Q-3-28
R2-7-28

C.A.I.
Comitato Scientifico
Ligure-Piemontese-Valdostano

Stazione Scientifica
di Bossea
Club Alpino Italiano
Sezione di Cuneo

AMBIENTE CARSICO E UMANO

IN VAL CORSAGLIA

Atti dell'incontro
di Bossea
14-15 settembre 1991

FRANCESCO GREGORETTI*

INTERESSE NATURALISTICO E SCIENTIFICO DELLA GROTTA DI BOSSEA

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni l'interesse sia del grande pubblico sia degli operatori pubblici nei confronti del fenomeno carsico in generale e delle cavità turistiche in particolare è fortemente aumentato. Se da un lato ciò è dovuto ad una maggiore pubblicizzazione da parte dei *mass media* di tale tipo di ambiente, anche in congiunzione di exploits particolari, è anche vero che da parte del grosso pubblico vi è una maggiore sensibilità agli ambienti naturali, una maggiore curiosità ed un interesse *pre-scientifico*, come dimostrato dal sempre crescente numero di domande relative agli operatori e alle guide delle grotte turistiche.

Da parte degli amministratori pubblici ci si è resi conto delle potenziali ricadute a livello turistico della presenza di cavità carsiche e quindi dell'importanza di valorizzarle e pubblicizzarle e proteggerle essendo risorse *perenni* ma anche irrimediabilmente danneggiabili dall'incuria o ancor peggio dal vandalismo. Inoltre l'importanza che vengono ad assumere le risorse idriche associate agli acquiferi carsici nell'attuale sempre maggiore richiesta di acqua impone tassativamente di meglio conoscerli per proteggerli dalle fonti d'inquinamento esterno a cui questi sistemi, data la loro forte permeabilità, sono estremamente sensibili.

Accanto a questi interessi *pubblici* è sviluppato in parallelo un'attività di studio a livello scientifico da parte d'istituti

* Dipartimento di elettronica - Politecnico di Torino
Stazione Scientifica di Bossea

universitari ed enti di ricerca, già molto avanzata in altri paesi europei, quali ad esempio la Francia.

Nel caso della grotta di Bossea questa attività è iniziata dal lontano 1970 a cura di un gruppo di volontari del Gruppo Speleologico Alpi Marittime del CAI di Cuneo, dapprima rivolta agli aspetti biologici e metereologici e successivamente estesa anche agli aspetti idrogeologici del sistema.

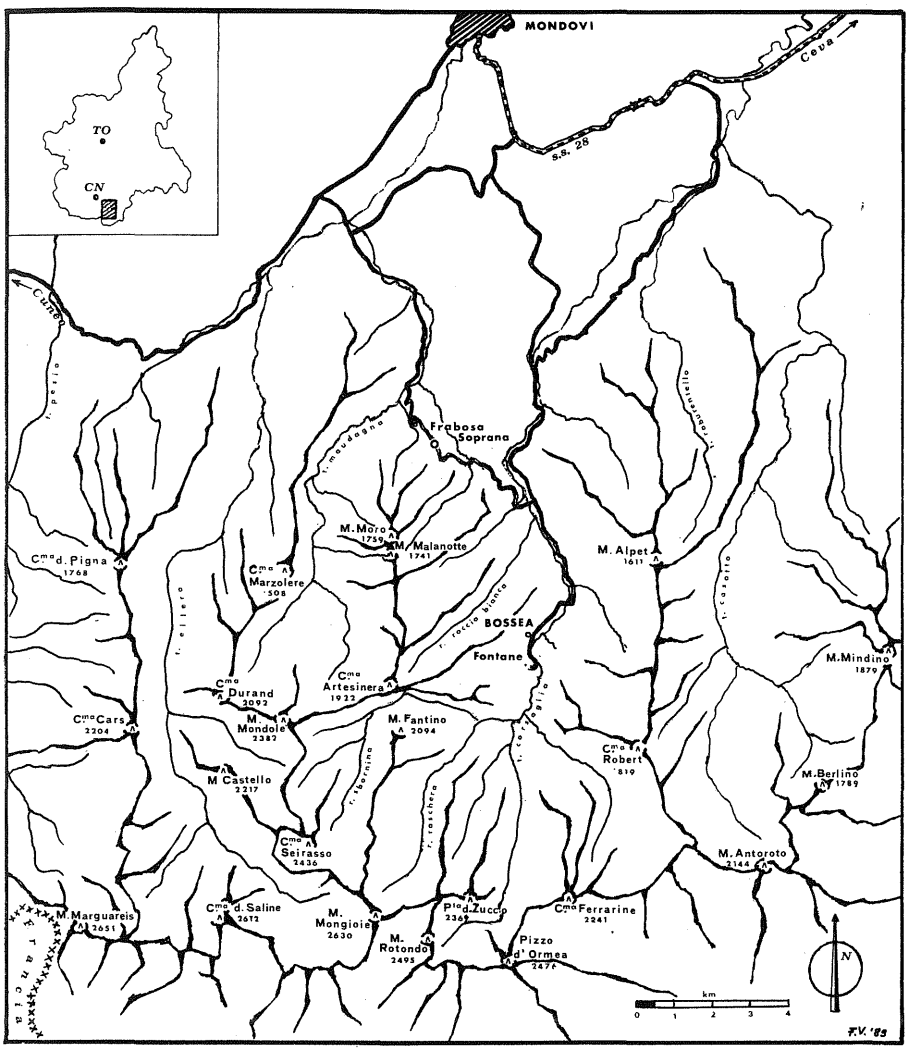
LA GROTTA DI BOSSEA

La grotta di Bossea è estremamente interessante dal punto di vista naturalistico e scientifico per due ragioni principali:

— La prima è che la morfologia e le caratteristiche idrogeologiche della cavità permettono, nel corso della visita di apprezzare il fenomeno carsico in molte delle sue fasi e manifestazioni.

— La seconda è che la quantità di conoscenze accumulate in un ventennio di attività della Stazione Scientifica in essa installata da un'équipe di soci del Gruppo Speleologico Alpi Marittime del CAI di Cuneo, nelle due sezioni Idrogeologica e Biologica, hanno fatto di Bossea un sistema carsico *campione*. Il suo studio approfondito ha portato e porterà in futuro allo sviluppo ed alla validazione di teorie, metodi di rilevazione e misura che possono venire utilizzati anche per analoghi altri sistemi.

Nel seguito di questo capitolo concentreremo l'attenzione sul primo di questi punti in quanto il secondo verrà trattato molto approfonditamente nei capitoli 3° e 4° che descrivono l'attività delle due Sezioni della Stazione Scientifica. Inizieremo con un breve richiamo su sistemi carsici e sui processi di speleogenesi proseguendo poi con una *visita guidata* alla cavità nella quale si cercherà di collegare le differenti morfologie alle caratteristiche geologiche del sistema ed ai processi di trasformazione che hanno avuto luogo.



Inquadramento geografico dell'area di Bossea

SISTEMI CARSICI E SPELEOGENESI

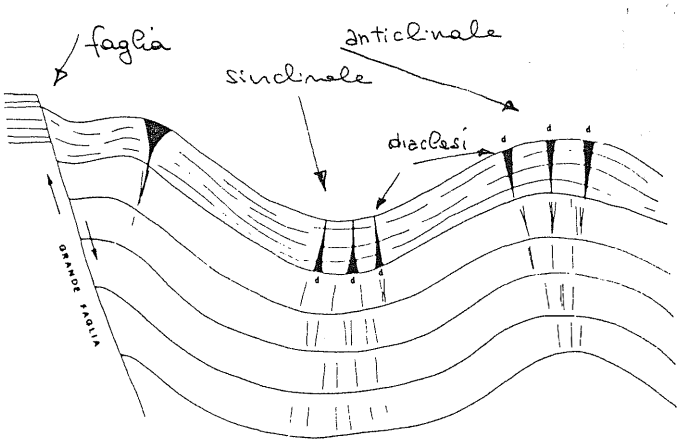
Un sistema carsico nasce in un complesso di rocce sedimentarie di tipo carbonatico (cioé composto principalmente da carbonato di calcio), che tipicamente si sono formate per deposizione a strati sul fondo di un bacino marino.

Queste rocce sono state sollevate, anche per diverse migliaia di metri di altezza da fenomeni tettonici che in questo processo hanno spesso modificato fortemente la morfologia degli strati con piegamenti ed inclusioni di formazioni rocciose di differenti tipi. Questi fenomeni tettonici inoltre portano come illustrato in figura 1a alla formazione di un insieme di fratture specie in corrispondenza dei punti di massima piegatura degli strati (*sinclinali* ed *anticlinali*), allo spostamento relativo di un gruppo di strati rispetto agli altri (*faglie*) e, specie in corrispondenza del contatto tra formazioni rocciose di tipo differente, allo slittamento di una rispetto all'altra con la conseguente formazione di rocce estremamente fratturate e metamorfizzate.

Su queste rocce inizia quindi il processo di erosione degli agenti meteorici (figura 1b) che, rispetto ad altri tipi di rocce non è puramente meccanico, ma anche e soprattutto chimico. Com'è noto infatti le rocce carbonatiche, in presenza di anidride carbonica diventano idrosolubili cioè il carbonato di calcio si trasforma in bicarbonato di calcio (solubile) secondo la reazione:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 \qquad (1)$$

A seconda della temperatura dell'acqua, della pressione atmosferica, della percentuale di CO_2 *la reazione può procedere da sinistra verso destra con l'asportazione di carbonato di calcio o da destra verso sinistra con la deposizione* dello stesso. Quest'ultimo fenomeno è alla base della formazione delle concrezioni stalattitiche e stalagmitiche.



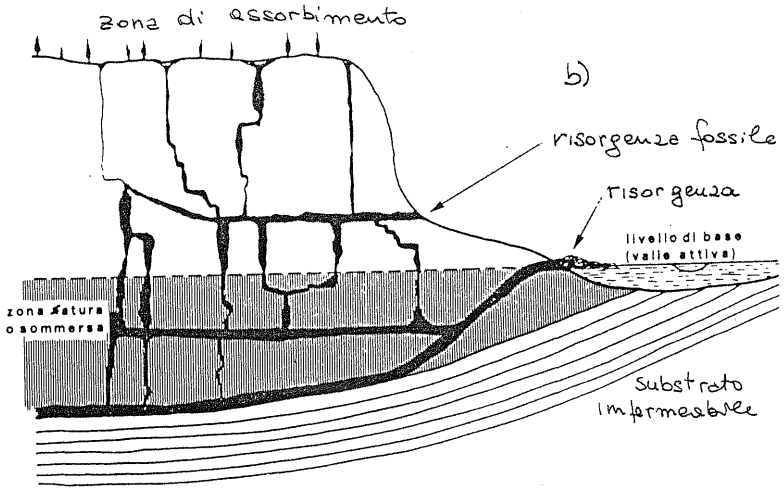


Fig. 1 - Processo di formazione di un sistema carsico.

Per avere un'idea di massima delle dimensioni dei fenomeni in gioco si noti che il torrente ipogeo della grotta di Bossea trasporta annualmente 5 milioni di metri cubi di acqua che contiene una media di 150 grammi per litro di carbonato di calcio disciolto per un totale approssimativo di 750 tonnellate di roccia asportata dal sistema carsico!

La reazione 1 è applicabile a differenti tipi di rocce carbonatiche, ma la velocità della reazione stessa varia molto a seconda del tipo di carbonato. In particolare le rocce carbonatiche più importanti per i sistemi carsici sono i **calcari**, composti da solo $CaCO_3$ e le **dolomie** cioè carbonati doppi di calcio e magnesio (*CaMg...*). Per queste ultime il processo di dissoluzione chimica è molto più lento di quello dei calcari e ciò, come vedremo, ha avuto un'importanza fondamentale per l'evoluzione della struttura della grotta di Bossea.

All'inizio in un sistema carsico l'erosione avviene principalmente sulla superficie e nelle fratture (*diaclasi*) e microfratture della roccia, generate dai processi tettonici nelle quali s'infiltrano le precipitazioni meteoriche. Si parla in tal caso di **Carsismo Giovanile**.

Piano piano le fessure vengono allargate e l'erosione si concentra sulle principali linee di frattura (faglie, giunti di strato) che drenano la maggior parte delle acque divenendo veri e propri condotti. Tipicamente in tale fase il sistema carsico è praticamente saturo di acqua che circola per pressione idrostatica per cui l'erosione avviene su tutte le pareti del condotto e questo tende ad assumere una sezione di equilibrio di forma circolare o ellittica. Si parla in tale caso di *condotti in pressione* che sono quindi tipici di un sistema di tipo *sommerso*.

Col procedere del fenomeno carsico e spesso anche in presenza di abbassamenti del livello della falda acquifera dovuti al progredire dell'erosione esterna o ad un innalzamento tettonico di tutto il sistema carsico i condotti vengono parzialmente abbandonati dall'acqua che fluisce allora a pelo libero con un approfondimento di tipo gravitazionale sulla parte inferiore. La parte superiore può a questo punto essere interessata da fenomeni di crollo fino ad un raggiungimento di un

profilo di equilibrïo della volta tipicamente ad arco di cerchio. In questa fase si parla in generale di **Carsisismo attivo maturo**. Nella parte abbandonata dall'acqua, per azione delle infiltrazioni di acque fortemente cariche di carbonato di calcio dalle microfratture spesso iniziano fenomeni di concrezionamento.

Infine quando il livello dell'acquifero si abbassa ulteriormente parte dei condotti viene completamente abbandonata dalle acque e questa parte del sistema diviene **Fossile**. Mancando l'effetto di raffreddamento dovuto allo scorrimento delle acque la temperatura tende ad innalzarsi e ciò favorisce i fenomeni di concrezionamento che possono portare anche, col tempo, alla completa ostruzione degli stessi.

UNA VISITA GUIDATA

La grotta di Bossea è ubicata sul versante occidentale della Val Corsaglia; l'ingresso alla cavità, 30 m al di sopra dell'alveo del torrente, si apre ad una quota di 836 m s.l.m.

La cavità fu scoperta da un valligiano, Domenico Mora, che circa nel 1850 guidò una spedizione che raggiunse la fine del ramo inferiore. Già dalla fine del secolo scorso (1874) venne realizzato un sentiero interno ed organizzato un servizio di visite turistiche ed iniziarono gli scavi paleontologici da parte di Don Carlo Bruno, geologo e naturalista di Mondovì, al quale è attribuita la prima esplorazione di parte del ramo superiore, raggiunto in seguito solo nel 1920.

Le visite erano limitate al ramo inferiore in quanto la cascata del Lago di Ernestina costituiva una barriera insormontabile al proseguimento. All'inizio del secolo la grotta conobbe, dal punto di vista turistico, un quasi completo oblio.

Nel 1948 la grotta venne data in concessione ad una società di gestione che v'installò un impianto d'illuminazione elettrica e iniziò nuovamente la sua valorizzazione turistica. Contemporaneamente ripresero le esplorazioni e nel 1948 un gruppo ben affiatato, guidato dal Cav. Loser riuscì a superare la cascata, a risalire il ramo superiore ed a raggiungere il sifone terminale della grotta ed i rami fossili superiori.

Il sistema carsico di cui fa parte Bossea e che viene descritto in dettaglio dal punto di vista idrogeologico al capitolo 1°, è costituito da un insieme di rocce sedimentarie (calcari, calcari dolomitici) compresi entro un sistema impermeabile composto da porfiroidi e quarziti. Il bacino di alimentazione ha un'estensione di circa 6 kmq e si estende sino allo spartiacque tra la Valle Corsaglia e la Valle Maudagna con una distanza dalla risorgenza di 5 km in linea d'aria e un dislivello di circa 700 m.

Il regime metereologico della zona è condizionato dalla relativa vicinanza col mare, con l'afflusso di masse d'aria cariche di umidità e quindi forti nevicate nei periodi invernali

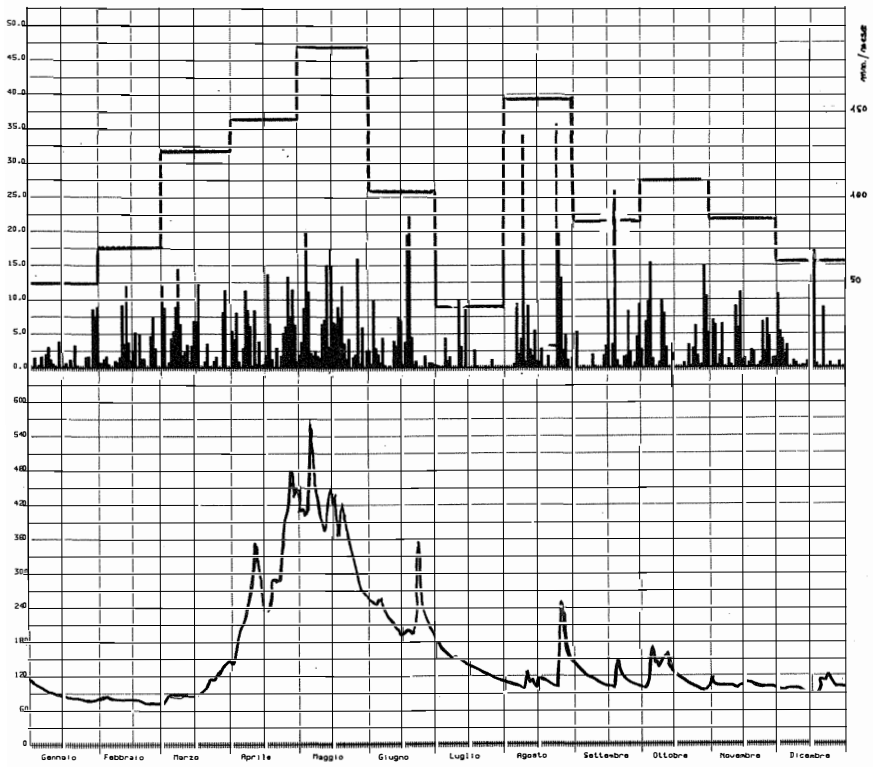


Fig. 2 - Diagramma comparato portate precipitazioni (Gregoretti F., 1990).

e violenti temporali estivi. Le precipitazioni sono di tipo mediterraneo con massimi primaverili ed autunnali e con l'assenza di vere e proprie stagioni secche intermedie. L'alimentazione del sistema è quindi di tipo pluvio-nivale con un massimo corrispondente al periodo primaverile ed in particolare ai mesi di maggio e giugno in cui si ha la coincidenza tra le precipitazioni esterne e lo scioglimento del manto nevoso.

In figura 2 è riportato l'andamento medio annuale (relativo al periodo 1983-1987) delle precipitazioni giornaliere (istogramma inferiore), delle precipitazioni totali mensili (istogramma superiore) e della portata del torrente ipogeo (linea continua).

La grotta, come illustrato dal rilievo sommario in pianta ed in sezione di figura 3 è impostata in direzione WNW-ESE con uno sviluppo spaziale di 2800 m ed un dislivello totale di 199 m. A questo rilievo ed in particolare ai differenti luoghi indicati con lettere maiuscole faremo diversi riferimenti nel corso di questo capitolo per illustrare le diverse caratteristiche della cavità. Un rilievo molto più completo e dettagliato si trova in appendice al volume. La grotta è costituita da un ramo principale, percorso da un torrente ipogeo, e da numerose gallerie fossili. Il primo è convenzionalmente diviso in due

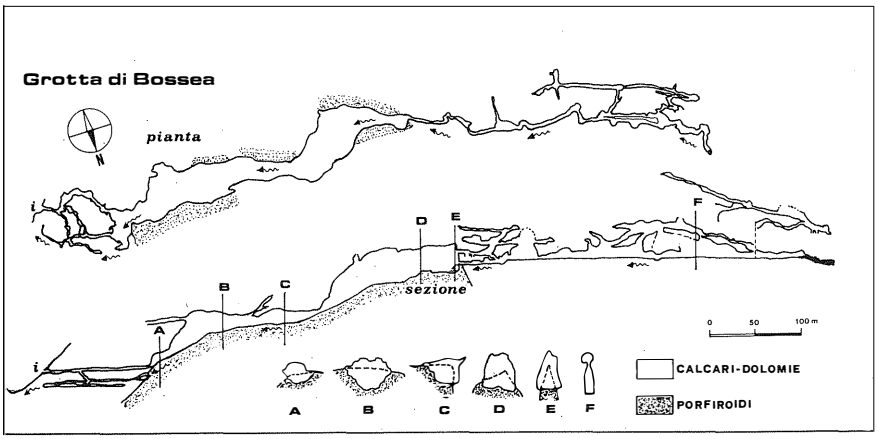


Fig. 3 - Rilievo sommario in pianta ed in sezione (Olivero G., Vigna B., 1990).

sezioni con morfologie molto differenti, denominate rispettivamente *ramo superiore* e *ramo inferiore*. Quest'ultimo è il solo attrezzato per la visita turistica.

Ramo d'ingresso

L'attuale ingresso della cavità corrisponde ad un'antica risorgenza del torrente sotterraneo, attiva quando il livello del torrente esterno era circa 30 metri più alto. Con l'approfondirsi dell'erosione della valle anche il torrente sotterraneo ha continuato in parallelo all'interno il processo di erosione carsica ed attualmente le sue acque escono in una serie di polle distribuite su una lunghezza di circa 50 metri alla base del muro di sostegno della strada.

La prima parte della grotta, corrispondente sul rilievo al tratto tra l'ingresso ed il punto A, è quindi un tipico sistema *fossile*, riempito in parte da concrezioni ed in parte da sedimenti depositati dal corso d'acqua che aveva un andamento suborizzontale come dimostrato dagli ampi meandri che si possono notare a destra ed a sinistra del sentiero turistico scavato nel secolo scorso per permettere la visita della cavità.

Il ramo, a parte fenomeni di stillicidio in periodi di forti precipitazioni, è stato completamente abbandonato dall'acqua ed il piccolo ruscello che alimenta le vaschette calcaree visibili sulla destra è stato ricreato artificialmente con una derivazione dal torrente principale.

Ramo attivo inferiore

Al termine del ramo d'ingresso si entra lateralmente in un'ampia galleria fortemente inclinata, percorsa dal torrente ipogeo che ha una portata con forti variazioni stagionali da un minimo di circa 50 l/s nel periodo invernale ad un massimo di quasi 1200 l/s durante le piene primaverili o in occasione di forti precipitazioni estive o autunnali. A destra il corso d'acqua dopo un breve tratto in pendenza assume un andamento suborizzontale con basse gallerie sifonanti che diventano impercorribili in prossimità della risorgenza.

In tutto il ramo attivo inferiore il torrente scorre sulle rocce impermeabili sottostanti le formazioni carbonatiche e prosegue il suo approfondimento per erosione meccanica gravitazionale come un corso d'acqua esterno. La parte inferiore dei successivi saloni che costituiscono questa zona della cavità è pertanto scavata nei porfiroidi intensamente cataclasati, facilmente erodibili per il loro elevato grado di frantumazione.

A sinistra la visita prosegue risalendo la galleria in forte pendenza e dopo qualche decina di metri il corso d'acqua scompare scorrendo al di sotto degli imponenti detriti derivanti da fenomeni di crollo della volta cementati da concrezioni di dimensioni anche imponenti.

La sala dell'Orso

Risalendo ulteriormente si raggiungono la Sala delle Frane e la Sala dell'Orso costituenti delle zone interessanti della cavità. Infatti vi sono stati rinvenuti nel secolo scorso i resti di numerosi esemplari di *Ursus Speleus* o orso delle caverne. Uno di questi scheletri è attualmente visibile nella vetrina al centro della sala mentre diversi altri reperti sono esposti negli armadi in fondo alla stessa. Tali reperti, data la loro giacitura caotica, sembrerebbero fluitati da zone più alte della cavità alle quali gli animali avrebbero anche potuto accedere da ingressi superiori ormai occlusi da crolli o concrezionamenti. A tale proposito ponendosi al centro della sala, rivolti verso valle, è possibile notare a poca distanza dal soffitto una larga apertura (Buco del Paradiso) che recentemente è stata raggiunta ed esplorata dagli speleologi del Gruppo Speleologico Alpi Marittime. Da questa parte un condotto in pressione in discesa porta ad un insieme di sale che terminano su un sifone sabbioso, indice di un antico scorrimento idrico. Probabilmente questo era un'antica risorgenza delle acque, prima che l'erosione esterna da parte del torrente Corsaglia portasse all'approfondimento della valle ed al conseguente abbassamento dell'acquifero interno.

A destra della sala (sempre rivolgendosi a valle) in un ambiente collaterale (forse un condotto fossile) è posta la Stazione Biologica della grotta nella quale vengono condotte ricerche sulla flora e sulla fauna cavernicola e dove è stata realizzata l'ambientazione nelle Alpi Occidentali del *Proteus Anguinus*, un anfibio cieco originario dei sistemi carsici della Venezia Giulia.

Al centro della sala, abbandonando il piazzale di sosta e scendendo alcuni gradini, è possibile ritrovare il torrente ipogeo ed osservare come, al di sotto dei detriti derivanti dal crollo delle volte, esso stia attualmente creando un nuovo reticolo idrico nei porfiroidi friabili del basamento impermeabile, costituito da condotti semisommersi e percorribili con difficoltà solo in fase di magra.

La sala Milano ed il Calvario

Dopo una breve risalita si passa dalla sala dell'Orso alla sala Milano, un tratto di galleria con andamento suborizzontale nella quale sono posizionati e visibili gli strumenti di rilevazione termometrica ed igrometrica per il controllo della metereologia del ramo inferiore.

Il sentiero turistico prosegue pianeggiante e dopo una decina di metri sulla destra si può nuovamente vedere il torrente che scorre in una profonda forra scavata in buona parte nel substrato impermeabile. Sul soffitto si può notare un'ampia finestra (figura 4) con concrezioni bianche messe ben in evidenza dall'impianto d'illuminazione, resto di un ampio condotto a pressione di sezione ellissoidale ormai fossile e che costituiva una delle gallerie principali del sistema prima della formazione del salone sottostante, quando la risorgenza si verificava attraverso i condotti sovrastanti la volta della sala dell'Orso. Dopo ancora una ventina di metri di percorso praticamente pianeggiante, il torrente scompare nuovamente alla vista incuneandosi sotto un grande cumulo di detriti

dell'ampiezza di più di 50 metri, detto significativamente il **Calvario** sul quale il sentiero turistico s'inerpica con una serie di ripide gradinate.

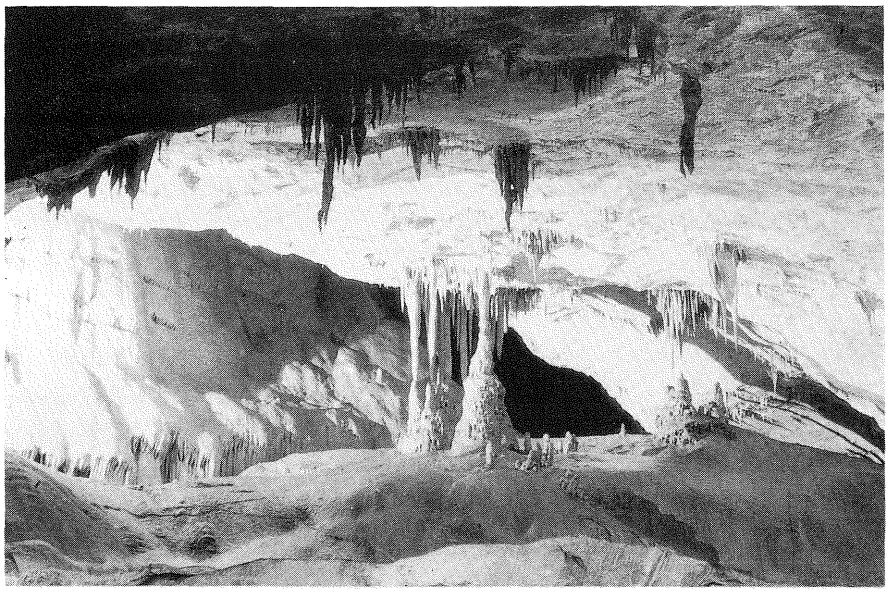


Fig. 4 - Galleria della finestra.

La sala Garelli ed il Lago di Ernestina

Alla fine della risalita del Calvario si entra nella Sala Garelli, l'ambiente più grande della cavità con un'altezza di 40 m, una lunghezza di 100 m ed una larghezza media di 60 m. La volta della sala ha la tipica morfologia di equilibrio di crollo, i cui detriti costituiscono la risalita del Calvario e l'attuale pavimento, ed ai lati del salone si possono osservare imponenti concrezionamenti stalagmitici i cui colori variano a seconda delle impurità disciolte nel carbonato di calcio che le compone.

Ad esempio sulla destra si nota una grande colata stalagmitica di colore nerastro per la presenza d'impurità di biossido di manganese mentre in altre parti impurità ferrose conferiscono invece un colore rosso. Sulla parete della sala opposta al sentiero turistico si nota un'apertura quadrangolare fortemente concrezionata chiamata tradizionalmente *Balcone di Giulietta e Romeo* che probabilmente costituiva un condòtto laterale, ora completamente ostruito dai concrezionamenti.

Fig. 5 - La sala Garelli e il *missile*.

Al centro della sala, fig. 5, si nota un'imponente concrezione, detta il *missile*, inclinata di circa 45 gradi per il crollo della base sulla quale si era originariamente formata. Ciò può essere dovuto sia a fenomeni tettonici di particolare intensità, sia, più probabilmente, all'alternanza di periodi geologici

in cui l'afflusso idrico è stato molto ridotto e nella cavità sono avvenuti fenomeni di riempimento sia concrezionale sia di materiale insolubile trasportato dall'esterno e di periodi di forte alimentazione del sistema quali quelli post glaciazione nei quali l'erosione è stata notevolmente accentuata portando alla subsidenza degli strati superiori.

Procedendo sul sentiero per una ventina di metri all'ingresso della sala si può osservare proprio al di sotto del sentiero stesso, in corrispondenza ad alcuni strumenti per il rilievo termometrico, un piccolo condotto attraverso il quale è possibile accedere ai condotti attivi che il torrente percorre al di sotto della sala stessa.

Risalendo di una trentina di metri su una scalinata ricavata su una colata di concrezioni si giunge ad un balcone dal quale da una parte si può ammirare la cascata che forma il torrente che fuoriesce da una stretta fessura e si getta nel lago detto di *Ernestina* e dall'altra si ha una splendida veduta sull'intera sala. La cascata, che ha impedito per quasi un secolo l'esplorazione segna la divisione tra il ramo superiore e quello inferiore ed in questo punto si può meglio comprendere la genesi di quest'ultimo.

Sulla parete della sala opposta al balcone, in prossimità della volta si possono notare, evidenziate da colate concrezionali tre aperture sovrapposte, allineate con la fessura dalla quale esce il torrente e che ne costituivano il condotto originale verso una risorgenza 150 metri più alta di quella attuale. Con l'approfondirsi dell'erosione il torrente ha raggiunto il contatto tra le rocce carbonatiche e quelle del basamento impermeabile, ben visibile di fianco alla piattaforma pochi metri prima della cascata. In corrispondenza di tale contatto i calcari erano fortemente frantumati dai fenomeni tettonici di orogenesi e quindi molto più attaccabili rispetto a quelli compatti sovrastanti e l'acqua è stata quindi drenata verso valle seguendo questa linea di contatto con il substrato e dando origine ai grandi saloni del ramo inferiore.

Il ramo attivo superiore

L'origine della separazione tra il ramo inferiore e quello superiore è l'affioramento, ben visibile in diversi punti del ramo superiore ed in particolare proprio sulla soglia della cascata del lago di Ernestina, di un banco di marmo dolomitico, facilmente riconoscibile dal colore giallo arancione, che ha rallentato il processo di erosione e quindi l'approfondimento della cavità nella parte superiore.

La morfologia del ramo attivo superiore nasce quindi dall'approfondimento e dall'allargamento ad opera del torrente di una diaclasi verticale, molto ben visibile dalla piattaforma di sosta del lago di Ernestina, con la creazione di una forra alta fino a 40 m e con larghezza variabile sino a 5-6 m, sul fondo della quale scorre il torrente con andamento pressoché orizzontale. Il ramo superiore termina con un sifone, esplorato parzialmente; presumibilmente, nei limiti delle attuali conoscenze sul sistema, la maggior parte di questo, sino ai limiti dell'area di assorbimento, è di tipo sommerso.

La polla ed il lago delle Anatre

Il ramo superiore inizia con una stretta galleria della lunghezza di circa 25 m, costituita dalla parte inferiore della forra ormai chiusa nella parte superiore dal concrezionamento. A circa metà della galleria sgorga da una piccola polla sulla sinistra l'unico affluente conosciuto del torrente. La sua portata massima è di qualche litro al secondo, ma il suo interesse dal punto di vista scientifico è notevole in quanto mantiene quasi costante la sua temperatura (10 °C c.a) con la portata, essendo alimentato attraverso una rete di microfratture con uno scorrimento molto lento delle acque.

Al termine della galleria si perviene ad una sala più vasta, originata da un'ansa del torrente, detta *delle Anatre* dalla forma di una concrezione ivi presente e nella quale sono installati alcuni sistemi di rilevazione termometrica. Sulla

sinistra è ben visibile una seconda soglia dolomitica che da origine ad una cascata dell'altezza di circa 2 m. Da tale soglia è possibile risalire sino alla sommità della forra ed ai rami fossili del *Paradiso*.

Il canyon

A partire dalla soglia il torrente ha praticamente un andamento orizzontale con diverse anse e meandri ma con una direzione costante, corrispondente alla diaclasi da cui ha avuto origine la galleria.

In una di queste anse in coincidenza di un allargamento dato dall'arrivo di una galleria fossile, corrispondente ad un antico affluente, è posta la piattaforma principale della Stazione Scientifica di Bossea, attrezzata con vari strumenti per la misura di diversi parametri chimico fisici dell'acqua e dell'atmosfera.

La zona dei sifoni

La forra del torrente si estendeva originariamente sino al sifone terminale, ma con la costruzione nel 1972 di una diga per la misura della portata del torrente con idrometrografo, a partire dal punto F del rilievo di fig. 3 il livello dell'acqua in tutta la zona a monte è stato innalzato con la creazione di un unico lago della lunghezza di 120 m. Al termine di questo inizia la zona sommersa del sistema di cui è stato esplorato un primo sifone della lunghezza di 80 m ed una profondità di 38 m.

Questo termina con un grosso salone da cui è possibile riaffiorare in un pozzo aerato; da qui parte un secondo condotto allagato, assai inclinato sinora esplorato parzialmente per circa 45 m. Dal salone un passaggio non allagato permette di accedere ad un secondo sifone che si collega ad un invaso collaterale: il Lago Morto a cui è possibile anche accedere attraverso i rami fossili descritti nel seguito.

I rami fossili superiori

Le gallerie fossili del ramo superiore, ben illustrate nel rilievo completo allegato a questo volume, sovrastano la forra di cui costituiscono i condotti originari, la cui morfologia è stata in parte mascherata da ingenti depositi concrezionali.

Le gallerie del *Paradiso* con accesso, come già detto dal lago delle Anatre, formano un insieme di condotti sovrapposti riccamente concrezionati.

I *Rami Alti* si sviluppano nel settore intermedio del *Canyon* e sono formati da una serie di gallerie che comunicano in diversi punti con la forra sottostante.

Le *Gallerie delle Meraviglie*, lunghe circa 200 m ed inclinate di circa 30 gradi, caratterizzano la parte terminale fossile della cavità e terminano inferiormente sul sifone del Lago Morto. Queste gallerie costituiscono probabilmente l'antico condotto principale del sistema, precedente l'esistenza del canyon del torrente, in cui l'acqua risaliva in pressione dal Lago Morto per rifluire poi nei Rami Alti.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Associazione Culturale E KYÉ: *La Grotta di Bossea Frabosa Soprana* (CN), 1991

Autori vari: *Atti della Stazione Scientifica di Bossea* G.S.A.M. CAI Cuneo - Dipartimento Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino, 1990.

C.F. Cappello: *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri*, CNR, 114 p. 1952.

C.F. Cappello: *La Grotta di Bossea (Piemonte)* - Rassegna Speleologica Italiana, 6, Como 1954.

Gruppo Speleologico Alpi Marittime - CAI Cuneo: Annuario Mondo Ipogeo, anni 1967-1990.
Vinaj C.: *La Grotta di Bossea.* Istituto Grafico Bertello - Borgo S. Dalmazzo (CN), 1953.

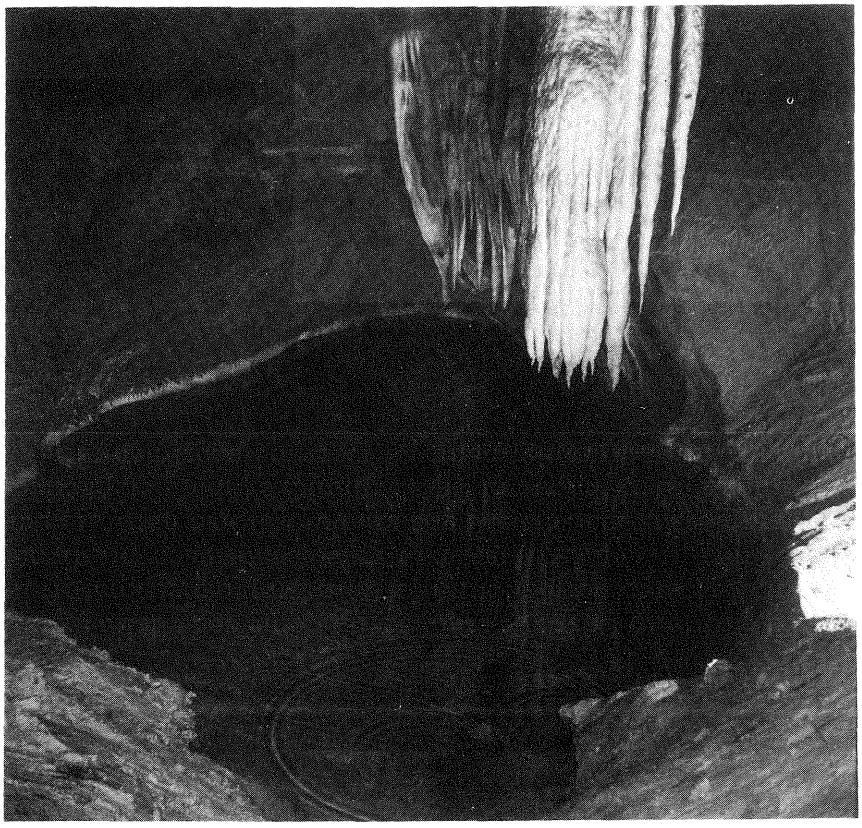
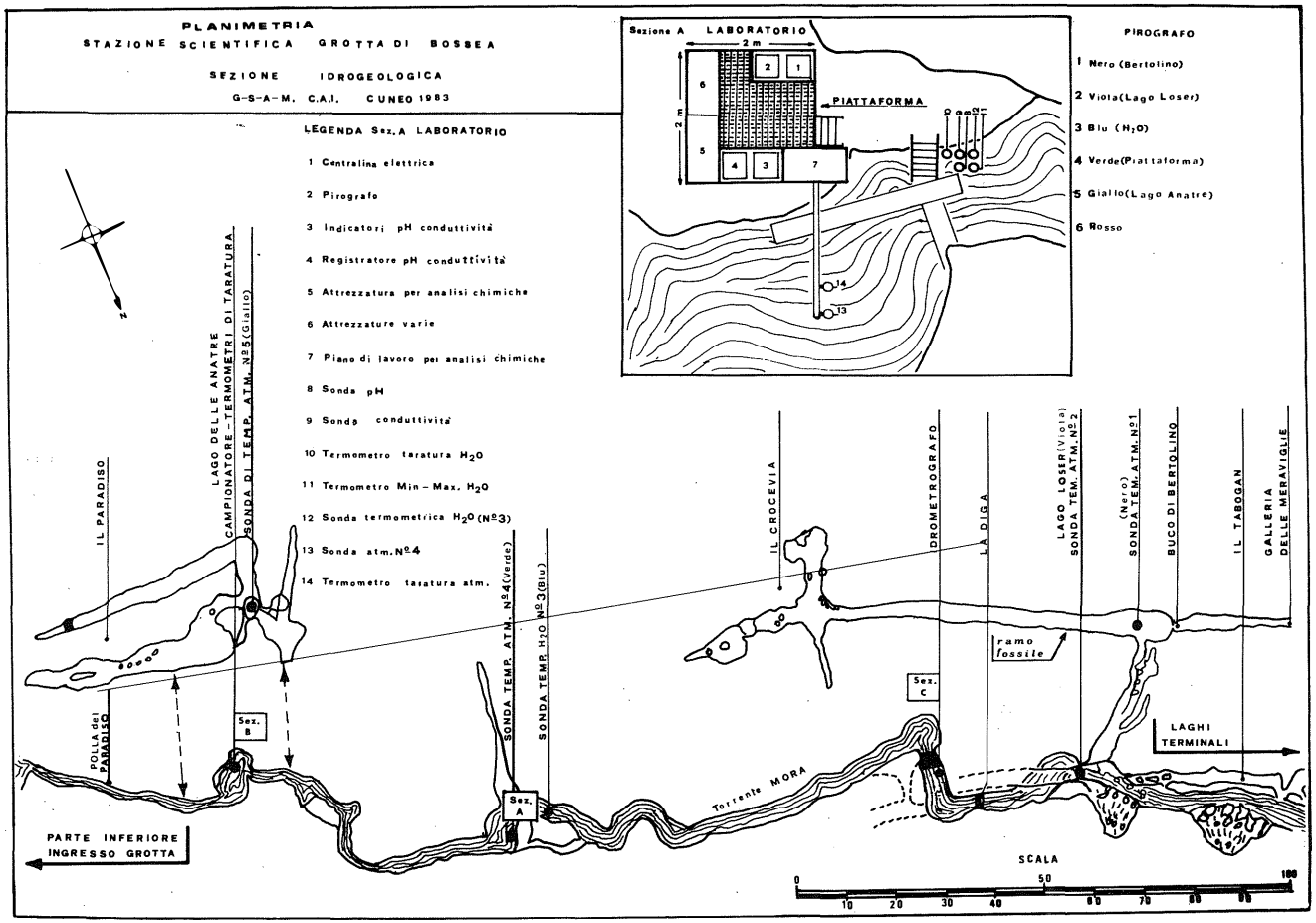


Fig. 6 - Il sifone terminale del ramo attivo superiore.


PLANIMETRIA
STAZIONE SCIENTIFICA GROTTA DI BOSSEA
SEZIONE IDROGEOLOGICA
G-S-A-M. C.A.I. CUNEO 1983
LEGENDA Sez. A LABORATORIO
1 Centralina elettrica
2 Pirografo
3 Indicatori pH conduttività
4 Registratore pH conduttività
5 Attrezzatura per analisi chimiche
6 Attrezzature varie
7 Piano di lavoro per analisi chimiche
8 Sonda pH
9 Sonda conduttività
10 Termometro taratura H2O
11 Termometro Min - Max. H2O
12 Sonda termometrica H2O (N°3)
13 Sonda atm. N°4
14 Termometro taratura atm.
Sezione A LABORATORIO
2 m
2 m
PIATTAFORMA
PIROGRAFO
1 Nero (Bertolino)
2 Viola (Lago Loser)
3 Blu (H2O)
4 Verde (Piattaforma)
5 Giallo (Lago Anatre)
6 Rosso
IL PARADISO
LAGO DELLE ANATRE
CAMPIONATORE - TERMOMETRI DI TARATURA
SONDA DI TEMP. ATM. N°5 (Giallo)
POLLA del PARADISO
Sez. B
SONDA TEMP. ATM. N°4 (Verde)
SONDA TEMP. H2O N°3 (Blu)
Sez. A
Torrente MORA
IL CROCEVIA
DROMETROGRAFO
LA DIGA
Sez. C
ramo fossile
LAGO LOSER (Viola)
SONDA TEM. ATM. N°2
(Nero)
SONDA TEM. ATM. N°1
BUCO DI BERTOLINO
IL TABOGAN
GALLERIA DELLE MERAVIGLIE
LAGHI TERMINALI
PARTE INFERIORE INGRESSO GROTTA
SCALA
0
5,0
10
20
30
40
60
70
80
90
100