

ALPI GIULIE

RASSEGNA DELLA SEZ. DI TRIESTE
DEL CLUB ALPINO ITALIANO
SOCIETÀ ALPINA DELLE GIULIE

NUMERO UNICO 1953
Anno 52°



ALPI GIULIE

RASSEGNA DELLA SEZIONE DI TRIESTE DEL CLUB ALPINO ITALIANO
SOCIETÀ ALPINA DELLE GIULIE

SEDE: VIA MILANO N. 2 · TELEFONO N. 52-40

SOMMARIO: CARLO FINOCCHIARO - Settanta anni di vita speleologica — ANTONIO MARUSSI - Rilevamento fotogrammetrico della Grotta Gigante presso Trieste — MARIO P. JURCA, FRANCO LEGNANI - La grotta dell'Orso di Gabrovizza N. 7 V. G. del Carso triestino - Relazione degli scavi eseguiti negli anni 1950-51 — SILVIO POLLI - Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste.

PREFAZIONE

Settanta anni di vita speleologica

In questo numero delle «Alpi Giulie», unico per il 1953, la Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie. Sezione di Trieste del Club Alpino Italiano, ha voluto raccogliere i testi integrali, corredati da numerose fotografie e disegni, delle comunicazioni che il prof. S. Polli dell'Istituto Talassografico di Trieste ed il prof. A. Marussi, direttore dell'Istituto di Topografia e Geodesia dell'Università di Trieste, presentano alla 1ª Sessione del Congresso Internazionale di Speleologia a Parigi (7-12 settembre 1953), e la descrizione dei ritrovati di paleontologia e palenologia nella Grotta dell'Orso di M. P. Jurca e del dott. F. Legnani, descrizione su cui i due giovani studiosi hanno fondata la comunicazione ugualmente presentata al Congresso di Parigi.

In tale maniera la Commissione Grotte stima di ricordare nel migliore dei modi il suo 70° anno di vita, datando la sua fondazione al 23 marzo 1883 quando un gruppo di studenti, con l'appoggio dei capi del movimento irredentista, fondò in Trieste, allora sotto la monarchia austro-ungarica, la Società degli Alpinisti Triestini divenuta, tre anni dopo, Società Alpina delle Giulie. Nel seno di questa Società si formò subito un gruppo che si pose quale compito lo studio di uno degli aspetti più interessanti del Carso, quello sotterraneo.

Il territorio si presentò particolarmente adatto alle ricerche speleologiche, sia per la vicinanza ad un grande centro come Trieste, dalla quale le cavità potevano essere raggiunte con una breve passeggiata, sia per l'imponenza non soltanto numerica del fenomeno sull'altipiano del Carso, per cui, a buon diritto, si volle caratterizzare con l'aggettivo «carsico» il particolare fenomeno geologico che esso presentava.

Tra i primi studi che videro la luce in quell'ormai lontano periodo delle origini ne troviamo uno dell'ing. Grablovitz sull'idrologia del Carso, uno dell'ing. Doria di ricerche sulla continuità delle acque del Carso, i primi rilievi planimetrici della Grotta di Padriciano, della Grotta delle Torri di Slivia ed un primo elenco d'animali cavernicoli raccolti dal prof. A. Valle. Le prime ricerche organiche furono però rivolte ad un problema che, sia pure eminentemente scientifico, aveva in sostanza uno scopo pratico: la conoscenza del regime idrico del Timavo sotterraneo che, dal suo inabissamento nelle voragini di S. Canziano alle risorgive di Duino, era stato ritrovato solamente nell'abisso di Trebiciano, a qualche chilometro da Trieste. Sembrò in un primo tempo possibile far derivare direttamente l'acqua dall'abisso di Trebiciano per il rifornimento idrico della città, rivelatosi assolutamente insufficiente il vecchio acquedotto per la rapida ascesa dell'ormai grande porto adriatico.

E' in questo campo che acquista rapida fama Eugenio Boegan che fu l'anima della Commissione Grotte dal 1894 alla sua morte, avvenuta nel 1939. I suoi studi che iniziano nel 1898 con una monografia sull'abisso di Trebiciano ebbero un primo coronamento nel 1926 con la pubblicazione, in collaborazione con L. V. Bertarelli del «Duemila Grotte» e infine, poco prima della sua morte, con «Il Timavo» opera premiata dall'Accademia d'Italia. Due altre sue opere rimangono ancora inedite: «Storia della Speleologia» e «La Valsecca di Castelnuovo».

L'attività della Commissione Grotte, spronata e guidata da E. Boegan, che seppe stupendamente coordinare tutti i dati raccolti nel corso di centinaia di esplorazioni, fu in continuo crescendo. Dalle 4 cavità conosciute nel 1883 si raggiunse la cifra di 250 nel 1900 e, dopo la forzata parentesi inattiva della prima guerra mondiale, tornata Trieste entro i suoi naturali confini, il numero salì a 510 nel 1920. Dopo il 1920 l'attività, aiutata dalle autorità militari italiane, fu enorme: nel 1930 risultavano nel catasto della Commissione Grotte ben 2776 cavità naturali nella Venezia Giulia, nel 1940 le cavità assommarono a 3872, per giungere alle 3957 odierne, pur essendo ormai ridotta l'attività speleologica, per il nuovo confine con la Jugoslavia, alla zona controllata dalle truppe anglo-americane del territorio di Trieste che misura appena 718 km² compresa la fascia di arenaria su cui sorge la città.

Dobbiamo comunque considerare che, per essere le cavità conosciute nella zona di Trieste in numero di circa 900, la loro densità è di oltre 1 per km². Si tratta senza dubbio della zona in cui con maggior frequenza si verifica il fenomeno carsico, sia per l'eccezionale numero delle doline che per quello delle grotte.

Il periodo di più feconda attività della Commissione Grotte fu certamente il quinquennio tra il 1920 ed il 1925 in cui furono catalogate ben 1632 cavità naturali con una media di 326 all'anno portando così a 2143 le cavità allora

conosciute nella Venezia Giulia. Con la collaborazione di L. V. Bertarelli, presidente del Touring Club Italiano, E. Boegan portava allora a termine la gigantesca opera cui stava da anni lavorando, e nel 1926 veniva dato alle stampe il famoso volume «Duemila Grotte» frutto dei 42 anni di lavoro della Commissione Grotte cui si era aggiunta l'opera di insigni studiosi triestini che agivano insieme alla Commissione: il prof. A. Iviani per la flora cavernicola, il prof. G. Müller per la fauna delle caverne, il prof. R. Battaglia per la paleontologia e la paleontologia, il prof. S. Gradenigo per la tecnica delle esplorazioni e della fotografia, l'allora colonnello I. Gariboldi per lo studio delle grotte di guerra, il prof. G. Timeus per le indagini sull'origine delle acque sotterranee, A. Berani per i metodi del rilievo nelle grotte.

Grandissima fu l'influenza esercitata sull'attività speleologica italiana alla pubblicazione del volume: le iniziative, gli studi, i gruppi speleologici, le esplorazioni non si contarono più, così che fu naturale e necessario il sorgere, nelle grotte di Postumia, di un centro coordinatore di tutta la speleologia italiana, l'Istituto Italiano di Speleologia. Si pubblicò una rivista «Le Grotte d'Italia» ed il Presidente della Commissione Grotte, Eugenio Boegan, fu chiamato a dirigerla. I gruppi grotte che nel 1925 in Italia erano 25 divennero 58 quando a Trieste nel 1933 fu organizzato il Primo Congresso Speleologico Nazionale di cui la Commissione Grotte fu, in blocco, il Comitato Ordinatore.

E' qui impossibile fare una rassegna delle cavità più importanti esplorate nel corso di 70 anni dagli speleologi della Commissione Grotte. Basti ricordare l'abisso di Verco di 518 metri, l'abisso Bertarelli di 450 m. di cui è ancora vivo il ricordo della tragica esplorazione del 1925 che costò la vita a due persone, l'inghiottitoio di Slivia di 303 m., l'abisso di Leupa, formato da un unico pozzo verticale di 285 metri che deve essere considerato fra i più profondi del mondo, esplorato in tempo di primato: otto ore dall'inizio della manovra di posa delle scale alla fine del ricupero di tutto il materiale. E per ricordare ancora alcune delle più importanti cavità di oltre 200 metri di profondità, accennerò al Bus de la Lum, la Grotta di Montemilotti, l'abisso di Cima Secca, la grotta di Podleschie, l'abisso dell'Equile Lipizzano, l'abisso di Rebici e quello di Borini. Le zone dove più proficue furono le ricognizioni esplorative furono l'Istria centro-meridionale, l'altipiano dei Cicci, il massiccio del Monte Re, la Selva di Tarnova, la Selva di Piro, la zona di Postumia, l'altipiano della Bainsizza, oltre, naturalmente, alla più vicina zona del Carso triestino.

Dopo la morte di E. Boegan, nel novembre 1939, la presidenza della Commissione Grotte fu affidata al prof. Raffaele Battaglia che, pur nelle particolari condizioni belliche del momento, diede grande impulso alle ricerche paleontologiche e paleontologiche. La guerra che scoppiò di lì a poco

sconvolse le file della Commissione e l'attività esplorativa fu completamente abbandonata. Si giunse così al 1943 quando, per la gravità della situazione nella zona, la Commissione si sciolse, non potendo più assolvere al suo compito, dando incarico ai pochissimi soci rimasti di mettere in salvo i materiali d'esplorazione, gli strumenti e soprattutto il Catasto, fondamentale per qualsiasi opera di ricostruzione.

La situazione politica della zona rimase grave anche dopo la fine della guerra e ritardò notevolmente la ricostruzione del gruppo così che, diminuita la tensione degli animi, appena nel 1948, sotto la presidenza di Bruno Boegan, i membri superstiti della Commissione Grotte si riunirono nella loro vecchia sede e decisero di riprendere ufficialmente la loro attività. Ufficialmente poichè membri della Commissione furono i più validi collaboratori con le Autorità della zona per l'opera pietosa di ricupero delle salme dalle foibe.

Gli inizi non furono facili. Caduto l'appoggio dell'Autorità Militare Italiana, perduto in gran parte il materiale di esplorazione e gli strumenti di misurazione, tagliata fuori dal nuovo confine la fonte prima del finanziamento del gruppo, le Grotte del Timavo a S. Canziano dove erano stati profusi immensi tesori di energia e di denaro fino a farle un centro di attrazione turistica di eccezionale importanza, la Commissione Grotte si dedicò anzitutto alla valorizzazione turistica della Grotta Gigante, la sola ormai della regione aperta al pubblico, pur non trascurando la sua tradizione esplorativa. La pubblicazione nel 1950 di un numero unico delle «Alpi Giulie», la gloriosa rivista della sezione di Trieste del C.A.I., interamente dedicato alla speleologia, fu un segno che la Commissione Grotte aveva ripreso la sua strada; il presente numero unico vuol dimostrare che le antiche tradizioni di stretto contatto con gli studiosi continuano, pur non identificandosi la Commissione con un ente scientifico. Le esplorazioni, ormai quasi esclusivamente condotte nelle Prealpi Carniche, hanno ripreso un promettente ritmo ed i risultati finora conseguiti sono più che soddisfacenti. Abbiamo intenzione di pubblicare quanto prima un altro numero di questa rivista per comunicare i risultati più interessanti delle nostre ricerche, nella speranza che esso sia bene accetto agli studiosi italiani e stranieri e porti il suo contributo, sia pur limitato, ad una maggiore e migliore conoscenza del fenomeno carsico.

CARLO FINOCCHIARO



Una visione della Grotta Gigante durante le operazioni di ripresa fotogrammetrica

Rilevamento fotogrammetrico della Grotta Gigante presso Trieste

Prof. ANTONIO MARUSSI

Direttore dell'Istituto di Topografia e Geodesia dell'Università di Trieste

L'Istituto di Topografia e Geodesia dell'Università di Trieste si è proposto di sperimentare i metodi della fotogrammetria terrestre nel rilevamento delle cavità sotterranee, e si è rivolto per questo alla Commissione Grotte «E. Boegan» della Società Alpina delle Giulie, sezione di Trieste del Club Alpino Italiano, per avere il consenso e gli aiuti necessari a svolgere i progettati lavori nella Grotta Gigante presso Trieste.

La Grotta Gigante è costituita da una grandissima caverna completamente ipogea che si sviluppa in forma di ellissoide ad una profondità che si aggira sui trenta metri al di sotto del suolo. La lunghezza di questa caverna è di metri 130, la sua larghezza di metri 60 e l'altezza di metri 100 circa. Alla caverna si accede da una galleria fortemente inclinata resa facilmente transitabile mediante comodi sentieri a scale; sulla volta della caverna si apre l'imbocco di altra piccola galleria, inaccessibile dall'interno.

Scopo del rilevamento fotogrammetrico della caverna, oltre a quello già accennato di sperimentare i moderni metodi fotogrammetrici, è anche quello di consentire lo studio morfologico dettagliato delle pareti e della volta, oltrechè di

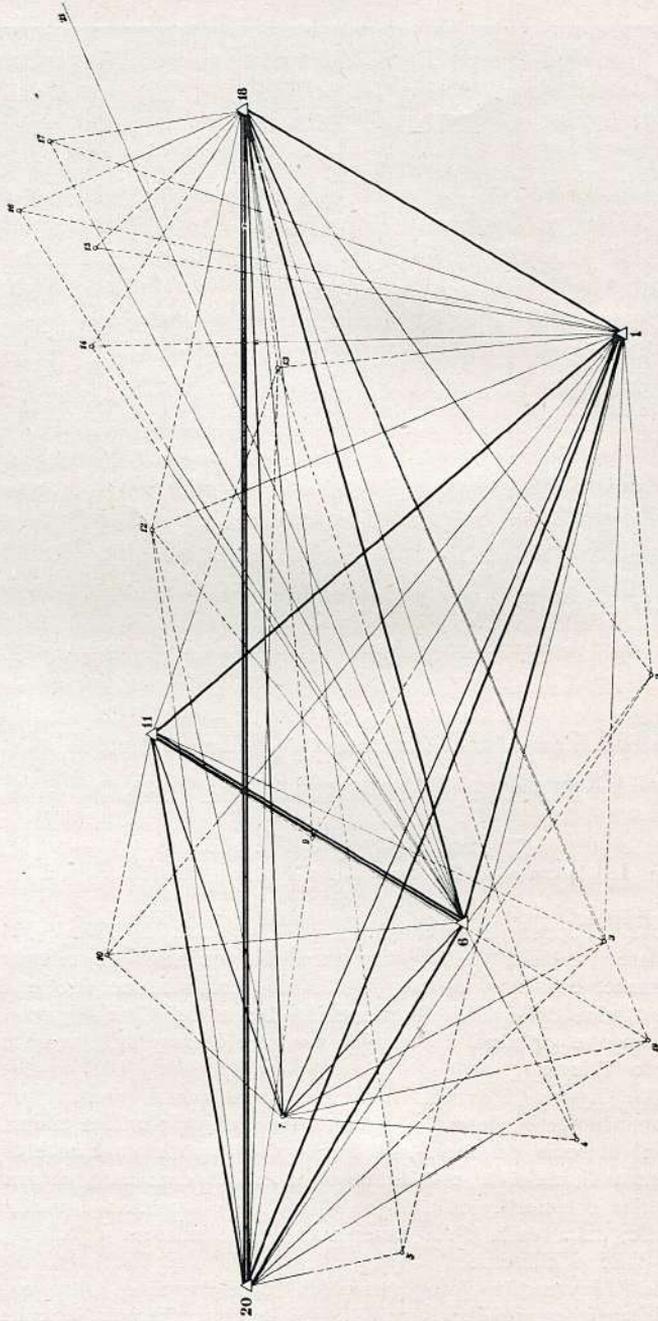


Fig. 1 - Grafico della rete trigonometrica stesa nella Grotta Gigante

sui cm 10. Per l'esecuzione delle collimazioni furono collocate sui vertici delle candele accese.

La rete trigonometrica sarà collegata prossimamente con l'esterno in modo da mettere in relazione la topografia ipogea con quella superficiale.

Per l'esecuzione del rilevamento fotogrammetrico sono state stabilite 5 basi fotogrammetriche di lunghezza variabile da un minimo di m 12 ad un massimo di m 18 (vedi figura all. 2). Gli estremi delle basi sono vertici della rete trigonometrica e risultano pertanto determinati in planimetria ed in quota.

Dagli estremi di ogni base sono state assunte le prese delle coppie fotogrammetriche con assi rigorosamente paralleli. A seconda della posizione della base



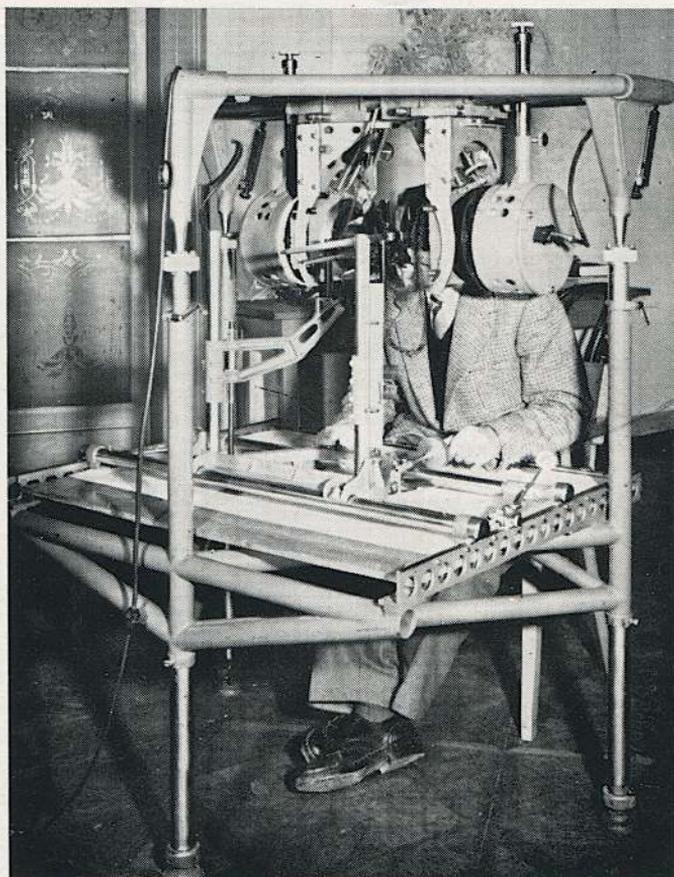
Le operazioni di ripresa con il fototeodolite

furono assunte prese normali ed oblique in modo da utilizzare al massimo il settore di abbracciamento. L'inclinazione delle prese varia dall'orizzontale alla verticale.

La figura mostra la disposizione planimetrica delle basi fotogrammetriche, la direzione degli assi di presa, il numero di prese effettuate per ogni direzione con varia inclinazione, ed i settori di abbracciamento.

Le prese fotogrammetriche sono state eseguite con un fototeodolite Santoni, costruito dalle officine Galileo di Firenze di proprietà dell'Istituto, dalle seguenti caratteristiche: formato lastre cm 13x18; focale mm 190, apertura obiettivo 1:6,8 campo 60°; lettura cerchi graduati 10''; sensibilità delle livelle 20''; diametro dei cerchi cm 17.

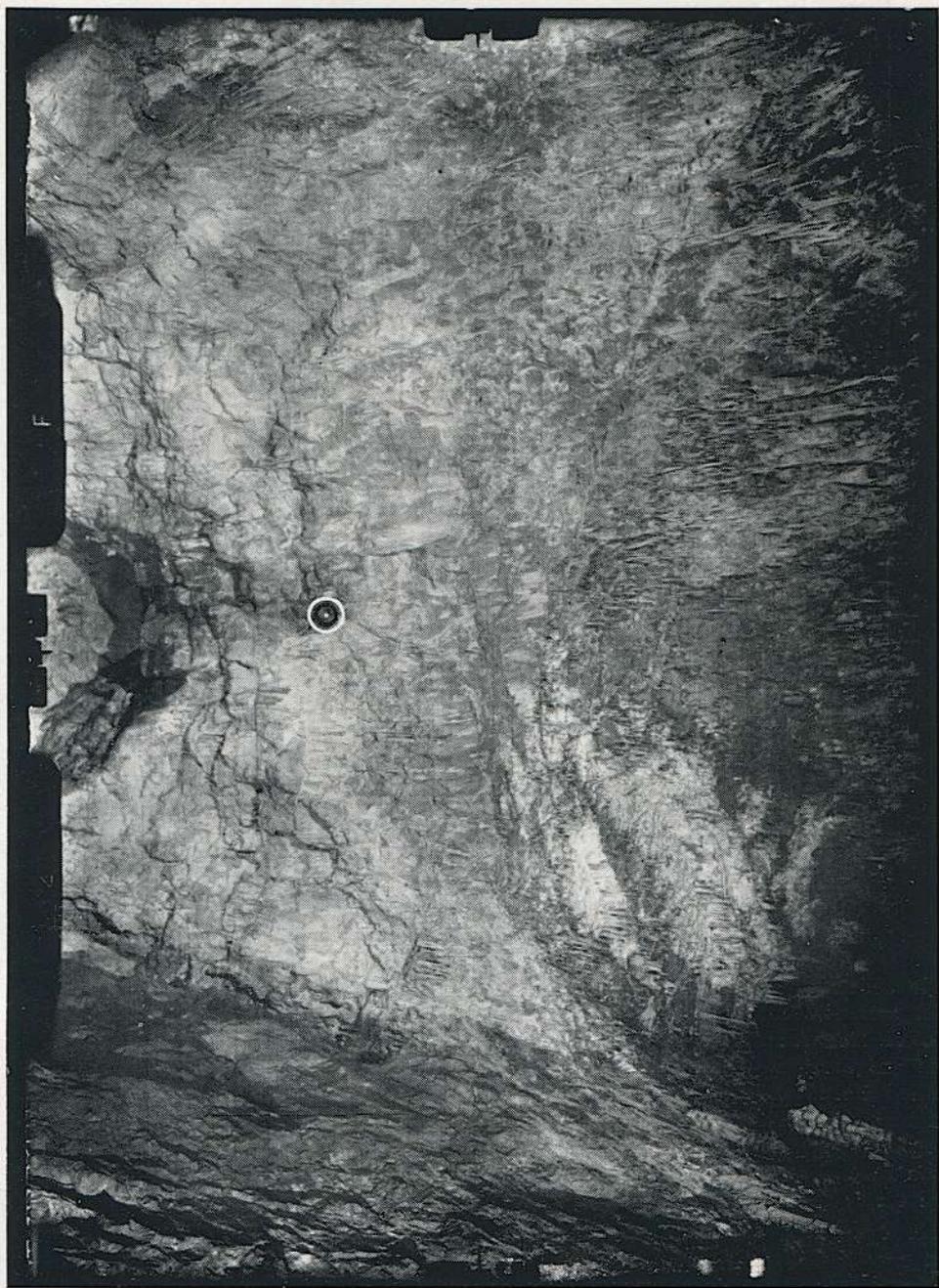
L'illuminazione della caverna è stata ottenuta mediante 2 proiettori da 500 W alimentati da gruppi elettrogeni cortesemente messi a disposizione dal



Le operazioni di restituzione all'apparato Stereosimplex dello Istituto di Topografia e Geodesia dell'Università di Trieste

Comando delle Truppe Americane di stanza a Trieste; l'apertura del fascio luminoso dei proiettori era di circa 10° , e si è reso pertanto necessario esplorare con il fascio di luce successivamente tutta l'area interessata dai singoli fotogrammi. Il tempo migliore di esposizione, impiegando lastre Ilford HP3 pancromatiche ipersensibili è risultato di 10 minuti. Durante le operazioni di ripresa fotografica i vertici della triangolazione erano resi visibili da candele accese; queste appaiono sui fotogrammi come cerchi del diametro apparente di mm 0,3 e furono utilizzate, in sede di restituzione, per il controllo e la verifica dell'orientamento esterno degli stereogrammi.

Nelle operazioni di restituzione si è utilizzato un apparato Stereosimplex Santoni, pure costruito dalle Officine Galileo di Firenze, di proprietà dell'Istituto. Per la descrizione di questo strumento si veda la nota bibliografica.



Riproduzione in grandezza naturale del fotogramma 2 F, preso dall'estremo F della base E F verso l'ingresso alto della caverna, con inclinazione di 40° gradi sull'orizzonte. - Si notano ai margini del fotogramma le marche che determinano il punto principale della camera da presa; a sinistra in basso l'imbocco della galleria di accesso alla caverna e nel centro in alto, l'imboccatura sulla volta della galleria alta. - Il puntino luminoso, reso maggiormente evidente dal doppio cerchietto tracciato sulla fotografia, è dovuto ad una lampadina da 4,5 V sospesa ad un sottile cavo. Tale lampadina fu determinata in planimetria e quota come vertice della rete trigonometrica, ed ha servito per rettificare l'orientamento esterno delle prese fotografometriche fortemente zenitali

La restituzione è stata effettuata alla scala di 1:300, tracciando le curve di livello di 5 in 5 metri o di 2,5 in 2,5 metri ove una dettagliata rappresentazione della morfologia lo richiedeva.

Gli originali di restituzione sono stati indi mosaicati su 2 distinti fogli di Astralon sui quali erano stati preventivamente puntinati i vertici della triangolazione, in modo da rappresentare su di un foglio il fondo della caverna, sull'altro la volta.

Tali fogli vengono presentati in disegno originale al 1° Congresso Internazionale di Speleologia tenuto a Parigi nel settembre 1953; non appena completato il rilevamento ed integrato con levate e ricognizioni sul posto, si procederà alla sua pubblicazione.

Alle operazioni di rilevamento hanno partecipato, oltre ai dipendenti dell'Istituto di Topografia e Geodesia dell'Università di Trieste e cioè l'assistente dott. ing. Carlo Ulessi e il tecnico geometra Genesio Busà, una squadra di militari delle Truppe Americane di stanza a Trieste per la manovra dei proiettori e dei relativi gruppi elettrogeni, ed i membri della Commissione Grotte della Sezione di Trieste del C. A. I. che in particolare si sono sobbarcati alle operazioni che richiedevano specifica competenza nel campo speleologico.

BIBLIOGRAFIA

- PAOLO DORE: «Fondamenti di Fotogrammetria». Ed. Zanichelli, Bologna, 1938, pag. 262.
C. TROMBETTI: «Lo Stereosimplex Santoni». «L'Universo», XVIII, 12 1937.
ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE: «Nozioni di Fotogrammetria», pag. 230.

La grotta dell'Orso di Gabrovizza N. 7 V. G. nel Carso triestino

Stazione preistorica

Relazione degli scavi eseguiti negli anni 1950-51

MARIO P. JURCA - FRANCO LEGNANI

Vede oggi la luce questa relazione dopo un anno di lavoro di ricerca e classificazione dei resti che ci ridonarono gli strati antropozoici messi in luce con i lavori di scavo eseguiti su proposta e autorizzazione della Sovrintendenza ai Monumenti Gallerie e Antichità di Trieste. Lavori iniziati dalla «Sezione Speleologica Columbus» nel febbraio 1950 e terminati dalla Sezione Grotte «E. Boegan» della Società Alpina delle Giulie nel giugno 1951.

E' nostro intendimento ringraziare tutti coloro che in varie maniere concorsero all'attuazione di questo lavoro: in special modo la presidenza della «Columbus Association», la presidenza della Comm. Grotte «E. Boegan» per gli aiuti morali e materiali, i Signori: Polese Serafini Mila, Oio Bruno, Ferrari Livio, Grillo Ermanno, De Mattia Claudio, Cattaruzza Ennio, Scagnol Guido, che si prestarono con migliaia di ore lavorative disinteressatamente, alla valorizzazione del grande patrimonio preistorico del nostro Carso.

Per la descrizione della grotta vedi «2000 grotte», pag. 323, fig. 775.

SITUAZIONE DEGLI SCAVI. (Fig. 1).

Lo scavo principale (n. 1 della pianta) venne effettuato a monte del muro situato a 42 m dall'ingresso dove la grotta descrive un primo angolo di 90 gradi. Tale muro è visibile solamente dalla parte interna, mentre dall'esterno è ricoperto completamente dai detriti che confluiscono dall'entrata e riempiono parzialmente la grotta.

Detto scavo presenta le seguenti caratteristiche: segue la parete NE della grotta per 6 metri fino ad un metro dal muro e poi procede parallelo a questo ultimo per altri 6 metri con una larghezza di metri 2 ed una profondità massima metri 5.20, dalla superficie odierna del riempimento.

II

Uno scavo minore (N. 2 della pianta) venne eseguito a scopo di assaggio, sul piano detritico all'ingresso della grotta e presenta le seguenti dimensioni: lunghezza metri 8, larghezza metri 4, profondità di soli 60 cm.

III

Scavi N. 3, 4, 5 della pianta.

Dall'ingresso al muro, situato al primo gomito della grotta, furono effettuati tre scavi d'assaggio colle seguenti caratteristiche: lunghezza metri 1, larghezza metri 1, profondità cm. 50.

IV

Scavo N. 6 della pianta.

A valle del muro venne effettuato un altro scavo di assaggio colle seguenti dimensioni: lunghezza metri 2, larghezza metri 0,80, profondità metri 0,90.

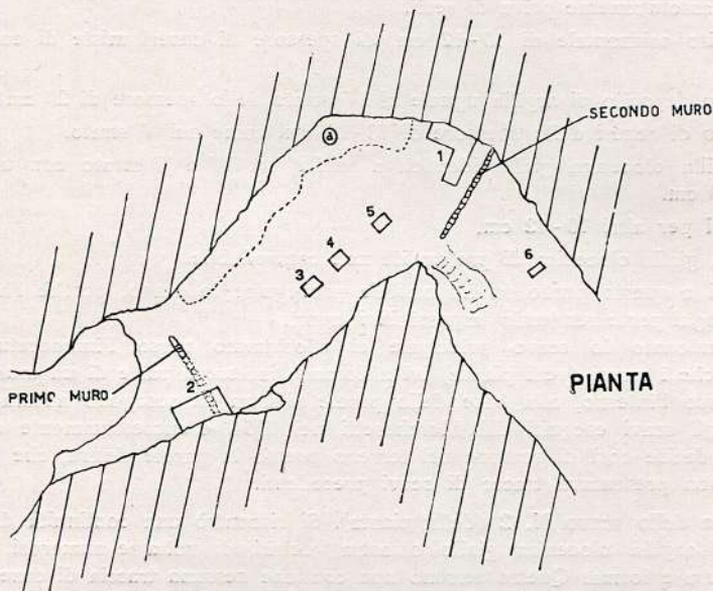


Fig. 1 - (a) Scavi Marchesetti

DESCRIZIONE.

Scavo principale. (N. 1 della pianta).

Essendo evidente che il piano detritico termina sulla parete NE e che la sua marcia verso l'interno della cavità è ostacolata dal muro, iniziammo tale scavo, essendo logico che gran parte del materiale dovrebbe aver confluìto in tale zona offrendo la possibilità di una ricerca particolarmente fruttuosa.

Stratigrafia: vedi sez. (Fig. 2).

I. Il primo strato dello spessore di metri 2,50, era costituito da humus e detriti di volta a spigoli taglienti, ed era assolutamente privo di resti antropozoici o fossili.

II. Il secondo strato dello spessore di cm. 30 era composto di terriccio frammisto a ceneri e conteneva cocci di vasi in terracotta monocroma giallo o rossa, con cottura a forno chiuso e tracce evidenti di lavorazione al tornio, nonchè il fondo di un'anfora romana.

III. Il terzo strato dello spessore di cm. 60 non era uniforme, ma presentava delle zone composte da materiali vari, e precisamente da ammassi lenticolari di ceneri gialle, argille gialle con carboni, uno strato di argilla rossa cotta ma granulosa (probabile fondo di focolai), altri ammassi di ceneri nere e grige, ed infine uno straterello di circa cm. 10, che ricopre tutta la superficie dello scavo, composto da

patelle ed altre conchiglie marine. Tutte queste zone presentano una leggera convessità che dalla parete va degradando verso il centro della grotta. In questo terzo strato furono trovati i cocci e tutti i resti di pasto descritti successivamente.

IV. Il quarto strato è composto di argilla gialla olocenica dello spessore di 40 cm. e assolutamente priva di resti.

V. Deposito orizzontale di 10-12 cm. di spessore di ceneri miste di colore grigio scuro.

VI. Nuovo deposito di argilla uguale al IV strato dello spessore di 20 cm.

VII. Strato di ceneri dello spessore di 10-12 cm. come nel V strato.

VIII. Argilla olocenica gialla identica a quella del IV e V strato con uno spessore di 20 cm.

IX. Ceneri per altri 10-12 cm.

X. Argilla gialla olocenica di profondità non controllabile.

Giunti a questo punto fu impossibile proseguire lo scavo, perchè l'acqua filtrava da ogni parte rendendo impossibili i lavori.

Abbandonato lo scavo principale ci spostammo verso l'imboccatura, presumendo che i massi (vedi pianta) ivi affioranti, facessero parte di un muro. Guardando verso l'interno, alla base della parete sinistra, si scorgono ancora oggi le tracce degli scavi eseguiti dal Marchesetti nel 1904, e successivamente dal Neumann. Si decise così di scavare nel terreno presso la parete destra, che apparentemente non presentava tracce di scavi precedenti.

Stratigrafia dello scavo N. 2 (della pianta). Si riscontrò una continuità di riempimento di argilla olocenica giallo-rossastra, detriti di volta e numerosi cocci di varia fattura e forma. Questo terreno non contiene nessuna traccia di ceneri e tutti i cocci furono trovati anteriormente a tracce del muro che affiorò durante gli scavi. Muro che si estende per tutta la larghezza della grotta come a chiuderla e questo per una profondità di 60 cm.

Stratigrafia degli scavi N. 3, 4, 5.

Constatata la mancanza di ceneri nel terreno rimosso all'imboccatura, nello scavo N. 2, e tenuto conto delle enormi masse di ceneri esistenti nei tre strati orizzontali dello scavo principale supponemmo che le ceneri fossero state trasportate dalle acque lungo il piano detritico verso il fondo. Infatti noi notammo che lo scavo N. 3 presenta un terreno composto da humus detriti piccoli a margini taglienti frammisto a ceneri con un caratteristico colore grigio. Nello scavo N. 4 dopo uno strato di humus e detriti dello spessore di 5-20 cm., inizia un banco di ceneri parallele all'inclinazione del piano detritico dello spessore di 25 cm. nel quale le ceneri vanno differenziandosi per colore e granulosità. Nello scavo N. 5 sotto uno strato di riempimento attuale di 10 cm. venne alla luce uno strato di ben 40 cm. di ceneri. A valle del muro, dopo il primo gomito, eseguiamo lo scavo N. 6. Per tutta la sua profondità il terreno era composto da terriccio frammisto a cenere di colore grigio scuro senza resti di sorta. Non si poté approfondire questo scavo oltre i 90 cm., perchè l'acqua lo riempie costantemente.

DESCRIZIONE DEI RITROVATI.

I seguenti numeri si intendono riferiti alle Tavole della collezione della Comm. Grotte del C. A. I. di Trieste:

SCAVO N° 1
SEZIONE STRATIGRAFICA

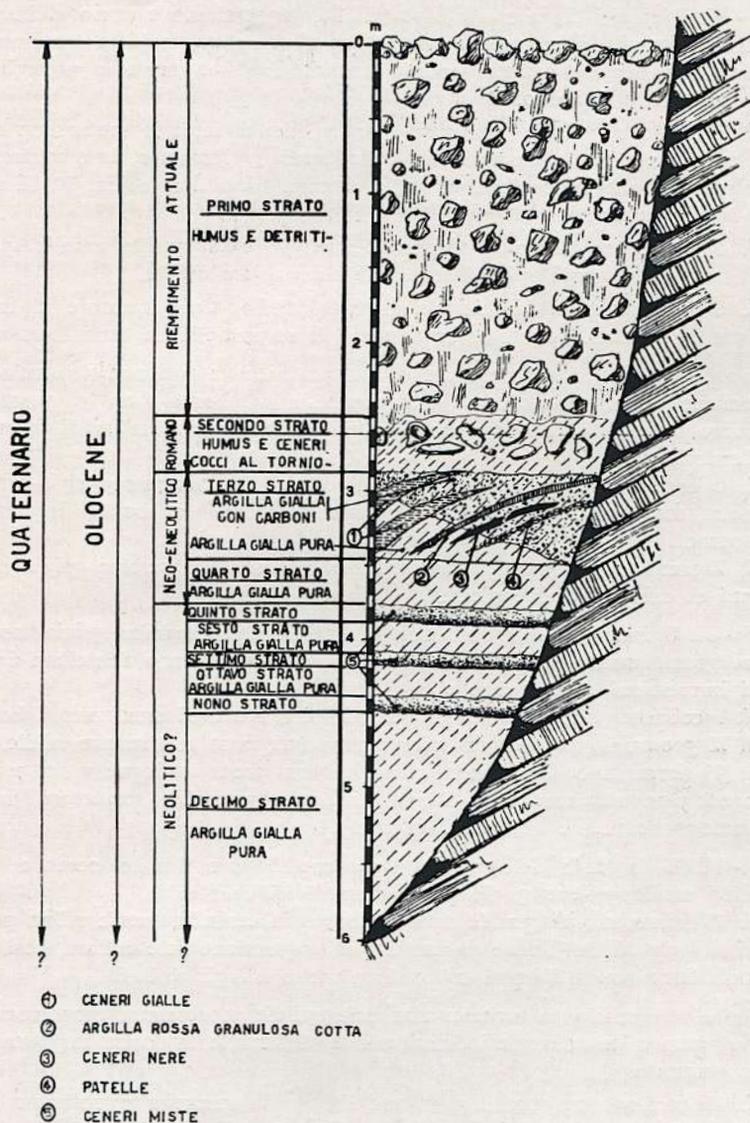


Fig. 2

Scavo N. 1.

Strato II «Romano».

Tav. I - Cocci di vasi non ricostruibili in ceramica monocroma rossa e gialliccia, grana senza impurità, cottura a forno chiuso, lavorazione al tornio.

Fondo di anfora romana in ceramica rossa, monocroma, senza intrusi. (N. 1).

Strato III.

- Tav. II - N. 2 coccio di vaso non ricostruibile, leggermente espanso al bordo, in ceramica media di colore rosso-brunastro a sfumature, impasto con frammenti piccoli di calcite, evidente cottura aperta. Cordone impresso a unghiate a 20 mm. sotto il bordo.
- N. 3 coccio di grande vaso, non ricostruibile, di impasto medio con calcite, internamente nero, esternamente rosso-bruno a sfumature, lavorazione grossolana. Su questo, presa a linguella di mm. 65 di lunghezza, 30 di altezza e 15 di spessore.
- N. 4 manico nastriforme con foro semicircolare di grande vaso a spessore di mm. 20, impasto grigio-bruno fine con intrusa calcite.
- N. 5 frammento di bicchiere a impasto medio, dello spessore di mm. 4, piede leggermente espanso, impressioni di polpastrello su tutta la superficie.
- Tav. III - Campioni vari di ceramiche tutti appartenenti a vasi non ricostruibili, ceramiche sempre monocrome a superficie liscia, senza fregi o guarnizioni; labbra normali lisce appartenenti a vasi di medie dimensioni di forme non rilevabili.
- N. 6 coccio di scodella sferiforme di ceramica monocroma grigio-bruna lisciata con frammenti di calcite; spessore mm. 5; bordo leggermente espanso.
- N. 7 campione di presa a capezzolo in ceramica monocroma grigia con intrusi di calcite ed altre pietre.
- Tav. IV - N. 8 frammento di vaso non ricostruibile, in ceramica grigia monocroma grossolanamente lisciata, bordo leggermente espanso dentellato in testa ad impressioni di polpastrello.
- N. 9 coccio uguale al N. 8 con cordone pizzicato a 65 mm. sotto il bordo.
- N. 10 grossa linguella in ceramica monocroma rossa con intrusa calcite.
- N. 11 frammento di scodella cilindrica con presa a linguella, in ceramica monocroma rossiccia, non lisciata, impasto grossolano, spessore mm. 6, diametro deducibile della scodella mm. 50.
- Tav. V - N. 12 linguella deformata di vaso medio poco lisciato, ceramica a impasto medio; colore grigio con frammenti di calcite.
- N. 13 frammento di grande catino concavo in ceramica media grigia poco lisciata, con calcite. Tracce di cinghie per sospensione ante cottura, bordo normale liscio con a 20 mm. un cordone inciso a tagli verticali.
- Tav. VI - N. 14 coccio di orciuolo non ricostruibile in ceramica monocroma grigio-bruna a impasto medio, con calcite, deducibile la forma larga con labbro espanso.
- N. 15 coccio campione di vaso non lisciato in ceramica rosso-bruna a sfumature con grossi intrusi di calcite e calcare.
- N. 16 coccio campione di ceramica grigio-giallastra, labbro dentellato a impressioni di polpastrello.
- N. 17 coccio campione di labbro leggermente espanso, impasto medio grigio con calcite, inciso a unghiate in prossimità del bordo.
- N. 18 coccio campione tipo 17 solamente a impasto rosso-brunastro con sfumature.

N. 19 coccio campione di labbro leggermente espanso, in ceramica non levigata rosso-brunastra con calcite; sul labbro un cordone impresso a unghiate.

N. 20 coccio di vaso non ricostruibile in ceramica grigio-aranciato stralucido.

Tav. VII - N. 21 coperchio di forma tronco-conica in ceramica lisciata grigio-giallastra, con frammenti di calcite, leggermente espanso in sommità, con impressioni di polpastrello.

N. 22 frammento di linguella in ceramica grigio-bruna non lisciata a grana grossa, con intrusa calcite.

N. 23 coccio campione di labbro leggermente espanso in ceramica grigia a sfumature con piccoli frammenti di calcite (50% circa) e con tracce di lisciatura.

STRUMENTI D'OSSO.

Rinvenute quattro punte d'osso delle quali una a sezione quadrangolare, una a sezione rotonda. Quest'ultima estremamente appuntita, indurita al fuoco, lisciata con estrema accuratezza e del tutto simile a quelle trovate nelle palafitte svizzere.

Un corno di cervo presenta un taglio retto ed obliquo ad una delle estremità in modo da renderlo appuntito, e inoltre percorso in senso trasversale da un foro accuratamente lavorato.



FIG. 3. - In alto a sinistra: Preso a linguello (vedi descrizione Tav. IV, N. 11) - In alto a destra: Preso a linguello (vedi descrizione Tav. II, N. 3). - Sotto: Frammento di catino descritto a Tav. V, N. 13. Si nota le tracce della sospensione

RESTI DI PASTO.

Abbondanti sono i resti di pasto costituiti da numerose ossa in differente stato di conservazione. Le ossa lunghe sono spezzate trasversalmente in più punti. Il canale alveolare delle mascelle degli animali più grandi si presenta spesso aperto. Complessivamente i frammenti ossei sono di dimensioni tali da non permettere un'esatta classificazione degli animali originari, cosa oltremodo utile dopo le recenti acquisizioni sull'evoluzione degli animali domestici preistorici (K. Kescheler ed E. Kuhn per la Svizzera e recentemente A. Riedel per l'Italia).

Gli animali più numerosi sono la capra e la pecora.

I resti di altri animali sono molto più scarsi. Rinvenuti resti di bue, di maiale e di cervo. Numerosissimi sono i molluschi tra i quali prevalgono le monodontee e le patelle.

Dall'esame delle ceramiche del III strato dello scavo N. 1, possiamo osservare che, per quanto a prima vista possano sembrare appartenenti a varie culture, con un'analisi più approfondita del deposito (stratigrafia), della ceramica e delle forme dei vasi, si può dire che sebbene appaiano svariate le tecniche, il carattere rimane omogeneo. Dei vari cocci ritrovati abbiano un unico sistema dominante: della ceramica liscia monocroma grigia e della grigio-bruna. Pochi gli esemplari fregiati, singoli i stralucidi, nessuna traccia di pittura. Gli unici fregi sono ottenuti con pressioni di polpastrello e unghiate. Come forma rilevabile, quella a catino; in genere la larghezza predomina sull'altezza. I manici sono presenti in molte varietà, quelli a capezzolo, i nastriformi, le anse ad anello e le linguelle. Quest'ultime sono l'unica caratteristica della nostra zona e sono sempre presenti in grande maggioranza in tutti i depositi delle grotte e dei Castellieri del Carso.

SCAVO N. 2.

Tav. VIII - N. 24 ansa lunata su vaso cilindrico non lisciato a impasto medio grigio-bruno, labbro normale.

N. 25 coccio di vaso grande in ceramica traslucida rosso-brunastra a sfumature, portante un pezzo di manico a radici divaricate e un cordone verticale partente da esso.

N. 26 coccio di vaso biconico in ceramica stralucida rosso-brunastra a sfumature, alto labbro espanso, altezza mm. 85 diametro massimo 65.

N. 27 presa a linguella in ceramica stralucida rosso-brunastra a sfumature.

N. 28 coccio di vaso globoso in ceramica stralucida rosso-brunastra a sfumature.

Tav. IX - N. 29 frammento di vaso non ricostruibile, in ceramica lisciata bruno-aranciata a sfumature.

N. 30 manico nastriforme al labbro su vaso non ricostruibile in ceramica lisciata rosso-aranciata.

N. 31 coccio di grande vaso in ceramica liscia grigio-bruna.

N. 32 due lisciatoi in arenaria con tracce di usura.

N. 33 coccio di grande vaso in ceramica stralucida rosso-brunastra a sfumature con fregio a cordone liscio verticale terminante a goccia.

N. 34 caraffa ricostruita in ceramica di tipo A, tronco conico rovesciato col labbro diritto ed ansa nastriforme forata con attacco a 10 mm. dal labbro.

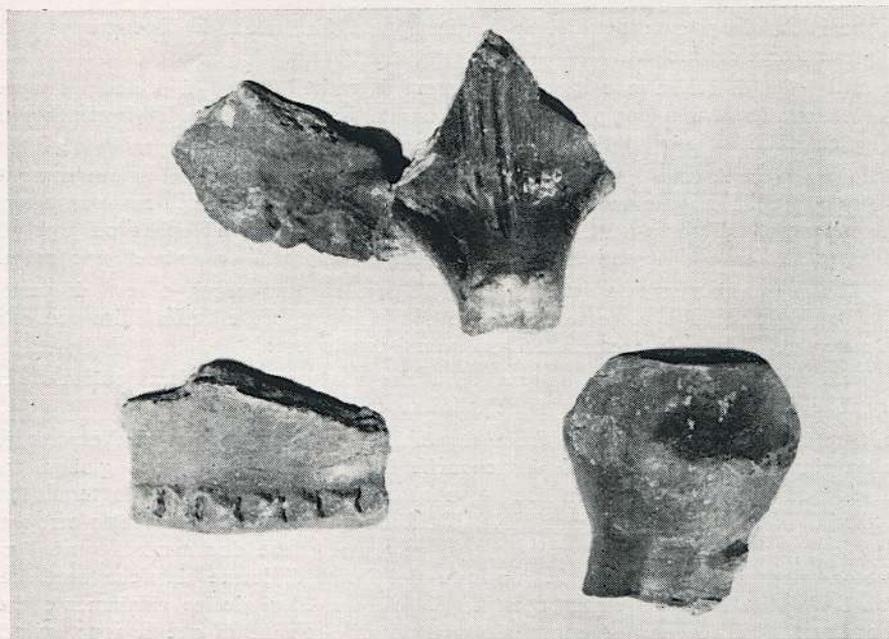


FIG. 4 — In alto a sinistra: Vasetto (vedi descrizione Tav. VIII, N. 26). - In alto a destra: Tipo di cordone impresso (vedi descrizione Tav. VI, N. 20). - Sotto: vedi Tav. VIII, N. 25

N. 35 cocci di vaso ricostruibile in ceramica di tipo D di forma biconica con alto labbro espanso, portante sul ventre tracce di attacco di due manici.

Tipi di ceramiche e quantità trovate nello scavo N. 2:

| | |
|--|------|
| A) Ceramica stralucida rosso-brunastra a sfumature cocci | 42 |
| B) Ceramica stralucida nera monocroma | » 9 |
| C) Ceramica liscia rosso-aranciata monocroma | » 24 |
| D) Ceramica stralucida grigio-bruna a sfumature | » 8 |
| E) Ceramica liscia grigio-bruna monocroma | » 11 |
| F) Ceramica rozza rossa monocroma | » 5 |
| G) Ceramica liscia bruno-aranciata monocroma | » 13 |
| H) Ceramica stralucida rosso-aranciata monocroma | » 1 |

FORME DEI VASI.

A scodella in ceramica di tipo C). Un esemplare con manico nastriforme a grande luce. Approssimativamente rilevabili dai cocci altri tre esemplari con prese a linguella.

Biconici ad alto labbro espanso in ceramica di tipo A), rilevabili dalle curvature dei cocci tre esemplari, più una metà di piccolo vaso dell'altezza di mm. 100 e diametro massimo 65 mm.

Globosi, con fregi a cordone liscio verticale, due frammenti di differenti vasi, in ceramica di tipo A).

In tutti i tipi di ceramica e in tutte le forme di vasi, il labbro si presenta sempre liscio, leggermente espanso e senza ornati. Unica eccezione un frammento in ceramica di tipo H) con a filo del labbro un cordone liscio.

Nello scavo N. 2 tutti i cocci sono stati rinvenuti esternamente al primo muro e presentano nella maggioranza ceramiche a stralucido. Sia nel colore rosso-brunastro che nel nero, nel rosso-aranciato, che nella stralucida liscia ed anche nei tipi più rozzi, pur essendo differenti le forme dei vasi, il labbro si presenta di tipo unico.

Mancano assolutamente selci o metalli e non esistono ceneri o resti di pasto. L'industria dell'osso è presente solamente con una sguabbia e quella litica presenta soltanto due affilatoi in arenaria. Si può quindi concludere:

1. Tutti i resti appartengono ad una tribù che adoperava la caverna soltanto per rifugio e che normalmente viveva nella dolina antistante.

2. Questa ceramica potrebbe venir classificata «Normale centro-europea» come l'altra rinvenuta nello scavo N. 1, senonchè la presenza di recipienti globosi tra cui due ad alto collo decorato con segmenti verticali di cordone liscio terminanti a goccia, fa supporre l'influenza di una cultura più nordica che centro-europea. Con le prese a linguella presenti in ogni ceramica, viene documentata pure l'influenza prettamente locale sì da produrre tipi ibridi di forme classiche nordiche. Con il dato stratigrafico della copertura di soli cm. 20 si deduce chiaramente che questi resti appartengono all'immediato periodo ante-romano di questa zona, quindi più recenti di tutti i ritrovati precedenti.



FIG. 5 - Vaso dello scavo N. 2 (vedi descrizione al N. 35)

CONCLUSIONI.

Da questa stazione preistorica possiamo trarre qualche elemento stratigrafico o tipologico che può servire di guida per la classificazione degli elementi costitutivi tipici di un determinato gruppo culturale produttore questi manufatti. In questo caso non è applicabile che parzialmente il criterio del grado di intensità con cui ciascun tipo di ceramica si afferma nel deposito. Unico dato positivo è la presenza di prese a linguella. Le troviamo presenti in tutti i tipi di ceramica e in tutte le forme di vaso degli scavi precedenti (Marchesetti-Neumann), scavi che portarono alla luce manufatti che ora possiamo classificare come appartenenti alle culture neo-eneolitica palafitticole dell'area Baden-Vucedol-Lubiana. Questa cultura presenta sviluppo in un periodo intermedio tra la cultura di stesso tipo, ma più antica, che troviamo nello strato terzo dello scavo N. 1 e la cultura ad influenza nordica dello scavo N. 2. Che lo strato III dello scavo N. 1 appartenga alla stessa cultura centro-europea è documentato dalla presenza degli stessi tipi di ceramica di quella comune delle palafitte di Lubiana, come pure dalla mancanza di tutti quei fregi ed ornamenti che raffinanò le ceramiche trovate negli strati superiori scavati dal Marchesetti e dal Neumann. Le linguelle sono presenti pure nella ceramica a influenza nordica dello scavo N. 2, fatto in un deposito molto più recente.

BIBLIOGRAFIA**Deposito antropozoico.**

- MARCHESETTI: «Caverna di Gabrovizza», Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 1891.
 R. BATTAGLIA: «Grotta dell'Orso». Alpi Giulie XXII, 5-6, 1920.
 E. BEGAN: «Duemila grotte». T. C. I., 1926, Milano.
 P. LAVIOSA-ZAMBOTTI: «Le culture neo-eneolitiche europee», Università di Milano, 1942.

Delle influenze balcaniche.

- DESMANN: S. K. Acc. W. H. Cl. 1877, pag. 478.
 HCERNES: «Die neolitische Keramik in Oesterreich», J. der K. K. Central Com., 1905.
 HOERNES: «Urgeschichte der bildenden Kunst», J. K. K. Central Com., 1909.
 HOERNES: «The Danube in prehistory», J. der K. K. Central Com., 1912.
 HOFFILER: «Corpus Vasorum Antiquorum», Zagabria Mus. Naz., 1933.
 HOFFILER: «Corpus Vasorum Antiquorum», Belgrado Mus. Naz., 1937.
 HOFFILER: «Corpus Vasorum Antiquorum», Zagabria Mus. Naz., 1937.
 POTAI: «Korai broskari Kulturak Magvaroszogon», inedito.
 WILBVASEDER: «Funde des Kroises Vucedol Laibak aus Niderdonau». «Unds Unarn», W. Präh. Ztschr., 1939.
 WILBVASEDER: «Serta Hoffileriana», Zagabria, 1940.

Delle influenze nordiche.

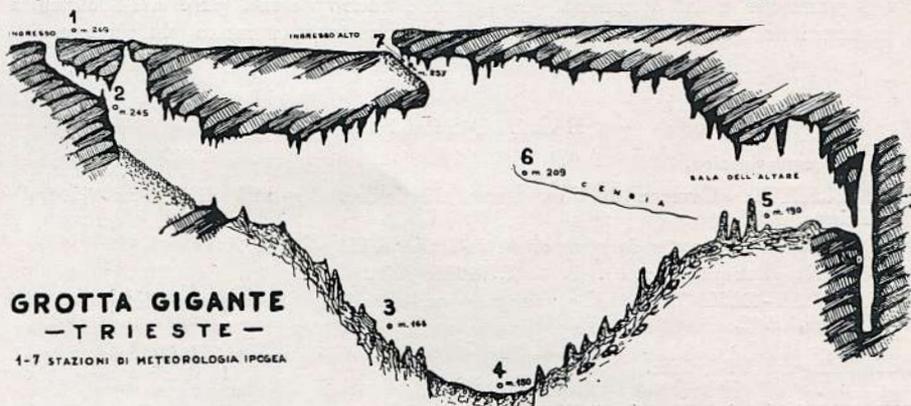
- P. LAVIOSA-ZAMBOTTI: «Le più antiche civiltà nordiche».
 P. LAVIOSA-ZAMBOTTI: «Storia preistoria etnologia», Cong. S. I. P. S., 1942.
 P. LAVIOSA-ZAMBOTTI: «Le più antiche civiltà nordiche ed il problema degli Ugro-Finni e degli Indoeuropei».

Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste

SILVIO POLLI*)

*) Prof. Silvio Polli, Geofisico all'Istituto Talassografico di Trieste

1. **PREMESSE.** — Sull'altipiano carsico, a 6 km in linea d'aria da Trieste, verso N, a 269 m sul livello medio del mare, si apre al fondo di un breve pozzo l'ingresso alla grande cavità naturale. Alcune serie di gradini portano nel pozzo e da questo, attraverso una ripida galleria, al margine della vasta caverna. Questa è lunga 280 m., larga 60 m e alta 115 m. Il fondo è a 150 m sul livello del mare e a 121 m dalla superficie esterna. Queste quote e quelle dei punti interni della grotta, indicate più avanti in questa nota e nella figura allegata, sono state determinate mediante livellazione barometrica e pertanto risultano approssimate a meno di 1-2 metri. Sono attualmente in corso rilievi topografici e fotogrammetrici; i quali daranno le posizioni esatte di tutti i punti notevoli della grotta.



Alla fine del 1950, per iniziativa e per cura della Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del C. A. I. (Club Alpino Italiano) e con la collaborazione dell'Istituto Talassografico di Trieste, sono state iniziate nell'interno della grotta regolari e periodiche misure dei principali elementi meteorici. In questa relazione si presentano i risultati delle determinazioni eseguite nei due anni 1951 e 1952. Essi danno una chiara idea del clima ipogeo di quella grotta sia in senso assoluto che relativamente a quello della zona sovrastante. Notevole risulta il basso valore della temperatura media, la minima ampiezza della oscillazione annua, il ritardo di fase degli estremi interni rispetto a quelli esterni, l'alto valore dell'umidità relativa e le fluttuanti correnti agli ingressi. Queste ultime risultano continue o alternate secondo che le variazioni della pressione atmosferica all'esterno sono lente o rapide. La grotta agisce in questi casi come enorme cavità barometrica e microbarometrica.

Per poter meglio determinare questi fenomeni è necessario precisare quali sono le comunicazioni della grotta con l'esterno. Originariamente vi erano tre aperture. Una sopra la parte centrale della grotta, detta «ingresso alto»; una alla

estremità Nord, che costituisce l'«ingresso attuale»; ed una tra queste due ma più vicina all'ingresso Nord, detta «ingresso intermedio». Questa è la più piccola ed è ora ostruita. E' stato da questo pozzo che il 20 aprile 1890 venne effettuata la prima discesa nella grotta.

L'ingresso alto è una breve galleria inclinata che si apre in una piccola concavità del terreno e che finisce nel vuoto sopra la parte centrale della cavità. La sezione di questa galleria, all'inizio della discesa, corrisponde ad una larghezza di circa 8 m e ad un'altezza di 4 m. L'ingresso è chiuso inferiormente da un muro che lascia libera superiormente un'apertura di circa 8 m quadrati. Una leggera inferriata impedisce il passaggio alle persone e ciò per evidenti motivi di sicurezza.

L'ingresso attuale è costituito da un pozzo profondo circa 12 m dal quale si diparte una ripida galleria che sbocca, alla profondità di circa 30 m, nella cavità principale. Nella strozzatura della galleria, in prossimità dello sbocco interno, vi è una porta di ferro di m 1 per m 2, chiusa generalmente. Sopra la porta, una apertura di cm 20 per 40, lascia circolare l'aria attraverso la galleria.

Le condizioni del clima ipogeo, determinate nei due anni considerati, si riferiscono alla situazione degli ingressi ora descritta, che era tale pure negli ultimi decenni. Se questa dovesse di poco modificarsi è probabile che le condizioni climatiche subirebbero solo minime variazioni.

All'esterno della grotta e in sei siti interni furono scelti i posti di stazione nei quali, ogni 2 settimane, vennero eseguite accurate determinazioni di termometria e psicommetria. Furono usati strumenti di precisione controllati nel laboratorio di fisica dell'Istituto Talassografico di Trieste. Per eseguire le misure occorreva raggiungere, da Trieste, la grotta, discendere nella stessa e salire nei siti prescelti. Il lavoro è tanto più notevole in quanto viene eseguito regolarmente durante tutte le stagioni e con tutti i tempi. Queste missioni furono eseguite con cura e abnegazione dagli speleologi della Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie di Trieste. Con particolare passione si dedicarono ad esse i due speleologi Fabio Forti e Tullio Tommasini che vivamente ringrazio per la preziosa collaborazione. Ringrazio pure il Presidente della suddetta Commissione per l'interessamento avuto nella sistemazione degli apparecchi e il Direttore dell'Istituto Talassografico di Trieste per gli strumenti messi a disposizione.

2. LE CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE. — Il terreno è quello tipico delle zone carsiche. Calcarci erosi e tormentati dall'azione chimica e fisica delle acque, scheggiati dal gelo e dal sole, biancheggiano tra il terriccio rossastro e i pochi ciuffi di un'erba stentata, sottile e bassa. Qualche piccolo fiore e qualche cespuglio di biancospino ravvivano un po' il paesaggio. Assenzio, timo e origano aromatizzano acutamente l'aria rendendo indimenticabili i tardi pomeriggi estivi ivi trascorsi.

La zona è situata in una lievissima depressione dell'altipiano che degrada lentamente verso NW. Soggetta fortemente ai fattori climatici del retroterra e separata dal mare dal sollevamento marginale dell'altipiano presenta notevole analogia con il clima subalpino. Le normali condizioni meteoriche sono perturbate, specialmente nell'inverno, dal violento vento da ENE, detto «bora», che con i suoi caratteri di vento freddo e secco ostacola la vita ad una vegetazione che altrimenti potrebbe essere meno povera. La temperatura media annua è di 11,1 °C; è di 3 °C inferiore a quella di Trieste e di 0,6 °C inferiore a quella di Bolzano che si trova nelle Alpi ad una latitudine ben maggiore. La posizione elevata e vicina al mare comporta una precipitazione piovosa e nevosa maggiore di quella di Trieste.

Presentiamo i valori medi mensili delle temperature e delle precipitazioni rilevati a Opicina, situata nelle stesse condizioni di terreno, 3 km a SE della grotta. Nella prima riga sono date le temperature medie mensili dedotte dai periodi 1885-1906 e 1911-1914, nella seconda riga i valori medi dei massimi mensili avuti in ciascun anno e nella terza riga le corrispondenti medie delle temperature minime. Nella colonna dei valori annui è data la temperatura media annua e la media di tutti i massimi e di tutti i minimi annui del periodo considerato.

Le precipitazioni sono date in mm di altezza e comprendono pioggia e neve fusa. Per giorno con pioggia s'intende quello con una precipitazione maggiore od uguale a 0,1 mm; analogamente per la neve, avendosi considerato 1 mm di altezza di neve caduta uguale a 0,1 mm di acqua fusa.

VILLA OPICINA

TEMPERATURE MEDIE IN °C

| Temper. | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | A. |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Media . . . | 1.2 | 2.5 | 6.0 | 10.3 | 14.8 | 18.6 | 21.1 | 20.3 | 16.6 | 11.6 | 6.8 | 3.1 | 11.1 |
| Med. max. | 9.6 | 10.6 | 15.2 | 19.8 | 24.2 | 27.6 | 30.0 | 29.0 | 26.1 | 20.3 | 15.2 | 11.0 | 30.6 |
| Med. min. . | -7.7 | -5.9 | -3.1 | 1.8 | 5.5 | 10.1 | 12.7 | 11.5 | 8.1 | 2.7 | -2.0 | -5.0 | -8.8 |

PRECIPITAZIONI IN mm E NUMERO DI GIORNI
CON PIOGGIA, NEVE, GRANDINE E TEMPORALI

| Precip. | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | A. |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|
| Media . . . | 52.3 | 58.8 | 87.0 | 79.3 | 112 | 117 | 93.0 | 103 | 125 | 144 | 104 | 82.2 | 1158 |
| N. g. piog. | 6.0 | 6.9 | 9.4 | 9.4 | 11.9 | 11.1 | 8.8 | 8.3 | 9.1 | 10.9 | 9.1 | 8.4 | 109 |
| N. g. neve . | 2.8 | 1.9 | 1.4 | 0.5 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.6 | 1.5 | 9 |
| N. g. gran. | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 3 |
| N. g. temp. | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1.9 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 2.2 | 0.9 | 0.7 | 0.2 | 17 |

3. LE STAZIONI METEOROLOGICHE. — Per la conoscenza dell'ambiente climatico interno necessita eseguire per più anni consecutivi periodiche e regolari misure nei siti meteorologicamente più importanti della cavità e, per il confronto, in almeno un posto situato immediatamente all'esterno di essa. Furono scelti i seguenti posti di stazione che indicheremo con i numeri da 1 a 7.

- 1 — Esterno, quota del suolo m 269, ad una decina di metri dell'ingresso attuale alla grotta, sopra un terreno pianeggiante, sassoso con parziale copertura erbosa.
- 2 — Interno, q. m 245, profondità m 24, dopo il pozzo d'ingresso alla fine della galleria inclinata, qualche metro sotto la porta di ferro.
- 3 — Interno, q. m. 168 (prof. m. 100), bivio dei sentieri.
- 4 — Interno, q. m 150 (prof. m 119), piazzale sul fondo.
- 5 — Interno, q. m 190 (prof. m 79), sala dell'Altare.
- 6 — Interno, q. m 209 (prof. m 60), fine della cengia che sale lungo la parete NE alla Galleria Nuova.
- 7 — Interno q. m 257 (prof. m 12), nella caverna dell'ingresso alto.

Le misure vennero eseguite nell'ordine ora segnato, nelle ore pomeridiane del-

le giornate indicate nelle tab. 1 e 2. I termometri erano tenuti ad 1,5 m dal suolo, lontani dalla persona e illuminati con una piccola lampadina elettrica solamente per il tempo necessario alla lettura.

4. GLI STRUMENTI E LE MODALITA' DI MISURA. — Le variazioni della temperatura nell'interno della grotta sono molto piccole. L'ampiezza dell'oscillazione annua al fondo è di 0,7 °C. Si è data perciò la massima importanza alla sensibilità e precisione degli strumenti da usarsi e ad eseguire le misure con tutte le cure e gli accorgimenti affinché esse risultino il più possibile esenti da errori.

Lo strumento fondamentale è stato il psicrometro ad aspirazione Assmann n. 162, di costruzione R. Fuess, Berlin-Steglitz. I termometri sono isolati e schermati. I bulbi hanno doppia schermatura metallica nichelata. La divisione è in 1,5 °C, la lettura è esatta sino ad 1/20 °C. La velocità della corrente d'aspirazione lungo i bulbi è di 2,8 m/sec., la durata utile dell'aspirazione è di 8 minuti. I due termometri sono stati tarati nel laboratorio di fisica dell'Istituto Talassografico di Trieste, hanno correzioni inferiori ad 1/10 °C, di queste si è sempre tenuto conto nel correggere la lettura. Per il bulbo bagnato si è usata acqua piovana.

La determinazione dell'umidità è stata fatta sulla base delle letture eseguite ai termometri asciutto e bagnato e usando le: «Aspirations-Psychrometer-Tafeln» del Preussischen Meteorologischen Institut, Berlin, 1914. Le letture venivano eseguite a temperatura stabilizzata e ripetute una seconda volta per controllo. Date tutte le precauzioni prese si ritiene che le misure rispecchino effettivamente le condizioni naturali dell'aria a m 1,5 dal suolo, con un errore inferiore a 0,1 °C.

4. LA TEMPERATURA E L'UMIDITA' DELL'ARIA. — Nella tab. 1 presentiamo le determinazioni termometriche corrispondenti ai singoli giorni di osservazione a ciascuno dei 7 posti di stazione. La stazione 1 è esterna alla grotta. Le stazioni 2-6 sono tutte interne. Il posto 7 è nella caverna dell'ingresso alto, in comunicazione quasi diretta con l'esterno, risente perciò notevolmente gli effetti delle condizioni esterne.

Riassumiamo nella seguente tabellina, per ciascuna posizione considerata, i valori estremi e medi della temperatura e quelli dell'oscillazione annua media. Le medie annue delle stazioni 6 e 7, tanto nella tab. 1 che nella seguente tabellina riassuntiva, sono state dedotte solamente dai dati dell'anno 1951, e ciò per evidenti ragioni di rigorosità.

**TEMPERATURE ESTREME, MEDIE ED OSCILLAZIONE MEDIA
NEL BIENNIO 1951-52, IN °C**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | acqua | roccia |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Max. . . | 35.0 | 11.0 | 10.0 | 10.0 | 10.1 | 10.1 | 11.7 | 10.1 | 9.80 |
| Min. . . | -5.5 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | 6.5 | 9.1 | 9.30 |
| Med. . . | 11.0 | 10.4 | 9.7 | 9.7 | 9.7 | 9.6 | 9.2 | 9.6 | 9.60 |
| Osc. . . | 39.4 | 1.4 | 0.9 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 5.2 | 0.9 | 0.45 |

Per il sito n. 1, all'esterno dell'ingresso attuale, i valori dati in questa tabellina sono stati ricavati dalle osservazioni giornaliere eseguite nella stazione meteorologica di Villa Opicina. Essi risultano dedotti da serie complete e rappresentano perciò con maggiore precisione le condizioni climatiche esterne.

L'umidità dell'aria è stata misurata mediante il psicrometro ad aspirazione Assmann-Fuess descritto precedentemente. Dato lo stato di quasi saturazione dell'aria interna, per cui l'umidità relativa assume valori percentuali molto elevati, si è avuta la massima cura affinché il termometro bagnato funzioni sempre nelle condizioni più perfette possibili. Ciò si è ottenuto controllando il velo d'acqua trattenuto dalla garza, evitando che su questa e sul bulbo si formassero depositi od incrostazioni calcaree e controllando la velocità della corrente d'aspirazione. Da confronti eseguiti con altri psicrometri sia Assmann-Fuess che Assmann-S.I.A.P. (Soc. Ital. Apparecchi Precisione, Bologna), è risultato che le misure eseguite possono ritenersi esatte a meno di una unità percentuale di umidità relativa.

Nella tabella 2 si presentano i valori dell'umidità relativa in percento misurati in ciascuna stazione nei giorni d'osservazione. Le medie delle stazioni 6 e 7 sono state dedotte dai soli valori dell'anno 1951. Nella stessa tabella è indicato lo stato del tempo all'esterno della grotta durante i pomeriggi nei quali furono eseguite le misure. Esso ha valore relativo in quanto che le variazioni meteoriche diurne non alterano sensibilmente le condizioni interne, specialmente quelle degli strati d'aria più bassi. Diamo per l'umidità relativa una tabellina riassuntiva analoga a quella della temperatura. In essa però anche i dati del sito 1 sono stati ricavati dalla tab. 2, inoltre l'oscillazione dell'umidità in ciascun sito è quella massima osservata nel biennio in esame.

**UMIDITA' ESTREME, MEDIE ED OSCILLAZIONE MASSIMA
NEL BIENNIO 1951- 52, IN PERCENTO**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Max. . . . | 97 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 |
| Min. . . . | 26 | 94 | 93 | 94 | 90 | 91 | 85 |
| Med. . . . | 67.5 | 96.2 | 96.1 | 96.6 | 96.2 | 96.7 | 93.7 |
| Osc. . . . | 71 | 5 | 6 | 5 | 9 | 8 | 13 |

Dai valori delle tab. 1 e 2 si possono facilmente ricavare, mediante le tabelle psicrometriche, le temperature del termometro con bulbo bagnato (che non sono state presentate per economia di spazio). Esse possono interessare in quanto che danno le temperature della materia (roccia, fango, metallo, ecc.) bagnata, ciò che nella grotta è molto comune. E' però facile vedere che tali temperature risultano di pochi decimi di grado (da 0,3 a 0,5 °C) inferiori a quelle segnate dal termometro normale, cioè a bulbo asciutto.

Dalle stesse due tabelle, usando sempre le tabelle psicrometriche, si possono dedurre le tensioni del vapore acqueo contenuto nell'aria in quelle condizioni. E, conoscendo la tensione del vapore e la temperatura dell'aria, mediante la formula:

$$U \text{ ass.} = \frac{1,06 \cdot \varepsilon}{1 + \alpha t}$$

(U ass. = umidità assoluta, ε = tensione del vapore in mm di altezza di mercurio, $\alpha = 1/273,2$), si ottiene l'umidità assoluta in grammi di acqua per metro cubo di aria. Diamo nella seguente tabellina un riassunto dei valori dell'umidità assoluta dedotti, con la relazione sopra indicata, dalle tab. 1 e 2.

UMIDITA' ASSOLUTA IN g/m³ (grammi di acqua per metro cubo)
VALORI ESTREMI, MEDI ED OSCILLAZIONE MASSIMA NEL BIENNIO 1951-52

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Max. . . . | 15.4 | 9.7 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.3 | 10.2 |
| Min. . . . | 1.9 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.1 | 8.2 | 6.4 |
| Med. . . . | 7.9 | 9.3 | 8.9 | 8.9 | 8.8 | 8.9 | 8.4 |
| Osc. . . . | 13.5 | 1.3 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | 3.8 |

5. LA TEMPERATURA DELL'ACQUA. — Tra le stazioni 4 e 5, alla quota di circa m 180, in una bassa e breve cavernetta, vi sono alcune vaschette che generalmente sono piede d'acqua. Solo in periodi estivi di grande siccità rimangono secche. La principale avrà un paio di m² di superficie ed una profondità di una decina di cm. In questa vaschetta è immerso un termometro a mercurio, con divisioni della scala in 1/5 °C, è bene apprezzabile la frazione 1/20 °C. Il termometro è stato tarato e controllato come quelli già descritti. I dati ottenuti dalle letture sono presentati nella tab. 1 e nelle tabelline precedenti. Essi sono corretti e ridotti ad 1/10 °C.

La temperatura media del biennio risulta di 9,6 °C. E' di 1/10 °C inferiore a quella dell'aria circostante. A ciò contribuisce l'effetto dell'evaporazione, la quale produce, come si è visto, un abbassamento di temperatura di 3-5 decimi di grado. La massima temperatura osservata nel biennio è stata di 10,1 °C e quella minima di 9,1 °C. L'oscillazione massima risulta di 1,0 °C, quella media di 0,9. La massima temperatura si ha verso la metà di ottobre, la minima verso la metà di marzo. Il ritardo di fase medio rispetto all'esterno è di 9 settimane, risulta di 11 settimane per il riscaldamento e di 7 settimane per il raffreddamento. Si vedrà più avanti la causa di questa asimmetria.

6. LA TEMPERATURA DELLA ROCCIA. — Al fondo della grotta, nella parete verticale Ovest, alla quota di 150 m, circa a 119 m di profondità, è stato eseguito un foro orizzontale, profondo 45 cm e del diametro di 3 cm. In esso, con il bulbo a 43 cm di profondità, è stato immesso un sensibilissimo termometro a mercurio. Il grosso bulbo è stato circondato da sostanze termicamente isolanti, in modo che estraendo il termometro dal foro non si abbia, per alcuni minuti, variazione nella indicazione della temperatura. Nel foro, con lo strumento in sito, sono stati messi numerosi diaframmi isolanti, il tappo esterno è pure isolante. In tal modo il termometro indica la temperatura della roccia alla profondità di 43 cm. Lo strumento è un termometro di precisione con la divisione in 1/10 °C, è apprezzabile 1/50 °C. E' stato tarato e controllato come i precedenti.

La temperatura media del biennio è stata di 9,60 °C. La massima temperatura è stata 9,80 °C, la minima 9,30 °C. L'escursione massima nei due anni è stata di 0,50 °C, l'oscillazione media annua è di 0,45 °C. Il ritardo di fase medio rispetto all'esterno è di circa 10 settimane. La roccia in quel sito assume la massima temperatura alla fine di ottobre, la minima alla metà di marzo.

Nella stessa parete di calcare compatto è stato sistemato in questi ultimi mesi un termometro in un foro orizzontale profondo 120 cm. Sono in corso periodiche letture anche di questo strumento. Si potranno così determinare i coefficienti di conducibilità termica e calorifica della roccia in sito.

7. LA GROTTA QUALE CAVITA' BAROMETRICA. — Se in un recipiente chiuso e indeformabile si apre un piccolo foro si avrà, attraverso questo, una corrente entrante o uscente secondo che la pressione atmosferica esterna sarà in aumento o in diminuzione. In modo perfettamente analogo si comporta la vasta cavità della grotta. Se la pressione atmosferica è in aumento si ha, nelle due aperture, corrente entrante; se in diminuzione, la corrente è uscente. Particolarmente intenso è il fenomeno alla porta dell'attuale ingresso, dove la galleria inclinata presenta una strozzatura. Data la vastità della grotta basta ogni minima variazione di pressione per produrre correnti d'aria anche forti. Da confronti eseguiti con le registrazioni di un microbarografo risulta che variazioni della pressione atmosferica dell'ordine di 0,01 millibar (0,0075 mm di altezza di mercurio) producono correnti dell'ordine di pochi cm/sec. e pertanto facilmente misurabili.

Allo scopo di determinare qualitativamente e quantitativamente il fenomeno, sono state eseguite misure dell'intensità delle correnti d'aria alla porta d'ingresso, all'apertura alta e in altri punti della grotta. E' stato usato il sensibilissimo anemometro ad elica multipla, con 8 pale, per correnti deboli (N. 87), costruito dalla Filotecnica-Salmoiraghi di Milano.

La pressione atmosferica è soggetta a continue fluttuazioni aventi pseudoperiodi che possono essere dell'ordine di giorni, ore e minuti. Su queste si sovrappongono oscillazioni più regolari di piccola ampiezza e di breve periodo, aventi caratteri di quasi persistenza, dette microscillazioni. Il loro periodo varia da pochi secondi a qualche decina di secondi. La grotta si comporta così bene da cavità barometrica che tutte le suddette fluttuazioni sono state messe in evidenza con misure eseguite alla porta d'ingresso attuale. Con pressione atmosferica livellata furono ripetutamente determinate correnti alternate aventi periodi di 10 - 15 sec., di 25 - 30 sec., di 55 - 65 sec. Gli stessi periodi si presentarono in giornate diverse delle stagioni estate-autunno 1951. Le altre fluttuazioni, con periodi minori e maggiori, risultarono meno regolari. Se la pressione esterna era in continuo aumento o diminuzione, gli stessi periodi apparivano quali ritardi o acceleramenti della corrente fondamentale. Queste rapide oscillazioni si osservano solo in corrispondenza alle particolari perturbazioni atmosferiche che si hanno nella formazione e negli spostamenti dei fronti atmosferici freddi e caldi.

Le correnti d'aria ora considerate, e che diremo di pressione, sono caratterizzate dal fatto che hanno lo stesso senso in tutta la sezione dell'apertura, contrariamente a quanto avviene nelle correnti di «densità» per le quali nella parte inferiore dell'apertura si ha corrente discendente e in quella superiore corrente ascendente. L'altra particolarità è quella, come si è visto, di avere carattere oscillatorio, per cui il verso della corrente cambia con una certa periodicità che può variare da parecchi secondi a vari minuti secondo lo stato dei fronti atmosferici.

9. LE CORRENTI D'ARIA. — Alle correnti d'aria dovute all'effetto ora descritto si associano quelle generate dalle variazioni di densità. Esse sono causate soprattutto dalle differenti condizioni termiche delle due masse d'aria, esterna ed interna. Da novembre a tutto marzo la temperatura all'aperto è minore di quella interna. Si ha pertanto una discesa di aria fredda lungo la parte inferiore delle gallerie d'ingresso ed una ascesa di aria relativamente più calda e umida lungo la parte superiore delle aperture. Durante i mesi estivi ed autunnali, l'aria esterna essendo più calda dell'interna, non si osservano in condizioni normali queste correnti stagionali di densità.

Per effetto della variazione diurna della temperatura si osserva nelle due gallerie una circolazione analoga a quella ora descritta. Il loro ritmo è però più breve, esse pertanto interessano solo gli strati d'aria più elevati della grotta. Durante la notte e le prime ore del mattino le correnti discendenti sono notevoli, specialmente nelle stagioni primaverili ed autunnali.

Complesso risulta pertanto negli ingressi il moto risultante. L'effetto dovuto alla pressione può essere concordante od opposto a quello della densità. Si hanno nel primo caso forti correnti discendenti lungo la parte bassa delle due gallerie. Specialmente in quella dell'ingresso attuale, perchè più strozzata, si possono raggiungere velocità tali da spegnere facilmente una candela accesa ed anche una fiamma ad acetilene. Sono state misurate velocità massime di 2,5 m/sec. In corrispondenza alla porta di ferro si osservano normalmente correnti dell'ordine di 0,2 - 0,5 m/sec.

Nell'interno della grotta e solamente negli strati superiori si notano ancora correnti d'aria, ma molto più deboli, che hanno velocità dell'ordine di pochi cm/sec. Seguono però gli stessi ritmi di quelle delle due gallerie d'accesso. Le direzioni convergono o irraggiano verso le uscite, i sensi sono concordanti con quelli che si osservano nelle gallerie degli ingressi. Le intensità si smorzano allontanandosi dagli ingressi, specialmente verso il fondo. Negli strati bassi non si hanno apprezzabili movimenti d'aria. Durante la stagione invernale vi discendono gradatamente masse d'aria fredda. Questa discesa è rallentata nelle stagioni intermedie ed è ordinariamente nulla durante l'estate. Questo raffreddamento convettivo della massa d'aria bassa non è compensato che da limitatissimi moti convettivi ascendenti. Prevale dunque la diretta discesa d'aria fredda. Conseguo da ciò che al fondo della grotta l'aria ha una temperatura inferiore a quella media annua che si ha all'esterno. Questa è di 11,1 °C, quella in fondo alla grotta 9,7 °C, la differenza di 1,4 °C mette bene in evidenza il fenomeno descritto.

10. IL CLIMA IPOGEO DELLA GROTTA GIGANTE. — Esaminati nei capitoli precedenti i singoli elementi meteorici, possiamo ora considerarli nel loro insieme e dedurre le condizioni del clima ipogeo della cavità.

In tutta la grotta le condizioni climatiche sono molto uniformi, ma particolarmente negli strati inferiori esse assumono carattere di grande stabilità. Distinguiamo perciò nella cavità, due zone, circa della stessa altezza, una inferiore ed una superiore.

Consideriamo quella inferiore. Essa comprende le stazioni n. 3, 4, 5 e 6. La temperatura media annua è di 9,7 °C e l'escursione tra le due stagioni estreme è di 0,8 °C, risulterà cioè inferiore al grado. All'esterno la differenza fra la massima estiva e la minima invernale è di 40 °C. La temperatura più alta si raggiunge nella prima settimana di ottobre, cioè 10 settimane dopo quella esterna. La minima temperatura si ha verso i primi giorni di marzo, cioè solo dopo 6 settimane del minimo esterno. Questa differenza di ritardo si giustifica col fatto già accennato che il raffreddamento degli strati bassi avviene soprattutto per convezione (discesa d'aria fredda) mentre il riscaldamento è dovuto soprattutto alla conduzione, dato che il trasporto d'aria fredda verso l'alto è molto limitato.

L'umidità relativa, date le continue filtrazioni d'acqua e la quasi assenza di moti dell'aria, si mantiene costantemente molto alta. E' del 96,3% in media. La oscillazione annua è del 4% con massimi invernali e minimi estivi. L'umidità assoluta media, cioè il numero dei grammi d'acqua contenuti in un metro cubo di

aria è di $8,9 \text{ g/m}^3$. L'oscillazione annua è di $0,8 \text{ g/m}^3$; inferiore cioè ad 1 g/m^3 . E' massima alla fine dell'estate e minima alla fine dell'inverno.

L'acqua delle vaschette ha una temperatura di circa $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ inferiore a quella dell'aria e ciò per il raffreddamento prodotto dall'evaporazione. L'acqua che cola lungo le stalattiti, le stalammitti e le pareti, per lo stesso motivo, assume temperature che sono di $0,1 - 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ inferiori a quelle dell'aria. Le correnti d'aria sono debolissime negli strati superiori e quasi nulle in quelli inferiori. Le variazioni meteoriche diurne non sono apprezzabili in questa zona.

Nella regione superiore, cioè situata tra gli ingressi e la profondità di circa 60 metri, circolano deboli correnti d'aria, dovute specialmente a variazioni di pressione. Esse sono più intense verso la volta e più smorzate verso il basso. Questi moti perturbano lievemente le condizioni di stabilità della zona considerata, senza peraltro alterare molto le condizioni climatiche che sono poco diverse da quelle della zona inferiore. Le temperature medie sono leggermente più alte di quelle delle masse d'aria sottostanti, l'escursione annua è di poco maggiore, l'umidità minore. Nelle due gallerie degli ingressi queste condizioni variano rapidamente quanto più si va verso l'esterno. In questa zona sono comprese le due stazioni n. 2 e n. 7. La prima, situata dopo il pozzo, quasi alla fine della galleria d'ingresso, è in immediata comunicazione con la cavità principale e partecipa pertanto alle condizioni climatiche interne; tanto più che la galleria è di piccola sezione e chiusa dal portone di ferro (a meno dell'apertura sopra la porta). La stazione 7, situata nella galleria alta, più larga, più breve e molto più aperta della precedente, risente notevolmente delle condizioni esterne e non va pertanto compresa fra le stazioni della cavità principale.

Nel complesso la massa d'aria della cavità si presenta in tutte le stagioni con una stratificazione termica diretta anche se appena apprezzabile, la temperatura cioè diminuisce verso il basso. Ciò le conferisce un equilibrio stabile che rende possibile la costanza e l'uniformità delle condizioni climatiche interne. Dalle due aperture, e specialmente da quella alta, scendono al fondo, scorrendo lungo le pareti, lievi correnti d'aria fredda che, mantenendo l'aria al fondo ad una temperatura inferiore alla media esterna, rendono possibile la stabilità nel sistema della massa d'aria stratificata.

Istituto Talassografico, Trieste, agosto 1953.

RIASSUNTO

La grotta è una vastissima cavità naturale lunga metri 280, alta metri 120 e larga metri 60. E' in comunicazione con l'esterno mediante una stretta apertura che si apre all'estremità superiore della grotta. Essa è un tipico esempio di unica e grande cavità sotterranea ed è perciò molto adatta per ricerche normative di meteorologia ipogea. Essa agisce inoltre come enorme e sensibilissima cavità barometrica. Dal 1950 si eseguono nella caverna regolari e sistematiche misure delle condizioni dell'aria, dell'acqua e della roccia. La temperatura e l'umidità si misurano, mediante psicrometro Assmann, in sette posti opportunamente scelti. In questa relazione si presentano i risultati della elaborazione di queste misure e di quelle, eseguite ad intervalli stagionali, delle correnti d'aria continue e oscillatorie registrate particolarmente alla bocca. I valori medi calcolati ed il loro andamento definiscono le condizioni climatiche della grotta e possono servire di norma per le cavità di tipo analogo.

TABELLA 1
TEMPERATURE DELL'ARIA, DELL'ACQUA E DELLA ROCCIA

| Data | S T A Z I O N I | | | | | | | acqua | roccia |
|-----------|-----------------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 7. 1.51 | 5,7 | 10,2 | 9,5 | 9,5 | 9,4 | 9,4 | 7,6 | 9,7 | 9,48 |
| 21. 1.51 | 4,8 | 10,3 | 9,5 | 9,5 | 9,3 | 9,3 | 6,5 | 9,5 | 9,60 |
| 4. 2.51 | 4,0 | 10,0 | 9,3 | 9,4 | 9,1 | 9,0 | 7,5 | 9,5 | 9,40 |
| 18. 2.51 | 6,7 | 10,4 | 9,6 | 9,6 | 9,5 | 9,6 | 8,3 | 9,6 | 9,45 |
| 4. 3.51 | 4,4 | 9,9 | 9,4 | 9,5 | 9,3 | 9,0 | 6,6 | 9,5 | 9,40 |
| 18. 3.51 | 10,5 | 10,3 | 9,5 | 9,6 | 9,5 | 9,4 | 9,2 | 9,3 | 9,40 |
| 1. 4.51 | 10,4 | 10,2 | 9,6 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 8,7 | 9,5 | 9,40 |
| 15. 4.51 | 14,0 | 10,0 | 9,7 | 9,8 | 9,6 | 9,7 | 9,5 | 9,5 | 9,40 |
| 20. 4.51 | 12,5 | 10,5 | 9,7 | 9,6 | 9,6 | 9,7 | 9,6 | 9,5 | 9,45 |
| 13. 5.51 | 10,5 | 10,5 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,6 | 9,50 |
| 27. 5.51 | 23,3 | 10,6 | 9,7 | 9,8 | 9,7 | 9,7 | 10,2 | 9,6 | 9,55 |
| 10. 6.51 | 20,3 | 10,6 | 9,7 | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 10,3 | 9,6 | 9,60 |
| 1. 7.51 | 15,6 | 10,6 | 9,8 | 9,8 | 9,9 | 9,9 | 11,2 | 9,6 | 9,75 |
| 22. 7.51 | 24,8 | 10,7 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 11,0 | 10,0 | 9,70 |
| 5. 8.51 | 23,8 | 10,7 | 9,9 | 9,9 | 9,8 | 10,0 | 11,4 | — | 9,70 |
| 26. 8.51 | 24,2 | 10,9 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 11,5 | — | 9,75 |
| 23. 9.51 | 19,4 | 11,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,1 | 11,7 | — | 9,80 |
| 14.10.51 | 12,4 | 10,9 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,4 | 9,9 | 9,80 |
| 4.11.51 | 7,5 | 10,7 | 10,0 | 10,0 | 10,1 | 10,0 | 9,6 | 9,9 | 9,80 |
| 25.11.51 | 10,0 | 10,8 | 9,9 | 10,0 | 9,9 | 10,0 | 9,5 | 9,9 | 9,80 |
| 9.12.51 | 6,7 | 10,6 | 9,6 | 9,7 | 9,6 | 9,6 | 8,3 | 9,6 | 9,70 |
| 29.12.51 | 6,6 | 10,4 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,4 | 7,2 | 9,5 | 9,51 |
| 20. 1.52 | 5,2 | 9,8 | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 7,0 | 9,4 | 9,40 |
| 17. 2.52 | 2,1 | 9,1 | 9,4 | 9,3 | 9,2 | 9,0 | — | 9,2 | 9,30 |
| 16. 3.52 | 5,4 | 9,3 | 9,2 | 9,4 | 9,1 | 9,1 | — | 9,1 | 9,30 |
| 2. 6.52 | 24,4 | 10,4 | 9,7 | 9,6 | 9,7 | — | — | 9,7 | 9,60 |
| 20. 7.52 | 26,3 | 10,6 | 10,0 | 9,9 | 10,0 | — | — | — | 9,70 |
| 24. 8.52 | 21,8 | 10,7 | 9,9 | 10,0 | 9,8 | — | — | — | 9,70 |
| 28. 9.52 | 16,1 | 10,8 | 10,2 | 10,0 | 10,0 | — | — | 9,8 | 9,80 |
| 3.11.52 | 10,1 | 10,6 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | — | — | 10,1 | 9,80 |
| 30.11.52 | 8,6 | 10,5 | 10,0 | 10,0 | 9,9 | — | — | 10,0 | 9,80 |
| 4. 1.53 | 2,2 | 9,8 | 10,0 | 9,9 | 9,7 | — | — | 9,8 | 9,70 |
| Media . . | 12,5 | 10,4 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,4 | 9,6 | 9,60 |

TABELLA 2
UMIDITÀ RELATIVA IN PERCENTO E STATO DEL TEMPO

| Data | S T A Z I O N I | | | | | | | Stato del tempo |
|----------|-----------------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 7. 1.51 | 97 | 99 | 99 | 98 | 96 | 96 | 96 | coperto, calma |
| 21. 1.51 | 62 | 96 | 95 | 98 | 96 | 94 | 88 | vario |
| 4. 2.51 | 91 | 96 | 95 | 95 | 95 | 96 | 92 | piovoso |
| 18. 2.51 | 92 | 99 | 98 | 99 | 98 | 95 | 97 | piovoso |
| 4. 3.51 | 58 | 98 | 96 | 95 | 95 | 96 | 85 | coperto, calma |
| 18. 3.51 | 91 | 95 | 98 | 98 | 96 | 99 | 99 | coperto, vento NE |
| 1. 4.51 | 76 | 96 | 96 | 99 | 95 | 96 | 95 | coperto, vento W |
| 15. 4.51 | 82 | 98 | 98 | 96 | 99 | 96 | 93 | vario |
| 29. 4.51 | 94 | 95 | 98 | 99 | 99 | 99 | 98 | piovoso |
| 13. 5.51 | 64 | 98 | 98 | 98 | 98 | 99 | 97 | bello |
| 27. 5.51 | 39 | 96 | 98 | 96 | 98 | 98 | 96 | vario |
| 10. 6.51 | 67 | 96 | 98 | 96 | 99 | 98 | 96 | coperto, calma |
| 1. 7.51 | 67 | 96 | 98 | 99 | 98 | 98 | 95 | coperto, vento ENE |
| 22. 7.51 | 46 | 98 | 96 | 98 | 98 | 98 | 88 | vario |
| 5. 8.51 | 60 | 98 | 98 | 98 | 99 | 96 | 91 | bello |
| 26. 8.51 | 67 | 95 | 96 | 96 | 98 | 99 | 98 | coperto, vento W |
| 23. 9.51 | 67 | 97 | 97 | 96 | 96 | 98 | 98 | vario |
| 14.10.51 | 42 | 95 | 96 | 98 | 98 | 96 | 89 | sereno, vento ENE |
| 4.11.51 | 88 | 96 | 96 | 96 | 95 | 96 | 93 | coperto, calma |
| 25.11.51 | 78 | 96 | 95 | 96 | 95 | 96 | 95 | vario |
| 9.12.51 | 91 | 96 | 96 | 98 | 95 | 95 | 95 | coperto |
| 29.12.51 | 54 | 94 | 95 | 98 | 93 | 94 | 88 | coperto, vento ENE |
| 20. 1.52 | 26 | 96 | 95 | 95 | 90 | 91 | 85 | coperto, calma |
| 17. 2.52 | 62 | 96 | 93 | 95 | 93 | 94 | — | vario, vento ENE |
| 16. 3.52 | 43 | 94 | 94 | 94 | 94 | 95 | — | bello |
| 2. 6.52 | 36 | 96 | 95 | 96 | 96 | — | — | vario |
| 20. 7.52 | 51 | 98 | 94 | 95 | 94 | — | — | bello |
| 24. 8.52 | 60 | 96 | 96 | 94 | 98 | — | — | vario, vento ENE |
| 28. 9.52 | 79 | 95 | 96 | 96 | 98 | — | — | bello |
| 3.11.52 | 70 | 95 | 95 | 96 | 96 | — | — | coperto, vento ENE |
| 30.11.52 | 95 | 95 | 95 | 95 | 96 | — | — | nebbioso |
| 4. 1.53 | 65 | 95 | 93 | 95 | 93 | — | — | sereno, vento ENE |
| Media | 67,5 | 96,2 | 96,1 | 96,6 | 96,2 | 96,7 | 93,7 | |

