

LE GROTTES 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 Mimaud (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 provvide 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. Balducchi, 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.: m 7

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 decina 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 paletnologico (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, limitate 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 asciutti 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, stalammiti 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 stalammitico, 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, mediocrementemente 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

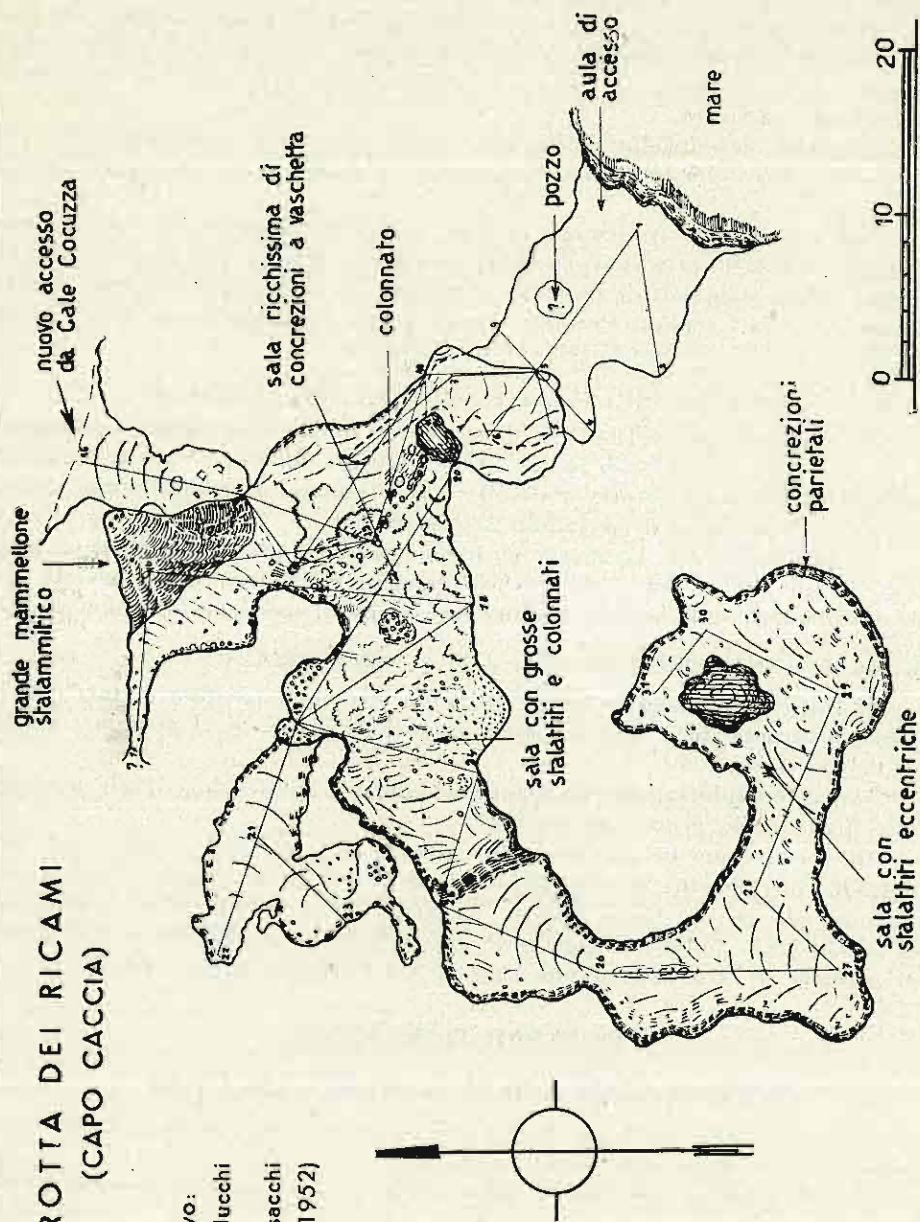
Di ben più modeste dimensioni ed estensione rispetto a quella del Nettuno, la Grotta dei Ricami non è però inferiore ad essa come bellezza di fenomeni naturali.

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 stalammiche, 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. Belducchi
A. Ligasacchi
(Luglio 1952)



Il pavimento è completamente coperto da concrezioni a vaschette che danno un aspetto suggestivo a tutto l'ambiente.

Cunicoli cosparsi di stalattiti e stalammiti si aprono sulle pareti della cavità, ma non con l'abbondanza della Grotta del Nettuno.

Mentre però nella prima parte della grotta le manifestazioni decorative sono di notevoli dimensioni ed estensione, nella seconda parte, come già visto nella Nettuno, si ha una manifestazione del fenomeno in forma più minuta e delicata.

Stalattiti eccentriche varicolori, ricoprono qui, completamente, le pareti e la volta della caverna sviluppandosi in arabeschi su una estesa superficie.

Nel corso della spedizione è stato scoperto ed allargato uno stretto passaggio che dalla sala centrale della grotta dei Ricami alla base di un'imponente colata stalagmitica immette attraverso un malagevole cunicolo, direttamente su Cala Cucuzza. Pertanto questa grotta potrebbe essere resa di più agevole accesso, nelle condizioni di mare avverso.

non cat. — GROTTA PICINELLI E GROTTA DEI GABBIANI

Di modeste proporzioni e di scarso interesse speleologico assumono invece una certa importanza nel complesso carsico del Capo Caccia. Notevoli particolarmente nella Grotta Picinelli i vari ripiani di riempimento corrispondenti ai sovrapposti pavimenti stalammitici.

Nella Grotta dei Gabbiani si hanno diversi ingressi intercomunicanti e solo in un punto, condizioni favorevoli hanno permesso la formazione di piccoli colonnati stalattitici e di qualche cortina di modestissime dimensioni.

non cat. — INGHIOTTITOIO DI CALA TRAGUNAIA

Si tratta di un inghiottitoio, profondo oltre una trentina di metri, con il fondo occupato da 2 laghetti intercomunicanti dei quali il maggiore ha la profondità di m 11.30.

Manca completamente di fenomeni vistosi e spettacolari quali possono essere quelli delle grotte già descritte.

Ha però notevole interesse dal punto di vista speleologico per gli eventuali collegamenti con le altre cavità e nell'ambito dello studio del complesso carsico del Capo Caccia. La presenza di bacini idrici capaci di notevoli riserve, potrebbe suggerirne un redditizio sfruttamento con notevole margine di sicurezza in una zona in cui l'acqua è preziosissima.

PROBLEMI SCIENTIFICI

Variazioni della linea di costa del Capo Caccia

Tutte le grotte del Capo Caccia, ed in particolare quella del Nettuno, rivelano origini indiscutibilmente carsiche.

Quelle costiere presentano pure, nella zona d'ingresso modificazioni dovute all'azione abrasiva e modellatrice del mare.

Tutt'attorno al Capo Caccia, ai piedi della falesia, al livello marino, si nota un caratteristico solco di erosione con incrostazioni di alghe calcarifiche, che denotano una relativa persistenza dell'attuale linea di costa.

Ma in passato il livello marino e di conseguenza quello dell'acqua di fondo, devono aver subito varie oscillazioni rispetto al livello attuale.

La storia della grotta del Nettuno, secondo quanto pubblicato dal C.S.R. (32), e col quale concordiamo si potrebbe così sintetizzare:

Tardo Pliocene o primo Pleistocene: formazione di un grandioso sistema carsico (in una più grande terra, oggi smantellata) e del quale la grotta del Nettuno è parte.

Interglaciale Mindel-Riss: fase di stalammitizzazione.

Glaciale Riss: fase di decalcificazione, con depositi cospicui di ocre bruna.

Interglaciale Riss-Würm: fase di stalammitizzazione con ricementazione di antiche concrezioni cadute per la gravità, e formazione crostone stalagmitico sull'argilla rossa.

Trasgressione Tirreniana: innalzamento del livello marino a circa 30 m sull'attuale; deposizione della panchina a m 1,5 sulla sponda del lago La Marmora e sulle colonne: concrezioni a campana denotanti un livello d'acqua a m 3,80 nella grotta del Nettuno e nella grotta di Ricami.

Regressione Post-Tirreniana (glaciale Würm): depositi detritici (breccia a cemento rosso) ricoperti da veli stalammitici; il livello marino si abbassa a m — 100 rispetto all'attuale.

Trasgressione Versiliana (post glaciale Würm): il livello marino raggiunge quello attuale, sommergendo parte della grotta e superando il primitivo livello del tempo della sua formazione.

La grotta del Nettuno e la grotta Verde rivelano infatti anche al di sotto del livello del suo lago salmastro una tipica morfologia carsica, con concrezioni di origine subarea oggi sommerse.

Vi sono poi, all'interno, gallerie allagate, pure con concrezioni che rivelano una posizione antica più emersa di tutto il blocco del Capo Caccia, rispetto al livello «dell'acqua di fondo».

Questo fenomeno che non è esclusivo del Capo Caccia, rientra come abbiamo detto sopra in un quadro più generale di innalzamento del livello marino conseguente all'ultima glaciazione.

Le Grotte di Amalfi (Salerno), del Drago (Baleari), di Capri presentano, come quella di Alghero, laghi salmastri con concrezioni affondate e profonde circa m 9.

Una teoria simile per la Grotta del Drago è stata già formulata da R. De Joly.

Si è scritto in passato (25) (32) della possibilità di una subsidenza del Capo Caccia; il Capeder la deduce, nel 1904 dall'arretramento della spiaggia interna del lago.

La linea di spiaggia al termine del lago, dal 1823 ad oggi sembra essersi arretrata infatti di una decina di metri e, dato il suo pendio, questo valore dovrebbe corrispondere ad un innalzamento di almeno 10-20 cm della linea di costa, pari a 1-2 mm/anno, valore senz'altro molto elevato.

I rilievi del lago, dello Smyth (1823) e del Bertarelli (1919) abbastanza curati e simili nei dettagli, sono notevolmente diversi nella posizione della spiaggia, arretrata, nel secondo rispetto al primo. Confrontando le foto-

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 sciaquo 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 (7), 135-144.

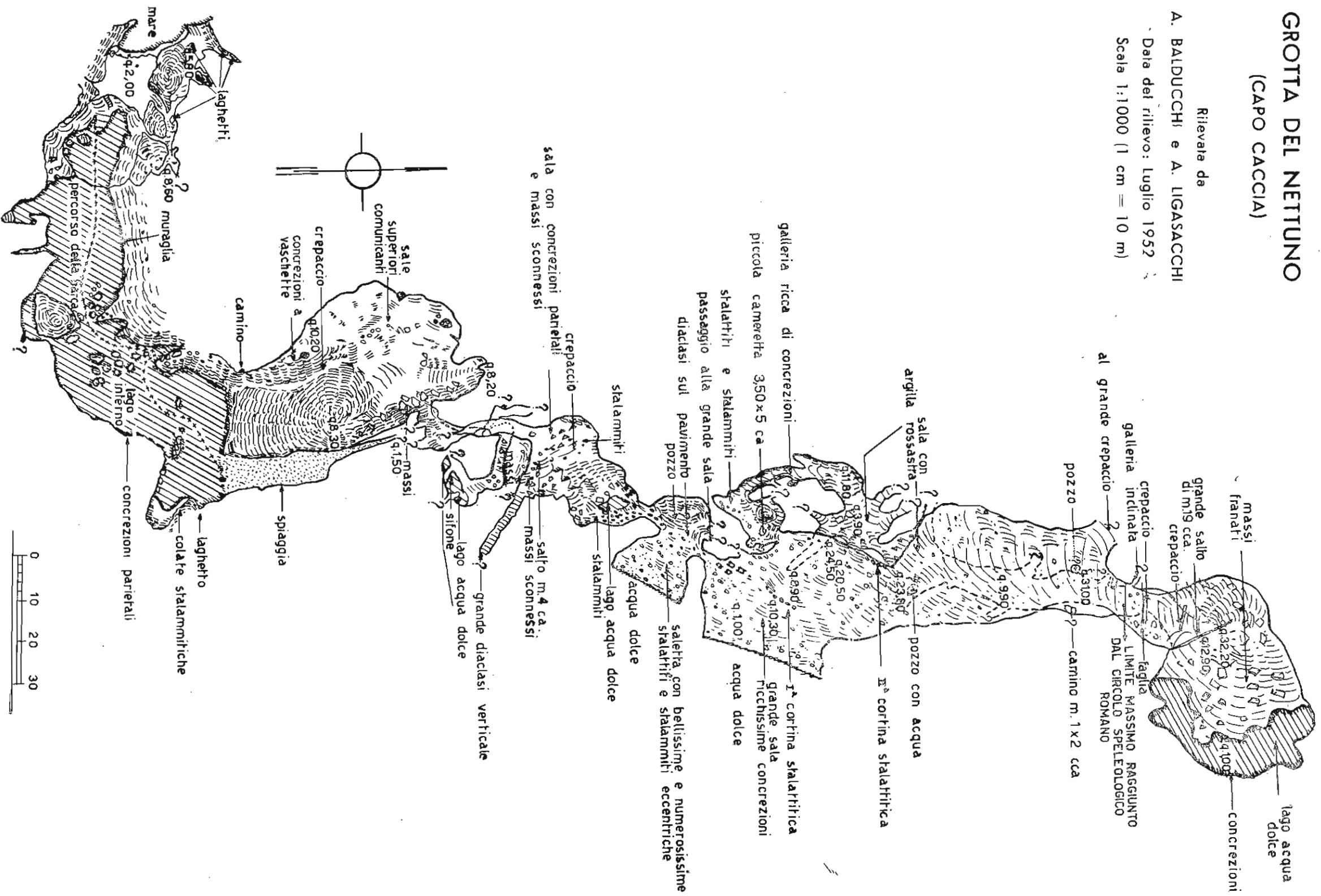
GROTTA DEL NETTUNO (CAPO CACCIA)

Rilevata da

A. BALDUCCHI e A. LIGASACCHI

Data del rilievo: Luglio 1952

Scala 1:1000 (1 cm = 10 m)



- 7) Percussore (?).
- 8) Coccia 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 apertesì 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 — AGNES 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 — CAPEDE G. — *Le colonne sculariformi 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 — DELESSERT — *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. I, 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 penepiano 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 Cretaceo¹ (Neocomiano), nell'alto Cretaceo² (Senoniano), al principio dell'Eocene (Spilecciano), nell'Eocene medio³ (Luteziano medio-superiore)⁴ 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-

² Aptiano

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 brecciatì 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 penepianizzati 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 peneplano 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 Pinguente, 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

numeroso 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 delinearasi 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 oggi 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 oggidi 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 Brazzada 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 peneplano miocenico che si estendeva all'altezza dell'attuale ciglione dell'altipiano carsico sovrastante l'alta Brazzada 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 seguendo 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 Lisèrt). 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 Paleoissonzo dopo aver accolto anche le acque del Paleofiumara. Va notato che nel Miocene il Paleoissonzo 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 Castelnovo 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 Castelnovo 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 Castelnovo. 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 fiancheggia 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 Caroiaba (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, sicché 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, sicché 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 sé, 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 nè fiumi, nè 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 Pianona 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.

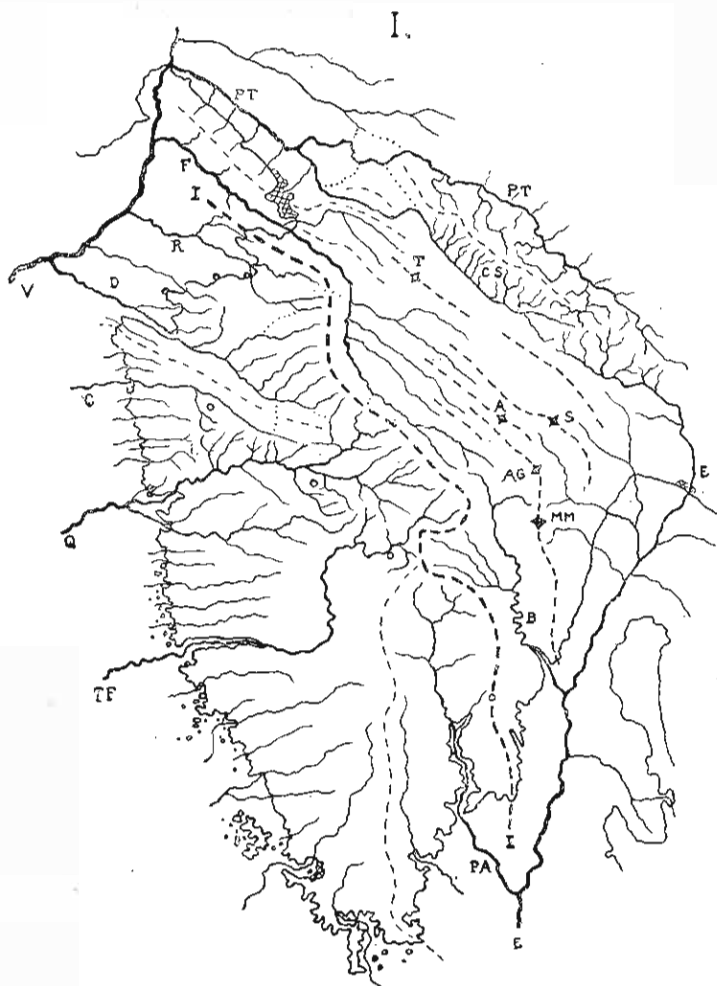
Contro una parte assai rilevante di questa concezione del Marussi, veramente suggestiva soprattutto per la bella e chiara spiegazione della genesi delle doline di grandi dimensioni, se si escludono quelle di crollo considerate

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.

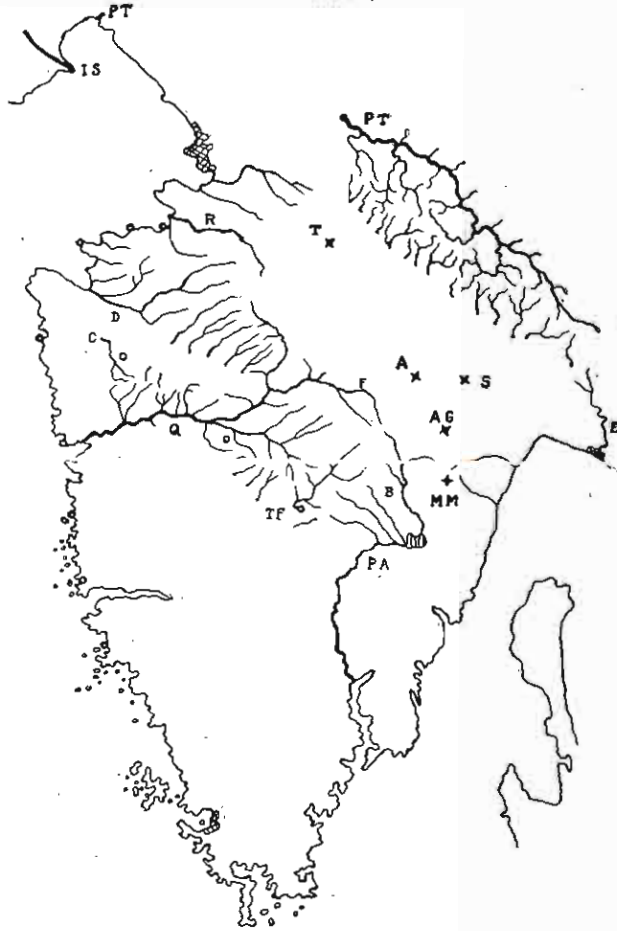
VII - Trasformazione della rete idrografica epigea

Come abbiamo detto, col sollevarsi del peneplano 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 punteggio indicano variazioni dei corsi d'acqua.
- PT Tav. I. Paleotimavo. — Tav. II. Timavo.
- CS Tav. I. Paleo corso idrico di Castelnuovo.
- E Tav. I. Paleoeneo. — Tav. II. Enco.
- B Tav. I. Paleobogliuno. — Tav. II. Torrente Bogliuno.
- PA Tav. I. Paleoarsa. — Tav. II. Arsa.
- TF Tav. I. Paleofoiiba. — Tav. II. Torrente Foiba.
- Q Tav. I. Paleoquieto. — Tav. II. Quietlo.
- 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).
- MM 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 Queto. 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 Queto, 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 Paleoquieto 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,

scalpando 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 Paleofioiba 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 Paleofioiba 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 Quieto 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 Paleofioiba 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 Paleofioiba, 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 oggidì la massa idrica del suddetto torrente, spandendosi 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 oggidì 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 imbeveravano 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 corso 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 superfluo 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 Quietto, 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 mescolarvisi. 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; solo 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 Caldiera. 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 sirclinale di Fianona era alquanto inceppato nell'attraversare e nell'incidere la catena dei Caldiera 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 Quietto 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 Quietto anche considerevoli avanzi della coltre marno-arenacea. Questa poi a SE del solco del Quietto 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 (Quietto e Brazzana) erano da tempo passati in fase torrentizia. E' facile del resto rendersi conto di questo fatto quando si consideri che il Quietto 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 Paleoquietto 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-Istrianica, 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 1939.
- 6) D'AMBROSI C. — *Sull'età e sul significato geologico dei calcari brecciati di Orsera in Istria e delle loro bauxiti*. Boll. Soc. Geolog. Ital. Vol. LIX, 1940 fasc. I. Roma 1940.
- 7) D'AMBROSI C. — *Uno sguardo al carsismo senonianico in Istria*. Atti Reale Istit. Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Anno acc. 1941-42, Tomo CI, parte II CI. 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 Geolog. presso Ist. Geolog. Università di Padova 1953.
- 12) D'AMBROSI C. — *Note Illustrative Carta Geologica delle Tre Venezie «Trieste» F. 53 A 1:100.000*. Uff. Idrograf. Magistrato Veneto Acque Sezione Geolog. presso Istit. Geolog. Università di Padova 1955.
- 13) DE MARCHI L. — *Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali*. Atti Acc. Scient. Veneto-Trentino-Istrianica, 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 Studio)*. 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. — *Inghiottoi fossili e paleoidrografia epigea del solco di Aurisino (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.

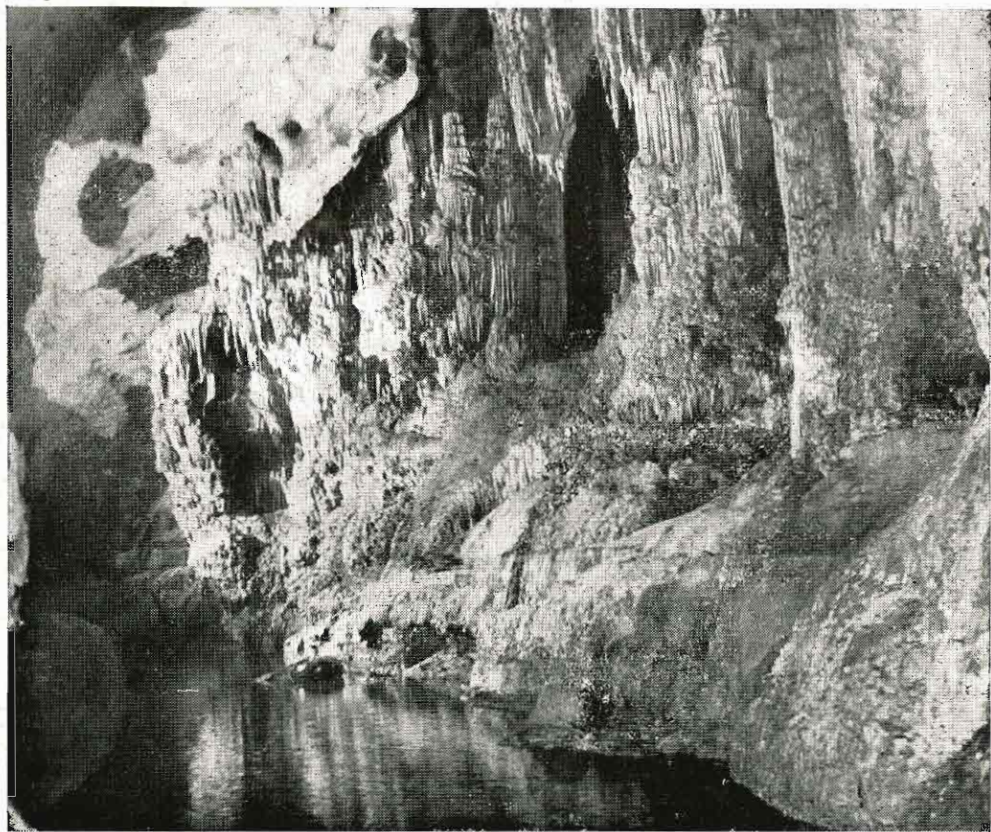
Mi pare pertanto che il lavoro del Maxia possa ragionevolmente figurare come opera fondamentale per la speleologia della Sardegna. Il merito più grande dell'autore è certamente quello di avere raccolto un considerevole numero di nomi di grotte e di averne approssimativamente determinato la posizione.

Fra le grotte citate dal dott. Maxia le più numerose, relativamente, spettano ai Fogli I.G.M. di Dorgali, Orosèi, Nuoro (16 al solo Foglio di Dorgali), che comprendono appunto il campo d'azione in cui ha fin'ora operato il Gruppo Grotte Nuorese. Il territorio è quello dei comuni di Oliena, Orgosolo, Urzulèi, Baunèi, Dorgali, 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 Dorgali 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 Oliena, Orgosolo, 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, «Oliena» 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 indiciamo 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. (Perchè 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.

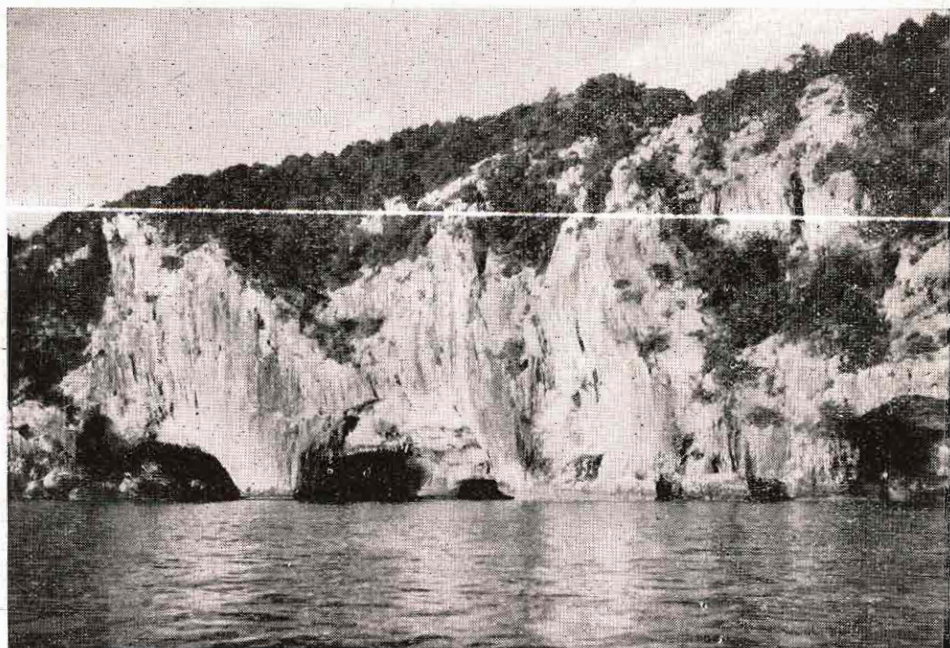
Poichè non furono eseguite delle misurazioni sarebbe presuntuoso pronunziarsi sulla lunghezza del percorso; ma certo è lecito correggere la definizione di «mediocre» in quella di «vastissima».

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 ISPINIGÒLI, ha stabilito una seconda via di ingresso alla Grotta di S. Giovanni. La Grotta di Ispinigòli 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 facende parte a sè. Questa parte del Bue Marino è accessibile dal mare mediante altre due imboccature e da terra mediante una scaletta a piuoli 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).

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 indulgiarmi 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 iscala 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 Rasiglia (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 ricoprimenti 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 seppa 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.

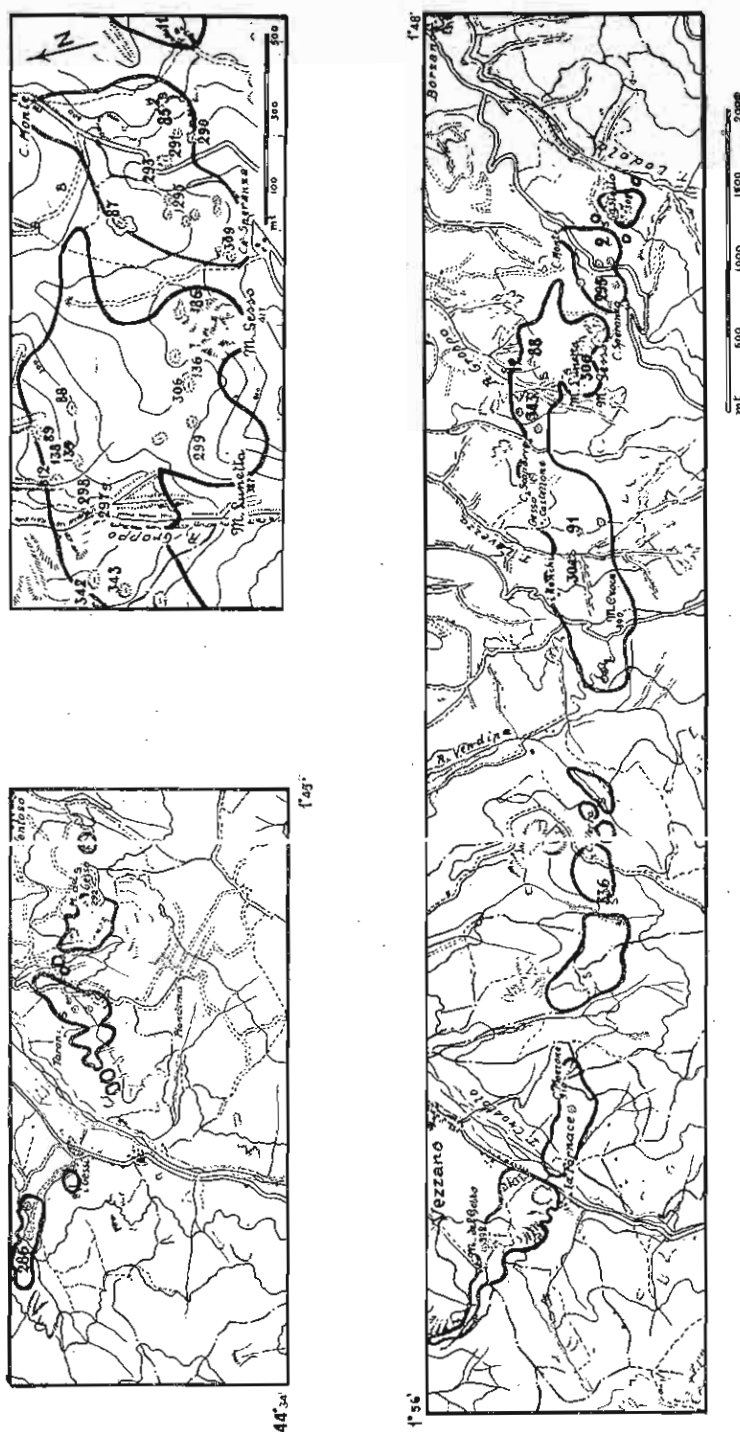


Fig. 1 — La zona speleologica. A contorno marcato gli affioramenti gessosi; i numeri in grassetto si riferiscono alle cavità.
In alto a destra un particolare ingrandito della valletta del Rio Groppo.

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) (5)

	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

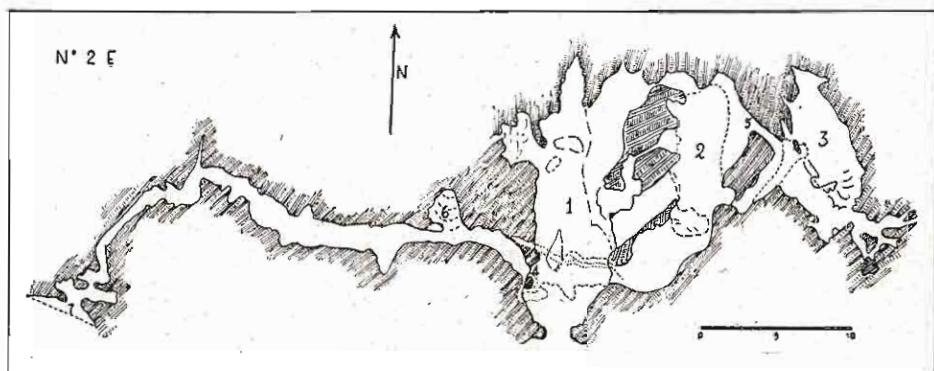


Fig. 3 — Pianta della Tana della Mussina di Borzano.

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.

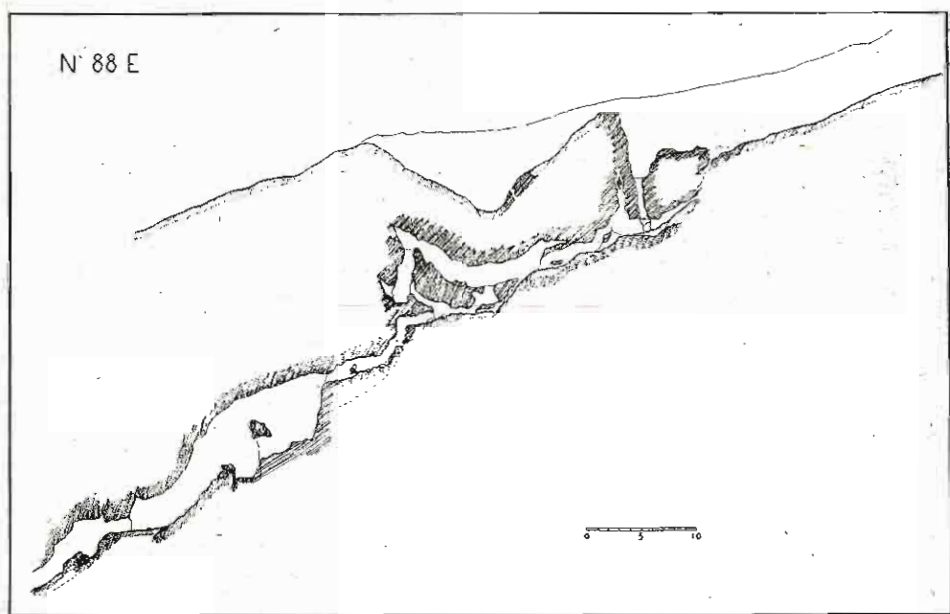


Fig. 4 — Sezione della Grotta delle due Doline.

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)

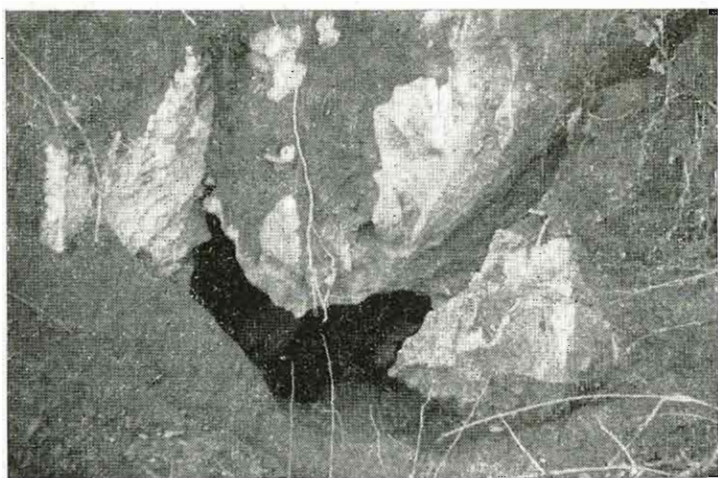


Fig. 5 — Ingresso della «Grotta delle due doline» (N° 88 E.), come si presentava nel 1952. È visibile il forte interrimento dovuto a detrito proveniente dalle pareti della dolina.

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 sé 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°50'8" O e 44°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°,7 C — II^a Stanza al centro 5° C — Condotto asciutto del pozzetto 4 m. a valle 5° C — Temperatura dell'acqua 3°,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° C; aria interna +6°,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°50'20" O, 44°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

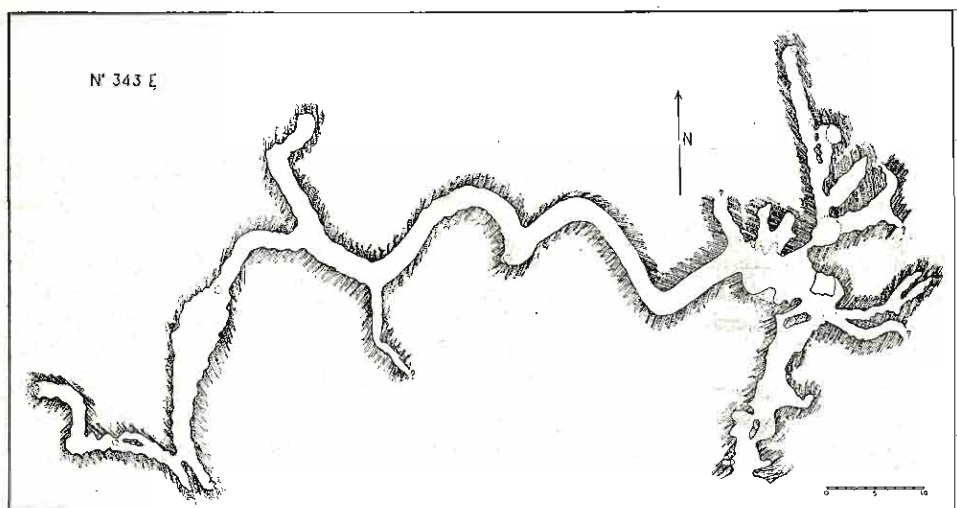


Fig. 6 — Pianta della grotta - inghiottitoio di Cà Scaparra.

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 «pozzetti 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.

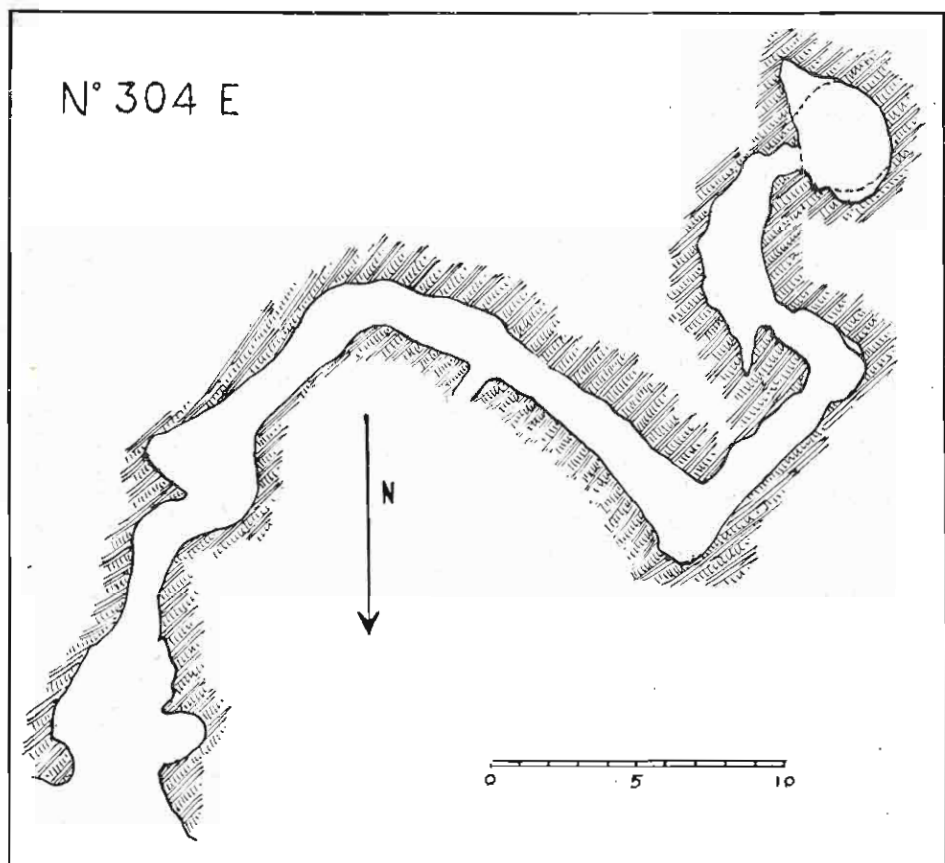


Fig. 7 — Pianta della Risorgente dei Ronchi.

perenne che, formato un modesto impaludamento, si collega mediante rigagnolo col rio Croppo. 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. 1ª 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

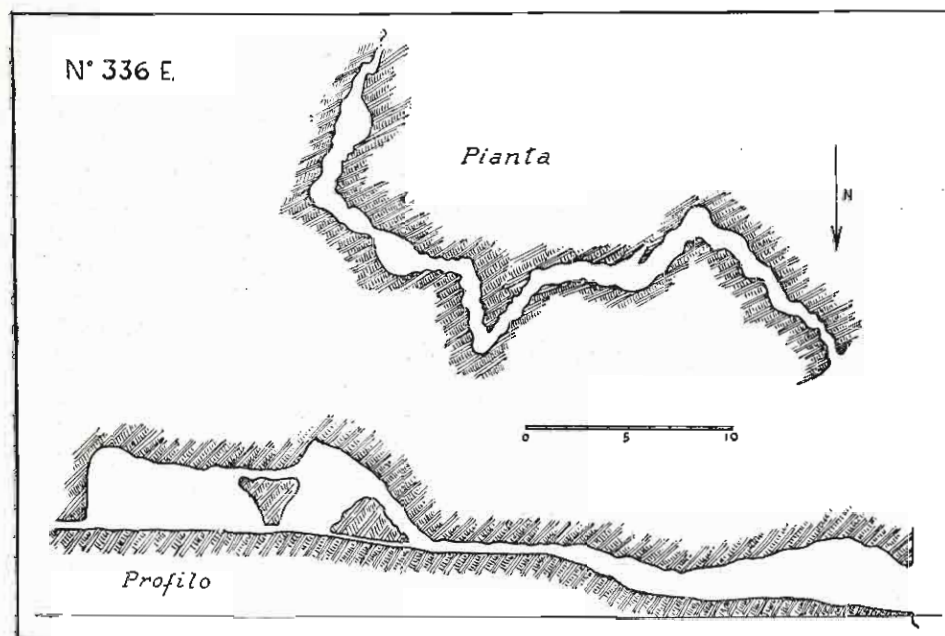


Fig. 8 — La Tana della Varina.

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 $1^{\circ}51'34''$ E e $44^{\circ}35'28''$ 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 eseguì 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 scandinasi, 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 MÜLLER, 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 Schiöldi 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 Tassò, 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 ginepro	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	6	Bertolani
299	Buco a O del M. Lunetta	1°50'53" 44°35'29"	inghiottitoio	?	—
300	Sistema sotterraneo tra Cà 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 scandianese* — 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 Müssina 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. Giorn. 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 Vallestre 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 giurassico 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 però 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°:

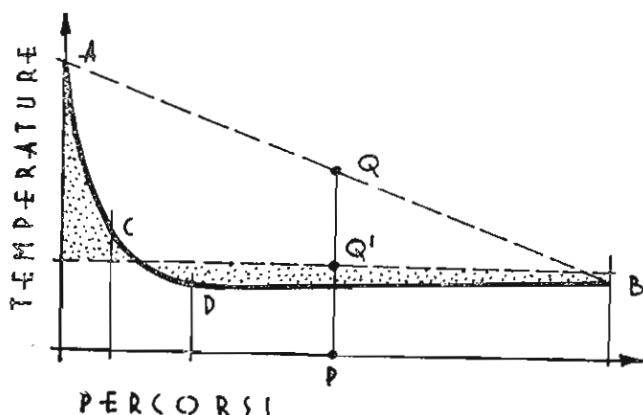


Fig. 1 — Diagramma termico ideale di una cavità a sacco d'aria aperto in alto, durante il periodo estivo.

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.

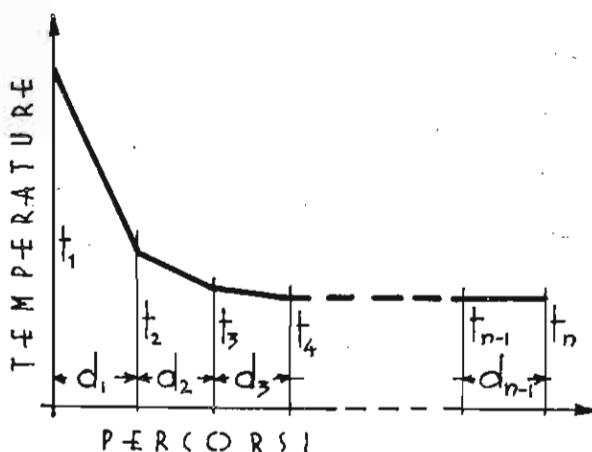


Fig. 2 — Suddivisione in tronchi del diagramma termico di una cavità per il calcolo della temperatura media.

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 proiezioni — 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			

$$906,0 : 80 = 11°,3$$

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	1293
304	1°,3	122		207

741 : 85 = 8°,7
1500 : 304 = 4°,9

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.