



nuova serie, anno XXI, n. 1-2 aprile-ottobre 1977

**mondo
sotterraneo**

Manlio B.

foto di copertina: g.b. de gasperi nella grotta doviza

mondo sotterraneo, nuova serie, anno XXI - n. 1-2 - aprile-ottobre 1997

rivista semestrale del circolo speleologico e idrologico friulano

registrazione tribunale di udine n. 393 del 14 marzo 1977

redazione e amministrazione: via b. odorico da pordenone 3, 33100 udine

direttore responsabile: dario ersetti

tipografia: arti grafiche friulane - feletto umberto, tavagnacco (udine)

i manoscritti e le foto, anche se non pubblicati, non verranno restituiti

le fotografie ed i disegni, ove non altrimenti indicato, sono dell'autore del testo

mondo sotterraneo

rivista semestrale del circolo
speleologico e idrologico friulano

nuova serie, anno XXI, n. 1-2 aprile-ottobre 1997

**Volume edito nell'ambito delle iniziative per il centenario di fondazione del
Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine (1897-1997)**



Marco Hosmer Zambelli (1969-1997)

“Il buio è mio amico”

*Hai amato la vita in ogni momento,
e questa passione l'hai trasmessa a tutti quelli
che hanno avuto la fortuna di esserti amici.*

*Quando hai iniziato a scendere in grotta,
lo hai fatto come ogni cosa nella tua vita,
in modo totale e senza riserve.*

*Sei stato una guida (e lo sarai ancora)
nel scegliere la via sicura, la roccia giusta, pensando alla sicurezza
dei tuoi compagni prima ancora che alla tua.*

*E così negli abissi, come nella vita, più il percorso si faceva difficile,
più sicurezza e serenità sapevi trasmettere
a tutti quelli che ti erano (e ti saranno sempre) vicini.*

*Ora come noi hai scoperto che il buio è tuo amico,
e come la vera amicizia
lo sarà per sempre.*

Ciao Marco, gli amici

GIUSEPPE MUSCIO

RELAZIONE MORALE PER L'ANNO 1996

Cari Soci,

da lungo tempo è consuetudine dedicare ogni anno di attività del Circolo al maggiore successo esplorativo ottenuto ed allora il 1996 dovrebbe essere l'anno dello Star Cedat, ma per tutti noi sarà soprattutto l'anno in cui Bernardo ci ha lasciato !

Abbiamo già ricordato la sua figura in altre occasioni ma per noi quello appena vissuto è stato il momento più importante: dedicare a Bernardo la sede del Circolo ha significato riconoscere quanto egli abbia fatto per la Speleologia Friulana, per il Circolo e per tutti noi che abbiamo sempre trovato in lui un amico con cui confidarsi e consigliarsi. Dire che il vuoto che ha lasciato è incolmabile è quanto mai vero e, se mi è consentita una parentesi personale, io che mi trovo in questo momento seduto al posto che Bernardo ha occupato con grande capacità per quindici anni, sento di aver perso non solo "il presidente" ma soprattutto un amico ed un padre.

Comunque, come abbiamo sempre fatto anche nei momenti più difficili di questo secolo di vita, il Circolo ha continuato la sua attività riuscendo a mantenere uno standard piuttosto elevato.

Il numero di uscite del 1996 è leggermente inferiore alla media degli ultimi anni (che si attestava attorno al centinaio): sono state 93 con una flessione fra la primavera e l'estate certamente legata allo sbandamento conseguente la scomparsa di Bernardo. Differentemente dagli anni scorsi non vi sono stati grossi problemi finanziari, grazie al fatto che la Regione ha incrementato i fondi disponibili per la speleologia ed alla nostra "politica della formichina" che ci ha sem-

pre permesso di stampare regolarmente le nostre pubblicazioni e di garantire materiale sicuro a chi svolge attività esplorativa. Maggiori dettagli vi verranno forniti nella relazione di bilancio.

Rimangono aperti ancora numerosi problemi, il primo dei quali è certamente quello della sede: allo sfratto ingiuntoci alla fine del 1994 non è seguito - ancora - l'effettivo abbandono della sede ma, per quanto ci è dato sapere, questa potrebbe anche essere l'ultima assemblea che ci vede riuniti in questa sede: speriamo che, se cambio deve esserci, questo ci permetta di fruire di maggiore spazio, considerato che - ora come ora - la nostra sede sta per esplodere. Non si può poi sottacere come il problema della difficoltà di accesso fuori orario alla sede del Circolo, solo recentemente risolto, abbia complicato ulteriormente la questione.

Stiamo comunque cercando di migliorare la situazione della biblioteca sociale, mentre, in seguito alla scomparsa di Bernardo, il Consiglio ha deliberato di affidare al Museo Friulano di Storia Naturale la nostra collezione di artropodi ipogei a condizione che la collezione stessa resti integra e mantenga la denominazione di collezione del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano.

Fra le note positive dell'anno non si può certo dimenticare la consegna al Catasto Regionale delle Grotte di oltre venti nuove cavità e di alcune revisioni.

Passiamo ora all'esame puntuale delle attività svolte.

Monte Robon - Col Lopic

Nel mese di agosto una campagna di più giorni ha permesso il rilevamento di alcune nuove cavità e di rivisitare alcune grotte esplorate negli anni precedenti. Le esplorazioni sono state riprese a settembre. Buoni risultati sono stati raggiunti in BP1 ed all'Abisso Sisma.

Il gruppo topografi ha iniziato il posizionamento di precisione delle cavità del Robon e del Lopic; le operazioni sono state rese più divertenti dal freddo e da una simpatica nevicata di inizio settembre.

Valli del Natisone - Monte Matajur

E' stata ritrovata da un folto gruppo di giovani soci guidati da Roberto Lava il 9 marzo 1996, dopo numerosi ed infruttuosi tentativi, la risorgiva dello Star Cedat. In due uscite successive il 13 e 14 marzo Adalberto D'Andrea, Roberto Lava ed Andrea Mocchiutti, forzando una stretta fessura, hanno sco-

perto un sistema sotterraneo che oggi supera abbondantemente il chilometro di sviluppo con gallerie alternate ad ampi saloni e con tratti fittamente concrezionati. All'esplorazione ed al rilievo sono state dedicate numerose uscite: una ventina in tutto. Un'ampia descrizione della cavità verrà pubblicata sul prossimo numero di Mondo Sotterraneo.

Di grande interesse le nuove scoperte nel Monte Matajur in aree di accesso non certo agevole: una delle nuove cavità ha uno sviluppo di oltre cento metri.

Alcune nuove grotte sono state scoperte nell'area di Campeglio e diverse uscite sono state dedicate al riposizionamento delle cavità delle Valli. Visita entomologica a Mersino ed alla Suosteriova jama (è stata questa l'ultima uscita in grotta di Bernardo ed invito i soci a leggere la sua relazione, sempre piacevole, ma purtroppo l'ultima) e di rilevamento a Biarzo.

Il capitolo dedicato alle Valli del Natisone non può non chiudersi ricordando un altro successo a lungo rincorso: se da un lato abbiamo scoperto la seconda più lunga grotta dell'area, nello stesso anno siamo anche finalmente riusciti ad entrare nella Grotta di Clastra che, però, non ha dato i risultati sperati, rivelandosi una delle meno profonde dell'area !



L'ingresso della Risorgiva dello Star Cedat (foto A. D'Andrea).

Valli del Torre

Vi sono state uscite alla Grotta di Crosis per verificare i dati di neotettonica utilizzando i vetrini ad onor del vero posti dall'A.N.F., che ringraziamo per la disponibilità. A ciò si aggiungono le solite uscite in Pod Lanisce (anche a scopo fotografico e vorrei in questo caso ricordare che i noduli ferrosi di questa grotta verranno illustrati nella nuova edizione di *Cave Minerals of the World*) ed in altre cavità (Doviza, Pre Oreak) a scopo entomologico.

Battute di zona ed altre attività esplorative

Particolarmente significativa una delle prime uscite dell'anno scorso che ha visto protagonista alla risorgiva di Eolo un gruppetto di "vecchi giovani soci" che, ritrovatosi in Assemblea, ha deciso di festeggiare l'avvenimento con una uscita collettiva.

Ricerche ed esplorazioni, a volte con buone prospettive per il futuro, sono state svolte attorno allo Star Cedat, a Goregnavas, nell'area Zermula-Cason di Lanza, attorno a Lauco, sul M. Amariana, in Valcalda, in Val Resia, sul Montasio, nel Carso Triestino, ecc. Il titolo di visita più lontana dell'anno



L'ingresso da una risorgiva termale in Oman (foto A. Mocchiutti).

spetta comunque a Federico che ha visitato un paio di grotte in Messico, mentre il geologo ex-errante ha esplorato quella che penso sia l'unica grotta turistica dell'Oman.

I nostri soci che ne fanno parte hanno effettuato diverse esercitazioni con il soccorso speleologico ed effettuato i loro turni a Borgo Grotta Gigante.

Indagine sulle acque sotterranee della Provincia

Abbiamo terminato le ricerche sulle Valli del Natisone, che ci hanno impegnato notevolmente anche perché abbiamo potuto contare ben poco sull'aiuto degli altri gruppi della provincia che operano solo limitatamente in questo territorio. Sono state riposizionate circa la metà delle quasi 400 grotte dell'area e devo ringraziare in maniera particolare i molti soci che si sono impegnati in questa attività anche se molto meno divertente dell'esplorazione vera e propria.

Numerosi i campioni d'acqua raccolti ed interessanti i risultati raggiunti, non solo esplorativi. E' importante notare come non esistano pubblicazioni sulle caratteristiche speleologiche di questa zona ed il volume che verrà pubblicato sarà quindi di grande interesse.

Attività editoriali

Oltre al già citato volume sulle Grotte del Bernadia è uscito il numero di Mondo Sotterraneo relativo al 1995 ed in questi giorni recupereremo il ritardo



L'ingresso dell'Abisso R7 nel Monte Robon (foto A. D'Andrea).

accumulato stampando il volume del 1996. Tornando al numero già pubblicato della nostra rivista ricordo come esso contenga sia i risultati delle nostre ricerche (Grotta di Canebola e nuove cavità del Robon), che contributi di amici; in particolare consiglio, a chi non l'avesse fatto, di leggere con attenzione il lavoro di Guidi sulla storia della speleologia triestina fra il 1945 ed il 1970. Una nota personale: ho iniziato ad andare in grotta proprio nel 1970 ed il fatto che quell'anno rientri già nella storia della speleologia dimostra due cose: la prima è che non sono poi così giovane, la seconda che in una ventina d'anni la speleologia è cambiata radicalmente.

Attività promozionali

Siamo stati più volte ospiti di trasmissioni radiofoniche sia per illustrare "Mondo Sotterraneo" che il volume sul Bernadia.

Il nostro secondo socio di Faedis ha organizzato una mostra fotografica sulle cavità dell'area. Alcuni soci hanno avuto un momento di gloria cinematografica facendo da protagonisti per la parte speleologica di un film-documentario di Reinold Messner che la RAI trasmetterà in una serie dedicata alle Alpi.



Massiccio del Monte Coglians: l'area carsica presso il Coston di Stella (foto A. D'Andrea).

Bernardo ha tenuto diverse lezioni all'Università della Terza Età e nella scuola media di Pagnacco, mentre sono state accompagnate diverse scolaresche in cavità semituristiche. Una proiezione di diapositive è stata effettuata anche a Sella Nevea. Abbiamo partecipato alla riunione per assegnare il Premio San Benedetto ed a numerosi (forse troppi) incontri per la nascita della Federazione Speleologica Regionale. Si tratta di una situazione un po' particolare che - a mio modesto avviso - vede la gran parte dei gruppi regionali aderire a questa idea con scarsa fiducia ma convinti solo dell'ineluttabilità della cosa.

Eravamo presenti alla giornata per il trentennale della legge regionale sulla Speleologia ed all'inaugurazione del nuovo sentiero, dedicato al Maestro Carlo Finocchiaro, in Grotta Gigante.

All'inizio di novembre eravamo in molti presenti a "Speleo Flumen" manifestazione svoltasi a Fiume Veneto e che rappresenta l'annuale riunione degli speleo nazionali. Le giornate sono risultate di buon livello.

A fine novembre abbiamo presentato in Provincia i risultati delle nostre attività e, soprattutto, il volume sul Bernadia. C'erano oltre cento persone, convenute anche per ricordare Bernardo.

Corso di Speleologia

Pur marcato da una serie di eventi piuttosto sfortunati (soprattutto nel raggiungere le cavità, più che nel visitarle), abbiamo portato positivamente a termine il 21° corso di speleologia con una dozzina di allievi che, oltre alle solite lezioni teoriche, hanno visitato Villanova, Doviza, Pod Lanisce, Arco Naturale e Viganti.

Un particolare ringraziamento ai soci che si sono impegnati per la migliore riuscita di questo che rimane uno dei momenti più significativi della nostra attività.

Programmi per il 1997

Le attività esplorative si incentreranno ancora nelle Valli del Natisone (Monte Matajur e rilevamento Star Cedat) e nel Massiccio del Canin. Stiamo ancora verificando la possibilità di dedicare parte del nostro impegno alle Prealpi Carniche (zona Avasinis-Verzegnis) nell'ambito delle ricerche finanziate dalla Provincia.

Grande impegno richiederanno le manifestazioni per il centenario del Cir-

colo: pubblicheremo il volume sulle Valli del Natisone e l'edizione aggiornata, riveduta e corretta della bibliografia speleologica del Friuli.

Provvederemo all'informatizzazione della biblioteca che verrà resa fruibile anche ai non soci in base ad un accordo che stiamo studiando con la Biblioteca Civica alla quale forniremo i supporti informatici con la completa schedatura del nostro materiale. In collaborazione con il Museo Friulano di Storia Naturale stiamo realizzando un multimediale sulle Grotte del Friuli che sarà messo a disposizione del pubblico presso la sede del Museo.

A giugno terremo una festa speleologica cui verranno invitati tutti gli speleo italiani che avranno voglia di venire a Taipana per una grigliata che noi offriremo agli intervenuti: tutti siamo molto preoccupati per quello che potrà accadere anche perché, sino a pochi giorni prima, non riusciremo a sapere se i partecipanti saranno 30 o 300 !!

A novembre invece si terrà la manifestazione ufficiale nella quale presenteremo volumi e supporti informatici e, soprattutto, apriremo il secondo secolo di vita del circolo: un bel traguardo.

Un particolare ringraziamento ai soci che hanno favorito, con il loro impegno, i buoni risultati conseguiti dal Circolo: l'Ente Regione ed il Comune di Udine che appoggiano finanziariamente le nostre attività e l'Amministrazione Provinciale che finanzia la ricerca sulle Valli del Natisone.

GABRIELE CREVATIN*, FRANCO CUCCHI**,
ENRICO MARINETTI***, CLAUDIO ZUPPIN****

STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO IN CONTINUO DI ACQUE CARSICHE°

RIASSUNTO - Si illustrano le caratteristiche tecniche di alcuni strumenti costruiti per misurare in continuo la quota di una falda ipogea e temperatura e conducibilità delle acque. Gli strumenti sono stati progettati in modo da resistere alle proibitive condizioni tipiche delle cavità in condizioni freatiche.

ABSTRACT - Here are shown the peculiar features of some instruments built up to measure groundwater movement and water conductivity. These instruments were projected in order to withstand prohibitive freatic caves local conditions.

Friuli-Venezia Giulia (FVG, North-Eastern Italy) water resources has never been quantified. In the last years pollution and freatic dropping pushed to the research of alternative water supplies. To study the huge Karst areas to find in FVG, three types of instrument were designed: hypogean high water level excursion meters (from 10 to 80 m), external water level excursion meters (up to 55 cm), conductivity and temperature meters.

These instruments allow continuos data recording depending upon two parameters: pre-programmed time length (from few second to 24 hour) and datalogger memory (from 1800 to 16000 data). For their good quality/price ratio these instruments could be considered as one of the best choice for the karst acquifer study.

° Pubblicazione n. 1878 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche - CNR, L.R. 4.

* Geomar, Trieste;

** Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine - Università di Trieste;

*** Geologo, Aurisina - Trieste;

**** Meccatronica - BIC, Trieste.

Premessa

L'abbondanza di acqua nella nostra regione ha fatto sì che l'analisi di sorgenti alternative non sia stata seriamente presa in considerazione neanche in momenti, come quelli attuali, in cui molte delle tradizionali fonti di approvvigionamento mostrano segnali di "stanchezza", con depauperamenti ed inquinamento talora allarmanti.

Le difficoltà connesse allo studio delle caratteristiche chimico-fisiche ed idrauliche delle acque ipogee hanno poi fatto sì che lo studio delle notevoli riserve "strategiche" contenute negli acquiferi carsici regionali non sia mai stato condotto con la costanza e la lungimiranza che il problema impone. Ne consegue che i dati necessari a definire i parametri significativi dei bacini di alimentazione e delle falde interessanti dal punto di vista delle risorse sostitutive o di emergenza sono scarsi, spesso disarticolati, quasi sempre non sufficienti a definire con buona approssimazione l'entità delle risorse e decisamente insufficienti per consentire le corrette linee programmatiche degli interventi di protezione.

Le possibilità offerte dall'attuale microelettronica ci ha spinto quindi a progettare, costruire, mettere in funzione, rodare e rendere operativi, alcuni strumenti per iniziare il monitoraggio in cavità, o comunque in condizioni "difficili", di alcuni parametri chimico-fisici (temperatura e conducibilità) e di un parametro idraulico (altezza del battente d'acqua) rilevati e memorizzati in continuo, cioè ad intervalli programmati e per lunghi periodi.

Nel tempo sono stati resi operativi strumenti (da noi chiamati pressigrafi) in grado di misurare il battente d'acqua (per altezze da 0 a 10 m, da 0 a 20 m, da 0 a 30 m, da 0 a 80m) o le variazioni di livello di una tavola d'acqua (con variazioni di 40 cm in altezza) in grado di assumere fino a 16.000 misure, ed altri adatti a misurare con notevole precisione i valori di temperatura e di conducibilità (nelle variazioni previste per le acque naturali da dolci a salate). Tutti gli strumenti sono impermeabili, in grado di resistere a pressioni anche notevoli (ad esempio le piene nella Caverna Lindner, con 70 metri di prevalenza accertati dagli stessi strumenti). Tutti sono facilmente trasportabili e posizionabili in cavità, sono ricaricabili e consentono la trasmissione dei dati ad un personal portatile per mezzo di un semplice collegamento. Inoltre, e ciò non guasta sicuramente, hanno costi accettabili.

Misuratori di livello

Per la realizzazione degli strumenti è stata usata dell'elettronica avanzata

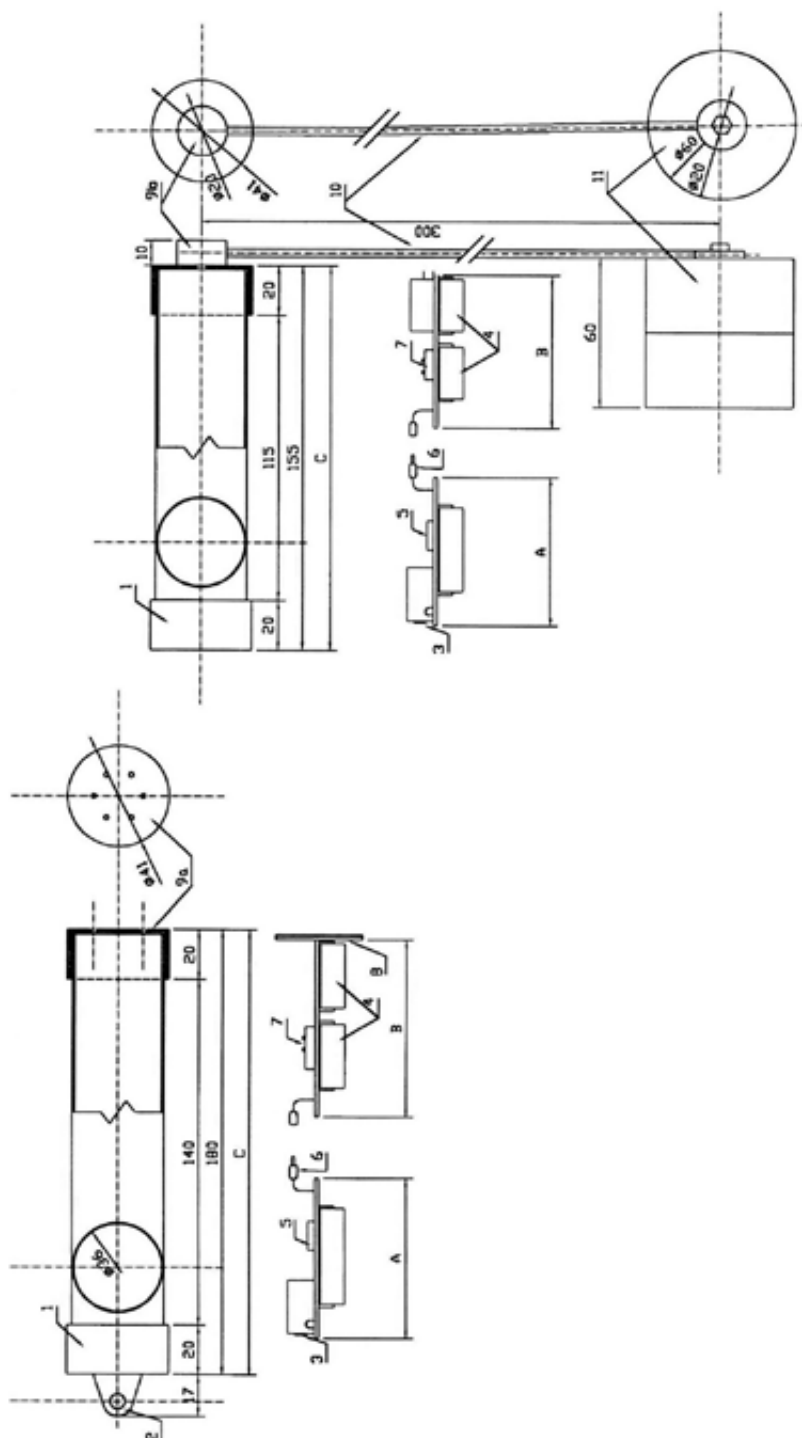


Fig. 1 - Misuratori del livello idrico: A) *datalogger*, B) trasduttore, C) contenitore, 1) tappo, 2) anello di fissaggio, 3) innesto a banana per il collegamento col computer, 4) batterie, 5) *switch*, 6) *jack*, 7) *trimmer*, 8) membrana, 9a) tappo forato, 9b) perno, 10) asta, 11) galleggiante.

a basso consumo inserita in contenitori metallici di qualità (in acciaio inox alcuni, in anticorodal anodizzato altri) costruiti su misura. La costruzione è estremamente robusta, tanto che si può tranquillamente affermare che gli strumenti sono ... a prova di speleologo!

L'alimentazione è autonoma con batterie al litio e/o alcaline di lunga durata. Sono assenti cavi di collegamento, meccanismi di registrazione arcaici (tipo carta millimetrata, pennini, orologerie, pesi, tubi, ecc.).

L'autonomia di funzionamento è di almeno un anno, i dati vengono registrati e trasferiti secondo una gestione computerizzata con proprio programma e sono direttamente elaborabili con qualsiasi foglio elettronico (Excel, ad esempio).

Misuratore esterno

Lo strumento è stato progettato per misurare il livello di acque libere scorrenti in un intervallo di 550 mm di variazione di altezza con la risoluzione di 1 mm.

Il livello delle acque viene registrato da un galleggiante collocato in cima ad un'asta lunga circa 30 cm: l'altra estremità dell'asta è stata calettata ad un trasduttore angolare potenziometrico collegato ad un circuito di elaborazione. Il sistema di misura consiste nella conversione della variazione angolare del braccio in una misura di livello linearizzata.

La novità consiste nella tecnica di costruzione elettronica in SMD, nel consumo infinitesimale, nel *datalogger* incorporato, nell'alimentazione con pile al litio, nelle minime dimensioni che consentono una semplice installazione e un costo modesto in rapporto alle prestazioni. Il *datalogger* è, nelle versioni più recenti, costituito dal TinytalkâII, registratore miniaturizzato a basso voltaggio costruito dalla Gemini Dataloggers (UK) LTD.

La strumentazione è alloggiata in un contenitore cilindrico di acciaio inox del diametro di 41 mm e della lunghezza di 155 mm montato perpendicolarmente al corso della corrente. Il contenitore da un lato ha il trasduttore, dall'altro un tappo a ghiera che, svitato ed aperto, consente l'accesso al *datalogger*. Il peso, esclusi il braccio e il galleggiante, è di circa 525 grammi (figura 1 e foto 1).

Installando lo strumento in condizioni medie di livello e con l'asta in posizione suborizzontale, si ottiene un *range* di misura lineare di 55 cm (27.5+, 27.5-) sufficiente per gli impieghi normali.

Il *datalogger* fornisce i dati di livello, il momento (in ore e minuti) e la data di campionamento sia in forma grafica che numerica.

A tutt'oggi gli strumenti in funzione sono tre, installati nei tre rami delle sorgenti del Livenza: circa 300 metri dalla polla sorgiva del Molinetto al centro

della corrente, su un pilone del ponticello presso la Chiesa della Santissima, infisso nella roccia al centro dell'anfiteatro del Gorgazzo. Hanno una capacità di 1800 dati, ma si possono montare *datalogger* da 7900 o da 16000 dati con autonomia di oltre un anno. Gli intervalli di misura sono programmabili da pochi secondi a molte ore. Funzionano ormai da tre anni, durante i quali sono stati aperti e svuotati dei dati mediamente ogni 4 mesi e sono stati soggetti a due sole revisioni, durante le quali si è effettuato il cambio delle pile e una manutenzione "ordinaria".

Necessitano solamente di un'attenzione: bisogna evitare che i materiali trasportati dalla corrente si impiglino sull'asta o sul galleggiante e quindi impediscano la corretta lettura del livello idrometrico.



Foto 1 - Il misuratore di livello sul Rio Mulinetto.



Foto 2 - Il misuratore di livello.



Foto 3 - Operazioni di posizionamento della sonda a Trebiciano.

Misuratore ipogeo

Oltre allo strumento per il livello centimetrico dell'acqua scorrente in superficie, è stato costruito uno strumento in grado di leggere variazioni di entità metrica e misurare il livello dell'acqua registrando il peso della colonna d'acqua sovrastante.

Il contenitore ha le stesse caratteristiche del precedente (è in verità leggermente più lungo: 180 mm), anche se internamente è montato in maniera diversa e diverso è il principio di funzionamento in quanto invece che una rotazione angolare legge un peso (figura 1 e foto 2).

Il cilindro infatti, incorpora un sensore di pressione a *strain-gauge* di alta qualità, un amplificatore parametrico Cmos ed un *datalogger* per la registrazione dei dati dello stesso tipo dello strumento a leva, del quale ha per il resto le stesse caratteristiche operative. Anche questo strumento può montare *datalogger* da 1800, 7900, 16.000 dati e può essere adattato a leggere diversi livelli d'acqua divenendo operativo in colonne d'acqua di 10, 20, 30, 80 metri di altezza. La precisione di lettura naturalmente cambia: si passa da risoluzioni di 4 cm a risoluzioni di 30 cm, peraltro più che accettabili vista le ampiezze degli intervalli considerati. Lo strumento viene sistemato in loco, saldato alla parete o legato ad un cavo d'acciaio di lunghezza variabile (a sua volta saldato alla roccia in un punto raggiungibile dagli speleologi) che ne consente il posizionamento ed il recupero senza dover effettuare immersioni.

Questo tipo di strumento è stato impiegato per i rilievi dell'altezza del battente d'acqua in svariate cavità e corsi d'acqua. I prototipi sono stati posizionati nella Caverna Lindner a Trebiciano nel luglio del 1994; nel tempo sono state realizzate diverse versioni sempre più capaci e sicure. A tutt'oggi gli strumenti di questo tipo in funzione sono una decina. Essi sono posizionati nel greto del T. Cosa per misurarne le piene, nelle grotte di San Canziano, Trebiciano, Pozzo dei Colombi, Abisso Massimo per misurare il regime del Timavo, nel Lago di Doberdò e nel Gorgazzo per misurare le escursioni della falda, nella Grotta di Baredine (Croazia) e in un pozzo allagato del M. Corchia per misurare l'andamento della falda ipogea.

Conduttivimetro e termometro

Termometri e conduttivimetri adatti ad operare in cavità sono proposti dal mercato da parecchio tempo. Alcuni, come quelli prodotti dalla DAS di Roma (i cosiddetti "cignometri") sono abbastanza comunemente utilizzati dagli speleologi. Tuttavia in genere gli strumenti proposti o sono troppo cari e co-

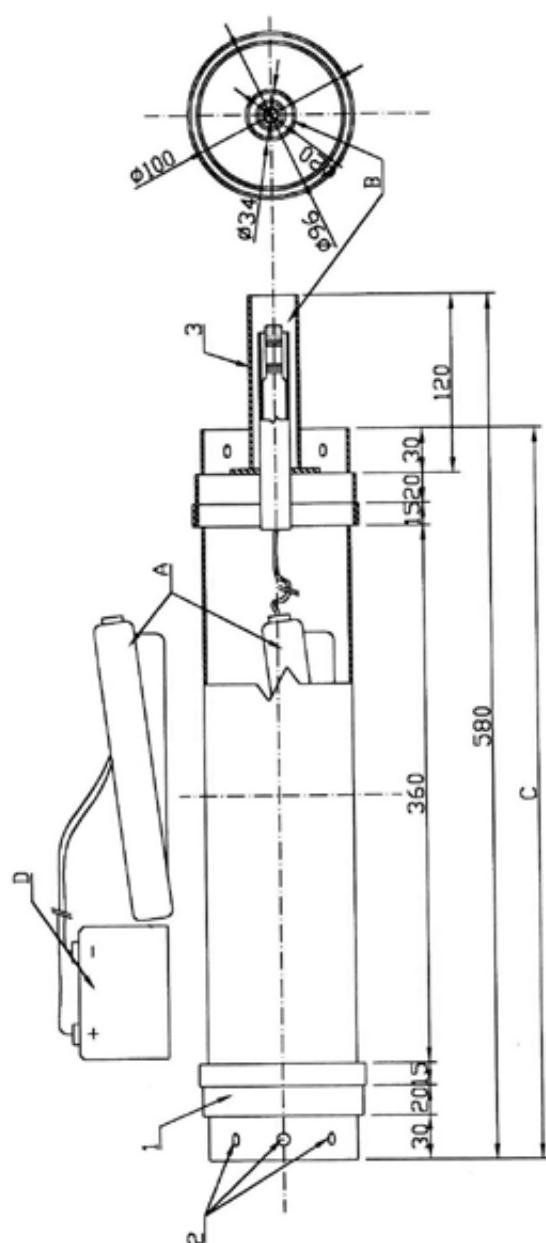


Fig. 2 - Conduttivimetro e termometro: A) strumento registratore, B) sonda, C) contenitore, D) batteria, 1) tappo, 2) anelli di fissaggio, 3) protezione per la sonda.

unque devono essere collegati all'esterno, o non sono in grado di operare con sicurezza nelle avverse condizioni speleologiche perché è difficile impermeabilizzare i contenitori e non sono dotati di sufficiente autonomia. Normalmente poi, proprio per ovviare ai problemi di alimentazione, acquisiscono i valori, specie quelli di conducibilità, in tempi troppo brevi per arrivare alla stabilizzazione e quindi a valori "assoluti", vicini a quelli acquisibili in laboratorio.

Per le ricerche avviate si erano dapprima utilizzati strumenti acquistabili sul mercato, progettando e costruendo un cilindro in *plexiglas* contenitore dal quale usciva il filo collegato alla sonda (nel nostro caso per inserirvi gli strumenti della DAS) impermeabile anche ad alte pressioni d'acqua (10 BAR), pressurizzabile e capace di contenere alimentatori più potenti. La sonda veniva posizionata in acqua e il contenitore saldato ad una parete in roccia in un punto facilmente raggiungibile (foto 3). Più recentemente è stato montato uno strumento di qualità per la misura della temperatura e della conducibilità dell'acqua, da immergere e lasciare sul posto, collegato all'asciutto con un cavo d'acciaio.

Lo strumento, di costruzione nazionale (HANNA Instruments), è stato adattato, collegandolo a speciali schede microelettroniche, ad un funzionamen-

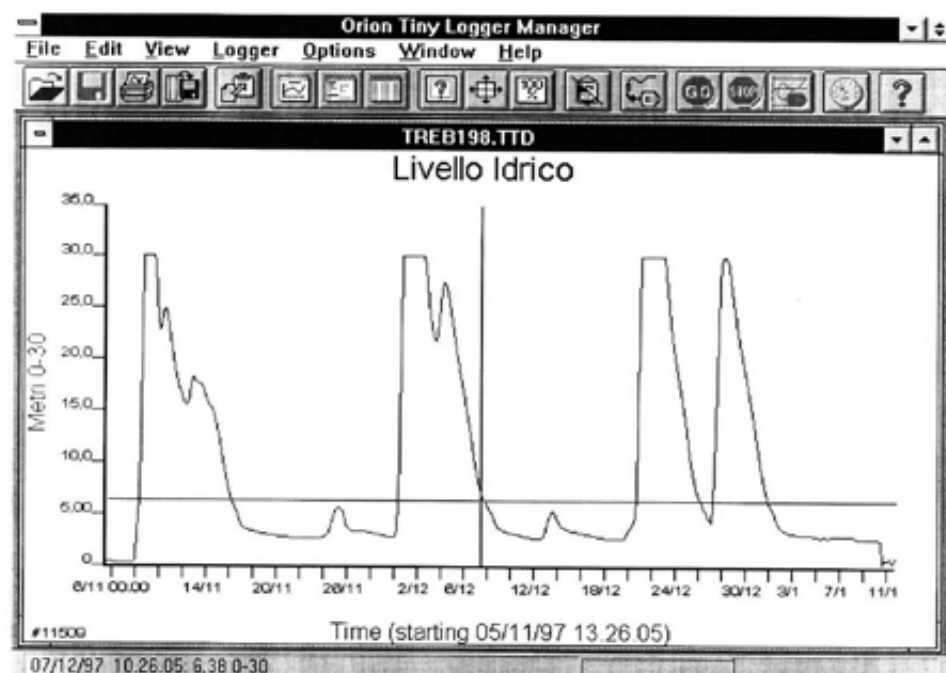


Fig. 3 - Variazioni di livello della falda a Trebiciano.

to autonomo programmabile per tempi lunghi ed è stato montato in un contenitore cilindrico in lega leggera costruito su misura.

Rileva la conducibilità con il sistema potenziometrico a quattro anelli in A.C. ed è in grado di compensare sia la temperatura sia l'eventuale deriva dovuta all'inevitabile deposito che va a ricoprire la sonda. E' dotato inoltre di autorange di misura ed è in grado di leggere ampie variazioni di conducibilità con ottima risoluzione. Questa capacità è stata imposta per poter registrare anche forti variazioni della qualità delle acque per inquinamenti da acidi o basi.

Rileva e registra 8.000 misure di conducibilità e temperatura, nonché ora e data di rilevamento.

L'alimentazione è fornita da una batteria alcalina in quanto lo strumento ha un relativamente notevole consumo di energia. Con la stessa batteria lo strumento può funzionare fino ad un anno, anche se per precauzione (i dati raccolti valgono più di una batteria da poche migliaia di lire!) viene sostituita ogni sei mesi.

Di conseguenza il contenitore è di notevoli dimensioni: la lunghezza fuori tutto è di 58 cm, il diametro è di 10 cm, il peso è 4,55 kg. E' in anticorodal anodizzato all'esterno e successivamente plastificato per ottenere la miglior protezione (figura 2 e foto 4).



Foto 4 - Operazioni di posizionamento al Gorgazzo.

Per eliminare ogni possibile infiltrazione è provvisto di un sistema di pressurizzazione fino a 10 kg/cm² che consente una immersione teorica di 100 metri. Ciò significa che il recupero dei dati deve avvenire in laboratorio, ove vi siano gli attrezzi (tenaglie, chiavi inglesi, ecc.) adatti all'apertura ed alla successiva chiusura pressurizzata.

Il prototipo è stato posizionato nell'Abisso di Trebiciano nel marzo 1997; a tutt'oggi sono operativi tre cilindri (figli delle prime esperienze), installati a San Canziano, a Trebiciano e nel Gorgazzo.

Osservazioni

Quelli qui descritti sono strumenti costruiti o adattati espressamente per la speleologia da speleologi: non esiste infatti sul mercato niente di simile acquistabile a costi accessibili e direttamente utilizzabile.

Come in tutte le ricerche, anche la strada intrapresa per la costruzione di queste apparentemente semplici apparecchiature è costellata di "cadaveri" di strumenti morti per annegamento o per svariate altre cause (corti circuiti, urti, strappo dalle sedi di fissaggio, ...).

L'esperienza ci ha insegnato che per uno strumento (elettronico e non) che deve restare immerso per molti mesi in cavità ed essere soggetto a prove severe, il minimo errore di costruzione o montaggio è quasi sempre catastrofico.

PAOLO CAPISANI

LA GROTTA DI PACIUCH

RIASSUNTO - In questa breve nota si riportano note storiche ed esplorative sulla Grotta di Paciuch nelle Valli del Natisone, nella quale recenti esplorazioni hanno portato lo sviluppo ad oltre 500 m.

ABSTRACT - In this short paper some considerations about the historical and explorative notes about the Paciuch Cave in the Natisone Valley (North-Eastern Italy). Due to new explorations, the total length of the Paciuch cave reaches 500 metres.

Cenni storici

Nelle alte Valli del Natisone il Circolo Speleologico Idrologico Friulano ha portato a termine l'esplorazione e il rilievo della Grotta di Paciuch^(*) nel comune di Drenchia. Questa grotta fu per la prima volta esplorata nel lontano 1914 da l'allora diciassettenne Ardito Desio, nume tutelare della geologia italiana e socio del Circolo stesso, che esplorò i primi 100 metri della grotta eseguendo un disegno particolareggiato. Nel corso dell'anno successivo tornò sul posto per effettuare degli scavi in alcune zone della grotta, dove rinvenne alcune ossa, del carbone e i frammenti di un vaso, tutte testimonianze della presenza dell'uomo in quest'area, secondo Desio, nel Neolitico inferiore. Dopo questa scoperta iniziale la grotta venne quasi dimenticata dai componenti del Circolo

^{*} Fr. 328/1113. Località Paciuch di Drenchia. CTR 1:5.000 Clodig (067043): Long. 13° 37' 56",0 Lat. 46° 10' 09",5. Quota ingresso: 520 m slm. Sviluppo complessivo: 529 m. Rilievo CSIF, Udine.

fino agli anni del secondo dopoguerra. Il caso ha voluto che l'esplorazione definitiva di questa grotta sia avvenuta in un momento molto particolare, visto che sia il prof. Desio che il Circolo Speleologico hanno compiuto un secolo di vita.

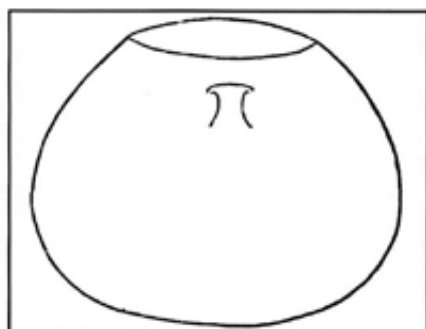
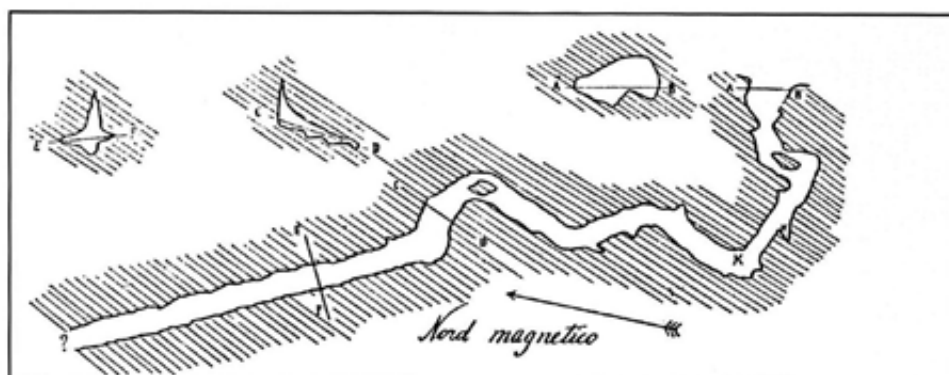
La grotta

La Grotta di Paciuch ha uno sviluppo planimetrico totale di 529 metri, e si presenta come una risorgiva permanente. Essa si colloca al terzo posto tra le cavità delle Valli del Natisone, dopo la grotta di San Giovanni d'Antro e la risorgiva di Star Cedat. La grotta si sviluppa quasi interamente lungo un ramo principale sul cui fondo scorre il torrente interno. L'acqua di questo torrente è presente per quasi tutta la lunghezza della grotta e occupa buona parte dello spazio disponibile. La cavità è nota anche con il nome di "Grotta del Cane" (per la leggenda - comune in tutte le aree carsiche - del cane che, entratovi ne sarebbe uscito dopo giorni a grande distanza) o di "Grotta di Bazint", nome dell'area in cui si apre la cavità stessa.

La grotta si trova sopra al primo affluente che da destra si incontra risalendo il Rio che confluisce nel Torrente Cosizza presso l'abitato di Paciuch. L'imboccatura si presenta come una finestra affacciata su una sorta di terrazzino



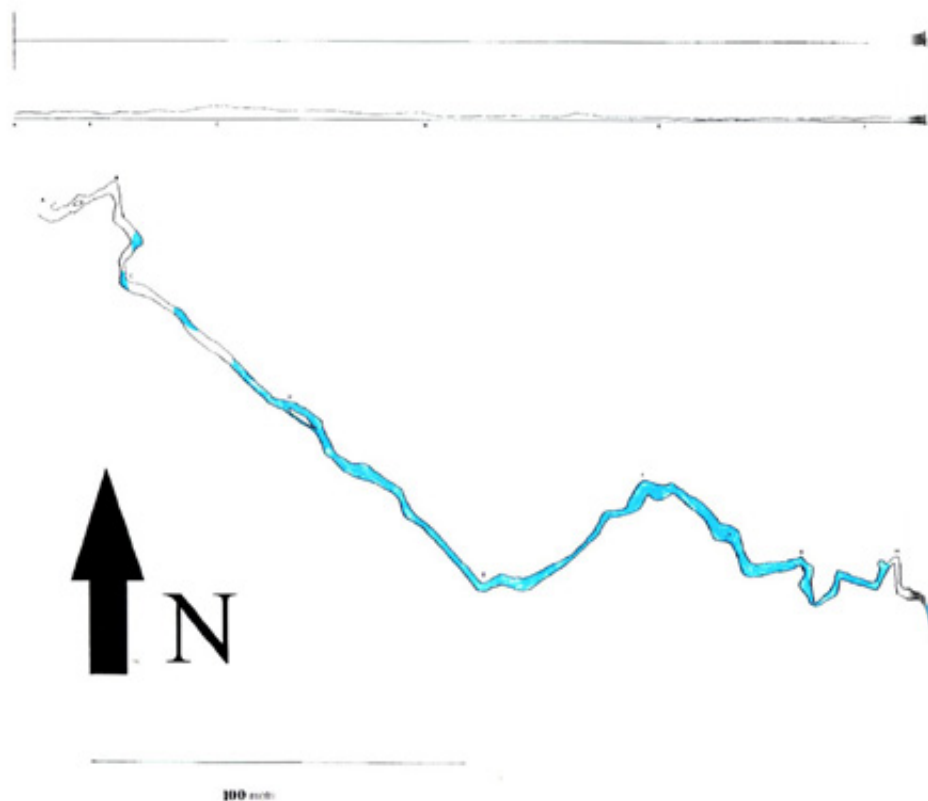
L'ingresso della cavità nel disegno realizzato da Ardito Desio.

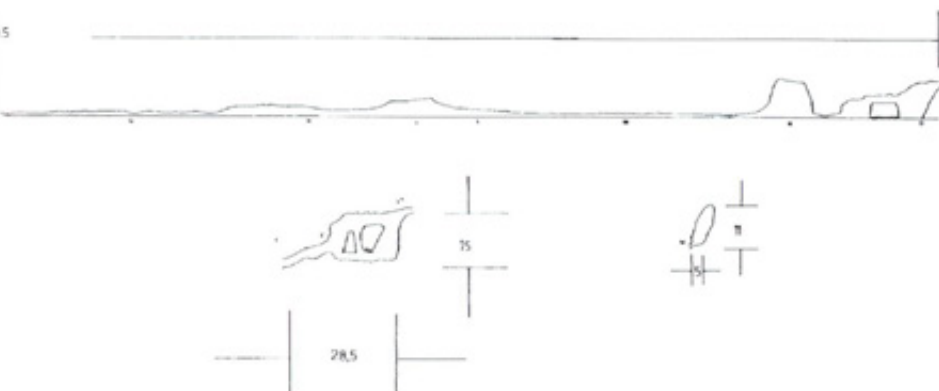


Il rilievo della Grotta di Paciuș publicato da Ardito Desio (scala della pianta 1:1.600, scala delle sezioni 1:800) ed il disegno del vaso preistorico rinvenuto nella grotta e le cui tracce si sono successivamente perse.

su una piccola parete rocciosa. All'inizio della grotta troviamo un meandro abbastanza ampio tale da permettere allo speleologo di procedere in posizione eretta e per i primi metri l'acqua è assente. Dopo alcune decine di metri si incontra il torrente e la volta della galleria si abbassa. Ora la grotta ha assunto l'aspetto che conserverà per quasi tutta la sua lunghezza: l'altezza media si aggira intorno ai 40 cm di cui la maggior parte occupata dall'acqua, e la larghezza varia da uno a tre metri. Si è quindi costretti a procedere strisciando nell'acqua e la progressione è ulteriormente ostacolata dalla presenza di gradini di concrezioni sul fondo. Nelle fasi iniziali dell'esplorazione è stato necessario aprirsi un varco con mazzetta e scalpello attraverso queste concrezioni. La grotta conserva questa tipologia per circa duecento metri, fino a quando la volta si alza e si giunge in un piccolo vano asciutto da dove la galleria prosegue per alcune decine di metri senza più seguire il torrente.

In questo breve tratto la grotta cambia morfologia, assumendo il tipico aspetto di un meandro fossile largo circa un metro e alto da due a quattro metri. Poco dopo aver nuovamente incontrato il torrente sulla sinistra si trova l'unica biforcazione della grotta. Da qui, risalendo una piccola venuta d'acqua, attraverso un piccolo meandro, si giunge in un'ampia sala. Questo ambiente, il cui fondo è interamente occupato da un laghetto profondo circa un metro, è il più





c.s.i.f.

Circolo speleologico idrologico friulano
via S. O. de' Padri 1 - 33040 Udine

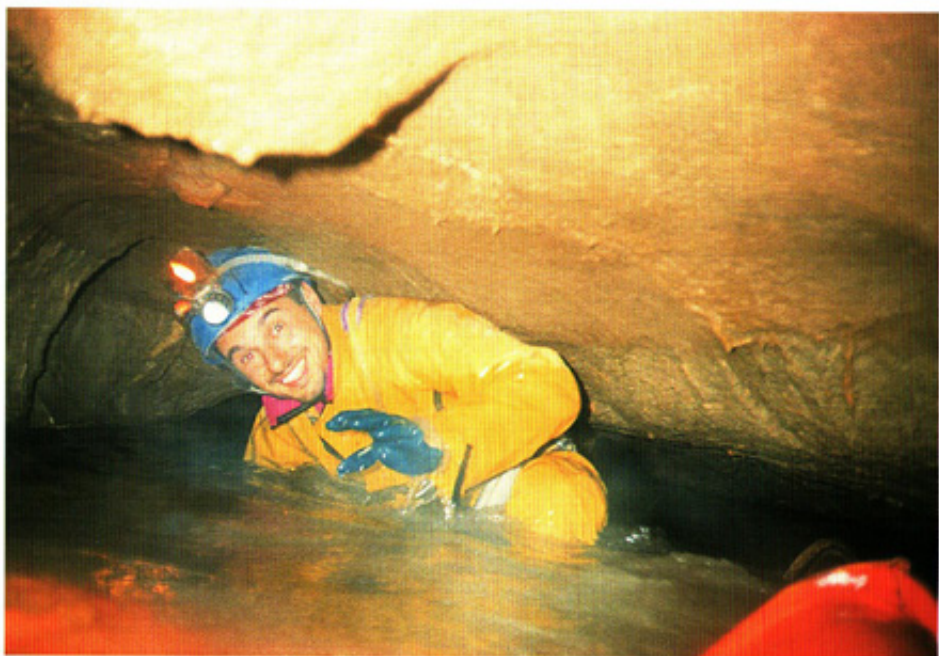
GROTTA DI PACIUCH (fr.328)

Località Paciuch (comune di Drenchia)

Data rilievo: 22/02/1997

Rilevatori: Caputo Paolo
Gardol Mario
Gos Fazio
Piva Marco

Scala: 1:200



Il passaggio di uno dei tratti allagati ed una delle salette interne.

ampio della grotta, misurando circa 4 metri per 8 per 10 di altezza, ed è caratterizzato da alcune colate di concrezioni molto spettacolari. Il punto da cui l'acqua affluisce in questo ambiente si trova in prossimità della volta sopra alla colata di concrezioni. Qui è stata tentata una risalita in un punto da cui fosse possibile verificare l'esistenza di una eventuale finestra accessibile. Dal punto in cui si è arrivati, non sembra che ci siano possibilità di prosecuzioni, senza peraltro poterlo escludere in assoluto, quindi questo rimane l'unico eventuale punto interrogativo della grotta.

Il ramo principale prosegue assumendo nuovamente l'aspetto caratteristico di una galleria larga e molto bassa. Ora si incontra la parte più difficoltosa della grotta dove si devono superare alcuni passaggi semisifonanti molto bassi, il più lungo dei quali misura ben 30 metri. In questo punto è indispensabile che ci si trovi in un momento di prolungata siccità. Successivamente si giunge in un punto in cui la volta si alza fino a circa tre metri e si vede uscire il torrente da un piccolo sifone. Questo può venire superato risalendo il meandro per circa tre metri e percorrendo quello che evidentemente era il vecchio ramo attivo. Siamo ora alla fine della grotta, infatti, dopo aver percorso pochi metri, ci si trova di fronte ad un piccolo salto di circa 4 metri, sul cui fondo un piccolo laghetto rappresenta il termine della grotta.

Note geologiche

Le Valli del Natisone sono costituite, in prevalenza, da depositi di tipo flyschoidi attribuiti al Paleocene (settore Pulfero-San Pietro-Stregna) o al Maastrichtiano (settore Drenchia-Matajur). Nel settore più occidentale (Matajur-Monte Mia) affiorano depositi prevalentemente carbonatici di età cretacicotriassica (TUNIS & VENTURINI, 1997).

La cavità si apre all'interno del "Flysch dello Judrio" attribuito al Maastrichtiano. Questa unità presenta una potenza di circa 400 m ed è costituita da un flysch arenaceo-marnoso-calcarenitico-calciruditico con strati di spessore da 3 a 15 cm. Ai livelli flyschoidi si intercalano bancani carbonatici di spessore piuttosto ridotto (da pochi centimetri ad alcuni metri): è all'interno di uno di questi che si sviluppa la Grotta di Paciuch.

Bibliografia

- DESIO A., 1920 - La Grotta di Paciuch (Stazione neolitica nelle Prealpi Giulie). *Mondo Sotterraneo*, 15-16 (1919-1920): 25-30, Udine 1920.
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1997 - La Geologia delle Valli del Natisone. In: G. MUSCIO (a cura di) - Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie-Friuli). *Mem. Ist. It. Spel.*, s.II, v. IX: 35-48, Udine 1997.

GRAZIANO CANCIAN, GIANNI BENEDETTI, MAURO KRAUS
(Federazione Speleologica Regionale del Friuli Venezia Giulia)

FENOMENI DI SOLFATIZZAZIONE E CAOLINIZZAZIONE NEI SUOLI DI DUE ABISSI DEL MONTE CANIN (ALPI GIULIE)

RIASSUNTO - Tramite la diffrazione a raggi X ed osservazioni al microscopio sono stati analizzati 6 campioni di sedimenti pelitici e sabbiosi di due cavità naturali del M. Canin (Grotta Dobra Picka ed Abisso Procopio). Si è visto così che i minerali più abbondanti sono rappresentati da fillosilicati e calcite, seguiti dal quarzo. Di particolare interesse è stato però il ritrovamento di alte quantità di caolinite in un campione (39%) ed il riconoscimento di alcuni solfati (gesso e tracce di idrobasalumite) che finora non erano noti nelle grotte di questa zona. I minerali pesanti, separati col bromoformio, sono rappresentati quasi totalmente da idrossidi ed ossidi di ferro (goethite e lepidocrocite con piccole quantità di ematite). Diversi di questi granuli hanno però un habitus cubico, il che ha fatto supporre un fenomeno di pseudomorfosi. Ulteriori analisi diffrattometriche hanno portato in effetti al riconoscimento della pirite in via di limonizzazione.

Si deve concludere perciò che l'anomala quantità di caolinite e la presenza di solfati nel suolo dipendono dall'ossidazione della pirite, dalla formazione di acido solforico e dalle successive reazioni chimiche con la calcite e con i minerali delle argille. Questi fenomeni costituiscono inoltre la prova di un "ipercarsismo" locale, la cui diffusione ed entità dovranno essere ulteriormente verificate.

Parole chiave: Monte Canin, Grotta Dobra Picka, Abisso Procopio, suoli, sabbie, argille, mineralogia, caolinite, pirite, gesso, solfatizzazione, caolinizzazione, ipercarsismo.

ABSTRACT - Through X-ray diffraction and observations at microscope we have analysed 6 samples of muds and sands from two natural cavities of Mount Canin (Dobra Picka cave and Procopio abyss). We have seen that the most abundant minerals are phyllosilicates and calcite, followed by quartz. Particularly interesting is however the evidence of high amounts of kaolinite in one sample (39%) and the identification of some sulphates (gypsum and traces of hydrobasalumite) that are new for the caves of

this zone. Iron hydroxides and oxides (goethite and lepidocrocite with little amounts of hematite) represent almost totally the heavy minerals, separated with bromoform. We have seen yet that several granules have a cubic habitus therefore we have made the hypothesis of a pseudo-morphosis phenomenon. Further diffractometric analyses have permitted in fact to identify the pyrite partially limonitized.

We conclude therefore that the anomalous amount of kaolinite and the presence of sulphates in the soil depend to the pyrite oxidation, sulphuric acid formation, and following chemical reactions with calcite and clay minerals. These features are moreover the evidence of a local "iper-karstic" phenomenon, which diffusion and importance may be later on verified.

Key words: Mount Canin, Dobra Picka cave, Procopio abyss, soils, sands, clays, mineralogy, kaolinite, pyrite, gypsum, sulphatization, kaolinization, iper-karstic phenomena.

1. Introduzione

Questa ricerca s'inserisce nell'ambito del "Progetto Clay" che si propone lo studio mineralogico dei suoli argillosi delle grotte che si aprono nella Regione Friuli-Venezia Giulia. Lo scopo finale è quello di ottenere maggiori informazioni sui modi e sui tempi di svolgimento dei processi carsici sotterranei.

Al momento le conoscenze nella zona del M. Canin (Alpi Giulie) sono ancora scarse e si limitano ad uno studio di CANCIAN et al. (1996) che confronta tre campioni esterni con tre di grotta. Tuttavia già in questa fase sono emersi alcuni aspetti che meritano un approfondimento: ad esempio procedendo dalle zone carsiche di bassa quota della nostra Regione (Carso Triestino) verso i carsi delle zone alpine, il rapporto clorite/kaolinite aumenta gradualmente (CANCIAN, 1993; 1996; CANCIAN & PRINCIVALLE, 1997). Questo parametro però sembra trovare un'eccezione proprio nel massiccio carbonatico del M. Canin.

In questo secondo momento di ricerche sono state prese in esame altre due cavità di un certo interesse: la Grotta "Dobra Picka" e l'Abisso Stefano Procopio, entrambe non ancora inserite nel Catasto Grotte della Regione, in quanto tuttora in corso di esplorazione.

Esse si sviluppano all'interno del vasto sistema calcareo che dai prati denominati Foran del Muss si estende verso Nord, delimitato ad Ovest dal Col Sclaf, a Nord dalla Val Raccolana e ad Est dalla Valle dei Camosci. Tale zona è caratterizzata dalla presenza di un notevole sistema ipogeo, chiamato per l'appunto "Complesso del Foran del Muss" (esplorato al 31 dicembre 1997 per circa 14 chilometri di sviluppo planimetrico, con 811 metri di profondità e con ben 22 ingressi), nonché da numerose altre grotte attualmente a sé stanti, ma

che per morfologie e correnti d'aria entreranno sicuramente a far parte del sistema maggiore.

Grotta "Dobra Picka"

La cavità è stata scoperta nel 1995 e le esplorazioni sono state finora condotte da singole persone di vari gruppi regionali (CAT, GGTV, GSMADF, GSS, GTS ed altri).

L'ingresso della grotta, situato a 1836 metri s.l.m., si trova sulle pareti orientali delle alture del Foran del Muss, che delimitano ad Ovest la Valle dei Camosci. L'ingresso strettissimo conduce ad una serie di piccole gallerie che con un P. 20 raggiungono una zona interessata da enormi depositi di ghiaccio. Una serie di scivoli porta ad un P. 100 di notevoli dimensioni, alla cui base si sviluppa un'enorme sala; un ulteriore P. 30 conduce poi alle gallerie che costituiscono la peculiarità della grotta. Si tratta infatti di enormi condotte, sfondate in più punti, che sono interessate da notevoli riempimenti e che in alcuni punti presentano eccentriche di notevoli dimensioni. Queste gallerie si sviluppano per 800 metri circa in direzione N-O fino ad un punto nevralgico dove avviene la congiunzione con ben tre altre cavità: l'Abisso Comici, l'Abisso Mornici e l'Abisso Kropka Picc. Tornando all'inizio delle gallerie, si scende per un meandro dalle dimensioni spettacolari che con aria e molta acqua sta dirigendosi decisamente verso il Fontanon di Goriuda, principale risorgiva del versante italiano del Monte Canin.

Abisso Stefano Procopio

Il grosso delle esplorazioni (1983-1991) è stato condotto dal Gruppo Grotte Treviso e dal Gruppo Speleologico Padovano CAI. Recentemente sono state riprese le indagini in alcuni punti mirati ad opera del Gruppo Grotte Treviso, del Club Alpinistico Triestino e del Gruppo Triestino Speleologi.

L'ingresso della grotta, per il momento ancora scollegata dal resto del sistema che interessa l'area, si apre nel settore nord-ovest delle banconate che

Camp.	Provenienza	Quota	Descrizione
D.P. 1	Grotta Dobra Picka Grandi condotte	1580	Sabbiolina argillosa di colore marrone
D.P. 2	Grotta Dobra Picka Grandi condotte.	1590	Limo argilloso di colore marrone
D.P. 3	Grotta Dobra Picka Galleria ingresso	1830	Argilla di colore grigio chiaro
D.P. 4	Grotta Dobra Picka Grandi condotte	1590	Limo di colore marrone
A.P. 1	Abisso Procopio Fine condotte	1805	Limo sabbioso di colore marrone chiaro
A.P. 2	Abisso Procopio Meandro Experience	1770	Sabbia fine, limosa, di colore marrone

Tab. 1 - Provenienza, quota di raccolta e descrizione dei campioni analizzati.



Fig. 1 - Ingresso della Grotta denominata "Dobra Picka". (Foto: D. Perhinek).

Fig. 2 - La "galleria principale" dell'Abisso Stefano Procopio. (Foto: D. Perhinek).



dalla cresta del Foran del Muss degradano verso la Val Raccolana, alla quota di circa 1900 metri s.l.m. Un'ampia ed evidente frattura N-S, caratterizzata dalla fuoriuscita di una notevole quantità d'aria (ingresso basso del sistema?), conduce mediante alcuni modesti saltini su di un P. 60 molto ampio e modellato dall'acqua. Alla sua base altri saltini portano ad un articolato sistema di condotte di ampie dimensioni e riccamente concrezionate che, dirigendosi verso Est, terminano in una frana molto vicina alla cavità del Complesso del Foran del Muss. Altre diramazioni di minor interesse portano la grotta ad uno sviluppo planimetrico di 2100 metri per una profondità di 225.

In totale sono stati raccolti quattro campioni di suolo nella Grotta "Dobra Picka" e due nell'Abisso Procopio, come appare in tab. 1. Le campionature sono state effettuate da soci del Club Alpinistico Triestino e del Gruppo Triestino Speleologi. Successivamente le analisi sono state effettuate tramite le tecniche della diffrattometria a raggi X nel Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Trieste ed osservazioni al microscopio binoculare.

2. Analisi mineralogiche del "totale"

Le analisi mineralogiche sono state effettuate innanzi tutto tramite diffrattometria su campioni "tal quale" e le percentuali riportate in tab. 2 sono state ricavate secondo i suggerimenti di LAVIANO (1987). Si è constatata così l'abbondante presenza di calcite, spesso in quantità molto elevate, anzi i campioni dell'abisso Procopio possono essere classificati come dei veri e propri limi calcarei. Sono presenti inoltre minerali argillosi (fillosilicati) e quarzo.

I feldspati infine sono assenti, o presenti in tracce, e raggiungono una percentuale del 2% solo in un campione dell'abisso Procopio, dove sono costituiti da Na-plagioclasti.

Di particolare interesse è stato poi il riconoscimento di piccole quantità di

Camp.	Min. arg. %	Quarzo %	Feldspati %	Calcite %	Dolomite %	Altro
D.P. 1	41	11	0	48	0	GO
D.P. 2	81	9	0	10	tracce	
D.P. 3	75	tracce	0	23	2	Slc
D.P. 4	87	9	tracce	4	0	
A.P. 1	24	8	tracce	68	tracce	Slc
A.P. 2	33	3	2	62	0	GY, HY

Tab. 2 - Analisi mineralogica del "totale". GO: goethite, HY: idrobassalume, GY: gesso, Slc: silice colloidale. Questi minerali sono presenti in quantità inferiori al 10%.

gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e di tracce di idrobasalumite [$\text{Al}_4\text{SO}_4(\text{OH})_{10} \cdot 36\text{H}_2\text{O}$], in quanto sono entrambi dei solfati segnalati per la prima volta nel massiccio del Monte Canin. La loro origine ed il loro significato sullo sviluppo del carsismo saranno approfonditi nei capitoli successivi.

Infine la silice colloidale nel campione D.P. 3 è messa in evidenza da un basso e largo riflesso tra 20° e 25° (2 theta). Da notare inoltre che quando il campione viene immerso in acqua, nella superficie si forma un sottile film di sostanza trasparente, imputabile con tutta probabilità proprio a sostanze colloidali. Nel campione A.P. 1 invece la silice colloidale forma un evidente riflesso a $4.05 \text{ \AA}$ seguiti da pochi altri di bassa intensità, come riportato dal cartellino JCPDS 38-448 relativo all'opale ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Sembra perciò che in questo secondo caso l'idrogel naturale di silice sia leggermente "invecchiato" e quindi parzialmente ordinato.

La presenza di silice amorfa dentro queste due grotte è dovuta con tutta probabilità ad un pH prima basico che ha favorito la soluzione e poi ad un suo rapido abbassamento verso valori acidi che hanno causato la deposizione. Questi fenomeni saranno confermati più avanti con la descrizione delle altre caratteristiche dei sedimenti.

3. Analisi mineralogiche dei minerali argillosi

La composizione delle argille di grotta del Monte Canin è un argomento poco conosciuto. Per il momento l'unico studio disponibile dimostra che in profondità l'illite è il fillosilicato più abbondante (58% - 66%), seguito dalla clorite (19% - 26%) e poi da caolinite e smectite (CANCIAN et al., 1996).

Nel nostro caso, i campioni dell'abisso Procopio sono abbastanza simili a quanto trovato in precedenza, però quelli della Dobra Picka sono completamente diversi. Ad esempio nel campione D.P. 3 la caolinite si trova addirittura al

Camp.	Illite/Musc.%	Clorite%	Caolinite%	Smectite%	Ill./Smec.%	Ill./Clor.%
D.P. 1	24	13	9	45	7	2
D.P. 2	40	12	11	28	4	5
D.P. 3	10	18	39	23	0	10
D.P. 4	29	14	16	40	0	0
A.P. 1	54	14	14	11	7	0
A.P. 2	58	14	9	8	7	5

Tab. 3 - Analisi mineralogica dei fillosilicati. Da notare le alte percentuali di caolinite nel campione D.P. 3 e di smectite nel D.P. 4.

primo posto con il 39%, seguita dalla smectite (23%), mentre l'illite è il fillosilicato più scarso. Nel campione D.P. 4 invece il primo posto è conquistato dalla smectite con il 40%. Le analisi sono state eseguite tramite diffrattometria a raggi X di preparati orientati su vetrini, prima allo stato naturale e poi dopo glicolazione e riscaldamento. Le stime percentuali sono state effettuate tenendo conto delle aree dei riflessi principali, corrette con opportuni coefficienti, secondo i concetti esposti da BISCAYE (1965).

Illite/Muscovite

Generalmente si tratta di un minerale diottaedrico, alluminifero, politipo 2M. Il rapporto (002)/(001) infatti è variabile da 0,5 a 1,3 in dipendenza della bassa quantità di Fe e Mg in posizione ottaedrica (DUNOYER DE SEGONZAC, 1970). Il riflesso (060) inoltre cade a 1.503 Å, indicativo perciò di 2M₂ Hydromuscovite o di Muscovite (THOREZ, 1976). Infine il grado di cristallinità, dedotto dalla larghezza del riflesso (001) a metà altezza, è medio e varia da 3.5 a 5 mm.

La caratterizzazione dell'illite/muscovite viene meglio evidenziata nel diagramma di Esquevin e Dunoyer De Segonzac (fig. 3).

L'illite del campione D.P.1 sembra inversamente correlata con la smectite, mentre quella del campione D.P.3 sembra inversamente correlata anche con la caolinite. In entrambi i casi si tratta di "open illite", indicativa di uno stato di alterazione di questo fillosilicato, più evidente nel campione D.P.3.

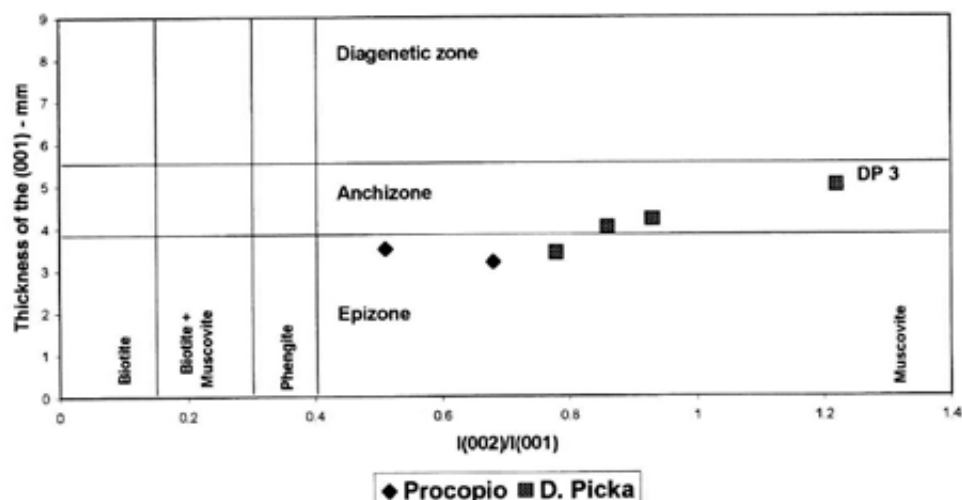


Fig. 3 - Caratteristiche cristallografiche dell'illite/muscovite riportate nel diagramma di Esquevin e di Dunoyer De Segonzac.

Clorite

Nell'abisso Procopio è male cristallizzata, infatti il riflesso attorno a 14 Å collassa col riscaldamento a 500 °C per 1 ora, fatto tipico delle "soil chlorites".

Nella Grotta "Dobra Picka" invece il grado di cristallinità si può ritenere buono perché col riscaldamento a 500°C il riflesso a 14 Å permane, pur senza aumentare di intensità, e si sposta verso 13.8 Å. Si ha invece un collasso solo nel campione D.P. 3 che, come si è visto, è caratterizzato da un anomalo aumento della caolinite e da una certa scarsità di illite.

In base all'indice $[I(002)+I(004)]/I(003)$, compreso tra 3.5 e 6.5, si possono stimare da 1 a 3 atomi di Fe nei sei siti ottaedrici (BROWN, 1961), inoltre secondo la tabella di Post & Plummer, riportata in THOREZ (1976), la composizione di queste cloriti sembra compresa tra la ripidolite e la sheridanite.

Caolinite

L'aspetto più interessante della caolinite è rappresentato dall'alta concentrazione trovata nel campione D.P.3 che con il 39% ne fa il primo fillosilicato in ordine di abbondanza. In questo caso si tratta di caolinite di tipo "comune", con un grado di cristallinità medio, come dedotto dalla separazione non proprio perfetta di alcuni doppietti tipici (BRINDLEY, 1961).

Normalmente la distinzione tra caolinite e clorite è basata sulla separazione dei rispettivi riflessi a 3.57 Å e 3.54 Å. Qui però il riflesso per entrambi i minerali si trova a 3.56 Å, perciò il riconoscimento si è dovuto basare anche su altri elementi, come il riscaldamento a 550° per vari periodi di tempo (30 min., 1 ora, 2 ore). La presenza abbondante della caolinite nel campione D.P. 3 è stata confermata inoltre dal riflesso (060) a 1.489 Å di forte intensità.

Smectite

Anche questo fillosilicato assume una certa importanza nella Grotta "Dobra Picka" infatti la sua percentuale è compresa tra il 23% ed il 45%. Forma inoltre interstratificati con illite e clorite. La maggiore quantità si trova nel campione D.P.1, a scapito soprattutto dell'illite. Al contrario, nell'abisso Procopio le percentuali non superano il 10%.

Il riflesso (001) si trova generalmente tra 15 Å e 15.5 Å, mentre lo (060) cade attorno a 1.500 Å - 1.503 Å, perciò è molto probabile che si tratti della varietà montmorillonite. Inoltre tutti gli altri riflessi sono abbastanza simili a quelli della "montmorillonite 15 Å" JCPDS 13-135, che è una montmorillonite idrata con Ca^{++} come catione di scambio.

Il grado di cristallinità, dedotto dal rapporto V/p sul glicolato, è compreso tra il medio ed il buono.

Interstratificati

I più comuni sono i termini illite/smectite e clorite/smectite. Generalmente sono presenti in basse quantità e sono irregolari.

Nei campioni D.P.1 e A.P.2 sono presenti anche quantità più modeste di interstratificati illite/clorite, caratterizzati soprattutto da un riflesso attorno a 12 Å che non varia in seguito a glicolazione e riscaldamento.

Secondo queste analisi si è visto poi che nei due abissi vi è un ottimo rapporto tra illite e smectite, che non viene osservato soltanto dal campione D.P. 3 la cui composizione presenta effettivamente qualche anomalia, come si è già detto. Il fatto viene meglio evidenziato in fig. 4.

4. Analisi mineralogiche dei minerali pesanti ed osservazioni al microscopio binoculare

a) Prima fase: studio del campione D.P. 1

Poiché il campione D.P. 1 è costituito in buona parte da sabbia, questa frazione è stata prima separata dal totale mediante setacciatura, poi è stata trattata con HCl per eliminare i carbonati. Successivamente i "minerali pesanti" sono stati isolati dal resto tramite il bromoformio (peso specifico: 2.86). e si è

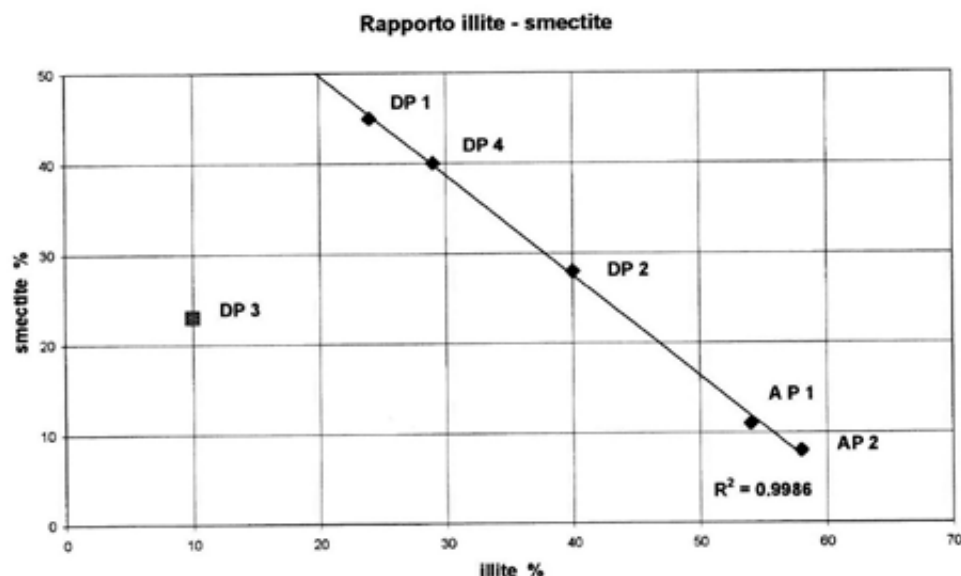


Fig. 4 - Relazione molto significativa tra illite e smectite, che non riguarda però il campione D.P. 3.

visto che sono piuttosto abbondanti, infatti rappresentano circa 1/5 della sabbia priva di carbonati.

Sono seguite poi ulteriori analisi diffrattometriche, integrate da osservazioni al microscopio.

Innanzitutto si è constatato che i “minerali leggeri”, che galleggiavano sul bromoformio sono formati in netta prevalenza da quarzo e da selce, con uno scarso grado di arrotondamento, nonché da granuli di fillosilicati che si sono aggregati tra loro. I “minerali pesanti” sono costituiti invece da abbondante goethite (FeOOH , fase alfa), seguita da lepidocrocite (FeOOH , fase gamma) ed ematite (Fe_2O_3). In definitiva si può affermare che il ferro è il principale elemento di questi minerali.

Dal punto di vista statistico i granuli nettamente più frequenti sono costituiti sempre da quest'associazione mineralogica, che tutto sommato si può definire “limonite”. Le loro dimensioni sono comprese tra 0,1 e 0,8 mm ed hanno un colore variabile dall'ocra al grigio scuro, con habitus arrotondato o irregolare mentre la superficie può essere liscia o scabrosa; sono presenti anche granuli di habitus cubico.

Seconda fase: studio del campione D.P. 3

Lo studio del campione precedente ha fatto immediatamente pensare che i cristalli di habitus cubico potrebbero essere costituiti da pirite limonitizzata, quindi dovrebbe trattarsi di un fenomeno di pseudomorfosi. Ciò è fortemente attendibile, ma mancava una prova certa.

Per questo motivo le indagini sono state estese al campione D.P.3 che presenta una composizione alquanto anomala dei fillosilicati. Si tratta di un materiale prevalentemente argilloso, di colore complessivo grigio-leggermente verdastro, con diversi granuli di 2-3 mm, spesso appiattiti e formati dallo stesso materiale.

Minerali pesanti	Quantità
Goethite	Molto abbondante
Lepidocrocite	Abbondante
Ematite	Discreta
Magnetite	Scarsa
Anatasio	Scarsa
Ramsdellite	Scarsa
Tormalina	Molto scarsa
Orneblenda	Molto scarsa
Muscovite	Scarsa
Flogopite	Molto scarsa
Clorite	Scarsa

Tab. 4 - Minerali pesanti (peso specifico > 2.86) identificati nella sabbia del campione D.P.1.

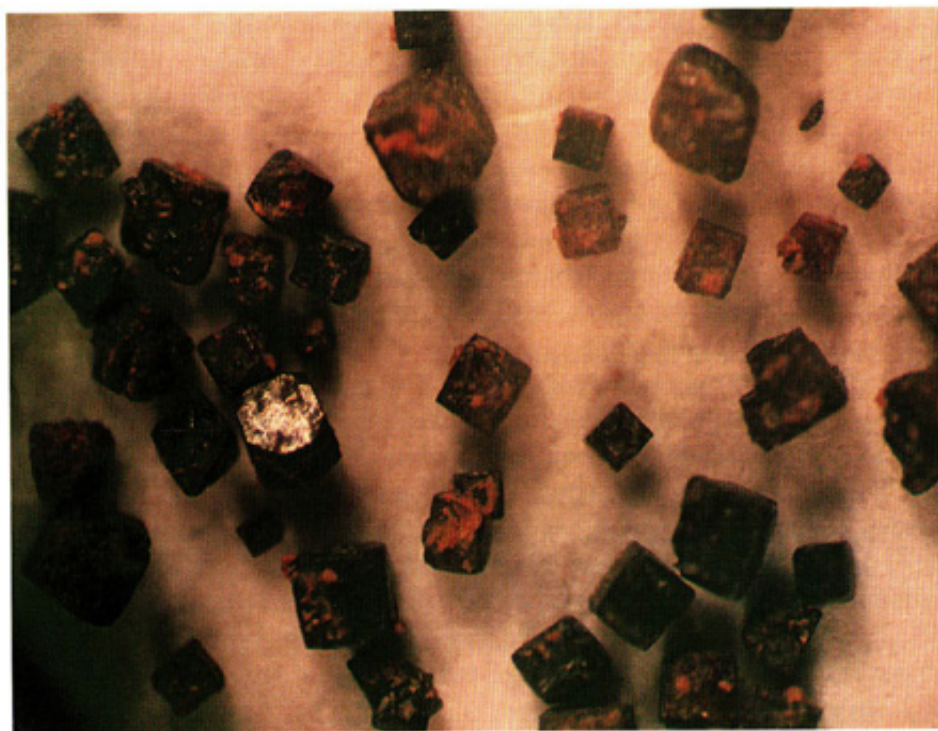


Fig. 5 - Granuli di habitus cubico nelle sabbie del campione D.P.1. Sono costituiti da un'associazione di goethite, lepidocrocite ed ematite.

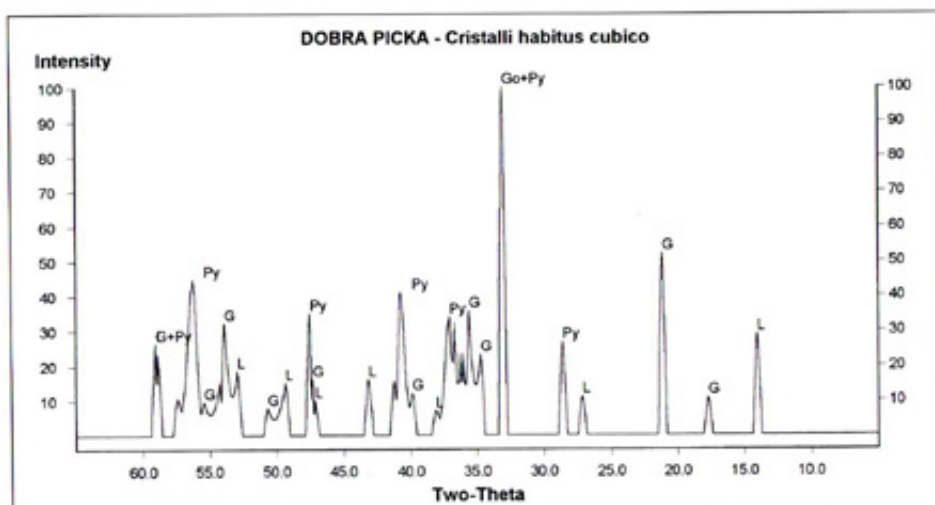


Fig. 6 - Diffattogramma a raggi X dei cristalli di habitus cubico di pirite limonitizzata (camp. D.P.3). Py: pirite, L: lepidocrocite, G: goethite.

Questi granuli, osservati al microscopio, hanno rivelato sulla loro superficie la presenza di altri cristalli cubici, dalle dimensioni massime di 100 µm, di colore grigio scuro, talvolta con qualche riflesso metallico di colore giallo-ottone. A questo punto, tramite il bromoformio è seguita una seconda separazione dei “minerali pesanti” che sono stati nuovamente studiati tramite diffrattometria a scansione lenta: da 4° a 80° (2 theta) e vel.: 1°/min.

Finalmente è emersa in maniera inequivocabile la presenza di abbondante pirite associata a goethite e lepidocrocite. Si è avuta perciò la prova che effettivamente si tratta del fenomeno supposto di pseudomorfosi e più precisamente di limonitizzazione della pirite.

Proseguendo ulteriormente nelle analisi, per i minerali più abbondanti sono stati calcolati anche i parametri di cella tramite il programma computerizzato XLAT. I dati ottenuti indicano che la pirite del campione D.P. 3 ha un lato di cella abbastanza vicino alla pirite di riferimento JCPDS 6 - 710. Lievi differenze possono essere dovute a tracce di impurità.

Vale la pena tuttavia di ricordare che ulteriori analisi chimiche sull'intero campione D.P.3, volte alla ricerca di altri elementi metallici in tracce, hanno dato il seguente risultato: rame 7 ppm, zinco 130 ppm, piombo 18 ppm. Queste ultime analisi sono state effettuate dal Servizio Chimico Ambientale dell'A.S.S. n° 2 - Isontina.

5. Discussione e conclusioni

Tutti i dati raccolti indicano che la particolare paragenesi dei minerali trovati nei due abissi è – in buona parte - legata alla pirite. Infatti, questo minerale, che è un solfuro di ferro (FeS_2), quando viene a contatto con le acque di percolazione si ossida e forma acido solforico (H_2SO_4) e solfati di ferro (CAVINATO, 1964).

	a	b	c
Pirite DP 3	5.434 (.001)		
Pirite JCPD	5.417		
Goethite DP3	4.606 (.004)	9.957 (.012)	3.028 (.001)
Goethite JCPDS	4.608	9.956	3.021
Lepidocrocite DP3	3.890 (.002)	12.600 (.015)	3.06 (.001)
Lepidocrocite JCPDS	3.88	12.54	3.07

Tab. 5 - Parametri di cella della pirite, goethite e lepidocrocite della Grotta Dobra Picka confrontati con quelli riportati da JCPDS.

Da questo momento in poi iniziano altre reazioni chimiche. Ad esempio quando l'acido solforico viene a contatto col calcare della grotta dà origine al gesso, ed infatti questo minerale è stato trovato. Nel suolo argilloso invece avviene il fenomeno della caolinizzazione, e proprio nel campione D.P.3 la caolinite raggiunge l'inconsueta percentuale del 39%. Ricordiamo a questo proposito che secondo MURRAY (1988) la caolinite può derivare dall'alterazione dei feldspati, della muscovite ed anche da altri minerali alluminiferi quando intervengano intense condizioni di alterazione.

E' necessario inoltre che tutto il potassio debba essere allontanato in soluzione. In effetti nel campione D.P. 3, straordinariamente ricco di caolinite, non vi è traccia di feldspati ed anche l'illite/muscovite è molto scarsa e nei tracciati diffrattometrici mostra i riflessi tipici di un minerale alterato (open illite) con perdita di potassio.

Anche le tracce di idrobasalumite, riconosciute nel campione A.P. 1, con tutta probabilità sono dovute all'azione dell'acido solforico sui silicati alluminiferi del suolo. Basti ricordare che questo minerale è un solfato idrato di alluminio: $\text{Al}_4\text{SO}_4(\text{OH})_{10} \cdot 36\text{H}_2\text{O}$.

Infine, dall'idrolisi dei solfati di ferro si forma la limonite, che è una associazione di colloidali e di ossidi ed idrossidi di ferro, con prevalenza di goethite e lepidocrocite, ed anche questi minerali sono stati trovati con una certa abbondanza. In seguito a tutte queste evidenze si può affermare con una sicurezza che i cristalli di habitus cubico che si vedono nelle sabbie della Grotta "Dobra Picka" sono costituiti da pirite in avanzata fase di limonitizzazione.

Questi aspetti mineralogici hanno una grande importanza per una migliore comprensione dello sviluppo del carsismo sotterraneo, infatti la presenza di acido solforico nelle acque di percolazione produce degli effetti più o meno intensi di "ipercarsismo", secondo i concetti espressi da CIGNA (1978). Nel nostro caso si potrebbe ipotizzare, ad esempio, che le eccezionali dimensioni delle grandi condotte della Grotta "Dobra Picka" possano essere conseguenza di una dissoluzione carsica più intensa, "coadiuvata", in qualche misura, dall'ipercarsismo.

Tra l'altro va ricordato che gli speleologi hanno segnalato come in diverse grotte calcaree di grandi dimensioni prima o poi si finisce per trovare il gesso, che spesso può testimoniare un "ipercarsismo", tuttavia l'importanza rivestita dell'acido solforico sullo sviluppo delle cavità sotterranee è un argomento ancora controverso (COLLIGNON, 1988). In ogni caso ora si può affermare che questi fenomeni avvengono anche nel sottosuolo del massiccio del M. Canin. Le future ricerche dovranno dimostrare poi se si tratta di episodi localizzati o diffusi.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Trieste per aver concesso l'uso delle strumentazioni indispensabili per lo svolgimento di questa ricerca.

Bibliografia

- BENEDETTI G., 1998 - Le ricerche speleologiche nell'area del Foran del Muss (Monte Canin). *Il Carso*, 10: 19-24, Gr. Spel. L.V. Bertarelli, Gorizia.
- BISCAYE P. E., 1965 - Mineralogy and Sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 76: 803-832.
- BRINDLEY G.W., 1961 - Kaolin, serpentine and kindred minerals. In: The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. BROWN. Ed., *Mineralogical Society*, London, pp. 51-131.
- BROWN G., 1961 - The X-ray identification and crystal structures of clays minerals. *Mineralogical Society*, London, pp. 210-217, Brown G. Ed.
- CANCIAN G., 1993 - Aspetti mineralogici delle terre rosse superficiali e sotterranee del Carso Triestino-Goriziano. *Mondo Sotterraneo*, anno XVII, 1-2 (apr. ott. 1993): 15-25, CSIF, Udine.
- CANCIAN G., 1996 - Le argille delle grotte che si aprono nel massiccio dei Monti La Bernadia (Prealpi Giulie). In: G. MUSCIO (a cura di) - *Il fenomeno carsico del Massiccio dei Monti La Bernadia*, pp. 65- 70, Mem. Ist. It. Spel., s.II, v. VIII, Udine 1996.
- CANCIAN G. & PRINCIVALLE F., 1997 - Le argille superficiali e sotterranee delle Valli del Natisone. In: G. MUSCIO (a cura di) - *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie-Friuli)*, pp. 57-64, Mem. Ist. It. Spel., s.II, v. IX, Udine 1997.
- CANCIAN G., LENAZ D. & SCOZIERO U., 1996 - Prima caratterizzazione mineralogica delle argille di grotta e di superficie del Monte Canin (Alpi Giulie). *Studi e Ricerche*, 3: 24-34, anno 1996, Soc. Studi Carsici Lindner, Fogliano Redipuglia (GO).
- CAVINATO A., 1964 - "Cappellacci" di ferro. In: Giacimenti minerari, pp. 230-232, *UTET*, Torino.
- CIGNA A., 1978 - A classification of karstic phenomena. *Intern. Journ. of Speleol.*, 10 (1): 3-9.
- COLLIGNON B., 1988 - Le cavità carsiche. Dissoluzione mediante acido solforico. In: Il manuale di Speleologia, pag. 52, *Zanichelli*.
- DUNOYER DE SEGONZAC G., 1970 - The transformation of clay minerals during diagenesis and low grade metamorphism: a review. *Sedimentology*, 15: 281-346.

- LAVIANO B., 1987 - Analisi mineralogica quantitativa di argille mediante diffrazione a raggi X. Atti workshop "Procedure di analisi di materiali argillosi", S. Teresa, giugno 1987, ENEA.
- MURRAY H.H., 1988 - Kaolin minerals: their genesis and occurrence. In: *Hydrous Phyllosilicates. Review in Mineralogy*, v. 19, 67-89, S.W. Bailey edit., Min. Soc. of Am.
- THOREZ J., 1976 - Practical identification of Clays Minerals. A handbook for teachers and students in clay mineralogy. *Lelotte Ed.*, Dison, Belgique.

ANDREA MOCCHIUTTI

LA GROTTA DEL TESCHIO DI MUCCA ED ALTRE NUOVE CAVITÀ DEL MONTE MIA

RIASSUNTO - Nella presente nota vengono descritte alcune nuove cavità del Monte Mia nelle Valli del Natisone (Friuli). Una piccola cavità è interessante per la morfologia di interstrato e la presenza di cristalli di gesso ed aragonite non comuni nelle cavità di queste valli.

ABSTRACT - In the present paper some new caves of the Natisone Valley (Friuli, Italy) are described, with special reference to the uncommon presence in this area of chemical cave deposits of gypsum and aragonite and the geomorphological characteristics of the caves.

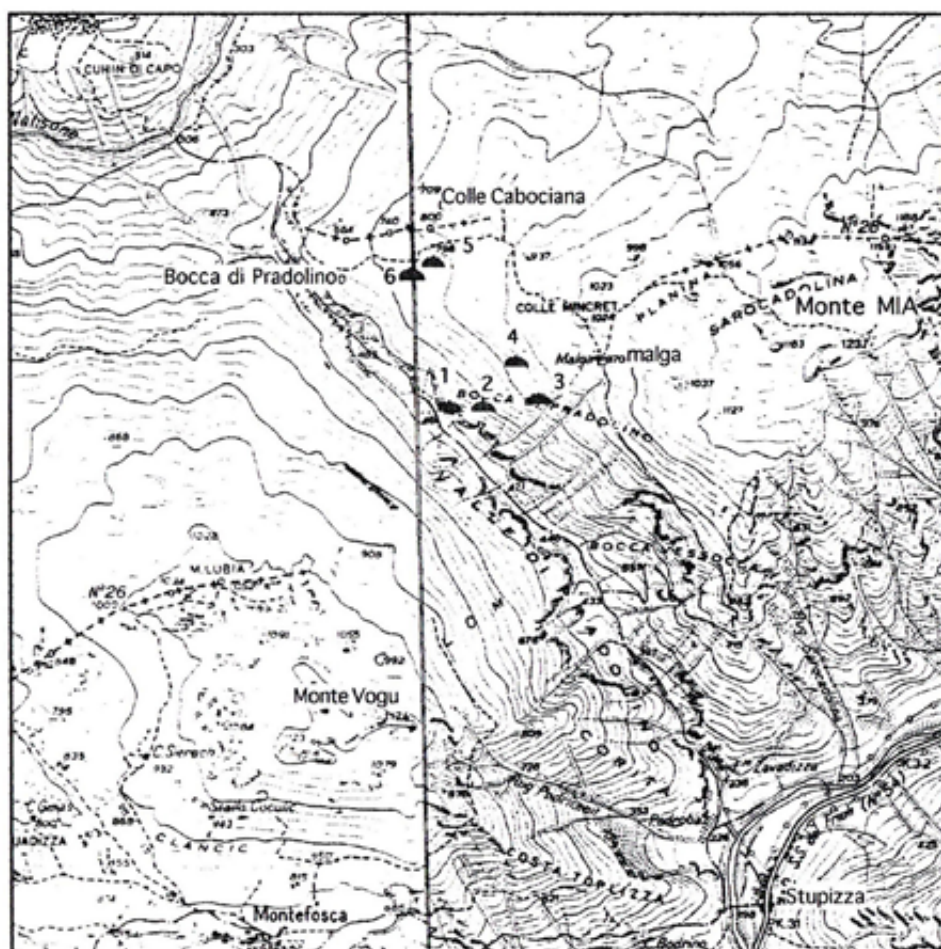
Introduzione

Nel corso di una serie uscite esplorative sul Monte Mia, organizzate dal socio Luciano Dinoni, sono state rinvenute una nutrita serie di nuove cavità, perlopiù di modeste dimensioni. Tra queste si distingue la Grotta del teschio di mucca per gli aspetti morfologici e geologici. Alla cavità è stato assegnato il numero di catasto Fr 3420/6000, lo sviluppo complessivo è di 52 metri, il dislivello di 48.

Localizzazione e descrizione della cavità.

Questa cavità si apre alla quota di circa 770 metri sul versante occidentale

del monte presso il confine con la repubblica di Slovenia e non lontana dal sentiero che dalla malga sommitale scende a ovest verso la bocca di Pradolino. Il luogo è contraddistinto dalla presenza di campi solcati e doline spesso chiuse da detriti, immerse in un bosco di faggi. Ora la cavità si individua bene dal sentiero per la presenza di un grosso teschio di mucca infisso su un palo presso l'ingres-



- | | | | | | |
|---|------------------------------|---|-----------------------|---|---|
| 1 | Grotta Pod Jama
139/39Fr | 3 | Gr.la della
ghiaia | 5 | Grotta del teschio di mucca
6000 / 3420 Fr |
| 2 | Grotta Tanadjamo
134/38Fr | 4 | Gr.la dei due
cani | 6 | Inghiottitoio dello sbit |

La zona del Monte Mia con indicate le cavità già conosciute e quelle di recente esplorazione.

so. Il teschio, abbastanza recente, proviene dalla base del primo pozzo.

L'accesso è comodo ed è costituito da un doppio pozzo largo al massimo 4 metri e profondo 7. Alla base, verso nord ovest si apre la cavità larga e bassa nel primo tratto e che scende lungo la pendenza degli strati (45°) per uno sviluppo complessivo di 52 metri ed un dislivello di circa 45.

Il fondo è costituito da un deposito argilloso stratificato che non consente il proseguimento senza ulteriori operazioni di scavo.

Geologia, geomorfologia e speleotemi

La grotta si apre all'interno di un bancone carbonatico probabilmente al contatto tra i Calcari di Soccher (Cretacico) nella parte alta ed un calcare in facies di "scaglia rossa" appartenente probabilmente alla formazione del Monte della Colonna o forse costituente una intercalazione all'interno della stessa formazione. La "scaglia rossa" presente all'interno della cavità non affiora in superficie nei dintorni, ma appare subito chiaro il suo ruolo di substrato poco permeabile per lo scorrimento delle acque in profondità. La stessa situazione stratigrafica si delinea anche per il vicino Inghiottitoio dello Sbit.

A parte il pozzo di ingresso, la Grotta del teschio di mucca risulta con-



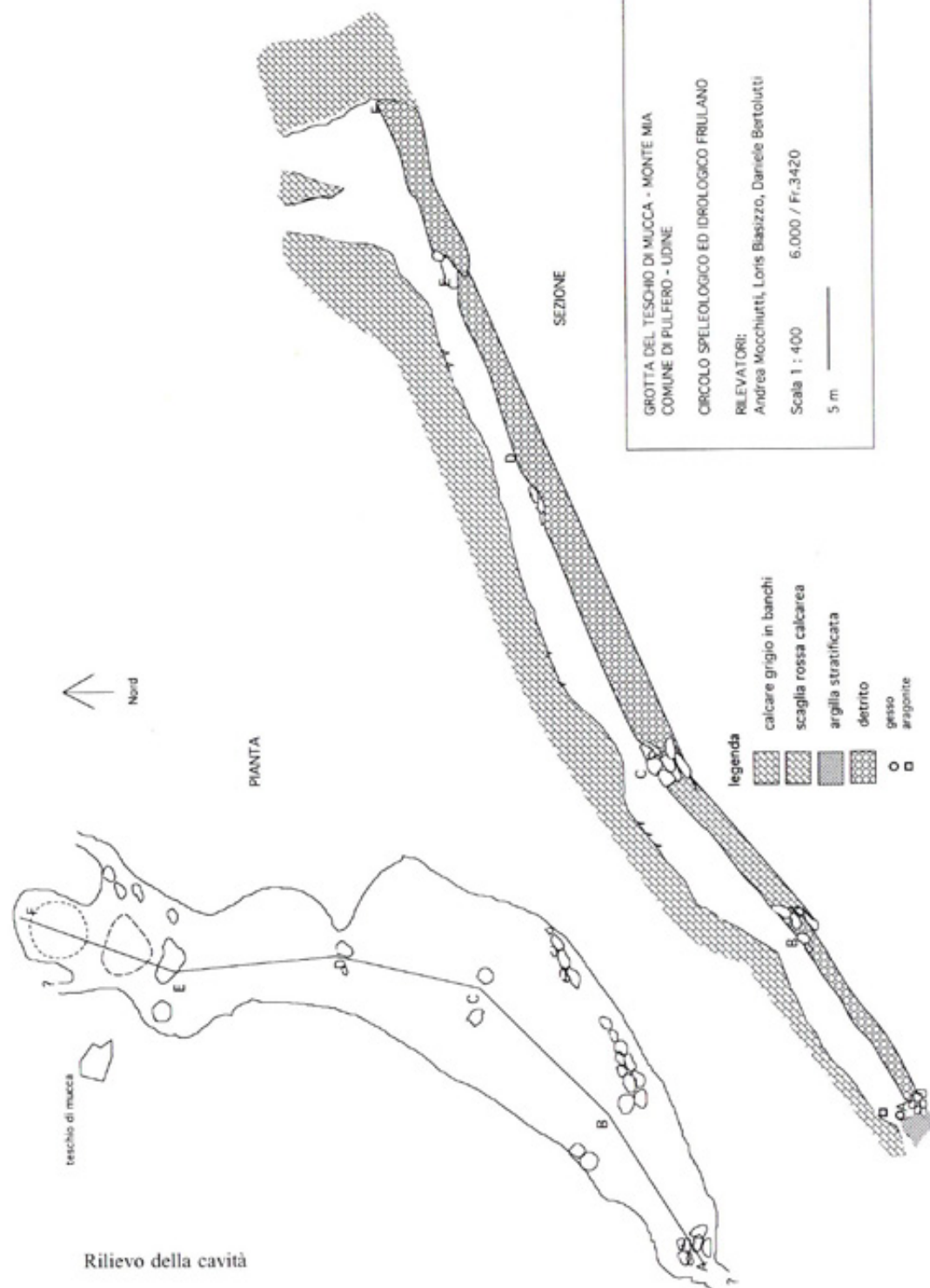
Il Monte Mia visto dal massiccio del Monte Matajur.



Pozzo d'ingresso alla Grotta del teschio di mucca.

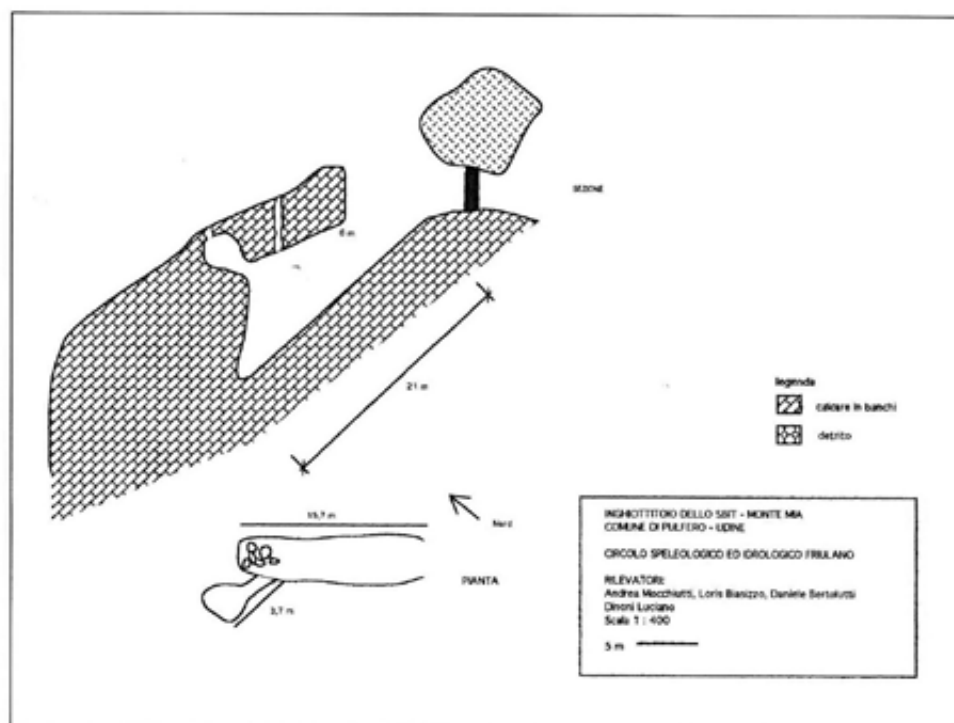


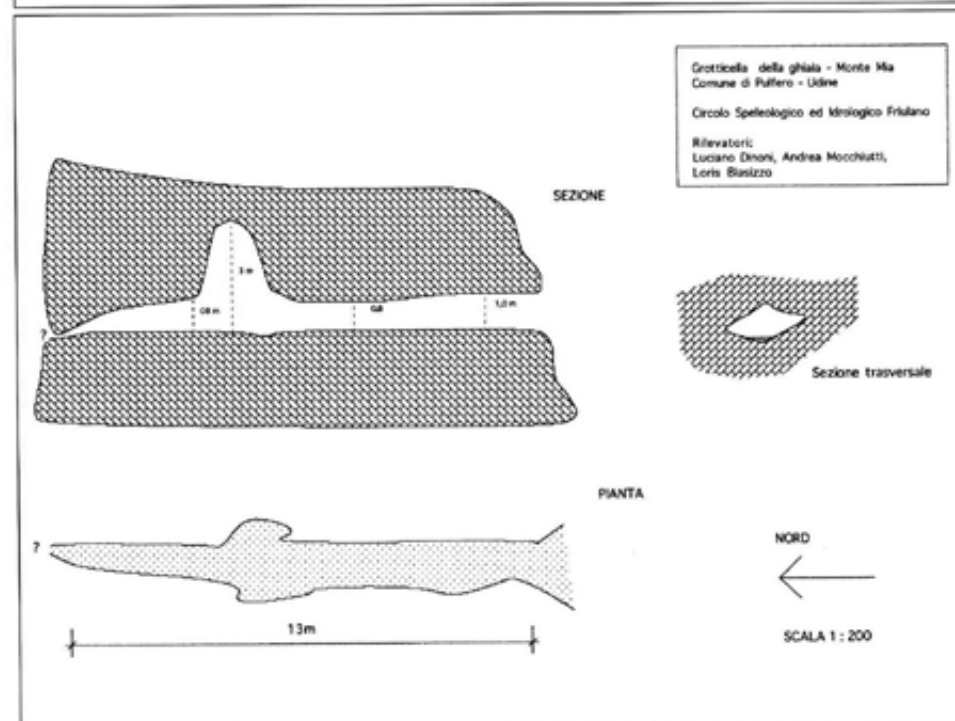
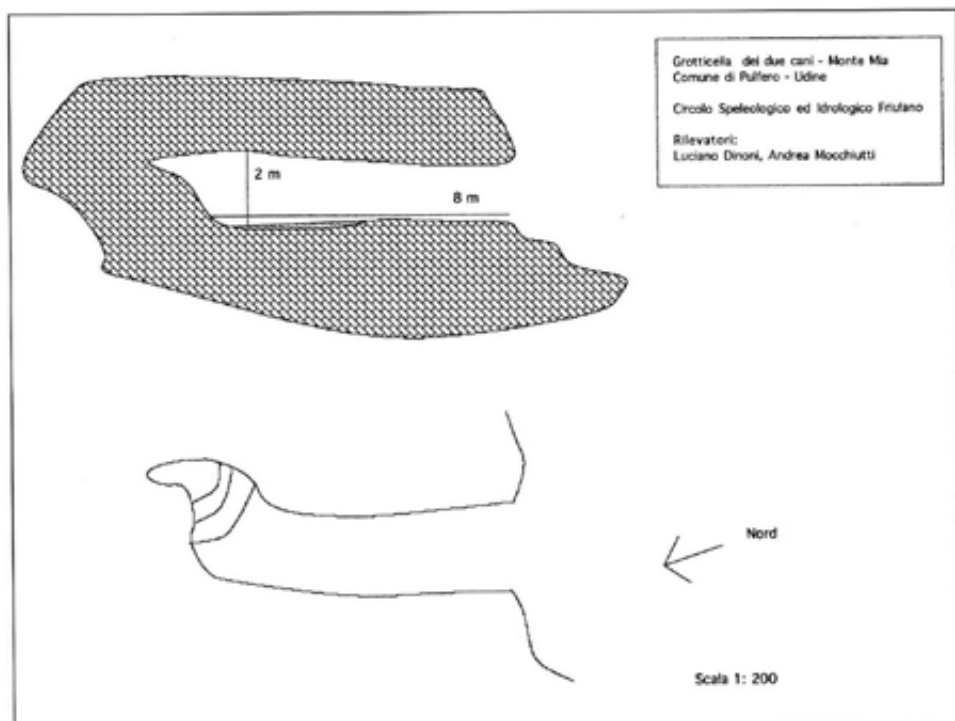
Il teschio di mucca posto all'ingresso della cavità.



dizionata dalla giacitura della stratificazione che la rende larga alla base e con il soffitto piatto. Il drenaggio avviene verso la parte slovena del bacino del fiume Natisone.

Sul fondo sono presenti depositi clastici grossolani mentre nel settore terminale della grotta affiora il substrato roccioso costituito da una scaglia rosa o rossa fittamente stratificata, nella parte più profonda si trova un potente deposito argilloso varvato che di fatto impedisce la prosecuzione. In questo settore terminale, sull'argilla stratificata, sono stati rinvenuti piccoli cristalli di gesso, aciculari, di colore giallo-rosato e lunghi fino a qualche millimetro, mentre sul soffitto sono visibili aggregati dendritici bianchi con dimensione di circa 2 centimetri di lunghezza. L'analisi difrattometrica su un campione di questi aggregati ha confermato la presenza di aragonite pressochè pura. Di fatto si tratta di speleotemi abbastanza comuni nelle cavità italiane, ma rari, e segnalati per la prima volta in forma di aggregati macroscopici, nelle grotte delle Valli del Natisone.







Ingresso della Grotticella dei due cani.



Ingresso della Grotticella della ghiaia.

Le altre nuove cavità presenti nell'area

Oltre alla presenza della grotta appena descritta le ricerche nella zona hanno permesso di individuare altre nuove piccole cavità ubicate sul versante meridionale ed occidentale del monte. Il versante meridionale costituito da balze di Calcare della Fornace e Calcari del Dachstein disposte a franapoggio evidenzia la presenza di vecchi condotti sub orizzontali che convogliavano le acque verso il settore centrale della Valle di Pradolino, mentre solo nella parte occidentale si evidenzia la presenza di un'area di assorbimento caratterizzata dalla presenza di doline e campi solcati. Purtroppo anche alcuni lavori di disostruzione sul fondo di qualche dolina non hanno permesso l'esplorazione di cavità di grandi dimensioni. Le doline, un po' come avviene anche sul versante opposto del monte Vogu risultano spesso ostruite da materiali di crollo. L'unica grande cavi-



Ingresso dell'Inghiottoio dello Sbit.

tà sub orizzontale rimane la nota grotta Tanadjamo che raggiunge la lunghezza di 180 metri con canali che risalgono lungo la pendenza degli strati. Anche in questo caso si tratta un vecchio condotto che consentiva il drenaggio delle acque verso la Valle di Pradolino.

Conclusioni

Le ricerche effettuate lungo il versante sudoccidentale del Monte Mia hanno permesso la scoperta di alcune nuove cavità di modeste dimensioni, tra queste si distingue la Grotta del teschio di mucca per la sua caratteristica morfologica di cavità di interstrato e la prima segnalazione nelle Valli del Natisone di cristalli di gesso ed aragonite. Appare inoltre interessante il contesto geologico che si intende approfondire mediante la raccolta e lo studio di campioni di roccia prelevati anche nelle cavità.

La ricerca speleologica nella zona non si ritiene esaurita e si intende promuovere nuove ricerche lungo i versanti meridionale ed orientale dello stesso monte.

Bibliografia

- AA.VV., 1997 - Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone. *Mem. Ist. It. Speleologia* s. II, vol. IX, Udine.
- HILL C. & FORTI P., 1986 - Cave minerals of the world. *Nat. Speleol. Soc.*, Huntsville, USA.
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1984 - Stratigrafia e sedimentologia del flysch maastrichtiano-paleocenico del Friuli Orientale. *Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 6, Udine.
- VENTURINI S. & TUNIS G., 1988 - Nuovi dati ed interpretazioni sulla tettonica del settore meridionale delle Prealpi Giulie e della regione al confine tra Italia e Jugoslavia. *Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 10, Udine.

SOCI DEL CIRCOLO SPELEOLOGICO E IDROLOGICO FRIULANO

Soci Ordinari

Silvia BARBINA
Valerio BARBINA
Roberto BARDELLI
Roberto BASANA
Daniele BERTOLOTTI
Simonetta BETTUZZI
Claudio BIASIZZO
Loris BIASIZZO
Andrea BORLINI
Francesca BRESSAN
Paolo BURIN
Stefano BUZZONI
Paolo CAPISANI
Roberto CIRIANI
Cinzia CODELUPPI
Adalberto D'ANDREA
Francesca DE MARCO
Luciano DINONI
Dario ERSETTI
Paolo FABBRO
Giovanni FERRON
Resi FORGIARINI
Eliana FRANCO
Marco GARDEL
Fausto GEI
Giovanni GIULIANI
Andrea GREGORUTTI
Renato GRESSANI
Bostjan KIAUTA
Gianni LAUZANA
Roberto LAVA
Mario LEONCINI
Giovanni LUCA
Laura LUPIERI
Milena MARTINIS
Luciano Saverio MEDEOT
Glaucio MESAGLIO
Andrea MOCCHIUTTI
Giuseppe MORO
Giuseppe MUSCIO
Carlo NICOLETTIS
Mattia OCCHIALINI

Renzo PAGANELLO
Alberto PALUMBO
Bruno PANI
Massimo PARAVANO
Elisabetta PECCOL
Paola PEDROTTI
Giovanni PERATONER
Walter PITT
Marco PIVA
Maurizio PONTON
Domenico SABOT
Federico SAVOIA
Antonio SCARANO
Marilda SCARBOLO
Umberto SELLO
Giovanni STEFANINI
Maura TAVANO
Claudio TESSITORI
Carlo TONAZZI
Moreno TOSOLINI
Riccardo TREVISANI
Mario TRIPPARI
Stefano TURCO
Franco VAIA
Marco VECIL
Luigi VENIR
Didier ZOMPICCHIATTI

Soci onorari

Eugenio DE BELLARD PIETRI
Ardito DESIO

Soci benemeriti

Ivo CARDINALI
Mario GHERBAZ
Pino GUIDI
Dario MARINI
Paolo PAIERO
Piero PIUSSI
BANCA POPOLARE UDINESE

PRESIDENZA E CONSIGLIO DIRETTIVO DEL C.S.I.F. PER IL 1997

Presidente onorario: prof. dr. Piercarlo Caracci †

Presidente: dr. Giuseppe Muscio

Vice Presidente: geom. Umberto Sello

Consiglieri: Paolo Capisani, Adalberto D'Andrea, Giuseppe Moro, Claudio Tessitori, Marco Piva

Probiviri: dr. Ivo Cardinali, dr. Arrigo A. Cigna, acc. CAI cav. Cirillo Floreanini

Sindaci: dr. Cesare Feruglio Dal Dan (presidente), avv. Gian Paolo Massa, ing. Gianni Luca, dr. Paolo Fabbro (supplente).

INDICE

Ricordo di Marco Hosmer Zambelli	p. 3
GIUSEPPE MUSCIO - Relazione morale per il 1996	p. 5
GABRIELE CREVATIN, FRANCO CUCCHI, ENRICO MARINETTI & CLAUDIO ZUPPIN - Strumentazione per il monitoraggio in continuo di acque carsiche	p. 13
PAOLO CAPISANI - La Grotta di Paciuch	p. 25
GRAZIANO CANCIAN, GIANNI BENEDETTI & MAURO KRAUS - Fenomeni di solfatizzazione e caolinizzazione nei suoli di due abissi del Monte Canin (Alpi Giulie).....	p. 33
ANDREA MOCCHIUTTI - La Grotta del teschio di mucca ed altre nuove cavità del Monte Mia.....	p. 49

