungamente ed anche ripetutamente divagato sul suolo istriano dopo d'averlo peneplanizzato. L'originaria convessità di cui sopra, si è indubbiamente accentuata più tardi ed ha stabilizzato la predetta rete idrografica, in quanto deve aver favorito un primo accenno d'incassamento degli alvei fluviali: dalla fase di deiezione i corsi d'acqua devono essere passati a una fase di equilibrio con accenno alla successiva fase di erosione che si svilupperà in pieno durante il Tortoniano e il Pontico per influenza dell'orogenesi alpina. All'attuale nodo idrografico di Lupolano perciò dev'essere senz'altro attribuita un'origine lontana e cioè bassomiocenica. Il predetto passaggio dell'idrografia epigea dalla fase di deiezione a quella di equilibrio e successivamente a quella di erosione, avvenuto attraverso interfasi alternate, è da attribuirsi a bradisismo ascendente accompagnato da oscillazioni secondarie del suolo in senso verticale e da una flessione del penepiano in senso positivo nell'Istria centrale con massimo movimento ascendente nel settore di Lupolano, ed in senso negativo ai margini e cioè nei settori del Golfo di Trieste, dell'alto Adriatico, del Quarnaro e del Golfo di Fiume. C'era evidentemente un primo accenno preparatorio all'attuale forma del contorno istriano, ma il mare era ancora assai lontano sia dal Golfo di Fiume e dal Quarnaro, sia dal Golfo di Trieste e dall'attuale linea di costa Punta Salvore - Capo Promontore.

Dal settore di Lupolano si diramavano i seguenti paleofiumi. Il Paleobogliuno verso S che attraversata l'attuale zona del lago d'Arsa raggiungeva la zona del Quarnaro attraverso il Canale di Fianona. Verso NO, cioè in senso quasi opposto, si dirigeva un altro grosso corso d'acqua: il Paleofiumara. Esso scorreva presso il limite tra la zona calcarea, che oggi costituisce l'altipiano dell'alta Istria, (Istria montana) e l'attigua zona marno-arenacea dell'Istria centrale e settentrionale fino a quella del Golfo di Trieste. Verso SO si dirigeva il Paleofioiba che raggiungeva l'Adriatico scorrendo prima su suolo marno-arenaceo fino a Pisino e poi su suolo calcareo in corrispondenza con l'attuale solco vallivo di Vermo-Draga-Canal di Leme. Un basso spartiacque passava per il colle di Antignano, prolungandosi circa in corrispondenza agli attuali spartiacque che separano i bacini imbriferi del Cornalunga (presso Capodistria), del Dragogna e del Torrente di Stridone (a NE di Portole) dagli odierni bacini dell'alto Risano e dell'alta Brazzana (affluente di destra del Quieto). Oltrepassava poi l'odierno Quieto poco a O di Pingente, in corrispondenza con le Porte di Ferro, quindi si prolungava ancora in direzione SE tra gli attuali bacini imbriferi del torrente Botonega (affluente di sinistra del

Quieto) e del Fiumara per tagliare il predetto nodo idrografico nel settore di Lupolano a 3 Km circa a O della suddetta località. Lo spartiacque continuava poi verso SO tra i bacini dell'attuale torrente Foiba e dell'Arsa-Bogliuno fin presso Gallignana a E SE di Pisino. Da qui volgeva bruscamente verso SE, attraversava l'odierno profondo vallone dell'Arsa a SE di Pedena, indi passando nei pressi di Santa Domenica di Albona, del monte Bartizza e della stessa Albona, si dirigeva oltre il Monte Calvo e finiva a Punta Nera sul Quarnaro. Riepilogando quindi, questo antico spartiacque miocenico che chiameremo «spartiacque miocenico principale» toccava all'incirca i seguenti punti culminanti: Antignano (m. 371) a E di Capodistria, Monte Zabavia (m. 415) a SSE di Covedo, Monte Mauri (m. 418) pure a S di Covedo, Monte Gabria (m. 489) a O di San Quirico, Monte Crismani (m. 474), Monte Ranizza (m. 478), Monte S. Giorgio (m. 416) rispettivamente a SO, a SSO e a SSE della predetta località. A mezzogiorno delle Porte di Ferro presso Pinguente, lo spartiacque miocenico doveva passare all'incirca per San Donà (m. 355) a S di Pinguente, Monte S. Antonio (m. 505) presso Draguccio, Monte Ive (m. 414) tra Lupolano e Borutto punto culminante del nodo idrografico, Monte Gordini (m. 498) a S di Borutto, Monte Perunco (m. 469) a E di Pisino, quindi doveva passare presso Gallignana, Santa Domenica di Albona (m. 303), Albona (m. 320), Moncalvo di Albona (m. 538), per finire, come detto a Punta Nera sul Quarnaro a S di Albona.

Tracciato così approssimativamente l'andamento attraverso l'Istria di questo importantissimo spartiacque i cui resti sono abbastanza evidenti, completeremo il quadro schematico dell'idrografia miocenica ad occidente dello stesso spartiacque. A N abbiamo anzitutto il Paleorisano, con un bacino assai più piccolo dell'attuale: questo corso d'acqua doveva aver origine a S di Antignano in corrispondenza con l'attuale medio Risano. Seguivano i bacini del Cornalunga e del Dragogna. L'alto Risano e l'alto Brazzana erano incorporati col Paleofiumara. Il Quietto nasceva ad occidente delle attuali Porte di Ferro, mentre il bacino imbrifero del suo affluente di destra cioè del Torrente Botonega, rimase pressochè invariato. Così anche il bacino del Torrente Foiba di Pisino non dovrebbe aver subito particolari variazioni nella sua estensione di origine salvo una piccola riduzione in favore del Botonega. Il Paleoarsa traeva origine all'incirca dalla zona ancor oggi costituita parzialmente da terreni marno-arenacei adagiati su basamento calcareo cretaceo ed eocenico, zona che si estende tra Gallignana, Pedena e il Colle Sumbarese presso Santa Domenica di Albona, cioè a O e a SSO del Lago d'Arsa.

Oltre a questi corsi d'acqua ne avevamo due altri importanti in corrispondenza ai due margini del Carso di Buie. Questi che chiameremo Paleocorso di Momiano e Paleocorso di Buie scorrevano lungo i due limiti tra il complesso marno-arenaceo e quello calcareo a N e rispettivamente a S della stretta e lunga anticlinale calcarea costituita in gran parte da calcari cretacei, che forma appunto il suddetto Carso di Buie. Tra Montona e Visinada il Cervaro, affluente di sinistra del Quietto, si sviluppava maggiormente verso SE oltre Caroiha lungo il limite tra marne e calcari. Inoltre il vasto tavoliere calcareo dell'Istria occidentale e meridionale che si estende a SO della grande sinclinale eocenica Buie-Montona-Pisino-Albona, oggi profondamente incassato e privo d'idrografia epigea, risulta solcato presso i suoi contorni costieri da

numerose vie torrentizie abbandonate che il tempo sta lentamente cancellando sicchè già a qualche km. dalla costa ogni traccia finisce per lo più col perdersi. Mi limiterò a segnalarne le più evidenti: Il Canale che sbocca nel Porto di Daila, la Valle Lunga e la Santa Marina che sboccano nel Porto di Cervera, la valle del Porto Molin del Rio che sbocca nel porto omonimo presso Parenzo, la Valle di Fontane presso la località omonima, la Valle Maricchio presso Barbariga a SO di Valle d'Istria, il solco Dignano-Peroi subito a N delle suddette località, il Porto di Pola, continuazione di un notevole solco vallivo abbandonato traente origine dal settore di Piresi, Monticchio e Lavarigo a NE di Pola, la Draga di Marzana che accenna a delinearci nel settore di Filippino a E NE di Dignano e accentuandosi sempre più raggiunge oggi il mare nel Porto di Badò, ecc. In definitiva si può dire che a ogni piccola insenatura della costa tra Punta Salvore e lo storico Pax Tecum presso Fianona, corrisponde un più o meno marcato solco vallivo abbandonato per carsismo dal corso d'acqua che in origine lo aveva scolpito.

V - Corsi d'acqua marginali e „fase castelnoviana“

A determinare l'andamento e la situazione degli antichi corsi d'acqua miocenici che hanno rigato la superficie del suolo istriano, concorsero evidentemente vari fattori come la pendenza del suolo, la maggiore o minore resistenza all'erosione delle varie rocce affioranti, i lineamenti tettonici del territorio ecc. Le influenze della struttura tettonica sull'originaria idrografia istriana appaiono senz'altro preponderanti lungo i margini delle sinclinali terziarie, specie nei tratti ove dette sinclinali sono delimitate da flessure particolarmente accentuate. Infatti quasi dappertutto ove si delineano queste flessure al contatto tra il complesso marno-arenaceo e quello calcareo, ho potuto notare i resti più o meno evidenti e spesso evidentissimi di antichi alvei fluviali abbandonati per lo più per carsismo (valli morte), i quali si sviluppano su lunghezze che in alcuni casi superano i 20 chilometri. La coincidenza di questi solchi vallivi con i limiti tra il complesso marno-arenaceo e quello calcareo è in molti casi perfetta. Per tale ragione ho definito già in altro lavoro i relativi corsi d'acqua scomparsi, come fiumi marginali o semplicemente corsi d'acqua marginali. In ogni caso ritengo più corretto definirli con l'appellativo di «corsi d'acqua marginali», in quanto a prescindere dalla importanza che hanno avuto, la quale può essere rilevata dall'entità dei solchi vallivi scolpiti, sta di fatto che il loro regime deve aver subito variazioni sensibilissime durante la loro lunga esistenza epigea e possono essere passati anche più volte dal regime fluviale a quello torrentizio prima di scomparire del tutto, e ciò in seguito al succedersi di movimenti positivi e negativi del suolo nella stessa fase prevalentemente ascensionale.

Alcuni piccoli corsi d'acqua marginali sono ancora a tutto oggi presenti ed attivi. Tali sono: la Grisa a monte della cascata della Rosandra presso Botazzo, il torrente Argilla presso Momiano nel suo ultimo tratto prima di confluire con il Dragogna, il Dragogna stesso a valle della confluenza con l'Argilla, il torrente Gradino presso Portole, il torrente Cervaro presso Visinada e alcuni altri minori.

I corsi d'acqua marginali scomparsi per carsismo sono: i due ai margini

dell'altipiano carsico di Buie, quello del solco di Castelnuovo nel tratto a NO della stessa borgata fino a Roditti e da ultimo quello che scendeva lungo il prolungamento dello stesso solco in direzione SE verso Fiume.

I corsi d'acqua marginali scomparsi per cattura sono il Paleobogliuno nel tratto a S del lago d'Arsa e il Paleofiumara nel tratto a NO di Pinguente.

Il Paleobogliuno.

Come già è stato detto il Paleobogliuno traeva origine presso Lupolano come oggidì e si sviluppava verso sud raccogliendo le acque che scendevano dal Monte Maggiore (1396 m.) e dai Caldiera in generale, nonchè quelle che provenivano dai rilievi che separavano il suo bacino imbrifero da quello del torrente Foiha a NO e dal Paleoarsa a SSO. Si formava così un corso d'acqua cospicuo che attraversava l'odierno settore del lago d'Arsa e procedendo per l'ampia depressione valliva visibile anche oggidì ai piedi della odierna grande parete del Monte Sissol (833 m.) parallelamente all'affilato crinale dei Caldiera, giungeva presso Fianona. Qui il suddetto crinale si interrompe bruscamente per effetto di una angusta e profonda sinclinale che attraversa in senso leggermente obliquo la catena dei Caldiera fattasi assai stretta e più bassa. Il Paleobogliuno procedendo per questa sinclinale, dopo averla sgomberata dal Flysch che vi era incluso ed aver denudato ed anche intaccato profondamente la stessa roccia calcarea, raggiungeva la zona in sinclinale occupata oggi dal Quarnero. Quindi confluiva col Paleoeneo proveniente dal settore di Fiume per sfociare nell'Adriatico miocenico a varie decine di chilometri più a SO dopo aver percorso un'ampia vallata che si estendeva tra il gruppo insulare Cherso-Lussino e la costa istriana tra Fianona e Pola. Lungo il suo percorso il Paleoeneo riceveva da destra, nell'area del Quarnero, anche il Paleoarsa che diveniva con ciò suo affluente miocenico.

Che l'attuale porto di Fianona il quale si insinua per oltre tre Km. entro terra a guisa di «fiord», non sia in realtà che una sinclinale trasformata in «rias» da un antico corso d'acqua proveniente dalla plaga interna del Lago d'Arsa, è un fatto evidentissimo. Le caratteristiche morfologiche nel loro insieme e soprattutto il progressivo allargarsi da NE verso SO di questo solco vallivo o sinclinale adattata a via fluviale, ora parzialmente invasa dal mare, lo dimostrano con tutta chiarezza. La predetta depressione ai piedi del Sissol ne conferma a sua volta la continuazione verso l'attuale torrente Bogliuno. Questo nel settore del lago d'Arsa riceveva dalla destra tutto quel sistema di torrenti che dai pressi di Passo, Gollogorizza e Gallignana scendono verso l'attuale piano alluvionale che si estende a O del lago omonimo fin sotto Pedena. La direzione di questi corsi d'acqua ed i resti di alcuni terrazzi di erosione sui versanti più elevati delle rispettive valli, ne fanno buona testimonianza e confermano l'asserto che essi appartenevano in origine al sistema del Paleobogliuno e non a quello del Paleoarsa, condizione che come vedremo è andata trasformandosi più tardi in seguito a cattura da parte dell'Arsa.

Il Paleofiumara.

Anche chi non abbia una certa dimestichezza nell'interpretazione non sempre facile delle caratteristiche geomorfologiche di un dato territorio, per-

correndo la strada Pingvente-Trieste nel tratto San Quirico-Covedo, deve avere provato la netta impressione di trovarsi in una tipica valle di erosione fluviale (o torrentizia) abbandonata dal corso d'acqua che un dì doveva percorrerla. Si tratta di un tronco vallivo che segue il limite tra il Flysch e il complesso calcareo su una lunghezza di circa 8 Km. fin presso il Risano a NO di Covedo in condizione di perfetta marginalità, con direzione generale SSE-NNO. Non si tratta di una testata di valle, ma evidentemente di un tronco di valle. Questo nel complesso si allarga lentamente procedendo nel senso suddetto ed è evidente che nonostante le successive erosioni nel Flysch di sinistra che lo hanno molto deformato, un ricco corso d'acqua, d'importanza almeno pari a quella dell'attuale Quieto presso le terme di Santo Stefano, lo percorreva. Esso vi entrava da SSE presso San Quirico già bene formato e dopo aver disegnato una brusca curva a esse che lo portava a contatto intimo con la roccia calcarea, riprendeva la sua direzione verso NNO, conservando tale contatto fino a 600 o 700 m. dal termine dello sprone calcareo che si stacca dall'altipiano della Ciceria tra Cristolie e Gracischie e si protende fin quasi al Risano. Il Bacino imbrifero di questo corso d'acqua doveva pertanto svilupparsi ampiamente a SE di San Quirico nell'attuale territorio pingventino tra l'altipiano calcareo dell'Istria montana e l'attigua zona marno-arenacea dei bacini oecenici Trieste-Capodistria-Pingvente e Buie-Montona-Pisino. Doveva pertanto manifestarsi anche a SE di San Quirico una condizione originaria di spiccata marginalità. La via percorsa da questo paleocorso idrico doveva coincidere approssimativamente con l'alta Brazzana e con il torrente Fiumara che ne formava la continuazione a SE di Pingvente, fino alle origini situate nel settore di Lupolano (nodo idrografico di Lupolano). La direzione di questo corso idrico doveva essere come quella dell'odierno Fiumara, quasi contraria a quella del Paleobogliuno; direzione generale quindi del tutto conforme all'andamento delle pieghe orogenetiche del sistema dinarico lungo l'Adriatico. L'influenza tettonica ne è pertanto evidente, anche sotto tale aspetto. In tutto il tratto ora descritto a SE del Risano, questo corso idrico doveva percorrere la zona di penepiano miocenico che si estendeva all'altezza dell'attuale ciglione dell'altipiano carsico sovrastante l'alta Brazzana e la vallata di Pingvente, a quote cioè comprese tra i 400 e i 500 m. Un debole rilievo di Flysch separava il suo bacino imbrifero dagli altri bacini situati a occidente dello spartiacque che abbiamo tracciato precedentemente seguendolo con approssimazione dal Colle di Antignano fino al Moncalvo di Albona e al promontorio di Punta Nera. Erano questi i bacini del Paleorisano, del Paleodragogna, del Paleoquieto e del Paleobotonega. Tutto un vasto sistema di vertici marno arenacei che concordano bene con l'altezza del predetto ciglione calcareo ci dicono a sufficienza di un vasto piano che sosteneva l'alveo del Paleofiumara il quale fino al Miocene medio avrebbe attraversato presumibilmente una o più fasi di divagazione. Si possono intuire con una certa facilità le tracce di vari affluenti di destra che esso riceveva dal settore di Cristoglie, Popenchio e Santa Maria, sul prolungamento attuale dell'alto Risano, come più a SE, dal settore di Villadol, di Valmorasa, di Silum e di Rozzo.

Subito a N di Covedo, presso il Risano le tracce del Paleofiumara si perdono per lungo tratto, resta però a testimoniare la presenza della sua

superficie di sostegno e della superficie di spianamento miocenica il ciglione carsico sovrastante Cernical e quello più interno a un Km. circa a E di Gabrovizza d'Istria, come tutto il tratto di pianoro che si estende a O e a NO di Piedimonte del Taiano. Il versante opposto dell'antica valle del Paleofiumara nel tratto suddetto tra Covedo e San Sergio è stato completamente demolito dall'azione erosiva intensamente esercitata dal Paleorisano sul Flysch. Però il valico presso San Sergio (154 m.) compreso tra il ciglione carsico a E (400 m.) e la collina marno-arenacea di Col Pagano a O (230 m.), accenna già col suo profilo dolcemente concavo, alla superficie di sostegno di un antico corso idrico marginale. Tre Km. più a N. tra il ciglione carsico a E e il Colle di Antignano (371 m.) a O, un analogo profilo ancor meglio delineato si presenta pure come un'ampia superficie di sostegno fluviale, sfondata nella parte mediana dall'azione erosiva esercitata successivamente sul Flysch dal Torrente d'Ospo. Gli avanzi di un terrazzo d'erosione si profilano bene sul versante NE del colle di Antignano a un'altezza che corrisponde ad un accenno di terrazzo dell'opposto versante calcareo presso Ospo. E' logico ammettere pertanto che il Paleofiumara procedendo da Covedo in direzione NNE passasse per il valico di San Sergio (154 m.) e continuasse poi in direzione NNO ancora in condizioni di marginalità. Mi sembra difficile ammettere che il Paleofiumara già nel medio Miocene si unisse al Risano per gettarsi verso il Vallone di Capodistria, ma mi sembra invece più logico pensare che questa condizione si sia verificata successivamente per cattura. Detta ipotesi è suffragata anche dal fatto che il valico di San Sergio, nonostante le successive erosioni sul Flysch, si concorda abbastanza bene per quota, ampiezza e forma di profilo con la sezione della valle morta del Paleofiumara tra Covedo e San Quirico. E' chiaro che un corso d'acqua assai importante doveva passare per questo valico, quale appunto poteva essere soltanto il Paleofiumara ingrossato dagli affluenti generatisi nel settore di Popacchio, Cristoglie e Villadol. Se tutta l'acqua proveniente dal Paleofiumara così ingrossato si fosse versata fin da bel principio in direzione del Vallone di Capodistria attraverso il Flysch, facilmente erodibile, le caratteristiche del profilo della valle del Risano sarebbero state ben diverse e lo stesso profilo della valle morta presso Covedo ne sarebbe stato proporzionalmente influenzato. Il solco ci apparirebbe senz'altro assai più profondo e il suo allargamento da monte a valle assai rapido. La cattura dovrebbe pertanto essere avvenuta su un Paleofiumara già decapitato dal Quieto e dalla Brazzana.

AmMESSO sulla base di queste chiare deduzioni che esso fosse stato realmente il Paleofiumara, questo, oltrepassato Ospo si allontanava leggermente dalla flessura carsica perdendo un po' il carattere di vera e propria marginalità e seguiva quindi pressapoco la direzione dell'asse della Baia di Muggia. Si potrebbe anche pensare che una volta raggiunta l'area dell'attuale Golfo di Trieste deviasse decisamente verso ONO. Le ricerche eseguite recentemente sul Carso triestino dalla sezione Geospeleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali, stanno però ad accennare il contrario. Queste ricerche svolte sotto la guida del vicepresidente della Sezione dott. W. Maucci e soprattutto dal Maucci stesso, al quale dobbiamo l'interpretazione convincente dei fenomeni carsici osservati lungo il solco Aurisina-Trebbiano,

ci dicono che tutta una serie di torrentelli miocenici provenienti dall'area del Golfo di Trieste allora occupata dal Flysch, oltrepassato l'attuale allineamento di rilievi calcarei esistente lungo il ciglione Carsico lasciandovi evidenti incisioni, si versavano nel Paleotimavo e rispettivamente nel paleo corso idrico proveniente da Castelnuovo.

Questi torrentelli dopo la scomparsa del Paleotimavo e del sunnominato affluente di Castelnuovo, s'inabissarono essi pure aprendosi nella roccia altrettanti inghiottitoi retroversi. Il caratteristico fenomeno carsico della retroversione intravisto e spiegato per la prima volta dal Maucci in numerosissimi casi in Italia e all'estero (17) dà la possibilità, secondo l'esatta interpretazione dello scopritore, di dedurre la direzione da cui proveniva il corso d'acqua che s'inabissava nel corrispondente inghiottitoio: direzione nettamente opposta a quella dell'inghiottitoio stesso. Nel caso in oggetto si trattava indubbiamente di piccoli bacini imbriferi alimentatori situati nel Flysch al di là dell'attuale ciglione carsico. Evidentemente lo spartiacque da cui provenivano detti torrentelli era molto vicino e correva pressochè parallelo alla direzione del ciglione carsico a una distanza probabilmente non superiore a 2 o 3 Km. dallo stesso. Questo fatto c'induce a ritenere che anche il Paleofiumara continuasse a scorrere in direzione NO, quasi parallelamente al ciglione stesso e a una distanza da esso di pochi chilometri, forse non più di 5 o 6, puntando all'incirca verso l'attuale foce dell'Isonzo. Del resto, salendo sul colle di Cattinara presso Trieste e volgendo lo sguardo verso il Colle di Antignano, si ha la netta impressione di trovarsi al cospetto di un ampio solco fluviale scolpito tra il complesso marno arenaceo a SO e quello calcareo a NE. Si nota benissimo come questo solco si prolunghi a perdita d'occhio verso l'interno dell'Istria e tale impressione è veramente suggestiva per la sua evidenza. Nulla di strano dunque che questo notevole corso d'acqua avesse continuato a sentire l'influsso della tettonica anche nell'area dell'attuale Golfo di Trieste e l'avesse attraversata in condizione prossima alla marginalità fin presso la Sdobba (Foce dell'Isonzo). Comunque nell'area del Golfo triestino è ovvio che il Paleofiumara si sia congiunto con un grosso corso d'acqua appartenente all'attuale sistema idrico isontino. Questo infatti percorrendo il vallone di Chiapovano giungeva nell'area del Frigido che attraversava su terreno marno-arenaceo per imboccare tosto il vallone di Doberdò e ne usciva quindi presso Monfalcone (palude del Lisert). Esso dunque ricevuto il Frigido e quindi il Paleotimavo (in un primo tempo dal Solco di Aurisina (18) e più tardi dal Vallone di Brestovizza) si versava nel Paleoisonzo dopo aver accolto anche le acque del Paleofiumara. Va notato che nel Miocene il Paleoisonzo scendeva lungo il solco del Natisone e piegando tosto verso mezzogiorno entrava nella area attuale del Golfo di Trieste più ad occidente dell'odierno Sdobba: può darsi ch'esso seguisse grosso modo la via del Natisa.

Il Paleocorso di Castelnuovo.

E' stato descritto dal Maucci in un accurato lavoro presentato al congresso speleologico di Parigi nell'autunno del 1953, lavoro che sarà pubblicato negli atti dello stesso congresso.

Il solco di Castelnuovo inciso dal rispettivo corso idrico, presenta fino a Roditti carattere di marginalità anche se esso non coincide perfettamente con la flessura calcarea, non molto accentuata, ma che però segue fedelmente da

vicino. Il solco stesso, d'origine indubbiamente fluviale, miocenica, è suddiviso ora in tanti bacini chiusi, provvisti d'inghiottitoio, quanti sono i rispettivi torrenti e torrentelli, già affluenti di destra dello scomparso corso idrico, che scendono dalla zona marno arenacea di NE verso quella calcarea di SO. E' appunto lungo la linea di contatto delle due formazioni che si nota la presenza di questa caratteristica valle morta intravista e interpretata con tutta esattezza già dal Marussi (18) ed opportunamente considerata dal Maucci come in «fase castelnoviana»: definizione data per la prima volta dal Maucci stesso e che io rendo nota anticipatamente col suo gentile consenso, in attesa che venga pubblicato il sovraccennato studio (17).

Dunque secondo il concetto di quest'autore un bacino imbrifero influenzato dal carsismo, entra in fase castelnoviana quando scomparso il corso d'acqua decorrente lungo il limite tra flysch e calcare, vi rimangono ancora attivi i suoi ex affluenti in corrispondenza al versante costituito dal flysch, mentre quelli del versante opposto, calcareo, sono pure già scomparsi totalmente per carsismo. Come si vedrà in seguito in Istria ho potuto notare vari casi del genere.

Presso Roditti il solco di Castelnuovo perde il carattere di marginalità per attraversare la zona carsica di Erpelle-Cosina, ma lo riacquista nel tratto Cosina-Basovizza proseguendo al margine della sinclinale terziaria di Occisla. Tosto la perde ancora in parte nel tratto successivo denominato solco di Trebiciano (Marussi) e più a valle, solco di Aurisina (Marussi). All'unione dei due solchi avveniva nel Miocene medio la confluenza del Corso idrico di Castelnuovo con il Paleotimavo, confluenza che antecedentemente (Miocene inferiore?) si verificava già presso Basovizza, sbocco della prima, più antica via epigea del Paleotimavo nel solco di Castelnuovo. Quest'ultimo si trova in fase castelnoviana fino a Roditti, probabilmente non ci fu mai nel tratto Roditti-Erpelle e l'ha superata da gran tempo sia nel tratto Erpelle-Basovizza, sia in quello a valle di Basovizza fino al suo termine nel settore del seno di Sistiana, superamento che avvenne quando il mantello di flysch che fiancheggiava la flessura del Carso triestino verso il mare è venuto ad abbassarsi per erosione sotto il ciglione dell'altipiano.

Da ciò si può facilmente arguire che la fase castelnoviana sta in stretta relazione con la condizione di marginalità. Essa rappresenta in definitiva una fase particolare assai interessante nell'evoluzione dei bacini idrici a carattere marginale, sviluppantisi cioè lungo la zona limite tra un complesso di roccia carsificabile ed uno non carsificabile e facilmente erodibile, quando il contatto avviene lungo una flessura convenientemente accentuata.

I due corsi d'acqua ai margini del Carso di Buie o Paleocorso di Momiano e Paleocorso di Buie.

Conservavano perfettamente lungo tutto il loro percorso il carattere di tipica marginalità. Seguivano con esattezza il limite tra flysch e calcare lungo le due flessure accentuatissime che costituiscono i fianchi NNE e SSO della caratteristica anticlinale ormai nota nella letteratura geologica col nome di Carso di Buie. I due solchi lasciati da questi due notevoli corsi d'acqua miocenici sono nettissimi dovunque, anche se scomposti ormai dal carsismo in due allineamenti di valli chiuse, con rispettivi inghiottitoi attivi che smaltiscono le

acque di altrettanti torrentelli epigei scendenti dai colli marno-arenacei fiancheggianti l'anticlinale stessa. Questi torrentelli altro non sono che gli affluenti superstiti dei due scomparsi corsi d'acqua; affluenti di destra per il solco a NNE del Carso di Buie, e di sinistra per quello a SSO. Ci troviamo dunque dinanzi a due casi di perfetta marginalità in tipica fase castelnoviana.

A prescindere da trasformazioni varie qua e là subite dai due corsi d'acqua nel periodo precarsico, trasformazioni dovute per lo più a fatti di cattura, come si osserva presso Stridone, Portole e Piemonte, il solco NNE o solco di Momiano si trova in fase castelnoviana dalle vicinanze di Ceppi e Sterna fino alla confluenza con il torrente Argilla presso Momiano. Quello a SSO o solco di Buie, si trova in fase castelnoviana dalle vicinanze di Portole fino alla sua confluenza col torrente Cavisana a ONO di Buie, mentre l'ha già superata nel tratto a valle della stessa confluenza, fino al suo termine a mare presso Umago.

In netta fase castelnoviana si trova pure il solco del Paleofiumara tra San Quirico e Covedo. La fase castelnoviana si nota anche a tratti e in forma non caratteristica tra Caroiha (presso Montona) e Vermo a NO di Pisino.

VI - Avvenimenti che portarono allo sviluppo del carsismo e alla trasformazione della rete idrografica epigea istriana

Descritta schematicamente l'idrografia epigea istriana, come essa secondo il nostro avviso doveva apparire verso il termine della fase precarsica del Miocene, cercheremo di seguirla nelle sue notevoli trasformazioni fino ai nostri giorni. Si consideri comunque che quanto finora è stato detto è il risultato di lunghe osservazioni che ho potuto fare durante un quarantennio di attività geologica in Istria, prendendo in esame gli indizi necessari a una ricostruzione del passato il più possibile fedele alla realtà. Purtroppo le tristi vicende politiche di questi ultimi anni, mi hanno impedito di completare in molti settori dell'Istria tutta una serie di osservazioni di dettaglio che avevo in programma, onde meglio documentare l'interpretazione dei fatti esposti.

La trasformazione dell'originaria idrografia istriana è legata indubbiamente ai seguenti fatti principali:

- a) bradisismo ascendente;
- b) sviluppo del carsismo;

c) fortissima differenza nei caratteri fisico-chimici dei due principali complessi litologici che costituiscono il suolo del territorio in esame: quello calcareo permeabile e carsificabile e quello marno-arenaceo impermeabile, non carsificabile e dotato di scarsa resistenza agli agenti fluvio-atmosferici.

Impossibile precisare più di quanto lo abbiamo fatto in precedenza il tempo in cui il bradisismo ascendente poté far sentire la sua influenza sulla idrografia epigea miocenica. In ogni caso è intuibile che ad un certo punto esso dev'essere entrato in una fase di netto sopravvento sulla precedente che era di lenta e incerta ascesa e corrispondeva a uno stadio di relativo equilibrio e in parte di deiezione e di divagazione fluviale. La descrizione che fin qui è stata fatta si riferisce evidentemente all'inizio della predetta fase di sopravvento perchè soltanto allora i corsi d'acqua passati all'erosione hanno potuto stabilizzarsi in sede e scolpire in modo duraturo i loro alvei nella roccia. Nulla

possiamo sapere delle vicende precedenti per cui dobbiamo attenerci soltanto alla testimonianza di questi alvei e dei loro resti.

Il penepiano miocenico fino allora assai basso sul livello del mare, ha incominciato a sollevarsi non senza subire qualche lieve flessione com'è stato già accennato. Mi sembra logico porre questo sollevamento in relazione con l'avvicinarsi della fase di più intensa orogenesi alpina (Tortoniano e Pontico): sollevamento non continuo e uniforme ma a carattere oscillatorio in relazione con l'alternato manifestarsi e fiaccarsi delle spinte orogenitiche. Non mi risulta che l'orogenesi tortoniano-pontica abbia avuto influenze sui lineamenti tettonici fondamentali dell'Istria: la rigida e potente compagine calcarea sostenne le grandi spinte senza conseguenze di grande rilievo su quanto aveva già prodotto in precedenza l'orogenesi dinarica. Infatti potei notare con certezza soltanto qualche faglia, e ritengo pure che le flessure ai margini delle sinclinali terziarie si siano qua e là accentuate con relativo intensificarsi della fratturazione della roccia, ma non ho potuto rilevare fatti evidenti e indiscutibili a sostegno di quest'ipotesi. La sinclinale alquanto complessa del Quarnero e del Golfo di Fiume dovrebbe essersi approfondita; così l'area del Golfo di Trieste. La sinclinale adriatica sentì accentuata tendenza a spostarsi verso oriente, sicchè la costa occidentale dell'Istria andò incontro a una progressiva immersione, mentre il penepiano miocenico subiva una flessione in senso positivo lungo l'attuale asse morfologico della penisola. Questi in succinto e in forma assai semplificata sono i fatti salienti che si svolsero in Istria pressapoco dalla metà del Miocene alla metà del Pliocene come probabile conseguenza della grande crisi alpina.

Ma il progressivo innalzamento del penepiano oltre a portare la rete idrografica epigea a una fase di ringiovanimento, determinò la fine della lunga fase precarsica. Infatti la superficie dell'acqua di fondo che fino allora coincideva col piano di campagna, assai basso sul livello marino, incominciò a scendere entro la massa calcarea determinando i primi spandimenti dei corsi d'acqua epigei e quindi l'inizio della fase carsica. Primi a scomparire furono i piccoli torrentelli e i corsi d'acqua minori che rigavano le superfici calcaree, sicchè attualmente della maggior parte dei loro alvei non ci rimane traccia alcuna: i fenomeni carsici superficiali che vi si sovrapposero, finirono col cancellare o confondere i resti dei precedenti particolari morfologici e vi fecero prevalere la tipica morfologia carsica. In tali zone spesso crivellate di doline, uvala e pozzi sarebbe pertanto vano ogni tentativo di ricostruire idealmente il passato nei suoi reali dettagli. Però i corsi d'acqua maggiori, trasformati in grossi torrenti o addirittura in discreti fiumi a carattere torrentizio rimasero in superficie e continuarono la loro opera di erosione epigea, anche dopo la scomparsa per carsismo della rete idrografica minuta. Nei terreni del Flysch invece grossi e piccoli corsi d'acqua rimasero tutti in piena attività superficiale data l'impermeabilità del suolo e, grazie alla sua facile erodibilità, poterono approfondire rapidamente le loro valli. E' così che la superficie di spianamento miocenica, la quale nelle zone calcaree, nonostante gli effetti del carsismo, ha potuto lasciare nel complesso dei nuovi lineamenti morfologici di dettaglio una vasta ed evidente impronta di sè, è stata invece del tutto distrutta nei territori del Flysch. Qui soltanto le vette più elevate dei colli marno-arenacei riescono ancora ad avvicinarsi alquanto a quella che fu

l'antica superficie di spianamento miocenica, dandoci con ciò un chiaro accenno del suo andamento e della sua posizione di un tempo ormai lontanissimo.

Siccome il carsismo è stato un fattore preminente nella trasformazione o evoluzione della rete idrografica istriana, non posso fare a meno di accennare alle due più recenti ipotesi sullo sviluppo del medesimo, ipotesi dovute all'acuto spirito di osservazione di due valenti ed appassionati studiosi triestini: A. Marussi (19) e W. Maucci (16), il primo matematico, geodeta e geomorfologo, il secondo naturalista e speleologo militante.

Secondo il Marussi la ricca gamma dei fenomeni carsici superficiali ed in parte anche dei fenomeni profondi, si sarebbe formata già nel Miocene durante quella che io ho definito anche in precedenti lavori come la «Fase carsica iniziale». Questa incomincia teoricamente con i primi spandimenti della rete epigea e finisce con la scomparsa della medesima dalle superfici carsificabili, esclusi beninteso i maggiori corsi d'acqua che per la loro elevata capacità erosiva riescono a mantenere il contatto con l'acqua di fondo in movimento di discesa. Si tratterebbe quindi, secondo questo autore, in buona parte, di un carsismo fossile. Le doline, le uvala, i pozzi ed in parte anche le grandi cavità e le gallerie, si sarebbero generati durante la predetta fase iniziale, sotto mantello alluvionale. Convincente è soprattutto la spiegazione che il Marussi ci porge in merito alla genesi delle doline. Io ho avuto occasione di sostenere con calore già in precedenti lavori la tesi di questo autore e mi sembra ben logico ammettere che gli spandimenti della rete idrografica epigea possano essere avvenuti soltanto attraverso un più o meno cospicuo mantello alluvionale successivamente scomparso. Non esistono infatti né fiumi, né torrenti che almeno lungo i loro alvei non trasportino materiali alluvionali di natura varia. Non è il caso pertanto di pensare che in Istria durante la fase carsica iniziale del Miocene i corsi d'acqua fossero stati privi di materiali alluvionali, anche se sulle superfici incarsite oggi non ne troviamo traccia alcuna. E' fuori dubbio pertanto che i suddetti spandimenti siano avvenuti proprio come afferma il Marussi attraverso i materiali alluvionali convogliati lungo gli alvei dei corsi idrici con gli effetti da lui prospettati. Ciò almeno come regola generale che ben di rado e solo in situazioni eccezionali avrà potuto fallire, come alle volte falliscono tutte le regole. Non trovo perciò giuste le critiche tendenti a negare gran parte del suo valore all'ipotesi del Marussi considerandola applicabile soltanto in certi casi del tutto particolari, ma ammetto soltanto ch'essa non possa sempre e in tutte le condizioni più svariate trovare facile e totale applicazione. Sono d'accordo che il campo attribuito da questo autore alla sua ipotesi sia sotto certi aspetti un po' troppo vasto e debba essere ristretto soprattutto a una determinata gamma di fenomeni carsici superficiali ed ipogei, quali sarebbero principalmente e nella maggior parte dei casi le doline di grandi dimensioni, le grandi uvala, nonché gli allineamenti delle medesime, specie lungo gli antichi solchi fluviali abbandonati per carsismo, solchi sia presenti, sia scomparsi per successivi fenomeni di erosione.

Si sarebbe pure generato secondo le modalità prospettate dal Marussi, un numero imprecisabile di cavità e pozzi durante la fase del carsismo iniziale, di solito fino alla profondità di qualche decina di metri sotto la superficie del suolo. Ritornando al concetto delle grandi doline ricorderò quella

veramente grandiosa, regolarissima profonda 106 m. su di un diametro di circa 300 m. che si ammira in Istria presso Caroiiba (Montona), come la dolina dimezzata da una faglia già da me segnalata a N di Piemonte in quel di Portole (10), per non dire di altre numerosissime che ritengo senz'altro generate nella fase carsica iniziale sotto coltre alluvionale da tronchi fluviali temporaneamente sospesi sopra l'acqua di fondo.

Ci sono incontestabilmente due punti da rivedersi nell'ipotesi del Marussi: due punti che non permettono di spiegare senza una certa difficoltà sia l'immenso numero di piccole doline sparse a capriccio sulle superfici carsiche dell'Istria e di cui alcuni territori appaiono addirittura crivellati, sia l'esistenza negli stessi territori di numerosi pozzi profondi anche più centinaia di metri fino a raggiungere o avvicinarsi molto all'odierna superficie dell'acqua di fondo (Grotta di Trebiciano, Grotta dei Serpenti, abisso di Portole, abisso di Grisignana, abisso presso S. Vincenti, abisso di Dignano e moltissimi, innumerevoli altri).

Il Marussi spiega infatti tale straordinario numero di doline con le molteplici e ripetute divagazioni dei Paleofiumi. Il concetto di divagazione sta però in contrasto con quello degli spandimenti della fase carsica iniziale: se la rete spande è perchè l'acqua di fondo si abbassa, e se questa si abbassa è perchè, in generale, il suolo si innalza. E' di conseguenza proprio in questo caso che i corsi d'acqua cessano dal divagare ed entrano in fase di erosione. La fase carsica iniziale non può pertanto essere, di regola, una fase di divagazione fluviale bensì di stabilizzazione e di approfondimento degli alvei, pure ammettendo che essa possa essere stata anche più volte interrotta e ripresa. D'altronde non è il caso di voler troppo insistere o teorizzare su questo punto, in quanto praticamente non sono pochi gli esempi di corsi d'acqua temporaneamente sospesi sull'acqua di fondo prima di scomparire per carsismo, che hanno potuto divagare lungo determinati tratti del loro corso come il torrente di Sterna tra questa località e Piemonte, il Paleobogliuno a monte di Fianona fino alla zona del Lago d'Arsa ecc. Basta pensare che anche oggi corsi d'acqua a prevalente carattere torrentizio presentano dei tratti più o meno lunghi e talvolta lunghissimi in fase di equilibrio o di deiezione e cioè di divagazione.

Per quanto concerne il citato caso dei pozzi profondi per il quale l'ipotesi del Marussi sembra faccia difetto, è da rilevare che questi sono numerosissimi anche, e forse di preferenza, proprio in quelle estesissime plaghe che essendo prive di alvei abbandonati e ricche di doline, dimostrano di aver perduto ben presto la minuta rete idrografica epigea. Ciò s'è logicamente dovuto verificare quando l'acqua di fondo era ancora relativamente alta entro la compagine calcarea ed a qualche decina di metri soltanto sotto la superficie del suolo. Se i vari abissi raggiungono ora profondità di 100, 200, 300 e più m. è segno sicuro che si sono approfonditi, o formati del tutto, dopo la scomparsa dell'idrografia epigea. Al contrario l'esistenza di corsi d'acqua in profondità (Trebiciano, abisso dei Serpenti ecc.) od entranti ancora dall'esterno, non è affatto in contrasto con l'ipotesi o teoria del Marussi.

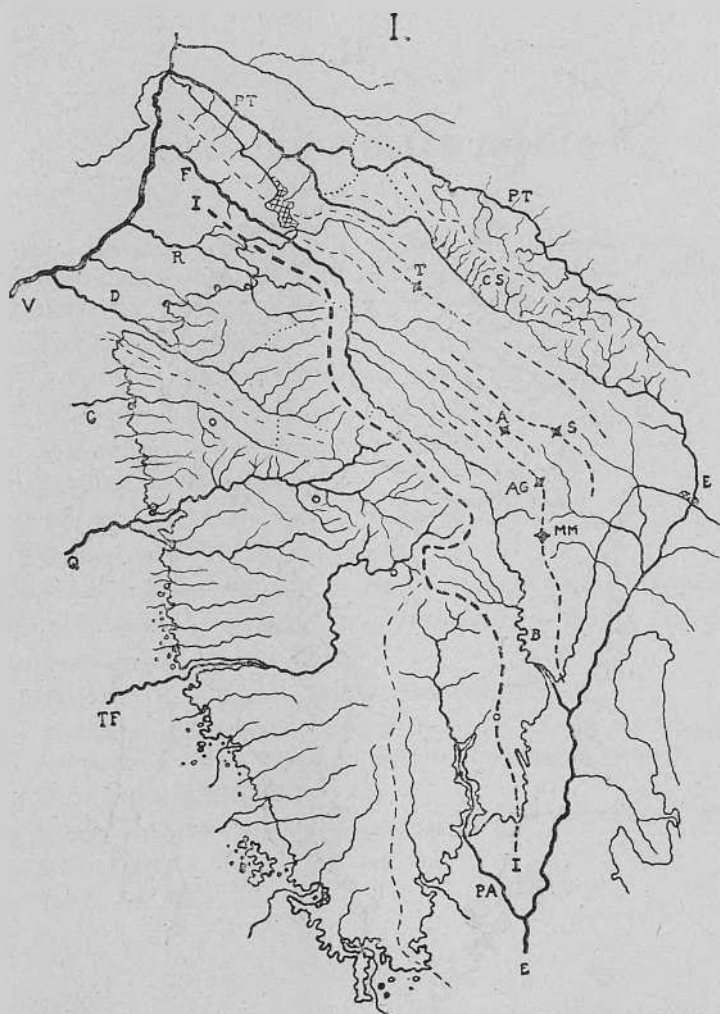
Contro una parte assai rilevante di questa concezione del Marussi, veramente suggestiva soprattutto per la bella e chiara spiegazione della genesi delle doline di grandi dimensioni, se si escludono quelle di crollo considerate

casi speciali abbastanza numerosi ma comunque del tutto accidentali, è insorto il giovane W. Maucci, che vede il fenomeno carsico ancora vivo ed in atto in tutte le sue molteplici manifestazioni superficiali e profonde. L'ipotesi dell'erosione inversa, base dei concetti svolti dal Maucci nel suo citato interessante lavoro è vasta, riccamente documentata da esempi visti studiati e vagliati con rara competenza da questo nostro attivissimo speleologo che ha al suo attivo un ingentissimo numero di esplorazioni ipogee, sicchè sarebbe impossibile esporla e discuterla estesamente in queste poche pagine le quali hanno del resto scopo ben diverso. Certo è che le conclusioni a cui arriva detto autore specie riguardo la genesi dei pozzi carsici partendo dai cosiddetti «fusi» che si formano per corrosione ed erosione di acque infiltrantisi nei calcari e confluenti là dove esistono incroci o meglio plessi di diaclasi, litoclasì e leptoclasì, risultano assai logiche e naturali. Esse sono effettivamente confermate anche dalla presenza e dalla forma di cavità aperte o chiuse, dalle dimensioni più svariate, talora piccolissime, altre volte grandissime, che si possono osservare in numero illimitato. E' pure un fatto che la grandissima maggioranza dei pozzi naturali, semplici o composti che siano, può essere riferita senza sforzo o artificiosità a uno o più fusi combinati o collegati fra di loro. Bellissima e indubbiamente logica la spiegazione riguardo il significato e la genesi degli «inghiottitoi retroversi», ritenuti prima erroneamente come semplici casi particolari ed eccezionali di morfologia cavernicola; casi che erano rimasti del tutto trascurati e privi sia di definizione che d'interpretazione. Convincenti anche le interpretazioni sulla genesi degli «inghiottitoi diretti» delle gallerie composte o «pseudo-gallerie» ecc. Difetta un po' il concetto di questo autore sulla genesi delle doline che si sarebbero formate e si formerebbero tutt'ora a cielo libero.

Volendo dare un giudizio obiettivo e spassionato sulle citate due teorie o ipotesi, nonostante che esse a prima vista ci sembrino in netto contrasto tra di loro, è il caso di dire senza esitazione che esse pure avendo bisogno di ritocchi, perfezionamenti e modifiche, in ultima analisi, si integrano a vicenda.

VII - Trasformazione della rete idrografica epigea

Come abbiamo detto, col sollevarsi del penepiano miocenico i corsi d'acqua descritti entrarono in fase di erosione ed incominciarono dove più, dove meno, ad approfondire i loro alvei, stabilizzandosi nelle sedi in cui furono sorpresi all'inizio del bradisismo ascendente, o per meglio dire, quando questo entrò nello stadio di sopravvento. Cessarono con ciò gli estesi fenomeni di abrasione peneplanizzante che si erano svolti antecedentemente, e ben presto scomparve dalle superfici calcaree spianate gran parte della rete idrografica epigea minuta. Il grande spartiacque che abbiamo visto decorrere attraverso tutta l'Istria dal colle di Antignano al nodo idrografico di Lupolano e da questo al M. Calvo di Albona e al promontorio di Punta Nera, essendo sviluppato su suolo marno-arenaceo, incominciò ben presto a subire gli effetti dell'intensificato potere erosivo dei vari corsi d'acqua ch'esso stesso teneva fino allora divisi. Il Paleoquieto che nasceva presso le Terme di Santo Stefano a O di Pinguente, incisa la colte marno-arenacea che in quel settore copriva ancora l'anticlinale calcarea di Buie, incominciò a incassarsi nella roccia calcarea stessa, estendendo sempre più il suo bacino verso oriente. Altrettanto fece



Tav. I. Rappresentazione schematica della paleoidrografia istriana mediomiocenica (Elveziano) ricostruita sulla testimonianza degli antichi solchi fluviali abbandonati in parte per carsismo e in parte per cattura.

II.



Tav. II. Rappresentazione schematica dell'attuale idrografia epigea istriana.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

- I Spartiacque miocenico principale. N.B. Le altre linee tratteggiate segnano alcuni spartiacque di minore importanza. Le linee a punteggiato indicano variazioni dei corsi d'acqua.
- PT Tav. I. Paleotimavo. — Tav. II. Timavo.
- CS Tav. I. Paleo corso idrico di Castelnuovo.
- E Tav. I. Paleoeoneo. — Tav. II. Enno.
- B Tav. I. Paleobogolino. — Tav. II. Torrente Boglino.
- PA Tav. I. Paleoarsa. — Tav. II. Arsa.
- TF Tav. I. Paleofolba. — Tav. II. Torrente Folba.
- Q Tav. I. Paleoquieto. — Tav. II. Quietto.
- C Tav. I. Paleo corso idrico di Buie. — Tav. II. Torrente Castion - Cavisana.
- D Tav. I. Paleodragogna, Paleo corso idrico di Momiano. — Tav. II. Dragogna.
- R Tav. I. Paleorisano. — Tav. II. Risano.
- F Tav. I. Paleofiumara. — Tav. II. Torrente Fiumara.
- V Tav. I. Paleofiume appartenente al sistema idrografico isontino che raggiungeva la zona del Golfo di Trieste dopo aver percorso il Vallone di Doberdò.
- IS Tav. I. Foce attuale dell'Isonzo (Sdobba).
- M/M Monte Maggiore (m. 1396); AG Alpe Grande (m. 1273).
- S Monte Sia (m. 1234); A Monte Aquila (m. 1106).
- T Monte Taiano (m. 1026).

il suo affluente di destra cioè il Paleobrazzana, mentre poco a O di Stridone un piccolo affluente del Gradino catturava il tratto superiore del corso d'acqua al margine NNE del Carso di Buie ovvero il Torrente di Stridone attirandolo nel bacino del Queto. Successivamente anche il Torrente di Sterna veniva catturato da quello di Piemonte, affluente di destra del Quieto. Questo torrente di Piemonte, dopo aver inciso presso la località omonima la copertura marno-arenacea che affianca l'anticlinale di Buie, aveva già decapitato in precedenza il corso d'acqua al margine SSO dell'anticlinale stessa.

Alla sinistra del Quieto, il Botonega non subiva modifiche per cattura, tuttavia sembra ch'esso riuscisse ad estendere un po' il suo bacino d'impluvio a danno del Foiba di Pisino e del suo affluente Cipri. Il Cervaro, presso Carroiba avrebbe pure subito variazioni di qualche rilievo. Dall'insieme ci risulta dunque palese che il Paleoqueito andava progressivamente aumentando di portata e quindi anche di energia erosiva e che infine riusciva a catturare anche il tranquillo Paleofiumara nelle vicinanze di Pingente decapitandolo. Di conseguenza il Paleofiumara nel suo tratto a valle di Pingente risultava sensibilmente indebolito e perciò non poteva più sottrarsi a una nuova cattura da parte dell'impetuoso Paleobrazzana. Infine anche il modesto Paleorisano, dal bacino esteso interamente nel Flysch, catturava lo stesso Paleofiumara a oriente di Villa Decani.

Nell'ambito del Golfo di Trieste occupato in origine interamente dal Flysch, intensi processi di erosione dovuti al Paleoisonzo, al Paleotimavo, al grosso fiume del sistema isontino che sboccava dal Vallone di Doberdò, al Paleofiumara e ad altri minori d'origine locale, finirono col rendere quasi sgombera tutta l'area del Golfo preparandola alla futura invasione marina. Questi vasti e complessi fenomeni di erosione furono naturalmente favoriti via via dall'approfondirsi della sinclinale del Golfo Triestino e dall'abrasione esercitata dal mare ingrediente durante il Pliocene. Subentrato il mare nell'area del Golfo al posto del Flysch, scomparvero tutte le tracce della antica idrografia, rendendo impossibile qualsiasi ricostruzione di un certo dettaglio. E' giocoforza pertanto accontentarsi di questa larga visione d'insieme.

Il Dragogna.

Per quanto riguarda il bacino del Dragogna in generale, non vediamo nulla d'importante da segnalare, salvo un modesto fatto di cattura a danno di un piccolo ex affluente del Cornalunga presso Maresego che finì col diventare il corso superiore del Dragogna stesso.

Il Paleoarsa.

Come già detto, traeva origine da un lembo marno-arenaceo che si estendeva su basamento calcareo nel territorio di Pedena, presso il limite attuale tra Flysch e calcare. Passato alla fase torrentizia, sempre in seguito ai fatti già accennati e inciso il suddetto lembo, incominciò a catturare ad uno ad uno per erosione regressiva nel Flysch i torrenti che dal settore a N di Pedena e Gallignana si dirigevano verso il Paleobogliuno raccogliendosi probabilmente in un grosso affluente dello stesso prima di raggiungerlo attraverso l'odierna area del lago d'Arsa. Col progredire del fenomeno bradisismico ascendente il Paleoarsa s'incassava sempre più profondamente anche nel suolo calcareo,

scolpendo il suo grande vallone a pareti ripidissime dal settore di Pedena all'area dell'odierno Quarnero: un solco attraverso la compagine calcarea lungo 25 km. circa. Anche dopo scomparsa dalle superfici calcaree la rete idrografica minuta, il Paleoarsa continuava per lungo tempo a ricevere dal versante sinistro il torrente di Carpano che traeva origine dal lembo marno-arenaceo di Albona. Ridotto successivamente questo lembo dai processi di erosione a più modesta estensione, anche il suddetto torrente scompariva infine per carsismo, dopo aver lasciato un profondo solco nei calcari che oggi corrisponde all'insenatura di Carpano. Infine il Paleoarsa aumentando sempre più il suo volume idrico e la sua forza erosiva sia in seguito alle predette catture, sia per l'apporto di sempre più ricche risorgive carsiche, finiva col catturare anche il ricco ma relativamente più tranquillo Paleobogliuno. Che il Paleobogliuno a monte di Fianona sia stato molto meno impetuoso del primo, lo si può dedurre dai caratteri del vasto e appena accennato solco fluviale da esso inciso nella roccia calcarea dal Lago d'Arsa al Porto di Fianona, come vedremo in seguito. Avvenuta tale importante cattura, il Paleoarsa si arricchì enormemente e il suo bacino alimentatore epigeo a monte dell'attuale foce presso Carpano venne improvvisamente a raddoppiare di estensione. Si ebbe di conseguenza un nuovo forte aumento della sua portata e del suo potere erosivo, per cui questo importante corso d'acqua istriano accelerò l'approfondimento del suo grande solco vallivo nei calcari e lo portò fin sotto l'attuale livello marino. Ciò naturalmente quando il mare era ancora ben lontano dall'attuale linea di costa e tutto il territorio era più elevato di oggidi in seguito al predetto bradisismo ascendente che abbiamo messo in relazione con l'orogenesi alpina specie del Tortoniano e del Pontico.

Il Paleofuiba di Pisino

Questo corso d'acqua, in origine uno dei più importanti dell'Istria, oltrepassata la zona marno-arenacea presso Pisino scorreva verso il mare per via epigea attraversando l'anticlinale calcarea spianata dell'Istria sudoccidentale. Man mano che l'acqua di fondo si abbassava, esso poteva tuttavia da principio mantenersene a contatto come il Paleoquieto e il Paleoarsa, incidendo sempre più profondamente nei calcari il suo solco vallivo Vermo-Drage-Leme. Però mentre il Paleoquieto e il Paleoarsa, come è stato detto dianzi, andavano crescendo sempre più d'importanza e di energia erosiva grazie al continuo susseguirsi delle catture a loro vantaggio, il Paleofuiba al contrario vedeva piuttosto restringersi, sia pure di poco, i limiti del suo bacino alimentatore, specie ad opera del Botonega e dei suoi affluenti. Esso pertanto, lungi dal poter aumentare la sua forza erosiva, la vedeva piuttosto diminuire. Nel contempo il continuo e sempre più rapido approfondirsi dei grandi solchi vallivi del Quietto e dell'Arsa, andava determinando un crescente drenaggio sulla massa calcarea compresa tra le due rispettive valli, per cui l'acqua di fondo accelerava di pari passo il suo movimento di discesa. Per questi fatti il Paleofuiba venne col tempo a trovarsi in una situazione di netto svantaggio, non essendo in grado di accelerare anch'esso, come i suoi vicini, l'approfondimento della sua valle. Si giunse così al momento in cui il Paleofuiba, perduto il contatto con l'acqua di fondo che glisfuggiva di sotto, e trovatosi in una condizione di sospensione che data la natura del suolo non poteva durare a lungo, finì con l'inabissarsi presso Pisino proprio al passaggio dalla forma-

zione marno-arenacea a quella calcarea. La grande voragine («inghiottitoio diretto») di Pisino, sufficiente oggi a smaltire tutta l'acqua del torrente Foiba anche durante le massime piene, è dunque la conseguenza delle condizioni che siamo andati descrivendo. Per esse oggidi la massa idrica del suddetto torrente, sperdendosi nel complicato dedalo dei condotti ipogei, raggiunge l'acqua di fondo e quindi l'Arsa alimentando una serie di grandi e piccole risorgive carsiche situate lungo il fondo del suo imponente solco vallivo: ultima grande cattura praticata dall'Arsa ma questa volta per via ipogea. Tutto il solco del Paleofaiba a valle di Pisino, dopo questa singolare cattura, rimase asciutto nonostante il contributo del modesto torrente Cipri ex affluente del Paleofaiba che oggidi soltanto in periodi di piena riesce a portarsi per via epigea fin sotto Antignana, ove anch'esso finisce col perdersi. Il profondo alveo morto che nei suoi diversi tratti assume i nomi di Valle di Vermo, Draga di Antignana, Draga di Canfanaro e Canale di Leme, assieme ai terrazzi di erosione esistenti nel Flysch presso Pisino, provano in maniera del tutto indiscutibile l'esattezza di quanto è stato esposto, mentre l'odierna comunicazione della voragine di Pisino con le risorgive della Valle dell'Arsa, oltre ad essere stata intuita dallo scrivente per ragioni geologiche, è stata anche più tardi dimostrata dal Sella con le sue originali prove biologiche a mezzo anguille.

Il Paleocorso idrico di Momiano al margine NNE del Carso di Buie.

Non è facile seguirne le trasformazioni. E' possibile che in origine esso giungesse fino al torrente di Stridone, presso la località omonima, il quale ne avrebbe formato pertanto l'estremo tratto superiore. In tal caso sarebbe logico distinguerlo col nome di Paleostridone, ma ciò non è provato. Il suo bacino imbrifero era comunque notevolmente esteso, in quanto comprendeva tutti quei torrenti che alla destra scendono ancor oggi dal versante del Flysch fino al suo alveo abbandonato. Gli affluenti del versante calcareo, in origine coperto dal Flysch, erano indubbiamente meno importanti e sono in seguito scomparsi per carsismo senza lasciare tracce sicure ed apprezzabili. Questa scomparsa segna l'inizio della fase castelnoviana che poi si svilupperà decisamente con la scomparsa dello stesso corso d'acqua principale.

Un primo fenomeno di cattura si sarebbe manifestato, come abbiamo già accennato, presso Stridone ad opera di un piccolo affluente anonimo di sinistra del Torrente Gradino. Quest'ultimo provenendo dalle immediate adiacenze di Portole in condizioni di netta marginalità, si getta nel Quietto poco a O delle Terme di Santo Stefano. Così il Torrente di Stridone prima d'inabissarsi per carsismo presso la stessa località, sarebbe divenuto temporaneamente ed indirettamente affluente del Paleoquietto. Non si può però escludere in modo assoluto che il torrente di Stridone fosse stato fin dalle origini affluente del Paleoquietto, come la Brazzana. In tal caso il Paleocorso idrico di Momiano avrebbe avuto le sue origini presso Sterna e il suo corso superiore sarebbe da identificarsi con quello del Torrente di Ceppi.

Spostando lo sguardo più a occidente e a giudicare dai caratteri dei vari solchi fluviali esistenti nei settori di Sterna e di Piemonte, quali risultano dalle mie più recenti osservazioni, i fatti si sarebbero svolti come segue. Un piccolo affluente di destra del Paleocorso idrico di Buie avrebbe catturato il torrente di Ceppi presso la sua confluenza col torrente di Sterna nelle immediate vicinanze di questa località. In altre parole, avrebbe decapitato il paleo

corso idrico di Momiano presso Sterna e condotte le sue acque al paleo corso idrico di Buie. Il punto di immissione avrebbe dovuto trovarsi poco a N di Piemonte. Il notevole ingrossamento di questo corso d'acqua è comprovato a sufficienza dal solco che esso ci ha lasciato, il quale subito a valle del suddetto punto di immissione o confluenza, risulta già assai netto, marcato e profondo, molto più di quanto non sia il solco del corso idrico di Momiano a valle di Sterna. E' evidente dunque che il bacino d'impluvio del primo ha subito un improvviso e sensibile ampliamento a danno di quest'ultimo. Più tardi a SO di Sterna una grande dolina che ritengo essersi generata sotto mantello alluvionale secondo i concetti del Marussi, è stata nettamente dimezzata da una faglia con rigetto di oltre 40 metri. Il relativo gradino esterno venne via via smussato presumibilmente già durante la sua genesi per corrosione che ritengo dovuta in buona parte alle acque chimicamente attive che imbeverano la coltre alluvionale; infatti la grande ampiezza e la modesta profondità della via fluviale scolpita attraverso il Carso di Buie da Sterna fin presso Piemonte, dimostrano che il relativo corso d'acqua non è mai entrato decisamente e lungamente in fase di erosione in questo suo tronco di oltre 3 chilometri, prima di scomparire per carsismo. Si tratta pertanto di un notevole periodo di sospensione al disopra dell'acqua di fondo che poi venne a cessare col progredire del fenomeno carsico.

Infine il torrente di Piemonte, modesto affluente di destra del Quietò, esercitando la sua azione di erosione regressiva sulla zona di Flysch compresa tra il Quietò e la dorsale calcarea di Buie, riusciva a decapitare a sua volta il paleocorso idrico di Buie poco a N di Piemonte.

Il paleocorso idrico di Buie al margine SSO del Carso omonimo.

Nasceva in origine presso Portole e fiancheggiato il margine SSO della anticlinale di Buie fin presso Villa Petrovia (Umago) scorreva verso l'Adriatico oltre il territorio di Umago. Pure avendo lasciato un cospicuo solco vallivo, prima d'aver praticato la sovraccennata e indiretta cattura dei torrenti di Ceppi e di Sterna, non aveva che degli affluenti pressochè insignificanti, specie quelli di sinistra provenienti dalla zona del Flysch. Pertanto la ristrettezza del suo originario bacino imbrifero tra Buie e Portole è in netto, stridente contrasto con le dimensioni relativamente enormi del corrispondente suo solco vallivo abbandonato, ciò che giustifica in maniera del tutto convincente quanto a proposito è stato detto dianzi.

Soltanto a valle di Buie questo notevole corso idrico riceveva dalla sinistra il contributo del cospicuo torrente Castion o Cavisana ancora oggi in temporanea attività fino all'incontro con il suolo calcareo presso Venella a ONO di Buie.

Tranne i fenomeni di cattura già segnalati i quali provocarono il suo notevole e improvviso ingrossamento prima della definitiva scomparsa sia per carsismo, sia per decapitazione da parte del torrente di Piemonte, il paleocorso idrico di Buie non ha subito altre trasformazioni degne di rilievo. Il suo solco si trova oggi, come abbiamo già riferito, in piena fase castelnoviana fino alla confluenza col torrente Castion, mentre a valle l'ha già nettamente superata.

Il Paleorosandra.

Nasceva in origine presumibilmente a O del «Grande Spartiacque istriano» nelle vicinanze di Muggia come affluente del Risano e catturava più tardi il Paleofiumara obbligandolo a prendere in modo più netto la direzione del Vallone di Muggia. Successivamente, scomparso del tutto il Paleofiumara, la Rosandra si congiungeva col torrentello Grisa, mentre il Botazzo praticamente non esisteva ancora o era tutt'al più un rigagnolo di scarso sviluppo, perchè lo spartiacque che divideva la Rosandra dal corso idrico di Castelnuovo decorrente al margine NE del bacino eocenico di Occisla, ai piedi del Monte Castellaro, era vicinissimo all'attuale località di Botazzo. Il Corso idrico di Castelnuovo sarebbe scomparso per carsismo prima che la Rosandra riuscisse a raggiungere il suo alveo tra Cosina e Basovizza. In altre parole, non ci sarebbe mai stata una cattura del Corso idrico di Castelnuovo da parte della Rosandra, giacchè nel caso contrario il ciglio del carso che limita a NE il bacino eocenico di Occisla risulterebbe senz'altro inciso da un corrispondente ed imponente solco di erosione fluviale, che si sarebbe formato dal precipitare del Corso idrico di Castelnuovo verso la Rosandra, la quale sarebbe diventata d'improvviso una fiumana violenta e di notevole portata.

Altri corsi d'acqua di minore entità che hanno lasciato tracce più o meno evidenti sulle superfici calcaree dell'Istria ebbero varia durata a seconda della loro importanza e delle condizioni generali presentate dal suolo su cui si estendevano i loro bacini d'impluvio. Ne abbiamo già nominati alcuni tra i più importanti in altra parte del presente lavoro, per cui sarebbe superflua ogni ripetizione non essendoci alcuna possibilità di ricostruire le eventuali trasformazioni subite durante la loro breve esistenza epigea.

Le risorgive carsiche.

La scomparsa dell'idrografia epigea dalle estese superfici calcaree istriane in seguito all'incarsimento, ha determinato via via la comparsa di un gran numero di risorgive carsiche più o meno ricche, alcune ricchissime, sia lungo la linea di costa, sia lungo i fondi valle di quei corsi d'acqua che hanno potuto mantenersi ancora presenti in superficie e che nascono dai calcari, o che hanno tratti più o meno lunghi delle loro valli profondamente incassati nei medesimi. Questi sono: l'Arsa, il Quietò, il Risano, il Torrente d'Ospo, la Rosandra e possiamo citare in un certo senso anche il massimo, cioè il Timavo, pure non essendo esso incluso entro i confini naturali dell'Istria, ma a questi tuttavia molto vicino.

Man mano che detti corsi d'acqua andavano approfondendo le loro valli, provocavano logicamente la progressiva discesa dell'acqua di fondo e quindi anche la discesa e lo spostamento delle rispettive risorgenze carsiche. I condotti di queste risorgenze, sospesi e tosto abbandonati per carsismo, finivano con l'essere intasati ed obliterati da concrezioni calcitiche nella grandissima maggioranza dei casi. Le risorgenze costiere invece, con l'ingredire del mare in seguito al bradidismo discendente postmiocenico, come con l'ingressione eustatica postvürmiana, hanno seguito in massa l'arretramento della linea di costa. Alcune si sono trasformate in sorgenti sottomarine, ma con più o meno manifesta tendenza all'arretramento dovuta all'alto grado di fessurazione e vascolarizzazione dei calcari e al maggior peso specifico dell'acqua marina

rispetto quello dell'acqua dolce che galleggia sulla prima assai a lungo prima di mescolarsi. Numerose tra queste risorgenze costiere, si spostano addirittura alternativamente con il giornaliero alternarsi delle basse ed alte maree. La ristrettezza dello spazio non mi permette di citare i numerosissimi esempi da me osservati.

VIII - Conclusioni

Il presente lavoro offre senza dubbio il fianco a delle critiche e a delle obiezioni anche per il fatto che per economia s'è dovuto molto sacrificare allo spazio assai ristretto. Per di più, come ho già detto, le condizioni politiche del dopoguerra mi hanno tolto la possibilità di approfondire le ricerche in vari settori del territorio preso in esame, sicchè qua e là alcune mie sia pure prudenti affermazioni, non risultano pienamente confermate da fatti tangibili e indiscutibili e possono apparire in parte come frutto di deduzioni indirette un po' azzardate. In effetti non mi è stato possibile di completare dovunque le mie osservazioni sui resti degli antichi terrazzi fluviali che appaiono qua e là lungo i versanti delle vallate incise nel Flysch. Osservazioni di dettaglio in tal senso avrebbero permesso senz'altro di eliminare alcuni dubbi che talora affiorano; comunque distinguere i più antichi terrazzi di erosione fluviale da altre particolarità morfologiche affini, che in definitiva non sono che pseudoterrazzi dovuti a diversa erodibilità dei terreni, non è sempre cosa facile. Bisogna inoltre tener conto della erodibilità del Flysch e pensare che molti di questi terrazzi fluviali risalgono addirittura all'ormai lontano Miocene. E' ovvio perciò parlare quasi sempre di resti di terrazzi ridotti spesso a ben poca cosa.

Si potrà anche dubitare dell'ordine cronologico attribuito ai molti casi di cattura qui segnalati. Effettivamente mancano spesso elementi base per stabilire detto ordine con precisione sia tra bacino e bacino, sia nei singoli bacini, comunque non c'è dubbio che i fatti siano avvenuti almeno nella grandissima maggioranza dei casi segnalati, in quanto come abbiamo visto di catture ipotetiche o dubbie ce ne sono ben poche se non nessuna. Tutto sommato ritengo che lo schema base della paleoidrografia miocenica istriana, come è stato qui tracciato, possa essere considerato per lo meno assai vicino alla passata realtà.

Potrà sembrare alquanto strano che il Paleoarsa, come il Paleoquieto e il Paleobrazzana possano aver inciso a ritroso la dura roccia calcarea per catturare il Paleobogliuno e il Paleofiumara scorrenti nel Flysch assai più facilmente erodibile. Questi due infatti essendo per giunta in origine assai più ricchi d'acqua dei tre primi, avrebbero dovuto sfuggire alla cattura con relativa facilità. Sta di fatto però che mentre il Paleoarsa ci ha lasciato una valle di tipico carattere torrentizio in tutta la sua lunghezza dalle vicinanze di Pedena fino al mare, il Paleobogliuno in tutto il tratto a monte di Fianona fino al lago d'Arsa ha scolpito invece un solco assai ampio e poco marcato; solco di tipico carattere fluviale. Ciò dimostra che in tutto questo tratto, in cui si è verificata la cattura, mai il Paleobogliuno poté passare dalla fase di divagazione o di equilibrio alla fase torrentizia. E' assai probabile inoltre che i due corsi d'acqua e cioè il catturato ed il catturatore si siano congiunti quando ancora permaneva sui calcari una sia pur lieve coltre di Flysch. E' pure pro-

babile che all'epoca della cattura, un intenso movimento epirogenico abbia interessato la catena dei Caldera. Questo movimento positivo, conseguenza dell'orogenesi alpina, avrebbe compensato l'effetto dell'approfondimento del solco a valle di Fianona che è tutto inciso nei calcari. Soltanto a valle di Fianona dunque il Paleobogliuno si trasformava in torrente impetuoso e si gettava nella depressione del Quarnaro, che allora non era che una vasta pianura situata a quota più bassa (50-100 m?) del piano fluviale che si estendeva per lungo tratto a monte di Fianona. Evidentemente il Paleobogliuno pure approfittando della breve sinclinale di Fianona era alquanto inceppato nell'attraversare e nell'incidere la catena dei Caldera sia perchè di natura calcarea, sia perchè in fase di sollevamento.

Per quanto riguarda l'evoluzione del Paleofiumara, dobbiamo ammettere ch'esso sia stato pure catturato dal Quietò e dalla Brazzana mentre perdurava una notevole copertura di Flysch almeno sulla parte orientale dell'anticlinale di Buie che a E del Monte San Girolamo (m. 475) va perdendo rapidamente quota. Infatti non solo a E di Stridone esistono ancora i calcari eocenici sopra quelli cretacei i quali invece a O di questa località sono del tutto scomparsi, salvo un lembo a N di Piemonte, ma vi permangono tra la Brazzana e il Quietò anche considerevoli avanzi della coltre marno-arenacea. Questa poi a SE del solco del Quietò finisce col coprire in modo totale il rimanente tratto d'anticlinale calcarea. Bisogna per di più considerare che il Paleofiumara fino all'epoca della sua scomparsa, mantenne un netto carattere fluviale anche quando i due catturatori (Quietò e Brazzana) erano da tempo passati in fase torrentizia. E' facile del resto rendersi conto di questo fatto quando si consideri che il Quietò aveva un corso assai più breve del primo, perchè diretto decisamente verso O e cioè verso la costa adriatica che nel Miocene si svolgeva circa lungo l'asse dell'attuale alto Adriatico. Il Paleofiumara invece si dirigeva verso NO per raggiungere presso la foce attuale dell'Isonzo (Sdobba) il cospicuo paleofiume che usciva dal Vallone di Dobberdò, il quale a sua volta aveva da compiere ancora un lungo percorso prima di sfociare in Adriatico. Ritengo che con ciò sia spiegata a sufficienza la ragione del diverso regime del Paleoquietò e del Paleofiumara, diversità questa che rese possibile la cattura del secondo da parte del primo.

N.B. - Onde poter seguire i concetti esposti nel presente lavoro si consiglia il lettore di tener sott'occhio le carte topografiche 1:100000 dell'Istituto Geografico Militare di Firenze: Foglio Gorizia, F. Trieste, F. Pisino, F. Pola, F. Cherso, F. Albona e F. Fiume, nonchè possibilmente le relative tavolette di Campagna 1:25000.

BIBLIOGRAFIA

- 1) D'AMBROSI C. — *Rapporti fra morfologia e trasgressioni nel Cretaceo e nel Terziario dell'Istria*. Atti Acc. Scient. Veneto-Trentina-Istria, Vol. XVI, Padova 1925.
- 2) D'AMBROSI C. — *Carta Geologica delle Tre Venezie: Foglio Pisino 1:100.000*. Uff. Idrografico del Magistrato Veneto alle Acque, Sezione Geologica, Padova 1931.
- 3) D'AMBROSI C. — *Note Illustrative del Foglio Pisino*. Uff. Idrografico del Magistrato Veneto alle Acque, Sez. Geologica, Padova 1931.
- 4) D'AMBROSI C. — *Ricerche sullo sviluppo tettonico e morfologico dell'Istria ecc.* Boll. Soc. Adriatica di Sc. Nat. Trieste, Vol. XXVII, Udine 1939.
- 5) D'AMBROSI C. — *Nuove ricerche sull'origine delle «terre rosse» istriane*, «L'Istria Agricola», Boll. Istituto Agrario Provinciale A. XIX (Nuova Serie), Parenzo 1959.
- 6) D'AMBROSI C. — *Sull'età e sul significato geologico dei calcari brecciati di Orsera in Istria e delle loro bauxiti*. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LIX, 1940 fasc. I. Roma 1940.
- 7) D'AMBROSI C. — *Uno sguardo al carsismo senoniano in Istria*. Atti Reale Istit. Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Anno acc. 1941-42, Tomo CI, parte II Cl. di Scienze mat. e nat., Venezia 1942.
- 8) D'AMBROSI C. — *Intorno alla genesi del saldame, della bauxite e di alcuni minerali di ferro nel Cretaceo dell'Istria*. Boll. Soc. Geologica Ital. Vol. LXI, 1942, fasc. 3. Roma 1943.
- 9) D'AMBROSI C. — *Notizie Geomorfologiche sull'Istria e sui dintorni di Trieste*. Boll. Soc. Adriatica di Sc. Nat. Trieste, Vol. XLIV 1948.
- 10) D'AMBROSI C. — *Considerazioni in merito a una dolina dimezzata da una faglia presso Portole in Istria*. Boll. Soc. Adriatica di Sc. Nat. Trieste, Vol. XLV 1949-50.
- 11) D'AMBROSI C. — *Carta Geologica delle Tre Venezie, «Trieste» F. 53 A 1:100.000*. Uff. Idrogr. Magistrato Veneto Acque, Sezione Geol. presso Ist. Geol. Università di Padova 1953.
- 12) D'AMBROSI C. — *Note Illustrative Carta Geologica delle Tre Venezie «Trieste» F. 53 A 1:100.000*. Uff. Idrogr. Magistrato Veneto Acque Sezione Geol. presso Istit. Geol. Università di Padova 1955.
- 13) DE MARCHI L. — *Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali*. Atti Acc. Scient. Veneto-Trentino-Istria, Vol. XII-XIII (Serie III), Padova 1922.
- 14) KREBS N. — *Verbogene Verebnungsflächen in Istrien*. Geograph. Jahresbericht aus Oesterreich, Wien 1906.
- 15) KREBS N. — *Die Halbinsel Istrien (Landeskundliche Studie)*. Geogr. Abhand. Bd. IX. Heft 2, Leipzig 1907.
- 16) MAUCCI W. — *L'ipotesi dell'«erosione inversa» come contributo allo studio della speleogenesi*. Boll. Soc. Adr. di Sc. Nat. Trieste, Vol. XLVI, 1951-52.
- 17) MAUCCI W. — *Inghiottitoi fossili e paleoidrografia epigea del solco di Aurisina (Carso Triestino)*. Atti primo Congresso Internazionale di Speleologia, Parigi 1953.
- 18) MARUSSI A. — *Il Paleotimavo e l'antica idrografia subaerea del Carso triestino*. Boll. Soc. Adriatica di Sc. Nat. Trieste, Vol. XXX, Udine 1941.
- 19) MARUSSI A. — *Ipotesi sullo sviluppo del carsismo (osservazioni sul Carso triestino e sull'Istria)*. Giornale di Geologia, Annali del Museo Geologico di Bologna, serie 2, Vol. XV, Bologna 1941.
- 20) POLLI S. — *Il graduale aumento del livello del mare lungo le coste italiane*. Istituto Talassografico - Trieste. Geofisica pura e applicata, V, 25, P. 123-129, Milano 1953.
- 21) KUHN O. — *Alcuni coralli fossili dell'Istria*. Atti della Reale Acc. Scienze, Torino. Vol. 68 (1923-33).

NOTE PRELIMINARI SULLA PIÙ LUNGA GROTTA D'ITALIA, IL BUE MARINO, E SU ALTRE CAVITÀ NATURALI IN PROVINCIA DI NUORO

Nel 1936 il dott. Carmelo Maxia pubblicò (*Le Grotte d'Italia*, serie 2, vol. I) un suo lavoro intitolato «Le attuali conoscenze speleologiche sulla Sardegna», nel quale, fra l'altro, dava un elenco di 94 grotte ordinate alfabeticamente.

Mancando ogni altra possibilità di riferimento, come segno convenzionale, sarà bene adottare tale numero d'ordine preceduto dalla sigla Sa (Sardegna) e continuare il catalogo col numero 95 e seguenti, necessariamente senza seguire l'ordine alfabetico. (E' noto che il Governo Regionale intende istituire un Ufficio Grotte che potrà certamente dirigere anche il catasto).

Dall'indice bibliografico riportato dallo stesso Maxia risulta che in passato ben poco si scrisse in Sardegna su quell'argomento; starei per dire nulla, considerando che le rare descrizioni di grotte (se non si vuole risalire al parziale rilievo e alle notizie tramandate da A. Lamarmora intorno alla Grotta di Nettuno) sono generalmente collegate a preminenti interessi archeologici, antropologici o minerari o altro.

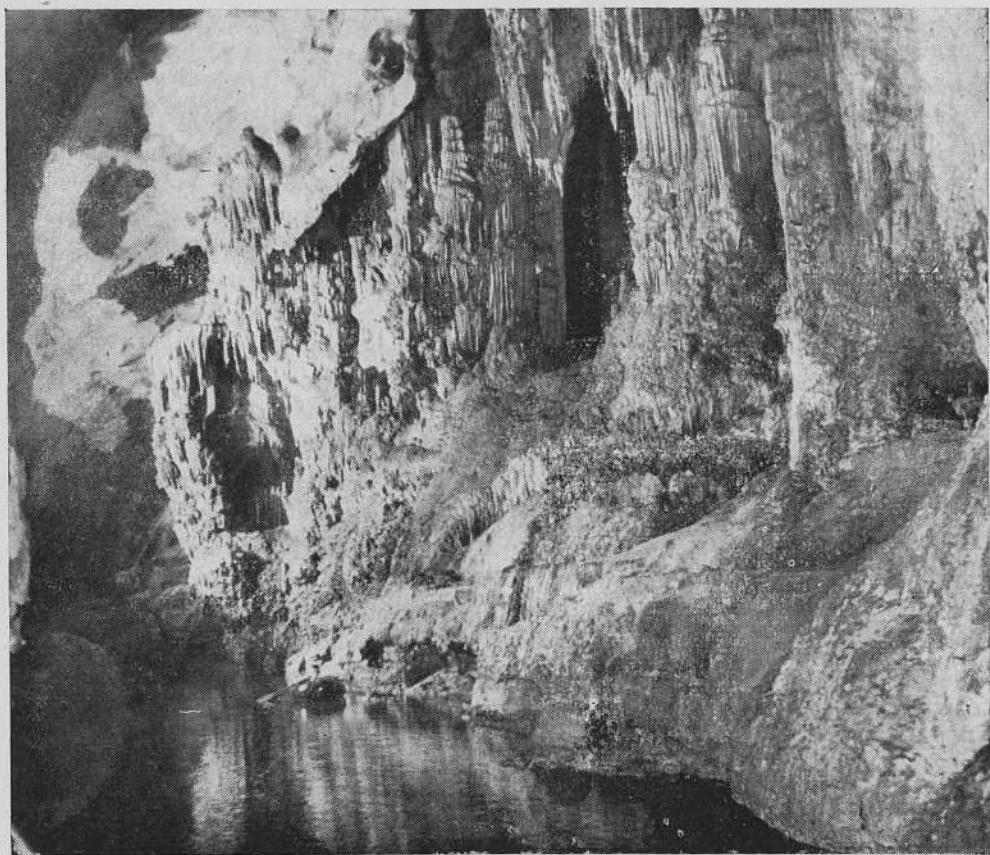
Mi pare pertanto che il lavoro del Maxia possa ragionevolmente figurare come opera fondamentale per la speleologia della Sardegna. Il merito più grande dell'autore è certamente quello di avere raccolto un considerevole numero di nomi di grotte e di averne approssimativamente determinato la posizione.

Fra le grotte citate dal dott. Maxia le più numerose, relativamente, spettano ai Fogli I.G.M. di Dorgàli, Orosèi, Nuoro (16 al solo Foglio di Dorgàli), che comprendono appunto il campo d'azione in cui ha fin'ora operato il Gruppo Grotte Nuorese. Il territorio è quello dei comuni di Olièna, Orgòsolo, Urzulèi, Baunèi, Dorgàli, Orosèi, Siniscòla, Lula (1), costituito quasi totalmente da calcari mesozoici, vastissimo, impervio, selvaggio. I calcari di Lula e di Siniscòla, che culminano col M. Albo, sono separati da quelli di Dorgàli da una regione basaltica e dalla vallata alluvionale del Rio Cedrino, in cui sorge isolato il Monte Tuttavista. Subito a sud e a ovest di questo ha principio la più imponente massa calcarea dell'isola, estesa dal mare fino a Olièna, Orgòsolo, al Gennargentu. Vi fanno parte (nomi più noti) il Monte Corràsi (m. 1460), il famigerato Supramonte, il passo di Silana (m. 1100), l'orrido burrone di Gorròpu; attraverso il quale scorre il

1) In attesa che il Governo Regionale, magari volta per volta aderendo ad avvedute e responsabili proposte, provveda al ripristino della toponomastica sarda, per non ingenerare confusione continueremo a scrivere ufficialmente, sebbene a malincuore, «Olièna» invece di «Oliana», «Nuoro» invece di «Nùgoro», «Lula» invece di «Lùgula», ecc. ecc.

Rio Flumeneddu e si affaccia nella profonda valle che da sud a nord interrompe la continuità della montagna e porta le sue acque al Cedrino.

La montagna, i cui strati risultano fortemente inclinati verso est (o nord-est), sia al principio (sulla linea Orgòsolo-Olièna) sia nei profondi solchi centrali, presenta alti «a picco» sul lato occidentale e digrada verso oriente. Considerata tale inclinazione e il naturale gioco delle acque in superficie e in profondità, non c'è da meravigliare se le grotte si aprono a est nella maggior parte dei casi e hanno, per approssimazione, sviluppo est-ovest.



Grotta del Bue Marino. «La riva dei sogni».

Il Gruppo Grotte Nuorese in questi anni ha svolto un'intensa attività di esplorazione tendente non tanto allo studio sistematico delle grotte quanto all'accertamento della posizione topografica e, con brevi (o lunghe) escursioni interne, alla valutazione della loro estensione. In tal modo si va compilando un nuovo catalogo, esteso a tutta l'isola, che sarà la base di ogni futura esplorazione. Le 23 cavità del Nuorese nominate nel 1936 dal Maxia

sembra che debbano diventare centinaia, se il ritmo degli aggiornamenti non sarà allentato.

Tra le grotte di grande sviluppo che non risultano citate nell'opera del Maxia indichiamo qui il Guano, Sa Oche, Su Ventu, Ispinigòli.

La Grotta del GUANO (diversa da quella del passo di Sillana, al n. 46), si apre lungo la sponda destra del Rio Cedrino (territorio di Olièna), un chilometro a valle della nota sorgente Su Gologòne, in un profondo solco che divide i calcari da un altipiano basaltico. Varie imboccature sovrapposte confluiscono dopo qualche centinaio di metri in un'unica galleria che è stata seguita per sette-ottocento metri. In inverno viene in luce un vero e proprio torrente che nell'estate del 1951 era quasi asciutto. Nel tratto fin'ora conosciuto non presenta notevoli concrezioni. Le sovrapposte sale superiori, a cui si accede più facilmente per il sentiero che viene dalla montagna, sono ampie e hanno le volte totalmente coperte da grappoli di pipistrelli. (Perché nelle grotte vicine sono quasi assenti? Quali favorevoli condizioni ne hanno favorito un così largo sviluppo?) Il guano è stato asportato da una società genovese che, all'uopo, non aveva esitato a impiantarvi una teleferica nè a devastare l'incredibile tesoro di manufatti neolitici, i cui avanzi — senza alcuna possibilità ormai di ricostruzioni stratigrafiche — furono ammassati negli angoli e nei cunicoli secondari.

Sa Oche e Su Ventu aprono le loro grandi bocche nella Valle di Lanaitto (Olièna) a cui si può accedere dal ponte della strada Dorgàli-Traversa, dove il Flumeneddu raggiunge il Cedrino. E la valle di Lanaitto si trova appunto tra la valle del Flumeneddu e quella del Cedrino superiore.

SA OCHE (La Foce) presenta una serie di laghetti a livello diverso; a meno di 300 metri termina con un sifone inesplorato.

SU VENTU (o SA SENNORA) quasi sullo stesso piano verticale della precedente, cento metri più alta sulla stessa falda del monte, confluisce verso la galleria di Sa Oche. Dopo quasi 400 metri, che presentano non lievi difficoltà all'esploratore, si divide in due rami. Quello discendente termina in un sifone che potrebbe essere l'altro capo di quello di Sa Oche. Il ramo ascendente (vi scorre dell'acqua) non è stato esplorato per lungo tratto.

Entrambe queste grotte hanno lungamente impegnato il Gruppo Grotte che ne ha fatto un rilievo provvisorio ma abbastanza preciso. Su Bentu ha concrezioni vaste, bianche o tendenti al rosso, e stalattiti di varia foggia e di varia grandezza. Notevole una grande stalagmite, sorta su una concrezione orizzontale che rivestiva originariamente un cumulo di argilla poi sottratta (forse durante l'alluvione dell'ottobre 1951) dallo scorrimento delle acque. Così questa stalagmite (altezza m. 12, diametro m. 1) è ora sostenuta da una «soletta» spessa meno di due centimetri (ottimo esempio di leggerezza e di economia che si consiglia agli architetti!). Altra caratteristica di questa grotta è la forte corrente d'aria (si spiega così il nome) che s'incontra in una strettoia a circa quaranta metri dall'imboccatura. Nello stesso punto (temperatura $\pm 12^\circ$) è facile catturare lo «Spelerpes fuscus».

Passando a un rapido esame di altre cavità menzionate nel lavoro del

Maxia, osservo che sulla «Grotta Nuova» o «Grotta di Toddeitto» si fa una certa confusione. Si tratta infatti di due grotte ben distinte: una è quella chiamata di Toddeitto e un'altra quella della Grotta Nuova. La prima, che è molto bella ma niente affatto vasta, si apre con un'angusta imboccatura sul costone a monte del Bue Marino; la seconda, come spiegherò in seguito, si può considerare ormai facente parte del Bue Marino.

S. GIOVANNI DE SU 'ANZU, in territorio di Dorgàli, si trova in prossimità di acque termali (Su 'anzu=il bagno). E' tutt'altro che mediocre, ma fino al settembre del 1951 se ne conosceva soltanto l'imboccatura e una sala-laghetto iniziale (m. 50) terminante in un sifone. Tre elementi del Gruppo Grotte Nuoresi, approfittando di particolari condizioni di magra, riuscirono a passare con una piccola barca metallica allora in dotazione all'Ente Antianofelico. Seguirono il corso d'acqua (da nord-est a sud-ovest), sempre navigabile e facile, per cinque ore, perdendo però tempo in qualche escursione laterale, all'asciutto, che fruttò largo e interessante materiale archeologico sicuramente venuto per altra via, benchè non sia stato possibile scoprire (forse perchè franato) il passaggio dell'uomo preistorico. Un alto cumulo di sassi fermò poi la navigazione in barca. Due degli esploratori superarono l'ostacolo a piedi e ripresero ad avanzare con un battellino pneumatico, ma presto dovettero tornare indietro perchè non avevano previsto e non erano preparati a una più lunga escursione.

Poichè non furono eseguite delle misurazioni sarebbe presuntuoso pronunziarsi sulla lunghezza del percorso; ma certo è lecito correggere la definizione di «mediocre» in quella di «vastissima».

La quale ricognizione è ampiamente confermata dall'esplorazione di quest'anno: gli speleologi nuoresi hanno infatti ritrovato le stesse favorevoli condizioni al sifone d'ingresso, vi sono penetrati con tre canotti di gomma, hanno superato il segno lasciato dai tre esploratori del 1951 e si sono inoltrati per lunghissimo tratto fino a un punto in cui la galleria presenta altre due possibili vie, pure navigabili. E ancora per «lunghissimo tratto» seguirono una di quelle gallerie fino all'esaurimento delle forze e dell'illuminazione.

La presunta lunghezza della grotta esplorata (e solo parzialmente misurata) è di oltre 5000 (cinquemila) metri! Questa grotta sarebbe dunque ancora più lunga del Bue Marino; però è meno ampia e meno facilmente navigabile a causa delle frequenti secche. Rare sono invece le rapide, sicchè il dislivello, dall'ingresso al punto in cui è terminata questa seconda esplorazione (che ne sollecita necessariamente una terza o molte altre) è di soli pochi metri. Una nuova esplorazione dall'alto, sulla montagna, attraverso la Grotta di ISPINIGOLI, ha stabilito una seconda via di ingresso alla Grotta di S. Giovanni. La Grotta di Ispinigoli comincia con una sala semicircolare, molto bella per le sue concrezioni bianchissime, dalla quale ci si affaccia in un largo pozzo profondo oltre quaranta metri. Dal fondo di questo, che può essere raggiunto facilmente anche senza l'impiego di scalette, si prosegue, per una galleria inclinata, verso il corso d'acqua di S. Giovanni. Nello stesso pozzo si ammirano delle maestose stalattiti che hanno raggiunto il suolo. Una di esse misura m. 38,60.

Seguendo ancora il lavoro del dott. Maxia desidero sciupare un po' di spazio per accennare a una cavità che mi sta particolarmente a cuore. «Nei monti di Baunèi» — riferisce il Maxia — «è segnata la voragine carsica di Monte Santo (63) in Regione S. Pietro, in un settore dove la serie calcarea è attraversata da lave basaltiche». Poichè in regione S. Pietro, sui monti di Baunèi vi è una sola voragine, ritengo che si tratti di quella dalla popolazione locale chiamata ISTERRU 'E GOLGO, che si spalanca all'improvviso ai margini di una vasta pianura basaltica, con un'apertura di una trentina di metri in cui si può agevolmente scendere per quindici. Poi si staglia la bocca quasi circolare (diametro m. 12) del pozzo verticale che al sondaggio ha dato la profondità di m. 170.

Quel che rende estremamente interessante questa voragine è il fatto che si apre in terreno chiaramente e decisamente basaltico e non presenta segno



Grotta del Bue Marino. «L'ingresso visto dal mare».

alcuno di erosione (del resto non raccoglie nemmeno le acque della pianura), tal che sembrerebbe doversi escludere la sua origine carsica. Non resterebbe allora che collegarne la genesi al cataclisma che al principio del quaternario cambiò il volto alla sezione centro-orientale della Sardegna e in cui vennero in luce, qua e là tra i calcari mesozoici, abbondanti lave basaltiche. La parola decisiva, naturalmente, agli specialisti. Per conto mio ritengo che il Gruppo Grotte Nuorese debba procedere alla sua esplorazione prima di occuparsi delle voragini (carsiche quelle) di SA TUMBA 'E NURAI (primo pozzo m. 106)

e di SA TUMBA 'E NIDORRA, entrambe sul Monte Albo (Lula), sia perchè in qualche modo S'isterru 'e Golgo gravita nel bacino del Bue Marino (e da due anni questa grotta assorbe tutta l'attività del Gruppo), sia perchè, a parte l'implicito interesse puramente geologico, non mi pare improbabile che riservi sorprese di interesse archeologico e antropologico. Essa (voragine) si trova infatti in una pianura che non sfuggì all'attenzione dell'uomo preistorico (come attestano i tre nuraghi circostanti) data la grande asprezza e aridità dei monti che la circondano da ogni parte per larghissimo raggio. E impressionato dall'orrore che nei contadini di Baunèi suscita lo stesso nome di Golgo, mi piace supporre (ammetto che ci vuole una certa dose di immaginazione) che gli antichissimi abitatori di quella pianura non ne fossero meno inorriditi e che, di conseguenza, la voragine assumesse per essi valore religioso... Io, insomma, spero francamente di trovarci offerte votive o almeno manufatti caduti casualmente nei secoli. Persino il nome di questa singolare voragine, nel raffronto con altri toponimi pure indicanti voragini o grotte (GOLGO, GOLONIO, Gologòne, Ispinigòli, Gorròpu), richiama l'attenzione dello studioso.

GROTTA DEL BUE MARINO. Benchè l'esplorazione non sia terminata (mancano numerosi cunicoli e gallerie laterali; e resta da vedere la galleria principale dove, recentemente, l'acqua del sifone terminale si è abbassata lasciando passare una notevole corrente d'aria) nessun'altra, nè più grande nè più bella, è stata così appassionatamente visitata dal Gruppo Grotte Nuorese, che ne ha fin'ora rilevato m. 4051.

La scoperta di questa grotta (1951) si deve a un gruppo di studenti dorgalesi che, animati da spirito di avventura, vi penetrarono profondamente con canotti pneumatici. Ma senza l'intuizione del suo grande valore turistico e un tenace interessamento da parte di Dino Giacobbe, attuale Presidente del Gruppo, sarebbe rimasta più o meno sconosciuta e ancora definita «mediocre», come nel lavoro del Maxia che ne ricavò i pochi dati dall'opera di Alberto Lamarmora. Il quale, quando passò da quelle parti, oltre un secolo fa, trovò il mare cattivo e non potè visitarla. Grande iattura certamente per la fama di questa grotta nei confronti di quella, famosissima, di NETTUNO sulla costa occidentale.

La Grotta del Bue Marino deve il suo nome alla presenza delle foche che s'incontrano assai frequentemente, fino a mandrie di dieci capi, in ogni stagione ma specialmente nell'inverno, durante il cattivo tempo. Si apre su un'alta costa a picco sul mare con due imponenti portali; quello di sinistra conduce alla galleria navigabile; quello di destra dà luce a una grandissima sala asciutta che si sviluppa verso nord, e attraverso un laghetto (detto smeraldino) perchè prende un delizioso tono di luce verde dal sifone comunicante col mare aperto) e poi un cunicolo, scoperto e reso praticabile dal Gruppo Grotte Nuorese, comunica con la così detta Grotta Nuova, estesa un migliaio di metri e un tempo ritenuta facente parte a sè. Questa parte del Bue Marino è accessibile dal mare mediante altre due imboccature e da terra mediante una scaletta a pioli poggiata a un'altra parete (finchè non sarà scavata la galleria artificiale in progetto). Tutto questo tratto è percorribile facilmente e offre spettacoli non comuni di stalattiti, stalagmiti, con-

crezioni bianchissime, frangette regolari che paiono ricamate e disposte dalla mano dell'uomo lungo le gallerie, grandi coppe cristalline scintillanti di minute incisioni e rilievi, torricelle di immacolato e trasparente candore.

Dall'ingresso di sinistra si prosegue invece in barca, sempre in acqua marina, per 750 metri. Di lì, dopo un breve sbarramento, comincia l'acqua dolce. Tutto il percorso è navigabile: per due terzi necessariamente, perchè le pareti sono a picco, e per un terzo circa è percorribile anche a piedi per facili camminamenti. In qualche punto la grotta si allarga fino a 150 metri; l'altezza massima è di m. 80, la profondità massima dell'acqua (autunno 1953) di m. 15.

Queste notizie sulla grotta più lunga d'Italia sono, per la loro frette-losità, semplici dati preliminari. Un'illustrazione completa e minuziosa, corredata di molte fotografie e del rilievo orizzontale, è in preparazione presso il Gruppo Grotte Nuorese.

LE RISORGENTI ALIMENTATE DAL BACINO CARSICO DI COLFIORITO (Umbria)

Il rilevamento geologico dell'intero altipiano carsico di Colfiorito (Appennino Umbro-Marchigiano) (1) m'aveva condotto a prospettare l'opportunità di ricerche idro-geologiche per risolvere l'annoso problema di bonificare più o meno integralmente il comprensorio allora denominato «Lago di Colfiorito».

Con i precedenti esperimenti idrologici del 1938 avevo appurato, infatti, come le sorgenti del versante marchigiano non fossero in relazione con le acque assorbite dall'inghiottitoio di Colfiorito, contrariamente a quanto ritenevasi per l'abbondanza delle polle che sgorgano nella sottostante Valle del F. Chienti (tributario dell'Adriatico).

Quanto al versante tirrenico, per il quale restava pur sempre valida l'ipotesi basata sulle condizioni geologiche e confermata dal calcolo delle precipitazioni, non mi era stato possibile il controllo nè con la prova colorimetrica nè con quella batteriologica, data la vastità di questo versante.

Per la impostazione del presente argomento, mi piace riferire la nuova tesi di lavoro quale scaturiva al termine della predetta memoria, cui si rinvia il lettore per la descrizione geo-morfologica del Bacino:

«Il problema idrologico è il problema più grave anche per la bonifica del bacino. La deviazione delle acque potrebbe diventare un grave pericolo per sorgenti molto importanti come quelle del versante tirrenico, nè si potrebbe suggerire, per evitare questo pericolo, di lasciare agli inghiottitoi l'attuale deflusso e incanalare il rimanente delle acque, perchè il fenomeno carsico non è tanto importante negli inghiottitoi quanto in tutta la superficie dei piani.

«Quindi, prima di iniziare grandiose opere di bonifica, i tecnici dovranno esaminare accuratamente la questione, e cioè riuscire a determinare se le sorgenti di Rasiglia (che vanno ad azionare vari opifici e soprattutto le tre cartiere di Pale e quella di Vescia e di Belfiore), se quelle di Bagnara (che riforniscono l'acquedotto di Assisi e uno di Perugia), se quelle di Nocera Umbra (l'omonima città) e se quelle di Capo d'Acqua (Foligno), possano essere alimentate dalle acque carsiche assorbite dalle conche di Colfiorito, oltrechè da quelle del versante di tal bacino spartiacque».

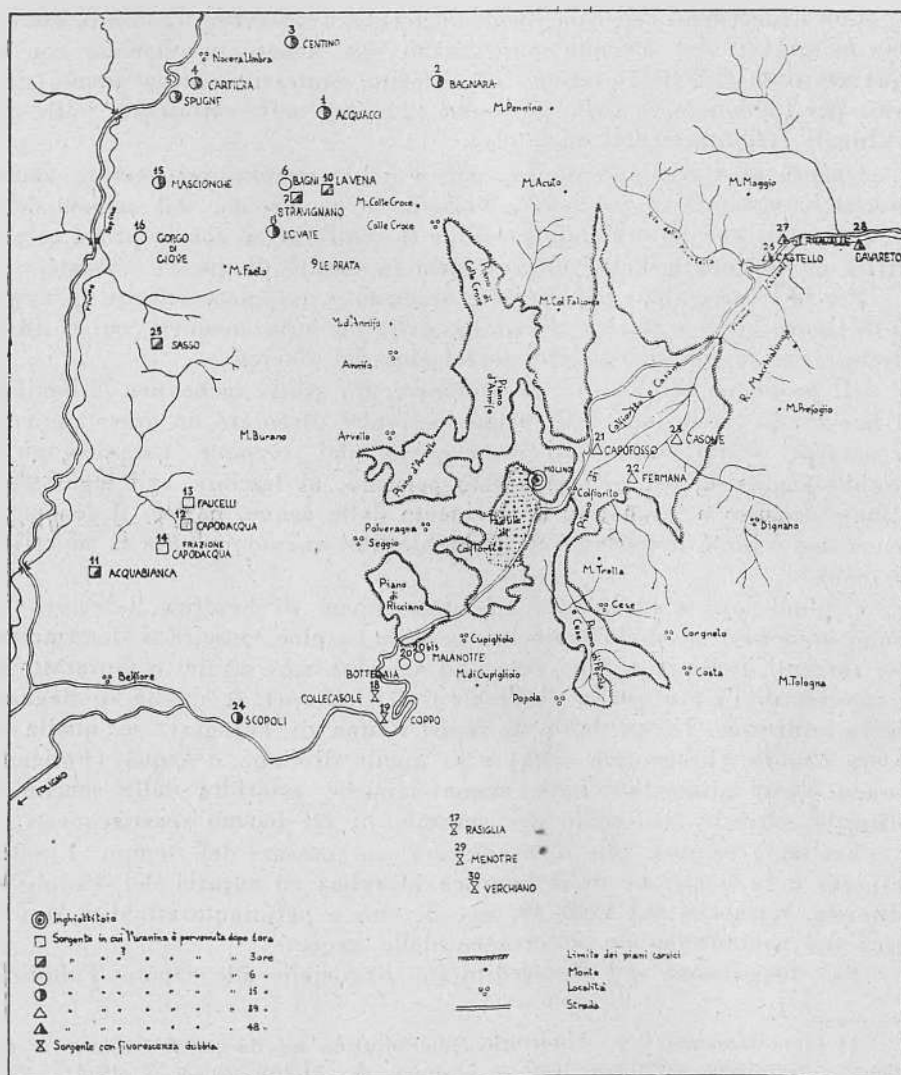
Frattanto sempre più si avvalorava col passar del tempo l'ipotesi suesposta e la questione della bonifica idraulica ed agraria del Padule di Colfiorito, riaccesasi nel 1948-'49, rese di viva e palpitante attualità il problema del comportamento sotterraneo delle acque.

Per disposizione del Provveditorato Regionale alle Opere Pubbliche

1) Lippi-Boncampi C. — *Osservazioni morfologiche sul Bacino di Colfiorito e presupposti idro-geologici della sua bonifica*. (Estratto da: «L'Universo», n. 7, 1940).

per l'Umbria, nello stesso anno 1949 i funzionari dell'Ufficio Idrografico di Roma, presi gli opportuni accordi con questo Istituto di Geologia e con gli Enti interessati (Ispettorato Agrario Provinciale, Corpo Forestale di Perugia, Consorzio Idraulico «F. Topino» e Comune di Foligno), organizzarono ed eseguirono le operazioni all'uopo occorrenti, nell'intento di chiarire il fenomeno idrologico e poter quindi stabilire i criteri verso cui indirizzare lo studio della bonifica stessa.

Fu stabilita perciò una rete di trenta sorgenti, poste nei due versanti e più o meno tutte situate ai margini del massiccio calcareo, tranne le nn. 21-22-23 entro il Piano di Casone a breve distanza dall'inghiottitoio prescelto, e precisamente quello del «molino Vitali» nel Padule.



L'acqua fu colorata con l'Uranina O, prodotto chimico non puro, ma preparata industrialmente dalla Ditta A.C.N.A. di Milano.

Le proporzioni furono di 10 chilogrammi di sostanza fluorescente in 600 litri di acqua con 500 grammi di soda.

Nelle varie stazioni si era precedentemente effettuato un prelievo di acqua per garantire controllo all'esperimento con la prova in bianco.

Sorvegliato attentamente il procedimento dell'immissione della sostanza colorante, si controllò anche che l'inghiottitoio avesse completamente smaltita l'acqua colorata, e si procedette indi alle analisi dei numerosissimi prelievi che furono effettuati ogni tre ore a cominciare dalle ore 18 del giorno 10 giugno 1949, ora in cui ebbe termine la colorazione.

L'esperimento in parola, riuscito assai soddisfacente, offre dei risultati estremamente positivi, ma a tutt'oggi ancora inediti, sui quali appare doveroso richiamare l'attenzione in quanto confermano pienamente l'ipotesi suggerita dallo studio geologico, secondo la quale la maggior parte delle acque di Colfiorito si riversano nel versante tirrenico e non in quello adriatico.

Poichè il carattere della presente comunicazione non consente di indugiarmi nell'esposizione dei dati generali ottenuti con questo esperimento, mi limiterò a riferire quelli che più interessano la dimostrazione dell'assunto della mia tesi, e cioè i rapporti idrologici tra le sorgenti della Valle del Topino ed il sovrastante altipiano carsico di Colfiorito.

I risultati, che vengo ad esporre in questa sede, che ritengo la più degna data l'importanza di essi, dovranno essere attentamente ponderati da coloro che siano in un domani chiamati a presiedere alla eventuale bonifica del bacino in questione.

Dai dati analitici di campagna, che per brevità non riporto, si può infatti conoscere l'ora in cui i campioni prelevati nelle trenta stazioni presentavano una fluorescenza positiva per la presenza di Uranina.

Mi è stato quindi possibile determinare approssimativamente il tempo necessario perchè l'acqua si porti dall'inghiottitoio del Padule alle varie sorgenti.

E' certo, però, che le acque nel loro ignoto percorso sotterraneo seguono vie molto diverse dalla più breve. Comunque si può teoricamente supporre ch'esse tendano a portarsi verticalmente in basso e poi orizzontalmente alle scaturigini; pertanto, essendo note le quote delle varie sorgenti e le distanze misurate orizzontalmente tra queste e l'inghiottitoio, è stata ricavata in tabella la velocità teorica in m./sec. supponendo che le acque si muovano secondo tale via:

Tabella delle sorgenti e relativi dati

Quota dell'inghiottitoio del Padule di Colfiorito: m. 756

Leggenda: H = quota della sorgente

h = dislivello della sorgente rispetto all'inghiottitoio

D₀ = distanza misurata orizzontalmente fra l'inghiottitoio e la sorgente

D = distanza teorica percorsa dall'acqua

t = tempo in ore occorrente alle acque per raggiungere la sorgente

v = velocità dell'acqua in m/sec in funzione della distanza teorica.

N.º	S O R G E N T I	H (m.)	h (m.)	D _o (m.)	D=h+D _o (m.)	t (ore)	v (m./sec.)
1	Sorgente Acquacci	480	276	9.230	9.506	15	0,18
2	» Bagnara	622	134	8.900	9.034	15	0,17
3	» Centino	516	240	11.010	11.250	15	0,21
4	» Cartiera	430	326	11.460	11.786	15	0,22
5	» Spugne	415	341	11.470	11.811	15	0,22
6	» Bagni	625	131	8.360	8.491	6	0,39
7	Font. di Stravignano	630	126	8.220	8.346	3	0,77
8	Sorgente Lovaje	740	16	7.750	7.766	15	0,14
9	» Le Prata	656	100	—	—	—	—
10	» La Vena	500	256	7.840	8.096	3	0,75
11	» Acquabianca	400	356	9.740	10.096	3	0,93
12	» Capodacqua	400	356	7.660	8.016	1	2,23
13	» Faucelli	400	356	7.640	7.996	1	2,22
14	» Frazione Capodacqua	450	306	8.240	8.546	1	2,37
15	» Mascionche	500	256	10.360	10.616	15	0,20
16	» Gorgo di Giove	388	368	10.020	10.388	6	0,48
17	» Rasiglia (Molino)	690	66	7.760	7.826	—	—
18	» Collecasole	625	131	6.000	6.131	—	—
19	» Coppo	620	136	6.220	6.356	—	—
20	» Bottegaia	665	91	4.690	4.781	6	0,22
20 bis	» Malanotte	710	16	4.520	4.536	6	0,21
21	» Capofosso	752	4	1.990	1.994	39	0,01
22	» Fermana	752	4	2.460	2.464	39	0,02
23	» Casone	755	1	3.400	3.401	39	0,02
24	» Scopoli	543	213	8.310	8.523	15	0,15
25	» Sasso	565	191	8.580	8.771	3	0,81
26	» Castello	658	98	7.020	7.118	48	0,04
27	» Serravalle (Cagnolo)	647	109	7.440	7.549	48	0,04
28	» Bavareto	587	169	9.380	9.549	48	0,05
29	» Menotre (La Venarelle)	640	116	8.090	8.206	—	—
30	» Verchiano (Alzabove)	655	101	8.730	8.831	—	—

I maggiori risultati positivi si ebbero dunque nelle stazioni della Valle del Topino fuoriuscenti ai margini del massiccio calcareo e si cominciarono ad avere in un tempo molto breve, il che dimostra la grandissima facilità di filtrazione delle acque nel terreno carsico in questa direzione.

Ma per rendere evidente verso quali zone le acque tendano a spostarsi con maggiore velocità, ho ritenuto opportuno segnare con appositi simboli convenzionali quelle sorgenti le cui acque presentassero fluorescenza positiva

all'incirca alla stessa ora. Tali simboli sono riportati nella cartina schematica in scala 1:125.000 qui allegata.

Da essi risulta, che dopo circa un'ora si aveva fluorescenza positiva nelle sorgenti Capodacqua (n. 12), Faucelli (n. 13) e Frazione Capodacqua (n. 14).

Dopo circa tre ore si aveva fluorescenza positiva nelle sorgenti: Fontana di Stravignano (n. 7), la Vena (n. 10), Acquabianca (n. 11), Sasso (n. 25).

Dopo circa sei ore si aveva fluorescenza positiva nelle sorgenti: Bagni (n. 6), Gorgo di Giove (n. 16), Bottegaia (n. 20), Malanotte (20bis).

Dopo circa 15 ore si aveva fluorescenza positiva nelle sorgenti Acquacci (n. 1), Bagnara (n. 2), Centino (n. 3), Cartiera (n. 4), Spugne (n. 5), Lovaje (n. 8), Mascionche (n. 15) e forse in quella di Scopoli (n. 24).

Tutte le suddette sorgenti sono nel versante tirrenico.

Dopo circa 39 ore si riscontrava fluorescenza positiva nelle sorgenti di Capofosso (n. 21), Fermana (n. 22), Casone (n. 23).

Dopo circa 48 ore si aveva fluorescenza positiva (quantunque discontinua nei tempi successivi) nelle sorgenti di Castello (n. 26) e Serravalle (n. 27); dubbia in quella di Bavareto (n. 28) essendo positivo un solo campione.

Non sono state considerate le sorgenti di Le Prata (n. 9) — essendovi stato impossibile effettuare i prelievi —, di Rasighia (n. 17), Collecasole (n. 18), Coppo (n. 19), Menotre (n. 29) e Verchiano (Alzabove (n. 30)) per la discontinuità nella fluorescenza dei campioni relativi alle suddette cinque stazioni.

Le ultime due sorgenti in particolare, pur presentando una fluorescenza positiva nei primi campioni, la perdevano nei successivi.

I diversi tipi di simbolo di sorgente (segnati nella cartina allegata) stanno ad indicare con grande evidenza e chiarezza il moto delle acque per via carsica provenienti dall'inghiottitoio del Padule di Colfiorito.

Essi mostrano come le acque si muovano con sensibile velocità verso il versante tirrenico.

In particolare si riscontra la maggiore velocità nelle acque che risorgono nella zona di Capodacqua. E ciò è spiegabile anche per il dislivello di oltre 350 metri esistente fra l'inghiottitoio e le sorgenti.

I simboli delle sorgenti del versante tirrenico sono di vari tipi, a mano a mano che aumenta la distanza dall'inghiottitoio.

Il movimento delle acque provenienti dall'inghiottitoio si presenta molto più lento verso Est e cioè verso il versante adriatico.

A causa del lieve dislivello (da 1 a 4 metri) esistente fra l'inghiottitoio e le sorgenti a questo vicinissime, di Capofosso, Fermana e Casone, esistenti nel Piano di Colfiorito, il moto delle acque è lentissimo e la risorgenza si verifica dopo circa 39 ore.

Permane lento anche il moto delle acque verso le sorgenti esistenti nella zona di Serravalle, e la risorgenza si verifica dopo circa 48 ore.

In queste ultime sorgenti la fluorescenza risultante nei campioni prelevati era molto discontinua. Molto dubbia era la positività della fluorescenza nelle acque della sorgente di Bavareto, essendosi tale caso presentato una sola volta.

E' da notare, invece, che la positività risultava costante nei campioni prelevati in tutte le sorgenti della zona compresa fra Bagnara, S. Giovenale, Nocera, Stravignano, Giove, Sasso, Capodacqua, cioè nella zona a Nord-Ovest dell'inghiottitoio.

Più discontinua era la positività della fluorescenza nella zona di Rasiglia. Nelle sorgenti ad Est dell'inghiottitoio, poi, nessuna sorgente presentava una fluorescenza continua e costante.

In considerazione che la velocità delle acque, che dall'inghiottitoio del Padule di Colfiorito pervengono alle sorgenti del versante tirrenico, è sensibile e che dette sorgenti, specie quelle poste a Nord-Ovest dell'inghiottitoio, hanno presentato una fluorescenza positiva costante nell'esperimento eseguito, mentre le acque che risorgono nelle sorgenti del versante adriatico hanno una velocità sensibilmente inferiore ed una fluorescenza discontinua e molte volte incerta, si può dedurre che le acque del Padule di Colfiorito confluiscono per la maggior parte verso il versante tirrenico.

Da quanto sopraesposto, risulta ora evidente che proprio la zona di San Giovenale è quella, dopo l'altra di Capodacqua di Foligno, ad essere maggiormente alimentata dalle acque di percolazione e di infiltrazione provenienti dall'inghiottitoio di Colfiorito.

Se, quindi, effettivamente si dovesse addivenire ad una bonifica del bacino, tutte le zone sorgive di Nocera Umbra verrebbero ad essere influenzate diminuendo di una certa aliquota della loro portata d'acqua e ciò influirebbe non soltanto sulla zona dove le sorgenti stesse scaturiscono, ma anche su tutto il tratto percorso dai fiumi che in detta zona si originano.

Si può dunque concludere che l'esperimento colorimetrico è non solo riuscito, ma anche con brillanti risultati, superiori forse a quanto ci si poteva attendere, e questi dovuti all'ingente quantità di sostanza fluorescente usata che ci ha consentito di mettere in risalto anche quali fossero i rapporti maggiori e minori di velocità tra le acque assorbite dall'inghiottitoio e quelle risorgenti alle singole sorgive dei bacini sottostanti, interessati dalla circolazione carsica.

Senza entrare in eccessivi dettagli sulla complessa questione dei vari casi di circolazione, o percolazione, od infiltrazione messi in luce dal differente comportamento di alcune sorgenti nel mostrare il loro diverso rapporto con la soluzione smaltita dal soprastante inghiottitoio, dirò soltanto che quasi tutte si sono mostrate interessate dalla suddetta prova sperimentale.

Inoltre, essa ha largamente confermato i miei risultati già ottenuti in precedenza per via chimica e per via batteriologica, mostrando cioè che la ricchezza di polle e sorgentelle del bacino imbrifero del Chienti (versante adriatico) non è effettivamente in relazione con le acque di Colfiorito.

Le importanti sorgenti di Bagnara, Nocera, e soprattutto Capodacqua sono, invece, realmente influenzate dalle acque del bacino chiuso di Colfiorito e con maggiore probabilità da quelle della sua parte occidentale, fra la seconda e la terza anticlinale delle tre pieghe parallele secondo il meridiano e ribaltate ad Est, che costituiscono l'ossatura di detto altipiano.

LA ZONA SPELEOLOGICA DEL BASSO APPENNINO REGGIANO ⁽¹⁾

La regione in esame si stende da Ventoso di Scandiano al torrente Càmpola, presso Vezzano sul Crostolo in provincia di Reggio Emilia, con uno sviluppo in lunghezza di Km. 12. ⁽²⁾ La principale caratteristica è data da una serie di affioramenti che si susseguono più o meno interrotti, secondo una linea parallela al piede dell'Appennino. (fig. 1) Accompagnano i gessi marne generalmente argillose e conglomerati. Tutto l'insieme fa parte di una formazione attribuita al Messiniano (mio-pliocene), originatasi in seguito alla regressione della fine miocene e che ha notevole sviluppo nella penisola dal Monferrato alla Sicilia.

Nella provincia di Reggio il Messiniano confina a valle con le argille marnose del Piacenziano, mentre gli si addossano a monte le caotiche argille scagliose o i calcari a fucoidi che le accompagnano, e che, tracimando spesso dalla zona di contatto, si riversano sui gessi. Si originano così dei ricopriamente argillosi dai quali emergono creste e spuntoni gessosi. ⁽³⁾ (fig. 2)

Fin dal 1931 il gruppo Speleologico Emiliano ed il Comitato Scientifico del C.A.I. di Modena hanno fatto oggetto di ricerche questa regione ricca di cavità e di fenomeni di idrografia sotterranea. Dette ricerche hanno portato alla conoscenza di una regione speleologica di cui in precedenza si avevano solo dati scarsi, frammentari e spesso anche inesatti, offrendo fra l'altro la possibilità di seguire i processi involutivi che si verificano nei fenomeni carsici della zona.

Notizie mineralogiche sui gessi ⁽⁴⁾

Il gesso che costituisce gli affioramenti si presenta solo raramente in strati evidenti; in qualche zona vi sono interstrati di marne, difficilmente di notevole potenza, ma che, come vedremo, influiscono sulla morfologia delle cavità sotterranee.

1) Il presente lavoro, frutto di ricerche eseguite dal 1932 al 1954 dal Gruppo Speleologico Emiliano e dal Comitato Scientifico della Sezione di Modena del Club Alpino Italiano è dedicato alla memoria del Prof. Fernando Malavolti, che ne fu l'iniziatore e la guida e seppe infondere ad amici e collaboratori la passione per la speleologia e per la ricerca scientifica. La stesura è dovuta a M. Bertolani, D. Bertolani-Marchetti, C. Moscardini, R. Trani. La compilazione della parte speleologica è basata anche su appunti, note e disegni di F. Malavolti. Il rilevamento geologico dei gessi è opera di M. Bertolani e F. Malavolti.

2) Vedi le tavolette al 25.000 della carta topografica dell'I.G.M. 86, IV, NE «Scandiano»; 86, IV, SE «Viano»; 86, IV, NO «Quattro Castella».

3) Vedi Carta Geologica d'Italia al 100.000, foglio 86, «Modena».

4) A cura del Prof. Mario Bertolani.

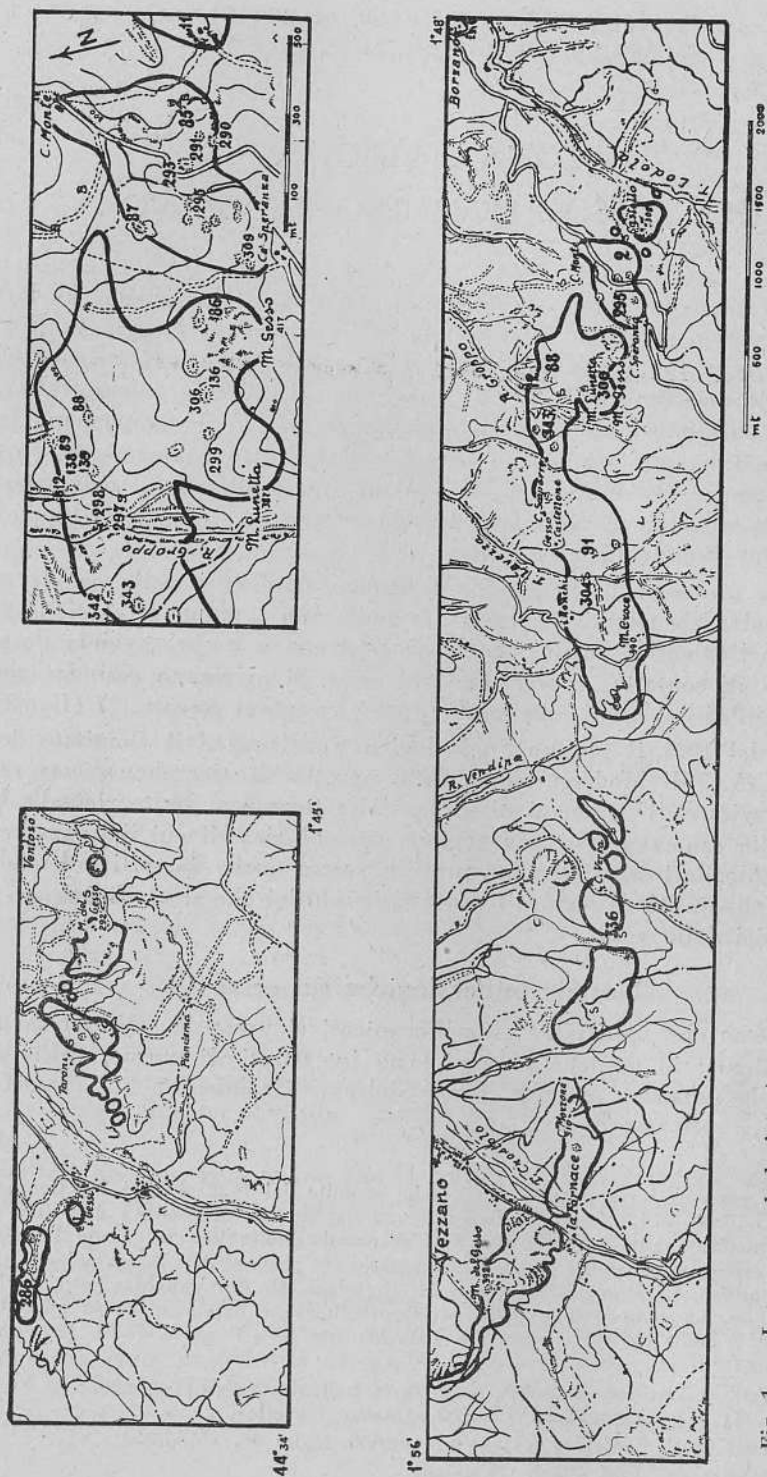


Fig. 1 — La zona speleologica. A contorno marcato gli affioramenti gessosi; i numeri in grassetto si riferiscono alle cavità. In alto a destra un particolare ingrandito della valletta del Rio Groppo.

Il gesso è sempre microcristallino, spesso geminato a ferro di lancia: a volte è assai limpido e trasparente, ma per lo più giallastro o grigiastro. Frequente la varietà fibrosa, detta sericolite; segnalata da De BUOI (8) la varietà alabastrite.

Ecco l'analisi di un campione limpido di Vezzano sul Crostolo (I) e di roccia comune raccolta lungo il rio Vendina. (II) (6)

	I	II
Si O ₂	tr.	0,28
Al 2O ₃	—	0,14
Fe 2O ₃	—	0,06
Ca O	33,00	32,88
Mg O	tr.	0,29
S O ₃	45,56	45,45
H ₂ O	21,04	20,92
	99,60	100,02



Fig. 2 — L'affioramento gessoso del Castello di Borzano emergente dalle «argille scagliose».

Come si vede anche nelle rocce le impurità rappresentano una modesta percentuale, di modo che la solubilità è pressochè uguale in tutta la formazione. (6)

5) Le analisi chimiche sono state eseguite dal Prof. M. Bertolani nell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Modena.

6) Alcune prove eseguite nel laboratorio dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Modena su campioni presi nell'affioramento di Figno hanno dato i seguenti risultati:

Di questa solubilità fanno fede le sorgenti che, relativamente numerose escono dai gessi. Il residuo dell'acqua che scaturisce presso quota 288 nei gessi ad E di Vezzano ha dato:

Mg S O ₄	g. 0,316 per litro
Ca S O ₄	g. 1,948 »
Ca C O ₃	g. 0,138 »
Na Cl	g. 0,010 »

g. 2,412 per litro

Residuo — 110° g. 2,954 per litro

p. sp. 1,003

Residuo + 110° g. 2,346 per litro

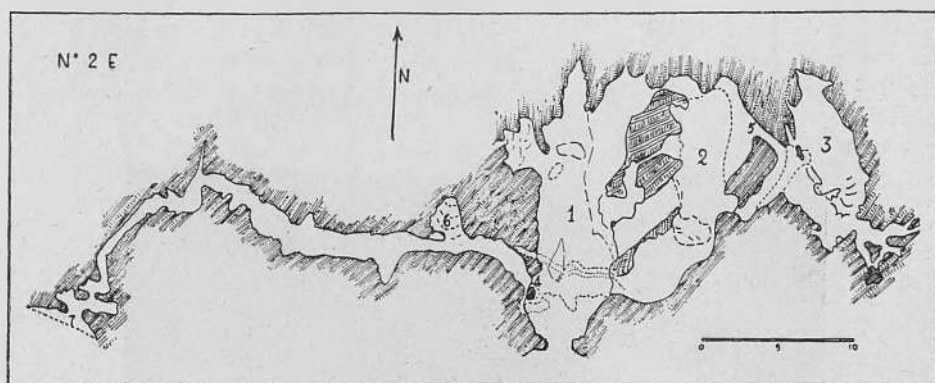


Fig. 3 — Pianta della Tana della Mussina di Borzano.

I gessi delle colline reggiane presentano scarse mineralizzazioni; costituisce una modesta eccezione lo zolfo. Detto minerale, segnalato dai vecchi studiosi, fu un paio di secoli fa, anche cavato (3, 4, 5. 6. 7).

Campione: gesso macrocristallino	gesso macrocristallino
Stato: polverizzato	polverizzato
Quantità: gr. 0,5	gr. 0,5
Solvente: H ₂ O 150 cm ³	H ₂ O 150 cm ³ + NaCl gr. 0,5
Temperatura: 6° C	6° C
Durata: 24 h	24 h
Percentuale sciolta: 52,5%	53,8%
Solubilità: 1 gr. in 571 cm ³	1 gr. in 557 cm ³
Campione: gesso macrocristallino	gesso macrocristallino
Stato: polverizzato	parallelepipedo
Quantità: gr. 0,5	gr. 0,4710
Solvente: H ₂ O 150 cm ³	H ₂ O 150 cm ³
Temperatura: 7° C	7° C
Durata: 7 gg	7 gg
Percentuale sciolta: 62,5%	31,6%
Solubilità: 1 gr. in 480 cm ³	1 gr. in 1006 cm ³

Analoghe esperienze, eseguite in parallelo sui gessi triassici dell'alta valle del Secchia, hanno mostrato in questi ultimi una maggiore solubilità (2).

DE BUOI nel 1915 ne trovò qualche traccia presso il rio dello zolfo, affluente di destra del Tresinaro (8). Alcuni di noi hanno avuto occasione di notare efflorescenze del minerale in spaccature di rocce gessose presso Figno nel 1946 e sotto il M. Lunetta nel 1953.

Alcuni campioni, uno solo dei quali ben cristallizzato, si trovano nel museo mineralogico dell'Università di Modena e portano l'indicazione «Ventoso» e «Scandiano».

CAVITÀ E FENOMENI CARSICI

In questa regione, ed esclusivamente in corrispondenza degli affioramenti gessosi, esistono numerosissime cavità ed un'idrografia sotterranea tutta particolare.

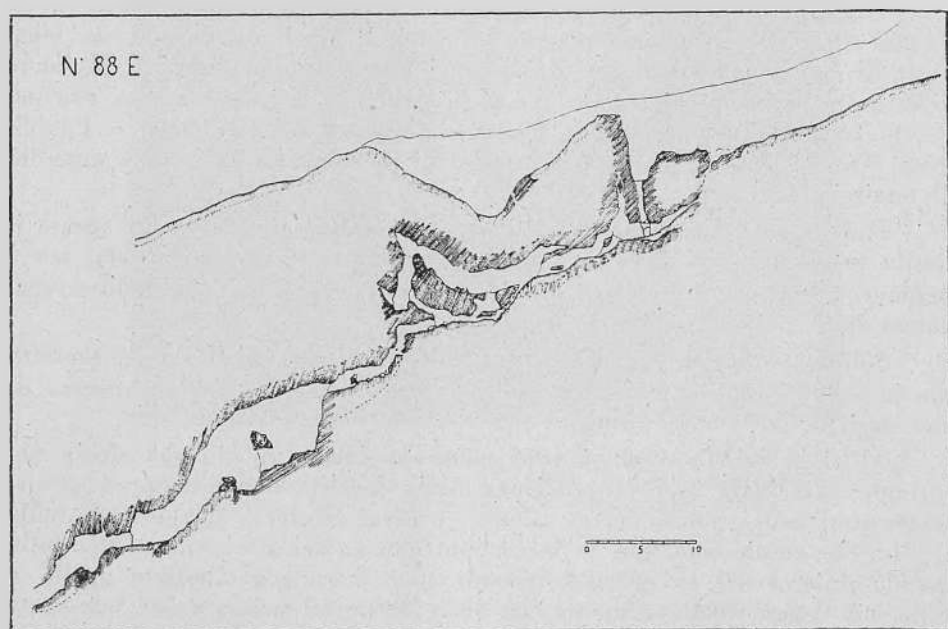


Fig. 4 — Sezione della Grotta delle due Doline.

La rapida esposizione che segue, tien conto delle osservazioni del Gruppo Speleologico Emiliano e del Comitato Scientifico del C.A.I. di Modena dal 1931 in poi e delle scarse notizie anteriori a tale data. La descrizione parte da oriente e procede verso occidente ed è suddivisa, per maggior chiarezza, in tre zone: 1) Ventoso-Figno, 2) Borzano-Montericco, 3) Vezzano.

1) Zona Ventoso-Figno

E' situata sulle rive destra e sinistra del Tresinaro. Gli affioramenti gessosi iniziano immediatamente sopra Ventoso (7); 300 metri più ad O si eleva uno scoglio gessoso di 292 metri di quota che prende il nome, assai comune in tutta la zona, di Monte del Gesso.

Su questo scoglio vi sono i resti di un antico centro abitato e fortificato, e sul fianco ovest, è ancora possibile individuare tra i detriti di una grande frana di gesso, la traccia dell'arco della volta di una grotta, famosa per essere stata descritta dallo Spallanzoni. (9)

Prendeva il nome di «Grotta del Falsario o di Terenziano» (N. 13 E) e, a quanto narra l'insigne naturalista, vi si accedeva da vasta apertura e nell'interno dava luogo a complicate diramazioni. Rimase irreparabilmente ostruita nel 1806 in seguito a terremoto.

Una sorgente posta a NE di M. del Gesso smaltisce le acque sotterranee di questo primo affioramento.

Il già citato «rio dello zolfo» separa il M. del Gesso dal dosso di Cà Taroni sul quale si aprono quattro doline di notevoli dimensioni; la maggiore di esse ha un diametro di 50 metri e una profondità di 7. Il fondo delle doline è sempre interrato; un inghiottitoio si è invece aperto recentemente lungo la campestre per Pianderna, (44°34'46" lat. Nord e 1°47'2" long. O), ma è penetrabile solo per pochi metri causa la grande quantità di terriccio.

Il deflusso delle acque di Cà Taroni avviene da una sorgente presso il limite occidentale dei gessi a 150 metri di quota, ha scarsa portata, ma è perenne. Le misure prese il 19 ottobre 1945 alle ore 13,20, con cielo sereno, hanno dato: t. aria 20°,5 C, t. acqua 13,2 C.

Sullo spuntone di Pianderna, su un dosso coltivato al limite di contatto con le argille scagliose, una chiazza nera trasversale indica la presenza di una stazione dell'età del bronzo.

Al di là del Tresinaro i gessi affiorano lungo un rio che sfocia nel torrente principale in corrispondenza della località denominata «I gessi». Interessanti sulla sponda destra, presso un cava, erosioni calanchiformi nelle argille, che continuano, con la stessa morfologia, nei gessi sottostanti. Sulla sponda sinistra del rio gli affioramenti sono due: assai limitato quello a valle, più esteso quello a monte (m. 600 x 200). Nel primo esiste una vasta dolina, modificata dalla coltivazione, nel secondo, salendo verso Figno, si incontrano due doline a piatto: più ad occidente inizia il bosco degradato. Emergono qui speroni rocciosi, ricchi di spaccature, in alcune delle quali abbiamo notato efflorescenze di zolfo.

Verso il contatto superiore con le marne del Messiniano, si trova una sorgente. Una settantina di metri più ad O e precisamente a 44°35'38" N e 1°48'21" O, al fondo di una dolina larga m. 9 e profonda m. 3,5, si trova

7) Il rilevamento del Sacco, riportato nella Carta Geologica al 100.000, indica un affioramento a oriente di Ventoso. Accurate ricerche sul posto escludono l'esistenza di rocce gessose o ad esse coeve in tale posizione.

un'interessante grotticella-inghiottitoio lunga m. 20 e profonda m. 14,50. La prima parte è a pozzo e la seconda è un corridoio con volta molto alta, la terza è data da un cunicolo basso che diviene ad un certo punto intransitabile. Questa cavità catastata col N. 286 E è chiamata «Inghiottitoio di Figno», smaltisce l'acqua di una valletta poco pronunciata, scavata parte nei gessi, parte in un conglomerato di ciottoli silicei scarsamente cementati.

La formazione gessosa s'interrompe bruscamente 200 m. più ad O con un bastione addossato alle argille che scendono da Mattaiano.

2) Zona Borzano-Montericco

Ha inizio dal torrente Lodola che lambisce i primi gessi e termina al torrente Vendina. E' la più ricca di fenomeni carsici, la più varia per morfologia, la più potente per estensione di gessi tra le zone qui descritte. (fig. 1)

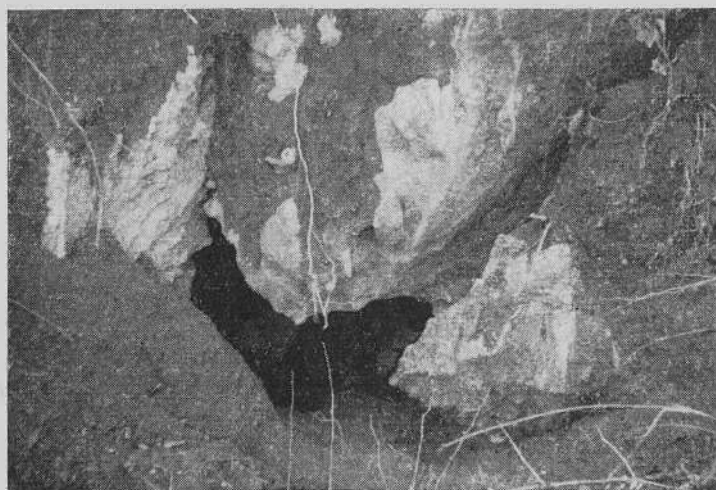


Fig. 5 — Ingresso della «Grotta delle due doline» (N° 88 E.), come si presentava nel 1952. È visibile il forte interrimento dovuto a detrito proveniente dalle pareti della dolina.

La cima più elevata è il M. del Gesso (m. 417) (da non confondersi con quello di Ventoso), mentre il M. Lunetta altimetricamente è di poco inferiore. I gessi, interrotti dalla lacuna di Mattaiano, costituita da argille scagliose con annessi calcari a fucoidi, riprendono nella sponda sinistra del torrente Lodola coll'altura del Castello di Borzano (m. 308) (fig. 2). Del Castello, ora ridotto a casa colonica, restano ancora alcune parti antiche e la chiesetta. I fianchi dell'altura, di per sè dirupati, hanno subito in passato visibili tagli a scopo difensivo. Sotto la chiesetta a $1^{\circ}49'58''$ O e $44^{\circ}35'16''$ N si apre il «Buco del Cornale» (11 E) che, pure essendo una cavità assai modesta (m. 11,50 di lunghezza) è una delle più note, poichè, descritta dall'Abate FERRETTI nel 1872 (10), fu sempre ricordata in pubblicazioni posteriori anche di carattere generale (11) (12) (13) (14). I gessi del Castello di Borzano sono separati mediante un breve istmo di argille dall'affio-

ramento nel quale si trova la celebre Tana della Mussina. Si tratta di un dosso sub-triangolare, che ha al vertice settentrionale il Cavazzone Monte, a SE la citata Tana della Mussina e al vertice SO Cà Speranza. Quasi sullo spartiacque corre la strada che da Borzano porta a Cà Bertacchi.

La «Tana della Mussina» (2 E) è la cavità più nota dell'Appennino Reggiano. L'ingresso, ampio e regolare, è volto a NE e posto in una rientranza del monte a $1^{\circ}50'8''$ O e $44^{\circ}35'20''$ N. La prima descrizione, risalente al 1872 e dovuta al FERRETTI, (10), causò, per poca aderenza alla realtà, una vivace polemica. Vi furono infatti due messe a punto: una del MANTOVANI (11), l'altra del CHIERICI (15), che soppiantarono il Ferretti negli scavi da questi iniziati. (La Mussina si era dimostrata infatti ricca di vestigia umane sparse nell'abbondante terriccio del fondo). Seguirono numerose negli anni seguenti le citazioni dove spesso si afferma che la caverna non è del tutto esplorata (12) (13) (14) (16) (17) (18) (19). Nel 1931 e nel 1932 la grotta venne riesplorata dal Gruppo Speleologico Emiliano. Visite sempre più accurate sono state condotte nel dopoguerra ed hanno avuto termine col rilevamento completo nel 1951 (fig. 3) .

La grotta è costituita da tre stanze: la prima e la seconda hanno la volta molto alta e racchiudono due camini, che si spingono in senso verticale rispettivamente per m. 16 e per m. 9. Dalla prima stanza, attraverso un cunicolo basso a bocca di forno, si giunge alla seconda, da cui si stacca un cunicolo angusto, umido e fangoso, che porta alla risorgente posta 100 m. a E dall'ingresso. Detto cunicolo passa sotto la I^a stanza, con la quale comunica mediante un pozzetto, poi sotto al «Buco del Fresco», cavità imbutiforme, una volta considerata a sè, ma ora unita al sistema della Mussina e con essa catastata.

Sempre dalla seconda stanza, attraverso un sifone, solo assai raramente asciutto, si passa alla terza stanza, più piccola delle altre e divisa in tre parti; una, posta all'uscita del sifone, stretta ed alta, una seconda, volta a NE, con pavimento rialzato e soffitto basso, una terza più a S, vicinissima, non collegata con la II^a stanza.

Il giorno 10 gennaio 1946 alle ore 11,40 con temperatura esterna di 4° C sono stati presi i seguenti dati termometrici: I^a Stanza al fondo 6° C — I^a Stanza presso la comunicazione con la II^a $5^{\circ},7$ C — II^a Stanza al centro 5° C — Condotto asciutto del pozzetto 4 m. a valle 5° C — Temperatura dell'acqua $3^{\circ},8$ C.

Immediatamente sopra l'ingresso della Tana della Mussina vi è una cavità denominata «Grotticella sopra la Tana della Mussina» (N. 85 E). Si tratta forse di un antico livello della risorgente che ha generato anche la Mussina benchè la morfologia attuale sia più da inghiottitoio. Ora è completamente asciutta.

Il giorno 10 gennaio 1946 alle ore 12,30 con cielo coperto le temperature misurate sono state: aria esterna $+5^{\circ}$ C; aria interna $+6^{\circ},6$ C.

Risalendo il canalone che rasenta l'ingresso della Mussina e la cavità 85 E, si arriva alla strada che da Cavazzone Monte porta a Cà Bertacchi. A valle di questa strada si trovano alcune ampie doline ed a monte tre inghiottitoi che rappresentano il sistema assorbente collegato con la risorgente della Mussina. A $1^{\circ}50'20''$ O, $44^{\circ}35'20''$ N, si apre una dolina imbutiforme

con al fondo 2 cunicoli puteiformi indicati col nome di «*Buco del Ginepro*» (290 E).

Il 10 gennaio 1946 alle ore 13,20 con cielo coperto e temperatura esterna 5° C, al fondo della dolina sono stati misurati 4°,5 C.

Anche la seconda dolina, 50 metri a occidente della prima, ha al fondo cavità catastibili costituite da 5 inghiottitoi, uno dei quali attivo e indicato come «*Inghiottitoio ad O della Tana della Mussina*» catastato col N. 291.

70 metri a N del «*Buco del Ginepro*» si apre la grande «*Dolina del Pomo*» di m. 70 x 50 col fondo interrato. Lungo i suoi margini però, al di là della strada, vi sono i tre pozzi già citati, catastati coi N. 292, 293, 294 e indicati come «*Pozzo marginale I, II, III ad Ovest della dolina del Pomo*». Il maggiore di essi, il II, è praticabile fino a 9 m. mentre gli altri due, un

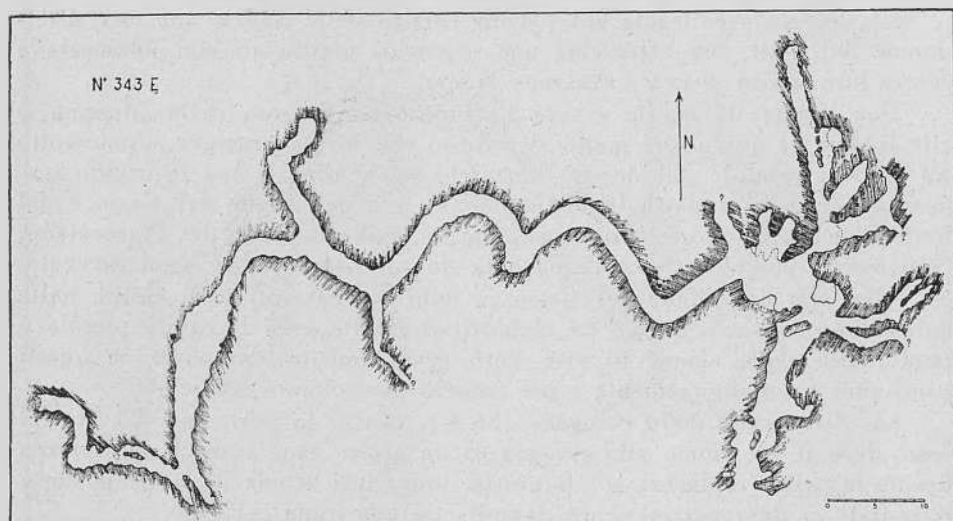


Fig. 6 — Pianta della grotta - inghiottitoio di Cà Scaparra.

tempo accessibili, sono ora quasi interrati. Un'ultima cavità indicata come «*Pozzo nuovo nel rovescio dello spuntone nel quale si trova la tana della Mussina di Borzano*» è catastata col N. 306 E.

Una stretta dorsale coperta di bosco ceduo separa il sistema carsico della Mussina da quello delle Budrie di Cà Speranza. Quest'ultimo è compreso in una valle chiusa, scavata inizialmente nelle argille, poi al confine tra gessi ed argille. Sulla sponda destra gessosa si aprono otto doline. Quattro al disotto di Cà Speranza sono relativamente modeste. Al fondo di una di esse esisteva il «*Buco del Cacciatore*» catastato col N. 309, ora ostruito. Pure ostruito e irriconoscibile è un inghiottitoio, segnalato nel 1946 in una dolina più a Nord. Quasi completamente intasato da terriccio è anche il «*Buco del Praticello*», che si apre al fondo di una dolina piuttosto irregolare e profonda (diametro m. 18 e m. 5 di profondità). Scoperto, esplorato e parzialmente rilevato nel 1946, è stato catastato col N. 295. Le sue coordinate sono:

1°50'21" O, 44°35'23" N. Si tratta di una cavità a pozzo profonda circa metri 30 e lunga 43, ricca di belle erosioni a marmitta e di una suggestiva saletta terminale. Il 9 dicembre 1951 è stata trovata ostruita poco dopo la fine del pozzo iniziale.

Nel buco del praticello sono state misurate le seguenti temperature: 16 dicembre 1946, ore 14,10, temp. esterna 11°,4 C, ore 14, temp. alla base del pozzo 9°,7 C, ore 13,15, a trenta metri di profondità, 11° C. 21 febbraio 1946, ore 17,40, a trenta metri di profondità 11°,4 C. Nel 1953 è stato notato uno sprofondamento pochi metri a E della dolina del «Buco del Praticello» di recentissima formazione.

Scarsa importanza hanno i «pozzi al fondo della grande dolina terminale della valle chiusa delle Budrie»; essi sono stati catastati col N. 87 E.

Il 16 marzo 1952, alle ore 10,30, con cielo sereno, le temperature sono risultate come segue: orlo dolina 7°, fondo dolina 3°,8, pozzo 2°,9.

La risorgente collegata col sistema carsico delle Budrie non esce direttamente dai gessi, ma attraversa una coltre di argilla ad essi addossata e vede la luce subito sotto a Cavazzone Monte.

Una lingua di argille separa l'affioramento gessoso della Mussina e delle Budrie da quello del monte del Gesso che invece prosegue, ininterrotto fino oltre la rotabile Albinea-Cà Bertacchi. Il confine S con le argille scagliose è ben netto e passa immediatamente a S del Monte del Gesso e del Monte Lunetta. Quello settentrionale, con le argille marnose del Piacenziano, è più oscuro perchè ricoperto qua e là da un bosco ceduo assai intricato.

Alla base del monte del Gesso vi sono tre notevoli valli chiuse nelle quali si aprono varie doline ed inghiottitoi. Molte sono le cavità piccole e grandi della zona, alcune di esse però gradatamente scomparse in questi ultimi anni o per interrimento o per frane o per colmate artificiali.

La «Grotticella della carogna» (86 E), contro la parte Est del M. del Gesso, deve il suo nome alla carogna di un grosso cane trovata nell'interno durante la prima esplorazione; la grotta, lunga una decina di metri in senso orizzontale, è stata parzialmente riempita da una frana nel 1946.

Nella dolina posta tra il M. del Gesso ed il M. Lunetta abbiamo notato belle erosioni a candela; più a N si apriva l'ingresso della «Grotta dei massi franati» (N. 136 E): la lunghezza totale era di 46 metri, la massima profondità di 25 metri. Vi erano due rami principali in forte discesa con pozzi e camerette di cui una lunga m. 5, larga m. 3 ed alta m. 2,5.

Nelle ricognizioni eseguite negli anni 51-52 non si è più trovata traccia di questa grotta; forse ulteriori movimenti di massi hanno cancellato la primitiva morfologia ed ostruito l'ingresso. A poca distanza da questa cavità ve n'è un'altra pure di crollo, lunga m. 20, profonda 15. E' chiamata «Buco della forra» e catastata col N. 296 E. Un'altra piccola cavità indicata come «Dolina pozzo NO + 34° da grotta dei massi franati» larga m. 15 e profonda m. 3,50, rilevata nel 1935 e catastata col N. 137 E, è ora ridotta ad un inghiottitoio largo m. 4 e profondo m. 2,5.

Al fondo della valletta chiusa esiste un altro inghiottitoio, tutt'ora funzionante per lo smaltimento delle acque della valletta stessa. Già individuato nel 1947, è stato esplorato nel 1951. La sua posizione è 1°50'41" O, 44°35'27" N; il numero di catasto è 306 E ed il nome «Inghiottitoio della

valle chiusa del M. Lunetta». Mediante un cunicolo uniforme si giunge alla profondità di m. 19; nell'ultima parte si attraversano banchi di marne, che si depositano al fondo, ostruendo il passaggio. Scomparso per interrimento è pure il «Buco ad O di M. Lunetta» (299 E) posto in verità a N della cima di M. Lunetta.

A valle di tutto questo complesso di fenomeni e precisamente a $1^{\circ}50'50''$ O e $44^{\circ}35'31''$ N, attraverso una piccola fenditura esce una sorgente d'acqua

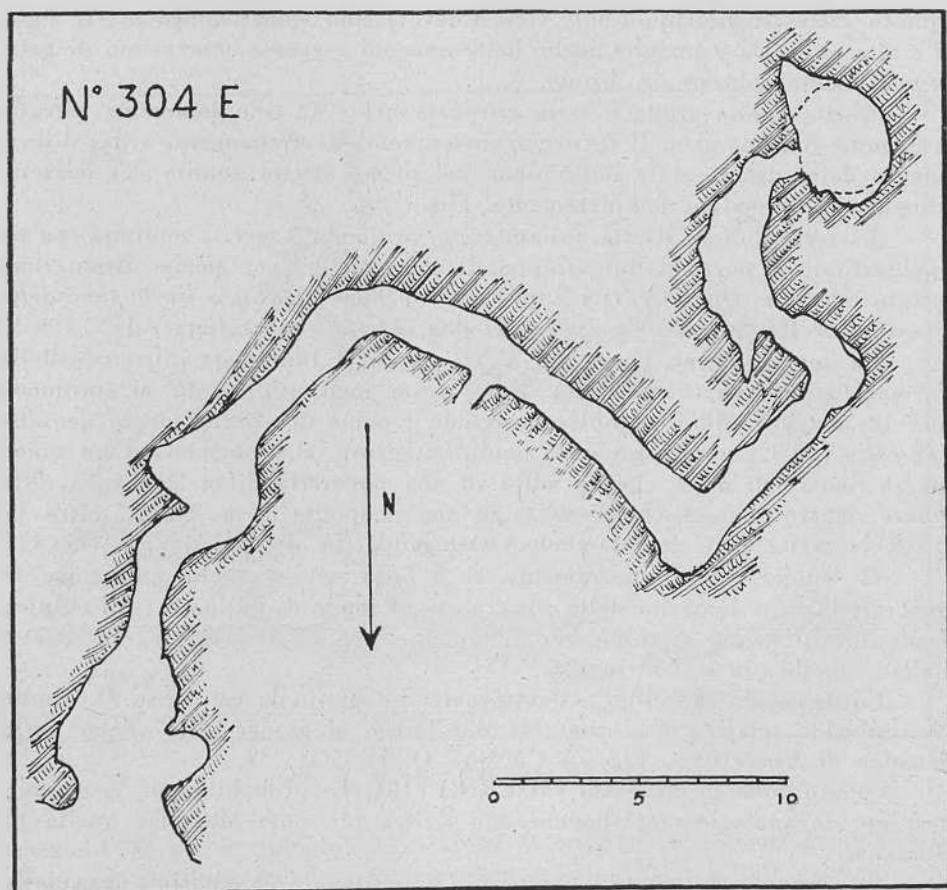


Fig. 7 — Pianta della Risorgente dei Ronchi.

perenne che, formato un modesto impaludamento, si collega mediante rigagnolo col rio Groppo. Alle ore 16,30 del 16 febbraio 1952, con cielo sereno, sono state misurate le seguenti temperature: t. aria $9^{\circ},3$, t. acqua $9^{\circ},9$.

Prove con la fluoresceina eseguite nei giorni 1 febbraio 1953 e 22 marzo 1953 durante il periodo di scioglimento delle nevi, nella valle chiusa del M. Lunetta, intese a mettere in luce eventuali rapporti tra questa e la risorgente testè citata, hanno dato esito negativo.

A valle della risorgente vi è un gruppo di 4 doline poste a poco distanza l'una dall'altra nel fitto ceduo che ricopre la parte settentrionale dei gessi. Due sono appaiate ed una a doppio imbuto assume una tipica forma ad otto. Contro la sponda occidentale, verso il fondo di questa dolina vi è l'ingresso di una delle maggiori cavità della zona, detta «Grotta delle due doline» (88 E), 1°50'40" O, 44°35'36" N, esplorata nel gennaio del 1933. Lo sviluppo rilevato è di 90 metri e la profondità raggiunta si spinge a 52 metri sotto il suolo. Si tratta quindi della grotta più profonda della zona. Meglio che una descrizione vale il disegno della sezione, che mette in luce le caratteristiche di questa grotta inghiottitoio (fig. 4). Notevole una stanza lunga m. 13 larga 3 e alta m. 2. Da segnalarsi anche belle erosioni e spesse concrezioni di gesso generalmente colorate in bruno.

Anche questa grotta è stata ritrovata nel 1952 completamente ostruita a 2 metri dall'ingresso. Il terriccio proveniente dal franamento e dal dilavamento della dolina si è accumulato nel primo stretto gomito del pozzetto iniziale riempiendolo completamente. (fig. 5)

La terza dolina, stretta, asimmetrica, profonda 5 metri, continua con un inghiottitoio a pozzo dello sviluppo di circa m. 7,5 con poche diramazioni presto interrate. Questa cavità è indicata col nome di «Buco tra la tana della Mussina di Montericco e la grotta dei due ingressi» e catastata col N. 139 E.

La quarta dolina posta più a N., presso il limite settentrionale della formazione gessosa, è anch'essa sede di un inghiottitoio che si sprofonda per 12 metri. Tutto il complesso prende il nome di «Dolina-pozzo dei due ingressi» (89 E) per la presenza di due aperture, che portano ad un unico pozzo ricurvo di m. 4, che dà adito ad una cameretta di m. 2x2x2,5 oltre pozzo ricurvo di m. 4, che dà adito ad una cameretta di m. 2x2x2,5 oltre la quale la cavità si va gradatamente restringendo. La sua posizione è 1°50'42"

Il fenomeno dell'interramento si è fatto sentire anche qui, come in generale in tutte le cavità della zona poste al fondo di doline o valli chiuse; frane locali hanno ostruito completamente uno degli ingressi e ristretto l'altro, quello più settentrionale.

Costeggiando il limite settentrionale dei gessi, da est verso O, limite che coincide quasi con il margine del bosco, si giunge alla «Tana della Mussina di Montericco» (12 E) 1°50'46" O, 44°35'41" N.

Questo nome ci viene dal CHIERICI (16) che probabilmente la chiamò così per le analogie morfologiche con l'altra più nota Mussina: quella di Borzano.

Attualmente gli abitanti della zona si limitano a chiamarla «Tana della volpe» nome genericamente usato per tutte le cavità del luogo.

L'ingresso è abbastanza ampio e dà adito ad una stanza lunga m. 10, larga 2,5 alta 4. Il prolungamento di questa stanza diviene ben presto intransitabile; invece un pozzo di m. 2x5 porta ad un secondo livello nel quale scorre un rio. Il rio è percorribile verso valle e verso monte, fino a due sifoni, per circa 70 metri.

Le temperature misurate il 17 febbraio 1935 sono state: t. esterna 12°,5 C; t. I^a stanza 7°,5 C; t. pozzo 8°,7 C.

La cavità è una tipica risorgente, che con tutta probabilità smaltisce le acque assorbite delle doline soprastanti (due ingressi, due doline ecc.) sepa-

rate dal sistema M. Gesso-M. Lunetta da lembi di marne. Infatti la colorazione delle acque inghiottite dalla valle chiusa del M. Lunetta non è stata avvertita nell'interno della Mussina.

La grotta principale è ora asciutta e anche la risorgente, trovata attiva fino al 1947 e situata in direzione N-E a 17 metri dall'ingresso, non dà più segni di attività. Ora l'acqua del rio sotterraneo trasuda tra le prime argille addossate ai gessi.

Sopra la Mussina di Montericco, a breve distanza, si apriva un profondo pozzo verticale. La vastità dello spazio vuoto sotterraneo formava echi e risonanze, che avevano fatto battezzare questo piccolo baratro «Pozzo

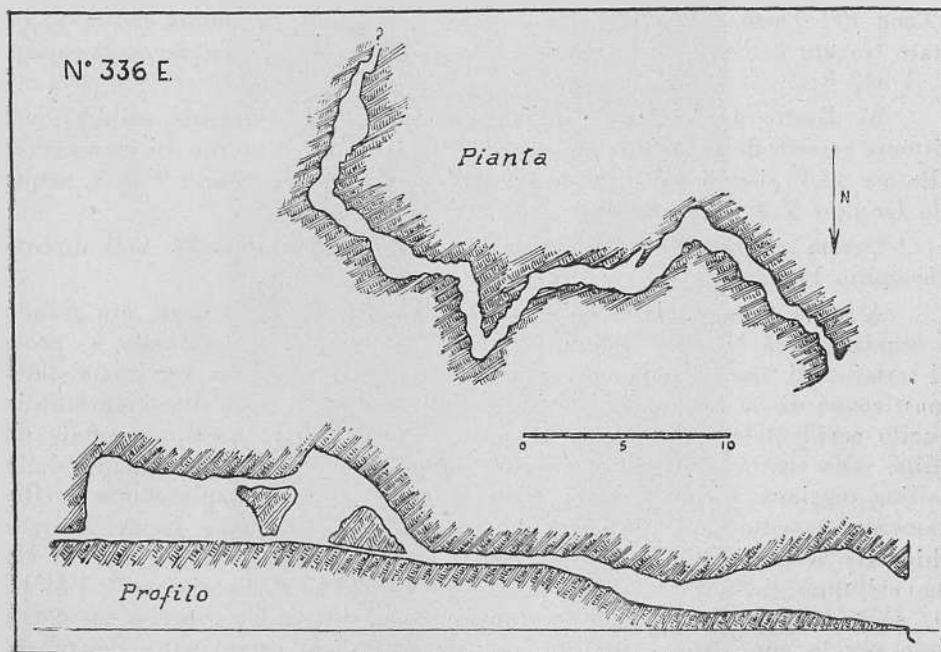


Fig. 8 — La Tana della Varina.

Sonoro» (138 E). Si spingeva a 15 metri di profondità e forse, rimuovendo detriti, era possibile scendere ulteriormente. Nel 1950-51 è stato colmato con pietrame dalla mano dell'uomo.

E' questo un esempio di cavità tettonica, poco modificata dall'azione delle acque e sviluppatasi lungo una serie di spaccature.

A monte della Mussina sulla sponda destra del rio Groppo esisteva una piccola cavità a T, anch'essa di carattere tettonico, ora in parte distrutta da mine. E' catastata col numero 298 E sotto la denominazione di «Buca a monte della Mussina di Montericco».

Lungo il rio Groppo si notano alcuni interessanti fenomeni di morfologia carsica: un blocco di gesso di notevoli dimensioni forma un ponte naturale sul corso d'acqua; al disotto vi è un cunicolo lungo quasi 20 metri

e profondo 4, che decorre parallelamente al rio, con due brevi diramazioni. Questa cavità è percorsa solo in tempo di piena dalle acque, che, nei periodi di siccità scorrono a un livello ancora inferiore. Il «*Ponte sul rio Groppo*» è stato catastato col n. 297 E.

Tre vaste doline sono sul fianco sinistro della valle del rio Groppo, sotto Cà Scaparra, dove tutta la zona presenta insaccamenti e fessure. La dolina più vicina al rio è irregolare e in buona parte dovuta al crollo di una cavità sotterranea poco profonda. All'estremità E un cunicolo lungo 25 metri, modellato dall'acqua, sfocia nel solco del rio Groppo a 7 metri dal livello attuale di scorrimento; ed è questo l'unico caso in cui, penetrati da una dolina, si esce dal condotto di scarico. Questa cavità è stata chiamata «*Tana del Tasso*», perchè nella prima esplorazione, avvenuta nel 1952, è stato trovato nell'interno lo scheletro di un grosso tasso. Il numero di catasto è il 342 E.

Al disotto dell'uscita di questa grotta vi è la risorgente collegata col sistema carsico della sponda sinistra del rio Groppo. Il giorno 16 marzo 1952 alle ore 12,47 si sono misurate le seguenti temperature: t. aria 9°,3; t. acqua rio Groppo 5°,4; t. acqua risorgente 6°,9.

Questa risorgente è stata trovata perfettamente asciutta nell'ottobre-novembre 1952.

A breve distanza dalla dolina della Tana del Tasso, si apre, più grande e regolare, una seconda dolina, lunga m. 80, larga 50, profonda 9, posta al termine di una valletta chiusa diretta da SE a NO, che ha inizio dallo spartiacque di Cà Scaparra. Sul fondo della dolina vi sono due inghiottitoi: quello occidentale, a pozzo, è interrato dopo 8 metri; quello orientale dà adito alla cavità a maggior sviluppo di tutta la regione speleologica della collina reggiana. E' anche la più recente come scoperta, esplorazione e rilevamento, avvenuti nel 1952 (fig. 6). Non avendo un nome locale, è stata chiamata «*Inghiottitoio di Cà Scaparra*» e catastata col numero 343 E. Ha uno sviluppo di 235 metri e una profondità di 25. La sua posizione è 1°51'1" O, 44°35'37" N. L'ingresso è piuttosto basso, triangolare; segue un corridoio per lo più alto e ricco di anfratti, con diramazioni sulla destra. Al fondo di questo, un cunicolo largo e molto basso sulla sinistra porta a corridoi ramificati e spaziosi, ricchi di erosioni, che terminano per interramento. Questa grotta, che smaltisce le acque della valletta chiusa sopra citata, è tutta in leggera discesa, tranne la prima parte assai ripida. E' rivestita spesso da concrezioni gessose, che assumono anche aspetto stalattitico. E' scavata nei gessi percorso da interstrati marnosi di potenza inferiore al metro; questi ultimi assumono importanza per la morfologia della grotta. Infatti quando hanno un andamento orizzontale danno origine a cunicoli larghi e bassi, mentre se si presentano verticali i cunicoli sono stretti e alti, perchè l'ablazione delle argille marnose supera in rapidità la soluzione del gesso.

L'inghiottitoio di Cà Scaparra ha fornito numerosi esemplari di fauna cavernicola, elencati nell'ultima parte del presente lavoro.

Il 2 novembre 1952 sono state misurate le seguenti temperature: orlo dolina 2°; entrata grotta 0°; m. 5 all'interno 9°; inizio cunicolo basso 11°.

A O di Cà Scaparra vi è una dolina, piena di sterpaglia, con inghiottitoio non accessibile, ancora più a O vi è la casa denominata Gesso Castellone o Gesso Castione, una delle poche abitazioni costruite sui gessi.

Tra Cà Scaparra e Gesso Castellone vi è un sistema di cunicoli, fosse, erosioni, posto in una macchia oltremodo intricata. La lunghezza totale è stata valutata dal suo scopritore, Prof. F. Malavolti, in 120 metri. Detto sistema è stato catastato col n. 300 E e col nome di «Sistema sotterraneo tra Cà Scaparra e Gesso Castellone», 200 m. a S, a 1°51'34" E e 44°35'28" N,



Fig. 9 — L'ingresso della «Tana della Varina» modellato dall'acqua.

vi sono due doline e sotto a queste una vecchia risorgente, nota fino dai tempi di CHIERICI, che vi esegui alcuni scavi (15), col nome di «Tana di Gesso Castellone» (91 E). Misura una quindicina di metri di lunghezza, ma non presenta un particolare interesse.

Presso questa grotta vi sono parecchie cavità minori, di cui 4 catastate, e precisamente: la 301 E «Inghiottitoio a E della Tana di Gesso Castellone», 302 E «Inghiottitoio a N della Tana di Gesso Castellone», 303 E «Inghiottitoio a NO della Tana di Gesso Castellone», 308 E «Cunicolo lungo la parete presso la Tana di Gesso Castellone».

Al di là del torrente Lavezza i gessi sono in buona parte coltivati, resta solo una piccola macchia, quasi di fronte a Gesso Castellone. Dentro essa vi è l'ingresso della «*Risorgente dei Ronchi*» (n. 340 E) (fig. 7). Si tratta di una risorgente completamente asciutta, con sviluppo di 74 metri, costituita da cunicoli bassi e larghi scavati negli interstrati marnosi e numerose salette di cui la terminale è a piani sovrapposti. L'attuale livello di scorrimento delle acque è assai più basso e la risorgente attiva di trova a livello del rio Lavezza.

Il giorno 26/9/54 alle ore 9,15, con cielo quasi sereno e temperatura esterna di 16°3 sono stati presi i seguenti dati termometrici all'interno: 1ª stanza 15°8 C; 2ª stanza 13°5; stanza terminale inferiore 12°.

Procedendo sempre verso ovest si oltrepassa la strada Albinea-Ca' Bertacchi e, scendendo per una tortuosa mulattiera, tra una macchia assai fitta, s'incontrano due grandi doline, che misurano rispettivamente m. 20x15x7 e 30x20x12. Al fondo di quella più orientale vi è un inghiottitoio semiinterrato, profondo 5 metri, denominato «*Inghiottitoio nella 1ª dolina a O del M. Croce*» (334 E); anche al fondo dell'altra dolina si apre una grotticella profonda m. 12, indicata col nome di «*Inghiottitoio nella 2ª dolina a O del M. Croce*» (335 E).

Subito a O della 2ª dolina iniziano le argille e termina così il principale affioramento gessoso.

3) Zona di Vezzano

Gli affioramenti gessosi ricompaiono lungo il ramo occidentale del rio Vendina. Sono sette in tutto, ma di scarsa potenza. Il più esteso è quello occidentale, ma si va assottigliando fino ad assumere l'aspetto di un banco raddrizzato dalla spinta delle argille scagliose.

In questi affioramenti non vi sono cavità degne di rilievo, eccezion fatta per la «*Tana della Varina*» (n. 336 E), posta sotto Cà Verra a 1°53'23" O e 44°35'22" N (fig. 8). E' anche questa una risorgente, lunga 42 metri, che segue una spaccatura ed è modellata dall'acqua nella roccia viva, con belle forme di erosione (solchi, marmitte, guide) (fig. 9). Notevoli anche le concrezioni gessose. Dall'ingresso esce acqua, che a volte segue un solco profondo scavato nel pavimento della grotta, a volte scorre in un piano inferiore, situato poco al disotto del pavimento della grotta.

Sopra la tana, qualche decina di metri a monte, nella direzione seguita dalla grotta, esiste un inghiottitoio, transitabile per 6 metri, al fondo di una spaccatura, che costituisce la parte terminale di una valletta chiusa lunga 350 metri e larga 280. Topograficamente l'inghiottitoio risulta in corrispondenza del fondo della tana della Varina.

Nella primavera del 1950 sono state prese le seguenti temperature: Esterno, ore 16: t. aria 13°7 C, t. acqua 10 C; 12 m. dall'ingresso, ore 17,15: t. aria 11°8 C, t. acqua 10°1 C; 27 m. dall'ingresso ore 17: t. aria 10°7 C; 35 m. dall'ingresso, ore 17: t. aria 10°5 C; fondo grotta, ore 16,45: t. aria 10°4 C.

In tutto il resto dell'affioramento non si trovano che nicchie di modeste dimensioni. Numerose invece le sorgenti selenitose situate a oriente di Cà Verra, presso il rio, e nei dintorni di Cà Vigna.

Tre cavità catastabili e una grande dolina sono nell'affioramento a E di Vezzano. La dolina, segnata sulla tavoletta al 25.000, ha m. 80 di diametro ed è profonda m. 10; assorbe le acque di un ruscello che proviene da una valle chiusa. Contro una paretina di gesso vi sono due pozzi, di cui uno transitabile per 4 metri (n. 339 E).

Le altre tre cavità sono lungo un rio, affluente di destra del torrente Crostolo. Una è stata chiamata «Grotta del fico» (n. 337 E). Si tratta di una stanzetta di 2 x 2, con corridoio di accesso e brevi diverticoli. La sua posizione è a 1°54'32" O e 44°35'25" N.

Poco più di 100 metri a valle vi è la seconda grotticella, dello sviluppo di m. 9,30, posta, come la precedente, un po' in alto su una parete gessosa. E' stata chiamata «Grotta a E della fornace» e catastata col n. 338 E. Si tratta di relitti di un'idrografia sorpassata.

La terza cavità è situata quasi allo sbocco del rio nel Crostolo ed è stata scavata dal rio stesso: lunga m. 15, alta m. 4, sviluppata nella direzione N-S, essa consiste in un'erosione, in parte scoperta, in parte sotterranea ed è stata chiamata «Erosione del rio sulla destra del Crostolo di fronte alla fornace». Numero del catasto 340 E.

Anche nell'affioramento a O di Vezzano, dove si apre una grande cava di gesso, non vi sono cavità degne di nota. Lungo gli strapiombi a N della cupola gessosa principale vi è un sistema tettonico formato da piccole cavità, poste a diversi piani e collegate tra loro. Si tratta del «Sistema tettonico a N della cava di gesso di Vezzano» (n. 342 E). A S del M. del Gesso (m. 392 s.m.), il terzo incontrato con lo stesso nome in questa rassegna, esistono 4 cavità, indicate come «Buco 1 di Vezzano» (n. 18 E), «Buco 2 di Vezzano o delle 4 porte» (19 E), «Buco 3 di Vezzano» (20 E), «Buco 4 di Vezzano» (21 E). Localmente sono tutte indicate come «Buco della Volpe». Lo sviluppo è rispettivamente di m. 25, 17, 8, 13. Visitate una prima volta nel 1934, furono riviste nel 1949 e in una di esse fu iniziato uno scavo.

Nell'estremo lembo occidentale vi è un solo fenomeno degno di nota, chiamato «Buco a O di Cà del Gesso», (n. 16 E). Si tratta di un piccolo sistema, lungo in tutto una trentina di metri, con pozzetti, cunicoli e risorgente di dimensioni assai ridotte.

TRATTI CARATTERISTICI DELLA VEGETAZIONE DEI GESSI ⁽⁸⁾

I gessi delle colline reggiane si sono potuti esaminare in quest'ultimo decennio anche dal punto di vista botanico durante le campagne condotte dal Comitato Scientifico del C.A.I. di Modena. Essi sono già stati oggetto di ricerche floristiche da parte di MACCHIATI (29, 30, 31) e di PASQUINI (39), che hanno elencato piante e illustrato alcuni aspetti della loro vegetazione.

L'uomo ha agito intensamente, alterando in modo profondo la composizione del mantello vegetale in gran parte della Valle Padana; certe zone dei gessi, insieme ad altri ambienti particolari di varia natura geologica, sono sfuggite a questa azione o l'hanno subita in maniera più attenuata.

8) A cura della Dott. Daria Bertolani-Marchetti.

Le condizioni edafiche del terreno gessoso, che, fra l'altro, è molto ricco in ioni calcio, si avvicinano a quelle del terreno calcareo; tuttavia la sua azione sulle piante sembra essere più selettiva.

Molte vallette e dossi dei gessi del basso Appennino Reggiano sono ancora ricoperti da un querceto, indebolito talora dai tagli e composto di individui non molto alti. Alla *Quercus pubescens* si accompagnano altre essenze, come: *Ulmus campestris*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *Ostrya carpinifolia*. Quest'ultima specie può dar luogo a qualche formazione pura. Il sottobosco ha uno strato arbustivo in cui predomina in generale *Corylus Avellana*; frequenti anche *Coronilla Emerus*, *Prunus spinosa*, *Juniperus communis*, *Viburnum Lantana*, *Crataegus Monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Cytisus nigricans* e *C. sessilifolius*. Lunghe da elencare sono le specie dello strato erbaceo, che si presenta continuo e ricco dove l'umidità è maggiore e il terreno più degradato, mentre, in tratti più aridi e poveri di humus, si fa rado e composto in maggioranza di specie xerofile.

Nelle aree spoglie di bosco, il ricoprimento delle parti più rocciose è quanto mai scarso e discontinuo. Le specie più caratteristiche sono xerofile in vario grado; sono presenti vari *Sedum*, *Sempervivum tectorum*, *Filago germanica*, *Bromus*, *Plantago Cynops*, *Stachys recta*, *Chondrilla juncea*, *Coronilla minima*. Qualche specie, come *Robinia pseudoacacia*, *Prunus spinosa* e la stessa quercia sono rappresentate accidentalmente sotto forma di debole arbusto. Frequenti sono anche *Clematis Vitalba*, *Lonicera Caprifolium*, *Rosa canina*, *Spartium junceum*, *Asparagus acutifolius*.

Le parti meno rocciose e più ricche di terreno, dove l'azione del dilavamento ha prodotto una diminuzione del contenuto in solfato di calcio negli strati superficiali, sono sottoposte a coltivazione: vi crescono, non sempre rigogliosi, frumento e frumentone, olmi, viti e qualche albero da frutto. Campi posti di recente a coltura, conservano ancora per qualche tempo certe specie proprie allo strato erbaceo del bosco che vi cresceva.

L'ambiente più strettamente legato all'attività speleologica e che non è stato finora preso in considerazione dal punto di vista botanico per la fascia dei gessi scandianesi, è quello presentato dalle doline. Esso ha attirato invece l'attenzione di altri autori, sia per i gessi dell'alto Reggiano (33), sia per l'altopiano del Carso (34).

Nel basso Reggiano si hanno semplici depressioni del terreno oppure doline a inghiottitoio. Le prime si presentano in genere come aree incolte, popolate da specie amanti dell'umidità. Le doline a inghiottitoio libero, non ostruito da terriccio e materiale sassoso, sono le più interessanti, perchè vari fattori concorrono a stabilire condizioni di ambiente speciali.

La temperatura, come si può vedere dai dati termometrici riportati nella parte speleologica ha il seguente andamento: nella stagione calda essa va diminuendo dall'orlo della dolina verso il fondo; nella stagione fredda, a causa delle condizioni termiche pressochè costanti della grotta che influenza la dolina, a temperature esterne sotto zero si contrappongono temperature sul fondo dolina relativamente miti. Si determina così un microclima a umidità costante, con un'escursione termica ridotta e con temperature più basse, rispetto all'esterno, nel periodo vegetativo.

Procedendo verso il fondo della dolina, le piante sono anche sottoposte a un periodo di illuminazione sempre minore e ad una radiazione meno intensa.

La vegetazione ospitata sullo sfaticcio gessoso delle doline è di solito, nella parte più alta, una boscaglia fitta e bassa a *Corylus Avellana*, accompagnato da *Acer campestre*, *Quercus pubescens* ecc., incidentalmente si è trovato anche il castagno. *Clematis Vitalba* e soprattutto *Rubus fruticosus* vi crescono lussureggianti. Al sottobosco, più ricco in primavera, appartengono *Galanthus nivalis* (fig. 12), *Ruscus aculeatus*, *Erythronium Dens-Canis*, *Scilla bifolia*, *Asparagus acutifolius*, *Helleborus foetidus*, *Anemone Hepatica*, *Pulmonaria officinalis*, *Primula officinalis*, *Viola odorata*, ecc. Scendendo, gli arbusti scompaiono; le ultime piante che si spingono verso il fondo della cavità imbutiforme sono felci, come *Asplenium Trichomanes* e *Phyllites Scolopendrium*, poi muschi, epatiche e selaginelle⁽⁹⁾.

Le condizioni più sopra descritte influenzano notevolmente la vegetazione; uno degli effetti che più colpisce l'osservatore è il progressivo ritardo di fioritura che si ha a partire dall'imboccatura procedendo verso il fondo. Questo ritardo è ancora più accentuato se si considera la differenza che si ha fra il versante della cavità esposto a Sud e quello esposto a Nord. Quest'ultimo, talvolta, è ancora coperto di neve mentre nell'altro la vegetazione è già sviluppata. Accade così di trovare la stessa specie in via di fioritura in basso e già in frutto verso l'imboccatura.

Fra gli ambienti dei gessi messiniani, quello delle doline a inghiottitoio è fra i più interessanti: esso è frutto di una serie di fattori (umidità, irradiazione, durata del giorno, andamento delle temperature, composizione del terreno, ecc.) che si dovrebbe cercar di valutare singolarmente⁽¹⁰⁾. Questo studio merita di essere approfondito quindi, non solo dal punto di vista edafico, ma anche da quello foto e termoperiodico.

RICERCHE SULLA FAUNA CAVERNICOLA⁽¹¹⁾

Le prime ricerche biospeleologiche nel basso Appennino Reggiano risalgono al 1933. Esse furono condotte dal Comitato Scientifico del CAI di Modena e in particolare dal MENOZZI, che, con una nota preventiva⁽³⁵⁾, illustrò l'esito delle sue ricerche nella Tana della Mussina (N. 2 E), portando così un primo contributo alla fauna cavernicola della zona. Queste ricerche, precedute solo da una segnalazione del MULLER, sempre per la Mussina⁽³⁶⁾, sono da considerarsi tra le prime in Italia in questo campo.

Nel 1945, dopo la parentesi della guerra, il Gruppo Speleologico Emiliano, sempre in collaborazione col Comitato Scientifico, riprendeva la sua

9) Qualche breve tratto nella parte alta delle doline, dove il pendio è più dolce, il terriccio più abbondante e l'esposizione migliore, è coltivato a ortaggi e frumentone. Coltivazioni simili si hanno pure nelle doline a inghiottitoio ostruito.

10) La dolina è stata paragonata, dal punto di vista della vegetazione, a una montagna rovesciata, con la cima al fondo dell'imbuto. Questo paragone regge fino a un certo punto perchè, fra l'altro, l'insolazione è completamente diversa e la temperatura non ha le variazioni diurne e stagionali montane.

11) A cura del sig. Carlo Moscardini.

attività compiendo ricerche in tutte le cavità della zona carsica del Basso Appennino Reggiano e non trascurando la parte biologica. Anche se i risultati non sono stati imponenti, rappresentano sempre un ulteriore contributo alla conoscenza delle forme animali che popolano il sottosuolo. Riteniamo pertanto opportuno dare l'elenco ancora inedito di questi ritrovamenti, associandovi i risultati delle ricerche del Menozzi e del Müller per la Mussina. Occorre infine notare che alcune cavità del basso Appennino Reggiano si sono dimostrate abiotiche.

Tana della Mussina (n. 2 E)

CHIROTTERI

Rhinolophus ferrum-equinum Schr.

Miniopteri schreibersi Kuhl.

COLEOTTERI

Choleva Sturmi Bris. (12)

DITTERI

Culex pipiens L.

Trichocera regelationis L.

Triphleba antricola Schm.

Nycteribia Schüidli Schin.

Penicillidia biarticulata Herm.

Penicillidia conspicua Speis.

TRICOTTERI

Limnophilus sp.

Chaetopterix sp.

TISANURI

Campodea sp.

ARACNIDI

Meta menardi Latr.

Nesticus eremita E. S.

Nesticus cellulanus Cl.

Pteropus vespertilionis Duf.

CROSTACEI

Androniscus dentiger Verh.

Niphargus sp.

MOLLUSCHI

Oxychilus lucidis Drap.

Oxychilus blauneri Shuttl.

Grotta di Cà Scaparra (n. 343 E) - 14/XI/1952

CHIROTTERI

Rhinolophus ferrum-equinum Schr.

Rhinolophus hipposiders Bechst.

12) Segnalato da Müller.

ORTOTTERI

Dolicopoda palpata Laetitia Men.

Petaploptila Andreini Capra

ARACNIDI

Euriparassitus emarginatus Koch.

MOLLUSCHI

Oxychilus Draparnaldi Beck.

Pomatias elegans Müll.

Theba carthusiana Müll.

Hygromia cinctella Drap.

Helicella (Candidula) unifasciata Poir.

Inghiottitoio di Figno (n. 286 E) 2/XII/1951

CHIROTTERI

Rhinolophus hipposideros Bechst.

Grotta di Gesso Castellone (n. 91 E) 19/VIII/1947

CHIROTTERI

Rinolophus ferrum-equinum Schr.

Tana della Varina (n. 336 E) 19/III/1950

CHIROTTERI

Rhinolophus hipposideros Bechst.

ARACNIDI

Meta menardi Latr.

Meta segmentata Cl.

Cenni conclusivi

Le ricerche speleologiche nella formazione gessosa del basso Appennino Reggiano, oltre a servire per il catasto delle cavità esistenti, hanno messo in evidenza i seguenti tre punti fondamentali per quello che riguarda il loro aspetto geomorfologico:

1°) Vi sono tre tipi di cavità: uno costituito dagli inghiottitoi posti al fondo delle doline (Inghiottitoio di Cà Scaparra (fig. 6), inghiottitoio di M. Lunetta, Grotta delle due doline (fig. 4), Buco del praticello, ecc.). Questi sono i tipi più diffusi e più variabili, non tanto per quel che concerne la roccia gessosa, ma per il rapido interrimento, dovuto sia al riversarsi delle argille scagliose sulla superficie dei gessi, sia al disfacimento degli interstrati marnosi. A questi fattori si aggiunge il movimento di terriccio delle doline, dovuto al frequente disboscamento (fig. 5). E' logico che l'interrimento aumenti gradatamente verso il fondo, ma tale fenomeno è accentuato, anzi moltiplicato, quando nell'interno s'incontrano strati marnosi, di modo che, come ad esempio nell'inghiottitoio di Cà Scaparra, gli accumuli argillosi s'incontrano solo verso il fondo.

Un secondo tipo è rappresentato dalle risorgenti, che troviamo solo nei sistemi carsici paralleli all'allungamento degli affioramenti gessosi, che sfociano quindi nelle vallette che tagliano detti affioramenti da S a N. In questo tipo di grotta (Mussina di Borzano, (fig. 3) e di Montericco, Risorgente dei Ronchi (fig. 7), Tana della Varina (fig. 8 e 9), ecc. si nota una stabilità molto maggiore, tanto è vero che, tranne in corrispondenza di sifoni, non si sono riscontrate variazioni morfologiche degne di rilievo dal 1933 ad oggi; mentre negli inghiottitoi, per lo stesso periodo, si è assistito all'occlusione di numerosissime cavità. Solo nel caso della grotta del Tasso, inghiottitoio e risorgente sono collegati, tanto che si può entrare dall'uno e uscire dall'altra.

Se nelle cavità principali a tipo risorgente si è notata una notevole stabilità, variazioni evolutive si sono verificate nella fuoriuscita delle risorgenti attive. Tali fenomeni sono evidenti specialmente alle due Mussine, nelle quali, sempre dal 1933, il punto di efflusso si è spostato in superficie e in quota rispettivamente 3 e 2 volte.

Il terzo tipo di cavità è di origine tettonica. E' poco diffuso, limitato a zone marginali di profondi solchi vallivi o di ampie doline. Esempi caratteristici sono il pozzo sonoro, posto sul ciglio del rio Groppo, la grotta dei massi caduti, sull'orlo della grande dolina di M. Lunetta e i pozzi della dolina del Pomo, allineati lungo il suo fianco occidentale.

Verso queste cavità a pozzo, particolarmente pericolose per il bestiame, si rivolge la preoccupazione degli abitanti del luogo, che provvedono ad ostruirle artificialmente. Anche frane locali, come alla grotta dei massi caduti, contribuiscono alla scomparsa di questi tipi di cavità.

2°) La morfologia di moltissime cavità è influenzata dalla presenza degli interstrati di argille marnose. Quando una cavità sotterranea incontra uno di questi strati, lo sviluppo avviene lungo esso, perchè, in un primo tempo, lo strato marnoso costituisce un letto impermeabile di scorrimento delle acque, poi, formatasi la cavità, risulta più rapido lo spappolamento e l'ablazione delle argille marnose della soluzione del gesso. Assai spesso si trovano quindi cunicoli bassi e larghi, che come altezza sorpassano di poco lo spessore dei banchi marnosi quasi orizzontali. Qualche volta invece i banchi sono pressochè raddrizzati ed allora i cunicoli divengono stretti e alti. Tipici esempi di cunicoli scavati nelle marne tra due banchi gessosi abbiamo nell'inghiottitoio di Cà Scaparra, nella risorgente dei Ronchi, nell'inghiottitoio di M. Lunetta.

3°) L'idrografia sotterranea è spesso anch'essa influenzata dall'esistenza degli strati marnosi, disposti per lo più trasversalmente alle vallette. Spesso infatti questi strati, data la loro impermeabilità, conducono la circolazione delle acque inghiottite nella parte alta dei gessi a un andamento E-O. Le risorgenti, spesso temporanee, si allineano quindi lungo i torrentelli e presentano di frequente diversi livelli posti sulla stessa linea verticale a testimonianza dell'evoluzione del piano di scorrimento. Risorgenti di questo tipo esistono specialmente lungo il rio Groppo e il rio Lavezza.

La particolare giacitura degli affioramenti gessosi, tamponati a valle dalle argille marnose del Piacenziano, provoca inoltre un fenomeno caratteristico. Le acque che penetrano nella parte bassa dei gessi e non sfociano lateralmente, arrivano alle argille, che s'impregnano per notevole tratto. Dal trasudamento delle argille si forma poco a poco il ruscello che convoglia queste acque. Avviene così che, mentre nei sistemi orientati E-O lo smaltimento delle acque assorbite avviene rapidamente e in proporzione alla sezione dei cunicoli del sistema sotterraneo, in quelli orientati N-S tale smaltimento si protrae assai più nel tempo. Infatti anche parecchi giorni dopo le piogge le argille, in corrispondenza di sistemi carsici, permangono intrise d'acqua mentre le risorgenti di tipo normale sono già asciutte.

Data la notevole massa argillosa filtrante non è possibile rivelare le relazioni tra inghiottitoi e risorgenti per mezzo della fluoresceina e non resta che basarsi su criteri topografici e stratigrafici, per altro quasi sempre assai evidenti.

Esempi di quest'ultimo tipo di risorgente si trovano a Cavazzone Monte, dove l'efflusso dell'acqua dalle argille è sull'asse del vallone delle Budrie. Anche alla Mussina di Montericco le condizioni di efflusso sono passate, mediante graduale trasformazione, in questi ultimi anni, dal primo al secondo tipo.

Il confronto con gli studi già esistenti del carsismo⁽¹³⁾ nei gessi va sviluppato in modo diverso a seconda che si tratti di quelli antichi, di solito triassici, o di formazioni analoghe della serie gessoso-salino-solfifera. Coi gessi antichi vi sono diversità dipendenti e dalla conformazione topografica e dalla costituzione geologico-petrografica, su cui non insistiamo in questa occasione, dato che è nostra intenzione pubblicare una nota imperniata sul confronto tra le manifestazioni dei gessi messiniani del basso Appennino Reggiano e quelle dei gessi triassici dell'alta val di Secchia. Nel secondo caso, come termini di confronto vi sono gli studi di GEMMELLARO (20), MARINELLI (21) (22) (23) (24), FANTINI (25), TREBBI (26) (27). Da tali studi, nonché da quanto espone sommariamente il ROVERETO (28), emerge che quanto si verifica nel basso Reggiano, trova riscontro, con qualche differenza di carattere locale, nelle altre zone italiane analoghe. Doline di erosione e di crollo, inghiottitoi, risorgenti, ponti naturali, valli chiuse, sono elementi già noti sia per la Romagna che per la Sicilia; una novità sembra essere invece il sistema sotterraneo sfociante nelle argille, dovuto forse alla scarsa potenza e all'andamento degli affioramenti gessosi. Tale particolarità provoca un forte rallentamento nella circolazione delle acque sotterranee e un impedimento all'azione dilavante delle acque nei cunicoli. E' forse per questo che nella maggior parte dei casi si nota un processo involutivo d'interramento nelle cavità della regione esaminata.

13) La parola carsismo non è da tutti accettata per fenomeni di circolazione sotterranea a libera canalizzazione, inghiottitoi, risorgenti, ecc. in rocce non calcaree. Spesso vengono usati giri di parole per evitare questo vocabolo. Se è vero che notevoli differenze esistono tra gli stessi fenomeni in rocce calcaree e rocce gessose, è altrettanto vero che la parola carsismo, usata per i gessi, non genera confusioni, ma indica un tipo di fenomeno ben individuato.

Nel campo biospeleologico la zona dei gessi collinari reggiani è interessante perchè rappresenta spesso un ambiente scarsamente influenzato dall'uomo. Gli affioramenti gessosi, a differenza degli altri terreni della regione collinare, sono stati rispettati dalle coltivazioni e, per quel che riguarda la vegetazione spontanea, offrono una particolare condizione di ambiente nelle numerose e spesso profonde doline.

La fauna sotterranea, di cui è stato dato un primo elenco, merita ulteriori ricerche per poter essere illustrata e inquadrata nell'ambiente e confrontata con quella di formazioni simili.

Il Gruppo Speleologico Emiliano e il Comitato Scientifico del CAI di Modena sono sempre pronti e lieti di fornire dati e indicazioni a tutti coloro che fossero intenzionati a ripercorrere boschi, sentieri e cavità dei gessi collinari reggiani, al fine di migliorare ulteriormente la conoscenza di questa zona da noi brevemente illustrata.

Elenco delle cavità

Num. di catasto	Nome della cavità sotterranea	Coordinate	Tipo	Sviluppo totale	Rilevatori
2	Tana della Mussina di Borzano	1°50'8" 44°35'20"	risorgente	120	Gruppo Spel. Emiliano
11	Buco del Cornale	1°49'58" 44°35'16"	?	11,50	Malavolti
12	Tana della Mussina di Montericco	1°50'46" 44°35'35"	risorgente	50	Malavolti
13	Grotta di Terenziano o del falsario	1°46'39" 44°34'43"	risorgente	?	—
16	Buco a O di Cà del Gesso	—	sistema carsico	30	—
18	Buco I di Vezzano	—	—	25	Malavolti
19	Buco II di Vezzano	—	inghiottitoio	17	Malavolti
20	Buco III di Vezzano	—	inghiottitoio	8	Malavolti
21	Buco IV di Vezzano	—	cav. tettonica	13	Malavolti
85	Grotticella sopra la Tana della Mussina di Borzano	1°50'11" 44°35'21"	risorgente	12,50	Malavolti
86	Grotticella della carogna	1°50'34" 44°35'23"	cav. tettonica	10	Malavolti
87	Pozzetti presso l'inghiottitoio della Valletta chiusa delle Budrie	1°50'21" 44°35'27"	inghiottitoio	4,90	Malavolti
88	Grotta delle due doline	1°50'40" 44°35'36"	inghiottitoio	90	Malavolti Salis
89	Dolina pozzo dei due ingressi	1°50'42" 44°35'39"	inghiottitoio		Malavolti
91	Tana di Gesso Castellone	1°51'34" 44°35'28"	inghiottitoio	15	Simonazzi
136	Grotta dei massi caduti	1°50'41" 44°35'24"	cav. tettonica	47	Malavolti
137	Dolina pozzo NO+34° da Grotta dei massi caduti	1°50'48" 44°35'26"	inghiottitoio	9	Malavolti
138	Pozzo sonoro	1°50'43" 44°35'39"	cav. tettonica	15	Malavolti
139	Buco tra il Buco dei 2 ingressi e la Tana della Mussina di Mont.	1°50'44" 44°35'38"	inghiottitoio	16	Malavolti
286	Grotticella di Figno	1°48'21" 44°35'58"	inghiottitoio	20	Bertolani Malavolti
290	Buco del ginestro	1°50'20" 44°35'20"	inghiottitoio	10	Malavolti
291	Inghiottitoio a O della Tana della Mussina di Borzano	1°50'14" 44°35'22"	inghiottitoio	20	Malavolti

292	Pozzo I marginale da O della dolina del Pomo	1°50'17" 44°35'24"	cav. tettonica	6,30	Malavolti
293	Pozzo II marginale da O della dolina del Pomo	1°50'17" 44°35'24"	cav. tettonica	9,45	Bertolani Malavolti
294	Pozzo III marginale da O della dolina del Pomo	1°50'17" 44°35'24"	cav. tettonica	4	Simonazzi Malavolti
295	Buco del Praticello	1°50'21" 44°35'23"	inghiottitoio	43	Bertolani Malavolti
296	Buco della Forra	—	inghiottitoio	20	Malavolti
297	Ponte sul rio Groppo	1°50'52" 44°35'37"	Torrente sotterraneo	33	Gambigliani Malavolti
298	Buco a monte della Mussina di Montericco	1°50'50" 44°35'39"	cav. tettonica	0	Bertolani
299	Buco a O del M. Lunetta	1°50'53" 44°35'29"	inghiottitoio	?	—
300	Sistema sotterraneo tra Ca Scaparra e Gesso Castellone	1°51'22" 44°35'36"	Sistema sotterraneo	120	Malavolti
301	Inghiottitoio a E della Tana di Gesso Castellone	—	inghiottitoio	?	—
302	Inghiottitoio a N della Tana di Gesso Castellone	—	inghiottitoio	?	—
303	Inghiottitoio a NO della Tana di Gesso Castellone	—	inghiottitoio	?	—
304	Risorgente dei Ronchi	1°51'48" 44°35'29"	risorgente	74	Bertolani
305	Buco nuovo Magnanini	?	?	?	—
306	Inghiottitoio della valle chiusa di M. Lunetta	1°50'41" 44°35'27"	inghiottitoio	38	Bertolani Malavolti
307	Pozzo al rifugio dei partigiani	—	?	?	—
308	Cunicolo lungo la parete presso la Tana di Gesso Castellone	—	inghiottitoio	?	—
309	Buco del Cacciatore	1°50'29" 44°35'20"	inghiottitoio	?	—
310	Pozzo nuovo nel rovescio dello spunt. della Tana della Mussina di Borzano	—	inghiottitoio	?	—
334	Inghiottitoio nella 1ª dolina a O di M. Croce	1°52'17" 44°35'22"	inghiottitoio	6	Bertolani
335	Inghiottitoio nella 2ª dolina a O del M. Croce	1°52'20" 44°35'22"	inghiottitoio	12	Bertolani
336	Tana della Varina	1°53'23" 44°35'22"	risorgente	42	Bertolani Severi
337	Grotta del fico	1°54'32" 44°35'25"	relitto	7, 5	Bertolani

338	Cunicolo a NE della grotta del fico	1°54'35" 44°35'27"	relitto	9,30	Bertolani
339	Dolina inghiottitoio presso Cà Mozzone	1°54'28" 44°35'29"	inghiottitoio	4	Bertolani
340	Erosione del rio sulla destra del Crostolo di fronte alla Fornace	1°54'46" 44°35'33"	torrente sotterraneo	15	Bertolani
341	Sistema tettonico a N della cava di gesso di Vezzano	1°54'51" 44°35'42"	cav. tettonica	13 ?	Bertolani Malavolti
342	Tana del Tasso	1°50'55" 44°35'40"	inghiottitoio e risorgente	25	Malavolti
343	Inghiottitoio di Cà Scapar- ra	1°51'1" 44°35'37"	inghiottitoio	235	Bertolani

BIBLIOGRAFIA

- 1 — F. MALAVOLTI — *21 anni del Gruppo Speleologico e del Comitato Scientifico* — «Il Cimone», Numero speciale, 1952.
- 2 — M. BERTOLANI — *Ricerche sulla formazione gessoso-calcareo dell'alta val di Secchia (Appennino Emiliano)* — «L'Universo», XXXVIII, 1948.
- 3 — G. B. VENTURI — *Storia di Scandiano* — Modena, 1822.
- 4 — P. DODERLEIN — *Geologia e carta geologica della Provincia di Reggio Emilia* — «Statistica generale della Prov. di Reggio Emilia», a cura del Prefetto G. Scelsi, Reggio Emilia, 1870.
- 5 — G. FERRI — *Le miniere di zolfo nella Provincia di Reggio nell'Emilia* — Reggio Emilia, 1878.
- 6 — A. FERRETTI — *Considerazioni sui prodotti minerali del territorio di Scandiano* — «Boll. R. Com. Geol. d'Italia», VII, 1876.
- 7 — M. MALAGOLI — *Cenni sulla mineralogia generale del Modenese e Reggiano* — «Atti Soc. Natur. di Modena», [III], II, 1886.
- 8 — L. DE BUOI — *Note geologiche del territorio scandinave* — Reggio Emilia, 1930.
- 9 — L. SPALLANZANI — *Osservazioni fatte a Massa e Carrara* — Da «Lettere di vari illustri Italiani del secolo XVIII e XIX, ecc.», IX, Reggio Emilia, 1843.
- 10 — A. FERRETTI — *Il Buco del Cornale, il Buco del Fresco e la Tana della Mussina in Borzano* — Modena, 1872.
- 11 — P. MANTOVANI — *Annotazioni all'opuscolo di Don Antonio Ferretti intorno alle caverne del Borzanese nel Reggiano* — Reggio E., 1872.
- 12 — P. BONIZZI — *Nuova scoperta fatta dal Sig. Don Antonio Ferretti di una caverna contenente avanzi dell'età preistorica* — «Ann. Soc. dei Naturalisti in Modena», VI, 1871.
- 13 — L. ADAMOVIC — *Italien* — «Junk's Natur. Führer», Berlin, 1930.
- 14 — G. PICCININI — *Guida di Reggio d'Emilia* — Reggio Emilia, 1931.
- 15 — G. CHIERICI — *Una caverna del Reggiano esplorata* — Reggio Emilia, 1872.
- 16 — G. CHIERICI, P. MANTOVANI — *Notizie archeologiche dell'anno 1872* — Reggio Emilia, 1873.
- 17 — F. RIZZATTI — *Storia Naturale* — Milano.
- 18 — C. CASELLI — *Speleologia* — Milano, 1906.
- 19 — *Guida dell'Appennino Reggiano* — Reggio Emilia, 1930.
- 20 — M. GEMMELLARO — *Le doline nella formazione gessosa a N. E. di Santaninfa (Trapani)* — «Giorn. di Scienze Nat.», Palermo, 1915.
- 21 — O. MARINELLI — *Nuove osservazioni sui fenomeni di tipo carsico nei gessi appenninici* — «Atti V Congr. Geogr. Ital.», II, 1905.
- 22 — O. MARINELLI — *Fenomeni analoghi a quelli carsici nei gessi della Sicilia* — «Atti III Congr. Geogr. Ital.», 1899.
- 23 — O. MARINELLI — *Cavità di erosione nei terreni gessiferi di Fabriano* — «Riv. Geogr. Ital.», 1900.
- 24 — O. MARINELLI — *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia* — «Mem. Geogr. di G. Dainelli», Firenze, 1917.
- 25 — L. FANTINI — *Le grotte bolognesi* — Bologna, 1934.
- 26 — G. TREBBI — *Ricerche speleologiche nei gessi del Bolognese* — «Riv. Ital. di Speleologia», Bologna, 1903.

- 27 — G. TREBBI — *Fenomeni carsici nei gessi emiliani, ecc.* — «Giorn. di Geologia», [II], I, Bologna, 1926.
- 28 — G. ROVERETO — *Trattato di Geologia Morfologica* — II, Milano.
- 29 — L. MACCHIATI — *Contribuzioni alla flora del gesso* — «N. Gior. Bot. Ital.», XX, 1888.
- 30 — L. MACCHIATI — *Seconda contribuzione alla flora del gesso* — «N. Giorn. Bot. Ital.», XXIII, 1891.
- 31 — L. MACCHIATI — *Terza contribuzione alla flora del gesso* — «Boll. Soc. Bot. Ital.», 1892.
- 32 — D. PASQUINI — *La vegetazione dei gessi reggiani* — «Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena», LXXV, 1944.
- 33 — D. BERTOLANI-MARCHETTI — *Aspetti della vegetazione dell'alta valle del Secchia* — «Mem. Com. Scient. Centr.», I, 1949.
- 34 — F. DE MORTON — *Monografia fitogeografica delle voragini e doline nella regione carsica di Postumia* — P. I e II, «Le Grotte d'Italia», Trieste, 1937, 1938.
- 35 — C. MENOZZI — *Nota preventiva sulla fauna della grotta di S. Maria di Vallestro e della Tana della Mussina* — «Le Grotte d'Italia», VII, 1933.
- 36 — G. MUELLER — *I coleotteri cavernicoli italiani* — «Le Grotte d'Italia», IV, 1930.
-

SULLO STATO ATTUALE DEGLI STUDI SPELEO-CARSICI IN PIEMONTE

Nel lontano 1905 il geografo C. Errera, dalla ben nota rivista di speleologia «Mondo sotterraneo», rivolgeva agli studiosi piemontesi dei fenomeni naturali un vibrante invito affinché si desse vita ad una società speleologica piemontese, che avesse per scopo l'esplorazione sistematica e lo studio delle molte grotte allora note in Piemonte. Non si può affermare, neppure oggi, che tale invito sia stato raccolto, nel senso che la auspicata società sia sorta: il fatto è facilmente comprensibile se si pensa che il Piemonte è regione prevalentemente occupata da maestosi massicci montuosi glacializzati e che perciò gli studiosi si sono rivolti allo studio del suolo più che del sottosuolo. In questi cinquant'anni sono sorti, è vero, molti gruppi locali speleologici, ma non risulta che essi abbiano dato un contributo fattivo alle ricerche di questo tipo.

Le prime esplorazioni serie e gli studi relativi ebbero luogo per iniziativa personale di pochi appassionati, specialmente geologi, quindi relativamente tardi si ebbe la possibilità di conoscere in via preliminare l'entità e l'estensione del fenomeno carsico in questa regione. Nel 1937 lo scrivente, dai dati tratti dalle pubblicazioni esistenti su tale argomento, ebbe la possibilità di compilare un primo elenco delle cavità piemontesi che ne annoverava poco più di cento così distribuite (per bacino idrografico):

Valli del Toce	n. 2	Val Stura di Demonte	n. 2
» Sesia e Cervo	n. 7	» Gesso	n. 8
» Dora Baltea	n. 8	» Vermentagna	n. 1
» Stura di Lanzo	n. 3	» Pesio	n. 5
» Dora Riparia	n. 3	» Ellero	n. 7
» Pellice	n. 4	» Corsaglia	n. 12
» Po	n. 4	» Tanaro	n. 33
» Maira	n. 3	» Roia	n. 7

Di queste cavità però si conosceva ben poco: notizie generiche, poche misure, una decina di schizzi planimetrici, per contro molte notizie d'indole biologica. Per tale motivo, sotto l'alto patrocinio del Centro di Studi per la Geografia Fisica del C. N. R., furono intraprese, ad opera dello scrivente, ricerche sistematiche su tutto l'arco alpino occidentale, che nel 1955 si potranno considerare concluse (concluse nel senso che saranno individuate, definite e studiate tutte le aree carsiche). Rimarrà pur tuttavia da effettuare una serie di esplorazioni su pozzi e voragini nel settore delle Alpi Ligustiche.

Si deve sottolineare l'espressione «aree carsiche» poichè lo studio sistematico non ha soltanto avuto per scopo la ricerca e l'esplorazione delle forme carsiche ipogee, ma anche di quelle esterne. Se è vero che si può parlare di speleologia come disciplina a sè (lo studio di una caverna è infatti fattibile anche se limitato alla sua analisi morfologica) è pur doveroso riconoscere

che «la caverna» è uno dei vari aspetti del carsismo, e forme subaeree e forme ipogee sorgono in correlazione, se pur non sempre contemporaneamente: quindi nasce l'opportunità che suolo e sottosuolo siano studiati di pari passo.

Si comprende quindi facilmente come l'attività di questi ultimi anni sia stata febbrile, avendosi dovuto percorrere e rilevare tutto il settore delle rocce calcareo-dolomitico-gessose, che nelle Alpi Occidentali occupano forse un quinto dell'area totale.

Il carsismo esterno in Piemonte si sviluppa con vistosità di forme nel trias dolomitico e talvolta nei gessi: in forma più modesta e per lo più non accompagnato da grandi caverne, nei calcari del giura-lias e nella potente ed estesissima serie dei calcescisti della cosiddetta zona delle «pietre verdi». In altre zone calcescistose della penisola non è dato ritrovare una così frequente comparsa di fenomeni carsici in questo tipo di roccia calcarea poco idrosolubile: il fatto della presenza in Piemonte di tali aree carsiche anche alquanto estese, a quota di oltre 2000 m., è da ritenere dovuto al concomitante fenomeno della nivazione che agisce, morfologicamente, nello stesso senso della comune acqua di pioggia carbonica.

Per quanto si riferisce al carsismo ipogeo si può affermare che, allo stato attuale, le cavità carsiche sono poco meno di 200: fra essi sono rappresentati tutti i tipi, ma particolare interesse offrono sia le grotte di tipo parietale giganti, sia le lunghe «grotte di attraversamento», percorse da attivi torrenti ipogei. Questo tipo di cavità, così frequente in altre zone, specialmente nell'Appennino, pareva doversi escludere per le Alpi Occidentali ove le rocce calcaree non sono, per struttura ed estensione, favorevoli al loro svilupparsi. L'esperienza ha per contro dimostrato che esse si estrinsecano non solo nei terreni che per la loro stratigrafia facilitano lo stabilirsi di una canalizzazione estesa suborizzontale, ma anche in quelli a tettonica molto complessa, purchè interessati da fratture e faglie di una certa estensione.

La ricerca e l'analisi sistematica delle caverne fu fatta per gruppi montuosi e la loro distribuzione attuale (1954) in base alle grandi divisioni regionali è la seguente:

Prealpi Monregalesi	n. 14
Alpi Liguri	n. 65
Alpi Marittime	n. 18
Alpi Cozie	n. 63
Alpi Graie e Pennine	n. 7
Biellese-Valsesia	n. 10

La caverna più profonda sinora esplorata è la voragine della Colla del Pas, nelle Alpi Ligustiche, tra i monti Marguareis e Pian Ballaur, la cui quota inferiore raggiungerebbe il livello di m. —460 circa (secondo notizie date da una squadra di speleologi francesi): si tratta perciò di una delle più profonde caverne d'Italia. Le caverne più lunghe risultano essere quella del Caudano, nel Monrealese (circa 2 km.), quella di Bossea (circa 1,5 km.), quella del Pas suddetta e quella del Rio Martino presso Crissolo, in val di Po. Tutte quante sono veri trafori idrogeologici, perchè percorse da torrenti ipogei perenni.

Molto tuttavia rimane ancora da fare nel campo puramente speleologica, soprattutto per quanto concerne i grandi pozzi carsici del Marguareis, della regione delle Carsene, del Biecai e dei monti delle Saline. Sinora le nostre esplorazioni più impegnative si sono effettuate con l'intervento di poche persone: lo studio di queste voragini richiede per contro la collaborazione di molti speleologi forniti di una adeguata attrezzatura. Queste esplorazioni sono in progetto per un non lontano avvenire: intanto per l'estate 1955 è in programma l'esplorazione totale e lo studio definitivo della Voragine del Pas, scoperta ed esplorata in parte dallo scrivente sin dal 1944.

Anche per il Piemonte, come per le altre regioni d'Italia ed extra-italiane, si è verificato e si verifica un risveglio dell'attività nel campo delle ricerche speleo-carsiche: ci si augura perciò che entro breve tempo anche gli ultimi problemi da studiare possano essere affrontati e risolti.

SULLA RICERCA DELLA TEMPERATURA MEDIA PER LE LIVELLAZIONI BAROMETRICHE SOTTERRANEE

Una questione sulla quale, a quanto mi risulta, non si è ancora fermata l'attenzione di quanti si occupano — e si sono occupati — delle livellazioni barometriche sotterranee è il calcolo della temperatura media da introdurre nelle formule. E' concettualmente e praticamente errato considerare in qualsiasi stagione dell'anno, come temperatura media della colonna d'aria interna, la media aritmetica semplice delle sue temperature d'estremità. Questo tipo di media può dare in linea generale risultati abbastanza prossimi ai reali solo durante la stagione invernale, quando il diagramma termico lungo l'asse delle cavità descrive una dolce curva ascendente (1), ma è ben noto che nella stagione calda la temperatura cade bruscamente in basso nella zona prossima all'ingresso, con un salto che può raggiungere anche i 20°:

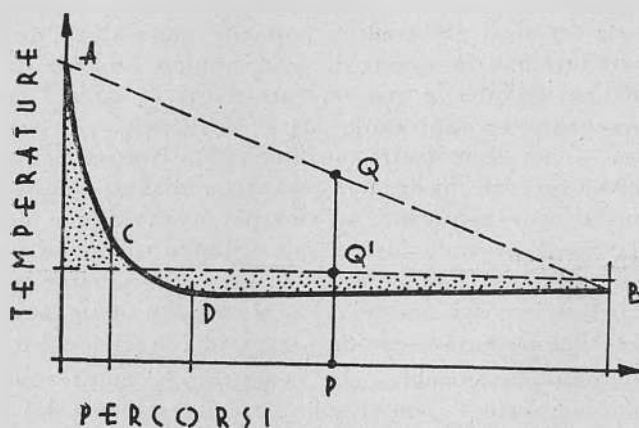


Fig. 1 — Diagramma termico ideale di una cavità a sacco d'aria aperto in alto, durante il periodo estivo.

ecco che in questi casi la media aritmetica non ha più nessun significato, perchè attribuisce a tutta la colonna d'aria interna un valore termico assai più alto del reale.

La fig. 1 dà una chiara idea di questo fatto. La curva rappresenta un normale diagramma termico estivo, ottenuto portando come ordinate le

1) Vedere i grafici del lavoro: «Ricerche preliminari di meteorologia ipogea nelle grotte del Carso triestino», pubblicato in questo stesso volume.

temperature e come ascisse le distanze reali (non cioè proiettate sul piano orizzontale) (1). Le ordinate A e B rappresentano le temperature di superficie e rispettivamente di fondo, perciò il segmento medio PQ è la loro media aritmetica; si avverte subito, guardando la figura, che questo segmento non rappresenta certo la vera temperatura media della colonna d'aria interna perchè è visibilmente discosto dalla curva termica.

La prima idea che si affaccia, per evitare questo grossolano errore, è quella di spezzare in più parti il percorso totale ottenendo così dei tronchi tali che la media aritmetica delle loro temperature d'estremità abbia un certo significato: per esempio, i tronchi potrebbero essere AC, CD, DB, che colgono i momenti essenziali della curva. In pratica però la cosa non è così semplice in quanto si possono scegliere bene i tronchi solo dopo che il diagramma è stato costruito, e non lo si va certo a disegnare in grotta; senza contare il fatto che per la scelta delle stazioni si deve in primo luogo tener conto delle caratteristiche morfologiche interne (il ripiano di un pozzo, i particolari salienti di una galleria, ecc.) non la forma del diagramma termico. E' assai utile però, ove non vengano fatte stazioni con l'aneroide nella zona termovariabile, assumere — se la stagione è calda — qualche temperatura a distanza di 10, 20, 30, 50 m dall'ingresso per rintracciare il punto dove si smorza il salto termico iniziale. Occorre usare, s'intende, un termometro che dia un certo affidamento perchè i comuni termometri non ventilati nè schermati o montati addirittura su di un supporto di legno, danno facilmente errori di più gradi; i requisiti essenziali di un buon termometro sono: graduazione in quinti di grado, bulbo protetto da uno o due tubetti schermati e lambito da una corrente d'aria di circa 3 m/sec. Ottimo è il tipo di Assmann con aspiratore, ma è sufficiente — assai più pratico e meno costoso — un termometro a fionda (2). Naturalmente quando la cavità è un abisso verticale bisogna rassegnarsi a rilevare queste temperature stando sulla scala, bene agganciati ad essa per mezzo di un moschettone di sicurezza. Se la cavità presenta invece uno sviluppo misto, in parte orizzontale e in parte verticale, non occorre di norma assumere temperature a varie altezze in quei pozzi interni che si trovano nella zona isotermica perchè in essi la temperatura segue un diagramma sensibilmente lineare.

La suddivisione in tronchi — che nemmeno è sempre possibile nelle cavità a sviluppo verticale — non elimina però il problema del calcolo della temperatura media generale perchè non è certo consigliabile ricavare la quota di fondo per mezzo della somma dei singoli dislivelli parziali, in quanto, così facendo, si sommano anche tutti gli errori e non sempre si può sperare in una loro compensazione. Uno studio condotto sui barometri aneroidi (3) ha dimostrato inoltre che la poco fedele amplificazione dei movimenti della camera a vuoto d'aria è causa, in questi strumenti, di errori

1) I motivi per cui il diagramma è stato così concepito sono esposti nell'opera prima citata, alla quale questo lavoro si appoggia.

2) Si presta assai bene allo scopo il termometro a fionda illustrato dallo scrivente nel N. 1 di «RASSEGNA SPELEOLOGICA ITALIANA», marzo 1953.

3) L. Pipan «Sulla livellazione aneroidica sotterranea», pubblicato su «RASSEGNA SPELEOLOGICA ITALIANA» - Fasc. N. 1, marzo 1954.

legati ad ogni lettura, non proporzionali alla profondità. Di qui la necessità di calcolare la quota di ogni punto intermedio a partire sempre da quella d'ingresso e quindi di conoscere la temperatura media esatta della colonna d'aria intermedia.

Ma la soluzione del problema non può essere una semplice media aritmetica: occorre un calcolo ponderale, che tenga conto anche in qualche modo delle distanze e il cui dato unico finale risulti un'attendibile espressione sintetica dello stato termico generale della colonna d'aria, costituita da tanti strati sovrapposti di vario spessore e diverse temperature.

Si tratta dunque di una media ponderata, esprimibile con una formula del tipo:

$$t = \frac{\frac{t_1 + t_2}{2} d_1 + \frac{t_2 + t_3}{2} d_2 + \frac{t_3 + t_4}{2} d_3 + \dots + \frac{t_{n-1} + t_n}{2} d_{n-1}}{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_{n-1}}$$

nella quale $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ sono le temperature misurate lungo la cavità alle distanze parziali $d_1, d_2, d_3, \dots, d_{n-1}$ (vedi fig. n.° 2).

Alla prima occhiata la formula può sembrare alquanto complessa, ma in realtà la sua applicazione è assai semplice.

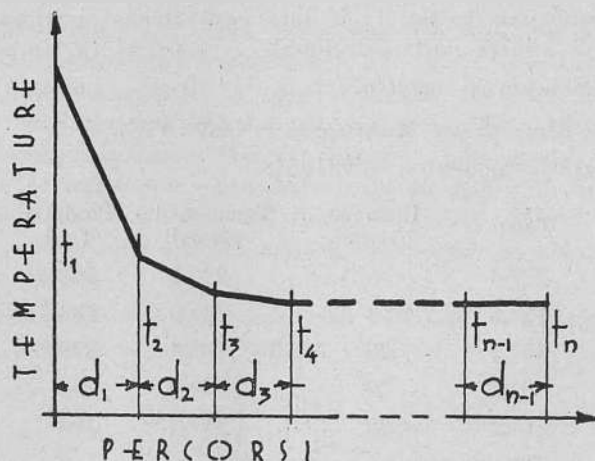


Fig. 2 — Suddivisione in tronchi del diagramma termico di una cavità per il calcolo della temperatura media.

E' bene insistere ancora sulla questione delle distanze da introdurre nella formula: si tratta di distanze reali, quelle che effettivamente percorre l'esploratore, perchè solo queste — non le proiettate — possono costituire l'elemento ponderale che permette di tener conto anche della massa d'aria che si trova ad una data temperatura; è proprio il fattore massa che incide sulla media generale. Così anche ogni difficoltà riguardante le cavità miste viene eliminata.

A questo punto si presenta spontanea l'obiezione: ma se si devono conoscere così bene tutte queste distanze inclinate va a finire che occorre

compiere un rilievo topografico prima di poter effettuare una livellazione barometrica, mentre questa assai spesso è usata proprio per avere qualche dato orientativo preliminare. La risposta è che non occorre conoscere con precisione le distanze parziali e buoni risultati, assai più di quelli dati dalla media aritmetica, si possono ottenere anche semplicemente stimando le distanze. I dati più importanti sono comunque quelli della zona termovariabile, rilevabili cioè relativamente vicino all'ingresso: perciò anche un semplice spago segnato ogni 10 m si presta assai bene alla bisogna, si operi in gallerie o in cavità verticali.

Nel caso particolare di un abisso verticale con ripiani a diverse profondità, se in corrispondenza di questi sono state assunte le pressioni barometriche si può in un primo tempo calcolare in via approssimativa le loro quote per mezzo di un regolo calcolatore logaritmico (operazione che richiede pochi secondi), poi, ottenuti i dislivelli parziali, introdurli nella formula sopra riportata, determinare la temperatura media esatta e quindi procedere al calcolo rigoroso.

Si può usare anche un procedimento grafico per determinare la temperatura media: basta costruire il diagramma termico della cavità (utilissima allo scopo è la carta millimetrata) e, procedendo per tentativi, tagliarlo con una orizzontale in due parti che racchiudano superfici uguali. Le superfici sono quelle tratteggiate in fig. 1; la loro equivalenza si stima ad occhio. Il segmento PQ' — altezza della orizzontale — esprime la temperatura media.

Ecco un esempio di calcolo.

Pozzo dell'Elmo presso Monrupino N° 2696 V.G.

Quota ingresso m 300 — 9/9/1951.

Prof.	Temp.	Distanze parziali	Temp. medie parziali	Prodotti $t \times d$
0	27°8	5	21°7	108,5
5	15°6	15	72°9	193,5
20	10°2	20	10°0	200
40	9°8	20	10°0	200
60	10°2	20	10°2	204
80	10°2			

$$906,0 : 80 = 11^{\circ},3$$

La temperatura media è di 11°3; introducendola nella formula di Babibet ($p_1 = 740,2$; $p_2 = 733,1$) si ottiene una profondità di m 80 circa; la media aritmetica fra i valori termici estremi, invece, risulta uguale a 19°0, superiore cioè alla reale di ben 7°7, e dà una profondità di m 82,5, con un errore di 2,5 m su un dislivello di soli 80 m.

Un caso classico senza dubbio è quello dell'Abisso Enrico Revel N° 102 T. sulle Alpi Apuane (1).

1) M. Marchetti: «La Vestricia e l'Abisso Enrico Revel nelle Alpi Apuane (N. 102 T.)» - «LE GROTTES D'ITALIA» - Anno V, N. 4 - Ottobre-dicembre 1931.

Ecco il calcolo delle temperature medie dei due tronchi di 85 e 182 metri e quello di tutto l'abisso.

Prof.	Temp.	Distanze parziali	Temp. medie parziali	Prodotti t. d.
0	18°,7	10	17°,5	175
10	16°,6	10	15°,5	155
20	14°,5	10	11°,2	112
30	7°,9	10	7°,4	74
40	6°,9	10	6°,2	62
50	5°,6	10	5°,4	54
60	5°,1	10	4°,9	49
70	4°,7	10	4°,1	41
80	3°,5	10	3°,5	19
85	3°,4	5	2°,8	552
182	2°,2	197	1°,7	207
304	1°,3	122		

Le vere temperature medie risultano dunque di 8°,7, 7°,1, 4°,9 mentre la media aritmetica dei valori termici estremi dei tronchi dà, nello stesso ordine: 11°,0, 10°,4 e 10°,0. Le differenze sono sensibili come si vede, e tali da causare alla profondità di 304 m un errore altimetrico di 5,5 m circa.

Questo fatto però non deve invogliare a cimentarsi nuovamente con le formule dell'altimetria barometrica (1) sulle pressioni misurate in quell'abisso: disgraziatamente in quell'occasione mancava infatti un barometro esterno, così che non si sa quali variazioni abbia subito la pressione atmosferica durante la lunga discesa (manca anche qualsiasi dato orario) per poter fare le opportune correzioni sulla pressione di fondo; nè si sa quale delle due pressioni lette sul fondo (665,8 e 655,0!) sia la buona. Senza tali dati sicuri ogni calcolo non può che risultare assolutamente privo di fondamento.

L'uso della temperatura media così calcolata permette una semplificazione della formula di Saint Robert

$$\Delta = 58,656 \frac{p_1 - p_2}{\frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2}}$$

nella quale p_1 e p_2 sono le pressioni atmosferiche rispettivamente del punto più basso e più alto, T_1 e T_2 le temperature assolute dell'aria negli stessi

1) Cfr. sull'argomento gli articoli:

Dott. E. Feruglio: «Il Bus de la lum sull'Altipiano del Cansiglio» - «LE GROTTI D'ITALIA» - Anno III, N. 3 - luglio-settembre 1929.

Ing. G. Gheba: «Brevi note di altimetria aneroidica degli abissi naturali» - «LE GROTTI D'ITALIA» - Anno VI, N. 3 - luglio-settembre 1932.

Dott. E. Feruglio: «A proposito di altimetria barometrica delle voragini» - «LE GROTTI D'ITALIA» - Anno VI, N. 4 - Ottobre-dicembre 1932.

Ing. G. Gheba: «Ancora sull'altimetria aneroidica degli abissi naturali» - «LE GROTTI D'ITALIA» - Anno VII, N. 1 - Gennaio-marzo 1933.

punti. Naturalmente una volta calcolata la vera temperatura media della cavità ogni significato di T_1 e T_2 viene a cadere e la formula si può scrivere:

$$\Delta = 58,656 \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2} T_m$$

essendo T_m la temperatura media calcolata come nei due esempi. Per praticità, infine, si può usare la formula di Saint Robert nella forma

$$\Delta = 58,656 \cdot T_m \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}$$

che risulta analoga a quella di Babinet.

Queste formule, di Babinet e di Saint Robert, danno risultati soddisfacenti almeno fino a 300-400 m di profondità, se non si trascurano le correzioni per l'umidità dell'aria. Per profondità maggiori dal punto di vista teorico sono forse consigliabili le tavole di Radau e la formula di Laplace, ma in pratica assai poco o nulla giova il loro impiego, dato che gli errori strumentali e le anomalie bariche interne compromettono le misure in modo tale da rendere poi troppo spesso praticamente inutile l'impiego di queste formule più rigorose.

RICERCHE PRELIMINARI DI METEOROLOGIA IPOGEA NELLE GROTTES DEL CARSO TRIESTINO

Introduzione

Il G.T.S. nel quadriennio 1950-54 ha svolto delle sistematiche osservazioni meteorologiche nelle grotte del Carso Triestino con l'intento di indagare sulle leggi generali che regolano i fenomeni meteorologici sotterranei. A tale scopo sono state meteorologicamente rilevate da una a più volte, in diverse stagioni, 47 cavità, per un totale di 89 rilevazioni, ciascuna comprendente in media 10-12 misure termiche e igrometriche. Aggiungendo ancora i dati assunti sulla roccia, sull'acqua e le osservazioni anemoscopiche si vede quale massa di lavoro sia stata svolta con costanza ed impegno in condizioni ambientali tutt'altro che favorevoli; lavoro che è costato una considerevole fatica poichè ha richiesto il superamento di molti pozzi profondi (fino a 180 m) nei quali pure sono stati raccolti dati termici in condizioni estremamente disagiati e con un lieve pericolo sia per l'operatore che per gli strumenti.

Fra quanti hanno dato il loro contributo a queste ricerche — e son quasi tutti i soci del G.T.S. — sia pure con la sola pesante manovra di corde e di scale (lavoro manuale, ma di primo piano, senza il quale nulla si poteva fare) è doveroso segnalare i più assidui: Badini F., Benedetti G. e L., Bolletti L., Boschini L., Cremon A e Ricci G. Un merito particolare ha poi Carlo Mosetti, intelligente e instancabile collaboratore, cui si deve una larga parte dei dati raccolti.

L'esame di tante cavità presentanti caratteristiche morfologiche diverse ha permesso di individuare le forme tipo — a sviluppo verticale, suborizzontale o misto — nelle quali sono state fatte osservazioni ripetute in diverse epoche.

Caratteristiche climatiche e morfologiche esterne della zona

Le grotte nelle quali sono state condotte le indagini meteorologiche di cui tratta il presente studio si aprono nel primo gradino dell'altipiano carsico, comprese in una fascia larga da 3 a 4 Km e lunga circa 23, che si estende dal paesetto di S. Lorenzo (quota m 381) fino ad Aurisina (quota m 151); tale zona è limitata a Sud-Ovest dai Monti della Vena (quota massima m 459) e a Nord-Est da una successione irregolare di colline che culmina col Monte Lanaro (m 546).

Il terreno è tipicamente carsico: un sottile strato di terriccio copre a mala pena i banchi di calcare cretaceo che pur affiorano dovunque con aride

pietraie, campi solcati, massi corrosi dalla pazienza millenaria delle acque, dando vita a una limitata vegetazione che tuttavia in certe località ravviva il paesaggio fino a renderlo piacevole. Doline di ogni forma e dimensione, profonde da qualche metro a più decine di metri, sono disseminate in larga misura un po' dappertutto.

Mancano corsi d'acqua, anche i più modesti: le precipitazioni più abbondanti trovano immediato smaltimento nelle innumerevoli fratture del calcare e scendono nel sottosuolo dove scorre, attraverso meandri sconosciuti, il misterioso fiume Timavo.

Anche se vicino al mare, questo altipiano risente notevolmente dell'influsso del clima del retroterra; durante l'inverno è spazzato dalla «Bora», violento vento di E.N.E. che raggiunge talvolta i 170 chilometri all'ora. La temperatura media annua è di 10°^c,9 a Basovizza, 11°^c,1 a Villa Opicina, 12°^c,3 a Santa Croce, con massimi che superano i 30 gradi e minimi invernali che scendono al di sotto dei —6.

Le precipitazioni medie annue variano, secondo le località, da 1100 a 1300 millimetri.

Caratteristiche morfologiche interne della zona

La zona è forse la più ricca di cavità che si conosca: 4-5 grotte in media, tra grandi e piccole, per chilometro quadrato! Un discreto numero supera i 200 metri di profondità mentre la più profonda, la Grotta di Trebiciano N. 17 V.G. dove scorre il Timavo, tocca i 321 metri.

Tutte facilmente raggiungibili da Trieste, tutte soggette praticamente agli stessi fattori climatici di superficie — così da rendere possibili paragoni fra l'una e l'altra — esse costituiscono un terreno davvero ideale per le indagini sui fenomeni che regolano il clima ipogeo; e quando si aggiunga ancora che le morfologie sono le più svariate che si possano desiderare, dalle cavità senza pozzi a sviluppo suborizzontale a quelle con sviluppo assolutamente verticale, si vede che il terreno di ricerca non poteva proprio presentare condizioni iniziali più favorevoli.

Un'unica limitazione sussiste: le cavità dell'altipiano descritto sono tutte del tipo a sacco d'aria con apertura in alto (grotte fredde), così che l'indagine non comprende la categoria delle grotte calde e quella dei tubi di vento.

Mancano pure dei veri e propri corsi d'acqua sotterranei, eccezion fatta per la Grotta di Trebiciano, e ciò costituisce una semplificazione per le ricerche in oggetto. In periodi piovosi una limitata attività idrica si nota in alcune cavità che funzionano, almeno parzialmente, come inghiottitoi delle acque meteoriche.

Le grotte esaminate si aprono in una potente formazione di calcari cretacei che presenta giaciture orizzontali e suborizzontali nell'interno dell'altipiano, mentre s'inflexe fortemente in direzione Sud-Ovest al margine di esso, con inclinazioni che variano da 45° a 90°. Al di sotto di questo margine, fin presso Aurisina, è presente un complesso arenaceo-marnoso (Flysch) del periodo eocenico che si appoggia sul piano della flessura. La stratificazione dei calcari è quasi sempre fitta e la fratturazione molto intensa.

Strumenti impiegati

Poichè era necessario conoscere le temperature dell'aria con la precisione di 1/10 di grado in considerazione delle minime, ma importanti, variazioni termiche sotterranee, è stato impiegato come strumento fondamentale uno psicrometro ad aspirazione di Assmann (1) (costruzione S.I.A.P.) con termometri graduati in quinti di grado che, per stima, permettono la lettura esatta fino al decimo di grado, aventi bulbi schermati e lambiti da una corrente di circa 3 m/sec. Si è avuto cura di usare acqua distillata per il bulbo bagnato.

Nonostante le difficili condizioni in cui spesso s'è venuto a trovare l'operatore, o per mancanza di spazio in stretti cunicoli o perchè attaccato ad una instabile scala con sotto un vuoto di parecchie decine di metri (2), data la cura con cui sono state fatte le letture, esse si possono ritenere affette da un errore non superiore a $\pm 0^{\circ}.1$, salvo singoli casi. L'umidità relativa si può considerare approssimata a $\pm 1\%$.

Le correnti d'aria sono state messe in evidenza per mezzo di candele fumogene appositamente preparate in diverse grandezze; utilmente sono stati però impiegati anche i lampi di magnesio e — mezzo semplice ma in certi casi assai utile — il fumo della sigaretta. La loro velocità è stata stimata in base allo spostamento lineare del fumo e in qualche occasione misurata con un sensibile anemometro ad elica gentilmente prestato dal prof. Silvio Polli, dell'Istituto Talassografico di Trieste, al quale va il mio ringraziamento.

Per la misura nell'acqua, nell'argilla, sulla roccia sono stati adoperati dei termometri S.I.A.P. e Schulz graduati in quinti di grado, accuratamente campionati con il termometro asciutto dello psicrometro che segna i valori termici dell'aria.

Le temperature sulla roccia, in superficie, sono state assunte introducendo il bulbo sensibile in un piccolo foro del diametro di 6 mm e profondo 12-13 mm, praticato per mezzo di un trapano da metalli. Nel foro veniva pure introdotta una goccia di mercurio (che ha un basso calore specifico), allo scopo di eliminare ogni soluzione di continuità tra la roccia e il vetro. Considerato che la bocchetta contenente il mercurio e il termometro nudo venivano sempre appoggiati a terra con l'intento di far acquistare loro in partenza una temperatura assai vicina a quella della roccia; che piccola è

1) Per proteggere dagli urti il delicato e costoso strumento è stata costruita una custodia consistente in un tubo dello spessore di 1 mm, in ottone crudo, rinforzato all'interno con una cassa di legno ricoperto di panno e sagomata in modo da accogliere ed immobilizzare perfettamente lo strumento e la fialetta per l'acqua distillata. Un coperchio bene incastrato chiude perfettamente il tutto e una robusta cinghia serve per fissare lo strumento alla cintura o metterlo a tracolla.

Un'idea dell'efficacia della custodia così realizzata può darlo il fatto che durante quattro anni di rilievi una sola volta si è rotto un termometro in seguito al forte urto contro la roccia dovuto a una brusca caduta dell'operatore.

2) Sommando tutte le discese effettuate su scala, nelle cavità verticali, durante questa campagna meteorologica, si ottiene la cospicua cifra di 5.242 metri! Altri 2.338 metri sono stati superati in gallerie inclinate. Il totale dà una profondità complessiva di ben 7.580 metri! Questi dati, chiara espressione sintetica del lavoro svolto, non hanno bisogno di commenti.

risultata sempre la resistenza della roccia alla trapanazione e quindi limitato il calore prodotto dall'azione meccanica; che nell'andata si facevano i fori e si introduceva il mercurio, mentre al ritorno — a distanza di almeno due ore — si applicava il termometro; considerato infine che la colonna di mercurio dopo 10-15 minuti al massimo si manteneva assolutamente statica, le temperature indicate dallo strumento si possono considerare prossime alle reali di un valore superiore al decimo di grado.

Migliore sistema è certo quello di impiegare tanti termometri — accuratamente tarati — quante sono le misure che si intendono fare e lasciarli in posto per due o tre ore. (1)

Attualmente sono allo studio speciali termometri a coppia termoelettrica, che darebbero la temperatura di superficie della roccia per semplice contatto, e a resistenza elettrica che, portati in alto da pertiche o palloncini, registerebbero la temperatura nella parte alta delle caverne.

La realizzazione di tali delicatissimi strumenti, ai quali si richiede una sensibilità spinta fino al decimo di grado e una buon maneggevolezza, presenta però gravi difficoltà tecniche: le grotte impongono condizioni d'impiego assai diverse da quelle di un laboratorio di fisica.

Distribuzione della temperatura lungo l'asse della cavità

I rilievi termici sono stati fatti tenendo i bulbi termometrici a circa un metro dal suolo, eccezion fatta per i casi nei quali la volta troppo bassa non lo permetteva, e per quanto possibile lungo l'asse delle cavità. Con i dati raccolti sono stati poi disegnati per ogni grotta i diagrammi longitudinali, che danno un'idea assai chiara della distribuzione termica lungo l'asse. In questi diagrammi le ordinate rappresentano temperature e le ascisse la lunghezza reale delle cavità (cioè lunghezza non proiettata sul piano orizzontale): è un criterio questo che oltre ad evitare il ribaltamento degli assi nel passaggio dalle cavità orizzontali a quelle verticali (per non parlare delle complicazioni che sorgono nei casi di sviluppo misto, in parte verticale e in parte orizzontale), si dimostra assai più logico in quanto la temperatura non è risultata essere in funzione diretta della profondità, ma dell'effettivo cammino percorso dall'aria circolante in grotta.

I diagrammi così costruiti hanno rivelato subito una sorprendente analogia di forma tra loro, indipendentemente da ogni caratteristica per la quale una grotta si può differenziare da un'altra: ampiezza dell'ingresso, dimensioni laterali interne, profondità, lunghezza. Fatta eccezione, logicamente, per quelle cavità che a un limitato sviluppo uniscono una notevole dimensione d'ingresso e che partecipano di conseguenza in larga misura alle variazioni climatiche esterne.

Negli abissi più profondi, come nella più modesta galleria di poche decine di metri, le distribuzioni termiche nel corso dell'anno sono rappresentate da curve che hanno tutte, a parte qualche irregolarità, un andamento simile. Ciò si riferisce, non bisogna dimenticarlo, alle grotte del Carso

1) A questo scopo è già stata ordinata la costruzione di 15 termometri ridotti, graduati da -5° a $+14^{\circ}$, con bulbo del diametro di 4 mm e lungo 13 mm, onde diminuire più possibile la sua capacità termica.

triestino. La figura 3 può essere considerata un esempio tipico; la temperatura di fondo si mantiene sempre al di sopra della temperatura invernale esterna e al di sotto di quella estiva: i massimi diagrammi termici estivo e invernale sono perciò due curve che, assai aperte all'inizio, convergono poi gradatamente avvicinandosi fino ad unirsi in certi casi quando la temperatura di fondo rimane costante nel corso dell'anno. Ma mentre la curva invernale è dolce — eccettuati certi limitati periodi di freddo eccezionale — convessa verso l'alto e tutta ascendente, quella estiva è assai più inflessa e presenta due rami ben distinti: il primo, che interessa la zona iniziale della cavità, precipita rapidamente in basso con un salto che può arrivare ai 20°; il secondo, dopo qualche incertezza lungo un tratto a temperatura pressochè costante che varia da pochi metri a qualche decina, volge dolcemente in salita fino al termine della cavità, innalzandosi decisamente ogni qualvolta la sezione della galleria risulta notevolmente ridotta (esempio: Grotta di Samatorza N. 561 V.G.). Nel periodo invernale dunque l'aria risulta progressivamente più calda via via che si avvanza nella cavità; in quello estivo invece una massa d'aria fredda più o meno estesa ristagna in una zona intermedia, mentre le estremità, iniziale e finale, della grotta si mantengono più calde: questo fenomeno à carattere generale, cioè sussiste sia nelle cavità a sviluppo totalmente verticale (vedi grotte numeri 61, 2697, 149, 46 ecc.) che in quelle a sviluppo suborizzontale (vedi grotte n. 561, 49, 257 ecc.); e non ne sono escluse nemmeno le forme miste (vedi grotte n. 90, 23, 12, 2696) nelle quali il diagramma termico dei pozzi si raccorda armonicamente con quello delle gallerie. I diagrammi dei vari tipi sono così identici che non è possibile dal solo loro esame distinguere quello di una cavità verticale da quello di una cavità suborizzontale.

Il movimento dei diagrammi durante il corso dell'anno risulta come segue.

Inverno: si hanno delle pulsazioni in altezza — una specie di lento respiro — fra il giorno e la notte, a causa della differente temperatura dell'aria entrante, progressivamente smorzate fino ad una certa profondità (che può essere anche il fondo della grotta), legata strettamente alla morfologia. Nel contempo si verifica un abbassamento generale dei valori termici in armonia con le variazioni dell'aria esterna. Ad eccezionali freddi esterni corrispondono bruschi ma temporanei abbassamenti termici interni: interessantissimo esempio ne è il diagramma tratteggiato della Grotta Azzurra di Samatorza N. 257 V.G., del 29/1/50, che colpisce per il notevole salto termico di 10° su uno spazio di appena 10 m (fenomeno assai strano se si pensa che l'aria esterna pesava circa 46 grammi per mc più di quella interna) in corrispondenza di un ingresso della sezione di circa 40 mq.

Primavera: Sussistono ancora per un certo tempo le pulsazioni, ma di ampiezza ridotta, mentre il primo tratto iniziale del diagramma — lungo da meno di un metro a dieci e più metri, secondo le dimensioni dell'imbocco — guizza in alto durante il giorno e in basso durante la notte; questa oscillazione veramente si riscontra più o meno marcata durante tutto l'anno (un esempio lo dà la Grotta di Padriciano n. 12 V.G., il 25/8/52), ma nelle stagioni di passaggio — primavera, autunno — presenta la sua maggiore ampiezza ed ha un carattere stabile, ritmico. Anche le temperature interne aumentano lentamente.

Estate: l'oscillazione si smorza, mentre continua rapido l'innalzamento, già iniziato in primavera, di un più o meno lungo tratto di diagramma, fino all'inizio della zona fredda: questa anche continua a sollevarsi lentamente ed uniformemente di pochi gradi. I massimi vengono raggiunti verso la fine di agosto e durante il mese di settembre (talvolta, in caso di estati calde e prolungate, anche verso la metà di ottobre) in ritardo cioè rispetto a quelli esterni.

Autunno: è la stagione simmetrica alla primavera; il comportamento è perciò analogo, con la differenza che tutto il diagramma comincia ad abbassarsi.

Qualche Autore (1), riferendosi ai diagrammi estivi del Bus de la lum N. 153 Fr. e dell'Abisso Revel N. 102 T. — che risultano simili a quello dell'Abisso di Villa Opicina N. 185 V.G. (fig. 14), escluso l'innalzamento finale — distingue una zona di allacciamento, che risente delle variazioni termiche giornaliere e corrisponde a quella delle caratteristiche oscillazioni dianzi descritte; una zona del salto, nella quale la temperatura cala rapidamente, e una isozona, nella quale la temperatura si abbassa assai lentamente. Premesso che la zona di allacciamento è apparsa assai evidente nelle tre cavità citate solo perchè il loro orificio è molto vasto e partecipa perciò in misura notevole alle vicende climatiche esterne, ma nel caso di ingressi più piccoli risulta quasi assente e generalmente occorre un rilievo termico notturno per definirla (almeno nelle grotte non elevate); premesso che il salto termico non si verifica nella stagione invernale, salvo brevi periodi di freddo intenso e con segno contrario, mi sembra che la sola divisione possibile, la quale abbia valore per ogni tipo di grotta in ogni stagione, sia la seconda proposta dal Montoriol. (2) Questa comprende uno strato termovariabile — che arriva fin dove si estingue la rapida convergenza iniziale dei due diagrammi estivo e invernale — e uno strato isotermico, caratterizzato da limitate variazioni annuali. Se la grotta presenta un andamento suborizzontale è più esatto definire la prima «zona termovariabile» e l'altra «zona isotermica».

E' senz'altro da accettare anche la denominazione, usata dal Feruglio, di «stratificazione diretta» quando la temperatura decresce verso il basso (temperatura nei laghi, e negli abissi di montagna in estate) e «stratificazione inversa» quando essa aumenta con la profondità (grotte durante l'inverno, atmosfera terrestre). Addotto perciò questa terminologia nel presente lavoro.

Dopo quanto esposto sul movimento annuo dei diagrammi termici, una prima serie di interrogativi si presenta subito: per quale causa le masse d'aria della zona fredda possono galleggiare, nei pozzi e nelle gallerie inclinate, sopra masse di aria più calda e perciò meno densa? sussistono moti convettivi fra la zona fredda e quella più calda inferiore? entro quali limiti di profondità viene a trovarsi il punto più freddo? quali valori rag-

1) E. Feruglio: «Il Bus de la lum nell'Altipiano del Cansiglio» - «LE GROTTES D'ITALIA» - N. 3, anno III - 1929.

M. Marchetti: «La Vestricia e l'Abisso Enrico Revel nelle Alpi Apuane» - «LE GROTTES D'ITALIA» - N. 4, anno V - 1931.

J. Montoriol: «Meteorologia hipogea» - «URANIA» - N. 228.

2) Opera citata.

giungono le temperature di fondo che rimangono costanti tutto l'anno? c'è una relazione diretta fra esse e la profondità? sussiste un più o meno ben definito gradiente termico generale a tutte le grotte?.

Vediamo di rispondere agli interrogativi secondo l'ordine con cui sono stati posti.

In un primo tempo si formulò l'ipotesi che la stratificazione inversa potesse sussistere per la presenza di una maggiore quantità di anidride carbonica supposta diffusa con concentrazione crescente nell'aria calda sottostante, così da renderla più pesante. Furono all'uopo prelevati campioni a diverse altezze nei pozzi per mezzo di bottiglie speciali(1), ma in tutti i casi le analisi diedero esito negativo, uno eccettuato, nel fondo del pozzo di metri 160 della Grotta «C. Deheljak» N. 3901 V.G.: qui risultò il 2% di anidride carbonica, sufficiente ad aumentare di circa 13 gr. il peso di 1 mc d'aria, e il 19% di ossigeno.

Fu allora intrapresa una laboriosa analisi fisico-matematica per diversi pozzi, allo scopo di determinare il peso specifico dell'aria alla diverse profondità, tenendo conto della particolare distribuzione termica e dell'umidità: le analisi diedero una semplice risposta: l'aria più fredda galleggia immobile su quella più calda in quanto meno densa per la differenza di quota. Si verifica cioè nelle grotte — benchè in scala assai ridotta — lo stesso fenomeno della stratificazione termica inversa che presenta l'atmosfera terrestre: l'aria freddissima delle alte quote galleggia su quella assai più calda della superficie perchè più rarefatta e quindi meno pesante. Se si aggiunge che il contenuto gassoso delle cavità non è perturbato dall'azione dei venti, come lo è l'atmosfera terrestre, appare possibile la presenza in esso di una stratificazione inversa regolata da un sottile stato d'equilibrio che appoggia su piccoli incrementi di densità. Ecco un esempio nelle tabelle 1 e 2, che riportano i pesi in Kg/mc di 1 mc d'aria alle diverse profondità termicamente rilevate e l'incremento di peso in grammi per 1 m di dislivello nei singoli tratti.

Punti	Prof.	Temp.	Peso Kg/mc	Incremento	Incr. unitario
1	0	27,8	1,1316		
2	5	15,6	1,1762	44,6	8,92
3	20	10,2	1,2008	24,6	1,64
4	40	9,8	1,2054	4,6	0,23
5	60	10,2	1,2066	1,2	0,06
6	80	10,2	1,0295	2,7	0,13

Tabella 1. — Pozzo dell'Elmo N. 2696 V. G., il 9/9/1951. Quota d'ingresso: m 320. La quinta colonna riporta l'incremento di peso, espresso in grammi, tra le estremità dei singoli tronchi.

1) Bottiglie in «Vipla» da un litro con doppio rubinetto, contenenti una soluzione di cloruro di sodio in acqua e qualche goccia di acido solforico, allo scopo di evitare parziali soluzioni di anidride carbonica. Per prelevare i campioni d'aria venivano aperti i due rubinetti — a uno dei quali era collegato un tubo che raggiungeva il fondo della bottiglia — e si capovolgeva la stessa: usciva così il liquido ed entrava l'aria senza gorgogliare. Ringrazio il dott. E. Susa che gentilmente prestò la sua opera per le analisi.

Punti	Prof.	Temp.	Peso Kg/mc	Incremento	Incr. unitario
1	0	20c,0	1,1570		
2	7	14c,8	1,1728	15,8	2,26
3	12	10c,4	1,1937	20,9	2,99
4	32	9c,0	1,2025	8,8	0,44
5	52	8c,6	1,2071	4,6	0,23
6	72	8c,5	1,2104	3,3	0,165
7	92	8c,8	1,2121	1,7	0,085
8	112	9c,1	1,2138	1,7	0,085
9	131	9c,4	1,2153	1,5	0,075
10	143	9c,7	1,2158	0,5	0,042
11	152	9c,8	1,2167	0,9	0,100
12	164	10c,1	1,2172	0,5	0,042
13	176	10c,1	1,2190	0,8	0,066
14	201	10c,4	1,2213	2,3	0,092

Tabella 2. — Grotta presso il Cimitero di Basovizza N. 23 V. G., il 16/7/1950. Quota d'ingresso: m 350. Dal punto 1 al punto 8 si sviluppa un pozzo verticale, dal 9 al 14 una galleria fortemente inclinata.

Come si vede, procedendo verso il basso l'aria aumenta sempre — gradatamente — di peso. L'incremento raggiunge valori massimi nel tratto iniziale, mentre è assai ridotto dopo lo strato più freddo. Ma v'è di più: l'indagine fisico-matematica ha dato risultati sorprendentemente aderenti alle osservazioni pratiche. In alcuni pozzi e gallerie inclinate è stata osservata una circolazione a carattere convettivo durante la stagione calda fra lo strato freddo e quello caldo sottostante: ebbene, in questi casi il peso specifico dell'aria calda inferiore è effettivamente risultato più basso, come nell'esempio delle tabelle 3 e 4.

Punti	Prof.	Temp.	Peso Kg/mc	Incremento	Incr. unitario
1	0	13c,0	1,1909		
2	10	6c,0	1,2197	28,8	2,88
3	20	5c,2	1,2252	5,5	0,55
4	40	5c,2	1,2282	3,0	0,15
5	60	5c,0	1,2320	3,8	0,19
6	80	5c,8	1,2311	— 0,9	— 0,045
7	100	7c,2	1,2274	— 3,7	— 0,185
8	115	6c,8	1,2310	3,6	0,24
9	130	7c,2	1,2320	1,0	0,066
10	145	7c,6	1,2320	0,0	0,00
11	160	8c,2	1,2316	— 0,4	— 0,026
12	175	8c,5	1,2316	0,0	0,00

Tabella 3. — Abisso presso Monrupino N. 155 V. G., il 21/3/1954. Quota d'ingresso: m 300. L'umidità in tutto il pozzo era costante: 98%.

Punti	Prof.	Temp.	Peso Kg/mc	Incremento	Incr. unitario
1	0	13,4	1,1889		
2	7	8,2	1,2076	18,7	2,67
3	12	7,5	1,2113	3,7	0,74
4	22	7,4	1,2133	2,0	0,40
5	42	7,6	1,2154	2,1	0,105
6	62	8,4	1,2149	-0,5	-0,025
7	82	9,4	1,2135	-1,4	-0,070
8	102	9,8	1,2148	1,3	0,065

Tabella 4. — Abisso presso Villa Opicina N. 149 V. G., il 12/11/1950. Quota d'ingresso: m 304. La circolazione è stata notata dal fondo fino al punto 6.

Anche nella galleria inclinata che fa seguito al pozzo della Grotta presso il Cimitero di Basovizza N. 23 V. G. (tab. 1) è stata osservata una corrente localizzata fra i punti 9 e 11, dove invece l'analisi dà incrementi debolmente positivi. Ma il fenomeno si può spiegare in base alle considerazioni che l'aria nella parte superiore delle gallerie è in genere un po' più calda e che il passaggio degli esploratori con fanali ad acetilene può certamente turbare stati di equilibrio così labili.

In linea generale dunque si è constatato che, quando l'incremento di temperatura per 10 m di profondità non supera i tre decimi di grado circa, la stratificazione inversa si dimostra stabile, mentre entrano in azione moti convettivi quando questo limite è superato.

Un'altra questione interessante ora: la profondità alla quale si trova il punto più freddo o, più precisamente, i limiti di profondità entro i quali esso si sposta; poichè l'esame dei diagrammi ha rivelato che esso si muove verso il basso con l'avanzare della stagione estiva. Il limite superiore è stato registrato nel Pozzo presso Monrupino N. 2697 V. G.: m 5 dall'orificio, in luglio (temperatura esterna 25°,3, più bassa 11°,2, di fondo 12°,2; sezione dell'orificio 1/3 di metro quadrato circa, profondità del pozzo m. 88). Quello inferiore, alla profondità di m. 93 nella galleria Nord-Est della Grotta Noè N. 90 V. G. (7°,1 con temperatura esterna di 27°,2 in luglio) galleria di notevole sezione trasversale, comunicante con l'esterno per mezzo di un vasto pozzo profondo 60 m, avente un orificio della sezione di circa 600 mq. A parte questi casi estremi però si può affermare che in linea generale la zona fredda resta compresa fra i 15 e i 30 m di profondità, mentre con una certa frequenza raggiunge i 50-60 m. Appare inoltre abbastanza evidente un certo diretto rapporto fra queste profondità e la superficie delle sezioni d'ingresso. Bisogna osservare ancora che quando i pozzi di accesso presentano una rilevante dimensione trasversale (Grotta Noè N. 90 V. G., Pozzo fra Gabrovizza e Sgonico N. 163 V. G., Voragine di S. Lorenzo N. 294 V. G.) la zona fredda si trova oltre la loro base, nella galleria.

Il grafico della fig. 17 riporta le temperature di fondo delle grotte che hanno dato valori termici costanti nelle stagioni estreme dell'anno. Appare evidente che nessuna relazione sussiste con la profondità, mentre un'influenza determinante sembrano avere le ridotte dimensioni dell'orificio e le strozzature interne: è il caso delle grotte n. 605, 257, 116, 3901, 61, 163 V. G. che si trovano appunto in queste condizioni e danno i valori termici più alti.

Non sussiste nemmeno una relazione fra questi valori e la temperatura media annua esterna, come qualche Autore supponeva: nella zona delle grotte n. 605, 61, 116, 185, 49, 12 V. G. la temperatura media annua infatti varia dai 10°c,9 ai 11°c,1.

La tabella 5 dà invece le temperature a crescente profondità di alcune cavità verticali nel periodo estivo comprendente i mesi di agosto e settembre; solo in questo periodo infatti appare possibile e logico un confronto tra le

Prof.	30/8	9/8	23/8	9/9	25/8
	61	185	116	2696	12
0	—	—	—	—	—
10	10°c,6	20°c,0		13°c,9	14°c,4
20	10°c,1	10°c,4	11°c,2	10°c,2	10°c,6
30	10°c,2	8°c,6	11°c,2	10°c,0	10°c,4
40	10°c,3	7°c,2	11°c,2	9°c,8	10°c,4
50	10°c,5	7°c,2	11°c,4	10°c,0	9°c,9
60	10°c,6	7°c,2	11°c,7	10°c,2	10°c,0
80	10°c,8	7°c,2	12°c,2	10°c,2	10°c,5
100	11°c,0	8°c,2	12°c,0		11°c,1
120		7°c,9	12°c,1		11°c,3
140			12°c,1		11°c,4
160			12°c,2		11°c,5
180			12°c,2		11°c,7
200			12°c,3		11°c,8
220			12°c,4		

Tabella 5. — Temperature misurate in cinque diverse cavità a profondità crescente nella stagione estiva avanzata. La prima riga porta le date, la seconda i numeri di catasto delle cavità.

temperature delle diverse cavità perchè, ormai lontano dalle intense perturbazioni dovute alle correnti fredde invernali, è caratterizzato da una maggiore stabilità termica interna, come hanno dimostrato alcuni diagrammi costruiti anche in anni differenti. Appare subito evidente che a profondità uguale non corrisponde temperatura uguale; gli scarti fra i massimi valori e i minimi registrati ad una stessa profondità in diverse grotte sono troppo ampi ed irregolari perchè sia possibile e abbia significato il calcolo di un gradiente termico generale. Solo fra le due cavità N° 12 e 116 V.G. si può osservare una certa uniformità termica nella loro parte più interna, dove non giungono troppo intense le perturbazioni invernali.

Si notano subito, nella stessa tabella, le temperature singolarmente basse dell'Abisso N° 185 V. G. (rilievo: 9/8/1953, temperatura esterna 22°c,0, sezione circa 20 mq). Non è questo però un fenomeno isolato; ecco altre cavità particolarmente fredde nella stagione estiva:

Abisso presso il Casello ferroviario di S. Croce N° 822 V. G.: 6°c,4 a 55 m di profondità con la temperatura esterna di 18°c,2, il 4/7/1954 (dopo un inverno particolarmente freddo), sezione d'imbocco 250 mq.

Grotta Noè N. 90 V. G.: 7°c,1 a 95 m di profondità con temperatura esterna di 27°c,2 il 25 luglio 1952, sezione dell'imbocco 600 mq.

Per contro, ecco alcune cavità particolarmente calde nella stagione invernale:

Pozzo presso Villa Opicina N. 527 V. G.: $11^{\circ},6$ a 9 (!) m di profondità con temperatura esterna di $6^{\circ},0$ il 10 febbraio 1951, sezione dell'imbocco circa $1/5$ di mq.

Grotta presso Sgonico (?): $13^{\circ},0$ a 5 (!) m di profondità con temperatura esterna di $5^{\circ},1$, il 20 gennaio 1952, sezione imbocco circa $1/5$ mq (è una cavernetta di circa 100 mc di volume, comunicante con l'esterno per mezzo di uno stretto e sinuoso corridoio sul quale si innesta verticalmente un pozzetto iniziale di 1 m di profondità).

Grotta di S. Lorenzo N. 605 V. G.: $13^{\circ},2$ a 17 m di profondità (e anche in un altro punto distante 7-8 m dalla parete esterna del monte) con temperatura esterna di $6^{\circ},2$, l'8 gennaio 1950, sezione imbocco circa $1/4$ di mq.

Bisogna però subito aggiungere un fatto assai importante: in queste grotte calde, nonostante il forte sbalzo termico fra l'esterno e l'interno (che comporta una differenza di peso specifico dell'ordine di 30/50 grammi per metro cubo d'aria), non è stata riscontrata, durante l'esplorazione, nessuna sensibile circolazione! E' indubbiamente assai strano che un orificio della sezione di $1/5 - 1/4$ di metro quadrato riesca a bloccare la discesa di masse d'aria fredda tanto più densa dell'interna. Il fenomeno comunque verrà meglio studiato.

In base ai dati sopra riportati una conclusione si può trarre immediatamente: la dimensione dell'orificio di una grotta è fattore determinante fondamentale del suo clima sotterraneo, assai più della morfologia interna. Le forti riduzioni di sezione a diverse profondità si comportano in modo analogo verso le cavità che ad esse fanno seguito; un classico esempio è la Grotta di Samatorza N. 561 V. G., ma ve ne sono diversi altri. Non si deve pensare però, data la piccola profondità delle grotte calde sopra citate, che solo lo strato roccioso vicino alla superficie possa ospitare cavità a temperatura elevata: nell'Abisso Silvano Zulla N. 3837 V. G. presso Villa Opicina, alla profondità di m. 210 sono stati registrati $13^{\circ},0$ (esterno $9^{\circ},4$) il 18 marzo 1951, in una stagione cioè poco più avanzata. Anche in questo abisso l'ingresso a sezione ridotta, circa $1/3$ di mq, e vi sono strozzature a diverse profondità. Le masse d'aria fredda invernale difatti difficilmente possono raggiungere tale profondità perchè si riscaldano prima, durante il lento e ostacolato percorso, raggiungendo una temperatura che le arresta per la diminuita densità.

E' necessario a questo punto dire due parole sull'Abisso sopra Chiusa N. 111 V. G. Durante il rilievo dell'1 novembre 1894 sono state misurate le seguenti temperature: esterna $2^{\circ},5$, interne, a metri 25, 90, 170, 227 di profondità, rispettivamente $12^{\circ},5$, 15° , 17° , 19° . (1) E' da escludere nel modo più assoluto la realtà di tali esorbitanti valori (2) in una cavità di quel tipo (vedi fig. 19), sia perchè si scostano troppo dalle temperature di tutte le altre grotte della zona senza che sussistano particolari fattori di carattere

1) Cfr.: L. V. Bertarelli-E. Boegan - «Duemila Grotte» T.C.I.

2) Questi dati hanno costituito un grosso interrogativo per parecchi studiosi. Anche il Trombe li cita nel suo «Traité de Spéléologie» (Parigi, 1952) considerandoli come uno strano e singolare fenomeno.

geologico o idrologico, sia perchè i due rilievi termici ivi effettuati dal G.T.S. in epoche differenti hanno dato risultati fra loro perfettamente concordanti e assai diversi da quelli sopra citati (vedi anche la tab. 5).

Il «fenomeno» trova forse spiegazione nel fatto che quella volta — come raccomandato in testi dell'epoca — veniva usato un comune termometro da parete, montato su un robusto supporto in legno col bulbo metà incastrato in questo e metà riparato da uno schermetto metallico, così che ogni ricambio d'aria restava praticamente inibito. Mettiamo uno «strumento» di questo genere nella tasca o dentro la tuta di un esploratore accaldato per la crescente fatica, lasciamo che il legno e il voluminoso bulbo si riscaldino ben bene, poi appendiamolo in qualche posto: per un paio d'ore almeno esso segnerà tutte le temperature immaginabili meno quella reale dell'ambiente.

Non si può misurare la temperatura dell'aria con un qualsiasi termometro: è assolutamente necessario, se si vogliono valori probativi, che il bulbo sia sottile, protetto dalle radiazioni calde o fredde dei corpi vicini per mezzo di uno o due tubicini cromati e lambito da una corrente di circa 3 m al secondo; solo così esso può entrare in equilibrio termico con l'aria. (3) La lettura poi va fatta rapidamente trattenendo il fiato. La misura rigorosa della temperatura dell'aria è impresa assai più difficile di quello che comunemente si crede. Anche usando lo psicometro quando si incontrano forti sbalzi termici passando da un ambiente all'altro è necessario prolungare la durata dell'esposizione all'aria.

La temperatura nelle diramazioni

Un argomento che riveste notevole interesse è la distribuzione della temperatura nelle diramazioni delle cavità che presentano una morfologia più complessa. Ai fini dello studio meteorologico chiamerò per brevità «composte» quelle cavità che, aventi un unico ingresso, si suddividono poi in due o più diramazioni.

Nelle cavità composte è quasi sempre possibile distinguere subito il ramo fondamentale, corrispondente a quello che si può definire diagramma principale, da quelli secondari; questa distinzione si basa sull'armonia presentata nel raccordo col ramo unico iniziale. Non sempre a questa distinzione in ramo principale e secondario — che trae unicamente origine dalla differenziazione termica — corrisponde un parallelo aspetto morfologico: è il caso, per esempio, dell'Abisso di Villa Opicina N. 185 V. G., nel quale a 100 m di profondità si aprono due pozzi, uno più profondo che dà accesso ad un'ampia galleria lunga 50 m, l'altro meno profondo che dà accesso a una stretta galleria di 15 m. Morfologicamente parlando, il primo e più esteso sistema sarebbe indubbiamente il principale, ma dal punto di vista meteorologico si deve ritenere principale il secondo perchè partecipa in misura maggiore alle vicende termiche dell'unico grande pozzo iniziale. Il primo ramo, più caldo perchè riceve in minor quantità le masse d'aria

3) Va bene allo scopo anche un termometro a fionda. Ottimi risultati ha dato un tipo costruito dallo scrivente e descritto nel N. 1 della «Rassegna Speleologica Italiana» - Anno 1953.

fredda invernali, turba anche il diagramma principale forzandolo verso l'alto in corrispondenza del punto d'innesto (vedi fig. 14).

Assai spesso poi questi rami secondari sono costituiti semplicemente da anse, da sviluppi e deformazioni di un'unica caverna, che presentano un clima a sè, specie se si trovano a una quota maggiore del suolo — e allora si comportano un po' come grotte calde — o minore, e allora l'aria fredda invernale più densa vi scorre dentro facilmente producendo un abbassamento termico di qualche decimo che permane anche durante la stagione calda. I casi osservati sono innumerevoli: le differenze, rispetto a quella che si può chiamare temperatura dell'asse (dove scorre il filone della corrente invernale) raggiungono facilmente i 3/10 di grado, ma arrivano talvolta anche ai 6/10 secondo le caratteristiche morfologiche dell'ambiente che variano assai da caso a caso.

Normalmente, senza che siano in salita e funzionino quindi come piccole grotte calde (apertura in basso) in seno a grotte fredde, le diramazioni di ristrette dimensioni laterali, siano esse anche piccole cavernette isolate, sono più calde delle gallerie o caverne principali con le quali comunicano.

Distribuzione termica verticale nelle gallerie e caverne

Si tratta delle stratificazioni termiche lungo la verticale presenti nelle gallerie e caverne per effetto della maggiore densità dell'aria più fredda che permane nella parte bassa.

Osservazioni sistematiche e minuziose su questo tipo di distribuzione termica purtroppo non sono state fatte per le particolari difficoltà tecniche che esse presentano. E' difficile e assai pericoloso — ma quasi sempre impossibile — arrampicarsi sulle umide e viscido pareti rocciose fin presso il soffitto e lì compiere delle delicate operazioni per le quali è necessario avere entrambe le mani libere. Sono allo studio però diversi dispositivi atti allo scopo: il progetto più ambizioso riguarda una stazione costituita da un termometro a resistenza elettrica e un anemometro, sollevata da un pallone; il progetto più modesto invece contempla l'impiego del tradizionale termometro a massima e minima servito da un aspiratore, anche questo sollevato da un pallone. Il primo dispositivo sarebbe di gran lunga superiore, sia perchè la scala per le letture rimane a terra (fatto che costituisce un grande vantaggio), sia perchè è provvisto di anemometro; ma si oppongono ad esso notevoli difficoltà di carattere tecnico e finanziario. (1)

Dai pochi dati raccolti risulta che le stratificazioni termiche nelle gallerie e caverne lungo la verticale sono del tipo diretto e che le differenze tra gli estremi variano molto in relazione all'altezza delle cavità e alle stagioni; raggiungono naturalmente i massimi valori durante l'inverno, nelle

1) Il G.T.S., come diversi altri Gruppi Grotte, non gode di nessun reddito fisso, ma le spese di ogni ordine cui va incontro vengono fatte attingendo a un fondo cassa alimentato dalle quote sociali e dai contributi volontari dei singoli soci. Questo era doveroso dire per mettere nella giusta luce il valore di sacrifici compiuti affinché un onesto lavoro potesse ottenere un meritato risultato positivo. In questa luce intendo porre queste conclusioni preliminari, frutto non tanto di una iniziativa personale, quanto di uno sforzo comune.

zone vicine all'ingresso, per effetto della circolazione propria di questa stagione, e i minimi durante l'estate, quando l'aria ristagna. Si tratta in genere di 2-4/10 di grado durante il periodo caldo (in basso la roccia rimane più fredda), con tendenza alla diminuzione verso i mesi di agosto e settembre, mentre durante le giornate invernali la differenza è dell'ordine di qualche grado. Ad esempio, il 7 dicembre 1952 nella Grotta sul Colle di S. Primo (N. ?) è stata registrata una temperatura di 2°C,0 nell'aria entrante e 6°C,6 in quella uscente, mentre il punto più caldo interno ha dato 10°C,2 dopo un percorso di soli 40 m. Si noti la grande quantità di calore che viene sottratta alla roccia dall'aria (la sua velocità all'ingresso era di 0,8-1 m/sec) e il fatto che questo calore non va tutto disperso nell'atmosfera ma viene in parte ceduto un'altra volta alla roccia dalla corrente calda superiore, uscente, che subisce un raffreddamento da 10°C,2 a 0°C,6. Ad opera del mezzo gassoso in movimento nella cavità si effettua dunque un trasporto di calore dagli strati rocciosi inferiori a quelli superiori.

Questa differenza termica fra la roccia inferiore e la superiore di una stessa galleria permane poi, come già detto, nella stagione calda e dà luogo a parallele differenze termiche nell'aria immobile del periodo estivo.

Chiudo questo argomento, che è già incluso nei programmi delle future ricerche per uno studio più esauriente, con la discussione di un tipico esempio di stratificazione termica diretta osservata il 25 luglio 1954 nella piccola dolina che dà accesso alla Grotta Bac N. 49 V. G. Nella fig. 23 è disegnata la sezione della dolina con l'ingresso della grotta e le temperature rilevate dal fondo alla sommità a distanza di 20 cm. Pur considerando che la dolina è tutta ombreggiata da alberi e cespugli che vi crescono, dentro e presso l'orlo, non può non stupire lo sbalzo termico di ben 11°C,7 nel breve spazio di 8 m. (1) Il peso dell'aria presso il fondo della dolina è di Kg. 1,800 per mc e quello dell'aria esterna, a 1 m dal suolo, di Kg 1,1350: sussiste dunque una differenza di ben 45 gr per mc, quasi cinque volte superiore a quella che presentava l'aria esterna per un uguale dislivello. L'incremento di peso nei primi strati è di circa 1,7 gr per mc per ogni 20 m di dislivello! (2)

Queste cifre danno una chiara idea del grado di densità dell'aria interna che riempie la grotta pressapoco come un liquido la bottiglia, limitato al di sopra da una ben definita superficie orizzontale. Questa stabile stratificazione veniva un poco turbata dal vento (circa 5 Km/h) e dalle microvariazioni bariche, come è stato bene messo in evidenza da candele fumogene: è senza dubbio questo il motivo per cui l'incremento termico fra strato e strato varia da 0°C,2 a 1°C,0 invece di essere regolare.

Se può perdurare per tutta la stagione estiva una tale stratificazione termica (0°C,4 in media per ogni 20 cm di dislivello) ciò è senza dubbio dovuto all'alto potere isolante dell'aria (il calore non avanza verso l'interno), e alla sua assai bassa capacità termica. La temperatura massima misurata nel terreno ha raggiunto i 14°C,3 in settembre e quella minima i 3°C,8, con un'escursione di 10°C,5.

1) Il maggiore sbalzo finora rilevato è quello del luglio 1950 nel Pozzo presso Monrupino N. 2679 V. G., che ha però un ingresso della superficie di 1/5 di mq: 14°C,1 in 5 metri.

2) Confrontare le tab. 1-4 che danno i pesi dell'aria a diverse profondità nei pozzi.

Circolazione dell'aria

Le fig. 24 a), b), c) riportano i tre schemi della circolazione fondamentale nelle grotte che comunicano con l'esterno per mezzo di una sola apertura, dette a sacco d'aria. Questa indagine purtroppo ha dovuto limitarsi alle grotte del tipo b) perchè gli altri due tipi nella zona del Carso triestino sono rappresentati solo da alcune cavità di lunghezza assai ridotta e di ampie dimensioni trasversali, che sono troppo turbate dal clima esterno per averne uno proprio caratteristico; perciò un'indagine su di esse non avrebbe avuto nessun significato. Un tipico esempio delle grotte della forma a) è costituito però dal ramo iniziale delle Grotte di Postumia fin oltre la «Testa dell'Elefante». (1)

Circolazione fondamentale invernale nel sacco d'aria aperto in alto

In realtà il fenomeno presenta un andamento un po' diverso e più complesso dello schema classico. In primo luogo la corrente d'aria non raggiunge sempre e regolarmente il fondo perchè l'aria entrante viene via via riscaldata al contatto con la roccia e con gli strati superiori già più caldi: così la sua forza di penetrazione in cavità, che gli viene data dalla densità, si esaurisce a un certo punto, oltre il quale regna la calma. Nei sacchi d'aria che abbiano una certa estensione dunque la corrente invernale raggiunge di volta in volta profondità diverse che dipendono soprattutto da due fattori: la temperatura esterna e quella del suolo e pareti nel primo tratto percorso: a stagione inoltrata e più facile per l'aria penetrare in profondità perchè trova il suolo freddo. Ne segue che la caratteristica prima di questa circolazione è la variabilità, sia per quando riguarda la velocità (da pochi cm fino a più di 1 m/sec.), sia per la profondità che riesce a raggiungere; questa poi varia dal giorno alla notte e con l'avvicendamento dei periodi freddi e caldi. Nelle stagioni di transizione, autunno e primavera, la circolazione è presente solo alla notte, quando la temperatura all'esterno si abbassa sotto il livello di quella interna.

Il movimento tende verso l'uniformità quando l'aria esterna è notevolmente più fredda, ma risulta più irregolare, a sbuffi, quando le due temperature, interna ed esterna, sono abbastanza vicine.

Per quanto riguarda poi la profondità raggiunta dalla corrente è necessario ancora aggiungere che non ha tanta importanza la lunghezza della cavità intesa in senso assoluto quanto il rapporto fra lunghezza e dimensione trasversale. Un esempio classico va citato per tutti: nella Grotta di Padriciano N. 12 V. G. il giorno 5 marzo 1951 la circolazione si spingeva fino al primo salto (punto A). Dopo questo punto era presente una corrente a senso unico — della quale si parlerà in seguito — entrante in tutta la sezione, che nulla ha a vedere con la circolazione a sacco d'aria.

In secondo luogo bisogna ancora mettere in evidenza la grande importanza che hanno le forti riduzioni di sezione agli effetti della circolazione: esse possono anche arrestarla completamente, come nel caso della Grotta presso Samatorza N. 561 V. G.; il giorno 4 marzo 1951 infatti la corrente

1) Cfr.: C. Crestani e F. Anelli - «RICERCHE DI METEOROLOGIA IPOGEA NELLE GROTTA DI POSTUMIA» - Pubbl. N. 143 del Magistrato alle Acque di Venezia.

d'aria si esauriva davanti alla strozzatura (dimensioni $1,25 \times 0,55$) senza riuscire a superarla, con la conseguenza di uno sbalzo termico da $7^{\circ},2$ a $10^{\circ},5$ fra le due estremità della strettoia (vedi diagramma in fig. 4); e la temperatura di fondo, $12^{\circ},2$, trovata immutata anche il 22 aprile 1951, lascia pensare che fin là la circolazione non arrivi mai.

Le cavità che hanno uno stretto ingresso — siano esse grotte a sé o diramazioni secondarie di cavità maggiori o gallerie principali che fanno seguito a una strozzatura — presentano una circolazione assai limitata o addirittura del tutto assente. Esempi di eccezionale valore sono le tre grotte particolarmente calde dianzi citate (Grotta di S. Lorenzo N. 605 V. G., Pozzo presso Villa Opicina N. 527 V. G., Grotta presso Sgonico N. ?), tanto eccezionali che lasciano perplessi: indubbiamente è solo con una assenza totale di circolazione che si possono spiegare quei $13^{\circ},0$ (e 98% di umidità) di temperatura interna a soli 5 m di profondità), ma per quale motivo una sezione della superficie di $1/5$ di mq può impedire la discesa dell'aria esterna che pesa ben 38 gr per mc più dell'interna? Anche lo studio di questo fenomeno è compreso nei futuri programmi di ricerca.

Circolazione estiva nel sacco d'aria aperto in alto

Quanto è stato detto finora riguarda la classica circolazione fondamentale propria del sacco d'aria nella stagione fredda e nelle stagioni di transizione, già nota da lungo tempo: ma un fatto nuovo si viene ad aggiungere, messo in evidenza dalle meticolose ricerche condotte: la circolazione estiva del sacco d'aria aperto in alto, assai meno appariscente eppure non per questo meno reale. Il fenomeno appare in tutta la sua logicità se si tiene presente la forma caratteristica del diagramma estivo: le masse più fredde che si trovano a una certa profondità cominciano a scendere verso il basso se la loro densità supera un dato valore critico e si effettua così uno scambio convettivo fra la zona fredda e la zona calda di fondo: è proprio questa la circolazione caratteristica estiva dei sacchi d'aria aperti in alto. Essa è più accentuata nel periodo primaverile (esempio: Abisso presso Monrupino N. 155 V. G., il 21 marzo 1954: differenza termica interna $3^{\circ},5$, corrente convettiva di 10-20 cm/sec.), quando la temperatura interna è in fase di assestamento dopo la perturbazione invernale; in questo periodo si sostituisce anzi, in certe circostanze, a quella fondamentale, durante il giorno. Si attenua invece con l'avanzare della stagione fino ad esaurirsi in certe grotte, mentre permane in altre — debolissima — fino all'autunno. In certi casi il movimento dell'aria si presenta uniforme, in altri irregolare, a sbuffi, come se a tratti si rompesse un sottile stato di equilibrio. Alcuni esempi:

Grotta Bac N. 49 V. G., tra i punti 5 e 6:

il 12 aprile 1953, 3-4 cm/sec.

l'1 settembre 1952, idem

il 12 ottobre 1952, 10 cm/sec.

il 25 luglio 1954, 2-3 cm/sec.

Durante queste due ultime osservazioni la differenza termica fra i due punti era di circa 1 grado.

Abisso presso Villa Opicina N. 149 V. G., il 12 novembre 1950: dal fondo fino a 40 m di altezza, differenza termica $1^{\circ},4$, pochi cm/sec.

Grotta presso il Cimitero di Basovizza N. 23 V. G., il 27 luglio 1950; nei primi 100 m di galleria dopo il pozzo di accesso, differenza termica $0^{\circ},9$, velocità 10-15 cm/sec.

Abisso di Villa Opicina N. 185 V. G. il 9 agosto 1953: lungo tutto il pozzo, circa 25-30 cm/sec.

Va ricordato ancora che in certi pozzi — seno già stati riportati alcuni esempi — la temperatura dell'aria si stabilizza abbastanza presto su certi valori che permettono una stabile stratificazione inversa, e allora ogni circolazione cessa.

Anche fra le diramazioni secondarie e le cavità principali sussiste una circolazione estiva per il fatto che la temperatura in esse è di norma più alta. Un bell'esempio è il caso dell'Abisso di Villa Opicina N. 185 V. G.: sul ripiano a 100 m di profondità — base del pozzo iniziale — il giorno 15 aprile 1951 è stata notata una differenza di $0^{\circ},6$ fra due punti distanti appena 3 m, uno dei quali però veniva investito dalla corrente calda risalente la diramazione secondaria. Si può citare ancora la stretta galleria laterale che si stacca dalla caverna centrale del Pozzo tra Gabrovizza e Sgonico N. 163 V. G.: l'11 luglio 1954 infatti l'aria si muoveva con una velocità di 4-5 cm/sec. scorrendo dalla caverna (temperatura $9^{\circ},9$) verso il fondo della galleria laterale, dove la temperatura raggiungeva gli $11^{\circ},6$.

Succede anche talvolta che una diramazione secondaria, o il tratto finale di una galleria principale, si comportino come grotte a sè, con circolazione tutta propria, per le quali il clima «esterno» è quello delle cavità in cui sboccano. E' questo, ad esempio, il caso delle due cavernette finali in salita della Grotta Bac N. 49 V. G. che funzionano praticamente come grotte calde rispetto ai vani che le precedono.

Circolazione di base

Oltre alle forme fin qui descritte sono state notate altre circolazioni che non si possono inquadrare nei tipi precedenti: si tratta di bocche soffianti e di movimenti a senso unico interessanti l'intera cavità, come avviene in un tubo di vento. Riporto qui i dati rilevati. Oltre a questi casi però ve ne sono ancora degli altri, stando a cenni trovati in precedenti pubblicazioni di carattere speleologico sulla zona del Carso triestino.

Grotta di Padriciano N. 12 V. G.

15 marzo 1950: corrente entrante che prosegue oltre il punto dove cessa la circolazione a sacco d'aria e si infila nel cunicolo terminale con una velocità di quasi 1 m/sec. il volume dell'aria entrante risulta uguale a circa 3.000 mc all'ora!

In un'osservazione successiva (i dati sono malauguratamente andati perduti) la corrente risultava ancora entrante, ma con minore intensità.

24 gennaio 1953: corrente entrante, velocità 0,20-0,25 m/sec; volume circa 700 mc all'ora.

E' da notare che qualche decennio fa in questa grotta sono stati intrapresi notevoli lavori di assestamento del pietrame presente nel cunicolo terminale perchè il movimento dell'aria aveva fatto sorgere la speranza di scoprire altre gallerie comunicanti addirittura col Timavo.

Abisso a Nord di Ferneti «C. Debeljak» N. 3901 V. G. Le osservazioni sono state fatte in corrispondenza della fessura di circa 0,3 mq che mette

in comunicazione il pozzetto iniziale d'ingresso con il successivo pozzo interno di 100 m.

19 ottobre 1952: corrente uscente di 0,25 m/sec.

24 gennaio 1954: corrente entrante di 0,25-0,30 m/sec.

4 aprile 1954: corrente uscente di 0,10-0,15 m/sec con massimi di 0,4 m/sec.

Grotta del Cibic N. 1 V. G. E' nota da tempo la forte corrente d'aria che esce da due aperture presso l'ingresso.

24 gennaio 1953: il fumo di un lampo al magnesio sparisce tutto all'interno, tra le fessure della volta.

Abisso presso Monrupino N. 155 V. G.:

21 marzo 1954: a 140 m di profondità da una fessura sulla parete, alla quale non era possibile accostare la scala, esce una forte corrente (bocca soffiante).

Abisso presso Villa Opicina N. 149 V. G.

27 giugno 1954: a 55 m di profondità una bocca soffiante emette aria con una velocità di 0,8-1 m/sec.

Abisso presso Ferneti N. 88 V. G.

Una colonna d'aria uscente è stata notata dal dott. W. Maucci nella stagione invernale.

Poichè non è stata riscontrata una chiara corrispondenza fra i moti dell'aria sopra descritti e l'andamento delle variazioni bariche esterne, è da escludere a priori che si tratti del noto fenomeno delle cavità barometro, che in questi casi, assai estese, dovrebbero comunicare con le grotte citate per mezzo di aperture impraticabili. Non resta allora, per spiegare il fatto, che ammettere l'esistenza di una circolazione più o meno diffusa nelle fessure e cavità del sottosuolo; per brevità chiamerò questa «circolazione di base».

Fenomeni simili sono già stati notati in molte altre località. (1)

Ma non è agevole spiegare una tale circolazione dentro un piatto tavoliere calcareo senza notevoli rilievi montuosi marginali e tamponato a Sud-Ovest, lungo il mare e poi le valli di S. Giovanni e Longera, da una compatta formazione arenaceo-marnosa (vedi fig. 2) che toglie ogni possibilità di comunicazioni con l'esterno a bassa quota ed esclude così ogni possibilità di esistenza per i tubi di vento; questi d'altra parte non potrebbero spiegare tutti i casi perchè il movimento dell'aria è risultato a volte contrario a quello che avrebbe dovuto essere tenuto conto della stagione.

La spiegazione più plausibile per questa circolazione di base rimane dunque pur sempre quella, avanzata già da tempo, che si appoggia sulla presenza e sul movimento delle acque sotterranee. Intendo parlare sia delle acque meteoriche, che penetrando per gravità nel minuto ed esteso sistema di fessure e piccole cavità proprie del sottosuolo carsico ne cacciano l'aria (che poi ritorna in posto), sia delle variazioni di livello del fiume Timavo, che generano nella Grotta di Trebiciano fortissime correnti. E bisogna aggiun-

1) Cfr. anche le estese citazioni del dott. F. Anelli nella parte quarta dell'opera citata. Sono noti inoltre i casi tipici del Massif de la Hennemorte e de la Paloumère, nell'alta Garonna.

gere che in base alle vedute moderne (2) il Timavo non segue un unico alveo, ma scorre in diverse gallerie più o meno distanziate tra loro, mentre un altro fiume addirittura scorrerebbe più a Sud, verso le colline marginali dell'altipiano, per congiungersi col Timavo nella zona di Monrupino. (3)

Così frazionate le acque sotterranee possono certamente, con le loro variazioni di livello, essere causa di una circolazione anemoscopica diffusa nel sottosuolo e interessante proprio le zone nelle quali si aprono le sei cavità in oggetto.

La possibile relazione dei fatti anemoscopici sopra esposti con il livello delle acque sotterranee è stata messa in evidenza anche da vari studiosi che si sono occupati in passato dei fenomeni carsici della zona, ma non risulta che siano mai stati condotti esperimenti e ricerche sistematiche per definire meglio questi movimenti dell'aria nel loro intimo meccanismo. E' perciò inclusa nei programmi futuri una serie di osservazioni simultanee, comprendenti un lungo periodo di tempo, nelle cavità sopra elencate e all'ingresso della Grotta di Trebiciano per avere un quadro generale del fenomeno. Non sembra probabile che le osservazioni diano immediati e chiari risultati perchè il movimento delle acque sotterranee scorrenti in vani di svariate dimensioni e forme irregolari è alquanto complesso, così che non si può certo sperare in un abbassamento o innalzamento contemporaneo in tutta la zona interessata, con conseguente formazione di correnti d'aria tutte entranti o tutte uscenti.

Nè si devono dimenticare le perturbazioni dovute alle acque meteoriche, che riguardano spesso solo singole località, e alle variazioni bariche. La Caverna Lindner, nella Grotta di Trebiciano, ha poi un volume di circa 250 mila mc e perciò si comporta come una grande cavità barometro: questo fatto complica alquanto le cose.

Umidità dell'aria

E' noto ormai che l'umidità relativa dell'aria nelle grotte si mantiene su valori assai vicini al 100% fino a pochi metri dall'ingresso. In particolare nelle grotte esaminate i valori rilevati sono generalmente compresi fra il 97 e il 100% — nella stagione estiva — con punte che si abbassano fino al 90%. L'umidità apparente delle pareti — veli d'acqua, goccioline di condensazione e stillicidio — non è risultata però in diretta relazione con lo stato igrometrico dell'aria poichè più volte questa è risultata satura in caverne e pozzi dalle pareti abbastanza asciutte e viceversa. Il fatto però si spiega facilmente in base alla considerazione che la tensione propria del vapore acqueo è causa della sua uniforme diffusione nella cavità.

Durante la stagione invernale però si nota un sensibile abbassamento dell'umidità relativa interna dovuta alla circolazione anemoscopica stagionale che porta nel sottosuolo notevoli quantità di aria più secca. Il diagramma

2) Queste vedute si basano su alcune ricerche gravimetriche nella zona che segue il sifone a valle della Caverna Lindner e sulle osservazioni fatte dalla Sezione Geo-speleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali, in occasione del forzamento del sifone a monte.

3) Cfr. C. D'Ambrosi: «Osservazioni geo-idrologiche preliminari presso Trieste» - Bollettino della Soc. Adr. di Scienze Naturali - Vol. XLVI, 1951-52 - Trieste.

in fig. 26 rappresenta l'umidità estiva e quella invernale del Pozzo dell'Elmo N. 2696 V. G. presso Monrupino. Una visione generale del fenomeno si può avere anche consultando i dati riportati sui diagrammi della Grotta Bac N. 49 V. G. (fig. 27).

I valori più bassi registrati sono quelli del 4 marzo 1951 nella Grotta di Samatorza N. 561 V. G. (vedi il diagramma termico in fig. 4). Durante la stagione invernale la circolazione esplica una vera e propria azione prosciugante delle pareti, più o meno attiva, secondo le condizioni igroscopiche dell'aria entrante e la sua velocità. Per inquadrare entro limiti più precisi il fenomeno si possono citare i dati relativi alla Grotta sul Colle di S. Primo (N. ?), del 7 dicembre 1953: aria entrante con velocità media di m 0,9 al secondo su una sezione di circa 6 mq, avente una temperatura di 2°0 e una umidità del 52%; aria uscente con velocità media di 0,5 m/sec su una sezione di circa 11 mq, avente una temperatura di 6°6 e una umidità del 95%; da un calcolo approssimativo risulta che questa circolazione estrae dalla grotta circa 9 litri di acqua all'ora, che diventano 216 nelle 24 ore. Questo esempio, che non costituisce certamente un massimo, dà una chiara idea della quantità d'acqua che può venire estratta dai sacchi d'aria per effetto della circolazione fondamentale invernale. Nei tubi di vento le quantità possono essere ben maggiori, ma il fenomeno è dotato di invertibilità poichè l'aria estiva calda e umida a contatto con le pareti si raffredda cedendo acqua. Nelle grotte a sacco d'aria questo apporto d'acqua estivo non avviene mai perchè in questa stagione l'aria non entra, eccezion fatta per le grandi cavità barometro (Grotta Gigante N. 2 V. G. e Grotta di Trebiciano N. 17 V. G. (1); in quest'ultima si somma l'azione di pompa del Timavo); un apporto limitato si ha anche nei casi della Grotta di Padriciano N. 12 V. G. e nell'Abisso «Carlo Debeljak» N. 3901 V. G. a causa della speciale circolazione che presentano.

Due argomenti ancora meritano attenzione: il raffreddamento prodotto dall'evaporazione dell'acqua che imbeve le pareti e la perdita di vapore acqueo attraverso l'ingresso delle cavità.

Le correnti invernali nei sacchi d'aria oltre che sottrarre calore alla roccia per il fatto che sono fredde producono in essa abbassamenti termici per l'attiva evaporazione di cui possono essere la causa, più marcati vicino all'ingresso e via via smorzati in profondità, secondo gli stati igrometrici. Con ogni probabilità è così che si può spiegare ad esempio la decisa inflessione in basso del diagramma termico della roccia (misure di superficie) nella Grotta Bac N. 49 V. G. il giorno 12 ottobre 1952 (vedi fig. 27 diagramma II): suolo esterno 12°3, terreno e roccia all'ingresso 7°7, suolo e parete a 30 m all'interno 9°0 e 9°4; in tutto il tratto la temperatura dell'aria era di 9°3; umidità 55% esterna, 75% subito dopo l'ingresso, 86% a 30 m all'interno: corrente tipica stagionale. L'acqua è stata dunque assorbita dal terreno e dalla roccia dell'ingresso che si sono raffreddati in seguito all'evaporazione.

1) Il dott. W. Maucci ha addirittura avanzato l'ipotesi che la serie dei 17 pozzi colleganti la Caverna Linder con l'esterno sia dovuta, oltre che all'azione delle acque meteoriche, anche a quella delle acque di condensazione provenienti dall'aria aspirata attraverso una preesistente serie di fessure. L'ipotesi appare assai verosimile.

Passando al secondo argomento — la perdita di vapore acqueo attraverso l'orificio delle cavità — bisogna dire che il fenomeno non è stato ancora bene esaminato, ma ne è solo stata dedotta l'esistenza in base alla considerazione che per effetto della sua tensione il vapore acqueo tende ad espandersi nell'aria esterna. La conseguenza sarebbe una lenta e continua sottrazione di acqua dalle pareti perdurante tutto l'anno, ma più accentuata nella stagione estiva.

La temperatura della roccia

E' stato già descritto il metodo usato per misurare la temperatura di superficie della roccia: bisogna ancora aggiungere che poichè lo spessore termicamente esplorato con l'introduzione del bulbo nel foro è di circa 12-13 mm, per temperatura di superficie si deve intendere il valore termico medio di questo strato che è quello dato dal termometro e che si può ritenere praticamente uniforme dato il piccolo spessore considerato e i moderati movimenti termici.

I rilievi della temperatura della roccia sono stati fatti in due grotte a sviluppo suborizzontale e mancano quindi totalmente dati relativi a pozzi, che pure sarebbero così interessanti in considerazione delle loro stratificazioni termiche. Ma non è certo agevole lavorare col trapano su una mobile scala che non offre uno stabile appoggio. Le due grotte sono quella di Padriano N. 12 V. G. e la Bac N. 49 V. G.; nella seconda è stata seguita la variazione stagionale delle temperature con sette rilievi complessivi (1); la fig. 27 riporta i diagrammi più importanti, relativi alla fine della stagione calda e rispettivamente della stagione fredda.

Il 1° settembre 1952 pareti e contenuto gassoso avevano la stessa temperatura. Questo perfetto equilibrio termico è dovuto indubbiamente al fatto che durante il periodo estivo — nel quale la grotta si comporta come cavità chiusa — non provengono perturbazioni termiche dall'esterno e quindi l'aria ha tutto il tempo di assumere la temperatura della roccia che la contiene. Le trascurabili differenze di 1 o al massimo 2 decimi di grado possono essere in parte reali e in parte dovute ai normali errori strumentali.

Il 12 ottobre 1952, a 40 giorni di distanza, si notava un notevole abbassamento della temperatura del terreno, per effetto della già iniziata circolazione anemoscopica, interessante la galleria fino al punto 4. Come risulta evidente anche dai diagrammi in fig. 28 l'abbassamento è maggiore vicino all'ingresso, dove più attivo è lo scambio termico con l'aria, e si smorza verso l'interno.

Il 24 gennaio 1953, dopo un periodo abbastanza rigido, dava i valori minimi: il forte raffreddamento aveva raggiunto il punto 7, arrestandosi però prima dell'8 perchè le masse d'aria fredda non riescono a superare il dislivello positivo fra questi due punti. Un fatto che a prima vista può sorprendere: l'aria interna è più calda sia dell'esterna che del suolo interno: quale

1) Potranno sembrare pochi, ma occorre ricordare che oggetto di questa campagna meteorologica è stata un'indagine estesa a quante più grotte era possibile esaminare per rendersi conto dell'andamento generale dei fenomeni meteorologici nell'insieme delle cavità. E' anche possibile farsi un'idea delle variazioni termiche solo cogliendo le loro fasi essenziali dato che quelle di transizione sono deducibili per interpolazione.

può essere il motivo? Al contatto con le pareti, che in alto sono più calde, l'aria ha subito un riscaldamento altrimenti inspiegabile. Anche in altri casi infatti si è osservato che con basse temperature esterne entra nella cavità una sottile e veloce lama d'aria fredda scorrente presso il suolo, mentre quella uscente calda occupa una sezione maggiore ed è più lenta (vedi anche la Grotta sul Colle di S. Primo citata più sopra). Per questo motivo il suolo si raffredda maggiormente e nel corso della stagione invernale la sua temperatura si differenzia sempre più da quella delle pareti alte, specialmente nelle zone prossime all'ingresso, dove l'aria calda uscente cede calore; durante la stagione estiva poi lentamente la temperatura tende a raggiungere l'uniformità (vedi diagramma del 1° settembre 1952).

Il diagramma del 12 aprile 1953 è una forma di transizione. Il suolo si è riscaldato e il distacco fra la sua temperatura e quella dell'aria è minore. Notare il rialzamento del ramo iniziale: il punto più freddo, 6°6, rimane all'interno.

Temperature rilevate nella Grotta Bac N. 49 V. G. il 25 luglio 1954.

P	Aria		Suolo argilloso			Roccia	
	A	B					
1	25°6	18°6	25°7	25°6	27°6	26°0	—
2	13°4	12°8	13°2	12°4	12°3	13°8	14°8
3	9°4	8°9	8°6	8°6	8°7	8°6	8°8
4	9°0	8°7	8°3	8°5	8°4	8°4	8°6
5	8°8	8°6	8°7	8°4	8°6	8°7	8°6
6	10°0	9°5	9°0	9°0	8°9	9°2	9°3
7	11°0	10°6	10°3	10°0	10°3	10°8	10°4
8	11°2	10°9	11°0	10°9	11°8	10°9	11°2
9	11°4	11°2	11°3	13°6	11°0	11°1	11°2
				13°0			

Tabella 6.

Le temperature sottolineate sono state assunte in alto, vicino alla volta.

Sopra il punto 4, a 7 m di altezza, la roccia ha dato 8°8 e l'acqua di una piccola vaschetta 9°0. Nella Caverna presso il punto 8 l'aria, a 3 m d'altezza, aveva una temperatura di 11°4.

La tabella 6 riporta, a titolo di esempio, uno dei rilievi termici eseguiti nella Grotta Bac, e precisamente quello del giorno 25 luglio 1954; per ogni punto si è tracciata una sezione trasversale immaginaria e in corrispondenza di essa sono state eseguite tre misure nel suolo argilloso e due — una da una parte e una dall'altra — sulla roccia della parete, a circa 1 m dal suolo. Ove è stato possibile si è misurata la temperatura in alto.

Si osservi il maggior livello di calore della roccia presso la volta, che coincide con quello dell'aria; assai significativi sono i due dati relativi alla volta in corrispondenza dell'ingresso (13°8 e 14°8), il più alto dei quali si trova sempre nella corrente calda uscente. Il suolo e la roccia a 1 m d'altezza sono ancora un po' freddi (l'inverno 1953-54 è stato particolarmente rigido), ma in fase di riscaldamento. A pochi metri di distanza la temperatura del

suolo, come si vede, può variare anche di 0,4: si tratta indubbiamente di effetti dovuti alla circolazione dell'acqua di imbibizione.

I diagrammi in fig. 28 rappresentano le variazioni termiche stagionali del suolo dei punti dal 2 al 9; è assai evidente il progressivo smorzamento dell'escursione annua via via che la distanza dall'ingresso aumenta. La forma dei diagrammi 8 e 9 è nettamente diversa dalle precedenti perchè il corrispondente ramo è in leggera salita e le masse fredde invernali non lo risalgono. La caverna del punto 8 si mantiene praticamente a temperatura costante, mentre la successiva (punto 9) risente indubbiamente delle variazioni termiche di superficie dato che solo 7 m di roccia la separano dall'esterno.

Le serie termiche del suolo rilevate nella Grotta di Padriciano N. 12 V. G. presentano un andamento analogo a quello descritto per la Grotta Bac N. 49 V. G., perciò si può ritenere che essa presenti un comportamento comune a tutte le cavità a sacco d'aria con sviluppo suborizzontale.

Nulla di simile è stato fatto negli abissi verticali a causa delle ovvie difficoltà tecniche. Un fatto comunque è certo: almeno nella tarda stagione estiva, quando le temperature sono già assestate, la stratificazione inversa dell'aria è stabile e non si notano circolazioni di sorta, i valori termici misurati nell'aria sono certamente uguali a quelli della roccia come riscontrato l'1 settembre 1952 nella Grotta Bac N. 49 V. G., e come ci suggerisce la logica, poichè l'aria immobile da mesi dentro una cavità non può mantenere un livello di calore diverso da quello delle pareti che la contengono. Perciò i diagrammi termici della roccia negli abissi verticali con grande probabilità verso la fine della stagione estiva si identificano con quelli delle cavità suborizzontali e sono quindi deducibili dall'esame dello stato di calore dell'aria.

La temperatura dell'acqua in grotta

Le piccole pozze profonde fino a 1 cm o poco più hanno dato in genere una temperatura sensibilmente uguale a quella della roccia e del suolo, mentre le maggiori, profonde fino a 1 o più decimetri, hanno generalmente presentato temperature inferiori di 0°, 2-0°, 3 rispetto a quelle del suolo circostante, ma non troppo vicino.

Indubbiamente la prima spiegazione che si presenta per giustificare queste differenze di temperatura è basata sul raffreddamento prodotto dalla evaporazione, ma una successiva riflessione ci porta alla considerazione che questo non può essere sempre vero: infatti se una evaporazione può sussistere durante il periodo invernale in seguito al passaggio sull'acqua di masse d'aria non satura proveniente dall'esterno, non è ben chiaro però come l'evaporazione possa continuare attiva durante l'estate, in presenza di aria immobile e satura o quasi satura: è vero che in questi casi la temperatura del bulbo bagnato dello psicometro si mantiene anche di 2-3/10 più bassa di quello asciutto, ma non bisogna dimenticare che esso è lambito da una corrente di 3 m/sec, la quale attiva l'evaporazione. Forse la ragione del fenomeno sta nel fatto che l'acqua ha un alto calore specifico e perciò quando si trova raccolta in vasche di un certo volume il lento ed uniforme flusso di calore proveniente dalla roccia più interna non riesce a portare l'acqua

allo stesso livello termico del suolo: In altre parole, l'acqua ha bisogno di una maggiore quantità di calore della roccia per raggiungere la stessa temperatura e siccome ne riceve nella stessa misura, la sua temperatura, durante la fase di riscaldamento estivo, rimane sempre più bassa.

Questa ipotesi sarebbe avvalorata anche dal fatto che nella Grotta Bae le temperature di superficie rilevate su roccia molto bagnata, con aria satura o quasi e immobile, sono risultate inferiori a quelle assunte sulla roccia asciutta. Per lo stesso motivo del calore specifico dunque la roccia imbevuta d'acqua avrebbe bisogno di una maggiore quantità di calore per riscaldarsi e risulterebbe quindi costantemente più fredda di quella asciutta data l'uniforme alimentazione proveniente dagli strati più interni.

Gli scambi termici fra l'aria e la roccia

E' giunto il momento ora di porre una seconda serie di interrogativi: da dove proviene il calore che d'estate riscalda l'aria e la roccia? Perchè rimane una zona fredda a una certa profondità? Perchè sussiste un ritardo di fase fra i massimi interni e quelli esterni? Esiste anche un analogo ritardo dei minimi?

Vediamo di discutere questi interrogativi seguendo l'ordine nel quale sono stati posti.

E' chiaro che d'inverno il raffreddamento delle cavità avviene ad opera delle correnti fredde entranti; ma nella fase di riscaldamento estivo il calore proviene dall'aria esterna o dalla roccia? Diversi Autori non hanno nemmeno posto in dubbio che il riscaldamento non provenisse dall'esterno per conduzione e convezione, ma da un'indagine più accurata risulta che questo può essere vero solo in piccola parte; esistono infatti cavità anche assai grandi che comunicano con l'esterno per mezzo di piccoli ingressi: non si vede come l'aria, la quale ha una capacità termica assai ridotta ed è un ottimo isolante, possa attraverso essi portare all'interno per conduzione tanto calore da far aumentare di 2-3 gradi e più la temperatura di centinaia e centinaia di metri cubi di roccia umida avente un alto calore specifico. Anche di più però dicono le marcatissime stratificazioni termiche dirette, proprie della zona d'ingresso. La fig. 23 e le tab. 1-4 confermano in modo assai evidente che non vi possono essere sensibili scambi convettivi con l'interno data la forte differenza di peso specifico tra l'aria interna e quella esterna: anche la penetrazione di calore per conduzione risulta irrisoria; può interessare al più solo un tratto iniziale.

Infine, poichè sussiste sempre una zona fredda a una certa distanza dall'ingresso, è chiaro che se il calore provenisse dall'esterno questa verrebbe abbastanza presto eliminata.

Si può ben affermare perciò che quando cessano le circolazioni d'aria invernali ogni scambio termico tra l'esterno e l'interno è assolutamente sospeso, eccezion fatta per i primi metri, dove l'apporto di calore per conduzione può anche essere favorito dal vento e dalle variazioni bariche (ogni sacco d'aria è in sostanza una cavità barometro).

Dunque si deve concludere che il riscaldamento estivo avviene quasi totalmente ad opera della roccia la quale, funzionando da fattore termore-

golatore (1) tende a dare ad ogni punto della cavità una temperatura omogenea, eliminando tutte quelle differenze termiche prodotte dalla circolazione invernale sul suolo e sulle pareti.

Questo fenomeno è espresso abbastanza chiaramente dai diagrammi della Grotta Noè N. 90 V. G. Essa è costituita da un unico vastissimo pozzo di accesso, avente una sezione d'imbocco di circa 600 mq e profondo 60 m, che mette in comunicazione con la superficie tre grandi diramazioni. La più ampia per dimensione trasversale è la Sud-Ovest; seguono in ordine la Nord-Est e infine la terza, che si riversa in un pozzo di 29 m. Ebbene, durante il periodo freddo i diagrammi di queste diramazioni tendono a divergere in relazione alle loro dimensioni: a maggiore ampiezza corrisponde un maggiore raffreddamento; durante il periodo caldo invece i diagrammi delle tre diramazioni risultano notevolmente ravvicinati fra loro, appunto perchè la roccia comunica la sua temperatura all'aria, portandola gradatamente verso l'uniformità termica propria del sottosuolo. (Vedi fig. 10)

Limitatamente a una zona prossima all'ingresso sussiste però anche un'azione riscaldante da parte dell'aria verso la roccia: essa ha luogo durante tutto il periodo invernale nella parte più alta delle gallerie vicino all'ingresso, lambita dalla corrente calda uscente (esempio: Grotta sul Colle di San Primo, 7 dicembre 1953: temperatura di fondo 10°2, dell'aria uscente 6°6; calore ceduto 3°6) e pure sul suolo freddo del tratto iniziale nel periodo primaverile quando la temperatura esterna comincia ad innalzarsi; consultando infatti il diagramma termico del suolo e dell'aria del 12 aprile 1953 della Grotta Bac (fig. 27) si riconosce distintamente un rialzamento iniziale del primo (7°1), dovuto senza dubbio alla circolazione notturna, che però non riusciva a penetrare fino al punto 2 perchè non sufficientemente fredda. Fenomeni combinati di conduzione e di circolazione d'aria relativamente calda — notturna, primaverile — opererebbero dunque il risollevarimento del diagramma termico del suolo nel tratto iniziale della cavità, in aggiunta al movimento uniforme interessante anche la parte più interna e dovuto al calore terrestre. Aggiungendo ancora le variazioni termiche stagionali del terreno che si fanno sentire dalla superficie fino a una certa profondità si vede che il tratto iniziale delle cavità gode di apporti termici di diversa natura che non giungono invece nel tratto successivo, il quale beneficia solo del calore terrestre e rimane quindi più freddo. La zona di fondo delle cavità rimane invece più calda perchè tale è anche nella stagione più fredda. Si delinea così il caratteristico diagramma estivo incavato.

Dopo il raffreddamento invernale le cavità a sacco d'aria aperte in alto vengono dunque pressochè totalmente riscaldate dalla roccia: esse devono essere considerate come un meccanismo che sottrae il calore interno della terra per riversarlo nell'atmosfera: il bilancio termico si mantiene su un costante passivo per la roccia e questo è il motivo per cui le grotte presentano temperature più basse di quelle indicate dai gradienti geotermici. Qui sorge spontanea una domanda: allora nel corso degli anni le cavità si raffreddano sempre di più? Difficile è rispondere: sembra probabile però

1) Cfr. anche: F. Vercelli — «Il regime termico delle Grotte di San Canziano» — «LE GROTTI D'ITALIA» — Aprile-Giugno 1931.

che ciò, a millenni di distanza dalla loro genesi, non avvenga più, almeno in misura apprezzabile; deve essersi costituito cioè un equilibrio fra l'erogazione delle cavità e l'alimentazione proveniente dall'interno della terra. Il problema si riconduce quindi ad un altro ben più vasto: il raffreddamento terrestre.

La conseguenza diretta di queste conclusioni è che la temperatura della roccia in profondità deve sempre essere superiore a quella di superficie. La verifica sperimentale perciò doveva essere fatta con dei geotermometri, che il G.T.S. però non ha potuto acquistare per mancanza di mezzi (1). Osservazioni di questo tipo però sono state condotte nelle Grotte di Postumia (2), di San Canziano (3) e nella Grotta Gigante N. 2 V. G. (4).

Una breve commento sui dati ivi assunti si rende necessario.

Grotte di Postumia. — Con le temperature misurate al Pulpito nell'aria e nella roccia a 10, a 30, 60, 120 cm di profondità ho costruito la serie di diagrammi in fig. 29; le ascisse rappresentano profondità nella roccia, le ordinate temperature. Prima di proseguire bisogna ricordare ancora che il ramo iniziale delle Grotte di Postumia -- nel quale resta compreso il Pulpito -- è un sacco d'aria orizzontale con attiva circolazione sia invernale che estiva (a senso inverso) e che perciò durante l'estate l'aria calda entrante in alto porta all'interno una notevole quantità di calore.

Ebbene, nei mesi di dicembre, novembre, gennaio, febbraio e marzo il diagramma presenta una costante e accentuata flessione in basso verso la parte esterna della roccia, mentre -- sempre mantenendo tale forma -- si abbassa tutto, compreso il punto più interno, la cui temperatura scende da 9^o,6 a 7^o,4: questo comportamento dimostra con immediata evidenza che sussiste un continuo flusso di calore dall'interno della roccia verso la sua superficie. Poichè nel periodo indicato il ramo iniziale delle Grotte di Postumia si comporta come un sacco d'aria aperto in alto (5) si può certamente ritenere che questo flusso di calore abbia carattere generale, cioè si verifichi in tutti gli altri sacchi d'aria aperti in alto.

I dati relativi ai geotermometri collocati presso il Sepolcro e al Monte Calvario non sono riportati per intero nell'opera citata, perciò nulla si può dire su di essi.

Grotte di San Canziano. — Tre sole misure furono fatte: una in un foro profondo mezzo metro (12^o,5) e due alla profondità di 1 m, l'una in un foro contenente acqua (12^o,4) e l'altra in uno asciutto (12^o,6). I geotermometri furono sistemati nella Grotta del Silenzio; manca la contemporanea temperatura dell'aria, che in quel luogo presenta una escursione annua di 1^o,5. Questi tre soli dati non ci possono essere di aiuto.

Grotta Gigante N. 2 V. G. — Nel punto più profondo della grotta,

1) Per uno studio esauriente del sacco d'aria i geotermometri dovrebbero essere collocati almeno in tre punti (presso l'ingresso, a metà e sul fondo della cavità), in numero di tre per ogni punto, a diverse profondità, più un termometro applicato in superficie secondo il sistema già descritto.

2) Opera citata. 3) Op. citata.

4) Cfr. S. Polli: «Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste» — «ALPI GIULIE» — N° unico 1953.

5) Sussiste anche una limitata circolazione a tubo di vento.

circa 119 m, sono state fatte 33 osservazioni a distanza di 15 giorni l'una dall'altra alla profondità, nella roccia, di 43 cm. Le temperature variano da 9°₃ a 9°₈, mentre quelle dell'aria vicina, che non presenta una marcata circolazione stagionale, si mantiene generalmente più alta di 2/10 in media. Il fenomeno starebbe a dimostrare che in questo caso almeno la roccia invece di cedere calore all'aria ne riceve durante tutto l'anno, fatto contrastante con le conclusioni raggiunte più sopra. E' possibile che in questo caso un'attiva circolazione idrica interna perturbi lo stato termico della roccia, ma ciò non risolve certamente il problema. Forse un po' di luce faranno i dati del geotermometro sistemato a m 1,20 di profondità. Importante sarebbe pure eseguire misure del genere in altri punti della cavità per avere una risposta più completa. Anche come sacco d'aria questa enorme grotta presenta un comportamento del tutto particolare.

I soli dati che dimostrino sperimentalmente il flusso di calore dalla roccia all'aria sono dunque quelli relativi alle Grotte di Postumia, che valgono per il periodo invernale. Ma in base alle ragioni più sopra accennate è necessario pure ammettere l'esistenza di un analogo flusso nella stagione estiva, il quale permette anche di spiegare lo spostamento di fase tra i massimi termici interni e quelli esterni: finchè non cominciano infatti a penetrare le prime masse d'aria fredda la roccia continua sempre a riscaldare l'aria, mentre quella esterna, con l'avanzare della stagione, si raffredda. I massimi esterni si hanno alla fine di luglio (circa 30 gradi), ma finchè la temperatura non scende fino agli 8-10 gradi (fine settembre, ottobre) le cavità restano chiuse e continuano per conto proprio a riscaldarsi.

Il minimo interno invece generalmente non ha una data definita: si può presentare anche in dicembre (esempio: Grotta sul Colle di San Primo, diagramma del 7 dicembre 1952, fig. 22) ed è dovuta a temporanei e forti abbassamenti di temperatura esterni che instaurano istantaneamente all'interno una attiva circolazione con conseguente refrigerazione, alla quale partecipa il suolo e la parte bassa delle pareti; cessata la perturbazione, la temperatura si risollewa alquanto (confronta ad esempio i diagrammi del 29 gennaio 1950 e del 12 febbraio 1950 della Grotta Azzurra di Samatorza N. 257 V. G.) in armonia con l'aumento di quella esterna.

Quando l'ingresso è dunque sufficientemente ampio, tanto da non ostacolare seriamente la circolazione d'aria invernale, la cavità partecipa prontamente alle variazioni termiche esterne e i suoi minimi sono contemporanei a quelli di superficie.

Un po' diversa, e non ancora esaminata, si presenta la questione delle cavità che hanno uno stretto ingresso, attraverso il quale l'aria fredda invernale non riesce a penetrare, almeno in quantità sufficiente a modificare prontamente il clima interno. Sono un esempio le tre cavità particolarmente calde già citate.

Conclusione

Un vasto lavoro è stato svolto, molte questioni di meteorologia ipogea sono state portate alla luce, alcune sufficientemente studiate, altre no; molto resta ancora da fare. Ma questa indagine aveva appunto lo scopo di gettare uno sguardo panoramico su tutti gli argomenti che possono interessare la

meteorologia sotterranea allo scopo di creare un'esperienza di base, punto di partenza per le indagini specializzate da sviluppare in seguito con mezzi più adeguati e maggiore competenza.

Anche quanto questi studi più dettagliati avranno raggiunto la loro conclusione, solo una pagina però sarà stata scritta sull'argomento: quella riguardante i sacchi d'aria del Carso triestino. Resta pur sempre aperto un largo campo d'indagine nelle grotte di montagna e in quelle apertisi a latitudini minori, nei tubi di vento e nei sacchi d'aria orizzontali e aperti in basso; che però sono già oggetto di ricerche da parte di studiosi di ogni nazione. Voglio sperare che queste nostre esperienze possano risultare loro di qualche utilità.

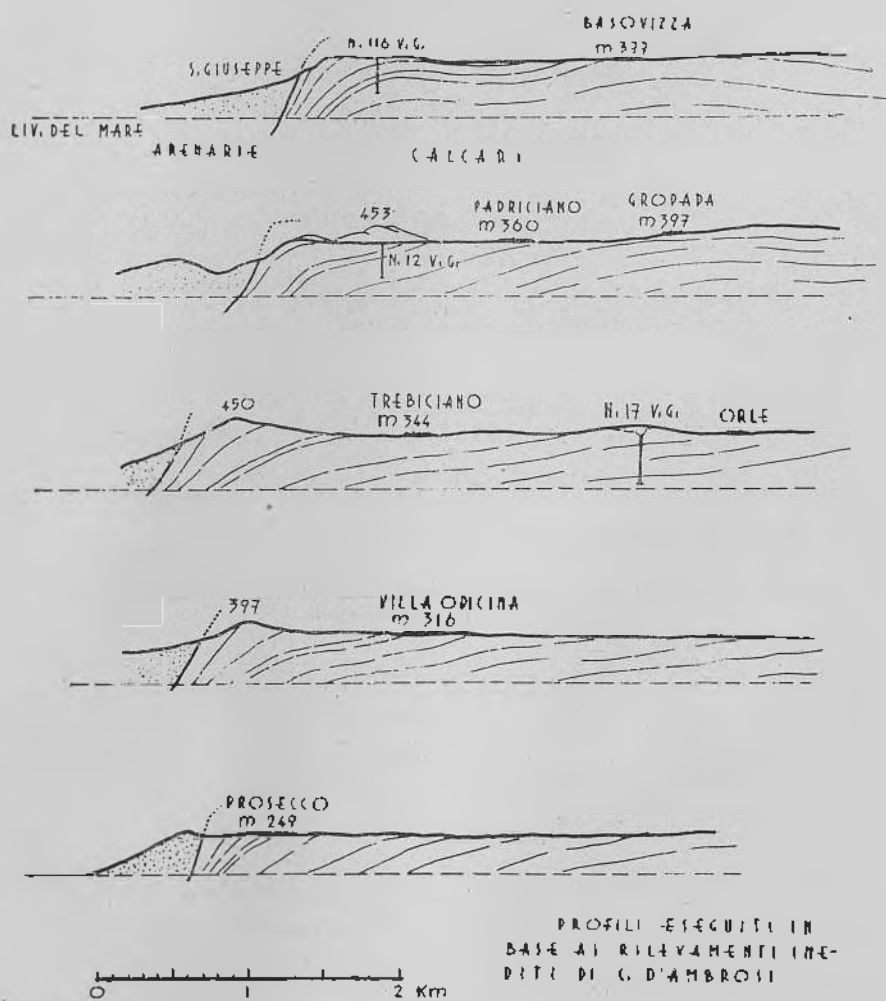


Fig. 1 — Profili geologici da Basovizza a Prosecco.



Fig. 2 — Cartina della zona del Carso triestino ove si aprono le cavità meteorologicamente studiate.

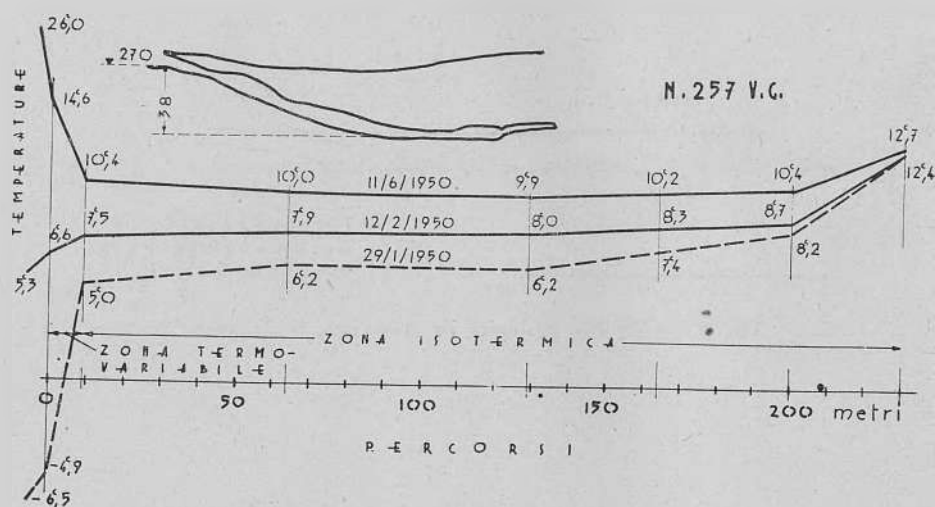


Fig. 3 — Grotta Azzurra di Samatorza.

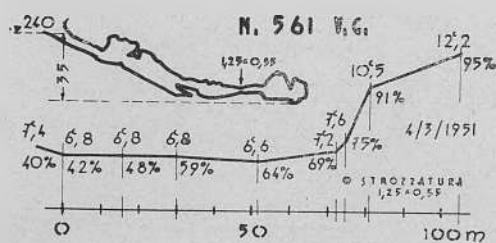


Fig. 4 — Grotta di Samatorza.

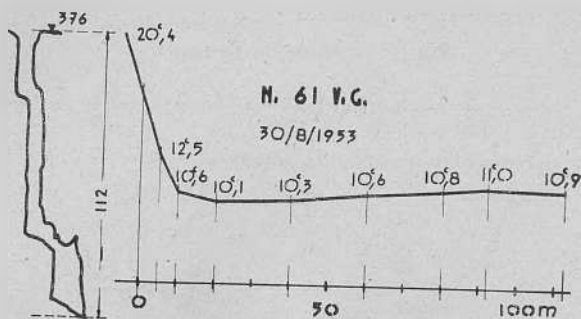


Fig. 5 — Abisso di Padriciano.

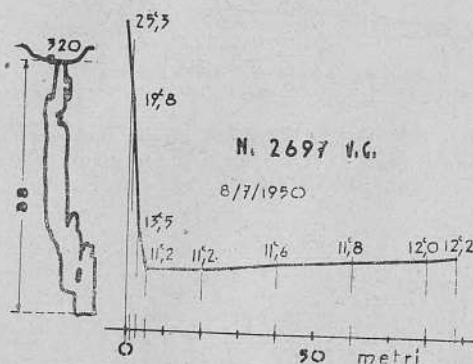


Fig. 6 — Pozzo presso Monrupino.

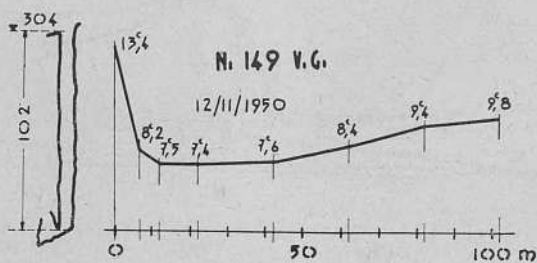


Fig. 7 — Abisso presso Villa Opicina.

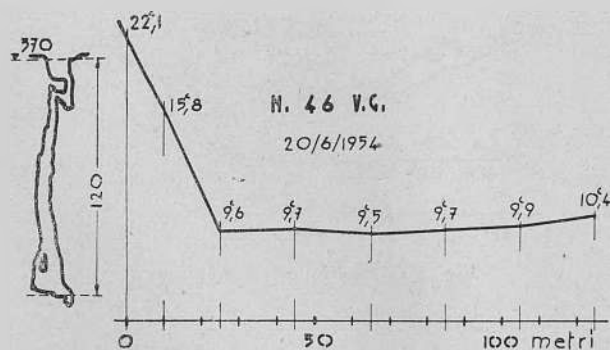


Fig. 8 — Abisso di Gropada.

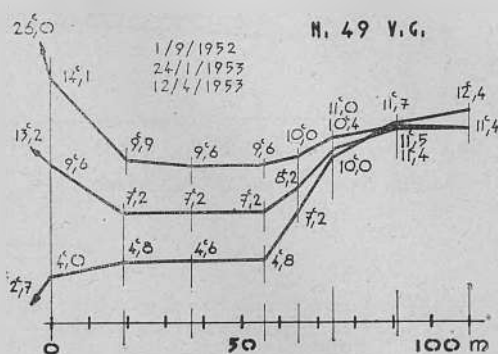


Fig. 9 — Grotta presso la strada Basovizza-Fiume (Bac). - Lo schizzo è riportato nella fig. 27.

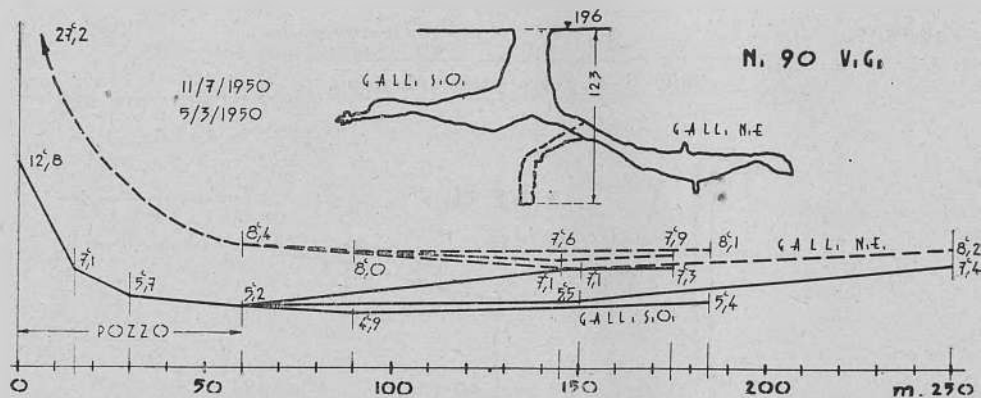
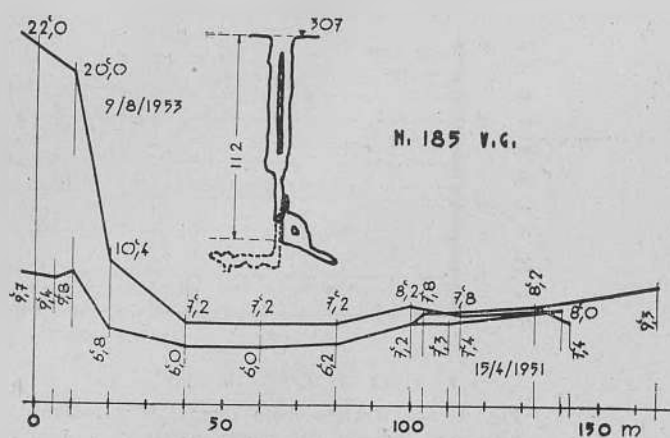
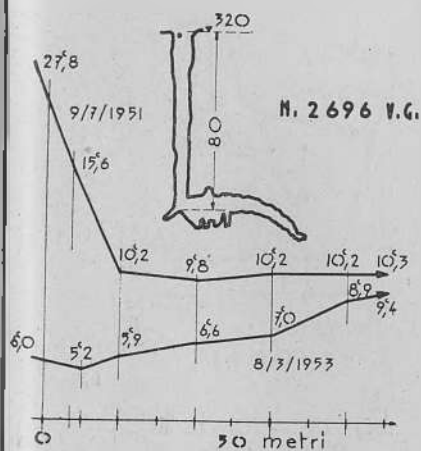
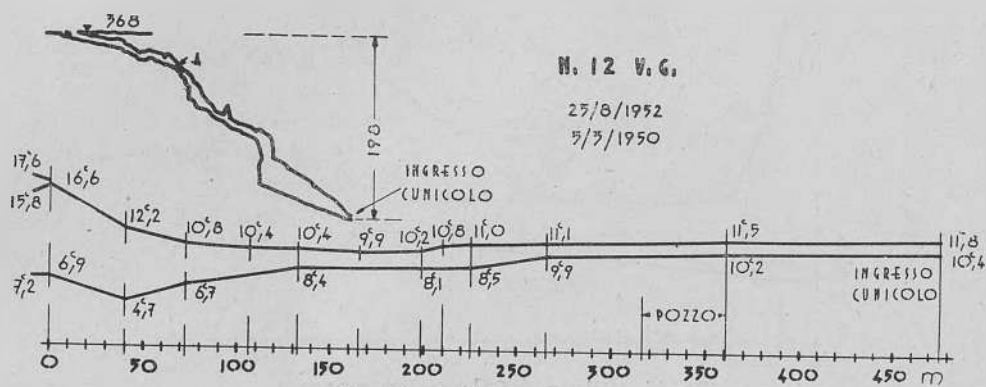
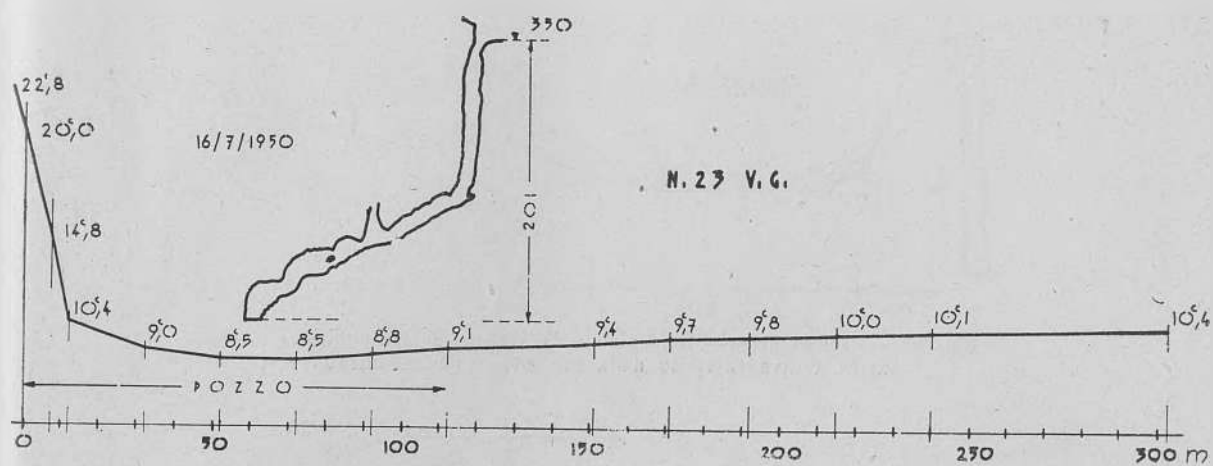


Fig. 10 — Grotta Noè, presso Aurisina.



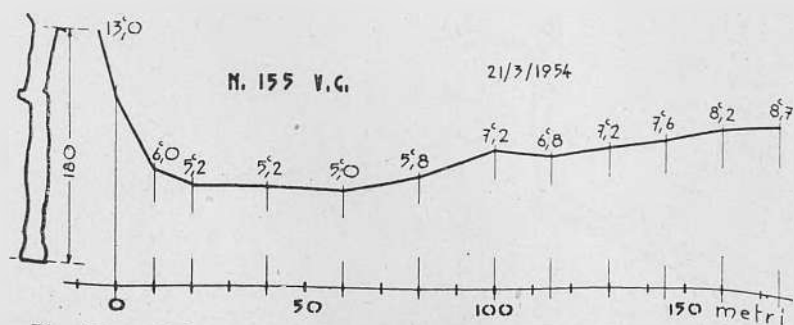


Fig. 15 — Abisso presso Monrupino. - A 100 m. di profondità il termometro veniva investito dalla corrente calda ascendente.

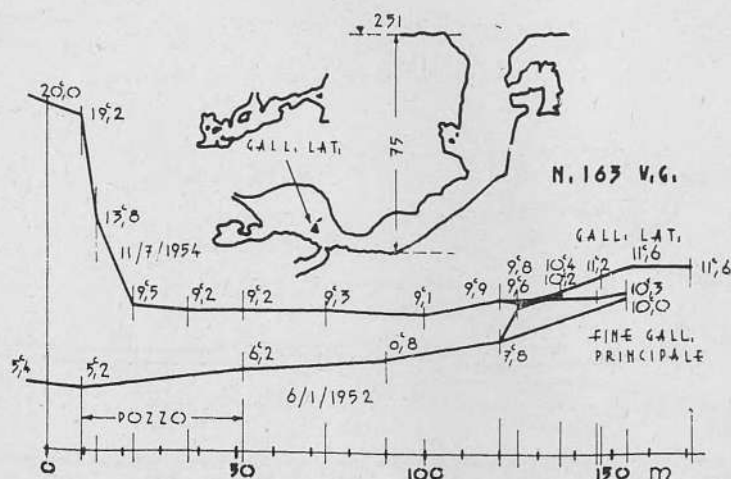


Fig. 16 — Pozzo fra Gabrovizza e Sgonico.

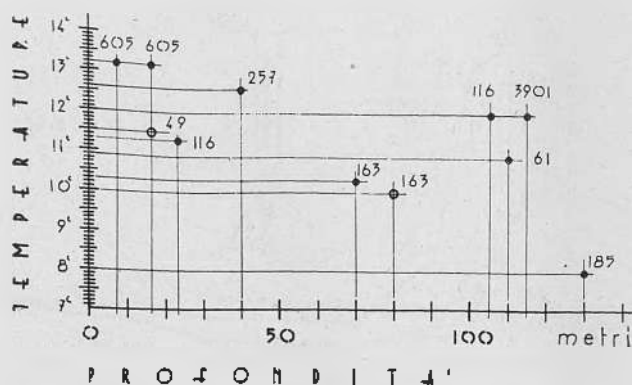


Fig. 17 — Grafico delle temperature costanti. - Le cavità sono indicate per mezzo del loro numero di catasto. I punti rappresentano un'escursione termica massima annua di 3/10 di grado, i cerchietti di 5/10.

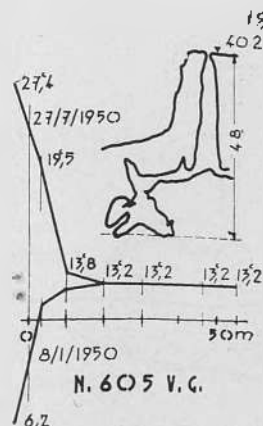


Fig. 18 — Grotta di San Lorenzo.

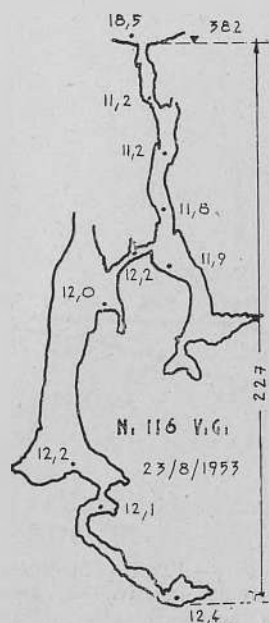


Fig. 19 — Abisso sopra Chiesa. - Temperature rilevate il 23,8/53.

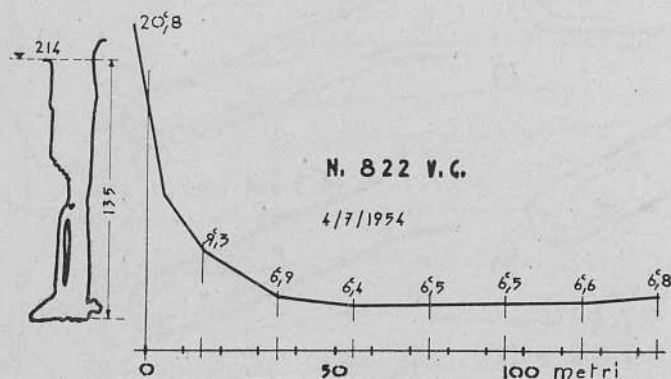


Fig. 20 — Abisso presso il casello ferroviario di S. Croce.

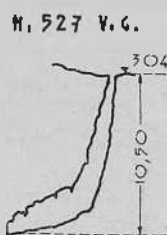


Fig. 21 — Pozzo presso Villa Opicina.

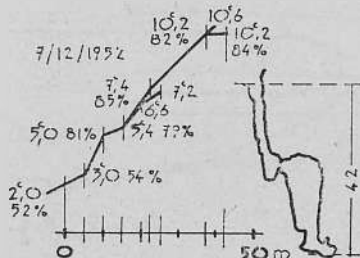


Fig. 22 — Grotta sul Colle di San Primo N° V.G. - Notare la fortissima inclinazione del diagramma termico.

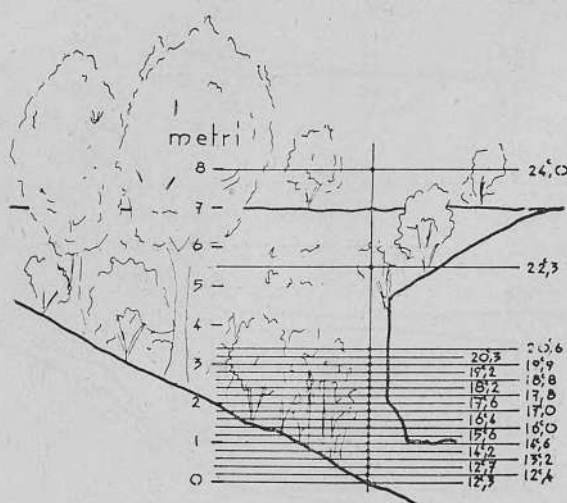


Fig. 23 — Stratificazione termica nella dolina di accesso alla Grotta Bac N° 49 V.G., presso la strada Basovizza-Fiume, il 25 luglio 1954.

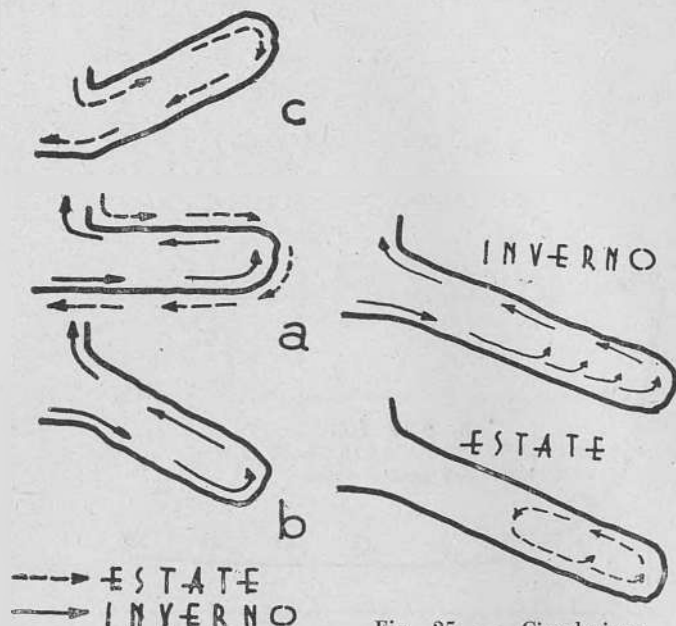


Fig. 24 — Schemi della circolazione fondamentale nei sacchi d'aria.

Fig. 25 — Circolazione invernale ed estiva nei sacchi d'aria aperti in alto, del Carso triestino.

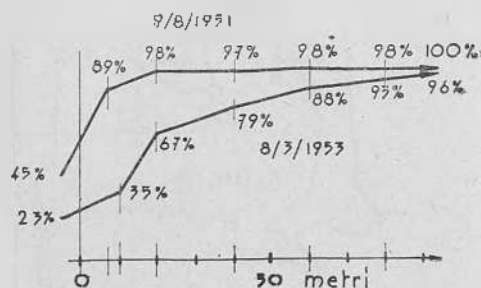


Fig. 26 — Tipico diagramma dell'umidità relativa nei sacchi d'aria aperti in alto, durante la stagione estiva e in quella invernale (Pozzo dell'Elnò N° 2696 V.G.).

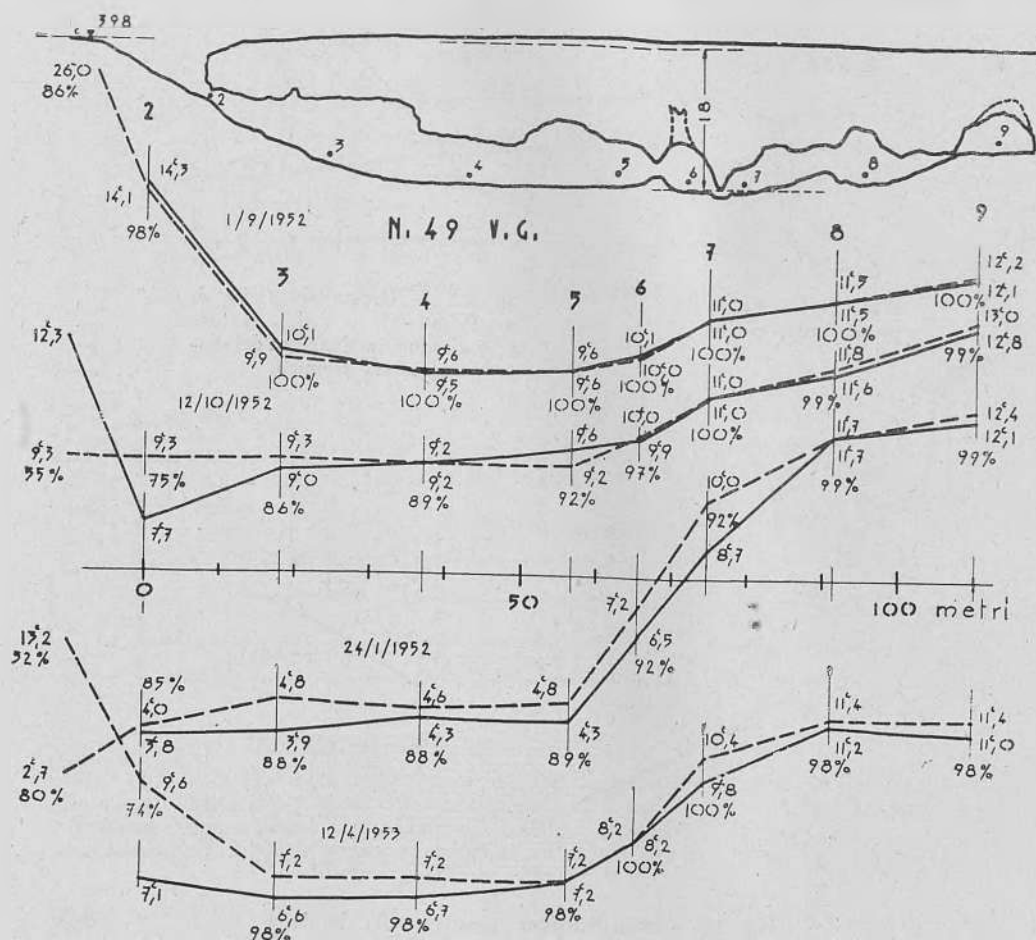


Fig. 27 — Diagrammi termici dell'aria (linea tratteggiata) e della roccia (linea piena) nella Grotta Bac presso la strada Basovizza-Fiume. È indicata anche l'umidità relativa.

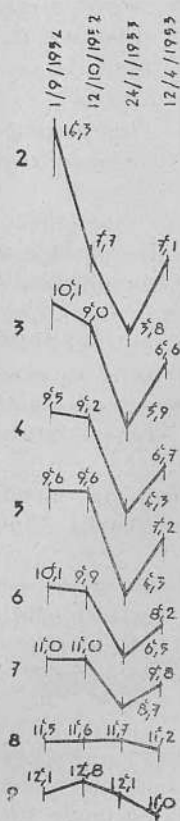


Fig. 28 — Variazioni stagionali di temperatura nella roccia della Grotta Bac N° 49 V.G. in corrispondenza dei punti dal 2 al 9.

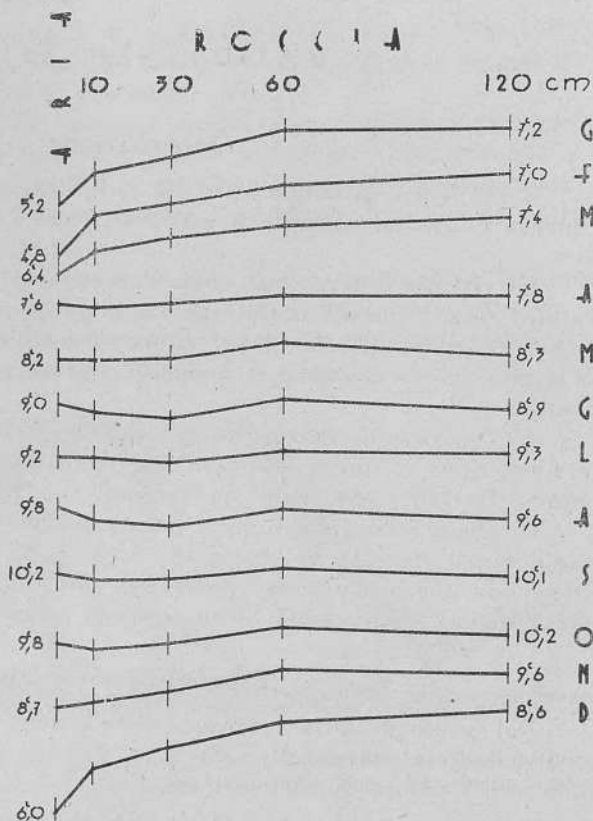


Fig. 29 — Grotte di Postumia: distribuzione della temperatura in profondità nella roccia presso il «Pulpito». I diagrammi sono costruiti con le temperature medie del triennio 1935-37.

LA RADIO-SPELEOLOGIA

Introduzione

Il problema di comunicare via radio attraverso spessori di roccia con l'interno di cavità, naturali, o artificiali, risale ormai ad alcune decine di anni.

Le risposte finora date sono state quanto mai varie e contraddittorie tra loro: non è quindi facile fare ora il punto e cercare di definire la questione. Ponendo tuttavia alcuni limiti al problema stesso, ragionando cioè in termini meno generali, è possibile trovare una soluzione almeno qualitativa.

E' conveniente, anzitutto, esaminare i risultati conseguiti da alcuni sperimentatori e trarre le opportune deduzioni per quanto riguarda l'impiego delle radio per scopi speleologici.

In alcuni casi infatti, si è potuto trasmettere con successo attraverso considerevoli spessori di roccia (1, 2, 4, 7, 8, 9, 13, 15) e talvolta addirittura con una ben piccola potenza: 3 watti su 1602 KHz (13). In altri casi invece non si è conseguito alcun risultato pratico (6, 10, 12).

Esperienze e ricerche

Dal punto di vista teorico, l'attenuazione delle radio onde nel suolo è stata studiata, tra gli altri, da A. S. Eve (3) che ha dato la seguente formula per il fattore di attenuazione:

$$\exp \left[- \frac{2 \pi \gamma d}{c} \left\{ \frac{\mu}{2} \left(\frac{\epsilon^2}{4} + \frac{4 \delta^2}{\gamma^2} \right)^{1/2} - \frac{\epsilon}{2} \right\}^{1/2} \right]$$

dove:

- γ = Frequenza in Hz
- d = Profondità in cm
- c = Velocità delle luce
- μ = Permeabilità magnetica del terreno
- ϵ = Cost. dielett. del terreno
- δ = Conduttività del terreno (unità e. s.)

Applicando questa formula ai risultati conseguiti da Silverman e Sheffet (6) è stato notato, da parte di questi ultimi, come, assumendo per la conduttività del terreno un valore più elevato (circa il doppio) di quello misurato sperimentalmente, si aveva un buon accordo tra la curva teorica e quella sperimentale, altrimenti l'attenuazione prevista risultava maggiore di quella misurata e le due curve differivano semplicemente per una costante additiva.

Però nella galleria ove operavano questi ultimi due ricercatori vi era una linea a corrente alternata e una tubazione metallica: si potrebbe quindi pensare ad un falso aumento della conduttività a causa di questi elementi

perturbatori. E' anche possibile tuttavia che la conduttività misurata sperimentalmente si riferisce solo a una certa parte del suolo, mentre in media questa fosse appunto più elevata.

Altre ricerche condotte da Wm. C. Pritchett (12) hanno mostrato una attenuazione che, sebbene minore di quella teorica, è sempre troppo forte per consentire una utilizzazione pratica.

Esperimenti (9) eseguiti operando sulla stessa frequenza (intorno ai 1600 KHz) utilizzando però antenne a grande estensione (due «collinear» di circa 40 m l'una) portavano invece a risultati veramente soddisfacenti la cui importanza viene accresciuta se si tiene conto della ben piccola potenza adoperata, come si è già detto all'inizio.

Si può quindi dedurre da tali risultati quale ruolo abbia il fattore antenna nelle comunicazioni radio in grotta. Ciò è del resto confermato da recenti esperienze delle quali dà notizia J. O. Myers in «British Caving» (15).

A causa di questo fenomeno, tuttavia, viene reso più difficile l'im-

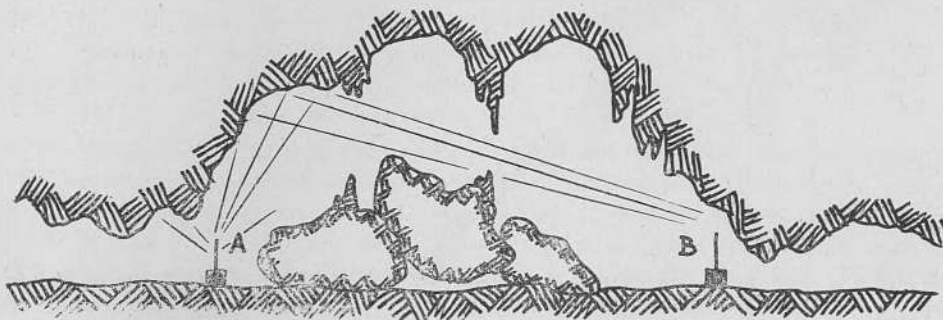


Fig. 1 — Su frequenze molto elevate, nonostante la non visibilità ottica è possibile il collegamento tra le stazioni A e B grazie alla riflessione, del campo emesso, sul soffitto

piego di apparati portatili quando si voglia ottenere un raggio d'azione piuttosto esteso, a causa dell'ingombro assunto dall'antenna stessa.

Infatti mentre per diminuire tale ingombro sarebbero da preferirsi frequenze piuttosto elevate, considerazioni sul fattore di assorbimento (3) consigliano l'uso di onde piuttosto lunghe e pongono praticamente un limite inferiore alle lunghezze d'onde impiegabili.

Un altro fattore legato alla forma e posizione delle antenne è la polarizzazione, per cui, variando il piano di questa e mantenendo costanti tutte le altre condizioni si hanno variazioni della intensità in ricezione (11). Questo è dovuto alla particolare conformazione del campo elettromagnetico in grotta, dove, a causa delle molteplici riflessioni sulle pareti si hanno rafforzamenti e indebolimenti locali per l'interferenza tra l'onda diretta e quella riflessa (14).

Variando allora il piano di polarizzazione alcuni angoli di riflessione si approssimano al pseudo angolo di Brewster con la conseguente quasi totale estinzione del raggio riflesso: in tal modo quindi si spostano i punti di interferenza.

Un semplice calcolo verifica che per frequenze intorno ai 30 MHz e

oltre, le ordinarie dimensioni delle grotte danno angoli di riflessione che possono facilmente essere dell'ordine del pseudo angolo di Brewster.

Per cavità con dimensioni di qualche lunghezza d'onda si verifica una intensa canalizzazione delle onde emesse, mentre quando le dimensioni si approssimano alla mezza lunghezza d'onda l'attenuazione aumenta rapidamente portando alla completa estinzione del segnale (11 e 14).

E' stato inoltre notato un particolare effetto dovuto all'impiego di circuiti superrigenerativi (14 e 16). Quando infatti una stazione col primo stadio in superreazione si trovi in un cunicolo e sia in ricezione, un forte rumore di fondo si sovrappone al segnale in arrivo fino a renderlo inintelligibile in certi casi.

Ciò è dovuto al campo secondario emesso dal circuito superrigenerativo che viene ricevuto sfasato dopo la riflessione delle vicine pareti, pro-

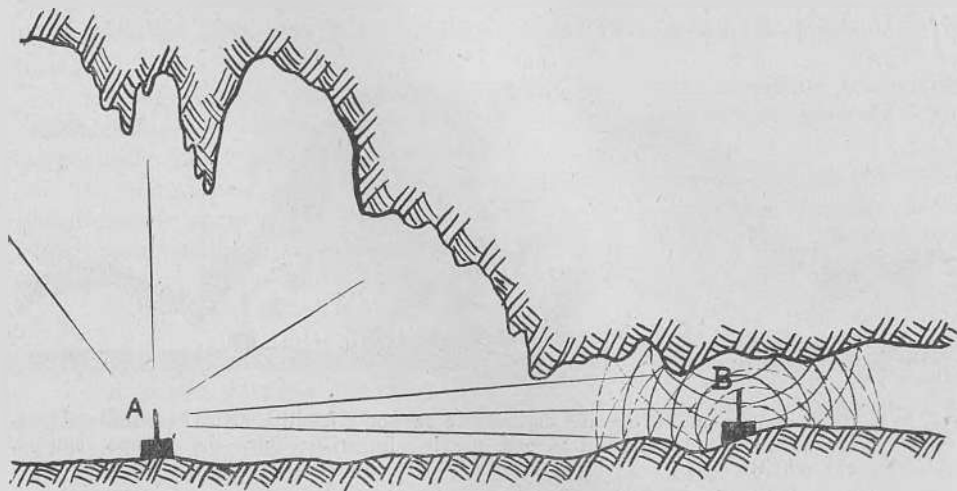


Fig. 2 — L'impiego di un circuito super rigenerativo da parte della stazione B ostacola la ricezione della stazione A a causa del campo secondario emesso, che eleva il livello del rumore di fondo.

vocando quindi dei battimenti sia con l'oscillatore locale che col segnale in arrivo.

L'aggiunta di uno stadio in AF tra l'antenna ed il circuito superrigenerativo impedisce a quest'ultimo di emettere, con le relative conseguenze ed eliminando pertanto l'inconveniente.

Onde dirette e onde canalizzate

Considerando i fenomeni fin qua descritti si nota facilmente l'importanza della scelta opportuna della frequenza a seconda dei risultati che si desiderano ottenere.

Premesso che per ottenere collegamenti a vasto raggio è necessaria la installazione di una antenna piuttosto estesa, dell'ordine di almeno una lunghezza d'onda, è conveniente distinguere in due categorie i collegamenti radio in grotta.

E precisamente una prima categoria in cui, per le caratteristiche geometriche della cavità, il collegamento tra due o più stazioni avvenga per mezzo di onde che invadono lo spazio libero delle gallerie, e una seconda categoria in cui il collegamento possa avvenire soltanto con onde dirette attraversanti spessori di roccia.

Nel primo caso allora (vaste gallerie con andamento pressochè rettilineo, ecc.) si dovranno preferire frequenze abbastanza elevate, superiori ai 30 MHz, per le quali le condizioni ambientali delle grotte più si avvicinano al modello di una guida d'onda.

Un ulteriore aumento del rendimento potrà essere conseguito mediante l'impiego di antenne ad alto guadagno e sfruttando opportunamente i rafforzamenti locali del campo (14) ai quali si è già accennato.

Quando invece il collegamento con onde canalizzate sia reso impossibile dalla forma e dalle dimensioni della grotta, nel secondo caso cioè, si dovrà ripiegare su frequenze più basse. Ciò è conseguenza della diminuzione del fattore di assorbimento del terreno al diminuire della frequenza (3 e 15).

Numerose esperienze del resto, attestano la possibilità di stabilire collegamenti attraverso spessori di roccia fino ad almeno mezzo Km (1, 2, 4, 7, 8, 9, 13, 15) operando su frequenze da 700 a 1600 KHz.

Naturalmente in quest'ultimo caso non sarà possibile adoperare apparati portatili a causa del notevole ingombro dell'antenna. Tuttavia la possibilità di comunicare, ad esempio, tra la sala terminale di una profonda e difficile grotta e l'esterno, senza dover disporre linee telefoniche, sempre ingombranti per le manovre, lungo tutte le gallerie, giustifica l'impiego di apparati radio anche se più complessi e costosi.

Conclusione

Non si potrà certo ritenere esaurito il problema della radio-speleologia in generale; tuttavia, inquadrandolo nei limiti sopra accennati, considerando cioè i singoli casi particolari di impiego di apparecchiature radio in grotta, è quasi sempre possibile trovare una soluzione soddisfacente che consente un regolare impiego di tali apparecchiature nel corso di spedizioni.

L'abilità del radio-speleologo farà un'opportuna scelta delle caratteristiche di un apparecchio, secondo le regole su esposte, per ottenere la migliore prestazione in un determinato collegamento.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare da queste righe gli altri operatori del Gruppo Grotte Milano, L. Ligasacchi e G. Orlandi, per l'ottima collaborazione nel corso delle esperienze in Sardegna ed in Puglia, il prof. F. Anelli, grazie al quale si sono potute organizzare le ricerche nelle Grotte di Castellana, e l'ing. O. Vecchia per le preziose informazioni bibliografiche.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — EVE A. S., KEYS D. A. — *Radio and Electromagnetic Waves at Mammoth Caves, Kentucky*. — Canada Dept. of Mines geol. Surv. Mem. 165, 1928/29.
- 2 — EVE A. S., KEYS D. A., LEE — *The Penetration of Rock by Electromagnetic Waves and Audio Frequencies*. — Proc. I.R.E., vol. 17, N. 11, 1929.
- 3 — EVE A. S. — *Technical Publication N. 3/6, Class L, Geophysical Prospecting*, N. 19 — A.I.M.E., New York, Febr. 1930.
- 4 — EVE A. S., KEYS D. A. — *Geophysical Investigations at the Mammoth Cave, Kentucky*. — Canada Dept. of Mines geol. Surv. Mem. 170, 1930.
- 5 — SACCO L. — *Ricerche sulle costanti elettriche del terreno per onde ultracorte* — «La Ricerca Scientifica», Anno XI. ott. 1940.
- 6 — SILVERMAN D. & SHEFFET D. — *Note on the transmission of radio waves through the earth*. — Geophysics, VII. N. 4, 1942.
- 7 — WADLEY T. L. — *Underground Communication by Radio in Gold Mines on the Witwatersrand*. — South African Council for Scient. and Industr. Research, Report T. R. L. 3, nov. 1946.
- 8 — FELEGY E. W. & COGGESHALL E. J. — *Applicability of Radio Emergency Mine Communication*. — U. S. Bureau of Mines Report. R. I. 4294, 1948.
- 9 — BARRET Wm. M. — *Exploring the Earth With Radio Waves*. — World Petroleum, Aprile 1949.
- 10 — HAYCOCK O. C., MADSEN E. C. & HURST S. R. — *Propagation of Electromagnetic Waves in the Earth*. — Geophysics, XIV, N. 2, Aprile 1949.
- 11 — *Sotto i 10 metri* — «Radio Rivista», vol. IV, N. 10-11, 1951.
- 12 — PRICHETT W. C. — *Attenuation of Radio Frequency Waves through the Earth*. — Geophysics, XVII, N. 2, Aprile 1952.
- 13 — BARRET Wm. M. — *Note on the Radio-transmission Demonstration at Grand Saline, Texas*. — Geophysics, XVII, N. 3, Luglio 1952.
- 14 — CIGNA A. — *Propagazione delle radio-onde nelle grotte* — «Radio Rivista», vol. VI, N. 4, Aprile 1953.
- 15 — MYERS J. O. — *Cave Physics* — British Caving, Cave Research Group, Londra 1953.
- 16 — FERRARI L. & DEMATTIA C. — *Relazione su esperimenti con radiotelefonii in cavità sotterranee*. — (inedito) Commiss. Grotte «E. Boegan», Trieste 1954.

APPENDICE

Esperienze con radiotelefonii del Gruppo Grotte Milano

Nel corso della campagna speleologica organizzata dal G.G.M. nel luglio 1952, nella zona del Capo Caccia (Alghero), furono compiuti alcuni esperimenti di impiego di due ricetrasmittitori Allocchio-Bacchini, tipo AP 8, modificati.

La frequenza di lavoro era di 38,5 MHz, con una potenza di qualche decina di mW.

La sala del lago La Marmora, nella grotta del Nettuno, presenta particolari caratteristiche fisiche a causa delle pareti imbibite di acqua salata ed aventi quindi una elevata conduttività dovuta alla soluzione fortemente dissociata (NaCl) che le impregna.

Si osservò pertanto il fenomeno, cui si è già accennato, dell'intensificazione o indebolimento locale del campo, provocati da interferenze tra onde dirette e onde riflesse e da azioni di foccheggiamento dei riflettori naturali costituiti dalle ondulazioni delle pareti.

Tuttavia, sempre a causa dell'elevato valore del coefficiente di riflessione relativo alle radio-onde sulle pareti, la comunicazione con una stazione situata in un cunicolo, riusciva molto disturbata dal campo secondario emesso dal circuito a superreazione.

I collegamenti coi radiotelefoni ebbero pertanto successo pratico solo nella vasta sala del lago La Marmora, dove permisero un comodo coordinamento dei movimenti per il trasporto dei materiali e per le operazioni di rilievo.

Nell'ottobre successivo, su invito del prof. Anelli, direttore delle Grotte di Castellana, una spedizione svolta in quelle grotte permise alcune interessanti ricerche sulla propagazione delle radio-onde in condizioni non più eccezionali come nel caso della Grotta del Nettuno, ma affini a quelle che si incontrano nella maggior parte delle grotte.

Si poterono così esaminare a fondo i vari fenomeni dai quali dipende la configurazione del campo elettromagnetico all'interno della grotta.

Da notare, tra questi, l'effetto di guida d'onda delle gallerie con dimensioni di qualche $\lambda/2$ e la brusca attenuazione attraverso cunicoli di dimensioni inferiori o uguali a $\lambda/2$.

D'altra parte, le condizioni di particolare secchezza di alcune zone della roccia calcarea di copertura della grotta e la conseguente alta resistività di tale roccia, permise collegamenti con l'esterno attraverso spessori, sia pure di poche decine di metri, di calcare, ma su frequenze elevate (38,5 MHz).

RADIOTELEFONO SPERIMENTALE PER COMUNICAZIONI IN CAVITÀ

Cenni preliminari

Già nel 1951 presso la Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie si sono iniziate delle ricerche nel campo della propagazione delle onde radio in cavità.

Tali ricerche mirano all'abolizione dei vecchi sistemi di collegamento usati finora durante le esplorazioni in cavità sotterranee, alla cui base sta il telefono che con i suoi fili di linea presenta un inciampo non indifferente lungo le scale e nelle gallerie strette e lunghe, dove la loro posa e recupero rallentano le operazioni di esplorazione.

Dalla prima prova sulla possibilità di ricezione dei segnali radio in grotta, si passò alla costruzione e perfezionamento di apparecchiature portatili ricetrasmittenti, da usarsi quali radiotelefoni durante le esplorazioni sotterranee.

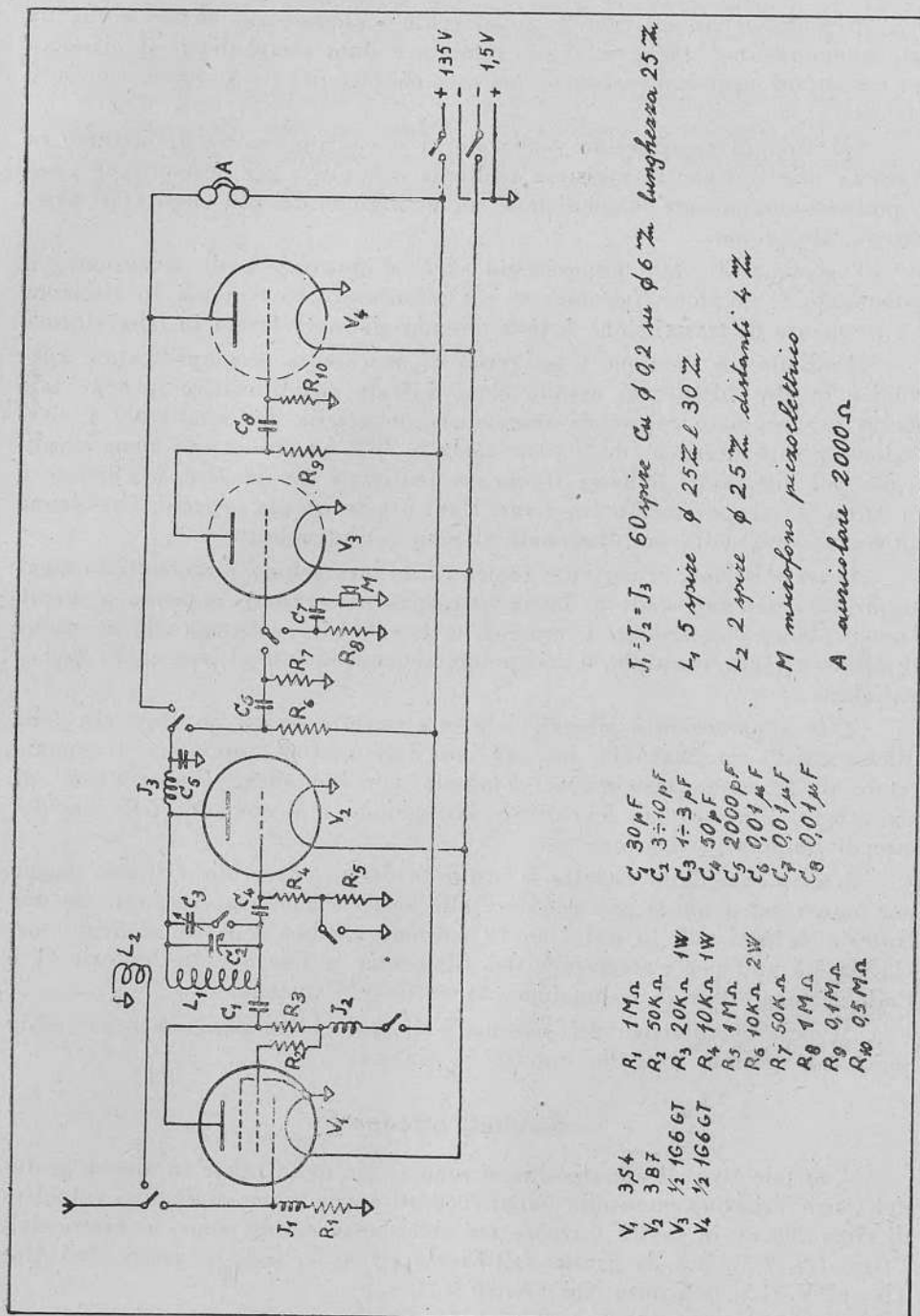
Dai primi schemi semplici e monovalvolari (con rivelazione in superreazione), che davano dei risultati sì incoraggianti, ma non soddisfacenti, si passò all'applicazione di stadi amplificatori, ma tutti in bassa frequenza sperando di raggiungere l'optimum in ricezione, che risultava sempre difficile in gallerie strette e irregolari.

Ma il maggior perfezionamento si ottenne con l'uso di uno stadio preamplificatore aperiodico in alta frequenza con lo scopo di amplificare i segnali in arrivo e di evitare l'irradiazione della superreazione da parte dell'antenna: irradiazione dannosa specialmente in gallerie strette, dove il campo irradiato in ricezione è tanto intenso da annullare i segnali in arrivo.

Le prime esperienze compiute sulla gamma dei 114 Mc. dettero ottimi risultati in gallerie e pozzi anche di notevole sviluppo, ma sempre in linea retta o quasi, e di sezione all'incirca costante o decrescente senza variazioni brusche e notevoli di sezione, perchè con misure eseguite in alcune cavità si è rivelato come una grotta si può paragonare a una condotta forzata costituita da materiale poroso, dove le perdite per porosità si possono paragonare alle perdite per assorbimento del campo lungo le pareti della grotta, e la variazione di intensità del campo alla variazione di pressione.

Per ottenere il collegamento fra due apparecchiature poste in gallerie tortuose o comunque variabili si sono iniziate delle prove sui 56 Mc. che hanno dato migliori risultati, ma non presentano ancora il punto di arrivo per le specifiche esigenze speleologiche.

Si è pensato poi di portare il campo delle nostre esperienze sui 7 Mc. ma sorge allora il problema dell'antenna che risulta molto ingombrante.



Descrizione dell'apparecchio

Presento perciò un tipo di apparecchio realizzato sui 56 Mc. e che ha dato buoni risultati anche se il suo circuito è stato semplificato al massimo per evitare un ingombro eccessivo e un peso oneroso per l'esploratore che deve portarlo.

Nel tipo di apparecchio realizzato si è cercato inoltre di ottenere la massima praticità con la massima sicurezza d'impiego per permetterne l'uso a qualsiasi componente la spedizione, anche digiuno dei più elementari principi in tale campo.

I comandi in tale apparecchio sono: l'interruttore di accensione, il commutatore ricezione-trasmissione e l'accordatore di sintonia in ricezione (la frequenza di trasmissione è fissa essendo già stata tarata in laboratorio).

Il circuito in ricezione è provvisto di uno stadio preamplificatore aperiodico in alta frequenza, usando come valvola amplificatrice la 3S4; tale stadio è accoppiato capacitivamente al lato griglia dell'oscillatore a rivelazione in superreazione, dove viene usata la 3B7. La rivelazione viene amplificata nei due stadi di bassa frequenza realizzati con la 1G6, e l'ascolto è in cuffia. L'accoppiamento fra i vari stadi è a resistenza capacità che danno un buon rendimento pur limitando il peso e l'ingombro.

In trasmissione, la corrente fonica di un laringofono piezoelettrico viene amplificata nei due stadi di bassa frequenza suaccennati, andando a modulare di placca l'oscillatore. L'antenna, a stilo $1/4\lambda$ realizzata con un nastro flessibile a foglia multipla, è accoppiata induttivamente al lato caldo dell'oscillatore.

Tale apparecchio è alloggiato in una cassetta stagna di alluminio delle dimensioni di cm. 20x16x11. Da una base della custodia sporgono il commutatore di ricezione-trasmissione, l'innesto per l'antenna, l'interruttore di accensione, l'innesto per le cuffie e laringofono e il comando dell'accordatore di sintonia in ricezione.

L'altra base della cassetta è costituita da un coperchio a tenuta stagna per mezzo del quale si può accedere alle batterie anodiche costituite da due batterie da 67,5 volt in serie per la tensione anodica e da tre elementi torcia da 1,5 volt per l'accensione dei filamenti; a fianco delle batterie vi è l'alloggiamento per il laringofono, la cuffia e l'antenna.

Il peso complessivo dell'insieme è di due chilogrammi. L'apparecchio può venir portato a spalla oppure in cintura.

Risultati ottenuti

Con tale tipo di apparecchio si sono svolte delle prove in alcune grotte del Carso Triestino ottenendo buoni risultati anche a una profondità e inoltre di circa 200 m. in cavità tortuose ma abbastanza ampie come la grotta dell'Orso (N. 7 V. G.), la grotta dell'Ercole (N. 6 V. G.), la grotta dell'Alce (N. 62 V. G.), la Grotta Noè (N. 90 V. G.).

Certamente non si può dire che si abbia raggiunto la perfezione, sebbene all'aperto si ottengano collegamenti di circa 15-20 Km.

Le esperienze eseguite finora sono troppe poche per affermare di aver raggiunto un risultato conclusivo. Esse dovranno essere continuate per ancor lungo tempo in cavità di diverso tipo e certamente altre modifiche si renderanno necessarie.

L'essenziale sarebbe di ridurre il numero di valvole onde rendere ancor minore l'ingombro dell'apparecchio e di studiare un sistema di antenna poco ingombrante ed efficiente per la frequenza dei 14 Mc. diminuendo così gli ostacoli presentati dalle tortuosità delle cavità.

SULLE MISURE DI METEOROLOGIA IPOGEA

RIASSUNTO: La variazione annua degli elementi climatici esterni è circa 50 volte maggiore di quella dei corrispondenti elementi interni. Ne consegue che gli strumenti adoperati nelle misure ipogee dovrebbero essere circa 50 volte più sensibili di quelli adoperati alla superficie, oppure che gli accorgimenti all'interno dovrebbero essere 50 volte maggiori di quelli esterni. Non essendo opportuno aumentare la sensibilità degli strumenti oltre un certo valore è indispensabile allora usare tutte le attenzioni possibili nell'effettuare le misure. Ciò premesso si precisano gli strumenti e gli artifici da usarsi nelle determinazioni della temperatura e umidità dell'aria, mettendo in rilievo la necessità di adoperare termometri ad aspirazione e schermati contro le radiazioni. Si considerano inoltre le misure delle correnti d'aria, della pressione atmosferica e della temperatura dell'acqua e della roccia.

1. PREMESSE. -- Parte notevole dello studio di una grotta, considerata quale ambiente sotterraneo, è la determinazione delle condizioni meteoriche in essa esistenti. Il clima di una cavità ipogea si differenzia da quello che si ha alla superficie per la minima oscillazione annua dei valori di quasi tutti i suoi elementi climatici. Le oscillazioni meteoriche esterne si smorzano molto rapidamente con la profondità. Le condizioni interne permangono quasi costanti durante il ciclo climatico annuo.

Ad una escursione annua della temperatura esterna di 40 °C corrisponde, in una grotta normale e profonda 100 metri, una oscillazione interna di circa 0,4 °C. Il rapporto tra la seconda e la prima è 1/100, la fluttuazione interna è 100 volte minore di quella alla superficie. L'umidità relativa esterna può variare dal 20% al 100%, quella interna oscilla tra il 96% ed il 100%; il rapporto è $4/80 = 1/20$, la fluttuazione nella grotta è 20 volte minore di quella esterna. Il vento alla superficie può raggiungere facilmente velocità di 20 m/sec., la corrente d'aria nella cavità sotterranea ha velocità dell'ordine di 10 cm/sec.; il rapporto tra i due valori è 1/200.

Per avere, nella grotta, misure meteoriche della stessa precisione di quelle alla superficie, si dovrebbero adoperare strumenti circa 50 volte più sensibili di quelli usati normalmente all'aria libera, oppure le misure ipogee dovrebbero essere eseguite con una cura 50 volte maggiore di quella usata all'esterno. Generalmente succede invece il contrario, avviene cioè che nella grotta si adoperano strumenti meno sensibili, meno precisi e non campionati e con una cura inferiore a quella usata nelle osservazioni terrestri.

Se i termometri adoperati in meteorologia hanno la scala divisa in 1/5 °C, per le misure nelle grotte si dovrebbero usare strumenti con divisione almeno in 1/100 °C. Ciò però, per vari motivi non è opportuno fare, e allora, anche adoperando termometri graduati in 1/10 °C, si dovrebbero usare nella misura accorgimenti circa 25 volte maggiori di quelli osservati

nelle misure meteoriche normali. Tutto ciò potrà sembrare un paradosso, ma alla prova dei fatti la realtà si rivela e di essa è assolutamente necessario tenere conto se si vuole progredire nello studio della meteorologia ipogea.

2. MISURE DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA. — Lo spazio d'aria nel quale si opera nella grotta è generalmente molto ristretto, esso viene pertanto facilmente perturbato da ogni corpo estraneo avente temperatura diversa da esso, in particolare dal corpo umano e dalle lampade, specialmente se a fiamma. L'alterazione delle condizioni originarie aumenta col tempo della permanenza. Necessita perciò eseguire le misure subito, cioè appena pervenuti nel posto, e rapidamente. Occorre avere una rapida trasmissione di calore tra l'aria dell'ambiente e il bulbo. E ciò si può ottenere facendo scorrere l'aria sul bulbo termometrico. Risulta dunque indispensabile usare termometri ad aspirazione. I termometri a fionda soddisfano pure a questa condizione, ma sono meno pratici, richiedono maggiori attenzioni e presentano il grave inconveniente di dover fare la lettura col termometro fermo. Se hanno il bulbo troppo piccolo la misura può presentarsi alquanto errata.

Per eliminare l'assorbimento e l'emissione del calore radiante (la differenza di temperatura tra il corpo e l'aria nella grotta è di circa 27 °C), è necessario che tutto il termometro sia protetto da uno schermo metallico doppio avente tutte le superfici riflettenti, occorre inoltre che il sostegno o la parte del termometro tenuta in mano sia il più possibile lontana dal bulbo e sia di materiale termicamente isolante.

Usare strumenti troppo sensibili senza aumentare adeguatamente le cure tecniche della misurazione può peggiorare il valore della misura, in quanto che possono avere influito su di essa fenomeni secondari perturbanti quello principale. Buoni risultati diedero i termometri graduati in 1/10 °C ed aventi le singole divisioni molto ampie. Si possono allora apprezzare con sicurezza i ventesimi di grado. Essi non risultano lunghi in quanto il campo di misura è molto limitato. La massima attenzione è dunque necessaria per eseguire bene la determinazione. Indichiamo i principali accorgimenti da usarsi sistematicamente nelle misure termometriche, la loro giustificazione è evidente. Appena giunti sul posto conviene mettere subito in azione l'aspiratore. Evitare assolutamente che il bulbo sia bagnato o umido. Tenere il termometro lontano dal corpo, dalla lampada, dall'acqua e dalla roccia. Se il bulbo è di grandezza normale occorre aspettare almeno 3 minuti prima di eseguire la lettura, in ogni caso la lettura va fatta quando la temperatura figura stazionaria. Leggere rapidamente. Conviene esercitarsi precedentemente ad individuare il filo di mercurio e ad eseguire le letture, e ciò possibilmente nelle stesse condizioni di luce di quelle che si hanno nella grotta. Per quanto è possibile conviene eseguire una misura verso il suolo ed una verso la volta. Le due misure saranno utilissime nella elaborazione dei dati.

Molto utili per lo studio del clima delle cavità sotterranee sono i termometri di massima e di minima. Possono essere lasciati sul posto e letti dopo un qualunque intervallo di tempo, che può essere anche di un anno. Devono essere termometri separati, di precisione, con divisioni almeno in

1/5 °C. Sono da escludersi i termometri tipo Six o simili. I termometri comuni a lamina bimetallica o a tubo di Bourdon vanno pure esclusi per la loro poca precisione. I termografi ordinari, per lo stesso motivo, non si possono utilizzare nell'interno della grotta. Sono invece molto utili all'esterno ed anche all'interno ma in vicinanza di ingressi e aperture o in posti con notevoli correnti d'aria. E' necessario che tutti i termometri siano campionati prima e dopo il loro uso e ad intervalli di circa un anno. Ogni termometro deve avere la sua tabella di taratura con tutte le successive campionature.

3. MISURE DELL'UMIDITA' DELL'ARIA. — Sono determinazioni molto delicate in quanto la variazione dell'umidità relativa è di pochi centesimi, fluttua tra il 95% ed il 100%. E' indispensabile adoperare il psichrometro ad aspirazione tipo Assmann protetto contro le radiazioni. Ogni altro strumento, oltre a non essere pratico, comporta tali errori da non poter dare nessun valore alle letture; sono compresi tra questi gli igrometri a capello.

Per i psichrometri valgono le osservazioni fatte per i termometri, in più la massima cura dovrà aversi per il bulbo bagnato. La mussolina o la garza idrofila dovrà essere alquanto sottile, con tessitura non fitta, in modo che l'evaporazione dello strato acqueo sul bulbo sia facilitata al massimo. La garza e il bulbo dovranno essere esenti da polvere o incrostazioni. Occorrerà assicurarsi che il bulbo del termometro asciutto non sia bagnato nè umido. La velocità del sistema rotante va controllata con l'orologio o meglio ancora mediante un cronografo.

4. MISURA DELLE CORRENTI D'ARIA. — Osservazioni sulla direzione e verso possono eseguirsi con i vari noti sistemi anemoscopici, che vanno dall'elementare fumo della sigaretta, ai generatori chimici di nebbia sino agli effettivi anemometri a lamina verticale. Nel caso del fumo e della nebbia occorre tener conto della loro densità relativa all'aria dell'ambiente (aria umida) in quanto che la differenza di densità comporta movimenti verticali che occorre prendere in considerazione.

Per misure quantitative, necessarie tanto per se stesse quanto e ancora più per i calcoli di statica e dinamica dei gas, applicati alle grotte, è necessario disporre di almeno un anemometro totalizzatore per correnti debolissime che arrivi alla sensibilità dell'ordine di 1 cm/sec. Questi speciali strumenti sono costruiti dalle principali Case di apparecchiature meteorologiche. Ottimi risultati abbiamo avuto con gli anemometri della Filotecnica-Salmoiraghi mod. N. 1605 bis e mod N. 1608 ter. Occorre però equilibrare accuratamente il sistema rotante. Si noti che questi strumenti sono sensibili alle correnti d'aria generate dal calore del corpo umano, occorre pertanto tenerne conto specialmente nella misura delle correnti verticali. E' necessario tenerli lontani dal corpo come da ogni minima sorgente di calore.

5. MISURA DELLA PRESSIONE ATMOSFERICA. — Ha lo scopo principale la determinazione della profondità di singoli punti di una grotta. L'importanza del problema richiede però una trattazione separata, attual-

nente in corso di elaborazione. Ci limitiamo pertanto ad alcune considerazioni fondamentali di carattere generale. Non consideriamo i barometri a mercurio per la difficoltà del loro trasporto e uso in grotta. I comuni altimetri, per la loro poca sensibilità, non sono adatti per le grotte. Essi possono comportare, in condizioni normali, errori molto elevati, che arrivano e oltrepassano il 10% della misura stessa.

Migliori risultati si ottengono con i normali barometri aneroidi di precisione, con divisione in $1/5$ di mm o meglio ancora di millibar. Conviene usare contemporaneamente almeno due di essi, in perfette condizioni di funzionamento e con tutte le attenzioni del caso. La lettura va eseguita almeno 10 minuti dopo che lo strumento è stato messo in stazione. Deve sempre esser preceduta da un leggero battito sul vetro per mettere il sistema mobile nella posizione di equilibrio. Conviene tenere fermo lo strumento, nelle successive stazioni, sempre lo stesso intervallo di tempo, per esempio 10 minuti o $1/4$ d'ora.

Di ciascun barometro occorre conoscere le correzioni strumentali per tutti i valori della scala. Le tarature si eseguono almeno ogni due mesi e sempre prima e dopo le misure in grotta. Altrettanto occorre fare per le correzioni dovute alla variazione della temperatura, in quanto che, pur essendo questi strumenti compensati per le variazioni termiche, essi comportano sempre un piccolo errore.

Mediante la formula altimetrica o mediante apposite tabelle e tenendo conto delle correzioni strumentali, della temperatura, dell'umidità dell'aria e dell'andamento della pressione atmosferica, si possono ottenere le singole profondità con una approssimazione che generalmente è inferiore al 0,5%. L'uso contemporaneo di almeno due barometri è però indispensabile per ottenere questi risultati. Conviene pure che i due strumenti siano di costruzione diversa. Se la discesa o il rilievo richiedono molto tempo, ore o giorni, è necessario avere alla bocca della grotta almeno un sensibile barografo a rotazione giornaliera, per poter dedurre i valori della pressione alla superficie occorrenti per i successivi calcoli.

6. MISURE DELLA TEMPERATURA DELLA ROCCIA E DELL'ACQUA. — In grotte profonde oltre i 50 m, la temperatura della roccia, misurata a 30 cm entro la parete, ha un'oscillazione annua dell'ampiezza di pochi decimi di °C. Per la sua determinazione sono adatti i termometri con divisione in $1/20$ di °C oppure in $1/50$ °C. Possono essere anche sufficienti quelli graduati in decimi di grado se l'intervallo di $1/10$ °C è grande e se la lettura si esegue con apposito cannocchiale da adattarsi normalmente alla lunghezza del termometro.

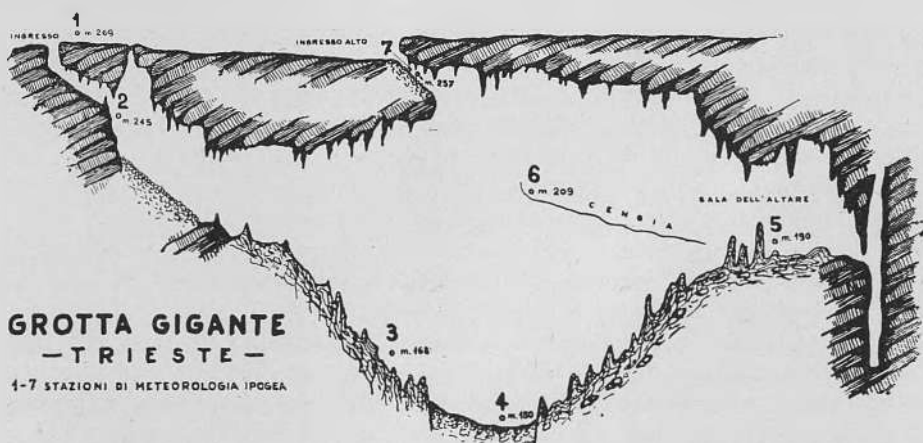
Il termometro si sistema in un foro orizzontale preparato nella parete rocciosa, possibilmente omogenea ed asciutta. Il termometro può essere fisso o levabile, in ogni caso è sempre necessario porre la massima attenzione alla chiusura del foro che deve essere eseguita con materiale termicamente isolante. Nel foro non vi deve circolare né aria né acqua. Nel caso che la lettura sia eseguita al termometro levato dal foro, il bulbo dovrà essere grande e circondato, per uno spessore di almeno 1 cm, da materiale coibente, per esempio cbanite o sughero ben paraffinato.

La temperatura dell'acqua nella vaschetta può essere di qualche decimo di °C inferiore a quella dell'aria, specialmente se l'acqua è bassa e l'ambiente relativamente poco umido, perchè allora, essendo l'evaporazione maggiore e la massa d'acqua piccola, si avrà un raffreddamento maggiore. La lettura può essere eseguita con termometro immerso, ed è la più conveniente, o al termometro levato fuori dall'acqua. In questo caso occorre avere un bulbo grande circondato da materiale isolante. E' conveniente allora adoperare l'acqua stessa quale coibente, o contenuta in un piccolo serbatoio nel quale è immerso il bulbo, o imbevuta in una fascia idrofila avvolta per uno spessore di circa 1 cm attorno al bulbo. Buono e rapido è pure il sistema del termometro a pennello. Un ciuffo di filacci avvolgono a modo di pennello il bulbo; immergendolo nella vaschetta, esso viene in immediato contatto dell'acqua, traendolo fuori i filacci si chiudono sul bulbo tenendolo isolato termicamente per alcuni minuti. Per le acque correnti valgono le stesse considerazioni.

7. NOTA SULLE RICERCHE ESEGUITE. — Queste osservazioni sono il frutto di 5 anni di misure e di ricerche eseguite nelle grotte del Carso di Trieste con la collaborazione della Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, Sezione del C.A.I., e del Gruppo Triestino Speleologi. Della prima furono preziosi rilevatori gli speleologi geometra Fabio Forti e Tullio Tommasini e della seconda l'appassionato Direttore geometra Lucio Pipan. L'Istituto Talassografico di Trieste ha messo a disposizione parte degli strumenti e l'attrezzatura per la loro campionatura. Ringrazio vivamente i Direttori e i collaboratori tutti.

LA GROTTA GIGANTE DEL CARSO DI TRIESTE QUALE CAVITÀ BAROMETRICA

RIASSUNTO: La grotta è un tipico esempio di una unica e vasta cavità sotterranea. Ha una capacità di $1/2$ milione di m^3 . E' in comunicazione con l'esterno mediante due aperture superiori parallele aventi una sezione minima di $8 m^2$. La cavità si trova perciò nelle migliori condizioni per agire quale enorme e sensibilissima cavità barometrica a temperatura costante. Il fenomeno è messo in marcata evidenza dal flusso d'aria nella apertura. Esso segue ogni variazione di pressione esterna operando selettivamente sulle oscillazioni barometriche. Infatti il flusso normale è ritmicamente alternato secondo le microoscillazioni barometriche esterne. L'aria entra ed esce ad intervalli che vanno dai 20 ai 100 sec. Questa oscillazione si sovrappone al flusso costante, meno vistoso, dovuto alle lente oscillazioni della pressione atmosferica. Applicando la legge di Boyle-Mariotte alle pressioni misurate si trovano valori delle velocità del flusso d'aria in concordanza con quelle misurate.



1. GENERALITÀ. — La grotta Gigante è una unica ampia cavità sotterranea situata nell'altipiano carsico 6 km a Nord di Trieste. Il breve pozzo d'ingresso si apre a 269 m sul livello del mare, in un arido terreno calcareo, coperto solo parzialmente da una magra e bassa vegetazione. La grotta ha le seguenti dimensioni massime: lunghezza 280 m, larghezza 60 m, altezza 110 m. Il vano centrale si può far corrispondere ad un elissoide i cui assi orizzontali sono lunghi 160 m e 60 m e quello verticale 100 m. Secondo queste dimensioni il volume della grotta risulta di $1/2$ milione di metri cubi. Il fondo si trova 121 m sotto la superficie esterna, per cui lo spessore roccioso minimo sopra la volta è di circa 6 m. Queste dimensioni sono state

dedotte da un rilievo speditivo eseguito mediante barometro aneroido e cor-della metrica, risultano pertanto approssimate; sono in corso misure topo-grafiche e fotogrammetriche per la determinazione di un esatto rilevamento della grotta.

Per lo studio delle condizioni meteoriche ambientali la Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del Club Alpino Italiano, alla fine del 1950 ha avuto l'iniziativa di promuovere delle misure periodiche dei principali elementi meteorici nell'interno della grotta. Con la collaborazione dell'Istituto Talassografico di Trieste furono fissate 7 stazioni, 5 interne e 2 esterne, nelle quali furono eseguite, almeno ogni 15 giorni, misure della temperatura e umidità dell'aria, della temperatura della roccia e dell'acqua. Sono stati usati termometri ad aspirazione con divisione in $1/10$ °C. L'umidità fu determinata mediante psicrometro ad aspirazione Assmann con termometri aventi la stessa divisione scalare. I risultati di questi rilievi si trovano elaborati nella pubblicazione indicata nella bibliografia. Contemporaneamente furono eseguite misure, mediante anemometro per correnti debolissime, dei flussi d'aria nell'interno e nelle gallerie della grotta, e ciò per la determinazione della circolazione generale nella grotta.

Notevole importanza, e in un certo senso anche sorpresa, destarono le misure delle correnti eseguite nella galleria d'ingresso alla grotta, in quanto che esse misero in evidenza come la caverna si comporti non solo quale cavità barometrica ma anche quale sensibilissima e selettiva cavità micrometrica. L'aria infatti scorre nella ripida galleria alternativamente verso l'interno e verso l'esterno secondo successivi intervalli di tempo che variano da 20 a 100 secondi. La corrente d'aria nella strozzatura della galleria rispecchia ogni minima variazione di pressione tra l'interno e l'esterno. Differenze del valore di 0,01 millibar, perduranti qualche decina di secondi, producono flussi d'aria aventi velocità di qualche cm/sec. Nelle grotte con gallerie lunghe e strette il fenomeno risulta smorzato e alterato dall'attrito. Nella grotta Gigante esso si sviluppa invece marcato e puro, e ciò per la forma ideale che essa presenta di una unica e vasta cavità comunicante con l'esterno mediante un breve e diretto passaggio.

In questa nota si esaminerà il fenomeno soprattutto sulla base dei flussi d'aria prodotti nella galleria d'accesso e si metteranno in relazione i risultati delle misure eseguite con quelli ricavati da un elementare sviluppo teorico del fenomeno.

Il duro lavoro delle misure nella grotta fu esemplarmente eseguito dai componenti la Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie e in particolare dai due speleologi Fabio Forti e Tullio Tommasini che vivamente ringrazio per l'ottima collaborazione. Ringrazio pure il Presidente della suddetta Commissione per l'interessamento dimostrato e le agevolazioni concesse ed il Direttore dell'Istituto Talassografico per gli strumenti messi a disposizione.

2. L'AMBIENTE METEORICO ESTERNO ED INTERNO. — Per potere bene interpretare i dati delle misure eseguite e per meglio inserire il fenomeno nel suo spazio climatico è necessario presentare le condizioni normali dei due ambienti in esame, quello interno e quello esterno.

Il clima sull'altipiano è quello tipico delle regioni carsiche mediterranee. Benchè la zona sia vicina al mare emergono notevoli i caratteri climatici continentali. Contribuisce a darle questo tono la natura stessa del suolo, con la sua magra vegetazione tra le bianche distese di tormentato calcare. Le precipitazioni sono notevoli, 1158 mm annui, ma l'acqua appena caduta penetra attraverso le numerose fessurazioni in profondità lasciando la superficie arida e assetata.

Presentiamo i valori medi mensili della temperatura dell'aria determinati per Villa Opicina, situata, nelle stesse condizioni di terreno e di clima, 3 km a SE della grotta. Le medie si riferiscono ad un periodo di 26 anni. Nella prima riga sono date le temperature medie mensili e annue, nella seconda e terza i valori medi dei massimi e dei minimi mensili.

TEMPERATURA E UMIDITA' A VILLA OPICINA

Temper.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	A.
media	1.2	2.5	6.0	10.3	14.8	18.6	21.1	20.3	16.6	11.6	6.8	3.1	11.1
med. max.	9.6	10.6	15.2	19.8	24.2	27.6	30.0	29.0	26.1	20.3	15.2	11.0	30.6
med. min.	-7.7	-5.9	-3.1	1.8	5.5	10.1	12.7	11.5	8.1	2.7	-2.0	-5.0	-8.8
Umidità	77	75	72	70	70	69	68	67	70	77	77	76	72

Nella grotta i valori climatici sono quasi costanti, soltanto nell'immediata vicinanza dell'apertura lo spazio risente l'influsso dello stato esterno. La temperatura media nella caverna è inferiore alla media esterna, ciò contribuisce a mantenere stabile la stratificazione dell'aria interna, ne consegue una maggiore costanza delle condizioni climatiche della grotta.

Nella seguente tabellina si presentano i valori medi ed estremi della temperatura e dell'umidità dedotti dai due anni di osservazioni 1951-52. Essi si riferiscono alla quasi totalità della cavità, con esclusione dei soli spazi vicini alle due aperture.

TEMPERATURA E UMIDITA' NELLA GROTTA GIGANTE

Temper.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	A.
media	9.5	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.0	9.9	9.7	9.8
med. max.	9.6	9.5	9.6	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.2	10.1	10.0	9.8	9.9
med. min.	9.4	9.3	9.4	9.4	9.5	9.7	9.7	9.9	9.9	9.9	9.8	9.6	9.6
roccia	9.5	9.4	9.4	9.5	9.5	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.7	9.6	9.6
Umidità	95	96	96	97	98	97	97	97	97	97	96	96	96.6

3. LA GROTTA QUALE CAVITA' BAROMETRICA. — Un recipiente chiuso, indeformabile e isolato termicamente, comunicante con l'esterno mediante un piccolo foro, agisce quale sensibilissimo indicatore di variazione della pressione atmosferica esterna. Infatti, se questa aumenta si avrà attraverso il foro una corrente d'aria entrante, se la pressione esterna diminuisce, si avrà un'uscita d'aria dal recipiente. In modo perfettamente analogo si

comporta la vasta cavità della grotta. Dalla misura della velocità del flusso d'aria nell'apertura di comunicazione si può dedurre la variazione della pressione esterna, e viceversa, conoscendo la variazione di questa si può determinare la velocità della corrente d'aria entrante od uscente e infine la massa d'aria spostata.

La grotta comunica con l'esterno attraverso due aperture, le cui sezioni possono considerarsi piccole rispetto alla vastità della caverna. Una, l'ingresso attuale, è costituita da un pozzo profondo circa 12 m, dal quale discende una galleria molto inclinata che sbocca, alla profondità di circa 30 m, nella grande cavità. Nella strozzatura di questa galleria, in prossimità dello sbocco interno, vi è una porta di ferro delle dimensioni di 1 m per 2 m; sopra di essa una apertura di 40 cm per 20 cm lascia circolare una limitata quantità d'aria attraverso la galleria. L'altra apertura, detta alta in quanto si apre alla sommità della caverna, è una breve e ripida galleria che, partendo da una piccola concavità del terreno, finisce nel vuoto, nella parte centrale della volta della cavità. L'ingresso di questa galleria è chiuso nella parte inferiore da un muro che lascia libera superiormente una apertura di circa 6 m².

I due fori si aprono nel suolo circa alla stessa quota e agiscono parallelamente nelle stesse condizioni. Si può ritenere pertanto, agli effetti di un calcolo applicativo, che la cavità comunichi con l'esterno attraverso una sezione complessiva di circa 8 m². Particolarmente marcato appare il fenomeno all'ingresso attuale, dove la strozzatura della galleria comporta un forte aumento della velocità del flusso d'aria. In tale posto è stata messa la porta e nel vano di essa furono eseguite le determinazioni della velocità della corrente d'aria. Si usò l'anemometro per correnti debolissime n. 87 costruito dalla Filotecnica di Milano. Se il sistema rotante è bene equilibrato lo strumento arriva a registrare velocità dell'ordine di 1 cm/sec.

Contemporaneamente vennero eseguite, nell'interno ed all'esterno della grotta, misure della pressione atmosferica mediante due barometri aneroidi di precisione (uno di costruzione Fuess, l'altro Naudet), misura della temperatura e dell'umidità mediante termometri ad aspirazione e registrazioni continue dell'andamento della pressione atmosferica mediante un barografo Richard grande modello.

Una differenza di pressione tra la cavità e l'esterno può generarsi per un complesso di cause le cui principali sono: lenta variazione della pressione esterna che si estende su vaste regioni e fluttua secondo periodi di più giorni; variazione della pressione esterna dovuta a cause locali e la cui oscillazione avviene secondo periodi di qualche ora; variazione rapida della pressione esterna dovuta alla turbolenza locale del vento; variazione dello stato termico dell'aria tra i due ambienti; variazione dello stato dell'umidità nei due spazi.

La cavità può considerarsi, con buona approssimazione, limitata da pareti a temperatura costante. Infatti, la temperatura della roccia varia durante l'anno da 9,4 °C (febbraio) a 9,8 °C (ottobre), con una escursione di 0,4 °C; valore trascurabile rispetto a quello della variazione esterna che è di quasi 40 °C, in quanto quella risulta appena 1/100 di questa. Pertanto

le variazioni di pressione da prendersi in considerazione risultano tutte dovute a cause esterne.

La pressione atmosferica in un dato posto fluttua continuamente secondo periodi molto variabili e che possono essere dell'ordine di giorni, ore, minuti e secondi. Ciò risulta immediatamente dall'osservazione dei barogrammi e dei microbarogrammi. Esaminiamo ora i dati delle misure eseguite. L'aria ritmicamente entra ed esce ad intervalli che vanno dai 20 ai 100 secondi. Appare quindi chiaro come la cavità si comporti, oltre che da barometrica, anche da cavità microbarometrica. Alla variazione della pressione di lungo periodo (di giorni o di ore) si sovrappongono quelle di breve periodo (poche decine di secondi), messe magnificamente in evidenza dalla adatta forma e dimensione della cavità ipogea.

Sono proprio queste rapide oscillazioni della corrente che costituiscono l'andamento barico normale del flusso d'aria nella galleria. Infatti esse si presentarono 11 volte su 12 casi esaminati nel periodo di 3 stagioni.

Con pressione esterna stazionaria le microoscillazioni interessano solamente lo spazio d'aria interno più vicino allo sbocco della galleria. La somma della quantità d'aria entrata ed uscita è, in questo caso, molto prossima allo zero. Se invece la pressione esterna si mantiene per un lungo intervallo di tempo superiore a quella interna il flusso d'aria appare ancora fluttuante secondo i microperiodi prima indicati, ma la durata e la quantità d'aria corrispondente al semiperiodo entrante è maggiore di quella corrispondente al semiperiodo uscente. In tal modo si ha una prevalenza dell'aria entrante, prevalenza che sarà proporzionale, a parità di tempo, alla differenza tra la pressione esterna e quella interna. Un ragionamento analogo vale per il caso che la pressione esterna si mantenga inferiore a quella della cavità.

E' interessante ora osservare come la semplice applicazione della legge di Boyle-Mariotte ai dati delle pressioni misurate e dei volumi determinati, dia valori delle velocità concordanti con quelli misurati con l'anemometro. Per cui risulta facile passare dalle velocità misurate alle differenze di pressione e da queste a quelle.

Infatti, consideriamo il caso medio in cui la pressione esterna sia di 980,0 mb e la variazione oraria della pressione atmosferica sia di 1 mb, e poniamo:

$$P = 980,0 \text{ mb}, \quad P' = 981,0 \text{ mb}, \quad V = 500.000 \text{ m}^3.$$

Avremo:

$$P' : P = V : V',$$

da cui:

$$V' = PV/P' = 499.490 \text{ m}^3.$$

Per cui in un'ora entreranno nella grotta 510 m³ d'aria. Se la sezione complessiva delle due aperture è di 8 m², si avrà un flusso di 510 : 8 = 64 m in 1 ora, 6400 cm in 3600 sec., cioè circa 2 cm/sec. Tale velocità risulta dello stesso ordine di quelle effettivamente misurate e presentate nelle tabelle quali velocità risultanti da tutto l'intervallo d'osservazione.

Le velocità misurate per le microoscillazioni appaiono molto più alte. Il fatto potrebbe forse attribuirsi a fenomeni di risonanza, dato che la cavità

agisce selettivamente sulle diverse oscillazioni. Infatti esalta quelle aventi periodi tra 20 e 100 sec., mentre non lascia figurare quelle a periodo inferiore o superiore.

4. LE TABELLE. — Nelle tabelle figurano i 12 casi esaminati. Nella prima colonna, sotto la data, si è messo il tempo d'inizio e della fine delle misure, indicando pure le corrispondenti pressioni atmosferiche. Dopo lo stato della pressione atmosferica si è messo tra parentesi quello delle 3 ore precedenti. L'aria fluita, data in m, è quella misurata dall'anemometro. L'aria fluita data in m³ è quella effettivamente entrata nella caverna attraverso le due aperture. Il segno + indica verso l'interno della grotta, il segno — verso l'esterno.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE. — La cavità sotterranea agisce quale sensibilissima e selettiva cavità barometrica a temperatura costante. Le cause principali che producono le differenze di pressione tra l'ambiente interno e quello esterno sono di origine esterna. Il fenomeno si manifesta nella galleria di accesso quale flusso d'aria di senso alternato ad intervalli di 20-100 secondi. Il flusso prodotto da lente variazioni della pressione esterna è mascherato dal continuo e ritmico alternarsi del senso della corrente d'aria, dovuto alle microoscillazioni della pressione atmosferica. Queste oscillazioni della corrente seguono esattamente le microfluttuazioni barometriche esterne. Esse caratterizzano l'andamento della corrente nell'ingresso. Il periodo di queste microfluttuazioni dipende dalle condizioni atmosferiche locali del momento. In certe giornate prevalgono oscillazioni con periodi di 15-30 sec., in altre prevalgono i periodi 30-50 oppure 50-80 sec.

E' notevole il fatto che la cavità agisce selettivamente sulle oscillazioni barometriche facendo risaltare le oscillazioni delle correnti d'aria aventi periodi dai 20 ai 100 sec. circa.

Nei giorni con condizioni atmosferiche normali la cavità mette in evidenza l'andamento giornaliero della pressione atmosferica. Questo presenta due massimi e due minimi al giorno, i due primi verso le ore 10 e le 22, i due secondi alle ore 5 e alle ore 16. Dai dati presentati si rileva che generalmente prima delle ore 16 prevale la corrente uscente e dopo la entrante.

Più complessi e meno evidenti, perchè nascosti da tutte le altre macro e microoscillazioni, sono gli effetti prodotti dalla variazione esterna della temperatura e dell'umidità. L'aumento pomeridiano della temperatura dell'aria esterna concorre a incrementare il flusso uscente messo in evidenza dalle misure eseguite. L'effetto sulla pressione della variazione dell'umidità è piccolo rispetto a quelli ora considerati e pertanto è difficilmente analizzabile.

BIBLIOGRAFIA

- CRESTANI G. e ANELLI F. — *Ricerche di meteorologia ipogea nelle Grotte di Postumia*. Uff. Idrogr. del Magistrato alle Acque. Pubbl. N. 143. Roma, 1939.
- POLLI S. — *Dati climatici di Trieste e dintorni*. Ist. Talassogr. Trieste, Pubbl. N. 284 (1953).
- POLLI S. — *Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste*. Alpi Giulie, Vol. 52 (1953), P. 22-32, Trieste 1953.
- TROMBE F. — *Traité de spéléologie*. Bibl. Scientif. Payot, Paris, 1932.

**MISURE DELLA CORRENTE D'ARIA E DELLA PRESSIONE
NELLA GALLERIA D'INGRESSO**

Data e condizioni meteoriche	Verso del flusso	Intervallo, sec.	Aria fluiva m	Aria fluiva m ³	Velocità cm/sec
28 aprile 1951 17h 38m, mb 980,3 17 48 , » 980,5 press. atmosf. in aumento (aumento) tempo piovoso	uscita	160	- 36	- 288	- 23
	entrata	55	+ 2	+ 16	+ 4
	uscita	70	- 15	- 120	- 21
	entrata	65	+ 2	+ 16	+ 3
	uscita	90	- 16	- 128	- 18
	entrata	85	+ 73	+ 584	+ 86
TOTALE . . .	entrata	525	+ 10	+ 80	+ 1,9
1 maggio 1951 17h 03m, mb 985,4 17 12 , » 985,2 press. atmosf. in diminuz. (diminuz.) tempo piovoso	uscita	110	- 51	- 408	- 46
	entrata	90	+ 24	+ 192	+ 27
	uscita	105	- 40	- 320	- 38
	entrata	15	+ 5	+ 40	+ 33
	uscita	130	- 67	- 536	- 52
	entrata	90	+ 59	+ 472	+ 66
TOTALE . . .	uscita	540	- 70	- 560	- 13,0
6 maggio 1951 16h 35m, mb 979,8 16 45 , » 979,8 press. atmosf. stazionaria (in diminuz.) tempo variabile	entrata	84	+ 30	+ 240	+ 36
	uscita	10	- 2	- 16	- 20
	entrata	15	+ 3	+ 24	+ 20
	uscita	60	- 39	- 312	- 65
	entrata	123	+ 43	+ 344	+ 35
	uscita	29	- 4	- 32	- 14
	entrata	33	+ 5	+ 40	+ 15
	uscita	68	- 40	- 320	- 59
	entrata	23	+ 5	+ 40	+ 22
	uscita	38	- 24	- 192	- 63
	entrata	50	+ 9	+ 72	+ 18
	uscita	20	- 4	- 32	- 20
	entrata	30	+ 17	+ 136	+ 57
TOTALE . . .	uscita	583	- 1	- 8	- 0,2
20 maggio 1951 16h 40m, mb 974,3 16 50 , » 974,2 press. atmosf. in diminuz. (diminuz.) tempo variabile	entrata	50	+ 10	+ 80	+ 20
	uscita	75	- 24	- 192	- 32
	entrata	65	+ 5	+ 40	+ 8
	uscita	78	- 21	- 168	- 27
	entrata	95	+ 19	+ 152	+ 20
	uscita	38	- 8	- 64	- 21
	entrata	47	+ 5	+ 40	+ 11
	uscita	115	- 28	- 224	- 24
	entrata	60	+ 15	+ 120	+ 25
TOTALE . . .	uscita	623	- 27	- 216	- 4,3

**MISURE DELLA CORRENTE D'ARIA E DELLA PRESSIONE
NELLA GALLERIA D'INGRESSO**

Data e condizioni meteoriche	Verso del flusso	Intervallo, sec.	Aria fluita m	Aria fluita m ³	Velocità cm/sec
24 maggio 1951 17h 55m, mb 985,2 18 05 , » 985,2 press. atmosf. stazionaria (diminuz.) tempo variabile	entrata	100	+ 8	+ 64	+ 8
	uscita	45	- 2	- 16	- 4
	entrata	35	+ 1	+ 8	+ 3
	uscita	30	- 2	- 16	- 7
	entrata	30	+ 2	+ 16	+ 7
	uscita	50	- 7	- 56	- 14
	entrata	65	+ 6	+ 48	+ 9
	uscita	10	- 1	- 8	- 10
	entrata	15	+ 1	+ 8	+ 7
	uscita	55	- 11	- 88	- 20
	entrata	47	+ 9	+ 72	+ 19
	uscita	38	- 5	- 40	- 13
	entrata	35	+ 4	+ 32	+ 11
TOTALE . . .	entrata	555	+ 3	+ 24	+ 0,5
27 maggio 1951 18h 57m, mb 975,9 19 10 , » 975,9 press. atmosf. stazionaria (diminuz.) tempo nuvoloso	entrata	85	+ 32	+ 256	+ 38
	uscita	85	- 34	- 272	- 40
	entrata	85	+ 12	+ 96	+ 14
	uscita	35	- 1	- 8	- 3
	entrata	50	+ 8	+ 64	+ 16
	uscita	50	- 16	- 128	- 32
	entrata	65	+ 1	+ 8	+ 2
	uscita	35	- 7	- 56	- 20
	entrata	40	+ 2	+ 16	+ 5
	uscita	30	- 1	- 8	- 3
	entrata	25	+ 2	+ 16	+ 8
	uscita	25	- 3	- 24	- 12
	entrata	20	+ 1	+ 8	+ 5
	uscita	70	- 12	- 96	- 17
	TOTALE . . .	uscita	700	- 16	- 128
10 giugno 1951 17h 04m, mb 980,1 17 15 , » 980,2 press. atmosf. in aumento (stazion.) tempo variabile	entrata	25	+ 12	+ 96	+ 48
	uscita	35	- 13	- 104	- 37
	entrata	15	+ 2	+ 16	+ 13
	uscita	35	- 9	- 72	- 26
	entrata	70	+ 30	+ 240	+ 43
	uscita	65	- 28	- 224	- 43
	entrata	80	+ 28	+ 224	+ 35
	uscita	25	- 1	- 8	- 4
	entrata	45	+ 2	+ 16	+ 4
	uscita	50	- 19	- 152	- 38
	entrata	100	+ 38	+ 304	+ 38
	uscita	40	- 21	- 168	- 53
	entrata	50	+ 18	+ 144	+ 36
	uscita	25	- 2	- 16	- 8
	TOTALE . . .	entrata	660	+ 37	+ 296

**MISURE DELLA CORRENTE D'ARIA E DELLA PRESSIONE
NELLA GALLERIA D'INGRESSO**

Data e condizioni meteoriche	Verso del flusso	Intervallo, sec.	Aria fluïta m	Aria fluïta m ³	Velo- città cm/sec
22 luglio 1951 17h 17m, mb 982,9 17 28 , » 982,7 press. atmosf. in di- minuz. (diminuz.) tem- po variabile	entrata	15	+ 1	+ 8	+ 7
	uscita	55	— 5	— 40	— 9
	entrata	50	+ 11	+ 88	+ 22
	uscita	85	— 24	— 192	— 28
	entrata	70	+ 3	+ 24	+ 4
	uscita	120	— 27	— 216	— 23
	entrata	40	+ 13	+ 104	+ 33
	uscita	25	— 2	— 16	— 8
	entrata	15	+ 1	+ 8	+ 7
	uscita	25	— 1	— 8	— 4
	entrata	30	+ 5	+ 40	+ 17
	uscita	70	— 18	— 144	— 26
	entrata	40	+ 1	+ 8	+ 3
TOTALE . . .	uscita	640	42	— 336	— 6,6
25 luglio 1951 16h 19m, mb 980,3 20 01 , » 980,9 press. atmosf. in di- minuz. (aumento) tem- po piovoso	uscita	850	— 193	— 1544	— 23
	uscita	1105	— 187	— 1496	— 17
	uscita	1075	— 130	— 1040	— 12
	uscita	1070	— 158	— 1244	— 15
	uscita	1155	— 301	— 2408	— 26
	uscita	1175	— 229	— 1832	— 19
	uscita	1065	— 39	— 312	— 4
	uscita	1770	— 283	— 2264	— 19
	uscita	1480	— 423	— 3384	— 29
	uscita	1590	— 51	— 408	— 3
	entrata	998	+ 30	+ 240	+ 3
	TOTALE . . .	uscita	13333	— 1964	— 15712
26 agosto 1951 17h 19m, mb 978,0 17 30 , » 977,9 press. atmosf. in di- minuz. (diminuz.) tem- po nuvoloso	entrata	25	+ 2	+ 16	+ 8
	uscita	75	— 9	— 72	— 12
	entrata	55	+ 10	+ 80	+ 18
	uscita	45	— 15	— 120	— 33
	entrata	55	+ 15	+ 120	+ 27
	uscita	70	— 32	— 256	— 46
	entrata	30	+ 9	+ 72	+ 30
	uscita	20	— 4	— 32	— 20
	entrata	65	+ 15	+ 120	+ 23
	uscita	70	— 15	— 120	— 21
	entrata	75	+ 10	+ 80	+ 13
	uscita	75	— 7	— 56	— 9
TOTALE . . .	uscita	660	— 21	— 168	— 3,2

**MISURE DELLA CORRENTE D'ARIA E DELLA PRESSIONE
NELLA GALLERIA D'INGRESSO**

Data e condizioni meteoriche	Verso del flusso	Intervallo, sec.	Aria fluiva m	Aria fluiva m ³	Velocità cm/sec
2 settembre 1951 16h 31m, mb 981,4 16 41 , » 981,4 press. atmosf. stazionaria (diminuz.) tempo nuvoloso	entrata	35	+ 5	+ 40	+ 14
	uscita	40	- 11	- 88	- 28
	entrata	40	+ 5	+ 40	+ 13
	uscita	35	- 1	- 8	- 3
	entrata	30	+ 3	+ 24	+ 10
	uscita	70	- 20	- 160	- 29
	entrata	105	+ 19	+ 152	+ 18
	uscita	25	- 9	- 72	- 36
	entrata	30	+ 6	+ 48	+ 20
	uscita	95	- 29	- 232	- 31
	entrata	40	+ 5	+ 40	+ 13
	uscita	30	- 5	- 40	- 17
	entrata	55	+ 1	+ 8	+ 2
	TOTALE .				
	uscita	630	- 31	- 248	- 4,9
23 settembre 1951 16h 51m, mb 985,6 17 02 , » 985,5 press. atmosf. in diminuz. (diminuz.) tempo nuvoloso	entrata	45	+ 10	+ 80	+ 22
	uscita	105	- 32	- 256	- 31
	entrata	30	+ 2	+ 16	+ 7
	uscita	100	- 15	- 120	- 15
	entrata	50	+ 2	+ 16	+ 4
	uscita	35	- 4	- 32	- 11
	entrata	35	+ 1	+ 8	+ 3
	uscita	20	- 1	- 8	- 5
	entrata	50	+ 8	+ 64	+ 16
	uscita	45	- 4	- 32	- 9
	entrata	25	+ 1	+ 8	+ 4
	uscita	80	- 19	- 152	- 24
	entrata	40	+ 2	+ 16	+ 5
	TOTALE .				
	uscita	660	- 49	- 392	- 7,4

LA GROTTA DELLE STRIARE,
CAVERNA OSSIFERA DELLA COSTA IONICA
(LECCE)

Denominazione: Grotta delle Striare.

Posizione: Lat. 40°01'26" Nord, Long. 5°58'59" Est M. Mario. Nel riferimento di Gauss-Boaga, fuso Est, ha le coordinate: 443613 Nord, 281319 Est.

(Foglio 214 - II° SE, Poggiardo, della carta 1:25000 dell'I.G.M.).

Accesso: raggiungibile dal mare; da terra è di difficile reperimento.

Speleometria: quota ingresso m 3,5 s.l.m., sviluppo m 30, profondità + m 15.

Descrizione

La cavità presenta due aperture affiancate e vicinissime di forma triangolare, rivolte a Sud alla base di una parete di roccia a pochi metri dalla riva del mare.

Subito all'interno le due aperture si riuniscono a formare una prima cavernetta. A questa fa seguito un cunicolo di una quindicina di metri che termina con una stretta fessura. Sulla sinistra del cunicolo all'altezza di un paio di metri si apre un'altra saletta che termina con un camino impraticabile. Quasi alla fine del cunicolo c'è inoltre un piccolo bacino temporaneo che risente delle precipitazioni esterne.

Sia la prima cavernetta che il cunicolo sono in parte occupati dal deposito ossifero. Nel cunicolo, oltre il laghetto, sono state notate alcune concrezioni eccentriche.

Cenni storici, esplorazione e rilievo

Lo Stasi (1) rivendicò «il diritto di priorità riguardo al rinvenimento di taluni resti fossili di un grosso pachiderma» nelle brecce ossifere del Leccese, in quanto, fin dal 1879 nella Grotta delle Striare trovò, oltre che resti di Elefante, di Bos o Bison, di Rinoceronte e di Cervo, anche alcuni di Ippopotamo.

La successiva scoperta della vicina Grotta Romanelli (che dista da quella delle Striare circa un chilometro) polarizzava l'attenzione degli studiosi, mentre, a quanto consta, il deposito delle Striare venne praticamente dimenticato.

Soltanto nel luglio 1952 G. Orlandi visitava la grotta dando inizio ad un nuovo ciclo di ricerche. Nel novembre 1952, nel corso di una campagna speleologica del G.G.M. nella provincia di Lecce, si procedeva alla esplorazione ed all'esecuzione del rilievo di alcune grotte della costa ionica, tra le quali, la Grotta delle Striare.

In quella occasione furono pure raccolti alcuni reperti affioranti sul deposito. Nel dicembre 1953 una piccola squadra del G.G.M. e della sotto-

sezione Gruppo Speleologico Gonzaga compiva accurate misurazioni per stabilire la quota dell'ingresso. Un'ulteriore visita veniva fatta nell'aprile 1954.

Il deposito di riempimento

Nella campagna del novembre 1952 venne rilevata anche la stratigrafia del deposito, che completata da osservazioni successive compiute nelle ultime visite, presenta al centro della grotta la seguente successione di strati affioranti (dal punto di vista delle caratteristiche geologiche) procedendo dal fondo roccioso di calcare ad ippuriti (creta superiore) fino al soffitto:

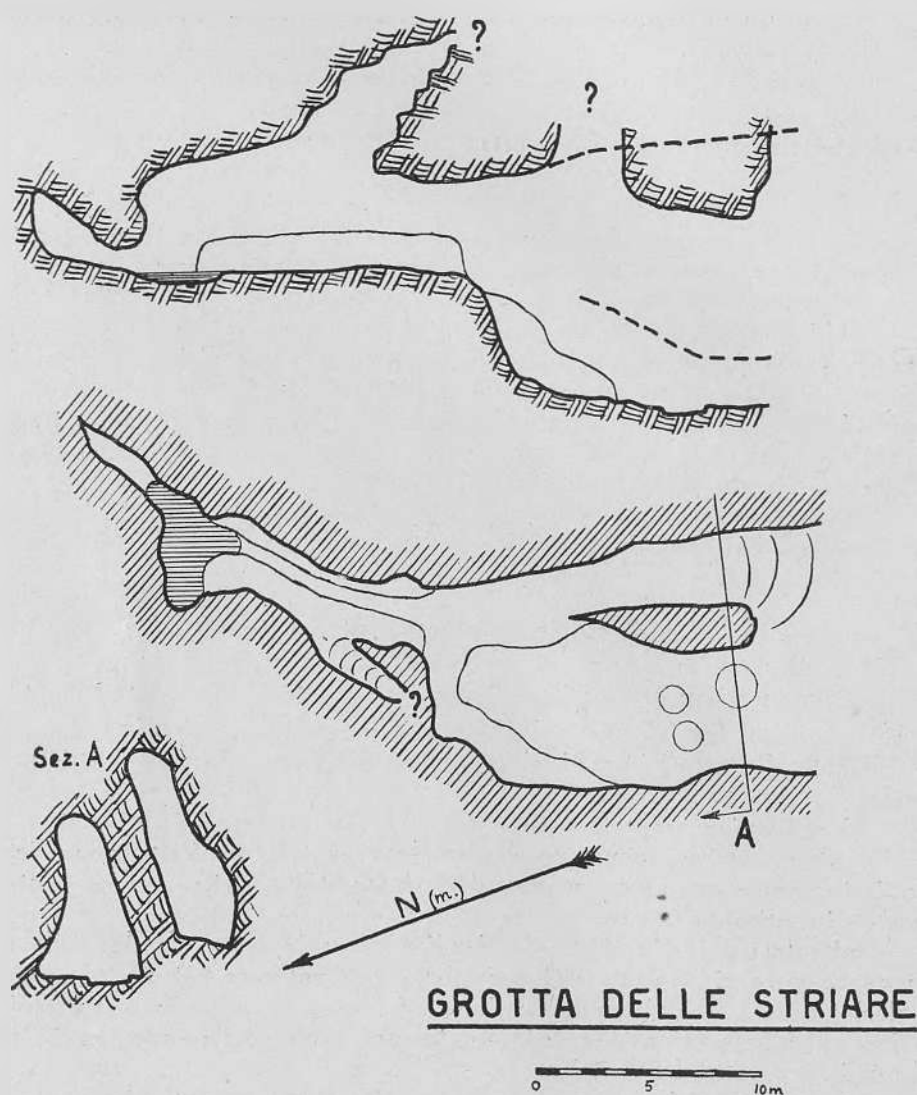


Fig. 1

Strato	1a	— cm 95 a cm 60	—	Loëss rosso-bruno cementato con ciottoli arrotondati. Tracce di carboni.
»	1b	— cm 10 a cm 15	—	Crostone stalagmitico.
»	1c	— cm 125 a cm 95	—	Loëss rosso-bruno cementato con frammenti rocciosi. Tracce di carboni.
»	2	— cm 20 a cm 15	—	Deposito di origine eolica o di clima caldissimo, color ocra, finissimo; pochissimo quarzoso, con micro strati carboniosi.
»	3	— cm 25	—	Deposito cementato di ciottolame arrotondato e a spigoli vivi.
»	4	— cm 40	—	Loëss rosso-bruno con voluminosi frammenti rocciosi.
5	5	— cm 15	—	Deposito cementato con ciottolame vario.
»	6	— cm 20	—	Loëss rosso-bruno cementato.
»	7	— cm 30	—	Deposito cementato con ciottolame vario.
»	8	— cm 30 a cm 0	—	Loëss rosso-bruno cementato (di vario spessore, talvolta mancante).
»	9	— cm 20	—	Deposito cementato con ciottolame vario.
»	10	— cm 10	—	Crostone stalagmitico.
»	11	— cm 140	—	Loëss rosso-bruno.

I reperti fossili sono distribuiti con varia abbondanza praticamente in tutti gli strati. Solo uno studio ed uno scavo sistematico potranno rivelare particolari in merito.

Dall'esame dei pochi campioni raccolti, si è potuto stabilire l'esistenza di resti di fauna «calda» (ippopotamo, rinoceronte, elefante, ecc.) negli strati dall'1 al 9, mentre nello strato 11 si sono rinvenute le seguenti specie: lepre, cervus dama, lince, lupo, volpe, cinghiale, cervo, ecc., secondo una determinazione sommaria, salvo quindi ulteriori studi.

Si può pertanto ritenere che il crostone 10 separi la fauna «fredda» dalla sottostante «calda». Nel corso delle visite si è notata l'assenza, almeno in superficie, di una qualsiasi industria che rivelasse la presenza dell'uomo.

Negli strati inferiori però si sono riscontrate minuscole tracce di carboni di dubbia provenienza.

E' opportuno ricordare che nel novembre 1952 apparivano evidenti segni di uno scavo in corso ad opera di ignoti, condotto in modo barbaro e incompetente, in quanto si rinvennero numerose ossa, anche di non piccole dimensioni, tranciate dai colpi di zappa. E' quindi augurabile che vengano presi gli opportuni provvedimenti al fine di evitare in futuro simili distruzioni.

Confrontando il deposito della Grotta delle Striare con quello della vicina e più famosa Grotta Romanelli, si nota chiaramente l'analogia esistente: in entrambi infatti un crostone stalagmitico divide i giacimenti a fauna «calda» da quelli a fauna «fredda».

Tuttavia mentre nella Grotta Romanelli lo strato a fauna «calda» ha una potenza (5) variabile da m 1 a m 2, 4, nella Grotta delle Striare, tale spessore supera i quattro metri.

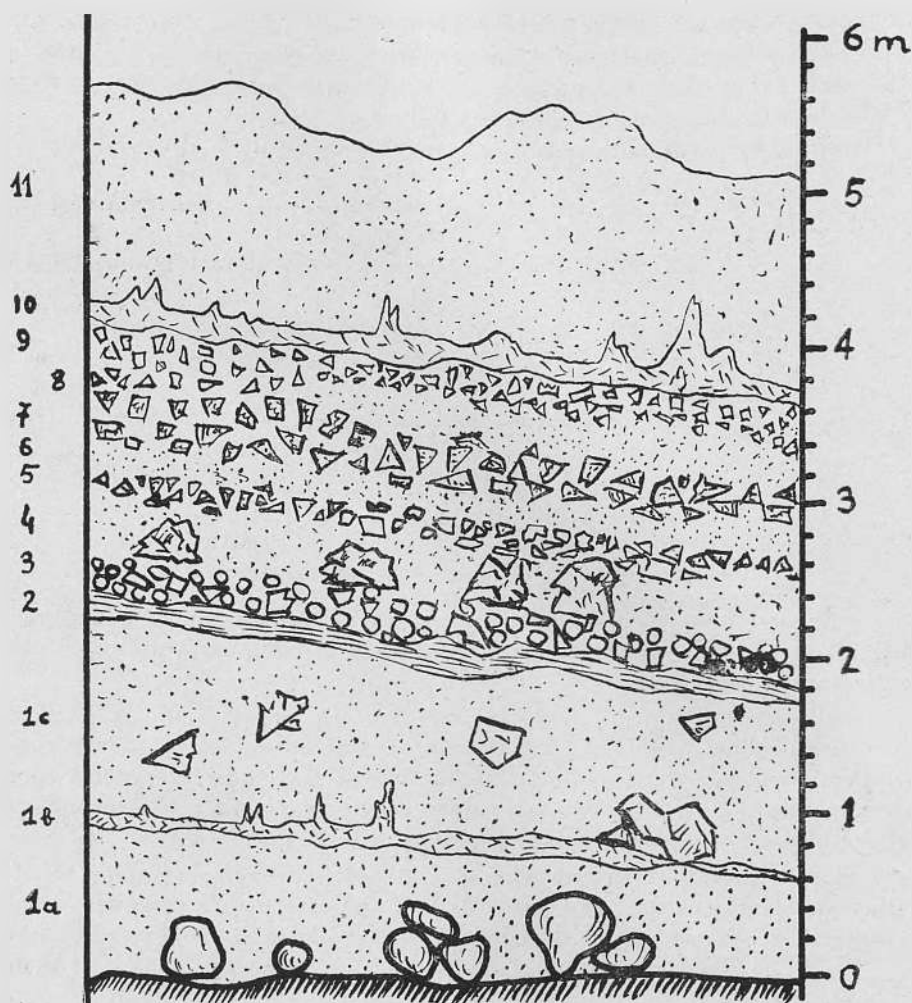


Fig. 2 — Stratigrafia del deposito di riempimento della Grotta delle Striare.

Questo divario potrebbe essere dovuto alle differenti quote alle quali si aprono le due grotte. Mentre infatti si formavano gli strati inferiori a fauna «calda», solo una minore quantità si depositava nell'interno della Grotta Romanelli (quota m 7,5 s.l.m.) (4) avendosi invece un maggior accumulo sul piano roccioso antistante, situato a quota più bassa.

Per la Grotta delle Striare, (quota m 3,5 s.l.m.) ciò non avveniva che in minima parte e pertanto si ha nella grotta la quasi totalità degli strati a fauna «calda».

Il successivo cambiamento di clima trovava quest'ultima grotta quasi completamente riempita, e conseguentemente lo spessore degli strati a fauna «fredda» è piccolo; il contrario succedeva per la Grotta Romanelli.

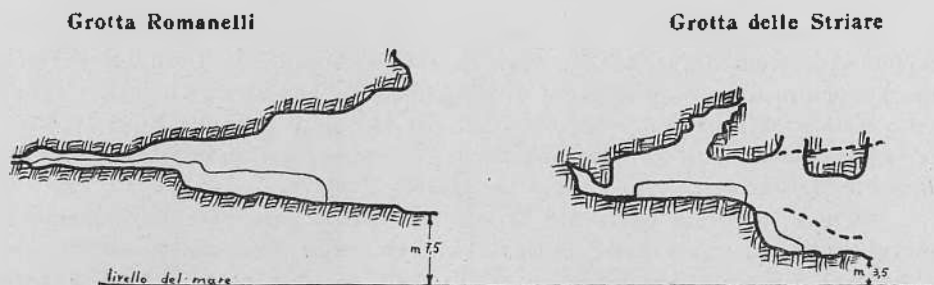


Fig. 3 — La Grotta delle Striare e la Grotta Romanelli riferite al livello del mare. La quota più elevata della seconda grotta e il gradino roccioso antistante ne hanno ostacolato il riempimento durante il periodo a "fauna calda".

Conclusione

Ci si può quindi augurare che uno studio particolareggiato sul deposito a fauna «calda» venga presto compiuto, ora che si ha a disposizione un deposito ben conservato, quale quello della Grotta delle Striare, in confronto alle breccie ossifere che si rinvenivano lungo la costa.

Ringraziamenti

Desideriamo porgere il nostro sentito ringraziamento a quanti hanno collaborato gentilmente per la compilazione della presente nota, in special modo il Prof. C. Maviglia per la determinazione dei reperti, il Dr. A. Balducci, G. Pasini, il Dr. L. Gatti, G. L. Desio e G. Cappa.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — P. E. STASI ed E. REGALIA — *Grotta Romanelli (Castro, Terra d'Otranto). Stazione con faune interglaciali calda e di steppa. Memorie originali* — Arch. per l'Antr. e la Etn. — Vol. 34°, Firenze 1904.
- 2 — G. A. BLANC — *Grotta Romanelli, I° - Stratigrafia dei depositi e natura e origine di essi* — Arch. per l'Antr. e la Etn. — Vol. 50°, fasc. 1-4, 1920.
- 3 — P. DE LORENTIIS — *Grotte del Salento* — Le Vie d'Italia, anno XXX, n. 7.
- 4 — G. A. BLANC — *Sulla presenza di Aica impennis Linn. nella formazione pleistocenica superiore di Grotta Romanelli in Terra d'Otranto* — Atti della Prima Riunione - Ist. It. di Paleont. Umana. Aprile 1927, Firenze.
- 5 — G. A. BLANC — *Grotta Romanelli, II° - Dati ecologici e paleontologici* — Atti della Prima Riunione - Ist. It. di Paleont. Umana. Aprile 1927, Firenze.

SONDA GEOFONOMETRICA PER RICERCHE DI IDROGRAFIA SOTTERRANEA

Il vasto programma d'attività che la Sezione Geo-Speleologica della Società Adriatica di Scienze Naturali ha svolto durante un triennio di ricerche per conto della Commissione Comunale per l'approvvigionamento idrico della città di Trieste comprendeva, oltre che lo studio tettonico e stratigrafico della zona basato sull'osservazione diretta in cavità, anche la ricerca dell'andamento dell'attuale letto ipogeo del fiume Timavo.

Mentre la prima parte del lavoro ha potuto essere svolta abbastanza agevolmente nel corso della normale attività della Sezione, la seconda ha presentato difficoltà ben maggiori. Il Timavo, come è noto, s'inabissa nelle Grotte di San Canziano e riappare alla superficie a San Giovanni di Duino dopo circa 34 chilometri di percorso sotterraneo; in questo tratto esso può essere raggiunto direttamente solo in un punto: nella Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano alla profondità di 329 metri dalla superficie. Mentre in questo punto ed alle risorgive di S. Giovanni di Duino sono state fatte delle indagini dirette per mezzo di apparecchi autorespiratori, per il resto della zona in studio si è dovuto trovare un nuovo sistema di sondaggio. E' nata così la sonda geofonometrica.

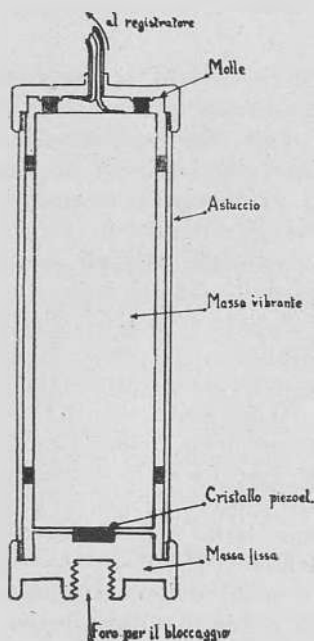
Sapendo che ogni corso d'acqua provoca delle vibrazioni nelle rocce che costituiscono il suo letto, si è pensato che, captando e misurando l'intensità delle vibrazioni stesse, avremmo ottenuto dei valori relativi che, con opportune riduzioni ed interpolazioni, ci avrebbero permesso di desumere, almeno in linea di massima, il tracciato del corso del fiume. A seguito di questo ragionamento ci siamo procurati l'attrezzatura necessaria per questo lavoro e siamo così riusciti a concretare l'apparecchio di cui darò una breve descrizione.

Esso si compone di due parti principali: la sonda propriamente detta e il registratore.

La sonda è costituita da un astuccio cilindrico isolato internamente nel quale sono contenute due masse metalliche con interposto un cristallo piezoelettrico (nel nostro caso Solfato di Bario) (fig. 1). La massa inferiore costituisce parte unica con la base dell'astuccio mentre quella superiore ha la possibilità di vibrare perpendicolarmente all'altra essendo essa tenuta in assetto da una corona di molle intorno alla testa. Ogni vibrazioni delle masse provoca il passaggio di un flusso di corrente attraverso il cristallo, flusso che viene trasmesso al registratore. Per questo apparecchio si è usufruito di un fonometro (Misuratore dell'intensità di rumore) di cui sono stati utilizzati il ricevitore, l'amplificatore, gli strumenti di misura e le batterie.

Per avere una buona registrazione è necessario che la sonda sia a contatto perfetto con la roccia ed a questo scopo essa viene bloccata su dei particolari chiodi che vengono profondamente infissi nella roccia stessa.

Per quanto riguarda il lavoro in campagna, si procede col seguente sistema. Come prima cosa è necessario portarsi ad una Stazione Base di condizioni note e di effettuarvi una lettura in modo da conoscere la portata giornaliera del fiume e ricavare quindi il relativo coefficiente di riduzione. Questo valore servirà per effettuare il prima correzione che dovrà essere



apportata a tutte le registrazioni effettuate in quella giornata. Ci si porterà poi nella zona in esame e si effettueranno le letture nelle varie stazioni che saranno disposte alla massima profondità possibile e scaglionate in pianta secondo lo schema di una triangolazione topografica. I valori ottenuti da queste osservazioni, corretti in base al coefficiente di portata giornaliera, dovranno venir compensati delle differenze di quota delle stazioni ed essere portati così tutti ad una quota fissa. I risultati così ottenuti dovrebbero avere un valore assoluto; non resterà che da portarli sullo schema di lavoro ed effettuarne l'interpolazione in modo da ottenere dei punti che dovrebbero rappresentare i passaggi del corso d'acqua nella zona in esame.

Nel nostro caso, essendo gli strumenti di misura ricavati da un fonometro, la misurazione avviene in Decibels, ma, naturalmente le letture hanno un valore puramente numerico e non sono definibili.

SCOPERTA DELL'UOMO FOSSILE IN UNA GROTTA DI MARINA DI CAMEROTA (CAMPANIA, PROV. DI SALERNO)

Desta sempre vivo interesse ogni scoperta che si riferisca al passato remoto dell'umanità, alla preistoria, a coloro che furono i nostri primissimi progenitori, ai nostri antenati che espressero le prime manifestazioni di quell'intelligenza primordiale che lasciò le sue tracce in scarse vestigia di manufatti litici, in residui di focolari cavernicoli, in pochi frammenti di ossa. Quello della paleontologia umana, in particolare, costituisce uno dei settori più suggestivi delle discipline naturali, per il suo substrato spirituale di alta portata per la storia dell'umanità nelle sue vicende ancestrali.

La scoperta in parola è stata fatta dalla Sezione Speleologica dell'Istituto Biologia Applicata di Napoli, nel corso di una breve campagna esplorativa, sotto la mia direzione, in alcune grotte fra Capo Palinuro ed il Golfo di Policastro, nel giugno del corrente anno (1954).

Oltre 90 grotte si aprono nella predetta costiera dimezzata da Marina di Camerota, gruppo di case raccolte su un breve sperone sporgente sul mare, al margine di un fitto bosco d'ulivi. Di queste grotte ben 62 erano state già elencate nella comunicazione fatta sulle industrie moustieriane, da A. C. Blanc, nel 1940, all'Accademia d'Italia.

A non più di cento metri dalle case periferiche del paese, su una parete rocciosa che si eleva a picco sulla spiaggia, si apre imponente una grotta detta «della Cala». In un cunicolo fino allora inesplorato di questa grotta scoprii, fra poche selci e poche ossa di animali (rimesse per lo studio al Prof. D'Erasmo dell'Università di Napoli), un dente, un frammento mascellare ed un pezzo di tibia di uomo.

A pochi metri dalla scenografica entrata della Grotta della Cala si apre una grotticella lunga solo undici metri, larga al massimo sei o sette, e dalla volta bassa. Mi accorsi subito che si trattava di una grotta sepolcrale preistorica, e quindi, dopo raccolti, a testimonianza della scoperta, un certo numero di frammenti ossei, rientrai con i miei collaboratori a Napoli. Provvidi perchè la grotta venisse chiusa al fine di evitare dannose manomissioni, in attesa di ulteriori ricerche, ed informai della scoperta il Prefetto di Salerno, Dott. Aria, la Sovrintendenza alle Antichità di Salerno, il Prof. Blanc, Direttore dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana di Roma, nonchè la Società dei Naturalisti di Napoli (nella tornata del 25 giugno).

Fino ad oggi, erano stati trovati, con relativa frequenza, manufatti preistorici, litici ed ossei, nonchè ossa di animali fossili, in varie grotte lungo la costa che da Capo Palinuro va al Golfo di Policastro. Ma i resti scheletrici umani più vicini noti erano rappresentati da un cranio e due mandibole al Monte Circeo, attribuiti all'*Homo neanderthalensis*.

I neandertaliani del Circeo, secondo gli studi del Blanc, avevano rag-

giunto un livello psichico e culturale relativamente elevato, anche se, per certi indizi, bisogna attribuire ad essi certe pratiche di cannibalismo. Difatti, dalla caratteristica rottura della parte sfeno-occipitale dei crani raccolti si può dedurre che gli uccisori estraevano il cervello dei morti, ovviamente per mangiarlo. Si comprende facilmente l'interesse della scoperta di *fossili* umani in altre grotte della stessa costa italiana, che, per l'abbondanza di reperti di industrie paleolitiche e neolitiche, deve essere stata teatro di intensi traffici.

Secondo alcuni paleontologi, una delle caratteristiche essenziali del passaggio dal Pleistocene medio a quello superiore sarebbe l'estinzione brusca dell'uomo di Neanderthal contemporanea alla comparsa di razze di tipo attuale, cioè dei «fanerantropi», che, secondo l'opinione *concorde dei paleontologi, non hanno nessun legame filogenetico*. La loro comparsa avrebbe provocato una lotta cruenta che portò alla distruzione dei neandertaliani.

Il Pleistocene abbraccia un periodo molto ampio dell'Era Quaternaria, che si può calcolare con approssimazione in 10.000 secoli. E' ovvio che solo le ulteriori ricerche, che seguiranno gli scavi sistematici che verranno intrapresi nel prossimo autunno sotto le direttive del Direttore dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, potranno far piena luce sull'età dei numerosi reperti, e rivelare l'esistenza, nella piccola Grotta Sepolcrale, e fors'anche nel cunicolo della Grotta della Cala, di piani di epoche diverse, come pare ovvio se si confrontano alcuni pezzi litici paleolitici con alcuni frammenti vascolari ad ornamenti ungueali raccolti insieme.

A parte qualche dubbio del Vanfrey, che credette di vedere in un oggetto della Cala delle Ossa (Capo Palinuro) l'età neolitica (fatto che potrebbe trovare giustificazione, del resto, in qualche successiva visita di pescatori eneolitici alla grotta), tutti i materiali di riempimento delle grotte litoranee, fra Capo Palinuro e il Golfo di Policastro, contengono manufatti che il Blanc attribuì al tipo moustieriano e del paleolitico superiore. Trattasi di manufatti in selce e diaspro, come piccoli raschiatoi, punte-raschiatoi, bulini laterali e multipli, lame a incavo ritoccato, schegge con segni d'uso, rifiuti di lavorazione e ciottoli integri, ecc. Assieme a questi manufatti sono stati trovati molti resti fossili di animali, e schegge di ossa lunghe, prodotti in parte dallo sfrantumò a cui gli uomini delle caverne sottoponevano le ossa per estrarne il midollo, in parte scheggiate intenzionalmente a punta di freccia, ecc.

Il Mirigliano (1946) riconobbe in tali ossa soprattutto i resti di Cervo elafò e di Daino.

Ora, tutti i pezzi, frammenti di ossa e manufatti litici, ad eccezione dei nominati frammenti vascolari, da me trovati nella Grotta della Cala e nella Grotta Sepolcrale, appartengono agli stessi tipi citati, dell'industria moustieriana e del paleolitico superiore. Certamente le ricerche sistematiche ci metteranno in condizioni di descrivere accuratamente i caratteri degli scheletri di Marina di Camerota e di fissarne l'età precisa.

Quando i monaci costruirono, nell'antichità, il loro «Monasterium Moustierium» alto sulle sfioracchiate scogliere lungo le rive della Vézère, in Dor-

dogna, non immaginavano di dare il nome ad una delle più celebri stazioni paleontologiche. I villaggi che sorgevano d'intorno prendevano i nomi di Moustoir, Marmoutier, Noirmoutier, Moustier, ecc. E' appunto il piccolo paesino di Moustier che nel 1864 diventò celebre, per le scoperte di Christy e Lartet, che rivelarono le caratteristiche di un secondo periodo dell'uomo preistorico che scheggiando le pietre, le selci e i diaspri, si costruiva le prime armi per conquistare il dominio sugli animali: l'industria moustieriana.

La Grotta della Cala si apre, come già detto, a un centinaio di metri a sud delle case periferiche di Marina di Camerota, e sul livello della spiaggia presenta una cavernetta di modeste proporzioni, mentre la parte maggiore della grotta si sviluppa ad un piano superiore, al quale si accede con una piccola arrampicata, di circa 6-8 m.

Un ampio vestibolo si spalanca di fronte al mare, con una larghezza di 15 metri, penetrando nel monte per una decina in senso perpendicolare alla linea di costa. Questo vestibolo è dimezzato da una grossa colonna, ed è rivestito di concrezioni minerali, concrezioni fitogene variamente colorate, dal verde al giallo, all'azzurro, e da chiazze di microfite (muschi ed alghe) di colore dal verde al nero, fra le quali *Protococcus viridis*, *Mastigococcus* e *Gleocapsa* sp. (determinazioni del prof. Uberto Tosco). La *Gleocapsa* copre di chiazze verdi brillanti la colonna centrale.

Attraverso due fori, di un metro o poco più, si passa nella caverna principale, alta da 6 a 12 metri, lunga 20 e larga al massimo 6. Questa caverna presenta concrezioni particolari nel primo tratto a destra, ove una stretta e bassa apertura, che richiede particolari contorsioni del corpo strisciante, immette in un cunicolo irregolare, del diametro di 4-5 m., alto in media m. 1.50, con alcune colonne stalattitiche. E' qui che trovammo le dette prime tracce di ossa umane, in superficie, o di poco incastrate nel pavimento ciottoloso.

Il gruppo speleologico, finita la ricognizione della Grotta della Cala, si portò poi un centinaio di metri più a sud, dove già la sera prima alla apertura di una grotticella, avevo intravvisto qualche osso umano. Anzi, i nativi mi raccontarono che il medico condotto Dott. Vincenzo Romano, riconosciuta la pertinenza umana di alcune ossa venute alla luce nel corso di certi lavori stradali nel novembre 1953, raccomandò loro di non toccarle, per rispetto ai morti.

All'uscita della Grotta della Cala incontrai il Dott. Romano, che voleva appunto farmi vedere quelle ossa. Entrando nella piccola grotta, la cui quota d'ingresso è sui 10 m. circa, dopo un piccolo scavo di saggio mi accorsi subito di trovarmi di fronte ad una grotta che era stata adibita, nella preistoria, ad uso di sepoltura. Procedetti quindi ad un sommario rilevamento topometrico. La Grotta Sepolcrale risultò profonda, orizzontalmente, non più di 11 m., e larga al massimo 6 e mezzo. Ho avuto l'impressione però che il fondo della grotta abbia subito un franamento, e non è quindi improbabile che essa abbia avuto, nel passato, qualche comunicazione con la vicina Grotta della Cala. Il pavimento della grotta poi, pestandolo, rimbomba, dando l'impressione di qualche vuoto sottostante.

Con il piccolo scavo di saggio, non più esteso di 1 mq. di superficie e di una quindicina di cm. di profondità, ho potuto raccogliere ben 209

pezzi di ossa umane fossili, fra intere o quasi e frammenti, così suddivise:

<i>Ossa d. testa: o. piatte (framm.)</i>	32	<i>Ossa degli arti: o. lunghe</i>	50
temporali (frammenti)	7	ossa di mani e piedi	61
occipitali (frammenti)	6	<i>Vertebre: atlante</i>	1
frontale (marg. orbitario)	1	epistrofei	4
mandibole (compl., c. 2 branc.)	2	varie (intere e frammenti)	20
mandibole (branc. separ. e fr.)	4	<i>Clavicole: frammenti</i>	2
mandibola di neonato	1	<i>Coste: frammenti</i>	48
<i>Bacino (frammento)</i>	1		

Fra il materiale gentilmente identificato dal Prof. Cardini di Firenze, è stato riconosciuto pure un metatarsale di *Sus*.

Una parte delle ossa umane, e solo della testa, appariscono più o meno bruciate, soprattutto quelle della scatola cranica. Alcuni frammenti di temporali presentano il processo mastoide perfettamente conservato. Complessivamente, tutto il materiale raccolto sembra appartenere ad un minimo di sei individui, fra adulti, giovani e neonato. Indubbiamente con gli scavi metodici che verranno intrapresi sotto le direttive dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, la Grotta Sepolcrale di Marina di Camerota rivelerà la presenza di altro materiale, probabilmente in quantità ingente, il cui studio recherà un contributo non indifferente al progresso delle conoscenze preistoriche e paleontologiche.

In Italia, l'industria moustieriana e i fossili relativi di animali di alcune grotte di Capo Palinuro, sono state oggetto di particolari studi per parte di G. A. Blanc, C. A. Blanc, R. Battaglia, G. O. Costa, G. Mirigliano, A. Zuccarelli e di qualche altro.

Con la recente scoperta, il ridente paesino di Marina di Camerota è balzato alla ribalta della fama nella suggestiva storia delle origini delle popolazioni italiche.

ISTITUZIONE DELLA STAZIONE BIOLOGICA SPERIMENTALE SOTTERRANEA DI NAPOLI

L'istituzione della Stazione Biologica Sperimentale Sotterranea di Napoli ha una sua piccola storia, che ritengo giusto fissare in questa relazione, con la quale intendo presentar al VI Congresso Nazionale di Speleologia la mia realizzazione, che, se pur molto modesta, costituisce un primato per il Mezzogiorno d'Italia ed il coronamento di una serie di lotte e sacrifici personali.

Già durante la mia lunga prigionia in Africa (1941-46), dopo la dolorosa sconfitta bellica che portò all'avulsione del territorio di Postumia con la conseguente perdita per l'Italia della Stazione Biologica di quell'eccezionale centro speleologico, ebbi l'idea che un'istituzione del genere sarebbe stata tutt'altro che fuori posto nell'Italia Meridionale, regione che offre imponenti fenomeni di carsismo, e precisamente in qualche parte della Campania, sede di notevoli caverne e inghiottitoi.

Il Mezzogiorno, e precisamente la città di Napoli, doveva avere la sua Stazione Biologica Sperimentale Sotterranea, per le seguenti ragioni:

1) che in Italia non esiste nessun centro di ricerche, sperimentale, analogo, pur essendo il paese classico per le ricerche speleologiche;

2) che la Campania, con la provincia di Salerno, e con le Puglie, è la regione del Mezzogiorno più interessante per la varietà di fenomeni che interessano la speleologia (per l'azione idrica, marina e vulcanica, con numerose caverne interne e costiere, pozzi, inghiottitoi, sfiatatoi, ecc.).

Basta considerare l'imponente Grotta di Castelcivita, le numerose voragini del Massiccio del Cervati, la Grava di Vesolo, ecc.

3) che i reperti biologici conseguiti nel corso delle campagne esplorative della sezione speleologica dell'I.B.A. sotto la mia direzione risultarono oltremodo interessanti e promettenti.

Ora, considerando che anche le cavità artificiali del sottosuolo, specialmente se di antica data, offrono le stesse condizioni di certe caverne naturali, tanto che Racovitza e Jeannel le definirono «parte integrante del dominio sotterraneo», ed avendo nel corso di alcune esplorazioni del sottosuolo di Napoli, constatato il particolare interesse biologico dei locali romani risalenti ad una ventina di secoli, situati sotto l'antico edificio al n. 32 di Via Anticaglia, sottoposi le mie intenzioni alle proprietarie. Fu così che le stimatissime signorine Adele e Stefaniua Massa mi autorizzarono ad utilizzare liberamente i sotterranei di loro proprietà per l'istituzione della «Stazione»; ed anche la signora Lucia Del Cogliano, proprietaria di una parte dei sotterranei, mi autorizzò analogamente.

L'interesse biologico dei sotterranei in parola appare anche da una comunicazione tenuta alla Società dei Naturalisti di Napoli nella tornata del 25 novembre 1953 (Boll. Soc. Nat., Vol. LXII, 1953). Considerate le cavità artificiali, per le ricerche biospeleologiche, alla stregua di quelle naturali, vari sono gli studiosi che se ne occuparono e se ne occupano tutt'ora (Balazuc J.,

Dresco E., Gérards E., Henrot H., Hussen R., Jeannel R., Mary A., Nègre J., Viré A.), e l'olandese L. Van der Hammen compì studi particolari sugli aracnidi delle cavità artificiali del suo paese. Il Sanfilippo (1950) riconobbe che le cavità artificiali «benchè fino ad oggi siano state oggetto di poche ricerche faunistiche, il loro interesse è tutt'altro che trascurabile», e cita alcuni reperti in gallerie, cunicoli di acquedotti e cave, di scavazione sia antica che recente. In una nota lo stesso A. riferisce anzi sulla sua intenzione di adattare un cunicolo dell'acquedotto romano di Staglieno (Genova) a cavità sperimentale per allevamenti e osservazioni biologiche su artropodi cavernicoli.

I sotterranei da me presi in considerazione, la cui costruzione risale a ben una ventina di secoli addietro, offrono condizioni molto affini a quelle delle grotte naturali, formandosi in esse addirittura delle piccole stalattiti, ed ospitando una vera fauna cavernicola. Difatti, fra le ventiquattro specie fino ad oggi trovate e determinate abbiamo l'*Oxychilus cellarius* (moll.), l'*Androniscus dentiger* e la *Chaetophiloscia cellaria* (isopodi), Psocidi, Pseudoscorpionidi, Collemboli, Araneidi, Acari, Ditteri Foridi, il coleottero *Ceutosphodrus acutangulus*, ecc., tutti di specie spiccatamente troglòfile e qualcuna troglòbia.

Di particolare interesse ricorderò l'araneide *Ostearius melanopygius*, proprio della Nuova Zelanda, d'importazione, sul quale il Dresco ha fatto un particolare studio.

Per ora la Stazione è composta di tre locali, e precisamente: il vestibolo, il laboratorio ed il vivaio.

Vestibolo

Attraverso una botola secolare che si apre in uno scantinato, si scende, per una scala costruita in pietra e cemento, nell'anticamera del laboratorio. In questo locale, lungo una decina di metri e largo in media tre, sono riuniti esemplari di fauna e flora cavernicoli, concrezioni stalattitiche, stalammittiche e varie, delle grotte meridionali. Nello sfondo, risalta il modello, in grandezza naturale, dell'*Homo neanderthalensis*, eseguito dal prof. Libero Galdo, su mie indicazioni antropometriche. E' ovvio che l'allestimento del vestibolo ha una funzione — del resto importante — didattico-divulgativa, affatto scientifica.

Laboratorio

Attraverso uno stretto passaggio si passa nel laboratorio. Il locale ha le stesse dimensioni del vestibolo. Entrando, lungo la parete di destra sono sistemati vasche e terrari, numerati da 1 a 13, in doppia serie. Lungo la parete di sinistra sono sistemati due tavoli di lavoro, col piano di vetro, ed un terzo tavolo è sistemato al lato più stretto del locale. Sui tavoli, oltre alla vetreria, sono disposte sorgenti luminose di vario colore, per particolari esperimenti, e su apposite mensole sono collocati oggetti vari, strumenti, vetreria, liquidi conservativi, retini planetonici, ecc. Dei dischi colorati indicano le vasche disponibili e quelle impiegate per ricerche od esperimenti in corso. Il laboratorio è fornito di acqua corrente del Serino (proveniente da terreni calcarei) e di acqua di stillicidio locale (filtrata quindi attraverso terreno tufaceo).

Vivaio

Dal laboratorio si passa attraverso un secondo passaggio stretto, di alcuni metri, nel locale-vivaio, dove, in una serie di acquari numerati dal 14 in poi, sono contenuti, in condizioni il più possibile naturali, animali (ed eventuali vegetali) troglobi e troglifili delle grotte meridionali, a disposizione degli studiosi. Su un'apposita tabella sono indicate le specie presenti nelle singole vasche.

In tre vasche maggiori sono mantenuti l'interessante Proteo (*Proteus anguineus*) delle caverne del Carso, lo strano pesce cieco delle acque sotterranee della Somalia: *Uegitglanis zammaranoi* (appartenente ai Siluridi), ed un crostaceo (*Niphargus sp.*) delle Grotte di Castelcivita.

L'impianto della luce nei tre locali è fatto in modo da evitare il disturbo della fauna spontanea e di quella in vivaio, e l'alterazione delle condizioni climatiche dei sotterranei.

Pur nella sua modestia, la Stazione Biologica Sperimentale Sotterranea di Napoli presenta un'indubbia importanza, in quanto offre ai ricercatori la possibilità di compiere con comodo, senza allontanarsi dalla città, particolari ricerche biologiche, disponendo di specie troglobie e troglifile che sarebbe assurdo poter altrimenti trovare in qualunque momento senza dispendiose e scomode escursioni speleologiche. Comunque, indipendentemente dagli sviluppi che potrà avere l'istituzione in parola, la S.B.S.S. di Napoli è la prima del genere in Italia, la terza in Europa, l'unica al mondo sorta al centro di una grande città universitaria.

Appendice

I locali impiegati per la Stazione fanno parte dei sotterranei della «cavea» del teatro scoperto la cui costruzione risale ad una ventina di secoli or sono. Questo teatro, di cui si ammirano oggi sulla via Anticaglia gli archi di comunicazione fra una cavea e l'altra, e nei sotterranei i locali a raggiera, un pozzo, e l'«opus reticulatum» di alcuni muri, era famoso per la sua magnificenza, e in esso si rappresentavano tragedie, commedie e drammi satirici. In esso Claudio fece rappresentare una commedia in onore del fratello Germanico.

La realizzazione della Stazione è stata possibile per merito delle stimatissime signorine Adele e Stefanina Massa, che del tutto gratuitamente misero a mia disposizione le loro proprietà, compreso l'uso dell'energia elettrica e dell'acqua. I miei ringraziamenti più vivi vanno estesi anche alla Sig.ra Lucia Del Cogliano, che mi autorizzò ad occupare anche i sotterranei di sua proprietà.

Dato l'interesse archeologico dei sotterranei, si è avuto cura non solo di non alterare le strutture antiche e di non nascondere le parti più caratteristiche, ma benanche di ripulire i ruderi onde meglio preservarli, sgombrando l'ingente quantità di macerie che li rendeva quasi inviccinabili, e deviando altresì le infiltrazioni luride che danneggiavano i ruderi stessi, in danno del rispetto dovuto alle testimonianze di un passato glorioso della umanità.

BIOSPELEOLOGIA LAZIALE

Sarebbe ancora prematuro, e decisamente imprudente, un tentativo di tracciare un quadro complessivo della fauna cavernicola laziale, traendone quelle deduzioni o, peggio, quelle conclusioni di indole filogenetica, paleogeografica ecc., che oggi costituiscono l'abituale corollario di un elenco speleofaunistico ragionale. Troppe infatti sono ancora le cavità carsiche della nostra regione che tuttora attendono la visita del biospeleologo che ne indaghi la minuta fauna (per non parlare della flora crittogamica e batterica, nel quale campo tutto o quasi resta da fare), e per molte di quelle che hanno fornito qualche reperto, l'indagine è stata finora insufficientemente reiterata ed approfondita.

E' ben noto infatti, a chi si occupi di tali ricerche, come sia lungo e difficile l'ottenere un quadro abbastanza esatto e completo della fauna reperibile anche in una sola modesta grotta, di facile e comodo accesso. Quando, poi, si abbia a che fare con voragini ed abissi (e di questi nel Lazio ve ne è dovizia!) che richiedono una complessa organizzazione esplorativa, la ricerca della minuta fauna costituisce quasi sempre un'attività assai trascurata, nè di questo si può far colpa agli arditi esploratori. Da tali vertiginose e faticose esplorazioni si è ben lieti di ottenere qualche casuale cattura eseguita per lo più da chi, spesso per lunghe ore, è costretto a rimanere su di una stretta cengia o pianerottolo per assicurare i compagni, spesso fradicio e semi-assiderato e certamente non nelle condizioni fisiche e morali migliori per compiere pazienti e minuziose ricerche. Si aggiunga a questo il fatto che la prestanza fisica ed il giovanile ardimento non sempre sono uniti ad una necessaria, sia pur elementare preparazione scientifica che consenta di «saper vedere». E' comprensibile, quindi, ed anche in una certa misura scusabile il fatto che, pur essendo ormai abbastanza cospicui il numero di grotte laziali ufficialmente esplorato e topograficamente rilevate, le notizie circa la loro spleofauna siano ancora scarse e piene di lacune.

Abbiamo, in questi ultimi anni, ripreso il lavoro di raccolta appena iniziato nel primo dopoguerra, affidando lo studio dei materiali ai migliori specialisti ed i risultati sono stati interessanti, e comunque tali da incoraggiare a proseguire nel difficile compito, e con la viva speranza che nuovi ricercatori vengano a prestarci man forte, affinché, nel più breve tempo possibile vengano ad arricchirsi le nostre conoscenze in questo interessantissimo campo di studi.

Nel 1948 il nostro benemerito Socio Dott. A. G. SEGRE pubblicava il suo bel lavoro «I Fenomeni Carsici e la Speleologia nel Lazio», opera di importanza che può ben definirsi fondamentale per chiunque voglia avere una chiara idea della morfologia carsica della regione che a noi interessa, e comprende, oltre a Lazio pr. detto, anche parte delle Province di Terni e dell'Aquila. Senza un lavoro del genere, le ricerche biologiche nelle nostre

grotte sarebbero state prive di una solida base, giacchè, se mai vi sono organismi oggidì indissolubilmente legati ad un ambiente ristretto e geograficamente ben definito, questi sono appunto i troglobii ed i troglotili più specializzati.

Purtroppo, alla data della pubblicazione del lavoro sopracitato, i dati biologici che possedevamo erano ancora quasi inesistenti, tali da non consentire all'Autore che l'elencazione di una diecina scarsa di forme più o meno banali. Ritengo qui necessario ricordare come l'*Anophthalmus Dattii* Luig., citato a pag. 43 quale abitante la Grotta dell'Inferniglio, non sia altro che il *Duvalius Franchettii* Luig., il cui «tipo» venne raccolto in quella cavità appunto dal nostro Socio, Conte Sandro DATTI, nell'anno 1926.

Oggi, la situazione è migliorata, ed ho potuto in via del tutto preliminarmente e non troppo impegnativa, pubblicare un primo elenco della fauna cavernicola della Regione Laziale (Notiziario n. 7 del Circolo Speleologico Romano), comprendente quanto mi era noto al 30 aprile 1954. Altri reperti sono venuti dopo tale data ad aggiungersi a tale elenco od a portarvi qualche piccola variante: ad esempio, la cattura di alcuni maschi del *Duvalius* già ritenuto sottospecie del *D. Franchettii* Luig. permetteva a CERRUTI di riconoscere la piena validità specifica, *D. lepinensis* Cerr.

Il numero delle forme raccolte e determinate (oltre ad abbondante materiale tuttora allo studio) è di 113, comprendente due nuovi generi e 17 nuove specie e sottospecie.

INTRODUZIONE ED ACCLIMAZIONE DEL COLEOTTERO
CATOPIDE *BATHYSCIOLA DEROSASI* DOD IN UNA
GROTTA LAZIALE

Allo scopo di controllare sperimentalmente se le condizioni ambientali attuali di una grotta consentano o meno l'acclimazione, e quindi la normale riproduzione di un tipo di troglobio in essa accertatamente inesistente, ho introdotto alcuni esemplari di *Bathysciola Derosasi* Dod. provenienti dalla Grotta di Punta degli Stretti (M. Argentario) nella Grotta di Sasso Furbara (183 La.) (Mti Ceriti). L'immissione è stata fatta il 4 febbraio 1952, e con successivi controlli, l'ultimo dei quali avvenuto il 15 agosto 1954, ho potuto accertare come tale specie si sia perfettamente ambientata ed assai moltiplicata nel guano e detriti legnosi della sua nuova stazione. Ritengo che un tale piccolo esperimento possano trarsi alcune deduzioni di un certo interesse. La grotta del Sasso, che si apre nei calcari liassici selciferi di M. delle Fate, in immediato contatto con le trachiti di M. Santo, ed in zona sottoposta nel quaternario alla influenza delle eruzioni del Vulcano Sabatino, potrebbe rappresentare un caso tipico di cavità carsica che ebbe a subire, in un determinato periodo della sua storia, un vero e proprio processo di sterilizzazione, dovuta appunto a tale vulcanismo del quale attualmente non sussistono che sparsi e deboli residui (sorgenti idrotermali, solfuree ecc.) oggidì non più sufficienti ad impedire la vita negli stessi massicci calcarei. Questi pertanto sarebbero di nuovo idonei ad ospitare una fauna troglobia, qualora questa vi potesse ritornare da altre zone sempre rimaste immuni da cause biologicamente distruttive. E' evidente che, nelle attuali condizioni climatiche, un tale ripopolamento non possa avvenire per via epigea se non in via sperimentale ad opera dell'uomo.

Ho rinvenuto la stessa *B. Derosasi* prima nota per le sole grotte dell'Argentario, anche nel retroterra di Ansedonia, nella grotta delle «Sette Finestre» esplorata di recente. La discontinuità nella distribuzione delle *Bathysciinae* cavernicole, che abbiamo ritrovato (con le specie *B. sisernica* e *georgii* P.C.) solo molto più a sud, nei Lepini, potrebbe forse spiegarsi con una loro estinzione, nei massicci calcarei intermedi fra la Toscana meridionale ed i M. Lepini, dovuta appunto ai fenomeni vulcanici terziari e quaternari che tanta parte hanno avuto nella storia geologica del Lazio.

Onde evitare erronee osservazioni ad opera di futuri ricercatori, ho creduto necessario indicare su apposita piccola lapide posta in maniera ben visibile nell'interno della grotta del Sasso, l'avvenuta introduzione di un tale elemento estraneo alla propria fauna.

RICERCHE NEL CONGO BELGA

Nel mese di ottobre 1953 ho avuto la ventura di potermi di nuovo recare per un breve periodo nel Congo Belga, quale delegato del nostro Governo alla Conferenza per la protezione della Fauna e Flora in Africa, tenutasi a Bukavu.

La fauna cavernicola africana non è stata dimenticata, specialmente per intervento del Sig. N. LELEUP, tecnico dell'Institut de Recherche Scientifique en Afrique Centrale (IRSAC), il quale, da vari anni e con grande tenacia ed abilità va raccogliendo materiali di grande interesse per la conoscenza della fauna del Congo Belga (oggi uno dei Paesi meglio studiati dell'Africa) non esclusa quella che vive nelle numerose grotte da lui esplorate.

Fra i provvedimenti adottati dalla Conferenza vi è la totale protezione dei pesci cavernicoli del Basso Congo (*Caecobarbus Geertsi*) oggetto di distruttive catture ad opera di commercianti poco scrupolosi.

Prima dell'inizio dei lavori della Conferenza, ed in compagnia del valente botanico Prof. Rodolfo PICHI SERMOLLI ho potuto trattenermi alcuni giorni nelle foreste montane dello Shamulamba, e, ultimati i lavori, sulle pendici del M. Kahuzi, anch'esso facente parte della cosiddetta «Dorsale Congolese», catena vulcanica che delimita ad occidente la depressione del Lago Kivu. In questa seconda escursione ho avuto la ventura di avere quale impareggiabile guida e simpatico compagno, lo stesso LELEUP, profondo conoscitore della vita entomologica di quel territorio, la cui assistenza mi era stata con estrema cortesia concessa dal Direttore dell'IRSAC, Prof. Van den Bergh. Ho potuto, in tal modo ottenere in breve tempo una notevole quantità di forme umicole, sia mediante setacciature dirette che mediante l'ausilio degli enormi collettori Berlese abitualmente usati da Leleup. Nel fogliame marcescente delle foreste mesofile e dei bambuseti fra le quote m. 2000 a 2600 da me visitate, abbondano le specie depigmentate, in gran parte cieche o con ridotte facoltà visive, che ben possono interpretarsi quali forme preadattate a sopravvivere nelle fessure e caverne del sottosuolo, qualora venga a scomparire per cambiamento di clima, lo coltre di fogliame marcio e di humus, fredda, oscura ed umida nella quale oggi hanno la loro dimora. Ho potuto, in altre parole, vivere per alcuni giorni in un ambiente probabilmente analogo a quello che, nel Miocene Superiore, caratterizzava buona parte dell'Europa.

ATTREZZATURE SUBACQUEE PER GLI SPELEOLOGI

Premessa

Non vuole essere la mia una relazione, sarà difatti prematuro il presentarne una finchè risultati positivi di numerose esperienze non potranno dirci quale possa essere l'apporto concreto delle attrezzature subacquee alle ricerche speleologiche.

Parlerò soprattutto dei mezzi che possono essere di aiuto ai Gruppi Grotte, in particolari circostanze; delle esperienze fino ad ora fatte, almeno di quelle a me note; delle precauzioni da tenere ben presenti nell'uso di questi mezzi; delle deduzioni che dal poco che si è fatto possono desumersi.

L'idea di impiegare apparecchi nautici e subacquei per la speleologia è nata senza dubbio dalla necessità di superare difficoltà frequenti che ostacolano l'azione dello speleologo: cascate, torrenti sotterranei, bacini, sifoni.

I primi contatti per il Gruppo Subacquei della Pirelli, che presiedo, li ebbi col Dott. Fusco del Touring Club Italiano, poi coi Dott. Ligasacchi e Sommaruga, in seguito col Dott. Maucci. Vorrei dire che proprio i risultati ottenuti dal Dott. Maucci nell'impresa di Trebiciano, mi hanno convinto e spinto a trattare l'argomento. Tanto più che so come diversi altri Gruppi, a parte quello di Milano col quale la mia Sezione ha continui contatti, hanno auspicato questa assistenza.

Qui può nascere subito un problema. Sarà necessario preparare presso i vari Gruppi Grotte qualche sub, oppure sarà meglio che gli stessi Gruppi si leghino ai sub già formati, del resto facilmente reperibili ora in ogni città? La soluzione non mi pare tanto facile poichè l'operatore subacqueo con l'auto-respiratore deve essere allenato, sicuro di sè, presto anzi dovrà avere una particolare licenza rilasciata da scuole speciali.

Se poi dovessi dire il mio parere, propenderei alla creazione di sezioni speleologiche nei gruppi subacquei per operare o per conto loro o per conto di Gruppi Grotte. Forse già il prossimo anno la questione potrà essere risolta sul frutto delle esperienze che saranno state fatte.

Per il carattere di questa comunicazione, tralascio di parlare di quanto fuori d'Italia è stato fatto in questo campo, in Inghilterra, in Francia e recentemente anche presso la vicina Repubblica Jugoslava.

Mezzi

Metterò in evidenza soprattutto in questa esposizione i mezzi dei sub che servono agli speleologi e ne descriverò le caratteristiche.

a) *Mute di gomma.* Sono costumi di foglia di gomma, o di gomma e maglia, che proteggono l'operatore in immersione in acque fredde od inquinate. Sono costituite di due pezzi: un corpetto e un paio di pantaloni con piedi, i due pezzi sovrapposti restano a tenuta con particolare disposizione

di chiusura. Il corpetto può essere munito di cappuccio, pure a tenuta. Alcune mute hanno rinforzi ai piedi per cui si può camminare senza timore di forature; altre, create recentissimamente, portano addirittura vulcanizzato internamente un tessuto a maglia che ha una certa funzione termica e rende impossibili le lacerazioni che possono verificarsi nelle mute di sola foglia in quanto questo mezzo, appunto per lasciare libero l'operatore nei suoi movimenti deve essere assai aderente.

b) *Sottomute di lana-seta*. La funzione termica delle mute, ho detto, è secondaria, occorre quindi che il sommozzatore sotto la muta indossi una sottomuta, sia per ripararsi dal freddo sia per assorbire il sudore nella traspirazione. Questi indumenti sono stati realizzati con tessuto a maglia speciale, senza costolature, irrestringibile e felpato internamente. Ci si può immergere in acque fino a 14/12°.

c) *Vestiti per sommozzatori*. Sono costituiti di un doppio tessuto makò, battutissimo, con gommatura interna, resi stagni con particolare dispositivo di chiusura ed offrono una maggiore resistenza al freddo e soprattutto all'usura. Usati in tempo di guerra dai sommozzatori ed attualmente per lavori di ricupero o riparazioni alle carene, sarebbe il non plus ultra per lo speleologo-subacqueo.

d) *Mute di gomma «mousse»*. Sono fatte di gomma spessa, spugnosa, a cellule intercomunicanti e vengono usate specie dai Francesi. Anche se non sono a tenuta evitano il ricambio dell'acqua sulle parti più delicate del corpo e possono servire allo speleologo nonostante siano più ingombranti di quelle di sola foglia o di foglia con tessuto a maglia.

e) *Cappucci*. Proteggono il capo e in parte il volto dell'operatore, dal freddo. Possono essere imbottiti di lana o di gomma spugnosa.

f) *Maschere ed occhiali*. Possono servire per una prima osservazione superficiale quando le acque offrono una certa visibilità. Per questo impiego particolare, più che gli occhiali con respiratore staccato, possono servire le maschere a gran facciale con respiratore inserito, del tipo «Oceanina» ad esempio, anche perchè la tenuta è migliore e per il volume d'aria che contengono aiutano il galleggiamento.

g) *Pinne per nuoto*. Sono indispensabili per l'aiuto che danno al nuotatore sia per la traslazione che per la galleggiabilità. Sarà facilissimo difatti galleggiare con un paio di pinne ed una maschera a gran facciale. L'operatore in superficie con questi mezzi potrà essere libero di osservare ed agire come meglio crede.

h) *Guanti palmati*. Aiutano la traslazione. Ne esistono di foglia di gomma che, pur perfettamente funzionali, permettono libertà di movimenti delle mani e perfetta prensilità.

i) *Autorespiratori*. Maschere ed occhiali servono per l'immersione in apnea, cioè per le immersioni la cui durata è legata soltanto alle capacità polmonari; ma il problema con tutto questo non è risolto se non per osservazioni assai superficiali. Necessario si rende invece per lo speleologo l'uso di apparecchi di respirazione autonomi, cioè di autorespiratori.

Questi apparecchi possono essere ad aria o ad ossigeno o a gas misti, a ciclo chiuso o aperto, regolabili automaticamente in relazione alle profondità raggiunte con dosatori ed erogatori.

Autorespiratori a gas misti sono stati realizzati in America ed in Inghilterra e sono allo studio anche da noi: i risultati finora raggiunti però non soddisfano del tutto. Ne è auspicabilissimo il perfezionamento però, in quanto molti dei guai che sono legati all'impiego di questi apparecchi potrebbero essere eliminati.

In Italia ora sono a disposizione autorespiratori ad aria, brevetto Cousdeau-Gagnan, e ad ossigeno. Nella valutazione dei vantaggi e degli svantaggi dei due tipi, per le particolari esigenze degli speleologi, tutto ci fa propendere verso l'impiego degli apparecchi ad ossigeno per la loro autonomia e facilità di ricarica.

Gli apparecchi fino ad ora impiegati sono del tipo «LS/901» per sommozzatori ed «S/701» per operatori gamma, della Pirelli S.p.A. Questi termini, sommozzatori ed operatori gamma, si riferiscono all'impiego di guerra; attualmente potremmo dire rispettivamente per lavoro e per sport. Il primo con autonomia di quattro ore, il secondo di un'ora: autonomia che è in relazione d'altra parte con la profondità di immersione, con l'attività dell'operatore e con l'ambiente in cui si opera.

Sarebbe lungo spiegarne il funzionamento e lo potrei fare a fine comunicazione, agli interessati. E' da ripetersi ancora che gli autorespiratori costituiscono un'apparecchiatura indispensabile per lo speleologo subacqueo, ma non sarà mai detto abbastanza che l'impiego di questi deve avvenire a ragion veduta e li possono usare solo coloro che li conoscono per esperienza personale.

l) *Corsetti salvagente*. Servono per l'esplorazione sul pelo delle acque, offrono perfetta galleggiabilità ottenuta con kapok o gomma Azocell e permettono una completa libertà di movimenti e di azione.

m) *Calzoni e scafandri per scivoli*. Sono indumenti che proteggono le gambe fino alla vita o tutto il corpo, confezionati con doppio tessuto gommato, robustissimo. Hanno scarpe di gomma e rinforzi speciali nei punti di maggiore usura. Possono servire per le grotte dove l'acqua non superi il metro e mezzo e per quelle in cui ci siano forti precipitazioni.

n) *Battelli e zattere pneumatici*. Sono confezionati con tessuto gommato all'interno e all'esterno, si rigonfiano con apposito soffiutto applicato, sono leggeri e pratici e facilmente trasportabili in grotta. Servono d'appoggio all'operatore speleologo nei campi base e per il trasporto di materiali. Proprio per le esigenze degli speleologi è allo studio un particolare battello col fondo rinforzato.

o) *Custodie stagne*. Sono confezionate con tessuto gommato da ambe le parti, possono proteggere macchine fotografiche, mezzi di sussistenza, medicinali ecc. Possono servire anche, se confezionate con particolare forma, da ghirbe per acqua.

Esistono poi dei mezzi che possono interessare i sub solo in particolarissime circostanze ma che interessano in particolare gli speleologi e sono legati alla produzione elencata sopra, quali cavi speciali telefonici; elmetti di resine leggere, impermeabili, coibenti ed infrangibili con supporto per lampada; lampade subacquee, alimentate da speciali batterie tascabili e fari di maggior potenza in uso presso i sub per scopi fotografici.

Esperienze

Ripeto che non voglio soffermarmi sulle esperienze straniere, ben note specie nel campo archeologico, quelle del Club de la Mer e Chasseurs Submarins.

I primi tentativi di speleologia subacquea in Italia si ebbero fin dal 1916, tentativi precedenti con respirazione dall'esterno attraverso manichetta furono compiuti molto prima, a Varese, a Pavia, a Milano. I primi contatti del Gruppo Sub Pirelli con un gruppo grotte per un'assistenza specifica risalgono a qualche anno fa, per l'esplorazione del Remerun effettuata da un gruppo grotte di Varese; esperimento che ebbe un successo relativo e che poteva finire peggio per l'inesperienza di un operatore speleologo.

La seconda esperienza, da noi seguita, è quella del Dott. Maucci alle bocche di S. Giovanni di Duino, esperienza che preluse alla realizzazione più importante fatta in Italia ed all'estero, ben nota ormai a tutti gli speleologi: il forzamento del sifone nell'abisso di Trebiciano. Fu veramente un'esperienza interessantissima, per il largo impiego di mezzi subacquei, per la perfetta preparazione e organizzazione della spedizione, per la efficienza delle stesse apparecchiature impiegate. Dallo stesso Dott. Maucci fu fatta una nuova esperienza nelle grotte di Acquasanta, in acque sulfuree.

In seguito, a contatti col Gruppo Grotte Milano, furono impiegati apparecchi subacquei per esplorazioni a Cunardo, a Castel Tesino, all'Isolino di Varese ed in altre località.

Sono queste poche esperienze con risultati non sempre soddisfacenti, a parte l'impresa di Trebiciano, che mi inducono ad attendere ulteriori esiti prima di arrivare a deduzioni precise e di interesse generale. E' una collaborazione, quella dei subacquei con gli speleologi, che senza dubbio darà risultati impreveduti, ma verso la quale non ci si può volgere senza tutte le precauzioni necessarie.

Precauzioni nell'impiego dei mezzi subacquei

Le acque nelle quali deve operare lo spelcologo sono spesso torbide, fredde, talora inquinate. Le grotte o i pozzi nei quali lavora, presentano superficie irregolare, con spuntoni, lame, cunicoli stretti; ambiente il meno adatto per la libertà che sarebbe auspicabile avesse chi opera in un ambiente già difficile perchè non è quello suo normale.

L'impiego degli autorespiratori è delicato ed è pertanto necessario conoscerne alla perfezione il funzionamento nei suoi particolari, i pericoli che in determinate contingenze possono sopraggiungere, onde avvertirli per evitarli. Occorre soprattutto padronanza di nervi, calma, sicurezza di se stessi e questo può venire solo da una lunga esperienza d'uso. Non creda un operatore, anche il più accorto, di potersi servire di un autorespiratore non appena l'abbia avuto in mano.

Norma indispensabile è operare in due, a contatto continuo; è necessario conoscere la velocità delle correnti, lo stato di torbidità delle acque, la loro composizione, per premunirsi prima dell'immersione.

Precauzioni di altro genere occorrono poi per tutti i mezzi, per i battelli, per le zattere, per le maschere, che è necessario anche saper ben con-

servare: lavare quindi il tutto con acqua dolce se le esplorazioni sono state eseguite in mare e conservare tutti i materiali di gomma o di tessuto gommato lontano da sorgenti di calore, in luoghi freschi, ben copersi di taleo quando non sono usati. Le precauzioni non sembrano eccessive; solo così si potranno evitare inconvenienti che purtroppo talvolta potrebbero essere irreparabili.

Deduzioni

La necessità di operare sotto la superficie delle acque è sentita un po' da tutti i gruppi grotte nel crescente sviluppo della loro attività.

Il problema quindi è attualissimo e noi sub siamo ben lieti di abbandonare di tanto in tanto le meravigliose visioni dei fondi marini e di seguire, nel buio delle caverne, i cultori della speleologia. Vorrei dire anzi che è un riflesso questo che nobilita la nostra attività.

Per conto nostro intensificheremo i contatti con Gruppo Grotte di Milano, a disposizione di tutti gli altri Gruppi per chiarimenti, per suggerimenti e per rilievi per i quali potremo prestarci.

Dicevo prima che lo speleologo deve formarsi una preparazione adeguata per essere un sub, d'altra parte, se il problema dovrà risolversi in altra maniera, sarà necessario che il sub si prepari in speleologia e questo in parte si fa effettivamente con alcuni elementi della nostra sezione.

Ringrazio a nome dei nostri soci e di tutti i sub anche per conto della Federazione Italiana Pesca Sportiva, dalla quale le sezioni sub dipendono e che è al corrente di questo mio intervento, della cortese ospitalità e mi auguro che per il prossimo anno la questione dell'apporto dei subacquei alla speleologia possa essere trattata più a fondo in tutti i suoi problemi specifici.

LE GROTTI DELLA VALCELLINA

Dati di catasto

25.000 I.G.M. — F° 24 della Carta d'Italia — IV quadrante —
Tavoletta S. E. Andréis.

Ingresso I — Posizione: 46°11'06" latitudine Nord
0°08'47" longitudine Est (Meridiano di
M. Mario).

Situazione: m. 680 Sud + 36°30' Est dal bivio del
Ponte Molassa.

Quota ingresso: m. 483,80 s.l.m.

Ingresso II — Posizione: 46°11'05" latitudine Nord
0°08'44" longitudine Est (Meridiano di
M. Mario).

Situazione: m. 610 Sud + 33°50' Est dal bivio del
Ponte Molassa.

Quota ingresso: m. 457,19 s.l.m.

Quota di fondo: m 453,20 s.l.m.

Pozzi interni: m 7,50; m 14,00.

Profondità: m 30,60.

Sviluppo totale: m 767,56.

Data del rilievo: 2-3 novembre 1952 e 26 aprile 1953.

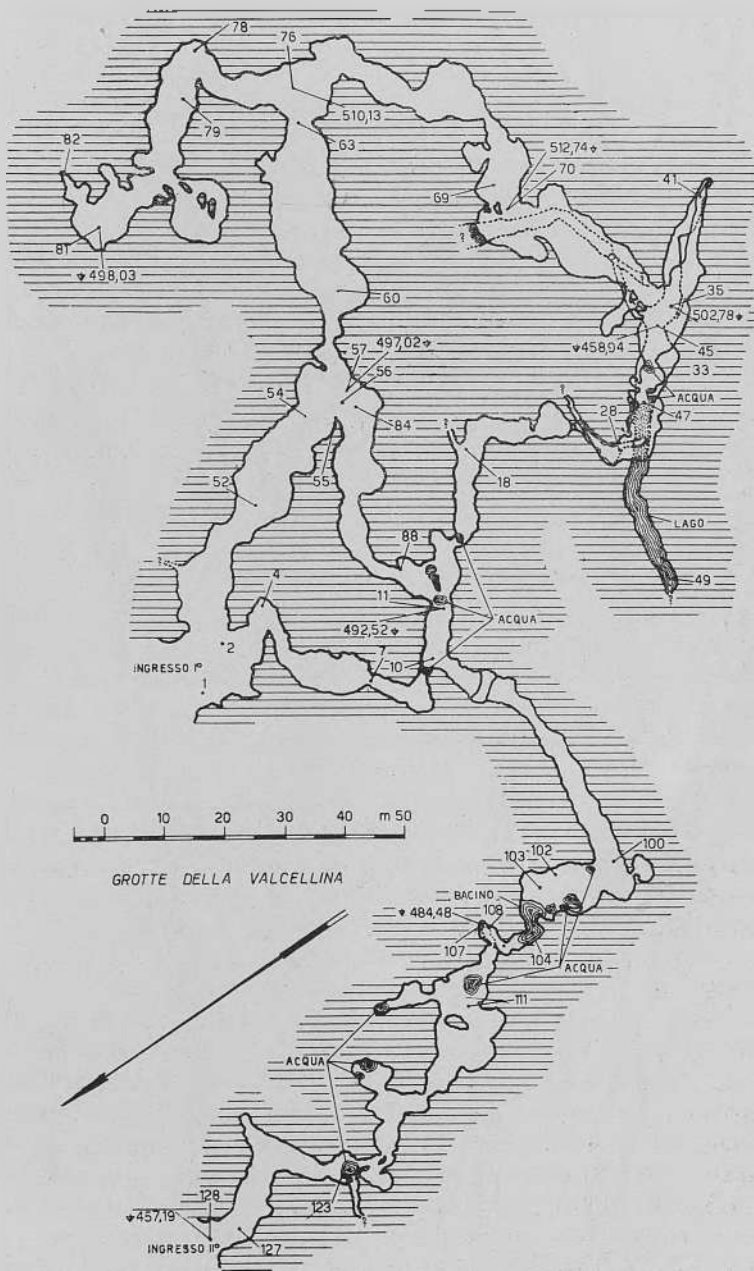
Rilevatori: Benedetti L. e Mosetti C. del G.T.S.

Breve storia

Il nome di «Grotte della Valcellina» è stato dato dal Gruppo Triestino Speleologi, dopo l'esplorazione del 25 e 26 aprile 1953, a quel complesso di ambienti sotterranei che presentano i loro due principali ingressi sulla destra del Cellina, all'altezza della vecchia presa della Società Adriatica di Elettricità (S.A.D.E.).

Una vera storia di questa cavità non esiste, o meglio si limita ai lavori compiuti dall'ing. Corradino Corrado durante due visite compiute nel 1952, ed ai risultati ottenuti da due successive esplorazioni del G.T.S.

La prima esplorazione compiuta a scopo di studio è promossa dal dott. G. L. Dorigo e si effettua il 29 giugno 1952. Una seconda visita, effettuata il 30 settembre, vede all'opera l'ing. Corradino Corrado, coadiuvato da altre quattro persone. Frutto di queste due esplorazioni è il lavoro dell'ing. Corrado: «Grotte in sponda destra della Bassa Valcellina, all'altezza della vecchia presa della Società Adriatica di Elettricità», al quale è allegato un rilievo parziale della cavità (si riferisce alla parte visitata: 257 m di percorso), consistente nel tracciato della poligonale effettuata sia in planimetria che in profilo altimetrico — senza però lo schizzo delle sezioni.



Già dopo queste prime esplorazioni si pensa ad un allacciamento della galleria percorsa con quella non ancora visitata, e già si accenna all'ingresso di una seconda cavità poco distante.

Intanto il G.T.S. viene informato dal dott. Dorigo di quanto è stato fatto.

Così il giorno 1 novembre il G.T.S. — rappresentato dai sei elementi: F. Badini, G. e L. Benedetti, C. Mosetti, G. Ricci e C. Siroki, — arriva in Valcellina e il giorno successivo dà inizio ad una esplorazione organizzata molto scrupolosamente. I lavori impegnano gli spelologi per più di due giornate.

Il G.T.S. ritorna ancora in Valcellina nei giorni 25-26 aprile 1953. Partecipano questa volta G. e L. Benedetti, S. Giacomini, C. e S. Mosetti, G. Ricci, M. Stocchi e G. Torrenti. Durante la seconda giornata si unisce al Gruppo anche l'ing. C. Corrado. Nei due giorni di esplorazione viene visitata la galleria che ha inizio da un secondo ingresso e si stabilisce il collegamento di questo con la cavità già conosciuta.

I risultati delle due ultime esplorazioni sono riassunti in queste note, abbreviate nella cronaca e private completamente della parte descrittiva come capitolo a sè. Il lavoro, completo di queste parti, è conservato nell'archivio del Gruppo Triestino Speleologi.

Cenni geologici e idro-geologici

La configurazione tettonica della zona compresa fra Montereale Cellina e Barcis è schematicamente rappresentata da un'anticlinale di calcari cretacei, con cerniera in corrispondenza dei Monti Fara (quota 1342) e Pala d'Altei (quota 1528), e da un deposito di terreni marno-arenacei dell'Eocene nella conca di Barcis, dove i calcari si immergono in sinclinale per riapparire più a Nord, al Monte Resettum.

La zona è solcata dal corso del torrente Cellina, che dopo la piana di Barcis entra nei calcari del cretaceo superiore, attraversandoli in direzione quasi normale al loro andamento. Il secolare processo erosivo del torrente ha profondamente inciso questi banchi, tutti inclinati a Nord-Ovest, e vi ha scavato una gola stretta e tortuosa, i cui fianchi sono costituiti da due alte pareti calcaree di invariata concordanza litologica e stratigrafica.

La destra del Cellina, in prossimità della vecchia presa della S.A.D.E., vede scendere dalla montagna alcuni canali scoscesi, più o meno invasi da detriti di falda, sovrastati da un'imponente parete calcarea, verticale o quasi e disposta ad elevati gradoni. E' questo il lato settentrionale della Croda del Pic, estrema propaggine Nord-orientale del Montelonga.

Diverse solcature, seguenti i piani di stratificazione, caratterizzano la superficie rocciosa; in prossimità degli ingressi della cavità, e per un raggio di 100-150 m, sono state visitate numerose nicchie, rientranti nel calcare per 1 o 2 m e situate nel mezzo di queste solcature. A una decina di metri dall'Ingresso I, una strettoia larga 1 m e non più alta di 40 cm dà adito ad una piccola cavernetta, che poi si restringe e muore in un corridoio impraticabile. Certamente questo vano dev'essere in collegamento con la cavità principale, e lo si deduce anche dalla corrente d'aria che lo percorre.

Esaminando in particolare la grotta, risulta evidentissimo il prevalente sviluppo suborizzontale, in pendenza verso gli imbocchi, corrispondente per lo più all'andamento degli strati. Questo piano di sviluppo è largamente rappresentato dalla galleria principale e da quasi tutte le diramazioni. Fanno eccezione i due pozzi e la galleria del laghetto terminale, aventi sviluppo verticale e posti su di un piano di faglia.

Data la giacitura degli strati nella zona in esame, è facile dedurre che nel passato il deflusso delle acque, lungo vie che hanno subito allargamenti ad opera del carsismo, è stato di molto favorito. La cavità di cui trattiamo non rappresenta l'unico esempio; diversi altri sbocchi nella roccia, sempre sulla destra del Cellina, conservano un'attività non trascurabile, più appariscente nei periodi di forti precipitazioni quando scaricano masse d'acqua definite «ingenti» da testimoni degni di fede.

E' nota la carsicità delle zone del Cansiglio e del Pian del Cavallo, dove la struttura geologica della roccia ha permesso la formazione di cavità e voragini a volte imponenti (1). Geologicamente la zona del Montelonga non è dissimile da quelle menzionate. Anche qui il fenomeno carsico si è affermato in maniera evidente, facilitato da fenomeni di deformazione tettonica. Attraverso sistemi di fratture preesistenti l'acqua meteorica è riuscita ad aprirsi vie sempre più profonde, scavandosi, con azioni chimiche e meccaniche, inghiottitoi, caverne e gallerie entro l'edificio roccioso.

E' pensabile che un tempo parte delle acque meteoriche del Montelonga fosse convogliata, attraverso linee di frattura e fessurazioni, anche verso la Galleria Sud-Est della grotta che, fungendo da galleria di drenaggio, la scaricava nel Cellina. Oggi questa via è stata sicuramente abbandonata. Anche trascurando il fatto che la Galleria Sud-Est offre sicuri elementi di senilità, la sala precedente il «Salto del Leopardo» ci dice che movimenti idrici di qualche entità non avvengono più in questo tratto di cavità, altrimenti non potrebbero trovarsi sul luogo tracce così vistose di guano, quali attualmente esistono. Se acque sono scaricate dall'Ingresso I durante periodi piovosi, esse giungono dal primo tratto della Galleria Sud-Ovest. Potrebbero qui sorgere dei dubbi sulla provenienza di tali acque. Lo stillicidio, in questa parte di cavità, è notevole; tuttavia non vogliamo respingere del tutto l'ipotesi che grandi masse di acqua, non trovando adeguato sfogo attraverso le strettoie del Ramo I (pp. 106-109), possano forzare il dislivello del tratto compreso tra i punti 10-7 della Galleria Sud-Ovest, e quindi scendere e scaricarsi all'esterno dell'Ingresso I.

E' molto più semplice dimostrare la cosa per quanto concerne l'Ingresso II, dato che tutta la parte della cavità che a questa uscita conduce è in discesa.

Comunque le acque stanno attualmente ritirandosi verso livelli più bassi (laghetto terminale), lasciando fuori la cavità. Il fenomeno dovrebbe essere in rapporto con l'abbassamento del Cellina e non riveste alcuna particolarità. Semmai, sarebbe utile, oltre che interessante, scoprire eventuali

1) Citeremo come esempio il Bus de la lum N. 151 Fr, profondo ben 180 m, sul Pian del Cansiglio.

probabili relazioni tra qualche ambiente vasto della cavità (Galleria Sud-Est) e le tracce di antichi livelli esterni del torrente.

Un tratto della cavità che rimane attivo è rappresentato dal Ramo I della Galleria Sud-Ovest, che anche in periodo di magra è percorso da un debole rigagnolo; prova ne sono i vari bacini e i ciottoli che abbondano in questa diramazione.

La presenza del lago terminale e la relativa facilità con cui l'acqua di certi bacini viene smaltita (1), fanno pensare all'esistenza di un vasto sistema di filtrazione che conduce a corsi di libera circolazione sotterranea.

In genere la cavità appare piuttosto povera di concrezioni calcitiche. La volta delle gallerie è costituita in gran parte dal letto delle stratificazioni e si mantiene bassa sul suolo.

In diversi punti della Galleria Sud-Ovest e in qualche tratto di quella Sud-Est, furono rinvenuti caratteristici conglomerati. Dall'analisi eseguita di un notevole frammento, appare trattarsi di una breccia ad elementi di grandezza alquanto variabile (da qualche centimetro a meno di 1 mm), che presentano tutti evidenti tracce di fluitazione, talora molto manifeste in arrotondamenti evidentissimi. Il materiale cementante è la calcite, che abbonda anzi in talune zone. Nella massa si distinguono appena minuti cristallini, che con tutta probabilità sono di calcite, e piccoli glomeruli di colore marrone o nero, che l'analisi chimica ha rivelato essere ossidi di ferro contenenti anche sensibili tracce di manganese (2).

Sul pavimento della Galleria Sud-Ovest, specie in corrispondenza con il Ramo I e nel primo tratto di questo, furono osservati detriti levigatissimi e spesso dei veri ciottoli di varia grandezza.

Meteorologia

Le Grotte della Valcellina sono un esempio caratteristico di cavità con circolazione d'aria a «tubo di vento». Gli Ingressi I e II ne costituiscono rispettivamente la «bocca calda» e la «bocca fredda», mentre la Galleria Sud-Est, la parte intermedia della Galleria Sud-Ovest (dal p. 10 al p. 35) e tutto il Ramo I rappresentano il percorso di una circolazione principale che muta di senso col variare della temperatura esterna. Il primo tratto della Galleria Sud-Ovest (pp. 4-10) e il Ramo II (pp. 84-88) sono percorsi da correnti che si inseriscono nella circolazione principale descritta, senza comunque alterarne le caratteristiche; lievi turbamenti osservati nei punti di confluenza (pp. 10 e 11) non possono modificare sostanzialmente tale affermazione.

Il Ramo III (pp. 76-82) e la parte terminale della Galleria Sud-Ovest (pp. 41-49) sono zone che vanno considerate separatamente perchè non interessate dalla circolazione principale.

Diciamo subito che una circolazione a «tubo di vento» fa registrare dei mutamenti di senso della corrente col variare delle stagioni; così, a una cor-

1) Abbiamo assistito allo svuotamento completo di due vasche nello spazio di qualche ora.

2) L'analisi è stata eseguita da Lucio Pipan del G.T.S.

rente d'aria ascendente nel periodo invernale, corrisponde una corrente d'aria discendente nel periodo estivo. La ragione è semplice: d'inverno l'aria interna è più calda di quella esterna, e quindi tende a salire; il contrario avviene d'estate, quando l'aria interna è più fredda. Variazioni notturne nel senso della corrente si possono inoltre verificare nelle stagioni di transizione, quando la temperatura dell'aria esterna durante la notte è più bassa di quella interna.

Esaminando la curva termica del diagramma (v. fig. 1), osserviamo subito la manifesta regolarità con cui le temperature dell'aria decrescono via via che ci allontaniamo dall'Ingresso I. Dopo un lieve incremento presso il punto 57, dovuto probabilmente alla più elevata temperatura delle rocce in questo ambiente, il mercurio non risale più fino in prossimità dell'imbocco inferiore.

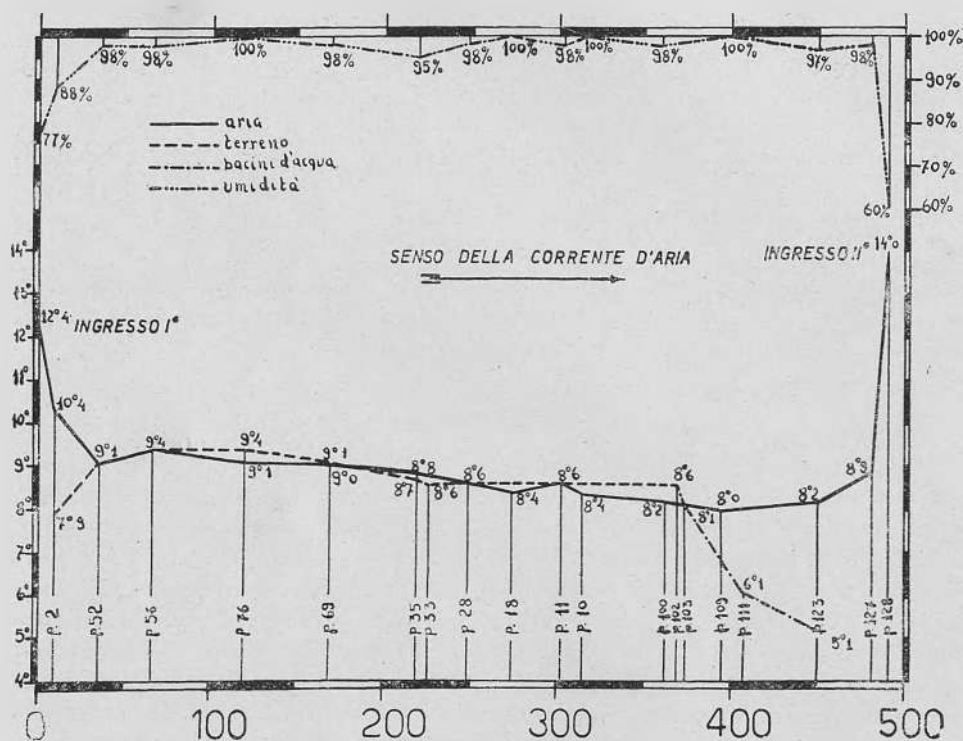


Fig. 1

Farebbe eccezione l'8°6 del p. 11 se la confluenza del Ramo II con la Galleria Sud-Ovest — che si ha proprio qui — non ci desse immediata spiegazione: nel punto d'incontro col Ramo II la corrente principale, che risale la Galleria Sud-Est, si fraziona in due sensi, così che una parte si infila nella diramazione secondaria e va a ricomporsi con la circolazione fondamentale là dove il Ramo II si collega con la Galleria Sud-Ovest. Naturalmente, la via percorsa da questa corrente secondaria è molto più breve

e non permette un rapido decremento della temperatura dell'aria; quindi l'8°6 è giustificato dall'apporto termico proveniente dal Ramo II.

Il fenomeno, a ragion di logica, dovrebbe ripetersi in prossimità del p. 10, dove la circolazione principale riceve il contributo della corrente d'aria del primo tratto della Galleria Sud-Ovest; qui invece il termometro ha dato 8°4. Probabilmente questa è una zona alquanto instabile, resa tale dalle frequenti inversioni ed oscillazioni di corrente, caratteristiche di quelle cavità «tubo di vento» aventi le due bocche a quote non molto distanti (il dislivello tra l'Ingresso I e l'Ingresso II è di soli m 26,61). Bisogna anche tener conto che le osservazioni furono fatte in un periodo di transizione stagionale (25-26 aprile), quando il senso della circolazione dell'aria non era ancora bene stabilizzato. Infine si deve notare che durante l'esplorazione all'esterno c'era vento: con un dislivello così debole fra le due bocche — come nel nostro caso, — le depressioni e le sovrappressioni generate dal vento facilitano le ricordate inversioni di corrente, dando al contenuto gassoso un moto oscillatorio, pur sussistendo contemporaneamente una predominante spinta gravitazionale della massa d'aria fredda verso il basso, cioè verso l'esterno.

Osserveremo il divario riscontrato presso il p. 76 fra la temperatura dell'aria e quella del terreno. L'aria più calda proveniente dall'esterno, indugiando attraverso le gallerie dove viene a contatto con le pareti, va progressivamente raffreddandosi. Se anomalie termiche in questo senso si possono avere lungo il percorso della cavità, è improbabile che in un punto così vicino alla bocca d'entrata (ricordiamo: si tratta di circolazione a «tubo di vento») la temperatura dell'aria in periodo estivo o quasi sia più bassa di quella del terreno. L. Pipan dà al fenomeno queste tre spiegazioni: «1) nessuna spiegazione per mancanza di esperienze analoghe in merito; 2) l'aria si è trovata in presenza di pareti più fredde nel suo percorso tra i pp. 57 e 76, e tale refrigerazione si potrebbe imputare a sensibile circolazione acqua locale (zone di forte imbibizione della roccia, presentanti analogie con le falde freatiche, complesso di diaclasi, ecc.); 3) inesatta lettura al termometro da roccia e un abbinato errore di lettura — in direzione opposta — allo psicometro».

Per il resto, la curva termica del diagramma non offre irregolarità, anzi concorda perfettamente col sistema di circolazione a «tubo di vento». Forse, può avere qualche similitudine col diagramma presentato da grotte a «sacco d'aria» in periodo estivo, ma il parallelismo non regge per due ragioni: poichè la stagione estiva non si è ancora affermata, il punto più basso della curva dovrebbe trovarsi molto più vicino all'ingresso; il diagramma invece lo indica in corrispondenza del p. 109. Poi, mentre il diagramma di grotte a «sacco d'aria» descrive un incremento terminale lento e graduale, dovuto all'influenza termica delle rocce, nel nostro caso questo incremento è rapido e va sicuramente imputato alle inversioni di corrente, che fanno entrare masse d'aria calda dalla bocca inferiore. E' certo comunque che durante la notte il ramo terminale si abbassa e, in conseguenza dell'aria più fredda entrante, scende al di sotto dei valori minimi della curva. Il fenomeno si ripete analogamente per il ramo iniziale.

Giacchè in principio di questo capitolo si è parlato di «bocca calda»

e «bocca fredda», lo studioso, osservando il diagramma delle temperature, avrà modo di notare che la «bocca calda» della cavità in parola è, in effetti, più fredda della «bocca fredda». Come mai? Il diagramma è la risultante di osservazioni che, per esigenze di tempo, furono raccolte durante due giornate successive. Se il fatto non può avere ripercussioni sull'andamento centrale della curva termica, gli estremi ne risentono sensibilmente. Avvertiamo pertanto che la temperatura di $12^{\circ}4$, all'imbocco superiore della grotta, è quella registrata alle ore 12.20 del 25 aprile; il 26 aprile, alle ore 12.15, il termometro ha dato $13^{\circ}8$, temperatura inferiore di soli $0^{\circ}2$ di quella registrata due ore più tardi all'esterno dell'imbocco inferiore (v. fig. 1). Possiamo essere certi che nello spazio di due ore lo scarto di $0^{\circ}2$ è stato neutralizzato e superato. (1)

Ritornando al senso di circolazione della corrente principale, può sembrare strano che la corrente scelga la via in salita della Galleria Sud-Est, anzichè deviare attraverso i due tronchi 84-88 (Ramo II) e 4-10 (primo tratto della Galleria Sud-Ovest); specialmente se si pensa che il dislivello tra l'Ingresso I (p. 1) e il punto più alto della Galleria Sud-Est (p. 70) è di m. 28,94, mentre è di m. 21,32 tra lo stesso punto (p. 70) e il punto di confluenza dei due tronconi con il Ramo I (pp. 10-11). Prima di tutto va notato che l'aria della Galleria Sud-Ovest è più fredda di quella della Galleria Sud-Est, quindi pesa di più e, logicamente, tende a scendere. Inoltre non va dimenticato che la condizione principale per stabilire il «tubo di vento» è costituita dal dislivello tra i due ingressi: dislivelli parziali interni, quando siano considerati separatamente in rapporto al senso delle correnti d'aria, possono far sorgere solamente problemi parziali. Poichè le masse d'aria del Ramo I non possono avere altra via di uscita all'infuori dell'Ingresso II (circolazione estiva), con il loro moto verso l'esterno provocano un risucchio che investe, prima che il contenuto gassoso dei tronchi 4-10 e 84-88 (aria più calda), quello del tratto intermedio della Galleria Sud-Ovest. L'aspirazione di quest'ultima galleria condiziona così il movimento in ascesa della corrente principale attraverso la Galleria Sud-Est.

Passando all'esame delle temperature raccolte nel Ramo III, notiamo un notevole incremento terminale, in corrispondenza del p. 82. La galleria è percorsa da una debole corrente entrante, che si fa inavvertibile verso la parte terminale; dove vada quest'aria non si sa, nè si possono escludere soluzioni di continuità nella roccia, anche considerando lo stillicidio intenso riscontrato in questo ambiente. Tuttavia sono state fatte troppo poche osservazioni perchè si possa pensare all'esistenza di qualche sfiatatoio (ricerche esterne hanno dato esito negativo).

Il discorso è un po' diverso per ciò che riguarda l'ultimo tratto della Galleria Sud-Ovest, dal pozzo di 14 m alla parte terminale del lago. Le poche temperature assunte sono insufficienti a darci un diagramma i cui valori, rispetto alla sede considerata, si mantengono molto bassi; si tratta infatti della parte più interna di una cavità non propriamente di montagna. Ma la forte circolazione idrica riscontrata, provata anche dalla grande massa di

1) Le curve termica e igrometrica del diagramma si riferiscono alle osservazioni effettuate il giorno 25 aprile per il tratto che va dall'Ingresso I al p. 35, e a quelle compiute il 26 aprile per il tratto che dal p. 33 va all'Ingresso II.

acqua del bacino, offre una fondata spiegazione del fenomeno. Se poi si pensa che la diramazione non è interessata da alcuna percettibile circolazione di aria, meglio si comprende il significato di $8^{\circ}4$ nella parte finale del lago (p. 49), dove l'acqua ha dato un identico valore. Si può tuttavia dubitare dell'esattezza della lettura di $9^{\circ}0$ fatta nel punto 47. Questo valore potrebbe essere giustificato soltanto da un apporto termico, dovuto a una corrente d'aria più calda, forse proveniente dalla diramazione inferiore (p. 45); il che non è stato osservato.

Le temperature degli altri bacini di una certa entità (le vasche d'acqua più piccole hanno sempre dato temperature uguali a quelle del terreno) ci sorprendono per essere eccezionalmente basse: $8^{\circ}1$ per il laghetto tra i punti 103-104; $6^{\circ}1$ per il bacino presso il punto 111; $5^{\circ}1$ per il laghetto presso il punto 123. Non si può mettere in dubbio l'esattezza delle misurazioni, in quanto per avere dato risultati così insospettati, furono sempre ripetute con la massima attenzione. L. Pipan crede trattarsi probabilmente «di bacini alimentati dalle più alte falde idriche della montagna (che si erge fino a quota 1528) attraverso condotti abbastanza larghi per lasciare a vene abbondanti d'acqua una bassa temperatura; oppure — e forse questa ipotesi è più nel vero — si tratta di acqua proveniente dallo scioglimento delle ultime nevi. Sopra la grotta — è bene notarlo — si erge, in parte a perpendicolo e in parte a gradoni, una parete di circa 300 m». Il Pipan osserva ancora che «le acque più fredde sono quelle più vicine alla parte esterna, la cui temperatura, come si sa, si può abbassare di molto nel periodo invernale, mentre la roccia a 20 m di profondità — fatta astrazione di eventuali notevoli circolazioni idriche — è praticamente stabile».

A queste buone ragioni vorremmo associare un'ultima: l'influenza delle inversioni notturne del senso della corrente d'aria congiunta a quella di possibili residui termici invernali. La grotta infatti, per quanto concerne la circolazione d'aria, è appena uscita dalla stagione invernale, durante la quale l'aria fredda esterna investiva direttamente l'Ingresso II e risaliva il Ramo I. E perchè si possa avere un'idea sui valori esterni durante l'inverno, riportiamo le temperature massime e minime registrate nell'ultima decade di aprile, in località «stretta di ponte Antoi», quota 405 s.l.m., a circa 1 Km a monte della località interessata dalla grotta: (1)

20 aprile	massima	$19^{\circ}4$	minima	$+ 1^{\circ}8$
21 »	»	$18^{\circ}2$	»	$+ 2^{\circ}0$
22 »	»	$18^{\circ}0$	»	$+ 5^{\circ}2$
23 »	»	$16^{\circ}8$	»	$+ 7^{\circ}0$
24 »	»	$17^{\circ}6$	»	$+ 8^{\circ}9$
25 »	»	$17^{\circ}4$	»	$+ 4^{\circ}0$
26 »	»	$15^{\circ}4$	»	$+ 10^{\circ}0$
27 »	»	$11^{\circ}2$	»	$+ 9^{\circ}4$
28 »	»	$17^{\circ}0$	»	$+ 6^{\circ}0$
29 »	»	$16^{\circ}2$	»	$+ 2^{\circ}0$
30 »	»	$18^{\circ}6$	»	$- 1^{\circ}9$

1) La tabella di queste temperature ci è stata cortesemente fornita dall'ing. C. Corrado della S.A.D.E.

Se in aprile si registrano punte così basse, si possono immaginare quali debbano essere le minime della stagione invernale.

Non sappiamo, comunque, sino a che punto la temperatura dell'aria proveniente dall'esterno possa influenzare quella della roccia. Che il fenomeno avvenga veramente ce lo dimostra. a nostro modesto avviso, lo scarto di 2° tra la temperatura del laghetto presso i pp. 103-104 e quella del bacino presso il punto III. Non solo pochi metri separano i due bacini, ma il secondo è alimentato dalle acque del primo, filtranti attraverso fenditure della roccia.¹⁾ Come mai la stessa acqua può variare di ben 2° (da $8^{\circ}1$ a $6^{\circ}1$) nello spazio di una decina di metri? Noi crediamo che il fenomeno dipenda da una più fredda temperatura della roccia e del terreno, che fino al p. 109 possono meglio risentire l'influenza della corrente fredda entrante (circolazione invernale), influenza in seguito maggiormente contenuta da notevoli strozzature della galleria (pp. 109, 108 e 108a). Sarebbe così spiegato anche lo scarto di 1° tra la temperatura del bacino presso il punto III e quella del bacino presso il punto 123, quest'ultimo molto più vicino all'ingresso (ne dista solo m 28,95) e quindi più freddo.

Peccato davvero che ci manchino le temperature del terreno nell'ultimo tratto del Ramo I (dal p. 109 al p. 128), le quali avrebbero un valore decisivo per confermare o meno la tesi dianzi esposta.

Tutto sommato, lo scambio termico fra aria e roccia risulta molto attivo, e ce lo dimostra anche il diagramma termico del terreno lungo il percorso della circolazione principale dell'aria.

Le osservazioni barometriche hanno pure dato risultati abbastanza soddisfacenti. La quota dell'Ingresso I è stata ottenuta mediante livellazione aneroidica: sono state compiute due misurazioni del dislivello tra il caposaldo della S.A.D.E. di quota 351,50, situato sul ponte della vecchia presa, e l'ingresso superiore della cavità, ottenendo due valori tra loro più diversi di quanto si sperava: circa m. 4,5. Dalla media delle due misurazioni la quota dell'Ingresso I è risultata di m 483,80. Sulla piuttosto forte differenza delle due misure devono avere influito anche le instabili condizioni atmosferiche al momento delle osservazioni.

Migliore comportamento i barometri hanno avuto in cavità, dove gli errori sono stati di $+ m 0,05$, $- m 0,72$ e $- m 0,23$ su dislivelli di m 13,95 e rispettivamente di m 26,33 e di m 18,82. L'errore maggiore, di $+ m 3,45$, è stato riscontrato su un dislivello di m 14,23, dopo il percorso in salita di parte della Galleria Sud-Est e quello in discesa del Ramo III. Comunque, tutti questi risultati trovano spiegazione e non discordano con i limiti di errore stabiliti nel recente studio sui barometri di L. Pipan.²⁾

Diremo ancora che per la determinazione delle quote, in base ai dati ottenuti con i barometri, si è usata la formula di Babinet; in questa abbiamo per la prima volta introdotta una nuova formula di Pipan, tendente a sta-

1) Si è visto, nel corso dell'esplorazione, che, in seguito a un guado del bacino sovrastante (pp. 103-104), l'acqua della vasca inferiore si è notevolmente intorbidita.

2) L. Pipan: «Sulla livellazione aneroidica sotterranea» — *Rassegna Speleologica Italiana* - Anno VI - fasc. I - marzo 1954.

bilire l'esatto valore della t_m (temperatura media). (1) Si è anche tenuto conto dell'umidità dell'aria interna, per cui i dislivelli risultano corretti degli errori dovuti all'umidità.

Rilievo

Un primo rilievo della cavità, non comprendente la galleria che dall'Ingresso II (p. 128) va al punto 107, fu steso ad opera del G.T.S. già dopo l'esplorazione del novembre 1952. Naturalmente, dopo l'esplorazione dell'aprile 1953, questo rilievo risultò incompleto, cosicchè fu necessario aggiungere la parte mancante.

Il rilevamento completo della cavità ha richiesto 25 ore di lavoro effettivo e suddiviso nei periodi delle esplorazioni del novembre 1952 e dell'aprile 1953. Tutto il lavoro è stato eseguito da Benedetti L. e Mosetti C., coadiuvati validamente da altri elementi del G.T.S.

Il rilievo consta di una poligonale chiusa di 61 vertici, che comprende le due gallerie principali Sud-Ovest e Sud-Est; le altre diramazioni sono state rilevate mediante poligonali aperte, per un totale di altri 71 vertici.

Sono stati impiegati due strumenti, costituiti ciascuno da una bussola goniometrica di miniera Neuhöfer & Sohn collegata ad eclimetro.

L'errore di chiusura altimetrico della poligonale chiusa è risultato di 16 cm su un percorso di m 441.47; quello planimetrico, sullo stesso percorso, di m 4. La correzione dell'errore di chiusura planimetrico è stata distribuita proporzionalmente sui lati della poligonale mediante la compensazione grafica. L'errore altimetrico, invece, non è stato corretto, essendo quasi trascurabile (16 cm).

Nonostante il difficile percorso della grotta, che ha obbligato i rilevatori a lavorare in posizioni scomodissime e, in moltissimi punti, distesi sul bagnato, il rilievo è risultato di una precisione insperata; anche l'errore di chiusura planimetrica rimane entro i limiti di tolleranza consentiti dal Catasto Italiano per i tacheometri da superficie. (2) Il risultato è tanto più soddisfacente se si considera che i rilevatori non hanno usato tacheometri nè hanno lavorato all'aperto.

1) Ricordiamo la formula di Babinet: $\Delta = 16.000 (1 + \alpha t_m) \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}$; per la ricerca di t_m Pipan introduce la seguente formula:

$$t_m = \frac{\frac{1}{2} (t_1 + t_2) d_a + \frac{1}{2} (t_2 + t_3) d_b + \dots + \frac{1}{2} (t_{n-1} + t_n) d_n}{D}$$

dove t è la temperatura dei punti considerati, d la distanza parziale tra punto e punto, D la distanza totale tra i punti. Sul significato particolare della nuova formula il Pipan tratta nel suo lavoro: «Sulla ricerca della temperatura media per le livellazioni barometriche sotterranee», che è pubblicato su questi stessi Atti.

2) Tale tolleranza è rappresentata dalla formula: $t = 0.6 \sqrt[n]{n}$ dove n rappresenta il numero dei vertici. Nel nostro caso $t = 0.6 \sqrt[61]{61} = 4.68$.

Nella stesura del rilievo si è tenuto conto della declinazione magnetica che è di 2°30'.

Nel disegno i punti di riferimento corrispondono esattamente ai vertici delle poligonal.

La quota dell'Ingresso I è stata stabilita in base alla media delle livellazioni aneroidiche, partendo dal caposaldo della S.A.D.E. posto a quota 351,50 sul ponte della vecchia diga. Poichè è risultato impossibile collimare con precisione alcuni punti caratteristici di posizione conosciuta, atti a triangolare l'ingresso della cavità, la posizione è stata stabilita in base alla carta topografica al 25.000.

La cavità, nella complessità delle sue gallerie e diramazioni, presenta uno sviluppo totale di m 767,56 (questa distanza si riferisce solamente ai vertici delle poligonal).

Altre notizie

Nella Galleria Sud-Est, dal punto 52 al 54, si trova una sala degna di nota. Verso il centro della caverna il pavimento è costituito da un ingente deposito di guano, sopra il quale si agitano in volo, appena toccati dalla luce dei fanali, centinaia di chiropteri, tanti come raramente accade di vedere raccolti in una sola cavità.

Al termine di questo ambiente, grossi blocchi (2-3 mc) sbarrano il passo formando il «Salto del Leopardo», così chiamato per le particolari chiazze che ricoprono ovunque le pareti e la volta (pp. 55-56). Questo delle chiazze non è un fenomeno frequente; probabilmente è dovuto ad un processo corrosivo del gas che si libera dalla fermentazione del guano: la variegatura della roccia non sarebbe quindi che l'effetto di questa prolungata azione chimica.

Nel già citato lavoro dell'ing. C. Corrado (1) troviamo alcuni cenni sul rinvenimento di «ossa calcinate di animale palmato». Tale rinvenimento ebbe luogo nell'estate del 1952, all'interno del «cunicolo delle ossa» (corrisponde al nostro Ramo III) sotto un cumulo di massi crollati dalla volta di un camerone.

Il fatto viene a suffragare l'ipotesi che, un tempo, questa diramazione abbia avuto comunicazione con l'esterno. E' molto improbabile che animali abbiano percorso la prima parte in salita della Galleria Sud-Est; è anche da escludere — pensiamo — che le ossa rinvenute siano state trasportate dall'acqua da zone superiori lungo spaccature della roccia, in quanto il Ramo III non presenta sulla volta camini di rilievo.

Ricorderemo ancora l'esistenza sulla volta dello stesso Ramo III (pp. 78-79), ed anche nel tratto comprese tra i punti 60-63 della Galleria Sud-Est, di fossili aventi conchiglie di diametro fino a 20 cm circa.

Nulla da dire invece per la paleontologia.

1) C. Corrado: «Le Grotte della bassa Valcellina» - Rivista mensile del C.A.I. - Vol. LXXII - Torino 1953 - Fasc. 11-12. pp. 367-372. Al momento dell'esplorazione del C.T.S., il lavoro dell'ing. Corrado era inedito ed aveva il titolo citato nel testo della presente relazione a pag. 310.

Durante le due esplorazioni compiute dal Gruppo Triestino Speleologi non furono condotte ricerche biologiche. comunque furono notati numerosi coleotteri nella sala del guano, specialmente dentro e attorno al cumulo d'escrementi. Alcuni ortotteri ed un aracnide furono osservati nel Ramo I.

In prossimità degli imbocchi, ed anche lungo le pareti dei cameroni d'accesso, furono notate alcune specie di muschi, di felci, oltre alle solite lingue cervine.

TABELLA DELLE PRESSIONI BAROMETRICHE
Osservazioni del 25 aprile 1953 — Barometro aneroido 00318.

Tempe- rature aria	Umidità	Pressioni barome- triche	Quote sul l. m. date con la formula di Babinet	PUNTO DI OSSERVAZIONE	Ora
13° 0	70 %	729.4	351.50	Ponte vecchia diga, quota 351.50 (caposaldo della S.A.D.E.); cielo 1/10 coperto senza vento.	9.08
		729.45			
		729.4			
		728.9		Idem; cielo 3/10 coperto, foschia, vento agita grossi arbusti.	9.45
		728.95			
		729.0			
		729.0		Idem; cielo 4/10 coperto.	9.57
		728.95			
		728.95			
		729.0		Idem.	10.08
12° 4	77 %	729.0			
		729.0			
		729.0			
		717.5	483.80	Ingresso della cavità.	12.20
		717.5	(media)		
		717.5			
		717.5	Idem.	13.00	
		717.5			
		717.5			
		717.1	Idem.	13.30	
		717.1			
		717.2			
		717.0	Idem.	14.00	
717.0					
717.0					
		716.7	Idem.	14.30	
		716.75			
		716.7			

TABELLA DELLE PRESSIONI BAROMETRICHE
 Osservazioni del 25 aprile 1953 — Barometro aneroido 00336/52.

Tempe- rature aria	Umidità	Pressioni barome- triche	Quote sul l. m. date con la formula di Babinet	PUNTO DI OSSERVAZIONE	Ora
13° 0	70 %	729.5 729.5 729.45	351.50	Ponte vecchia diga, quota 351.50 (caposaldo della S.A.D.E.); cielo 1/10 coperto, senza vento.	9.08
12° 4	77 %	717.5 717.45 717.45	483.80 (media)	Ingresso della cavità.	10.08
12° 4	77 %	717.2 717.2 717.2	"	Idem.	12.20
9° 4	98 %	716.0 716.0 715.95	497.80	Salto del Leopardò p. 56.	13.00
8° 8	95 %	714.9 714.7 714.7	502.39	Termine Galleria Sud-Est, punto d'incontro Galleria Sud-Ovest p. 35.	14.30
9° 1	100 %	714.7 714.6 714.6	509.41	Inizio RAMO III, p. 76.	13.30
9° 8	96 %	715.1 715.2 715.3	501.48	Termine RAMO III, p. 81.	14.00

TABELLA DELLE TEMPERATURE E DELLE UMIDITA'
 Osservazioni del 25 aprile 1953 — Psicrometro S.I.A.P. tipo ASSMAN.

Temperatura aria	Umidità	Temperatura terreno	Temperatura acqua	PUNTO DI OSSERVAZIONE	Ora
GALLERIA SUD-EST					
10° 4	88 %	7° 9	—	Ingresso I, p. 2. Corrente d'aria entrante con moti oscillatori.	12.30
9° 1	98 %	9° 1	—	Caverna del Guano, p. 52. Corrente d'aria entrante.	12.45
9° 4	98 %	9° 4	—	Salto del Leopardo, p. 56. Corrente entrante, in parte discendente verso il RAMO II.	13.00
9° 0	98 %	9° 1	—	P. 69. Corrente entrante.	14.15
8° 8	95 %	8° 7	—	Termine Galleria Sud-Est, punto d'incontro Galleria Sud-Ovest, p. 35. Corrente d'aria diretta verso la Galleria Sud-Ovest.	14.30
GALLERIA SUD-OVEST					
8° 6	95 %	8° 7	—	Alla base del pozzo m. 14, p. 41.	16.15
9° 0	97 %	—	8° 6	Inizio del lago terminale, p. 47.	16.30
8° 4	98 %	—	8° 4	Termine del lago, p. 49.	16.50
RAMO III.					
9° 1	100 %	9° 4	—	Inizio RAMO III, p. 76. Corrente d'aria entrante molto debole.	13.30
9° 1	100 %	9° 4	—	P. 78, presso il gomito. Corrente entrante molto debole.	13.45
9° 8	96 %	9° 4	—	Presso il termine del RAMO III, p. 81. Corrente d'aria impercettibile.	13.55

TABELLA DELLE TEMPERATURE E DELLE UMIDITA'
Osservazioni del 26 aprile 1953 — Psicrometro S.I.A.P. tipo ASSMAN.

Tempe- rature aria	Umidità	Tempe- rature terreno	Tempe- rature acqua	PUNTO DI OSSERVAZIONE	Ora
GALLERIA SUD-OVEST					
8° 4	100 %	8° 6	—	P. 10. Corrente d'aria entrante.	8.10
8° 6	98 %	8° 6	—	P. 11. Corrente d'aria diretta verso il RA- MO I.	10.25
8° 4	100 %	—	—	P. 18. Corrente d'aria verso il RAMO I.	10.50
8° 6	98 %	—	—	P. 28. Idem.	11.25
—	—	8° 6	—	P. 33.	11.30
13° 8	95 %	—	—	Ingresso I. Corrente d'aria entrante molto sensibile.	12.15
RAMO I.					
8° 2	98 %	—	—	P. 100. Corrente entrante.	8.35
—	—	8° 6	—	P. 102.	8.40
—	—	—	8° 1	P. 103-104.	9.30
8° 0	100 %	—	—	P. 109. Corrente d'aria diretta verso l'In- gresso II (si notano inversioni di corrente della durata di alcuni secondi).	13.10
—	—	—	6° 1	P. 111 .	13.20
8° 2	97 %	—	5° 1	P. 123. Corrente diretta verso l'Ingresso II.	13.35
8° 9	98 %	—	—	Ingresso II, circa 7 m. all'interno, p. 127.	14.00
14° 0	60 %	—	—	Esterno.	14.10

I N D I C E

	Pag.
M. GORTANI: Ripresa	V
Notiziario	XIV
C. SCALA: Su alcuni aspetti del dinamismo stalagmogenico	3
C. CONCI: Le maggiori e le più profonde grotte italiane	7
R. GIANUTTI: Cavità nel Verrucano del Monte Pisano	26
G. PERNA - G. TOMASI: Problemi di speleologia nel Trentino - Alto Adige	30
F. FORTI: Le doline di crollo da cavità preesistenti nel Carso triestino	34
W. MAUCCI: Analisi morfogenetica della Spluga della Preta (N. 1. V)	40
M. FRATTINI: L'esplorazione della Grotta Sorgente del Rio- Ba- sino (Romagna)	80
C. FINOCCHIARO: Su di un caso di retroversione	84
C. D'AMBROSI: Ipotesi sulle deviazioni del Paleotimavo	88
G. CAPPÀ: Concrezioni anomale in una caverna naturale all'in- terno di una miniera di ferro a Valdicastello (Lucca)	96
W. MAUCCI: La Grotta Termale di Acquasanta	100
W. MAUCCI: La Grotta delle Tassare sul monte Nerone	112
A. CIGNA - G. RONDINA: Nuove ricerche nella Grotta di Bossea (Cuneo)	121
T. TOMMASINI: La Fossa del Noglar o Cevola della Presa	126
A. BALDUCCHI - A. LIGASACCHI - C. SOMMARUGA: Le Grotte di Capo di Caccia (Alghero)	129
C. D'AMBROSI: Paleoidrografia miocenica in Istria e sua succes- siva trasformazione in rapporto con lo sviluppo del carsismo . .	144
M. COLUMBU: Note preliminari sulla più lunga grotta d'Italia, il Bue Marino, e su altre cavità naturali in prov. di Nuoro . .	174
C. LIPPI - BONCAMBI: Le risorgenti alimentate dal bacino car- sico di Colfiorito	181
F. MALAVOLTI - R. TRANI - M. BERTOLANI - D. BERTOLANI MARCHETTI - C. MOSCARDINI: La zona speleologica del basso Appennino reggiano	187

	Pag
C. F. CAPPELLO: Sullo stato attuale degli studi speleocarsici in Piemonte	216
L. PIPAN: Sulla ricerca della temperatura media per le livellazioni barometriche sotterranee	219
L. PIPAN: Ricerche preliminari di meteorologia ipogea nelle grotte del Carso triestino	225
A. CIGNA: La radio - speleologia	262
L. FERRARI: Radiotelefono sperimentale per comunicazioni in cavità	268
S. POLLI: Sulle misure di meteorologia esipogea	272
S. POLLI: La Grotta Gigante del Carso triestino quale cavità barometrica	277
A. CIGNA - G. ORLANDI: La Grotta delle Striare, caverna ossifera della costa jonica (Lecce)	287
L. DE MARTINI: Sonda geofonometrica per ricerche di idrografia sotterranea	292
P. PARENZAN: Scoperta dell'uomo fossile in una Grotta di Marina di Camerota	294
P. PARENZAN: Istituzione della stazione biologica sperimentale sotterranea di Napoli	298
S. PATRIZI: Biospeleologia laziale	301
S. PATRIZI: Introduzione ed acclimazione del coleottero catopide Bathysciola Derosasi Dcd. in una grotta laziale	303
S. PATRIZI: Ricerche nel Congo Belga	304
D. FAGIOLI: Attrezzature subacquee per gli speleologi	305
S. MOSETTI: Le Grotte della Valcellina	310

Autorizzazione del Tribunale di Bari del 12 dicembre 1956, n. 136

Stabilimento Tipografico Nazionale - Trieste - via Giotto, N. 8

