# LE GROTTE DEL LAZIO I FENOMENI CARSICI, ELEMENTI DELLA GEODIVERSITÀ

Giovanni Mecchia, Marco Mecchia, Maria Piro, Maurizio Barbati



Pozzo della Creta Rossa: discesa alla saletta "della Bionda" (foto C. Germani)

# Giovanni Mecchia

Presidente della Federazione Spleleologica del Lazio, è attivo nel mondo speleologico da 28 anni. Esperto di rilevamento topografico in grotta, profondo conoscitore del territorio carsico regionale, ha pubblicato numerosi articoli sui fenomeni carsici nel Lazio.



# Maria Piro

Geologo della Provincia di Roma, si occupa di assetto del territorio, di dissesto idrogeologico e delle problematiche connesse alle cavità artificiali. Dal 1975 è attivamente impegnata nella speleologia, curando tra l'altro gli aspetti scientifici e didattici nell'ambito di corsi introduttivi alla disciplina. Fra le molteplici pubblicazioni si segnalano contributi sia sulle cavità artificiali che su diverse aree carsiche dell'Appennino.

# Marco Mecchia

Geologo professionista, esperto di idrogeologia e studi ambientali, si occupa di speleologia dalla seconda metà degli anni settanta ed ha al suo attivo l'esplorazione di grotte nelle maggiori aree carsiche italiane e in numerosi paesi extraeuropei. È autore di pubblicazioni scientifiche su argomenti di idrogeologia e carsismo.



Federazione Speleologica del Lazio

# Maurizio Barbati

Speleologo dal 1990 ha preso parte a molte delle più importanti esplorazioni effettuate in ambito regionale, acquisendo un prezioso bagaglio di conoscenze tecniche sull'ambiente sotterraneo.

Tecnico del Soccorso Alpino e Speleologico, ne cura l'addestramento dei volontari.

## Ringraziamenti

Questo libro nasce dall'attività svolta da generazioni di speleologi che, nell'arco di un secolo, hanno documentato un'attività di esplorazione condotta sempre con passione.

Riferimento fondamentale è stato il libro "I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio", pubblicato da Aldo G. Segre nel lontano 1948; infatti, nonostante i 55 anni trascorsi dalla sua edizione, l'opera rappresenta la migliore e più esaustiva analisi degli ambienti carsici sotterranei della regione.

Ringraziare tutti coloro che hanno partecipato è particolarmente difficile. Nonostante ciò tentiamo l'impresa, scusandoci fin d'ora per le inevitabili di-

Bruno Agricola, Toni Brunori, Vincenzo Giannini e Valerio Sbordoni hanno reso possibile la pubblicazione di questo libro aiutandoci a stabilire contatti con vari

Tutto il testo è stato riletto criticamente da Alberta Felici e Giulio Cappa ai quali va uno speciale ringraziamento. Inoltre, per la revisione del capitolo riguardante il carsismo sotterraneo del Lazio, ringraziamo anche Stefano Cresta dell'ARP, Giuseppe Capelli e Roberto Mazza della Terza Università di Roma.

Preziosi consigli per l'impaginazione e la grafica su PC ci sono giunti da Maria Cecilia Natalia, Valter Germani e Massimiliano Re.

Ringraziamo Paolo Forti e Michele Sivelli del Centro di Documentazione Speleologica "Franco Anelli" di Bologna per averci procurato alcuni testi altrimenti

Hanno fornito le immagini fotografiche Andrea Cerquetti e Carlo Germani, e ancora Giancarlo Albamonte, Antonello Angelucci, Annachiara Bartolini, Andrea Bonucci, Riccardo Bellatreccia, Stefano Bevilacqua, Massimo Bollati, Corrado Bonuccelli, Franco Bufalieri, Emanuele Cappa, Giulio Cappa, Giorgio Caramanna, Augusto Carè, Giacomo Carioti, Vittorio Castellani, Marco Chiariotti, Marco Cirinei, Giorgio Copponi, Giancarlo Costa, Paolo Dalmiglio, Andrea Degli Esposti, Stefano De Santis, Paola Fanesi, Alberta Felici, Andrea Felici, Lamberto Ferri Ricchi, Enzo Franceschelli, Andrea Gatti, Carlo Gatti, Flavia Gemignani, Massimo Izzo, Maria Grazia Lobba, Alessandro Lo Tenero, Giorgio Marzolla, Roberto Mazza, Manuela Merlo, Maurizio Monteleone, Giorgio Pintus, Massimiliano Re, Marcus Romiti, Maurizio Sagnotti, Osvaldo Valigi, Aldo Zambardino e l'indimenticabile Massimo Zampighi.

Ringraziamo Luciano Cianetti per i disegni inseriti in una prima versione del lavoro che, pur se non giunti all'edizione finale, ci hanno aiutato nella costruzione della struttura del libro.

Nei nove anni di durata del lavoro il mondo speleologico laziale, abruzzese, umbro e molisano ha appoggiato con entusiasmo il progetto, fornendoci indispensabili informazioni, andando in grotta insieme e dandoci anche l'occasione di vivere intensi e piacevoli rapporti umani.

Giulio Cappa, Alberta Felici e il loro figlio Emanuele ci hanno "sopportato" nelle nostre continue richieste di informazioni su tutto il territorio regionale.

Patrizio Ricciotti, Roberto Sarra, Paolo Sellari, Giancarlo Spaziani e Tarcisio Verdecchia ci hanno aiutato con le loro conoscenze sulle grotte della Ciociaria. Andrea Giura Longo è stato una puntuale e assidua fonte di informazioni sulle grotte della zona di Carpineto Romano.

Umberto Randoli ci ha fatto conoscere la Grotta del Secchio e lo Sventatoio di

Maurizio Monteleone e Stefano Gambari hanno rivisto con occhio critico le nostre note sull'Abisso di Monte Vermicano.

Con Franco Ciocci, Franco Bufalieri, Luciano Castaldi, Isabella Triolo, Andrea Pucci abbiamo passato delle bellissime giornate alla Risorgenza di Zompa lo Zoppo. Vito Montrone ci ha fatto conoscere la Grotta Scura e il Monte Piano.

Con Andrea Benassi abbiamo svolto tantissima attività in vari luoghi della regione; Andrea, insieme a Paolo Turrini, ci ha inoltre fornito la descrizione dell'Inghiottitoio di Campo di Caccia.

Francesco Nozzoli ha esplorato con noi l'Abisso della Poiana.

Valerio Olivetti ha partecipato ad alcune delle esplorazioni nelle grotte dei Monti Lepini, e, insieme a Marco Taverniti, ha descritto l'Inghiottitoio di Pian dell'Erdigheta.

Marco Milizia ci ha accompagnato e fatto conoscere il fenomeno carsico della

Massimo Mancini ci ha informato sulle grotte e sul fenomeno carsico del Molise.

Marco Genovesi ci ha fornito tutti i dati sull'Abisso Yoghi.

Giulio De Meo ci ha segnalato diverse importanti grotte sui Monti Aurunci; insieme a Paolo Minutillo, Michele Forte e Vincenzo Forte, ha dato un contributo fondamentale per la conoscenza di quel territorio.

Betta Preziosi e Mimmo Scipioni sono stati splendidi accompagnatori alla Grotta di Cittareale, fornendoci inoltre indispensabili informazioni.

Antonella Santini e Stefano Soro ci hanno informato dell'attività svolta dall'ASR'86 nel Monte Soratte e nei Monti Lepini; Stefano Feri ha disegnato alcuni

Anna Pedicone Cioffi ci ha dato notizie su varie cavità, e ha descritto in particolare il Pozzo della Macchia.

Leonardo Latella ha descritto la Grotta Patrizi e ci ha fornito informazioni su varie altre grotte.

Lorenzo Grassi ha scritto le descrizioni di Pozzo Panfilo e Pozzo Pazzo, e ci ha dato molte altre notizie su grotte da lui conosciute.

Pierriccardo Festa ha descritto l'Abisso Alien 3 e il Pozzo l'Arcaro.

Andrea Bonucci ci ha fornito tutto il materiale sulla Gronda A.

Augusto Carè ci ha dato informazioni e notizie storiche sull'area di Pastena. descrivendone la grotta.

Giorgio Caramanna ha procurato materiale relativo a diverse grotte.

Gli umbri Giada Biagetti, Giancarlo Guerriero Monaldi e Vitaliano Vittori ci hanno accompagnato in varie grotte del territorio di Narni. Marco Tosti e Tonino Uffreduzzi ci hanno fornito le descrizioni di alcune grotte nella zona di Terni e Carlo Gatti ci ha informato sull'attività del gruppo di Terni.

Paolo Dalmiglio, Maria Grazia Lobba, Sergio Nozzoli e Antimo Peccerillo ci hanno dato numerosissime notizie sulle grotte esplorate dal Gruppo Speleologico Grottaferrata.

Edoardo Malatesta e Marco Giordani ci hanno raccontato la loro attività subacquea e fornito il relativo materiale.

Christian Locatelli ci ha inviato dalla Francia le informazioni sulla Grotta dell'In-

Danilo Bandini, Bruno Chiarelli, Andrea Degli Esposti e Sergio Gilioli ci hanno comunicato informazioni e descrizioni sulle grotte abruzzesi. Massimo Bollati ci ha riferito puntualmente sui risultati dell'attività del gruppo di

Foligno relativa alle grotte inserite nel libro. Sonia Galassi e Fabio Mingolla ci hanno fornito i risultati delle esplorazioni

all'Abisso Consolini ed in altre grotte.

Carlo Germani ci ha portati alla Grotta di San Biagio e ha descritto diverse grotte dei Monti Carseolani.

Gianni Guidotti ci ha inviato notizie sui sifoni della Grotta degli Urli.

Simone Re e Marco Topani ci hanno dato molte informazioni sulle grotte da

Con Vincenzo Battisti, Sandro Continenza, Tullio Dobosz, Chakib El Idrissi, Marzia Fulli, Alessandro Ponziani, Angelo Procaccianti, Elia Romano, Fernanda Vittori, Leo Zannotti abbiamo rivisitato insieme molte grotte.

In ultimo, un grazie particolare va allo Speleo Club Roma, il nostro gruppo, che ci ha insegnato qualcosa di più che a muoverci nel mondo sotterraneo. Grazie ai suoi soci, gli amici, che ci hanno accompagnato nell'attività necessaria alla stesura del libro.

Ricordiamo innanzi tutto l'insostituibile Sandro Sbardella, il più assiduo dei nostri accompagnatori.

Ci hanno dato un grande aiuto Giorgio Pintus, Gianna Politi, Aldo Zambardino, Guido Ceccarelli e Enzo Franceschelli.

Ringraziamo inoltre Paola Fanesi e Stefano De Santis, Andrea Cerquetti, Luisa Stoppa, Stefano Pianella, Daniela Conti, Stefano Bevilacqua, Margherita Giuffrè, Corrado Bonuccelli, Maria Fierli, Massimiliano Re, Pier Leonida Orsini, Alessandro Lo Tenero, Paolo Boninsegni, Marcello Zampetti, Fabrizio Toso, Valeria Ruggeri, Silvia Mogliazza, Rosa De Filippis, Stefania Militello, Giovanna Ricca, Roberto Ciotola, Flavio Cappelli, Benjamin Weber, Lucilla Lustri, Francesco Rossi, Dina Di Pasquale, Marco Strani, Gaia Pellegrini, Vito Granito, Riccardo Bellatreccia, Emanuele Lodovici, Livio Russo, Claudio Giudici, Marina Nuzzi, Gianluca Sterbini, Andrea Felici, Giovanni Polletti, Gino Capponi, Flavia Gemignani, Marcus Romiti, Cecilia Gigante, Stefania Sanfilippo, Giuseppe Belligno, Giuseppe Paris, Luca Abbate, Francesco Marinucci, Italo Bertolani e Andrea Maniscalco.

Un grazie infine a Stefano Mecchia per le tante domeniche passate in grotta

# 3

Tutti i diritti sono riservati. Si autorizzano le riproduzioni delle informazioni e dei dati pubblicati, purché sia indicata la fonte Roma, ottobre 2003

Vincenzo SARACENI

Patrizio CUCCIOLETTA

Raniero V. DE FILIPPIS

Maurilio CIPPARONE

Anna Rosa CAVALLO, Cosimo Marco CALÒ,

Giovanni MECCHIA, Marco MECCHIA, Maria PIRO, Maurizio BARBATI

ARP - Via Indonesia, 33 - 00144 Roma

SYSTEMCART S.r.I. - Via A. Cruto, 16 - 00146 Roma

Remo CIOCE

Nello IALONGO

Stefano CRESTA

Giancarlo TALLONE Guglielmo ARCÀ

REGIONE LAZIO Assessorato Ambiente

**Dipartimento Territorio** 

**Direzione Ambiente e Protezione Civile** 

ARP – Agenzia Regionale per i Parchi

Assessore:

Direttore:

Direttore:

Presidente:

Consiglieri:

Direttore:

Edizione:

Dirigente Pianificazione:

Coordinamento editoriale:

Impaginazione e stampa:

COLLANA VERDE DEI PARCHI Serie Tecnica n.3 Testi e illustrazioni di:

Vicepresidente:



Nell'ambito delle ricerche e degli studi per l'adeguamento dello schema di Piano Regionale dei Parchi e delle Riserve Naturali, che l'Agenzia regionale per i Parchi sta conducendo in collaborazione con la Direzione regionale Ambiente e Protezione Civile, ho il piacere di presentare questo studio sulle grotte e i fenomeni carsici del Lazio che arricchisce il patrimonio di conoscenze utile alla pianificazione del Sistema delle AA.PP.

La Regione Lazio è consapevole dell'enorme ricchezza e varietà del patrimonio speleologico presente nel suo territorio ed intende affrontare con tempestività e lungimiranza il problema della sua tutela e del suo corretto uso. Se infatti il patrimonio speleologico esiste ancora in misura rilevante nel Lazio, esso non può essere indirizzato a forme di sfruttamento disordinato che ne provocherebbero, nel giro di pochi decenni, o addirittura di pochi anni, il completo degrado.

Lo studio delle grotte e dei fenomeni carsici del Lazio rappresenta, per l'Assessorato all'Ambiente, un ulteriore tappa del programma di interventi a favore del Sistema delle AA.PP. E' questo un libro nato e pubblicato per "far conoscere" una parte dell'ambiente fisico della Regione, conoscere soprattutto per capire un mondo sotterraneo per molti aspetti tutto da scoprire.

Oggi, con il nostro diretto intervento di Istituzione pubblica, pensiamo di poter svolgere un ruolo importante nella diffusione dei temi legati al mondo ipogeo legandolo al processo di pianificazione in atto del Sistema delle Aree Protette regionali.

Compito di questa pubblicazione è di guidare il lettore nella visita e nella conoscenza del patrimonio speleologico regionale nei suoi molteplici aspetti, nelle sue peculiarità naturalistiche e culturali, perchè dalla conoscenza scaturisca in tutti la determinazione di difendere le risorse esistenti ed assicurarne il godimento alle future generazioni.

Vincenzo Saraceni Assessore all'Ambiente Esiste ancora, in questo mondo globalizzato, di comunicazioni satellitari, di internet, di telefoni cellulari minuscoli che prima o poi ci faranno anche il caffè espresso, qualcosa che sia ancora "primordiale"?

Ed esistono ancora, nella nostra Regione, aree che, sebbene siano importanti e delicate dal punto di vista naturalistico, siano poco conosciute, lontane dalla fruizione di massa, poco o niente interessate da spinte di trasformazione tanto perniciosa quanto irreversibile?

Ma soprattutto: esistono ancora, nel nostro Paese e nel Lazio, persone che dedicano anni ed anni della loro vita, ad esplorare gli spazi più nascosti del nostro ambiente naturale, a studiarne i valori e le caratteristiche, a promuoverne la tutela, animati solo dalla "passione" e non dalla "retribuzione"?

Per nostra fortuna, le risposte sono tutte un SI, forte e chiaro.

Nel Lazio, una Regione che non finisce di stupire per chi impara a guardarla con occhi curiosi, esiste infatti la primordialità delle grotte. Centinaia e centinaia, 1452 per la precisione.

Un numero che può ricordare la scoperta dell'America ma che qui invece, quasi cabalisticamente, ci porta a scoprire, dietro casa, un patrimonio di natura segreta, ricca di una misteriose oscurità vecchie milioni di anni, abitate spesso da esseri viventi che non si trovano in nessun altro ambiente della Regione, percorse sovente da corsi d'acqua freschi e puliti che andranno inconsapevolmente a dissetare milioni di cittadini di paesi e città lontane. Una ricchezza primordiale che, se potessimo mettere tutte le grotte una in fila all'altra, si "snoderebbe" per oltre 98 chilometri: un paesaggio che potrebbe sembrare prodotto da uno scenografo tanto creativo, quanto cultore della fantascienza.

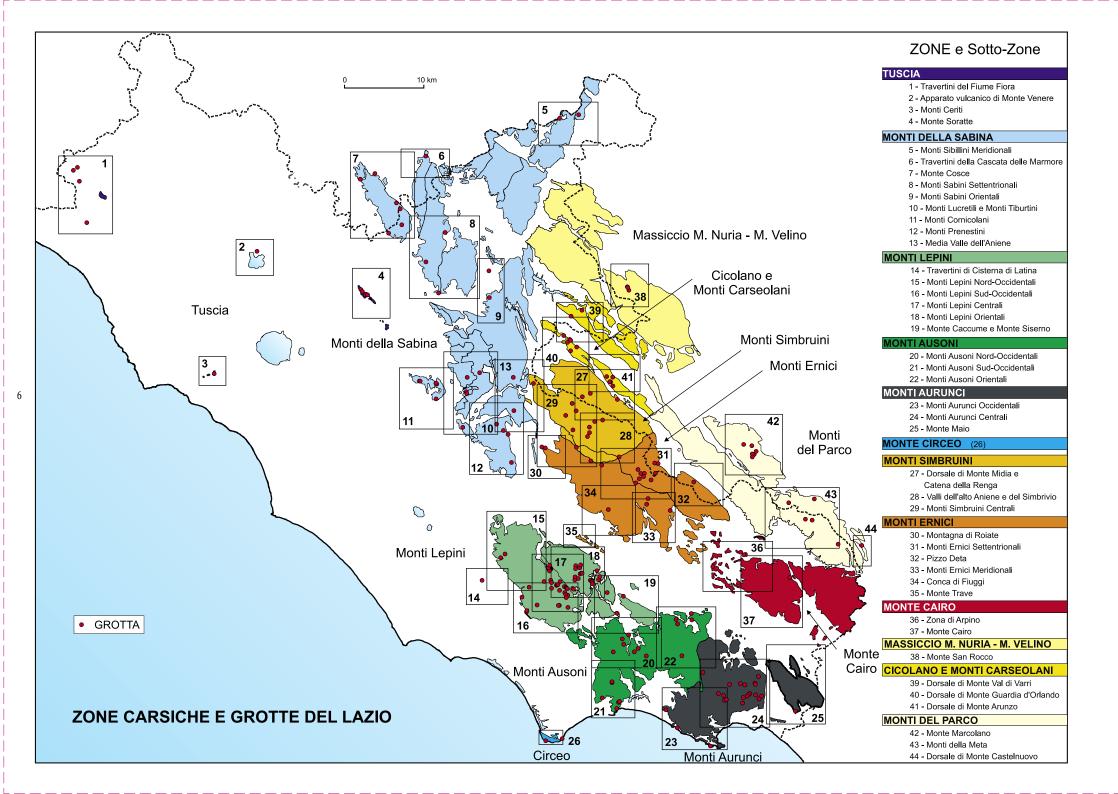
Caratteristica principale di questo mondo è quella di essere (ancora) relativamente poco maltrattato dagli esseri umani. Certo, di grotte trasformate in discariche di elettrodomestici, di automobili, di carcasse di animali ne abbiamo viste parecchie. Così come ne abbiamo viste altre, che pure non meritavano questa sorte, trasformate in oggetti di largo consumo con ponti, scalette di metallo e con il loro mistero squarciato da fari e lampadine colorate. Il fatto però che moltissime delle 1452 grotte del Lazio siano esplorabili solo dagli addetti ai lavori ci lascia sperare che esse lasceranno conoscere i loro segreti solo a chi sa rispettarne il significato ed il valore: perché abbiamo bisogno, noi, esseri umani, anche di spazi di mistero e di immaginazione.

La Regione Lazio ha una legge che tutela il proprio patrimonio speleologico. Questo lavoro, che il Consiglio di Amministrazione dell'Agenzia dei Parchi ha voluto pubblicare quale ulteriore approfondimento del percorso che sta compiendo per l'adeguamento del Piano dei Parchi è al tempo stesso uno strumento per il Legislatore (per completare il percorso della Legge Regionale n°20 del 1999) uno spunto motivazionale (per promuovere ulteriori ricerche e forme di valorizzazione veramente compatibili) ma anche una provocazione: perché si smetta di considerare le grotte una discarica o un potenziale luna park: chi si sognerebbe mai di aprire un fast food nei musei capitolini?

Ed infine, le persone. Vivaddio, ne esistono ancora di queste persone, animate dalla curiosità della scienza, capaci di un impegno che va ben oltre il proprio interesse materiale, disponibili a "donare" agli altri, senza particolari ricompense, il frutto di anni ed anni di lavoro.

A Marco e Giovanni Mecchia, a Maria Piro e Maurizio Barbati, che ci hanno messo a disposizione di questo straordinario sforzo di ricerca, a quanti li hanno aiutati, a chi insomma ha contribuito a svelare ai cittadini del Lazio un pezzo significativo dei misteri che la regione ancora conserva, debbono andare il nostro riconoscimento, la nostra gratitudine e la promessa del nostro impegno a far sì che almeno le grotte più importanti diventino, al più presto, "monumenti naturali", e vadano ad arricchire il Sistema Regionale delle Aree Protette del Lazio: il nostro patrimonio, la nostra riserva di futuro.

Maurilio Cipparone Presidente Agenzia Regionale per i Parchi



# INDICE

Parte I	
Note introduttive	9
Grotte e aree protette	11
L'organizzazione della speleologia	15
Il catasto delle grotte	17
Storia della speleologia nel Lazio	20
Note sulla tecnica di progressione in g	rotta25
	17
Parte II	- A
II carsismo sotterraneo del Lazio	27
Parte III	
Le grotte	83
La Tuscia	88
l travertini del Fiume Fiora	90
II Bucone	90
Grotta Nuova	92
Grotta Misa	92
Grotta di Ponte Sodo	
<u>L'apparato vulcanico di Monte Venere</u> .	96
Pozzo del Diavolo	96
Il Monte delle fate a Sasso	96
Grotta Patrizi	96
II Monte Soratte	98
Grotta Andrea Innocenzi	98
Abisso Erebus	98
Meri del Soratte	101
Grotta di Santa Lucia	102
La Sabina	104
l Monti Sibillini Meridionali	108
Grotta di Cittareale	108
Buca di Terzone	111
l travertini della cascata delle Marmor	<u>•e</u> 112
Complesso delle grotte dei Campacci	112
II Monte Cosce	114
Grotta dello Svizzero	
Grotta di Pizzo Corvo	116
Pozzo delle Canine	116
Pozzo di Mièsole	118
Grotta Cherubini	119
Buco del Pretaro	120
l Monti Sabini Settentrionali	
Voragine le Puzzole	122
Revòtano	122
Grotta Scura	
l Monti Sabini Orientali	
Pozzo Pànfilo	
Grotta grande di Muro Pizzo	
l Monti Lucretili e i Monti Tiburtini	128
Risorgenza di Collentone	
Grotta Peter Pan	
Grotta Hale Bopp	131
Pozzo di San Polo dei Cavalieri	
Voragine di Monte Spaccato	132

I Monti Cornicolani134
Pozzo Sventatore
Pozzo del Merro 136
Grotta di Fossavota
Sventatoio di Poggio Cesi
33
Cavità dell'Elefante
I Monti Prenestini 140
Pozzo della Ventrosa
Ainate
Fossa Ampilla
La media valle dell'Aniene
Pozzo di Cerreto
Pozzo di Cineto Romano
Chiavica di Arsoli
I MONTI LEPINI 148
I travertini di Cisterna di Latina152
Grotta di San Biagio
1 Monti Lepini Nord-Occidentali
Arnale Cieco
Grotta del Convento di Santa Oliva154
1 Monti Lepini Sud-Occidentali
Grotta di Colle Cantocchio
Ouso di Sermoneta
Grotta di Fiume Coperto
Grotta della Cava
Ouso del Cavone
Grotta Vittorio Vecchi
Grotta Marina
Ouso di Pozzo Nuovo
I Monti Lepini Centrali
Ouso dell'Isola
Bocca Canalone
Ouso dell'Omo Morto
Grotta Ciaschi
Grotta del Formale
Ouso di Valle Me Ne Pento
Grotta del Rapiglio
Pozzo della Croce
Risorgenza dell'Istrice
Ouso 2°dei Cavoni
Ouso della Rava Bianca
Ouso Gemello della Rava Bianca
Ouso nella Villa
Ouso di Pozzo Comune
Ouso del Sordo
Abisso Capodafrica
Ouso di Gaetano
Abisso Miguel Enriquez
Pozzo della Faina
Abisso Consolini
Ouso delle Donne
Inghiottitoio di Pian dell'Erdigheta
I Monti Lepini Orientali
Risorgenza San Marino196
Pozzo di Monte Alto

Inghiotitioio di Campo di Caccia   200     Ouso di Valle dei Ladri   203     Pozzo della Macchia   203     Fossa il Ferro   205     Ouso di Passo Pratiglio   206     Forta di Monte Fato   206     Fozzo Pazzo   210     Ouso della Donnicciola   212     Forta del Pisciarello   212     Fozzo Frigorillo   213     Pozzo Frigorillo   214     Abisso della Poiana   216     Pozzo Dodarè   217     Grotta dei Folignati   218     Abisso Alien 3   220     Dezzo delle Bombe   221     Il Monte Caccume e il Monte Siserno   222     Risorgenza la Ròloga   222     Pozzo I'Arcaro   223     Grotta degli Ausi   223     I Monti Ausoni Nord-Occidentali   228     Catàuso di Sonnino   228     Catàuso di Sonnino   228     Catàuso di Sonnino   231     Risorgenza di Capo d'Acqua   231     Grotta di San Benedetto   233     Risorgenza di Fontana Burano   233     Ciauca della Lontra   235     Lonti Ausoni Sud-Occidentali   236     Chiavica 1ª Senza Fondo   235     Ciauca della Lontra   236     Chiavica 1ª di Zi' Checca   236     Chiavica 1ª di Zi' Checca   236     Chiavica della Nebbia   240     Pozzo del Gimitero   240     Grotta della Sabina   242     Monti Ausoni Orientali   243     Buco dell'Acero   243     Abisso la Vettica   255     Monti Aurunci Occidentali   255     Monti Aurunci Occidentali   255     Monti Aurunci Occidentali   256     Grotta di Vallangiola   257     Risorgenza la Vóloca   256     Grotta del Raleca   266     Grava del Serini   266     Abisso dei Tre   267	
Pozzo della Macchia   203     Fossa il Ferro   205     Ouso di Passo Pratiglio   206     Grotta di Monte Fato   206     Pozzo Pazzo   210     Ouso della Donnicciola   212     Grotta del Pisciarello   213     Pozzo Frigorillo   213     Pozzo Frigorillo   214     Abisso della Poiana   216     Pozzo Dodarè   217     Grotta dei Folignati   218     Abisso Alien 3   220     Pozzo delle Bombe   221     Il Monte Caccume e il Monte Siserno   222     Risorgenza la Ròloga   222     Pozzo l'Arcaro   223     Grotta degli Ausi   223     I Monti Ausoni Nord-Occidentali   228     Catàuso di Sonnino   228     Pozzo Colvento   231     Risorgenza di Gapo d'Acqua   231     Grotta di San Benedetto   233     Risorgenza di Fontana Burano   233     Chiavica 1ª Senza Fondo   235     Clauca della Lontra   235     Monti Ausoni Sud-Occidentali   236     Chiavica 1ª Senza Fondo   235     Chavica 1ª Senza Fondo   235     Monti Ausoni Orientali   236     Chiavica 1ª di Zi' Checca   236     Chiavica 1ª di Zi' Checca   238     Grotta di San Siiviano   239     Chiavica della Nebbia   240     Pozzo del Cimitero   240     Grotta della Sabina   242     Monti Ausoni Orientali   255     Monti Aurunci Occidentali   256     Grotta di Pastena   256     Grotta di Pastena   256     Grotta di Japo San Puoto   253     Grotta di Pastena   256     Grotta di Jalangiola   257     Risorgenza la Vòloca   257     Ciauca degli Spagnoli   259     Disso dei Ricorca   266     Grotta della Giauchella   266     Grotta della Giauchella   266     Grotta della Giauchella   266     Grotta della Giauchella   266     Glauca del Faleca   263     Grava dei Serini   264     Abisso dei Tre   267     Abisso dei Tre   267	
Fossa il Ferro.         205           Ouso di Passo Pratiglio         206           Grotta di Monte Fato.         206           Pozzo Pazzo.         210           Ouso della Donnicciola.         212           Grotta del Pisciarello         212           Pozzo Frigorillo.         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta dei Folignati         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedelto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236 <tr< td=""><td></td></tr<>	
Ouso di Passo Pratiglio         206           Grotta di Monte Fato         206           Pozzo Pazzo         210           Ouso della Donnicciola         212           Grotta del Pisciarello         212           Pozzo Frigorillo         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           I Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedelto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1* Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236      <	
Grotta di Monte Fato.         206           Pozzo Pazzo.         210           Ouso della Donnicciola.         212           Grotta del Pisciarello         212           Pozzo Frigorillo         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         222           Il Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           Ciauca della Lontra         235           Ciauca della Saniano         236           <	
Pozzo Pazzo.         210           Ouso della Donnicciola.         212           Grotta del Pisciarello         212           Pozzo Frigorillo.         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè.         217           Grotta dei Folignati.         217           Grotta di Fontana le Mole.         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga.         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           Ciauca della Lontra         235           Ciauca della Nasoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2° di Zi' Checca         236           Chiavica 2° di Zi' Checca         238	*
Ouso della Donnicciola.         212           Grotta del Pisciarello         212           Pozzo Frigorillo         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           Limonti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238 <td></td>	
Grotta del Pisciarello         212           Pozzo Frigorillo         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Risorgenza di Fontana Burano         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240	
Pozzo Frigorillo         213           Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta di Basbina         242	
Pozzo del Faggeto         214           Abisso della Poiana         216           Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242<	
Abisso della Poiana 216 Pozzo Dodarè	· ·
Pozzo Dodarè         217           Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I MONTI Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina	33
Grotta dei Folignati         217           Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colivento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         233           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Li Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Oriental	
Grotta di Fontana le Mole         218           Abisso Alien 3         220           Pozzo delle Bombe         221           II Monte Caccume e il Monte Siserno         222           Risorgenza la Ròloga         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           L Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           L'Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2° di Zi' Checca         236           Chiavica 2° di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica 2° di Zi' Checca         238           Grotta della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Busco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica	
Abisso Alien 3	3
Pozzo delle Bombe   221   II Monte Caccume e il Monte Siserno   222   Risorgenza la Ròloga   222   Pozzo l'Arcaro   223   Grotta degli Ausi   223   I Monti Ausoni   226   I Monti Ausoni Nord-Occidentali   228   Catàuso di Sonnino   228   Pozzo Colvento   231   Risorgenza di Capo d'Acqua   231   Grotta di San Benedetto   233   Risorgenza di Fontana Burano   233   Risorgenza di Fontana Burano   233   Chiavica 1ª Senza Fondo   235   I Monti Ausoni Sud-Occidentali   236   Chiavica 1ª di Zi' Checca   236   Chiavica 2ª di Zi' Checca   238   Grotta di San Silviano   239   Chiavica della Nebbia   240   Pozzo del Cimitero   240   Grotta della Sabina   242   I Monti Ausoni Orientali   243   Buco dell'Acero   243   Abisso La Vèttica   246   Grotta di Pastena   246   Inghiotitioio di Pozzavello   249   I Monti Aurunci Occidentali   250   I Monti Aurunci Occidentali   255   I Monti Aurunci Occidentali   255   I Monti Aurunci Centrali   256   Grotta di Vallangiola   257   Risorgenza la Vòloca   257   Ciauca degli Spagnoli   259   Abisso della Giauchella   260   Giauca del Fâleca   263   Grava dei Serini   264   Abisso dei Tre   267   Abisso dei Tre   267   Abisso dei Tre   267   26	
Il Monte Caccume e il Monte Siserno   222   Risorgenza la Ròloga   222   Pozzo l'Arcaro   223   Grotta degli Ausi   226   I Monti Ausoni Nord-Occidentali   228   Catàuso di Sonnino   228   Pozzo Colvento   231   Risorgenza di Capo d'Acqua   231   Grotta di San Benedetto   233   Risorgenza di Fontana Burano   233   Chiavica 1ª Senza Fondo   235   Ciauca della Lontra   235   I Monti Ausoni Sud-Occidentali   236   Chiavica 1ª di Zi' Checca   236   Chiavica 2ª di Zi' Checca   238   Grotta di San Silviano   239   Chiavica della Nebbia   240   Pozzo del Cimitero   240   Grotta della Sabina   242   I Monti Ausoni Orientali   243   Buco dell'Acero   246   Grotta di Pàstena   246   Inghiottitoio di Pozzavello   249   I Monti Aurunci Occidentali   250   I Monti Aurunci Occidentali   255   Forta di Tiberio   255   I Monti Aurunci Centrali   256   Grotta di Tiberio   257   Risorgenza la Vòloca   257   Ciauca degli Spagnoli   259   Abisso della Giauchella   260   Ciauca del Fàleca   263   Grava dei Faleca   263   Grava dei Serini   264   Abisso dei Tre   267	
Risorgenza la Ròloga.         222           Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino.         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           Liauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto <td< td=""><td></td></td<>	
Pozzo l'Arcaro         223           Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           Liauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto	
Grotta degli Ausi         223           I Monti Ausoni         226           I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Ciauca della Lontra         235           Liauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         236           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           L Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         251           Pozzo del Diavolo         255           Pozzo del Diavolo         255           Pozzo del Diavolo         2	3
Monti Ausoni Nord-Occidentali   228	
I Monti Ausoni Nord-Occidentali         228           Catàuso di Sonnino         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca	ý .
Catàuso di Sonnino.         228           Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Liauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola <td></td>	
Pozzo Colvento         231           Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Liauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca dell' Faleca         263           Giauca del Faleca         2	
Risorgenza di Capo d'Acqua         231           Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           Imanti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         255           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giau	
Grotta di San Benedetto         233           Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           Imanti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         236           Chiavica 2ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           I Monti Aurunci Centrali         257           Grotta di Vallangiola         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giauch	
Risorgenza di Fontana Burano         233           Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           Imanti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         255           I Monti Aurunci Centrali         255           I Monti Aurunci Centrali         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giauchella         260           Giauca del Fàleca         263           Giauca del Fàleca         263           Grava dei Serini	
Chiavica 1ª Senza Fondo         235           Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         255           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Forata di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giauchella         260           Giauca del Fàleca         263           Giauca dei Fàleca         263           Grava dei Serini         264	
Ciauca della Lontra         235           I Monti Ausoni Sud-Occidentali         236           Chiavica 1ª di Zi¹ Checca         236           Chiavica 2ª di Zi¹ Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pastena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I Monti Aurunci Occidentali         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Frotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giauchella         260           Giauca del Monaco         263           Giauca del Fâleca         263           Grava dei Serini         264 </td <td></td>	
Image:	
Chiavica 1* di Zi' Checca         236           Chiavica 2* di Zi' Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pastena         246           Inghititolo di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Frotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Giauca del Fâleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Chiavica 2ª di Zi¹ Checca         238           Grotta di San Silviano         239           Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pastena         246           Inghiotititoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso della Giauchella         260           Giauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Grotta di San Silviano.         239           Chiavica della Nebbia.         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina.         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero.         243           Abisso La Vèttica.         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotitioio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca delji Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Giauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Chiavica della Nebbia         240           Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiotititoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Giauca degli Spagnoli         259           Abisso deila Ciauchella         260           Giauca del Monaco         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Pozzo del Cimitero         240           Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Grotta della Sabina         242           I Monti Ausoni Orientali         243           Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Image:	
Buco dell'Acero         243           Abisso La Vèttica         246           Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Abisso La Véttica       246         Grotta di Pàstena       246         Inghiottitoio di Pozzavello       249         I MONTI AURUNCI       250         I Monti Aurunci Occidentali       252         Abisso di Lago San Puoto       253         Grotta di Tiberio       254         Pozzo del Diavolo       255         I Monti Aurunci Centrali       256         Grotta di Vallangiola       257         Risorgenza la Vòloca       257         Ciauca degli Spagnoli       259         Abisso della Ciauchella       260         Ciauca del Monaco       263         Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Grotta di Pàstena         246           Inghiottitoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I MONTI AURUNCI         252           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Inghiottitoio di Pozzavello         249           I MONTI AURUNCI         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
I Monti Aurunci         250           I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
I Monti Aurunci Occidentali         252           Abisso di Lago San Puoto         253           Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	•
Abisso di Lago San Puoto       253         Grotta di Tiberio       254         Pozzo del Diavolo       255         I Monti Aurunci Centrali       256         Grotta di Vallangiola       257         Risorgenza la Vòloca       257         Ciauca degli Spagnoli       259         Abisso della Ciauchella       260         Ciauca del Monaco       263         Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Grotta di Tiberio         254           Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Pozzo del Diavolo         255           I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fàleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
I Monti Aurunci Centrali         256           Grotta di Vallangiola         257           Risorgenza la Vòloca         257           Ciauca degli Spagnoli         259           Abisso della Ciauchella         260           Ciauca del Monaco         263           Ciauca del Fâleca         263           Grava dei Serini         264           Abisso dei Tre         267	
Grotta di Vallangiola       257         Risorgenza la Vòloca       257         Ciauca degli Spagnoli       259         Abisso della Ciauchella       260         Ciauca del Monaco       263         Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Risorgenza la Vòloca       257         Ciauca degli Spagnoli       259         Abisso della Ciauchella       260         Ciauca del Monaco       263         Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Ciauca degli Spagnoli.       259         Abisso della Ciauchella.       260         Ciauca del Monaco.       263         Ciauca del Fàleca.       263         Grava dei Serini.       264         Abisso dei Tre.       267	
Abisso della Ciauchella       260         Ciauca del Monaco       263         Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Ciauca del Monaco       263         Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Ciauca del Fàleca       263         Grava dei Serini       264         Abisso dei Tre       267	
Grava dei Serini	
Abisso dei Tre267	
Abisso Scorpion269	Abisso Scorpion

hiavica La Faggeta	
bisso del Ciavarreto	.,27
iauca di Cesa gliu Vicciu	
bisso Shish Mahal	27
iaveca della Cimmerotta	27
bisso Vallaroce	27
iauca di Monte Vate Rutto	27
oragine della Palommella	27
iauca Santilli	27
iaveca la Ciaia	27
Monti Aurunci Orientali	28
abirinto di San Lorenzo	28
Monte Circeo	28
rotta delle Corvine	28
rotta Guattari	28
MONTI SIMBRUINI	28
a dorsale di Monte Midia e la Catena	
ella Renga	28
rotta di Malattate	
rotta a Damiano	29
rotta Picinara	
e valli dell'alto Aniene e del Simbrivio	29
ozzo della Morra Rossa	
ozzo Cornetto	
ronda "A"	29
rotta del Pertuso	29
rotta di Coceraso	29
Monti Simbruini Centrali	
nghiottitoio di Camposecco	30
bisso Nessuno	30
rotta Stoccolma	30
bisso Peppino Petrini	30
ossa 3ª di Jenne	30
ozzo della Creta Rossa	
rotta dell'Inferniglio	30
MONTI ERNICI.	31
a Montagna di Roiate	
rotta dell'Arco	
ertuso di Roiate	
Monti Ernici Settentrionali	
rotta degli Urli	
rotta della Foce	
rotta di Collalto	
rotta di Zompo Lo Schioppo	
ozzo Ernico	
bisso di Monte Vermicano	
bisso della Liscia	
ozzo di Valle dell'Agnello	
rotta Verdecchia	
rotta del Risorghiotto	
rotta di San Luca	
Monte Pizzo Deta	
bisso di Pizzo Deta	
Monti Ernici Meridionali	
ozzo Santulio	
rotta di Collepardo	34

Pertuso di Canterno	344
II Monte Trave	346
Voragine di Monte Trave	347
IL MONTE CAIRO	348
La zona di Arpino	350
Fossa del Monte	350
Grotta delle Fate	35
Buco Marcello	35
Risorgenza di Zompa lo Zoppo	353
II Monte Cairo	354
Pozzo Valentina	355
IL Massiccio Monte Nuria - Monte Velino	356
II Monte San Rocco	358
Grotta di Vaccamorta	358
Risorgenza di Cul di Vacca	360
Risorgenza di Fonte La Rocca	363
IL CICOLANO E I MONTI CARSEOLANI	
La dorsale di Monte Val di Varri	366
Inghiottitoio di Val di Varri	
Risorgenza di Civitella	
La dorsale di Monte Guardia d'Orland	do370
Grotta dell'Acqua Nera	
Grotta Grande dei Cervi	37
Ovito di Pietrasecca	374
Risorgenza di Vena Cionca	
Grotta di Luppa	377
Grotta del Secchio	378
La dorsale di Monte Arunzo	380
Inghiottitoio dell'Imele	38
Ovito di Petrella	382
Grotta Beatrice Cenci	383
Risorgenza la Ommeta,	
Grotta Cola	
I MONTI DEL PARCO	
Il Monte Marcolano	
Pozzo d'Amino	388
Grotta di Mandrilli	
Grotta di Valle delle Vacche	
Nevera di Val Mugone	392
Abisso del Tratturello	
Inghiottitoio di Coppo del Lepre	
I Monti della Meta	
Callarella di Macchia Arvana	39!
Pozzo 2° di Monte Amaro	39!
Chiatra 2ª del Bosco Fondillo	
Uniatra delle Ciaule	
Chiatra delle Ciàule	399
Chiatra delle Ciaule Abisso Yoghi <b>La dorsale di Monte Castelnuovo</b>	399

7



Grotta dell'Inferniglio: il primo lago in condizioni sifonanti (foto L. Ferri Ricchi; tratta dal libro "OLTRE L'AWVENTURA" di Lamberto Ferri Ricchi, edizioni IRECO - http://www.istitutoireco.org/

Il libro tratta molteplici aspetti del mondo sotterraneo ed è indirizzato ad un pubblico vario. Lo speleologo "sportivo" vi troverà tutte le informazioni necessarie per la discesa in grotta; lo speleologo "esploratore" avrà numerosi spunti e materiale per nuove scoperte; lo studioso di Scienze della Terra disporrà di una gran quantità di dati inediti reperiti in località di difficile accesso; coloro che si occupano di pianificazione territoriale e gli amministratori locali scopriranno un mondo sconosciuto da considerare e da salvaguardare. Ma tutti coloro che hanno curiosità nei confronti del mondo circostante potranno cogliere il fascino di un ambiente in cui fattori insoliti quali il buio, la mancanza di riferimenti temporali, l'eccentricità delle forme e la continua melodia delle acque si fondono in un insieme straordinario. La capacità di una grotta di amplificare le sensazioni e le emozioni non ha riferimenti negli ambienti di superficie.

Il libro raccoglie il frutto dell'attività di diverse generazioni di speleologi che, nel XX secolo, hanno percorso in migliaia il territorio regionale, esplorando con tenacia un patrimonio sotterraneo che, nella Regione, ammonta ormai ad oltre 1400 grotte, per uno sviluppo complessivo di circa 100 chilometri di condotte, gallerie, meandri, pozzi e sifoni sotterranei. Tale patrimonio si concentra in prevalenza nei calcari delle zone montuose dell'Appennino, ma esempi notevoli di cavità naturali si trovano anche in altri tipi di rocce, come i travertini e i conglomerati.

Poiché lo studio dell'ambiente sotterraneo non può compiutamente essere svolto all'interno dei confini amministrativi della regione, si è scelto di includere anche porzioni di territorio che, pur essendo situate al di fuori dell'ambito regionale (in Abruzzo, Umbria e Molise), sono indispensabili, dal punto di vista geologico, per un corretto inquadramento delle aree carsiche. Alle circa 1450 grotte del Lazio, se ne aggiungono un centinaio in Umbria, un centinaio in Abruzzo e una in Molise (dati riferiti all'estate 2002). Nel presente lavoro sono descritti in dettaglio i fenomeni carsici ipogei più rilevanti, includendo le grotte profonde almeno 50 m o con uno sviluppo planimetrico di oltre 100 m, con alcune eccezioni per grotte di dimensioni inferiori ma di notevole interesse scientifico o turistico. Sono così state

selezionate 206 grotte che, con varia distribuzione, interessano la maggior parte dei gruppi montuosi del Lazio.

L'attività speleologica degli autori negli ultimi nove anni è stata spesa per la visita della maggior parte delle grotte descritte nel libro (138 su 206), con il rilevamento ex-novo di numerose cavità (75), la misura di parametri geologici e idrologici, la descrizione dell'itinerario di avvicinamento (173) e il controllo delle coordinate dell'imbocco (155). Tra gli innumerevoli altri temi afferenti all'argomento "grotte", si è scelto di prestare particolare attenzione allo stato dell'ambiente, descritto per ogni grotta con una nota che sintetizza le osservazioni dirette con informazioni e dati storici.

Naturalmente, data l'enorme quantità di informazioni occorrenti per la produzione di un insieme coerente e completo, la realizzazione di questo libro non sarebbe stata possibile senza la totale collaborazione del mondo speleologico regionale (e non solo regionale) che ha fornito notizie riguardanti le esplorazioni, gli studi eseguiti nelle singole grotte o nelle aree carsiche e altre informazioni, materiali e rilievi. Numerose sezioni di questo libro sono state scritte con l'aiuto di speleologi esperti di aree specifiche o che hanno dedicato notevole impegno all'esplorazione e alla documentazione di singole grotte. Anche a loro va il merito della realizzazione del libro e il nostro ringraziamento.

Relativamente al materiale bibliografico utilizzato per la descrizione dei fenomeni carsici e per la ricostruzione della storia delle esplorazioni, ci si è avvalsi anche di un nutritissimo insieme di testi, di particolare interesse perché costituito soprattutto da volumi che circolano quasi esclusivamente nell'ambiente speleologico, e sono quindi sconosciuti al mondo esterno. Con questo contributo si spera di correggere la sconcertante abitudine riscontrabile nella quasi totalità di articoli e pubblicazioni, anche da parte di fonti autorevoli del mondo scientifico, di basare i riferimenti al carsismo sotterraneo su dati arretrati di mezzo secolo, rappresentativi, in realtà, del 20-30% delle conoscenze attualmente disponibili.

La struttura del libro è articolata in tre parti.

Nella prima parte è descritta l'organizzazione speleologica regionale,

rappresentata dai Gruppi Speleologici riuniti nella Federazione Speleologica del Lazio (FSL), dall'Ufficio del Catasto e dal Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico del CAI. Queste strutture costituiscono l'indispensabile riferimento per chiunque, con svariati fini, voglia interessarsi al mondo ipogeo. Una sezione illustra le interrelazioni fra le aree naturali protette della Regione Lazio e i fenomeni carsici. Infine, due ulteriori sezioni sono dedicate alla storia delle esplorazioni speleologiche nella regione e ad una sintetica esposizione delle tecniche di progressione in grotta.

Nella <u>seconda parte</u> si esaminano gli aspetti geologici del carsismo sotterraneo, avvalendosi delle conoscenze che incessantemente emergono dal mondo scientifico e della mole di dati in continua crescita prodotta dall'attività speleologica. Il fenomeno carsico sotterraneo esistente nelle rocce carbonatiche dei diversi domini paleogeografici che hanno caratterizzato l'evoluzione della nostra regione a partire dall'era Mesozoica è stato studiato per individuare i processi speleogenetici, che sono all'origine gei diversi tipi di grotte, ed evidenziare le differenti caratteristiche dello sviluppo del carsismo sotterraneo nelle diverse formazioni geologiche che costituiscono le successioni stratigrafiche.

Nella <u>terza parte</u>, la più ampia, sono analizzate in dettaglio le 206 grotte. Una nota iniziale illustra le scelte metodologiche operate. Il territorio è stato suddiviso in 12 grandi aree, sinteticamente descritte dal punto di vista geografico, e in ulteriori 44 sub-aree. Per ognuna delle grotte sono riportati i dati catastali, l'itinerario di avvicinamento, la descrizione morfologica, le attrezzature necessarie alla visita, lo stato dell'ambiente, la storia delle esplorazioni, la bibliografia disponibile, un profilo geologico passante per la cavità e il rilievo topografico della grotta, strumento di base sia per la visita sia per qualsiasi tipo di studio.

Nelle pagine conclusive del libro è riportata la <u>Bibliografia</u>, ricca di articoli sia pubblicati in riviste di ampia diffusione nel mondo scientifico, sia editi nei notiziari delle associazioni speleologiche introvabili nelle comuni biblioteche, ma consultabili presso i gruppi della Federazione Speleologica del Lazio.

# Le Grotte ed il Sistema delle aree protette

(Giuliano Tallone, Direttore dell'Agenzia Regionale per i Parchi del Lazio)

#### Il quadro normativo

L'istituzione e la gestione di aree protette raramente è direttamente legata alla presenza di valori geologici, paleontologici e geomorfologici ("singolarità geologiche, ... formazioni paleontologiche..., valori scenici e panoramici"), nonostante la legge quadro n. 394 del 1991 citi espressamente questi elementi tra quelli da conservare con i parchi e le riserve.

A livello internazionale l'IUCN inserisce espressamente nella categorizzazione delle aree protette una categoria, quella dei Monumenti Naturali (Categoria III IUCN), nella quale le grotte sono specificamente citate: "appropriate natural features include spectacular waterfalls, caves, craters, fossil beds, sand dunes .... Along with unique or representative fauna and flora".

La Comunità Europea riconosce come valori da tutelare, con la Direttiva 43/92/CEE "Habitat", gli habitat naturali definiti come "zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali", e tra questi nell'Allegato I quello descritto come "Grotte non ancora sfruttare a livello turistico" (Codice 8310). Per la conservazione di questi siti vengono identificati a livello europeo i SIC — Siti di Interesse Comunitario.

A livello nazionale una tutela tanto generalizzata, quanto teorica, delle grotte dovrebbe essere assicurata dalla normativa in materia di beni culturali ed ambientali (L. 1497/39 "Protezione delle bellezze naturali", che già cita le singolarità geologiche, il RD 1357/40, attuativo del precedente e la L. 431/85, la cosiddetta "legge Galasso", che però non menziona espressamente le grotte tra le zone di particolare interesse ambientale).

La legge regionale sulle aree protette (L.R. n. 29/97, e successive modificazioni con in particolare la L.R. 10/03) inserisce tra i principi generali la "conservazione e la valorizzazione del suo patrimonio naturale, costituito da formazioni fisiche, biologiche, geologiche, geomorfologiche, paleontologiche e vegetazionali", costituendo quindi un quadro generale di riferimento che include, sia pure non specificatamente, le risorse speleologiche tra quelle geologiche e geomorfologiche.

In particolare l'art. 6 della L.R. 29/97 è dedicato alla tipologia dei monumenti naturali, definiti tra l'altro come "... formazioni geologiche o paleontologiche che presentino caratteristiche di rilevante interesse naturalistico e/o scientifico...", e ai sopra citati Siti di Interesse Comunitario della Direttiva Habitat.

Esiste poi a livello regionale una apposita norma riguardante la "tutela del patrimonio carsico e valorizzazione della speleologia" (L.R. 20/99), che prevede specifiche norme di tutela, l'individuazione di un catasto regionale delle grotte e delle aree carsiche, nonché l'individuazione delle principali aree carsiche e loro tutela.

Possiamo quindi dire che gli ambienti ipogei carsici rientrano a pieno titolo tra quelli che possono essere inseriti nei sistemi di aree protette, alla luce delle diverse normative regionali, nazionali ed internazionali, anche se di fatto c'è una scarsa relazione tra le varie leggi, anche nel solo ambito regionale, che si occupano a vario titolo di conservazione delle aree carsiche.

#### Le grotte del Lazio e il sistema delle aree protette

Le grotte attualmente conosciute nel Lazio sono circa 1400, delle quali la maggior parte nel massiccio dei Monti Lepini (poco meno di 500), seguito dai Monti Ausoni, dai Monti Aurunci e dai Monti Ernici. Solo il massiccio dei Monti Aurunci rientra in un'area protetta, il Parco Regionale dei Monti Aurunci. Anche il Parco Regionale dei Monti Simbruini contiene importanti risorse speleologiche.

Molte delle grotte più note, soprattutto quelle i cui valori naturalistici sono stati studiati e sono conosciuti, rientrano invece in Siti di Importanza Comunitaria o in Zone di Protezione Speciale definite da un'altra direttiva comunitaria, la 409/79/CEE o "Direttiva Uccelli Selvatici". Sono ricchi di grotte in particolare i SIC e le ZPS che includono i massicci sopra richiamati, in tutto o in parte: in particolare la ZPS "Monti Lepini Centrali" (IT6030043), la ZPS "Monti Simbruini ed Ernici" (IT6050008), la ZPS "Parco Naturale Monti Aurunci" (IT 6040043). Anche le ZPS "Monti Lucretiii" (IT 6030029) e Monti della Meta (IT 6050019) contengono più siti significativi, ma anche molte altre sparse nella regione includono almeno una grotta, tra cui il Parco Nazionale del Circeo (IT 6040015) con i suoi famosi ripari preistorici.

Anche diversi SIC, tra cui vanno citati almeno il SIC IT 6030041 "Monte Semprevisa e Pian della Faggeta" e il SIC IT 6030014 "Monte Soratte" includono un numero significativo di grotte, ma molti altri ne contengono almeno una, o sono specificamente individuati per il valore speleologico, come la Grotta dell'Inferniglio (IT 6030050), la Grotta dell'Arco — Bellegra (IT 6030036) e l'Inghiottitoio di Val di Varri (IT 6020022). L'individuazione di tali grotte come Siti di Importanza Comunitaria, probabilmente nella categoria di habitat "Grotte non ancora sfruttate

a livello turistico" (Codice 8310) sopra richiamata, più chiaramente descritte nel testo inglese come "Caves not open to the public" (Interpretation Manual of European Union Habitats, EU Commission DG XI, 1999), non è bastata a garantire una efficace protezione e a evitare che venissero interessate da interventi di "valorizzazione turistica" che in realtà causano seri rischi per il mantenimento dei loro valori naturalistici. Trovare un punto di equilibrio tra interventi di utilizzazione turistica e la conservazione delle specie animali uniche presenti in questi delicatissimi ambienti rimane una scommessa non risolta.

#### Prospettive di ricerca e di conservazione

Le risorse geologiche e geomorfologiche del Lazio sono da anni in corso di studio da parte del CRD – Centro di Ricerca e Documentazione della Regione Lazio, che ha anche pubblicato diversi volumi sull'argomento (Casto e Zarlenga, 1992; 1996; 1997).

L'ARP — Agenzia Regionale Parchi, ha avviato da circa tre anni una serie di attività indirizzate a costruire un quadro complessivo di pianificazione, programmazione e gestione dell'attività di conservazione delle risorse naturali e della biodiversità del Lazio, che hanno comportato diverse ed articolate attività.

In particolare per lo studio delle questioni relative alla geodiversità, geoconservazione e geositi del Lazio, al fine di costruire un approccio strategico all'individuazione delle forme di protezione e conservazione di questi beni, è stata attivata una specifica unità di lavoro che ha curato, tra l'altro, la pubblicazione del presente volume.

Un tema che rimane da esplorare completamente è il legame tra geodiversità e biodiversità, e le dinamiche che si attivano nei processi ecologici tra substrato, suolo, vegetazione, ciclo dell'acqua e sistemi ecologici nel loro complesso.

Approfondire queste relazioni potrebbe dare nuove prospettive all'approccio tradizionale che vede i beni geologici, e tra questi le grotte, come "oggetti" autonomi, per inserirli invece in visioni più complesse di reti ecologiche e relazioni — fisiche e biologiche — all'interno degli ecosistemi.

# Le grotte e la biodiversità

(Valerio Sbordoni, Presidente del Circolo Speleologico Romano, Cattedra di Zoologia, Università di Roma "Tor Vergata")

Innanzitutto è con vivo piacere veder terminato e finalmente in fase di stampa questo imponente atlante sulle grotte del Lazio, che rappresenta non soltanto una accurata messa a punto sulle conoscenze delle principali grotte della regione ma anche un significativo riferimento per inquadrare la speleologia del Lazio nel contesto geologico e geomorfologico dell'Italia Centrale. Dopo oltre mezzo secolo gli speleologi potranno finalmente fruire di una nuova, ricchissima monografia che viene ad estendere e complementare, aggiornandolo, il classico volume di A. G. Segre, sulle grotte e fenomeni carsici del Lazio, una delle pietre miliari nella storia della speleologia Italiana. Va pertanto dato merito ai fratelli Gianni e Marco Mecchia, a Maria Piro e a Maurizio Barbati di aver perseguito con entusiasmo e costanza l'ambizioso obiettivo di georeferenziare, topografare e illustrare una gran parte delle principali grotte della regione, revisionando e arricchendo i dati del Catasto delle grotte del Lazio, frutto delle esplorazioni e dei rilevamenti dei vari gruppi speleologici attivi nell'area, uno dei quali ben rappresentato dagli autori stessi dell'opera.

Come tutta la società il mondo della speleologia sta cambiando: molti giovani si avvicinano a questa disciplina attratti dalle suggestioni di uno sport ad alto contenuto tecnico da praticare in un ambiente estremo, ma sempre più rari sono gli speleologi che interpretano il ruolo, forse un po' romantico, di geografi del mondo sotterraneo, più attenti alla documentazione che non ai record di profondità. Ci si può augurare che l'Atlante possa contribuire a rilanciare queste motivazioni, dal momento che la nostra conoscenza di questo mondo è ancora assai frammentaria.

Trovo meritevole che l'Agenzia dei Parchi della Regione Lazio si sia assunta l'onere della pubblicazione: le grotte e i paesaggi carsici rappresentano un valore ambientale formidabile per la nostra regione, valore che ha modellato non soltanto lo scenario geografico ma anche, e profondamente, la storia e la cultura delle nostre genti.

C'è infine un altro aspetto su cui vale la pena di soffermarsi brevemente: le grotte e gli altri ambienti sotterranei non direttamente accessibili per l'uomo rappresentano ecosistemi speciali, veri e propri laboratori naturali per lo studio dell'evoluzione, nonchè eccezionali serbatoi di valori della biodiversità.

La fauna delle grotte del Lazio è stata finora indagata grazie a tre generazioni di biospeleologi che si sono avvicendati nel Circolo Speleologico Romano, a cominciare dai pionieri: Saverio Patrizi e Marcello Cerruti.

Nella banca dati che raccoglie i risultati delle ricerche condotte fino ad oggi, e che costituirà presto l'oggetto di un lavoro monografico, figurano più di 120 grotte campionate, con oltre 1000 record riguardanti circa 350 taxa animali reperiti in grotta, per la maggior parte troglofili (specie che abitualmente frequentano le grotte) o troglobi (quelli indissolubilmente legati all'ambiente sotterraneo).

Da questi dati si rileva che nelle grotte del Lazio vivono ben 87 specie endemiche italiane, 31 delle quali endemiche del Lazio, di cui 9 confinate in una singola grotta o sistema carsico.

Alcune di queste specie discendono da antenati che popolavano il suolo delle foreste mesofile durante i periodi interglaciali, altre hanno i loro parenti più affini che abitano le steppe montane al margine dei nevai. In entrambi i casi le grotte hanno funzionato da rifugio durante le alterne fasi climatiche del pleistocene.

Su queste basi non è azzardato affermare che una quota rilevante dei valori della biodiversità del Lazio è concentrata nelle grotte. Inoltre, se ci soffermiamo sui pipistrelli, un gruppo di animali particolarmente vulnerabili ai fini della conservazione, osserviamo che tutte e nove le specie individuate nelle grotte del Lazio figurano nelle liste di quelle protette in tutta l'Europa (direttiva Habitat, convenzioni di Berna e di Bonn).

La conservazione del patrimonio speleologico è dunque una necessità. Non si può pensare a una corretta gestione sostenibile degli ambienti montani del Lazio, in gran parte interessati dal fenomeno carsico, senza fare riferimento al ruolo delle grotte come custodi e monitori della risorsa idrica e di significativi valori della biodiversità. Molte indicazioni contenute in questo atlante costituiscono elementi importanti di valutazione per promuovere iniziative dirette alla salvaguardia di particolari cavità e sistemi sotterranei, ma la scelta delle strategie per la conservazione deve, in ogni caso, passare attraverso la condivisione di responsabilità da parte degli enti locali, della comunità scientifica e, soprattutto, della comunità speleologica regionale.

# I pipistrelli della grotta degli Ausi

(Stefania Biscardi, Biologa; Consulente presso l'Agenzia Regionale per i Parchi)

Le grotte sono un ambiente affascinante e, come tutte le cose che recano mistero, è difficile spiegare perché di attraggono. Immagino che i motivi possano essere diversi così come le prospettive con le quali questi luoghi vengono considerati. Ho iniziato ad esplorare le grotte per studiare i pipistrelli. Questi animali, infatti, possono passare più della metà della loro vita in rifugi e le grotte, fornendo caratteristiche microclimatiche e ambientali adequate, sono ripari ideali per molte specie. Dovendo elaborare un progetto di ricerca per la mia tesi di laurea, ho avuto la fortuna di capitare in una delle grotte più suggestive del Lazio: la grotta degli Ausi (pagina 223), Questa si apre nella valle dell'Amaseno, che divide il massiccio dei Lepini da quello degli Ausoni. E' una cavità di origine carsica alla cui imboccatura si riversa una piccola cascata. Dall'ingresso principale si snodano due rami attraversati da un torrente alimentato sia da falde sotterranee che da acque piovane. In fondo al ramo di destra si trovano una serie di piccoli laghetti ed una cascata la cui portata varia nel corso dell'anno. La grotta è ricca di concrezioni calcaree a formare stalattiti e stalagmiti, soprattutto nei tratti iniziali. Pur non avendo la grandiosità per estensione o per ampiezza di altre cavità naturali del Lazio, assai più imponenti, è semplicemente meravigliosa. Per non parlare del suo valore aggiunto; ho potuto individuarvi, infatti, sei specie di pipistrelli, alcune delle quali formano colonie abbastanza numerose, fino a qualche centinaio di individui. Tra queste, ho avuto la fortuna di trovare una colonia di Myotis capaccinii (specie considerata vulnerabile a livello globale, dichiarata estinta in Svizzera e le conoscenze sulla sua biologia sono assai scarse).

Se le grotte sono un ambiente affascinante e misterioso, i pipistrelli possono essere addirittura sorprendenti. Nulla della loro biologia (o meglio nulla di quello che si sa della loro biologia) è scontato o immediato. Hanno tutte le caratteristiche per intrigare uno zoologo: sono animali elusivi e al contrario di molti altri mammiferi non sono facili da distinguere (alcune specie per essere determinate richiedono la valutazione di un esperto). Hanno abitudini notturne e sono gli unici mammiferi in grado di volare in maniera attiva. Il mondo "ultrasonoro" dei pipistrelli sostituisce il nostro mondo visivo (sebbene i pipistrelli non siano ciechi) rendendoli molto diversi da noi nella percezione sensoriale. Il loro sistema di orientamento (il biosonar) è estremamente sofisticato. Attraverso il confronto tra i suoni emessi e gli eco di ritorno riescono ad orientarsi anche in ambienti completamente privi di luce. Questa caratteristica non è peculiare solo dei pipistrelli (altri animali utilizzano questo stesso meccanismo in condizioni di oscurità), ma diventa unica e sorprendente se si pensa che i pipistrelli riescono, attraverso questo processo, a cacciare insetti delle dimensioni di pochi millimenti. Gli zoologi, per studiare questo sofisticato sistema, devono ricorrere a strumenti complessi come il bat-detector che permette di registrare gli ultrasuoni e di renderli udibili all'orecchio umano.

Credo che l'insieme di queste caratteristiche molto particolari, che possono portare alcuni a temerli o ad averne ribrezzo, sia il perno del fascino che questi animali esercitano e la molla che muove la curiosità degli studiosi. Lazzaro Spallanzani, con sofisticati esperimenti condotti intorno al 1780 capi' che i pipistrelli "vedono con le orecchie". Ai suoi tempi, Spallanzani fu trattato da visionario ed egli stesso, di fronte a tali evidenze, rimase sconcertato : "..E' incredibile la sorpresa in me cagionata da questo pipistrello che assolutamente ci vedeva, quantunque privo del bulbo degli occhi.". Solo nel 1958, grazie alla costruzione del primo batdetector, le sue intuizioni furono provate.

L'ambiente di grotta e i pipistrelli rappresentano un mondo fisico e sensoriale completamente diverso da quello con cui abitualmente ci confrontiamo ed è forse questa la ragione per cui ne rimaniamo affascinati, sorpresi o intimoriti.

Tra le tante domande che vengono fatte ad un chirofterologo, forse la più comune riguarda il comportamento di alcune specie che si appendono a testa in giù. Molte persone si chiedono il perché di questa abitudine e se il loro sangue non scorra tutto verso la testa. La risposta più geniale (quella scientifica-evolutiva non è ancora stata del tutto provata) è stata data da Brock Fenton, uno dei più rinomati studiosi di pipistrelli: "Potrebbe essere ragionevole per un pipistrello assumere che quando noi stiamo in posizione retta tutto il sangue affluisca ai piedi ma la situazione potrebbe ulteriormente peggiorare quando ci sediamo".

Il legame tra i pipistrelli e le grotte non risiede solo nelle interazioni animale-ambiente. Una delle possibili chiavi di lettura che li accomunano è la ricerca e il capovolgimento delle prospettive: uno scenario che ci si svela lentamente, a seconda delle angolature messe a fuoco.

#### Nota:

Molte specie di pipistrelli in Italia e nel mondo sono state dichiarate a rischio di estinzione. I motivi del declino delle loro popolazioni sono svariati. Tra questi non va sottovalutato l'impatto che possono recare le visite turistiche all'interno delle gotte. Un semplice accorgimento per prevenire tale rischio potrebbe essere quello di usare solo torce elettriche ed evitare soste prolungate sotto le colonie. Molto più grave è l'impatto di infrastrutture per allestimenti a scopo turistico. Queste azioni, oltre ad aver un impatto estetico sulle grotte stesse, determinadi disturbo e alterazioni microclimatiche che hanno ripercussioni gravi sulla sopravvivenza delle colonie, soprattutto nel periodo invernale o durante la tarda primavera quando nascono i piccoli che spesso vengono abbandonati e muoiono.

# Le Grotte elementi della geodiversità

(Stefano Cresta e Dario Mancinella, geologi, Agenzia Regionale per i Parchi del Lazio)

La struttura geologica e i processi geomorfologici di una regione sono importanti componenti del paesaggio, ne formano la "naturalità" e ne influenzano l'articolazione e l'utilizzo. Beni geologici tipici o unici contribuiscono perciò in misura sostanziale alla caratterizzazione di un paesaggio e anche sotto il profilo estetico sono importanti per la sua valutazione.

I beni geologico-geomorfologici rivestono particolare rilevanza all'interno dei parchi e delle riserve naturali laddove gli aspetti fisici del territorio, unitamente ad emergenze di tipo botanico, faunistico, storico-archeologico, costituiscono aree di grande pregio, meritevoli di essere tutelate, valorizzate e studiate.

Le grotte e i fenomeni carsici che caratterizzano la Regione Lazio appartengono all'ambito di studio esplorato con il progetto di geoconservazione dell'ARP indirizzato agli eventi che hanno cadenzato il divenire del Sistema Terra negli ultimi 200 milioni di anni nell'area laziale.

Due sono gli ambiti trattati: la **geodiversità** che attiene ai contenuti scientifici, la **geoconservazione** che rappresenta l'uscita applicativa dei risultati attesi dal progetto.

La geodiversità descrive la varietà dei fenomeni geologici e dei relativi processi genetici, tra cui quelli riferibili alla geodinamica, alla tettonica, alla sedimentologia, alla paleontologia, alla geomorfologia. Essa si focalizza nelle emergenze geologiche osservabili sul territorio in rappresentanza delle variazioni spazio-temporali degli eventi che hanno cadenzato il divenire del Sistema Terra, sino al tempi attuali. Geodiversità e quindi geoconservazione sono termini di recente introduzione nel mondo scientifico e non hanno trovato ancora peso adeguato nella legislazione relativa agli aspetti di conservazione del patrimonio naturale, pur avendo strette connessioni con la biodiversità. Da un lato, la geodiversità si collega alle comunità biologiche perché descrive il substrato su cui si impostano costituendone la memoria storica verso la realtà del mondo biologico attuale. Per altro verso, l'affermazione del concetto di geodiversità è funzionale agli interventi per la protezione della natura facenti parte di una strategia globale per la gestione del territorio e delle risorse naturali attuata mediante pianificazione ambientale.

La geodiversità costituisce una risorsa non ancora pienamente valutata e può essere intesa con almeno due accezioni. Una, definibile come GEODIVERSITÀ DISCIPLINARE, tiene conto dei tipi emergenti in un dato istante in proiezione dinamica dal passato e verso un livello stratigrafico successivo. Ne è corollario la diversità geologica regionale che analizza le emergenze di una data area, a prescindere dal tempo di formazione e dal fattore genetico. Lo studio della geodiversità è quindi finalizzato alla gestione delle emergenze attraverso un'analisi territoriale capillare. L'altra, definibile come GEODIVERSITÀ TEMATICA, studia la rappresentazione di un certo evento sia in condizioni di isocronia sia attraverso il tempo. Questa accezione, di tipo fenomenologico, concerne più specificatamente aspetti metodologici e si concretizza nella documentazione scientifica degli eventi che stanno alla base della diversità registrata nelle struttura geologiche.

Ognuno degli eventi che costituiscono elemento di geodiversità è registrato in un certo numero di siti (geositi) con diversi modi di chiarezza e precisione. Questi costituiscono "oggetti" in grado di illustrare il processo avvenuto nel passato e il loro valore può essere misurato in termini di unicità, chiarezza, spettacolarità, o altro aspetto eclatante.

La geoconservazione si fa carico della salvaguardia di tali siti, che costituiscono altrettante "finestre" sul passato della Terra in grado di far leggere gli eventi impressi nelle rocce e comprenderne i passaggi chiave, tra cui l'evoluzione dei sistemi biologici. Lo scopo non è quello museologico di conservare le "meraviglie della natura", ma di valorizzare le testimonianze organizzate delle origini e della evoluzione della Terra nel corso delle ere geologiche. Salvaguardare e conoscere il proprio patrimonio naturalistico è fondamentale per ogni paese culturalmente avanzato, in quanto è solo dallo studio dei fenomeni naturali che si sono susseguiti nel tempo che noi possiamo maggiormente comprendere e rispettare la natura che ci circonda. La conservazione dei siti geologici finalizzata ad assicurare il mantenimento delle emergenze geologiche utili alla ricerca e alla sperimentazione, soprattutto se rilevanti per esemplarità dei processi e degli eventi che le hanno generate, è di per sé una ragione sufficiente di protezione. Inoltre si sottolinea la ricaduta socioeconomica di tale attenzione in quanto ogni oggetto geologico è un bene culturale comune dell'umanità, che diventa un patrimonio condivisibile e fruibile dal pubblico quando è valorizzato attraverso opportuna documentazione scientifica e traduzione didattica.

La geoconservazione si propone la tutela del patrimonio geologico e quindi la pianificazione degli interventi sulle emergenze geologiche in funzione della loro gestione. In altre parole, la geoconservazione è il momento finale di un progetto scientifico e si concretizza a valle di un'attività di sistematizzazione del patrimonio geologico basata sulla produzione di un catalogo dei siti di valenza geologica ("geositi") che tenga conto della loro rappresentatività, unicità, risonanza a livello internazionale, ma anche deteriorabilità e altro.

I geositi sono definibili come porzioni limitate della geosfera di particolare significato geologico; il termine geosito viene utilizzato in molti contesti, sia per affioramenti/emergenze naturali o artificiali circoscritti, se non puntiformi, sia per insiemi di località omologhe distribuite su ampi areali. L'attenzione alla conservazione di interessi geologici, cioè a quelli che diventeranno i geositi, si sviluppa già all'inizio del '900 ad opera delle società geologiche di Norvegia e Svezia, ma in realtà è solo nell'ultimo quarto del secolo scorso che il processo si concretizza e si alimenta sino allo sviluppo attuale. Nel 1988 l'European Working Group for Earth Science Conservation si fa promotrice di geoconservazione e organizza la basilare conferenza internazionale di Digne (1991) da cui deriva la "Dichiarazione Internazionale dei Diritti della Memoria della Terra". L'associazione nel 1993 si trasforma nella ProGeo e organizza il 2° Convegno Internazionale sulla Conservazione del Patrimonio Geologico (Roma, 1996) in cui viene appoggiato, tramite mozione, il progetto "Geosites"; nato sulla base di rapporti Unesco e sotto egida della International Union on Geological Sciences. il progetto costituisce un'ambiziosa rete di ricerca mirata alla geoconservazione tramite definizione di criteri e metodi di selezione e tutela dei geositi. Questa iniziativa ha fatto da volano per una vasta gamma di attività, a livello nazionale e internazionale, da parte di enti pubblici, organizzazioni non governative e gruppi di ricerca di cui la letteratura comincia a fornire ampia documentazione. In ambito "Geosites" la valutazione e la conservazione del patrimonio geologico è il prodotto finale della ricerca e si basa sull'accertamento della risorsa geodiversità e sull'identificazione delle aree rappresentative. L'attività di geoconservazione e la salvaguardia delle emergenze saranno poi rivolte alla gestione compatibile con la conservazione dei siti, che include motivazione, selezione, protezione, fruizione, pubblicizzazione.

L'attività sviluppata in ambito nazionale e internazionale sulla geoconservazione ha riguardato la produzione di prototipi di schede di valutazione nell'intento di allestire un inventario dei geositi. Tra questi, il Centro di Documentazione Regionale del Lazio (Casto e Zarlenga, 1992; 1996; 1997) ha da molti anni avviato la catalogazione delle emergenze geologiche in prospettiva di fornire consistenza documentale della diversità geologica regionale, con un chiaro riferimento verso la geodiversità disciplinare.

L'approccio, a cui l'Agenzia Regionale per i Parchi del Lazio fa riferimento, è quello proposto dal centro Documentazione Geositi del Dipartimento Polis dell'Università di Genova (Brancucci e Burlando 2001, cum bibl.) di analizzare i possibili punti di contatto con il tema dello sviluppo e la promozione della geoconservazione nelle aree protette (parchi regionali, Riserve Naturali, ecc...), allargando la ricerca ai SIC (Siti di Interesse Comunitario) ed alle ZPS (Zone Protezione Speciale) in esse totalmente o parzialmente contenute.

Come evidenziato da Brancucci anche nella proposta di COFIN 2003 al Ministero Università e Ricerca Scientifica, "ne scaturisce la necessità di integrazione delle conoscenze delle zone parco con quelle acquisite secondo la Direttiva Habitat. Stanno infatti affiorando i primi problemi di carattere gestionale, scientifico e politico-amministrativo soprattutto riguardo alla Rete Natura 2000. In generale, il lavoro di censimento effettuato nell'ambito del Progetto Bioitaly all'epoca era stato considerato da molti come una fase preliminare, a base esclusivamente tecnico-scientifica, che successivamente sarebbe stata analizzata e valutata anche politicamente prima di portare all'effettiva individuazione dei pSIC. In realtà questo non avvenne e così l'armonizzazione, nello spirito di uno sviluppo sostenibile, tra esigenze di conservazione scelte politiche locali deve ora avvenire in fase di gestione. Essendo il Progetto Bioitaly un lavoro coordinato a livello nazionale, ma svolto localmente da persone diverse, diversi sono state anche le interpretazioni, i criteri di scelta ed il grado di comprensione del problema. Questo ha portato, gioco forza, a strategie dissimili nelle varie Regioni.

Analizzando il problema con "occhio di parte", emerge il fatto che per arrivare ad una corretta gestione, dovrebbero essere integrati i dati e le informazioni relative ai siti, non richieste per la loro individuazione e non strettamente legate alla biodiversità, ma comunque fondamentali per la formulazione di piani di gestione (dati fisici, geologici, economici, sociali, legislativi tra gli altri).

Il Progetto Bioitaly prevede l'attuazione di un quadro conoscitivo delle caratteristiche del sito articolato in: conoscenza fisica, biologica, socio-economica, archeologica, architettonica e culturale e paesaggistica. Per quanto attiene in particolare la conoscenza fisica, essa consta nella: descrizione dei confini, clima regionale e locale, geologia e geomorfologia, substrato pedogenetico e idrologia. In quest'ultima sequenza appare evidente una caratterizzazione geo-morfologica dei siti delle aree protette che sottolinei la funzione determinante sia della geodiversità che della presenza di valori strettamente legati alla presenza dei geositi all'interno delle aree stesse.

La mancanza di attenzione per gli aspetti abiotici, infatti, potrebbe portare all'approvazione di opere che possono essere non impattanti sulle dinamiche ecologiche di habitat e specie, ma deturpanti da un punto di vista paesaggistico o dannose per un monumento geologico o un geosito. Elementi, in alcuni casi, ancora più "immediatamente percepibili" e caratterizzanti una zona protetta che non gli stessi habitat o specie.

Non essendo quindi i siti Natura 2000 delle "isole" separate, e d'altra parte questo è l'aspetto più innovativo della rete, la loro gestione deve necessariamente integrarsi con la gestione più generale del territorio e delle aree parco in particolare. Risulta quindi impensabile la formulazione di piani settoriali, inerenti solo la fauna e la flora, e che escludano l'analisi del mezzo fisico, delle valenze abiotiche, culturali, sociali ed economiche, oltre che biologiche, di un'area.

Gli elementi fisici e geologici in particolare nell'accezione più ampia del termine, infatti, oltre ad essere spesso determinanti per la conservazione delle specie tutelate, possono essere oggetto di valore essi stessi

Risulta quindi evidente la necessità di studi interdisciplinari ed integrati per arrivare alla formulazione successiva di piani di gestione nelle aree protette che contengano anche siti delle rete Natura 2000, ai fini della loro tutela, valorizzazione e divulgazione."

Brancucci G, Burlando M. (2001) — La salvaguardia del patrimonio geologico. Scelta strategica per il territorio. L'esperienza della Regione Liguria. Franco Angeli Ed. Milano.

CASTO, L., ZARLENGA, F., 1992 — I beni culturali a carattere geologico nella media valle del Tevere. Enea — Regione Lazio, Ass. Cultura, Centro Regionale di Documentazione.

CASTO, L., ZARLENGA, F., 1996 — I beni culturali a carattere geologico nel Distretto Vulcanico Albano. Enea — Regione Lazio, Ass. Cultura, Centro Regionale di Documentazione.

Casto, L., Zarlenga, F., 1997 — I beni culturali a carattere geologico del Lazio: la pianura Pontina, Fondana e i Monti Ausoni meridionali. *Enea — Regione Lazio, Ass. Cultura, Centro Regionale di Documentazione.* 

# L'ORGANIZZAZIONE DELLA SPELEOLOGIA

Che cosa spinge una persona ad avvicinarsi alla speleologia? Essenzialmente la curiosità verso un mondo per sua natura sconosciuto, ostile ma affascinante. L'interesse coinvolge e unisce una molteplicità di persone della più diversa estrazione culturale e sociale e della più svariata preparazione atletica; la passione è alimentata non solo dalle emozioni conseguenti la discesa nelle grotte, ma anche dal piacere dell'insieme delle attività sociali fatte di serate preparatorie, lunghe domeniche trascrose tra macchine, grotte e cene conclusive. La passione non colpisce tutti in modo uguale: si può praticare la speleologia per pochi mesi, in molti casi per qualche anno e, per qualcuno, è un'attività che può durare una vita. Ma per tutti resta un'esperienza talmente particolare da non poter essere dimenticata, capace di suscitare, in chi l'ha praticata anche 40 anni fa, vivo interesse e forti emozioni.

Fino alla fine del XIX secolo il mondo ipogeo interessava esclusivamente pochi studiosi che, con l'aiuto occasionale di guide locali, visitavano le grotte spingendosi fin dove lo consentivano la rudimentale attrezzatura dell'epoca e la paura dell'ignoto.

Nei primi anni del XX secolo, dal mondo scientifico degli studiosi del fenomeno carsico, emerse la proposta di fondare associazioni specifiche per la pratica della speleologia al fine di condurre esplorazioni e studi sistematici sull'ambiente sotterraneo. In quegli anni nacquero così in alcune città d'Italia le prime associazioni speleologiche, alcune delle quali tuttora attive.

La successiva evoluzione della società verso un generale aumento del grado di benessere e, conseguentemente, del tempo libero, ha coinvolto un numero crescente di appassionati, spinti, più che dalla scienza, dalla curiosità e dall'emozione. Le difficoltà della progressione in grotta hanno sempre richiesto la presenza di un gruppo attrezzato ed affiatato, escludendo di fatto la possibilità di una pratica "solitaria", frequente, ad esempio, nell'attività alpinistica.

Anche oggi la funzione delle associazioni è fondamentale per lo sviluppo della speleologia, che si caratterizza essenzialmente come attività di gruppo organizzato.

I vantaggi di organizzarsi in gruppo sono evidenti: oltre al naturale piacere di condividere con altri un'attività essenzialmente ludica, si aggiunge la possibilità di disporre di un gran numero di attrezzature specifiche (il cui acquisto e manutenzione richiedono un notevole impegno, anche economico) e la garanzia di ottenere le migliori contizioni di sicurezza durante l'avanzamento in grotta. Infine la speleologia, in alcuni suoi aspetti specifici legati alla ricerca e all'esplorazione, quasi mai può essere svolta efficacemente in modo individuale, senza il supporto logistico di un'associazione. È preferibile, per questi motivi, fare riferimento ad un'organizzazione, anche se ancora oggi esistono speleologi che conducono le loro esplorazioni e ricerche senza essere affiliati ad alcun gruppo.

La presenza delle associazioni fin dai primi anni del secolo, e il costante contatto e scambio di informazioni, hanno consentito di consequire alcuni risultati importanti.

In primo luogo è stata raggiunta e mantenuta nel tempo un'omogeneità delle tecniche di progressione in grotta, che ha consentito la definizione di uno standard di sicurezza sempre più elevato. L'insegnamento di queste tecniche ai neofiti viene svolto nei corsi di introduzione alla speleologia, durante i quali si trattano anche alcuni aspetti della speleologia scientifica, fornendo un quadro generale dell'attività e delle sue specializzazioni, per favorire un corretto approccio verso l'ambiente sotterraneo. Saltuariamente vengono organizzati anche corsi specialistici per approfondire temi specifici, rivolti a speleologi qià esperti.

In secondo luogo, il ruolo delle associazioni consiste nell'organizzazione delle visite, delle esplorazioni e degli studi delle qrotte.

Normalmente nella sede di un gruppo speleologico sono presenti un magazzino, contenente i materiali e le attrezzature di uso collettivo, una biblioteca e un archivio delle grotte.

Alcune associazioni speleologiche pubblicano un proprio notiziario; ma è soprattutto il materiale inedito, consistente in rilievi e relazioni di attività, che consente di mantenere una memoria storica, sia orale che cartacea, formata dalle informazioni raccolte negli anni da tutti coloro che hanno frequentato il gruppo.

L'attività di un gruppo viene preparata e organizzata in base alle disponibilità dei singoli e alle loro esigenze, e può spaziare dal semplice turismo speleologico, con la visita di cavità già note, ripercorse a scopo sportivo o didattico, fino alla ricerca di nuove cavità o allo studio di aree carsiche nei loro diversi aspetti.

Normalmente l'attività di ricerca è preceduta da un notevole lavoro di preparazione, consistente nella consultazione di testi o documenti inediti e cartografie, e nella raccolta di informazioni e notizie bibliografiche. Lo studio sul campo di una zona carsica prevede una serie di ricognizioni finalizzate alla conoscenza dell'area e alla scoperta di nuove cavità, che possono essere "fortunosamente" individuate dallo speleologo, oppure trovate grazie a segnalazioni fornite dai frequentatori locali della zona. Una volta individuato l'imbocco della cavità, inizia la fondamentale ed entusiasmante fase dell'esplorazione.

Il mondo sotterraneo, per sua natura sconosciuto ai più, determina, in chi lo freguenta, una

naturale esigenza di documentare l'attività svolta, anche se la maggioranza degli speleologi non è rappresentata da "studiosi".

Il lavoro di documentazione svolto dallo speleologo consiste in una raccolta di dati e misurazioni che consentono di rappresentare graficamente la cavità e determinare la sua ubicazione cartografica. Per ogni nuova grotta vengono calcolate le coordinate dell'imbocco riportandone la posizione sulla cartografia disponibile. Nelle fasi di esplorazione viene eseguito il rilevamento della grotta, che costituisce un documento essenziale, base di partenza per tutte le esplorazioni e gli studi futuri. Inoltre lo speleologo annota, di solito, informazioni riguardanti materiali e attrezzature necessari per la percorrenza, correnti d'aria, quantità d'acqua, presenza di fauna e quant'altro è possibile osservare; molte di queste osservazioni vengono riportate nelle relazioni di attività dei vari gruppi, che costituiscono perciò una preziosa fonte di informazioni inedite. Ciò ha determinato la produzione di una notevole mole di conoscenze anche se spesso caotiche, frammentarie e quasi sconosciute al di fuori del mondo speleologico.

Attualmente, in Italia esistono circa 500 associazioni che si occupano di speleologia.

A livello nazionale sono attivi due organismi: la Società Speleologica Italiana ONLUS e il Club Alpino Italiano.

La Società Speleologica Italiana ONLUS (SSI), associazione privata a cui aderiscono sia gruppi (più del 50% dei gruppi italiani) che singoli speleologi, organizza congressi, seminari e corsi, pubblica le riviste "Speleologia" e "Opera ipogea" (quest'ultima si occupa di cavità artificiali, cioè scavate dall'uomo nel corso dei diversi periodi storici) ed ha come fiore all'occhiello il Centro Italiano di Documentazione Speleologica "Franco Anelli", biblioteca fra le più importanti al mondo sull'argomento.

Il Club Alpino Italiano (CAI) si occupa di alpinismo e di altre attività di montagna, compresa la speleologia. All'interno delle sue sezioni sono nati moltissimi gruppi speleologici, alcuni dei quali aderiscono anche alla SSI. Il CAI ha anche organizzato il Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS), costituito da volontari, che si occupa di prevenzione degli incidenti e di interventi di soccorso, sia in montagna che in grotta.

CLUB ALPINO ITALIANO
SEDE CENTRALE
VIA PETRELLA ERRICO 19, 20124 - MILANO (MI)
www.cai.it

SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA O.N.L.U.S.
CENTRO ITALIANO DI DOCUMENTAZIONE SPELEOLOGICA "FRANCO ANELLI"
Via Zamboni, 67 — 40127 BOLOGNA
http://www.cds.speleo.it
ssibib@geomin.unibo.it
tel./fax: 051 250049

Le federazioni regionali, ormai diffuse quasi in tutta Italia, raggruppano le associazioni esistenti sul territorio, presentandosi come interlocutore unico nei confronti delle organizzazioni nazionali e degli enti locali, dialogando in particolare con le Amministrazioni regionali.

Il contatto tra le Regioni e le federazioni speleologiche ha portato, in alcuni casi, alla definizione ed approvazione di Leggi Regionali per la protezione delle grotte e degli ambienti carsici e per lo sviluppo dell'attività speleologica.

La Federazione Speleologica del Lazio ONLUS (FSL) è stata fondata nel 1994 e raggruppa attualmente 13 associazioni, rappresentative della quasi totalità del mondo speleologico laziale.

La FSL gestisce il "Catasto delle grotte del Lazio" e il "Catasto delle cavità artificiali del Lazio", nomina due membri della Commissione Tecnico-Scientifica per l'Ambiente della Regione Lazio, pubblica a partire dal 2000 la rivista "Speleologia nel Lazio" e organizza corsi, convegni e mostre. Inoltre, la FSL svolge una funzione di coordinamento fra le varie associazioni, che organizzano corsi di introduzione alla speleologia, tenuti di norma una volta l'anno, in autunno o in primavera.

FEDERAZIONE SPELEOLOGICA DEL LAZIO O.N.L.U.S. c/o Speleo Club Roma — via Andrea Doria, 79 f — 00192 Roma http://fsl.artov.rm.cnrit

Associazione "Speleologi Romani" Via Fausto Vettor, 32 m — 00154 Roma Associazione Speleologica Romana '86 c/o Antonella Santini – via Monte Porcino, 12 a – 00060 Riano (RM) http://www.asr86.it
Pubblicazioni: "Il pipistrello ubriaco"

Circolo Speleologico Romano
Via Ulisse Aldrovandi, 18 — 00197 Roma — tel. 06.321.6223
http://space.tin.it/clubnet/vsbordon
ciesserre@tin.it
Pubblicazioni: "Notiziario del Circolo Speleologico Romano".

Gruppo Grotte Roma "Niphargus" c/o Lorenzo Grassi — via Saronno, 65 — 00188 Roma http://www.niphargus.speleo.it lorenzo.grasiogiscalinet.it Pubblicazioni: Gruppo Grotte Roma "Niphargus"

Gruppo Speleologico Angioino "le Talpe" c/o Palazzo Vescovile - Piazza del Popolo - 02015 Cittaducale (RI)

Gruppo Speleologico CAI Latina c/o CAI Latina - via dei Volsci, 34 - 04100 Latina Pubblicazioni: "Antrum - Speleologia pontina"

Gruppo Speleologico CAI Roma c/o CAI Roma - via Galvani, 10 - 00153 Roma

Gruppo Speleologico Ciociaro CAI Frosinone c/o CAI Frosinone - via Ferrarelli - 03100 Frosinone http://utenti.lycos.it/l5one/Ciociaria\_speleo.htm

Gruppo Speleologico Grottaferrata ONLUS Via dei Castani, 1 - 00046 Grottaferrata (RM) Pubblicazioni: "Notiziario del Gruppo Speleologico Grottaferrata"

Gruppo Speleologico Guidonia Montecelio Via Mario Visentini, 6 - 00012 Guidonia (RM) http://web.tiscali.it/gsgm/ qsqm@speleo.it

Shaka Zulu Club Subiaco
Via Trento, 2 - 00028 Subiaco (RM)
http://www.shakazulusubiaco.net
shakazulusubiaco@tiscalinet.it
Pubblicazioni: "Notiziario"

Speleo Club Roma ONLUS
Via Andrea Doria, 79 f - 00192 Roma
http://web.tiscali.it/speleoclubroma/index.html
speleoclubroma@tiscalinet.it
Pubblicazioni: "Notiziario dello Speleo Club Roma"

URRI Gruppo Speleologico Via Trapani, 20 - 00161 Roma - tel. 06.4423.1318

L'attività speleologica, per quanto di norma svolta in sicurezza, comporta ovviamente la possibilità del verificarsi di incidenti. Il soccorso in grotta può essere portato esclusivamente da tecnici molto preparati, cioè speleologi di grande esperienza e specificamente addestrati.

A questo scopo, dopo un lungo lavoro preparatorio effettuato nel '65-'66 tra gli speleologi

del Lazio e dell'Abruzzo, il 4 luglio 1966 nasceva il 5° Gruppo Speleologico dell'allora C.S.A. (Corpo Soccorso Alpino), cui competeva l'organizzazione del soccorso nel Lazio, in Abruzzo ed in tutto il territorio dell'Italia meridionale.

Poco più tardi, il soccorso speleologico è entrato a far parte del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (C.N.S.A.S.). La successiva nascita di altre Delegazioni Speleologiche regionali ha fortunatamente ristretto l'area operativa della 5º Delegazione (ex Gruppo), fino ad arrivare alla copertura attuale, limitata alla sola regione Lazio. Dal 1994 la 5º Delegazione Speleologica forma, assieme alla 24º Delegazione Alpina, il Servizio Regionale Lazio del C.N.S.A.S. Dal 1995 questo Servizio Regionale è iscritto all'Albo delle Associazioni di Volontariato della Protezione Civile della Regione Lazio. Infine, dal 1996 il Servizio Regionale del C.N.S.A.S, e quindi anche la 5º Delegazione, è entrata a far parte del sistema "Lazio Soccorso 118".

Analogamente a quanto avviene per gli incidenti in montagna, nel caso di infortunio in grotta è sempre operativa una apposita squadra di soccorso. Per maggiori dettagli sull'organizzazione e le modalità operative del Soccorso si rimanda al successivo paragrafo sulle tecniche di grotta.

Con la Legge n. 20 "Tutela del patrimonio carsico e valorizzazione della speleologia" approvata dalla Regione Lazio il 1 settembre 1999, si riconosce l'importanza degli ambienti carsici, sia dal punto di vista ambientale ed ecologico, sia per quanto riguarda la tutela delle risorse idriche. Pertanto, la Regione intende tutelare e valorizzare le aree carsiche, favorendo lo sviluppo dell'attività speleologica.

I punti salienti della legge possono essere così sintetizzati:

- tutela delle grotte e delle aree carsiche, attraverso l'imposizione di vincoli, divieti e relative sanzioni, con attività di vigilanza esercitata dalle province;
- istituzione del Catasto regionale delle Grotte e delle Aree Carsiche, la cui formazione, aggiornamento e tenuta saranno attribuiti dalla Regione alla FSL con apposita convenzione;
- integrazione con quattro esperti speleologi, due dei quali di nomina FSL, del Comitato Tecnico-Scientifico per l'Ambiente;
- istituzione dell'Albo regionale dei Gruppi Speleologici del Lazio;
- erogazione di contributi per l'attività speleologica, per l'attuazione di ricerche, studi, pubblicazioni, convegni, seminari ed altre iniziative a carattere didattico o divulgativo.

Si riporta di seguito il testo integrale della legge.

# Legge Regionale 1 Settembre 1999, n. 20 Tutela del patrimonio carsico e valorizzazione della speleologia

Pubblicata sul BURL 20 settembre 1999, n. 26 (Serie Ordinaria n. 2).

# 1. FINALITÀ.

La Regione, in attuazione dell'articolo 45 dello Statuto ed in considerazione del pubblico interesse legato ai valori idrogeologici, naturalistici, culturali e turistici delle grotte e delle aree carsiche esistenti nel territorio, riconosce l'importanza ambientale e l'interesse scientifico del patrimonio carsico e ne promuove la tutela e la valorizzazione, favorendo, altresì, lo sviluppo dell'attività speleologica.

# 2. Definizioni di area carsica, di fenomeno carsico e di attività speleologica.

Ai sensi della presente legge sono definiti:

- a) aree carsiche, quelle costituite da rocce composte prevalentemente da elementi solubili agli agenti atmosferici, quali le rocce carbonatiche e quelle evaporitiche:
- b) fenomeni carsici o grotte, le forme superficiali ed ipogee generate dai processi di dissoluzione e di deposizione chimico-fisica di rocce da parte delle acque, nonché, per estensione, i fenomeni sotterranei in litotipi non carsici noti come grotte laviche e quelli dovuti ad un carsismo attenuato:
- c) attività speleologica, l'esplorazione, lo studio scientifico e la documentazione delle grotte sotto il profilo fisico, biologico, storico paletnologico, paleontologico e geografico.

# 3. TUTELA DELLE GROTTE.

- 1. All'interno delle grotte di cui all'articolo 2, comma 1, lettera b), è vietato:
  - a) scaricare rifiuti solidi e liquidi, sia in superficie che in profondità;
  - b) svolgere attività che determinino alterazioni ambientali e modificazioni morfologiche delle cavità, ed in particolare:
    - alterare il regime idrico carsico, effettuare scavi o sbancamenti o riempimenti, fatti salvi gli interventi necessari ai fini dell'esplorazione, previamente autorizzati dal sindaco, sentito il comitato tecnico-scientifico per l'ambiente, integrato ai sensi dell'articolo 7;

- asportare o danneggiare concrezioni, animali o resti di essi, vegetali, fossili, reperti paleontologici e paletnologici, salve le autorizzazioni rilasciate dalle autorità competenti
- 2. Il sindaco del comune in cui è sita la grotta può, sentito il Comitato tecnico scientifico per l'ambiente integrato ai sensi dell'articolo 7, regolamentare l'accesso in presenza di reperti paletnologici o paleontologici o di situazioni fisiche o biologiche di particolare fragilità ed interesse.
- 3. L'utilizzazione ai fini economici, turistici e sanitari delle grotte iscritte nel catasto di cui all'articolo 5, è autorizzata dal competente organo regionale, sentito il Comitato tecnico-scientifico per l'ambiente integrato ai sensi dell'articolo 7, sulla base di un progetto corredato da una relazione esplicativa della situazione in atto, delle variazioni che si intendono apportare e dell'impatto ambientale delle forme di utilizzazione previste.

#### 4. INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI AREE CARSICHE E LORO TUTELA.

- 1.La Regione individua in un apposito elenco le principali aree carsiche di rilevante importanza idrogeologica, comprese quelle soggette a sfruttamento per scopi idropotabili, ambientale e paesaggistico.
- 2. L'elenco di cui al comma 1, che deve contenere ogni notizia utile ai fini della conoscenza delle aree ivi inserite, è approvato, previo parere del comitato tecnico-scientifico per l'ambiente integrato ai sensi dell'articolo 7, con deliberazione della Giunta regionale, sentita la competente commissione consiliare.
- 3. Nelle aree carsiche comprese nell'elenco di cui al comma 1 non è consentito effettuare discariche di rifiuti o interventi che alterino l'assetto idromorfogeologico dei luoghi.

## 5. ISTITUZIONE DEL CATASTO REGIONALE DELLE GROTTE E DELLE AREE CARSICHE.

- Al fine di assicurare la conoscenza e conservazione delle aree e dei fenomeni carsici, è istituito il catasto regionale delle grotte e delle aree carsiche.
  - 2. Il catasto di cui al comma 1 è costituito da:
    - a) l'elenco delle grotte esistenti nel territorio regionale;
    - b) l'elenco delle principali aree carsiche di cui all'articolo 4, comma 2.
- Nel catasto di cui al comma 1 sono indicati per ciascuna grotta o area carsica tutti i dati topografici e metrici, la descrizione ed i rilievi speleologici e geologici.
- 4. La Regione attribuisce, con apposita convenzione, la formazione, l'aggiornamento e la tenuta del catasto di cui al comma 1 alla federazione speleologica del Lazio.
- 5. La convenzione di cui al comma 4, da stipularsi entro sei mesi dalla data di entrata in vigore dalla presente legge, deve prevedere le modalità di acquisizione e di aggiornamento dei dati catastali, la loro consultazione gratuita da parte di chiunque ne abbia interesse e le connesse attività scientifiche e divulgative.

#### 6. VIGILANZA E SANZIONI.

- 1. La vigilanza sul rispetto delle disposizioni previste dalla presente legge è esercitata dalle rovince
- 2. L'inosservanza delle disposizioni contenute negli articoli 3, e art. 4, comma 3, comporta la riduzione in pristino dello stato dei luoghi e l'applicazione delle seguenti sanzioni amministrative pecuniarie:
  - a) da lire 500 mila a lire 5 milioni per l'alterazione del regime idrico-carsico;
  - b) da lire 500 mila a lire 5 milioni per la distruzione, il danneggiamento o l'occlusione delle grotte;
    - c) da lire 100 mila a lire 1 milione per l'abbandono dei rifiuti;
  - d) da lire 500 mila a lire 5 milioni per l'asportazione o il danneggiamento di concrezioni, animali, vegetali, fossili e reperti;
  - e) da lire 100 mila a lire 1 milione per l'effettuazione di scavi o sbancamenti in violazione del divieto di cui all'articolo 3, comma 1, lettera b), numero 1);
  - f) da lire 100 mila a lire 1 milione per la violazione del divieto di accesso di cui all'articolo 3, comma 2;
  - g) da lire 500 mila a lire 1 milione per ogni metro cubo di discarica di rifiuti in aree carsiche.
- 3. Per l'irrogazione delle sanzioni di cui al comma 2 si applica la normativa regionale vigente in materia di cui alla legge regionale 5 luglio 1994, n. 30.

# 7. Integrazione del comitato tecnico-scientifico per l'ambiente.

- Il comitato tecnico-scientifico per l'ambiente, istituito dall'articolo 13 della legge regionale 18 novembre 1991, n. 74, è integrato, per il rilascio di pareri relativi alle materie di cui alla presente legge, da:
  - a) due esperti designati dalla Giunta regionale, scelti sulla base di documentate esperienze e titoli scientifici in speleologia e carsismo relativi al territorio laziale. Tale

designazione è comunicata alla competente commissione consiliare:

- b) due esperti designati dalla federazione speleologica del Lazio.
- I componenti di cui al comma 1 sono nominati con decreto del Presidente della Giunta regionale.

# 8. Albo regionale dei gruppi speleologici del Lazio.

E' istituito presso l'assessorato regionale competente in materia di ambiente l'albo regionale dei gruppi speleologici del Lazio.

- Per l'iscrizione all'albo di cui al comma 1, i gruppi speleologici devono presentare all'assessorato regionale competente in materia d'ambiente:
  - a) l'atto costitutivo unitamente al proprio statuto, da cui risulti che il gruppo speleologico non ha fini di lucro e svolge attività finalizzate all'esplorazione, allo studio ed alla tutela del patrimonio carsico e sotterraneo;
  - b) l'elenco nominativo dei soci, con l'indicazione del presidente e del responsabile del gruppo:
  - c) il proprio curriculum attestante le ricerche e le attività svolte in ambito speleologico, nonché le eventuali pubblicazioni.
- 3. L'iscrizione all'albo di cui al comma 1 è subordinata al parere favorevole del comitato tecnicoscientifico per l'ambiente integrato ai sensi dell'articolo 7.
- 4. I gruppi speleologici aderenti alla federazione speleologica del Lazio sono iscritti di diritto, previa presentazione della documentazione richiesta ai sensi del comma 2.

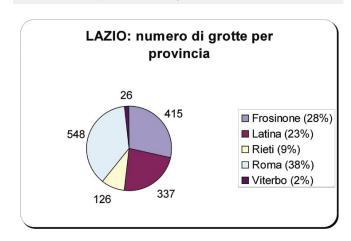
#### 9. ATTIVITÀ PROMOZIONALE. CONTRIBUTI.

- 1. Al fine di promuovere la ricerca e l'attività speleologica, la Giunta regionale, sentito il comitato tecnico di cui all'articolo 7, predispone entro il 31 gennaio di ogni anno un programma annuale per l'attuazione di ricerche e studi, pubblicazioni, convegni, seminari ed altre iniziative a carattere didattico o divulgativo finalizzati alla conoscenza ed alla valorizzazione delle aree e dei fenomeni carsici o alla ottimizzazione delle tecniche esplorative.
- 2. Il programma annuale può prevedere la concessione di contributi a favore della federazione speleologica del Lazio e dei gruppi speleologici iscritti all'albo di cui all'articolo 8 per la realizzazione delle attività di cui al comma 1, secondo i criteri e le modalità stabiliti nel medesimo programma.
- 3. Per accedere ai contributi di cui al comma 2 i soggetti interessati presentano all'assessorato regionale competente in materia ambientale, entro il 31 maggio di ogni anno, domanda corredata da un dettagliato programma di intervento e dalla relativa previsione di spesa.
- 4. I soggetti beneficiari dei contributi presentano all'assessorato regionale competente in materia ambientale, entro il 31 maggio dell'anno successivo a quello in cui sono stati erogati i contributi, la documentazione, corredata da una relazione illustrativa, comprovante l'impiego dei fondi percepiti per gli scopi indicati al comma 1.

# 10. NORMA FINANZIARIA.

L'onere per l'attuazione di quanto previsto nella presente legge è quantificato in L. 50 milioni ed è iscritto al cap. 11473 che si istituisce con la seguente denominazione: "Spesa per la tutela del patrimonio carsico e valorizzazione della speleologia".

La relativa copertura finanziaria è assicurata mediante utilizzazione di pari importo dello stanziamento iscritto al cap. 16310 del bilancio regionale 1999.



16

# Il catasto delle grotte

Il Catasto delle grotte è una raccolta di dati, organizzati in modo da consentire di identificare univocamente ogni cavità tramite alcune informazioni chiave, come il nome e la posizione geografica. In esso confluiscono tutti i dati e le informazioni forniti dagli speleologi.

Il Catasto è rappresentato fisicamente da una serie di schede nelle quali sono riportati i seguenti elementi: un numero di identificazione seguito dalla sigla della regione (in particolare, per le aree prese in esame in questo studio, "La" per il Lazio, "U" per l'Umbria, "A" per l'Abruzzo e "Mo" per il Molise), il nome della grotta, la posizione geografica del suo ingresso (espressa in coordinate e quota s.l.m. riferite alla cartografia I.G.M. e/o alle Carte Tecniche Regionali), i riferimenti amministrativi (comune e provincia di appartenenza) e le dimensioni della cavità (si riportano lo sviluppo in lunghezza e il dislivello, misurato fra il punto più alto e il più basso in quota della cavità).

La scheda può essere completata dal rilievo della cavità e da ulteriori informazioni quali: descrizione della grotta, itinerario d'accesso, attrezzature necessarie per la visita, note geologiche, idrologiche, morfologiche, biologiche, ambientali o archeologiche, fotografie, bibliografia ed altro. Il rilievo e le ulteriori informazioni, anche se disponibili all'interno della scheda, restano comunque proprietà di chi le ha fornite, ai sensi delle leggi sui diritti di autore.

Pertanto il Catasto delle Grotte si presenta come uno strumento di base, necessario sia per il reperimento delle grotte stesse, sia per la realizzazione di studi scientifici riguardanti il fenomeno carsico.

#### Il "Catasto delle Grotte del Lazio"

Il Catasto delle Grotte del Lazio viene istituito dal Circolo Speleologico Romano nel 1927, per rispondere all'esigenza di riorganizzare i dati allora disponibili sulle cavità della regione. Infatti, a partire dalla fondazione del CSR, nel 1904, iniziano le esplorazioni speleologiche sistematiche nel Lazio e nei territori circostanti, interrotte soltanto nel periodo della guerra; nei primi 20 anni di attività speleologica vengono esplorate molte cavità che sono tuttora tra le più importanti del Lazio.

Il Catasto regionale viene inserito nel sistema del Catasto delle Grotte d'Italia (inizialmente "Regio Catasto delle Cavità Sotterranee d'Italia" con sede a Postumia, istituito nel 1927), formato dalla somma di tutti i catasti regionali, e gestito dall'Istituto Italiano di Speleologia. Negli anni '50 si rende necessaria una riorganizzazione dell'attività; la Società Speleologica Italiana, appena fondata, prende in gestione il Catasto delle Grotte d'Italia.

Il Catasto Regionale continua ad essere gestito dal CSR fino al 1994, quando viene fondata la Federazione Speleologica del Lazio (FSL), che lo prende in gestione e tuttora lo detiene.

Il 1 settembre 1999 la Regione Lazio approva la legge n. 20 "Tutela del patrimonio carsico e valorizzazione della speleologia". La legge prevede l'istituzione del "Catasto regionale delle grotte e delle aree carsiche", e attribuisce alla FSL la formazione, l'aggiornamento e la tenuta del catasto, tramite un'apposita Convenzione, che però, fino ad oggi, non è stata attivata.

Allo stato attuale, le informazioni contenute nel catasto sono disponibili in formato cartaceo, sotto forma di schede contenenti i dati essenziali, oltre alle informazioni e agli allegati già specificati.

I dati contenuti nelle schede catastali sono soggetti, negli anni, a continui aggiornamenti. Le nuove esplorazioni in grotte già conosciute si traducono in variazioni delle dimensioni delle cavità. L'aggiornamento dei dati relativi alla posizione geografica delle grotte è dovuto principalmente al miglioramento dei supporti cartografici disponibili: dalle carte 1:50.000 si è passati, negli anni, all'utilizzo di tavolette 1:25.000 e di sezioni CTR 1:10.000, perfezionando quindi la precisione dei dati.

Come risultato di questo costante incremento di informazioni, i dati contenuti nel Catasto hanno gradi di accuratezza molto diversi, dipendenti dalla precisione del rilevatore e dagli strumenti di rilevamento disponibili. E' quindi fondamentale un lavoro di aggiornamento e riorganizzazione dei dati, anche nell'ottica di una futura attivazione di archivi informatizzati, consultabili con maggiore facilità.

Attualmente, però, la scarsità di risorse strumentali (attrezzature informatiche, strumenti topografici di precisione, basi cartografiche cartacee e digitali recenti) rende lento e difficile il lavoro di aggiornamento catastale e di revisione dei dati.

# Distribuzione delle grotte dal punto di vista amministrativo

Attualmente (giugno 2002) sono segnalate nel catasto del Lazio 1452 grotte, con una densità media di  $8.4\,\mathrm{qrotte}$  oqni  $100\,\mathrm{km^2}$ .

A causa soprattutto dell'eterogeneità dei terreni geologici affioranti nella regione, la distribuzione delle cavità nelle varie province non è omogenea. Nella provincia di Viterbo, nella quale prevalgono nettamente i terreni vulcanici, sono conosciute solo 26 grotte. Si trovano poche grotte anche nella provincia di Rieti, nonostante gli estesi affioramenti di rocce carsificabili.

Le altre tre province si dividono quasi il 90% del totale. Nella provincia di Roma si trova il maggior numero di grotte (ben 548, il 38%) anche se distribuite in un territorio piuttosto esteso (10 grotte ogni 100 km²), mentre la densità è molto più alta nella provincia di Frosinone (13 grotte ogni

100 km<sup>2</sup>) e soprattutto di Latina (15 grotte ogni 100 km<sup>2</sup>).

Ben 174 comuni (dei 375 totali) hanno nel loro territorio almeno una cavità. Sono però pochi i comuni in cui la densità è elevata, infatti solo in 13 comuni sono presenti più di 20 grotte. In particolare è da evidenziare come nel solo territorio comunale di Carpineto Romano siano conosciute ben 233 grotte (con una densità di 2,8 grotte per km²), pari al 16% del totale delle cavità di tutta la regione. Seguono il comune di Supino con 87 grotte e quello di Guarcino con 44 (tabella 1).

Nella figura si può apprezzare visivamente la distribuzione delle cavità nella regione.

# Distribuzione delle grotte dal punto di vista geografico

E' di maggiore interesse, dal punto di vista speleologico, la suddivisione del territorio della regione Lazio in aree geografiche.

Prendendo spunto dalla proposta di creazione di un "Catasto delle aree carsiche d'Italia" presentata al mondo speleologico da MIETTO & SAURO (1989), il territorio regionale è stato suddiviso in 37 "unità orografiche" (FELICI ET ALII, 1989), cioè aree con caratteristiche geografiche omogenee al loro interno, ad esempio una catena montuosa o una pianura, e delimitate esternamente da elementi morfologici ben identificabili, quali valli o corsi d'acqua.

Nella tabella 2 vengono quantificati il numero di grotte per ogni unità orografica e il totale dello sviluppo percorribile degli ambienti sotterranei. Lo spazio a disposizione non consente un esame dettagliato dei dati; basti ricordare che nel Lazio si raggiunge un'estensione di circa 100 km di ambienti sotterranei, di cui il 34% è situato nell'area dei Monti Lepini. Delle 1452 grotte conosciute, meno di 200 si possono percorrere per almeno un centinajo di metri. L'andamento è quasi sempre "semplice", o verticale (abissi, voragini, pozzi) o pianeggiante (antri, caverne); raramente si trovano cavità complesse. Si evidenzia una leggera predominanza delle grotte ad andamento verticale rispetto a quelle a sviluppo prevalentemente orizzontale. Importante anche la presenza di molte cavità "doliniformi" (nei primi anni di attività del catasto vennero inserite anche numerose doline, mentre successivamente si scelse di escludere questo tipo di cavità), alcune delle quali sono vere doline di dissoluzione carsica, mentre altre sono voragini formatesi per crollo della volta di cavità sottostanti la superficie topografica. Queste ultime rivestono una certa importanza, anche per lo studio di alcuni problemi di rischio che possono derivare dalla improvvisa formazione di gueste voragini. Per guanto riguarda le grotte al cui interno scorrono corsi d'acqua permanenti o temporanei, nella regione risultano essere 148 (circa il 10% del totale). La salvaguardia delle cavità idricamente attive riveste una particolare importanza, dati i problemi legati all'inquinamento di questa risorsa primaria.

# Le grotte più profonde e più lunghe del Lazio

Si conclude presentando una "classifica" delle grotte con maggiore dislivello e di quelle con maggiore sviluppo (tabelle 3 e 4; in questi elenchi il simbolo \*\*\* indica che al dato riportato, che rappresenta le misure derivanti da rilievo topografico, si devono aggiungere altri tratti non rilevati). Questi dati forniscono un quadro delle dimensioni nelle quali di speleologi si muovono.

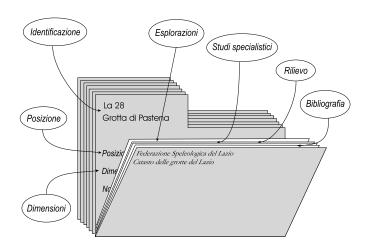
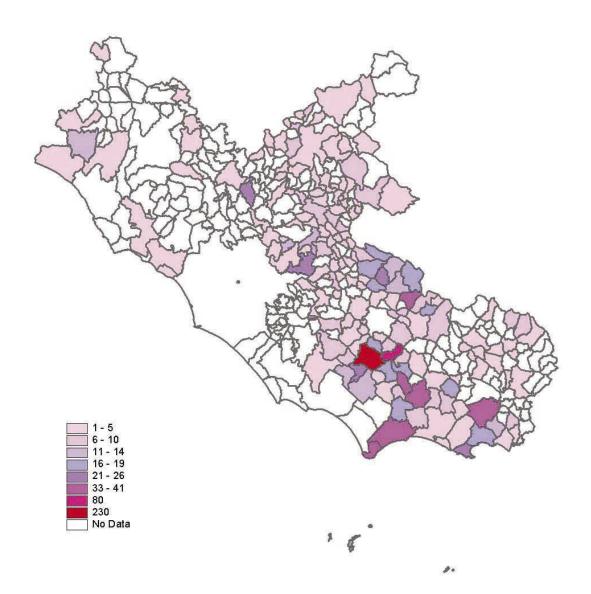


Tabella 1

N° GROTTE 233 87	COMUNI Carpineto Romano Supino Guarcino
87	Supino
	Guarcino
44	
38	Esperia
36	Terracina
37	Prossedi
35	Amaseno e San Felice Circeo
26	Bassiano e Sant'Oreste
23	Tivoli
21	Gaeta e Jenne
20	Subiaco
19	Formia
18	Maenza, Pastena e Ponza
17	Filettino, Giuliano di Roma, Gorga e Sonnino
16	Arcinazzo Romano, Camerata Nuova e Collepardo
15	San Polo dei Cavalieri
14	Trevi nel Lazio
13	Sant'Angelo Romano, Sermoneta, Sezze, Vallepietra e Vicovaro
12	Spigno Saturnia
11	Canino e Roccasecca dei Volsci
10	Artena, Cori e Veroli
9	Monte San Biagio, Poggio Nativo e Vallecorsa
8	Coreno Ausonio, Morolo e Pescorocchiano
7	Capranica Prenestina, Castro dei Volsci, Cervara di Roma, Contigliano, Norma, Patrica, San Donato Val di Comino, Scandriglia e Vico nel Lazio
6	Ferentino, Guidonia Montecelio, Lenola, Morro Reatino, Orvinio, Petrella Salto, Settefrati, Trivigliano e Vallinfreda
5	Alatri, Arpino, Campodimele, Collalto Sabino, Falvaterra, Licenza, Roccantica, Roccasecca, San Gregorio da Sassola, Sperlonga e Varco Sabino
4	Borgorose, Castel di Tora, Ischia di Castro, Montelanico, Poggio Catino, Poggio Moiano, Roccagorga e Roviano
3	Affile, Ascrea, Bellegra, Casape, Cerreto Laziale, Cerveteri, Cisterna di Latina, Cittaducale, Colle San Magno, Configni, Cottanello, Gallicano, Itri, Leonessa, Mentana, Montalto di Castro, Monte San Giovanni in Sabina, Monteflavio, Montopoli in Sabina, Nespolo, Percile, Picinisco, Priverno e Rieti
2	Arsoli, Belmonte Castello, Cassino, Castenuovo di Farfa, Cittareale, Colleferro, Fiuggi, Fondi, Fontana Liri, Gavignano, Mandela, Marcellina, Minturno, Monterotondo, Paganico, Piglio, Pisoniano, Posta, Riofreddo, Rocca Canterano, Rocca di Cave, Roccagiovine, Roiate, Santopadre, Saracinesco, Segni, Sgurgola, Soriano nel Cimino, Tolfa e Vacone
1	Agosta, Antrodoco, Aprilia, Atina, Bomarzo, Campoli Appennino, Capena, Caprarola, Casalattico, Castel Madama, Castel Sant'Angelo, Ceccano, Ciciliano, Cineto Romano, Civita Castellana, Civitella d'Agliano, Colonna, Fumone, Labro, Montebuono, Monteleone Sabino, Montorio Romano, Moricone, Palestrina, Paliano, Palo Laziale, Poggio Bustone, Pozzaglia Sabino, Proceno, Rocca d'Arce, Rocca Sinibalda, Sambuci, Santi Cosma e Damiano, Torricella in Sabina, Tuscania e Villa Santa Lucia

# Distribuzione delle grotte nei Comuni del Lazio



18



Tahella 2

	Tabella 2.						
	UNITÀ OROGRAFICHE	N° GROTTE	METRI DI	GROTTE	GROTTE	GROTTE	GROTTE CON
			GROTTA	VERTICALI	ORIZZONTALI	DOLINIFORMI	ACQUA
RF	Monte Rufeno	1	60	1	0	0	0
VO	Monti Volsini	20	2337	4	16	0	6
RN	Monti Romani	0	0	0	0	0	0
CI	Monti Cimini	5	215	1	4	0	0
SO	Monte Soratte	26	1437	13	13	0	0
TO	Monti della Tolfa	6	349	1	5	0	0
SB	Monti Sabatini	1	0	0	0	1	1
LG	Monti della Laga	0	0	0	0	0	0
BP	Monte Boragine - Monte Pozzoni	5	3609	4	1	0	1
RE	Monti Reatini	10	318	3	6	1	1
CG	Monte Cabbia - Monte Giano - Monte Calvo	2	30	0	0	2	0
VE	Monte Nuria - Montagne della Duchessa - Monte Velino	14	251	0	14	0	0
SA	Monti Sabini	75	2829	21	46	8	2
LU	Monti Lucretili	50	1599	22	25	3	2
CN	Monti Cornicolani	24	1366	5	10	9	5
CA	Monti Carseolani	31	3792	12	19	0	10
TI	Monti Tiburtini	23	533	6	16	1	0
AS	Ara Salere	2	130	1	1	0	0
RU	Monti Ruffi	7	265	4	2	1	1
SI	Monti Simbruini	81	6352	48	28	5	13
PR	Monti Prenestini	24	1144	10	11	3	5
AF	Monti Affilani	32	2372	4	27	1	3
ER	Monti Ernici	107	11582	46	55	6	13
CT	Monti Cantari	11	341	7	4	0	0
AL	Colli Albani	4	0	0	0	4	0
PP	Pianura Pontina	10	400	0	2	8	9
LE	Monti Lepini	488	33702	325	149	14	46
AU	Monti Ausoni	182	10734	110	69	3	16
AR	Monti Aurunci	116	8629	64	52	0	10
CC	Monte Circeo	35	461	1	34	0	0
MS	Monte Marcolano - Monte Serralunga	1	17	1	0	0	0
MC	Montecoccioli	12	1828	4	8	0	4
MM	Monti della Meta - Mainarde	15	499	11	4	0	0
CR	Monte Cairo	14	458	5	8	1	0
MA	Monte Monna Casale	0	0	0	0	0	0
IP	Isole Ponziane	18	427	0	18	0	0
	TOTALI	1452	98066	734	647	71	148

Tabella 3

		Tabolia 5			
	LE GROTTE PIU' PROFONDE DEL LAZIO				
1	Ouso della Rava Bianca	Carpineto Romano (RM)	-676 m		
2	Inghiottitoio di Campo di Caccia	Gorga (RM)	-610		
2	Grotta degli Urli	Guarcino (FR)	-610		
4	Abisso Consolini	Carpineto Romano (RM)	-555		
5	Grotta di Cittareale	Cittareale (RI)	+25/-450		
6	Pozzo del Merro	Sant'Angelo Romano (RM)	-450		
7	Abisso di Monte Vermicano	Guarcino (FR)	-439		
8	Inghiottitoio di Camposecco	Camerata Nuova (RM)	-415		
9	Abisso Vallaroce	Formia (LT)	-401		
10	Abisso la Vettica	Castro dei Volsci (FR)	-360		
11	Grotta di Monte Fato	Supino (FR)	-336		
12	Abisso Shish Mahal	Formia (LT)	-315		
13	Pozzo del Faggeto	Supino (FR)	-309		
14	Inghiottitoio dell'Erdigheta***	Carpineto Romano (RM)	-300		
15	Ouso di Passo Pratiglio	Supino (FR)	-299		
16	Abisso della Ciauchella	Formia (LT)	-296		
17	Grava dei Serini	Esperia (FR)	-292		
18	Abisso Miguel Enriquez	Carpineto Romano (RM)	-228		
19	Abisso Nessuno	Camerata Nuova (RM)	-222		
20	Ouso a Due di Monte Pisciarello	Morolo (FR)	-221		

Tabella 4

		Tabella 4	
	LE GRO	TTE PIU' LUNGHE DEL LAZIO	
1	Grotta degli Urli	Guarcino (FR)	3620 m
2	Grotta di Pastena***	Pastena (FR)	3427
3	Grotta del Formale***	Carpineto Romano (RM)	2920
4	Grotta di Cittareale***	Cittareale (RI)	2650
5	Abisso di Monte Vermicano***	Guarcino (FR)	2600
5	Inghiottitoio di Campo di Caccia***	Gorga (RM)	2600
7	Grava dei Serini	Esperia (FR)	2240
8	Inghiottitoio di Val di Varri	Pescorocchiano (RI)	2235
9	Grotta di Monte Fato	Supino (FR)	1615
10	Grotta degli Ausi	Prossedi (LT)	1505
11	Abisso Consolini	Carpineto Romano (RM)	1405
12	Grotta dell'Inferniglio***	Jenne (RM)	1370
13	Grotta dell'Arco	Bellegra (RM)	1216
14	Grotta di Fontana Le Mole	Maenza (LT)	1160
15	Ouso di Pozzo Comune	Carpineto Romano (RM)	1105
16	II Bucone	Ischia di Castro (VT)	1065
17	Inghiottitoio dell'Erdigheta***	Carpineto Romano (RM)	1010
18	Grotta Ciaschi	Carpineto Romano (RM)	980
19	Grotta del Rapiglio	Carpineto Romano (RM)	940
20	Risorgenza di Civitella	Pescorocchiano (RI)	895

# STORIA DELLA SPELEOLOGIA NEL LAZIO

L'uomo ha conosciuto e frequentato le grotte, per vari motivi, fin dalla preistoria: di questa frequentazione restano testimonianze orali e scritte, ritrovamenti di reperti archeologici o resti fossili. Le grotte sono state utilizzate, nei diversi periodi storici, come rifugio stagionale o occasionale, come stalle o ripari per le greggi, per approvvigionamento d'acqua, oppure come sepolcro o luogo di culto.

Le frequentazioni avvenute in età preistorica e protostorica sono ben documentate in tutto il territorio regionale. Vengono descritti sinteticamente di seguito alcuni dei ritrovamenti più importanti avvenuti in grotte del Lazio, sia per opera di archeologi che di speleologi.

<u>Valle del Fiume Fiora</u>: durante l'esplorazione di diverse grotte sono stati rinvenuti materiali ascrivibili al paleolitico, al neolitico e all'età dei metalli; in particolare si ricordano la Grotta Nuova, il Bucone o Infernetto, la Grotta Misa, la Grotta delle Sette Cannelle e la Grotta di Don Simone.

<u>Lago di Vico</u>: nel Pozzo del Diavolo (o Grotta di M. Venere) sono stati rinvenuti materiali ceramici pertinenti al neolitico medio.

Monti Ceriti: la Grotta Patrizi è stata utilizzata come luogo di sepoltura di diversi individui, uno dei quali presentava il cranio trapanato.

<u>Tivoli</u>: nelle Grotte di Ponte Lucano (la più conosciuta è la Grotta Polesini) sono stati rinvenuti strumenti litici e graffiti su ciottoli risalenti al paleolitico superiore, oltre a reperti dell'età dei metalli.

<u>Poggio Moiano</u>: nella Grotta Pila sono state ritrovate sepolture e materiale risalente all'età del rame.

Monte Soratte: all'interno della Grotta della Madonnina è stato rinvenuto un orcio del neolitico medio.

Monti Cornicolani: nello Sventatoio di Poggio Cesi sono stati recuperati numerosi vasi risalenti all'età del bronzo, gettati nel pozzo probabilmente a scopo cultuale.

Monti del Cicolano: nell'Inghiottitoio di Val di Varri sono stati rinvenuti focolari e materiali fittili ascrivibili all'età del bronzo.

Monti Lepini: nella Grotta Vittorio Vecchi sono venuti alla luce reperti sia archeologici che scheletrici umani, datati all'età del bronzo. In alcune grotte del comune di Sezze sono stati trovati disegni di difficile datazione, come l'Uomo a "phi" nell'Arnalo dei Bufali, e vari disegni a carboncino nel Riparo Roberto.

M. Circeo: sono state esplorate una trentina di grotte (tra cui ricordiamo Grotta del Fossellone, Grotta delle Capre, Grotta Breuil, Riparo Blanc e Grotta Guattari) che hanno restituito industrie del paleolitico e del mesolitico; in particolare nella Grotta Guattari è stato rinvenuto il famoso cranio riferibile all'uomo di Neandertal.

In epoca classica diversi studiosi si interessavano della natura e dei fenomeni naturali. Fra coloro che hanno trattato di grotte ricordiamo Plinio il Vecchio, Varrone, Frontino e Lucrezio.

Di quest'epoca abbiamo però scarse testimonianze: si possono citare la Grotta di Tiberio, che



Ingresso della Grotta Vittorio Vecchi (Sezze Romano). Il cranio di un bambino ritrovato nella grotta, attualmente esposto nel Museo Comunale (foto archivio G. Pintus).

faceva parte del complesso della villa dell'Imperatore a Sperlonga, utilizzata come ninfeo e adornata di statue sul tema dell'Odissea; e la Voragine di Monte Spaccato, nella quale restano tracce di un utilizzo come cava di alabastro.

Nel Medioevo diverse grotte furono scelte come abitazioni dagli eremiti, o trasformate in chiese rupestri. Nel Lazio esistono ancora moltissime grotte santuario, che vengono frequentate ancora ai nostri giorni, fra le quali si possono citare, a titolo di esempio: la Chiesa rupestre di Santa Lucia a Bomarzo, la Grotta di San Cataldo a Cottanello, la Grotta di San Leonardo a Roccantica, la Grotta di San Michele a Monte San Giovanni in Sabina, la Grotta di Santa Romana a Sant'Oreste, il Sacro Speca Subiaco, la Grotta della SS Trinità a Vallepietra, la Grotta del Convento di Santa Oliva a Cori, la Grotta del Crocifisso a Bassiano, la Grotta di San Michele sul Monte Redentore a Formia, e molte altre. Studi esaustivi sull'argomento sono stati pubblicati in numerosi lavori da Felici e Cappa a partire dal 1987.

La frequentazione e l'utilizzo delle grotte continuano quindi nei secoli successivi all'epoca classica, fino ai nostri giorni. Si può datare al XVI secolo l'inizio delle prime vere esplorazioni speleologiche. Alcuni studiosi cominciano, in questo periodo, a frequentare le grotte per l'osservazione e lo studio del fenomeno naturale, percorrendo ambienti sconosciuti come scopritori di un nuovo mondo.

Si riporta di seguito un sintetico quadro cronologico della storia dell'attività speleologica nella regione, inquadrandola nel contesto nazionale.

# Periodo antecedente il 1880 - I pionieri

# I MATERIALI E LE TECNICHE

Le tecniche dell'epoca non permettono di esplorare grandi verticali. Si percorrono quindi grotte prevalentemente orizzontali, e si evita di infilarsi nelle strettoie. L'illuminazione è costituita da torce a vento e candele, e gli indumenti consistono in normali abiti pesanti. Nel caso sia necessario discendere pozzi, le persone vengono calate e recuperate con corde di canapa. Per le esplorazioni dei laghi vengono utilizzate barche.

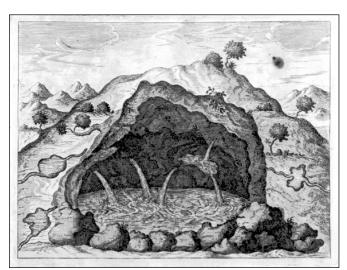
#### LO SCENARIO NAZIONALE

La speleologia viene praticata soltanto da alcuni singoli studiosi che, esclusivamente con mezzi propri e spesso da soli, studiano le cavità e le aree carsiche nei loro diversi aspetti.

#### LO SCENARIO REGIONALI

A partire dal 1500 nel Lazio alcuni studiosi ed umanisti percorrono il territorio studiando tutti i fenomeni naturali, quindi anche le grotte. Padre Attanasio Kircher pubblica due opere "Mundus subterraneus" nel 1669 e "Latium", nel 1671; nel primo propone teorie sulla formazione del mondo sotterraneo e sull'idrologia della terra, mentre nel secondo, descrivendo la regione, si sofferma su alcune cavità.

Pochi studiosi hanno lasciato un resoconto scritto delle loro esplorazioni; fra loro ricordiamo Paolo Spadoni, Giovanni Battista Brocchi e Fabio Gori.



Rappresentazione della circolazione delle acque carsiche secondo Kircher (tratto da "Mundus Subterraneus", 1669).

#### LE ESPLORAZIONI

Flavio Biondo all'inizio del '500 ricorda alcune grotte in territorio di Riofreddo, probabilmente quelle di S. Cosimato (Segre, 1951a).

Fra Leandro Alberti rammenta le grotte del Circeo e tratta intorno all'origine dei "confetti di Tivoli", le note pisoliti, deposte nei bacini delle Acque Albule (Segre, 1951a).

Kircher narra di una sua escursione sul Monte Pescosolido (di cui non si conosce il nome attuale, ma che si trova nella zona del Monte Cornacchia) nel corso della quale esplora una grotta con un deposito di ghiaccio perenne. Descrive anche un tentativo di scandaglio nella Voragine di Monte Spaccato con circa 37 m di corda; non avendo toccato la base del pozzo, la ritiene essere un abisso senza fondo (Kircher, 1671).

La prima discesa di un pozzo documentata nel Lazio risulta essere quella dell'Ouso di Sezze (verticale di 40 m) nel quale nel 1672 vengono calate due persone per controllare se vi sia il corpo di un uomo precipitato dall'alto. Essi esplorano la cavità vincendo i pregiudizi dell'epoca sulla profondità imperscrutabili dei pozzi naturali. La discesa era documentata da un atto notarile, oggi non più reperibile, nel quale veniva stabilito un compenso per coloro che si sarebbero calati nel pozzo (CORRADINUS ET ALII, 1704; TUFO, 1908).

Nel 1778 Stefano Cabral e Fausto Dal Re, archeologi e geometri tiburtini, sondano la Voragine di Monte Spaccato che risulta essere profonda 105 m (Segre, 1951a).

La prima discesa "volontaria" di un pozzo è quella realizzata nel 1800 da Paolo Spadoni, che aveva già esplorato alcune grotte liguri, nel Pozzo Santullo (SPADONI, 1802). Lo stesso visita anche la grotta di Collepardo, già famosa all'epoca, nonostante non si abbiano documenti in cui venga citata.

Tra il 1817 e il 1822 Giovanni Battista Brocchi studia i Meri del Soratte, la Grotta di Collepardo e le grotte del Circeo (Brocchi, 1817; 1824; 1825).

Girolamo Senni discende la Fossa Ampilla, descrivendo il fenomeno del "Latte di monte" o Mondmilch (Senn. 1838).

Nel 1841 un minatore in cerca di massi da scogliera scopre, sulle pareti sotto il tempio di Giove Anxur a Terracina, la Grotta della Sabina, che viene poi esplorata e studiata dal punto di vista paleontologico da L. Mollari nel 1850, e descritta da REMIDDI (1876).

Nel 1844 Padre Domenico Santucci visita la Grotta di Collepardo, e su di essa scrive un libretto edito a Parigi, dove egli vive (Santucci, 1845). Contemporaneamente visitano la grotta alcuni famosi incisori (Bossi, Cottafavi, Parboni) che ne traggono ispirazione per realizzare meravigliose stampe che hanno come soggetto Collepardo, la Certosa di Trisulti, la Grotta e il Pozzo Santullo; in una di esse è riportato il rilievo della Grotta di Collepardo, che è quindi il primo rilievo giunto fino a noi.

Il geologo Giuseppe Ponzi esegue scavi paleontologici nella Grotta di Collepardo (Ponzi, 1853). Fabio Gori narra di diverse esplorazioni in grotte del Lazio (Pertuso di Roiate, Grotta della Coce, Grotta della Serena, Grotta dell'Arnaro, Gratto dell'Inferniglio, Grotta del Pertuso ed altre) compiute da giovane nel corso di un viaggio d'istruzione. Per l'approccio esplorativo con cui visita i luoghi e percorre le grotte, il Gori può essere considerato il primo speleologo del Lazio (Gon. 1855; 1864).

Nel 1868 viene citata nelle cronache la Grotta di Pastena: i briganti della famigerata banda Andreozzi, inseguiti dai gendarmi si rifugiano nella grotta. Costretti ad arrendersi per fame, vengono fucilati sul posto mentre un seminarista da essi tenuto in ostaggio muore di spavento (CIRCOLO SPELEOLOGICO ROMANO, 1928).

# 1880-1918 - Nascono i gruppi grotte

## I MATERIALI E LE TECNICHE

Con la nascita dei primi gruppi speleologici, si costituiscono anche magazzini di materiali studiati ad hoc per le necessità degli esploratori. Si fabbricano le prime scale di corda con pioli di legno; gli esploratori, durante la discesa e la salita dei pozzi, vengono assicurati dai compagni con corde dall'alto. L'illuminazione è ancora realizzata con torce o con lanterne.

#### LO SCENARIO NAZIONALE

Alla fine del XIX secolo Emile Riviére, francese, propone il termine "speleologia". In Italia, come nel resto d'Europa, nascono le prime associazioni speleologiche. Per iniziativa di gruppi di studiosi viene stabilita ed uniformata la terminologia relativa ai fenomeni carsici, riprendendo anche molti termini dalle lingue slave.

Il 23 ottobre 1863 nel Castello del Valentino, a Torino, nasce il Club Alpino Italiano (CAI), promosso da Quintino Sella, che prevede nel proprio statuto anche l'esplorazione e lo studio delle grotte.

Il 23 marzo 1883 viene fondata a Trieste, allora facente parte dell'Impero austro-ungarico, la Società degli Alpinisti Triestini, al cui interno viene istituita una sezione dedicata alla speleologia, la Commissione Grotte.

Nel 1897 nasce a Milano il primo gruppo speleologico d'Italia, la Sezione Speleologica del CAI, fondata dal prof. Mariani.

20



Pozzo di Monte Spaccato (6 La): E. Tedeschiviene calato nella cavità (tratto da Pusterlui, 1892)



Esplorazione dell'inghiottitoio di Pietrasecca (tratto da Notiziario CSR n. 1, 1948)

Nel 1903 Michele Gortani, Giorgio Trebbi e Carlo Alzona, tentano di dare vita ad una associazione nazionale, la Società Speleologica Italiana (SSI), e ad una pubblicazione specializzata, la "Rivista Italiana di Speleologia"; la società però avrà breve durata. Durante il Congresso della Società Geografica Italiana svoltosi a Napoli nel 1904, lo studioso F. Musoni chiede alla comunità scientifica di promuovere la fondazione di associazioni speleologiche, in quanto ritiene che siano gli unici soggetti in grado di condurre esplorazioni e studi sistematici sull'ambiente sotterraneo. La proposta di Musoni dà impulso alla fondazione di gruppi dedicati alla speleologia presso alcune sezioni del CAI; tra di essi il Circolo Speleologico Romano.

L'Abisso Trebiciano, nel Carso triestino, esplorato nel 1841 da A.F. Lindner, resta la grotta più profonda del mondo (-329 m), fino all'esplorazione della Niedenloch (-376) in Svizzera, nel 1909.

# LO SCENARIO REGIONALE

Viene fondata il 20 giugno 1873, a Palazzo Wedekind, la Sezione di Roma del CAI. Nel 1904 i soci Cora, Hoz, Abbate, Mastio e Liotard scrivono alla presidenza della Sezione CAI di Roma che "i sottoscritti sono convinti dell'importanza che avrebbe l'esplorazione e lo studio delle grotte e caverne dell'Italia centrale, propongono la costituzione fra soci del Club Alpino Italiano di un circolo speleologico" (GRASSI, 1996).

Il 5 luglio 1904 viene fondato all'interno della Sezione CAI di Roma il Circolo Speleologico Romano (CSR): viene nominato presidente Guido Cora (Circolo Speleologico Romano, 1904b). La prima escursione sociale si svolge l'11 maggio 1905 alla Grotta Beatrice Cenci (Cora, 1905). Nel decennio 1905-15 vengono effettuate ricognizioni ed esplorazioni delle grotte dell'Inferniglio, del Soratte, di Collepardo e della Maiella. Se si esclude la breve relazione di Cora, non si è conservata traccia dell'attività e delle esplorazioni del CSR fino al 1920.

# LE ESPLORAZIONI

Nell' "Annuario della Sezione di Roma del CAI del 1888-91" compaiono alcuni articoli riquardanti

la speleologia. In uno di essi il conte Luigi Pusterla, accademico di S. Luca e pittore di Tivoli, descrive le visite da lui compiute nella Grotta di Muro Pizzo e nella Grotta Pila, in Sabina, e le discese nei pozzi di Colle Ripoli, presso Tivoli, narrando anche di un tentativo di discesa nella Voragine di Monte Spaccato (Pusterla, 1892). In un altro articolo I.C. Gavini e G. Voltan raccontano di un'escursione nei dintorni di Tagliacozzo, dove visitano la Grotta Beatrice Cenci e gli ingressi di alcune importanti cavità (GAVINI & VOLTAN. 1892).

Ad Arpino opera Giovanni Battista Cacciamali, insegnante bresciano che dopo alcuni anni fonderà un gruppo speleologico nella sua città; durante la sua permanenza fonda la sezione del Liri del CAI, che però ha breve durata, studia e descrive il fenomeno carsico della zona (CACDAMALI, 1889a; 1889b; 1892).

Filippo Keller scende nella Chiavica di Arsoli alla ricerca di prove che confermino la sua teoria sul magnetismo terrestre (Keller, 1896).

Nel 1898 il geologo De Angelis d'Ossat, nel suo studio sull'alta valle dell'Aniene, inserisce un intero capitolo sui fenomeni carsici dell'area, visitati e descritti in dettaglio (in particolare il Pertuso di Roiate).

Edouard Alfred Martel, francese, il più famoso speleologo dell'epoca, visita nel 1903 la Grotta di Collepardo e il Pozzo Santullo (Martel, 1928) ipotizzando un collegamento tra le due grotte.

Nel 1913, in seguito allo svuotamento per cause naturali del Lago di Canterno presso Fiuggi, Camillo Crema esplora, con l'aiuto di un operaio, l'inghiotitioio che si trova sul fondo del lago, fermandosi sopra un pozzo. Si tratta dell'unica esplorazione conosciuta dell'inghiotitioio, in quanto la grotta è quasi sempre sommersa dalle acque del lago. Il Crema esplora inoltre alcune grotte dei Monti Frnici.

# 1920-1945 - Le prime grandi esplorazioni

#### I MATERIALI E LE TECNICHE

L'attrezzatura individuale viene migliorata con l'uso del casco, che spesso è un elmetto militare recuperato dai campi di battaglia, al quale viene applicata una candela. Cominciano ad apparire le prime lampade ad acetilene, che vengono portate agganciate alla cintura. Le prime imbracature sono costituite da una robusta cintura di cuoio. Per esplorare corsi d'acqua sotterranei vengono costruite piccole imbarcazioni di legno ad un solo posto.

#### LO SCENARIO NAZIONALE

Alla fine della prima guerra mondiale Trieste, ormai annessa all'Italia, diventa il principale centro nazionale per gli studi sul fenomeno carsico. Eugenio Boegan, figura di spicco nella Commissione Grotte triestina, diviene promotore dell'Istituto Italiano di Speleologia, un nuovo ente di ricerca. L'Istituto, ancora oggi in vita, inizia nel 1927 la pubblicazione di una rivista trimestrale a carattere nazionale, e nello stesso anno istituisce il "Regio Catasto delle Cavità Sotterranee d'Italia" con sede a Postumia, all'epoca unico esempio al mondo. Si svolge il primo congresso nazionale di speleologia (Trieste, 1933). La speleologia italiana raqqiunqe in questo periodo grandi risultati esplorativi.

L'Antro del Corchia (Alpi Apuane, Toscana) nel 1934 diventa la grotta più profonda del mondo (-480 m, i rilievi dell'epoca la stimavano -541 m).



Il parco materiali del CSR negli anni '20 (foto archivio CSR)

#### LO SCENARIO REGIONALE

Da Venezia arriva a Roma il barone Carlo Franchetti che, a partire dal 1919, si dedica alla riorganizzazione del CSR e all'esplorazione delle cavità carsiche del Lazio e dell'Abruzzo occidentale, allora poco conosciute. Il 1 aprile 1924 a Palazzo Datti, in Corso Vittorio Emanuele II, viene stipulato l'atto notarile di Costituzione del CSR. Per una quindicina d'anni il CSR compie molte importanti esplorazioni; con il passare del tempo, però, l'attività diviene meno intensa, fino ad estinguersi del tutto nel 1937; alcuni soci isolati proseguono l'attività al di fuori del gruppo. Oltre a Franchetti, sono da ricordare alcuni nomi: Alberto Carlo Blanc, Alessandro Datti, Enrico Jannetta, Saverio Patrizi, Paolo Pietromarchi, Claudio Ranieri, Luigi Tosti di Valminuta, Camillo Zileri dal Verme.

#### LE ESPLORAZION

Il CSR, guidato da Franchetti, ha a disposizione un grandissimo potenziale esplorativo: la maggior parte del Lazio è, infatti, totalmente sconosciuta sotto l'aspetto speleologico. Inizia la sua attività nel 1920 compiendo una serie di ricerche sul Monte Soratte. L'impresa più rilevante è la discesa delle voragini dei Meri; è importante in questa esplorazione il contributo di Enrico Jannetta, alpinista che si diletta con l'attività speleologica.

Vengono poi esplorate tutte le grotte evidenti e di facile raggiungimento. Nel 1925 viene scoperta la Grotta dell'Arco, lunga oltre 1 km, che diviene una delle più estese d'Italia.

Nel 1926 viene esplorata la Grotta di Pastena. Con un'arrampicata di una quindicina di metri da parte di Cossilla viene raggiunto il ramo fossile che prenderà il nome di "Galleria Cossilla". La bellezza degli ambienti fa pensare all'opportunità di renderne comoda la visita mediante opportuni lavori di adattamento. E' così che, su proposta del CSR e con l'aiuto delle autorità locali, la Grotta di Pastena viene immediatamente resa turistica (inaugurazione del 30 maggio 1927).

Nel 1927 viene trovato l'Abisso la Vettica. Alessandro Datti, l'uomo di punta del CSR, compie due tentativi di discesa (maggio 1927 e giugno 1930) scendendo per 130 m, costantemente esposto sotto il getto dell'acqua, ed illumina il pozzo per altri 50 m senza scorgerne il fondo (Segre, 1948a). Si tratta della massima profondità raggiunta in quell'epoca nel Lazio.

In questi anni il CSR avvia le esplorazioni di diverse importanti grotte. Sono quasi tutti inghiottitoi attivi; le notevoli difficoltà esplorative che comporta la presenza dei torrenti sotterranei talvolta impetuosi impediscono l'esplorazione dei tratti profondi. Vengono percorsi parzialmente l'Ovito di Peterella (1924), l'Inghiottitoio dell'Imele, l'Ovito di Pietrasecca, (1925) il Catauso di Sonnino (1928) e l'Inghiottitioio di Luppa, che si presenta con tutte le sue difficoltà e i suoi pericoli: Datti, Franchetti, Leva e Pietromarchi si salvano a stento da una piena.

Durante l'esplorazione dell'Inghiottitoio di Val di Varri (1929) e della Grotta Patrizi (1933) vengono trovati importanti reperti preistorici.

Dal 1937, cessata l'attività del CSR, le ricerche sono svolte prevalentemente da singoli.

Nel 1939 Alberto Carlo Blanc, archeologo, mentre studia le grotte del Circeo viene avvertito del ritrovamento di un teschio nella Grotta Guattari e lo studia approfonditamente.

Nel 1942 i prof. Guareschi e Morandini con un gruppo di giovani (tra cui Segre) esplorano, compiono osservazioni scientifiche e studi, misurano parametri ambientali nell'Ovito di Pietrasecca, nell'Inghiottitoio di Luppa e nella Grotta di Pastena.

Durante la seconda guerra mondiale molte grotte diventano ricovero contro i bombardamenti e per sfuqqire ai soldati alleati.

# 1946-1954 - II dopoguerra

#### I MATERIALI E LE TECNICHE

In questo periodo si verifica un notevole miglioramento delle tecniche e dei materiali. Si trovano sul mercato scalette militari in cavetto d'acciaio e pioli in legno (Azario), molto più leggere e affidabili di quelle di corda; per le lunghe verticali vengono utilizzati verricelli che consentono di calare e recuperare gli esploratori. Negli altri casi l'assicurazione è sempre effettuata dall'alto, da uno dei compagni, con sicura a spalla di tipo albinistico.

Una vera rivoluzione nei sistemi di illuminazione è rappresentata dall'introduzione delle batterie a secco per gli impianti elettrici; spesso viene utilizzato il doppio impianto di illuminazione, elettrico e ad acetilene, montato sul casco.

Si trovano in commercio i primi canotti in gomma e le prime mute stagne; inizia così l'epoca delle prime esplorazioni speleosubacquee.

# LO SCENARIO NAZIONALE

La ripresa dopo la fine della guerra non è facile. Il Catasto nazionale, che era conservato a Postumia, è stato trafugato dai tedeschi in ritirata e verrà parzialmente recuperato solo dopo molti anni. Con la perdita del Catasto scompare anche l'Istituto Italiano di Speleologia. L'attività speleologica riparte, ma ci vorrà quasi un decennio per tornare ai livelli di prima. Nel 1946 nasce il Centro Speleologico Italiano del Touring Club Italiano. Nel 1949 viene pubblicato il primo fascicolo della Rassegna Speleologica Italiana, fondata, diretta e organizzata da Salvatore Dell'Oca, speleologo





16 ottobre 1948, il CSR al Congresso Nazionale di Speleologia di Asiago: da sinistra C. Imperi, S. Patrizi, uno speleologo, A.G. Segre, C. Franchetti, G. Pighetti, M. e R. Rossi Marcelli, in basso al centro uno speleologo (foto archivio CSR)

e imprenditore comasco. Il 25 giugno 1950 a Verona un gruppo di speleologi fonda la Società Speleologica Italiana (SSI). Il CSR aderisce a quest'ultima iniziativa; Carlo Franchetti prima e Aldo G. Segre poi, vengono eletti nel consiglio direttivo della SSI. Ghidini (1954) elenca i gruppi speleologici presenti in Italia in questo periodo, riportando per ognuno di essi il numero di soci; il CSR, con i suoi 105 iscritti, risulta di gran lunga il gruppo italiano più numeroso.

In Italia la grotta più profonda resta l'Antro del Corchia; nel mondo il dislivello maggiore viene esplorato nel 1953 nei Pirenei, in un abisso al confine fra Francia e Spagna, la Sima de la Piedra de San Martin (-689 m), superato l'anno successivo dalle esplorazioni al Gouffre Berger (Francia; -903 m).

# LO SCENARIO REGIONALE

Nel marzo 1946, alcuni giovani rifondano il CSR. A presiedere viene chiamato Carlo Franchetti. Il CSR si riprende lentamente dalla perdita del materiale sociale, e oltre a continuare le esplorazioni nel Lazio si occupa di grotte in Abruzzo, Campania e Sardegna.

Il gruppo si distingue anche nelle ricerche biospeleologiche; viene avviata, infatti, da parte di alcuni soci, una consistente attività di ricerca e studio della fauna ipogea, che è rimasta anche nei decenni successivi una peculiarità del CSR.

Nel 1948 Aldo G. Segre pubblica "I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio", che oltre ad essere il riassunto delle conoscenze speleologiche dell'epoca, è anche un trattato scientifico sul fenomeno carsico.

Se Franchetti è l'anima del CSR, Segre ne è l'organizzatore e Enzo Spicaglia l'uomo di punta in quasi tutte le esplorazioni più importanti.

Fra gli speleologi più attivi del periodo sono da ricordare Marcello Astorri, Marcello Cerruti, Saverio Patrizi, Antonio Mario Radmilli. Claudio Ranieri, Mario, Renato e Vittorio Rossi Marcelli.

#### LE ESPLORAZIONI

Dopo la pausa dovuta alla querra, le esplorazioni riprendono lentamente.

Nel 1946 il CSR in collaborazione con la Società Speleologica Svizzera, invitata da Segre che aveva trascorso in Svizzera parte della guerra, raggiunge il lago terminale dell'Ovito di Pietrasecca.

Nel 1953, con una imponente organizzazione, viene completata l'esplorazione dell'Abisso la Vettica: Enzo Spicaglia raggiunge per primo il fondo a -223 m (-172 nei rilievi successivi). Nello stesso anno vengono esplorate una serie di grotte tra cui l'Ouso di Pozzo Comune, che con il dislivello di -260 m (-190 nei rilievi successivi) diventa la più profonda del Lazio e la Grotta degli Ausi (1300 m di sviluppo) che diventa la più lunga.

# 1955-1975 - Nuovi gruppi

# I MATERIALI E LE TECNICHE

Si verifica un nuovo salto tecnologico. Dalle scale Azario si passa alle scale in cavetto d'acciaio e piolo in alluminio, autocostruite e ancora più leggere; invece delle corde di canapa si utilizzano quelle "dinamiche" realizzate in materiali sintetici, e già utilizzate dagli alpinisti. Successivamente le scalette divengono ancora più leggere, e soprattutto cambia la tecnica di assicurazione degli esploratori; l'introduzione dell'autosicura mediante una carrucola posta in cima al pozzo sostituisce la vecchia

tecnica della sicura dall'alto, che costringeva a lasciare un uomo sopra ogni pozzo, o a salire senza assicurazione. Vengono poi sperimentati attrezzi come il dressler (dal suo inventore Bruno Dressler, speleologo francese), un bloccante che consente di salire assicurandosi su una corda fissa affiancata alla scala, senza aiuto da parte di altri. Per la discesa viene introdotto il sistema della corda doppia, con tecnica alpinistica, e successivamente attrezzi che consentono di scendere sulla corda senza usare le scale, come il discensore. Grande attenzione, a questo punto, viene posta sui chiodi: si sostituiscono i chiodi a fessura, di uso alpinistico, prima con i chiodi a pressione, poi con gli spit, chiodi a espansione autoperforanti utilizzati anche in edilizia, che vengono infissi nella roccia tramite un punzone e un martello

Fra gli indumenti viene preferita la tuta in tela, e si comincia ad utilizzare imbracature da paracadutismo o da alpinismo.

#### LO SCENARIO NAZIONALE

Dopo gli anni della ripresa inizia un periodo di prosperità per l'attività speleologica. Nasce un gran numero di gruppi, e gli speleologi, benchè sempre pochi, crescono notevolmente di numero.

Sulla scia di quanto organizzato dal CAI in ambito alpinistico (il Corpo Nazionale di Soccorso Alpino) e dopo una serie di tragici incidenti in grotta, nasce nel 1966 il Corpo Nazionale di Soccorso Speleologico, che poi si fonderà con quello alpino.

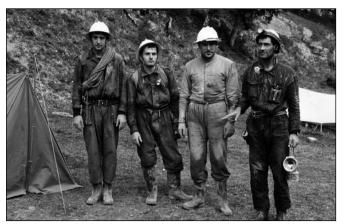
Il CAI inizia ad interessarsi maggiormente dell'ambiente speleologico, e crea la Commissione Centrale di Speleologia, che presto arriverà ai ferri corti con la SSI, soprattutto in tema di soccorso e di catasto.

L'Antro del Corchia è ancora la grotta più profonda d'Italia, con le esplorazioni del 1960 il dislivello raggiunto diventa di -668 m. Nel 1963 lo scettro passa alla Spluga della Preta (Monti Lessini, Veneto) profonda 878 m, poi nel 1969 all'Abisso Gortani (Monte Canin, Friuli-Venezia Giulia; -892 m) che l'anno successivo viene approfondito fino a -920 m. Infine le esplorazioni alla Grotta di Monte Cucco (Umbria) portano il nuovo record di profondità a -922 m. Nel mondo la massima profondità passa dal Gouffre Berger (Francia; -985 m nel 1955; -1122 nel 1956; -1135 nel 1963) al Réseau de la Pierre Saint-Martin (o Sima de la Piedra de San Martin, nei Pirenei; la grotta ha infatti numerosi ingressi sia in territorio francese che spagnolo) che raggiunge -1171 m nel 1966 e -1321 nel 1975.

#### LO SCENARIO REGIONALE

Nel 1955 nasce l'URRI, una associazione che si occupa anche di speleologia.

La morte per incidente stradale di Carlo Franchetti, leader che riusciva a far coesistere le forti personalità presenti nel CSR, porta all'uscita dal gruppo di alcuni soci. Fausto Schirò e Arnaldo Botto passano all'URRI, Giorgio Silvestri fonda il Gruppo Speleologico Anxur di Terracina (Anxur), Giovanni Meo Colombo costituisce un effimero sodalizio che si chiama Sezione Speleologica della Società Tirrenica di Scienze Naturali, Franco Consolini fonda il Gruppo Grotte Roma (GGR) con alcuni amici paracadutisti . Fin qui si tratta di fuoriuscite di singoli soci. Alla fine del 1958, invece, 12 soci escono dal CSR e 10 di loro insieme ad altri appassionati fondano lo Speleo Club Roma (SCR) (Pasquini, 1999). La scissione è carica di polemiche e inutilmente l'anziano conte Datti, presidente del CSR, cerca di evitarla. Le conseguenze presenteranno aspetti contrastanti: per molti anni gli speleologi dei due gruppi cercheranno di sottrarsi vicendevolmente le esplorazioni, o diffonderanno dati esagerati sui



Agosto 1958, i partecipanti del CSR alla spedizione internazionale Ojo Guarena: da sinistra A. Angelucci, A. Todeschini, G. Pasquini e M. Franchetti (foto archivio A. Angelucci)



Immersione nella Risorgenza dell'Obbuco nel 1966 (foto L. Ferri Ricchi; tratta dal libro "OLTRE L'AWENTURA" di Lamberto Ferri Ricchi, edizioni (RECO - http://istitutoireco.org)

risultati ottenuti, tanto che a tutt'oggi per alcune grotte, non più rilevate da allora, non si conoscono le esatte misure, mentre in quelle che sono state nuovamente rilevate sono stati riscontrati quasi sempre errori consistenti. Ma la scissione avrà anche conseguenze positive: l'agonismo che si scatena fra i gruppi porta ad incrementare l'attività, e i risultati, soprattutto nei primi anni, sono notevoli.

La lite continua anche sul tema 'catasto delle grotte del Lazio', creato negli anni '20 dal CSR. Gli altri gruppi (URRI, Anxur e SCR) minacciano la costituzione di un nuovo catasto. Tramite la mediazione del presidente della SSI si stabilisce che il catasto è di tutti, ma che continua ad essere aggiornato e qestito dal CSR.

Nel 1961 il GGR confluisce nello SCR, che in questo periodo, oltre a dedicarsi alla ricerca, punta fortemente sull'aspetto esplorativo, sperimentando metodi per velocizzare l'esplorazione tramite la discesa dei pozzi a corda doppia e l'alleggerimento delle scale con cavetti più sottili. Nel 1962, infine, viene fondato il Gruppo Speleologico CAl Latina (GS CAI Latina).

Il leader dello SCR è Giorgio Pasquini, che come socio del CSR aveva partecipato alle spedizioni al Gouffre Berger in Francia e all'Ojo Guarena in Spagna, che gli avevano dato notorietà. Per una quindicina d'anni sarà esploratore, consigliere SSI, promotore di spedizioni, convegni, soccorso e scuole di speleologia, e scriverà numerosi lavori su temi attinenti il fenomeno carsico e il miglioramento delle tecniche di progressione.

Nel 1966 nasce in Italia il Soccorso Speleologico, Sezione dell'allora C.S.A. (Corpo Soccorso Alpino) del CAI. Le Delegazioni in origine sono cinque, e alla V compete l'organizzazione del soccorso nel Lazio, in Abruzzo ed in tutto il territorio dell'Italia Meridionale. La V Delegazione Speleologica del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (C.N.S.A.S.) nasce il 4 luglio di quell'anno, dopo un avoro preparatorio effettuato tra gli speleologi del Lazio e dell'Abruzzo da Giorgio Pasquini, primo delegato. La successiva nascita di altre Delegazioni Speleologiche ha fortunatamente ristretto l'area operativa della V Delegazione fino ad arrivare all'attuale copertura limitata alla sola regione Lazio.

All'interno dello SCR, dopo un periodo di grandi successi culminati nella fantastica discesa sportiva del Gouffre Berger in Francia (all'epoca, la grotta più profonda del mondo), nascono alcuni dissapori soprattutto tra il leader Pasquini ed altri soci. Questi ultimi escono dal gruppo e fondano l'Associazione Speleologica Romana (ASR). Si ripropone lo stesso scenario della guerra tra CSR e SCR. Lo SCR, decimato, organizza il X Congresso Nazionale di Speleologia. L'organizzazione riuscirà a far ricevere i rappresentanti degli speleologi da Papa Paolo VI. Anche la gestione del congresso porta



Spedizione "Consolini '61" dello SCR, un momento di relax al campo. Da sinistra, in piedi: gli inviati del giornale Paese Sera e B. Camponeschi; seduti: G. Pasquini, G. Stampacchia, R. Trigila, A. Turco, G. Befani, B. Toro, T. Cocozza; in seconda fila: F. Negrini e il giornalista Mannoni (foto Pais e Saltarelli di Paese Sera; archivio Alberta Felici.)

altre polemiche, che si concluderanno con l'espulsione di Pasquini dallo SCR nel 1970. Esce dallo SCR anche Nicola Ferri, che fonda un gruppo denominato "Documentazioni e Ricerche Geonaturali", che però avrà vita breve.

Nel 1968 viene fondato il Gruppo Speleologico Autonomo Romano - Speleo Raid, che il 22 giugno 1971 entra nella Sezione di Roma del CAI con il nome di Gruppo Speleologico CAI Roma (GS

A seguito delle esplorazioni del CSR nella zona di Esperia, nasce nel 1969 il Circolo Speleologico Esperiano (CSE). Nello stesso anno viene fondato lo Speleo Club Formia (SCF), che sarà attivo per alcuni anni. Nel 1970 inizia la sua attività il Gruppo Speleologico Grottaferrata (GSG).

Fra i più importanti esploratori di questo periodo, oltre ai nomi già citati, sono da ricordare: Mario Franchetti (figlio di Carlo), Giorgio Marzolla, Francesco Pedone, Valerio Sbordoni e Gianfranco Trovato (CSR), Franco Consolini (GGR), Antonello Antonelli, Italo Bertolani, Claudio Giudici, Alberta Felici, Antonio Mariani, Massimo Monaci, Maurizio Sagnotti, Gianni Stampacchia e Renato Testa (SCR) Gianni Befani, Alberto Moretti e Guido Saiza (prima SCR poi ASR), Vittorio Castellani, Sandro De Angelis e Mario Ranieri (URRI), il grande speleosubacqueo Lamberto Ferri Ricchi e Giulio Cappa, proveniente da Milano.

Terminata l'esplorazione dell'Abisso la Vettica, gli interessi degli esploratori si rivolgono verso i problemi rimasti aperti, soprattutto i grandi inghiottitoi attivi. In questo periodo le tecniche consentono di colmare questa lacuna.

Dal 1955 al 1959 il CSR inizia le nuove esplorazioni all'Inghiottitoio di Luppa. Al margine di questa esplorazione nascono e covano i rancori che daranno vita alla scissione di un gruppo che poi formerà lo SCR. L'esplorazione finale degenera in una competizione tra i due gruppi, nella quale intervengono anche i carabinieri.

Nel 1956 il CSR conclude le esplorazioni del Catauso di Sonnino.

L'Anxur scopre la Chiavica di Zì Checca, una delle maggiori profondità dell'epoca (-110).

L'URRI compie nel 1959 due importanti esplorazioni: l'Abisso di Pizzo Deta e l'Inghiottitoio dell'Imele, quest'ultimo con tecniche più vicine all'alpinismo che alla speleologia dell'epoca.

Sempre nel 1959 lo SCR completa l'esplorazione dell'Ovito di Petrella e torna a percorrere l'Ovito di Pietrasecca.

Ancora nel 1959 Guy Van den Steen (CSR) scopre nell'Inghiottitoio di Val di Varri un ramo che oggi porta il suo nome; la grotta diventa così la più lunga della regione; il CSR la esplora insieme alla Risorgenza di Civitella. In entrambe le grotte si ritrova in competizione con lo SCR.

Nel 1960 lo SCR, quidato da Biagio Camponeschi e Massimo Monaci, esplora il Pozzo della Creta Rossa, già visitato parzialmente pochi anni prima dal CSR.

Nel 1960 il GGR inizia l'esplorazione di un nuovo grande abisso, che dedica al suo fondatore Franco Consolini, morto in un lancio con il paracadute. Il piccolo gruppo si trova in difficoltà a

continuare da solo, e chiede quindi l'aiuto dello SCR, I due gruppi insieme concludono l'esplorazione raggiungendo il fondo nel 1961. La spedizione fu organizzata da Giorgio Pasquini e, fra coloro che hanno partecipato, spiccano Alberta Felici, Massimo Monaci, Gianni Stampacchia e Raffaello Trigila. L'amicizia che si è instaurata fra i soci dei due gruppi fa sì che il GGR si fonda con lo SCR. L'Abisso Consolini (-258 poi corretto in -238 m), dopo l'aggiornamento da parte dello SCR del rilievo dell'Ouso di Pozzo Comune, che arriva ora a -195 m, diventa la grotta più profonda della regione.

Una delle più rilevanti imprese di speleologia subacquea degli anni '60 è certamente quella organizzata dallo speleosub e geologo Lamberto Ferri Ricchi che con I 'appoggio dell' URRI, accompagnato da Vittorio Castellani, Carlo De Gregorio, Cesare La Padula e Mario Ranieri, congiunge la Grotta di Pastena con la Risorgenza dell'Obbuco, percorrendo un fiume sotterraneo lungo oltre due chilometri e superando in immersione ben sette sifoni. La serie di immersioni che conduce a questo risultato inizia nel 1963 per terminare nel 1968. La Grotta di Pastena diventa la più lunga del Lazio (3227 m) e una delle più lunghe d'Italia.

Nel 1967, con poche e decise puntate esplorative, lo SCR e l'Anxur (in particolare Alberto Moretti e Renato Testa) arrivano al fondo dell'Abisso della Ciauchella (-296 m) che diventa la grotta più profonda della regione.

Contemporaneamente il CSR sta esplorando il Pozzo del Faggeto. Ci vorranno due anni di esplorazioni per superare la strettoja a -142 m. ma finalmente nel 1968 Francesco Pedone e Valerio Sbordoni raggiungono il fondo a -301 m di profondità; è il nuovo record regionale. Anche in guesta esplorazione, come in tante altre, saranno utili gli accorgimenti tecnici preparati da Marcello Astorri.

Sempre nel 1968 il Gruppo Speleologico Aguilano (GSA) esplora la Grotta di Vaccamorta.

Nel 1969 il CSR si sposta sugli Aurunci, dove promuove la formazione del CSE ed esplora la

Lo SCR si concentra invece sugli Ernici, che fino a quel momento avevano dato scarsi risultati e, grazie alla tenacia di Antonello Antonelli, scopre l'Abisso di Monte Vermicano, la cui esplorazione dura un paio d'anni; con il fondo raggiunto nell'agosto 1973 da Pierluigi Bianchetti, Maurizio Sagnotti e Cristina Semorile, diventa a sua volta la grotta più profonda del Lazio (-383 m).

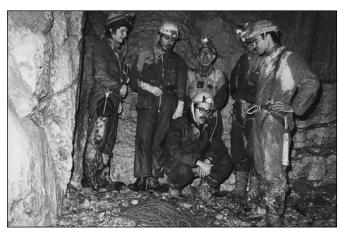
#### 1976-1993 - La tecnica della sola corda

# I MATERIALI E LE TECNICHE

L'evoluzione dei materiali e delle tecniche continua, permettendo un'altra grande innovazione: l'eliminazione delle scalette e l'introduzione delle tecniche per la progressione su sola corda. Gli attrezzi per la salita e la discesa sono di vari modelli, ai quali corrispondono tecniche diverse, anche se il Soccorso Speleologico punta a standardizzare il tipo di attrezzatura e i metodi di progressione. Le necessità imposte dalle nuove tecniche favoriscono la nascita una piccola industria che costruisce materiali, indumenti e attrezzi progettati ad hoc per la speleologia. L'abbigliamento migliora sfruttando i nuovi materiali sintetici; il sottotuta viene realizzato in pile, la tuta esterna in PVC o cordura. Anche i materiali e le tecniche di esplorazione subacquea subiscono profonde modifiche, incrementando i livelli



1969, M. Sagnotti alla manovra di soccorso nell'Inghiottitoio di Pian dell'Erdigheta (foto archivio V. Castellani)



1972, esplorazioni dello SCR all'Abisso Vermicano. Da sinistra: C. Semorile, D. Lunghini., A. Antonelli, A. De Martino, P.L. Bianchetti e (in basso) M. Zampighi (foto M. Zampighi)

# LO SCENARIO NAZIONALE

Il GS CAI Perugia organizza per alcuni anni una manifestazione nazionale, la prima del suo genere, dove gli speleologi si incontrano e presentano i loro lavori in una forma più libera e meno burocratica di un congresso. Per diversi anni la manifestazione si tiene a Costacciaro (PG), poi viene organizzata di anno in anno in luoghi diversi.

Nel 1981 vengono raggiunti -985 m di profondità alla Spluga della Preta (Monti Lessini, Veneto). Sembra che non si riesca a superare la fatidica quota -1000, guando nel 1983 si congiungono gli abissi dell'Antro del Corchia e Abisso Fighiera (Alpi Apuane, Toscana); il dislivello è di -1190 m. Nel mondo il maggior dislivello è ancora una volta in Francia: il Réseau Jean-Bernard (-1358 m nel 1979; 23 -1402 nel 1980; -1455 nel 1981; -1494 nel 1982; -1535 nel 1983; -1602 nel 1989).

#### LO SCENARIO REGIONALE

Il cambio di tecnica di progressione da scale a sola corda determina la progressiva uscita di scena di molti speleologi.

La nuova generazione inizia a percorrere le grotte in modo diverso, anche perché la sola corda consente di muoversi con maggiore libertà e facilità, consentendo di spingere le esplorazioni a profondità prima impensabili.

La vita dei gruppi speleologici in questi anni è molto movimentata; si succedono una serie di scissioni e riunificazioni. Nel 1977 viene fondato il Gruppo Speleocimici CAI Viterbo, che avrà una breve durata a causa di un incidente alpinistico accaduto al suo principale animatore. Sempre nel 1977 viene fondato il Gruppo Speleologico Ciociaro "E. Comici" di Frosinone. Dopo pochi anni, diatribe interne provocano una spaccatura nel gruppo e successivamente una riunificazione all'interno della sezione CAI di Frosinone, con il nome di Gruppo Speleologico Ciociaro CAI Frosinone (GSC). Nel 1978 a Maranola, una frazione di Formia, viene fondato lo Gruppo Speleologico Aurunco Tri.Ma., ad opera di alcuni soci del disciolto Speleo Club Formia. Nel 1979 l'ASR rimane priva di sede, e chiede ospitalità allo SCR. La convivenza porta, infine, alla fusione dei due gruppi, e nasce così, nel 1981, il Centro Romano di Speleologia (CRdS) nome che avrà però vita breve, infatti cinque anni più tardi il gruppo riprende la vecchia denominazione SCR, Nel 1985 nasce il Niphargus Speleo Group Indipendente Capitolino, che. nel 1988, confluisce nel GS CAI Roma. Nel 1986 viene fondata l'Associazione Speleologica Romana '86 (ASR'86). Nel 1988 viene fondato, a Subiaco, lo Shaka Zulu Club (SZC). Nel 1989 alcuni soci del CSR si separano dal gruppo, fondando l'Associazione Speleologi Romani (SR). Nello stesso anno viene fondato il Gruppo Speleologico Guidonia Montecelio (GSGM).

Molti sono i nomi da ricordare di questo periodo, alcuni come esploratori, altri come organizzatori o studiosi, e molti di questi speleologi sono ancora attivi: Fabrizio Ardito, Oliviero Armeni, Tullio Bernabei, Andrea Bonucci, Federico Donati, Piero Festa, Stefano Gambari, Carlo Germani, Simone Gozzano. Marco e Giovanni Mecchia, Maurizio Monteleone, Giorgio Pintus, Massimiliano Re, Marco Topani e gli speleosub Luigi Ciocca, Matteo Diana, Claudio Giudici e Livio Russo. A questi seguono negli anni '80: Giulio De Meo, Andrea Felici, Claudio Fortunato, Sonia Galassi, Andrea Giura Longo, Lorenzo Grassi, Fabio Mingolla, Marina Nuzzi, Anna Pedicone Cioffi, Giovanni Polletti, Simone Re, Giancarlo Spaziani, Gianluca Sterbini, Leonello Zannotti,

Le nuove tecniche portano, oltre a nuovi protagonisti, anche un nuovo modo di cercare prosecuzioni in grotta. Il GS CAI Roma insieme all'ASR ed ad altri (Fabrizio Ardito, Tullio Bernabei, Andrea Bonucci, Matteo Diana, Piero Festa, Carlo Germani, Simone Gozzano, Marco Ricci e Marco Topani) rivisita sistematicamente, a partire dal 1977, l'Ouso di Pozzo Comune, scoprendo nuovi rami ed inaugurando un nuovo stile di collaborazione fra i gruppi.

Il CSR inizia nel 1979 le esplorazioni nell'Abisso Gemma Gresele, che in breve tempo sarà collegato all'Abisso di Monte Vermicano (-439 m). Da quel momento la grotta diventa per il CSR la meta consueta. Con la regia di Stefano Gambari e Maurizio Monteleone, negli anni verranno esplorati innumerevoli rami, trovato un terzo ingresso (la Tana degli Eretici, 1997) e oggi il CSR è alla ricerca del quarto.

Il Tri.Ma. inizia le esplorazioni all'Abisso Vallaroce (-401 m), che impegnerà Giulio De Meo e compagni dal 1977 al 1981. Il lavoro compiuto da questo piccolo gruppo ha aperto la strada alle esplorazioni di una zona dei Monti Aurunci allora poco conosciuta.

Nel 1983 il GGP CAI Terni con un lungo lavoro di disostruzione entra nel grande reticolo sotterraneo della Grotta di Cittareale, il cui fondo (-450 m) viene raggiunto nel 1989. Anche qui le esplorazioni vengono condotte quasi ininterrottamente per alcuni anni, da poche persone (in particolare Elisabetta Preziosi e Paris Scipioni) con il ritrovamento di molti nuovi rami.

Contemporaneamente il Gruppo Speleologico UTEC Narni (GS UTEC Narni) apre l'imbocco del Buco del Pretaro, dando vita ad una campagna esplorativa che occasionalmente offre nuovi rami.

Nel 1983 gli speleosub Luigi Ciocca e Matteo Diana compiono una serie di immersioni nel 2° sifone della Grotta dell'Inferniglio, percorrendolo per ben 350 m. Rinunciano guando mancano solo 20 m alla fine del sifone. Le esplorazioni vengono riprese nel 1991: lo svizzero J.J. Bolanz e i francesi della Société des Naturalistes d'Oyonnax raggiungono il 5° sifone. La Grotta dell'Inferniglio diventa quindi il campo estivo abituale per i francesi, in collaborazione con lo SZC; nel 1993 si fermano davanti al 6° sifone: nel 1997 davanti al 7°: ed infine nel 1998 davanti al 10°.

Nel 1984 il CRdS, trovando una prosecuzione in una grotta già conosciuta, scopre la Grotta di Monte Fato (-184) ed inizia le ricerche nei comuni di Supino e Gorga, che daranno grandi risultati.

Il 1984 è per il GS CAI Roma l'anno delle grandi esplorazioni: alla base del pozzo d'ingresso dell'Ouso della Rava Bianca il GS CAI Roma individua la prosecuzione che approfondisce la grotta fino a -144. Nella sala del lago sifone dell'Ovito di Pietrasecca viene effettuata una risalita che porta alla 24 scoperta di un bellissimo nuovo ramo. Ma la più importante scoperta dell'anno è, certamente, la Grotta Grande dei Cervi, aperta, su un'intuizione di Paolo Giaffei, dopo un lungo lavoro di scavo, ancora dal

Nel 1985 i belgi del Groupe De Recherches Speléologiques De Comblain-Au-Pont scoprono ed esplorano Buco Marcello, la più estesa cavità nei conglomerati del Lazio.

Importante scoperta archeologica di ASR'86 e GS CAI Latina: nella Grotta Vittorio Vecchi vengono alla luce ossa umane e tanti reperti (1987).

Inizia una nuova grande avventura dello SCR; la scoperta di un piccolo foro presso Campo Catino permette l'accesso ad un nuovo esteso sistema sotterraneo, la Grotta degli Urli, percorsa fino ad un primo fondo (1987). Dopo un periodo di stasi, le esplorazioni riprendono a cura soprattutto di Marco Mecchia, Andrea Felici, Marina Nuzzi, Anna Pedicone Cioffi, Giovanni Polletti, Simone Re, Gianluca Sterbini, e si raggiunge un nuovo fondo a -567 m (1989); la Grotta degli Urli diventa così la più profonda e la più lunga del Lazio.

Approfittando di un prolungato periodo di siccità lo SCR riesce a percorrere la Grotta della Foce per 400 m (1989).

I subacquei del GS CAI Foligno, in particolare Massimo Bollati, si immergono nella Risorgenza di Fontana le Mole superando cinque sifoni (1989) e scoprendo un chilometro di nuove gallerie.

Il GS CAI Roma, dopo anni di infruttuosi tentativi ad opera di svariati speleologi romani, riesce nel 1989 a forzare il fondo dell'Abisso Consolini, dando l'avvio ad una campagna di esplorazioni (in particolare Sonia Galassi, Andrea Giura Longo, Lorenzo Grassi, Fabio Mingolla, S. Re e Leo Zannotti) che durerà anni, raggiungendo un nuovo fondo a -555 m.

Pedicone Cioffi supera una strettoia su cui terminava l'Inghiottitoio di Camposecco (1990): il CSR raggiunge uno stretto sifone a -237 m.

Riprendendo le esplorazioni subacquee iniziate dall'ASR nel 1968, il GS CAI Foligno supera i sifoni iniziali alla Grotta del Formale (1990), uscendo in un labirinto di gallerie.

Nel 1991 lo SCR completa le esplorazioni dello stretto e scomodo Abisso Enriquez.

Il Tri.Ma. e il GS CAI Latina iniziano nel 1991 le esplorazioni all'Abisso Shish Mahal (-315), che li terranno impegnati per un paio d'anni.

Nell'ottobre 1991 coadiuvata da un gruppo misto SCR e CSR. Letizia Argenti (CSR) supera con le bombole il primo sifone della Grotta degli Urli a -567.

Il 1992 è un buon anno per lo SCR: Giudici si immerge nel sifone della Risorgenza la Rologa. emergendo dopo 180 m in una galleria, tuttora non percorsa. Con il permesso dell'ENEL viene



Luglio 1987: i partecipanti al campo interno all'Abisso Vermicano. Da sinistra: G. Sterbini, S. Sgarbi, A. Pedicone Cioffi, M. Mecchia, R. Mazza e A. Felici (foto Andrea Felici)

rivisitata la Grotta del Pertuso, trovando un passaggio che permette di risalire il ramo attivo. Sul primo pozzo dell'Abisso la Vettica S. Re. con una spettacolare pendolata, scopre il passaggio per un nuovo ramo verticale, e in breve viene raggiunto il nuovo fondo (-360 m).

# 1994-2002 - La Federazione Speleologica del Lazio

# I MATERIALI E LE TECNICHE

Viene introdotto l'uso del trapano a batteria per un più rapido posizionamento degli attacchi e dei frazionamenti, sostituendo il vecchio punzone per piantare gli spit; nuovi tipi di chiodi filettati (fix), più lunghi e di diametro minore, vengono utilizzati sempre più freguentemente. La ricerca di migliorie nei materiali si rivolge anche al campo dell'illuminazione, vengono sperimentate lampade elettriche che sfruttano i led al posto delle lampadine tradizionali.

# LO SCENARIO NAZIONALE

Aumentano le grotte che superano o avvicinano la profondità di -1000 m, ma la grotta con il maggiore dislivello resta sempre nelle Alpi Apuane (Toscana): nel 1989 è l'Abisso Ulivifer (-1215 m), poi l'Abisso Paolo Roversi (-1249 m nel 1993; -1300 nel 2002). La grotta più lunga è il Complesso Corchia-Fighiera con 50 km di gallerie esplorate. Nel mondo le cavità con maggiore sviluppo sono la Lamprechstofen (Austria) che raggiunge i -1632 m, la Gouffre Voronja (Georgia) i -1710 m e, infine, la Gouffre Mirolda che nel 2003 raggiunge i -1733 m di dislivello, mentre la cavità più estesa è Mammoth Cave System (USA) con oltre 560 km di sotterranei esplorati.

# LO SCENARIO REGIONALE

Sull'onda della protesta contro la turisticizzazione dell'Inghiottitojo di Val di Varri, con l'esigenza di una rappresentanza unica verso le amministrazioni locali, nasce la Federazione Speleologica del Lazio che raggruppa la quasi totalità dei gruppi attivi nella regione.

Sempre in fermento la vita dei gruppi. Dal GS CAI Roma escono alcuni soci che costituiscono nuovi gruppi: la Stalattite Eccentrica, l'Associazione Speleologica Egeria e, di nuovo, il Gruppo Grotte Roma Niphargus.

L'1 settembre 1999 viene approvata dalla Regione Lazio la legge regionale sulla "Tutela del patrimonio carsico e valorizzazione della speleologia", che rappresenta l'avvia di rapporti istituzionali tra le associazioni speleologiche della regione e gli enti locali.

Il 1994 è un anno ricco di novità: il GS CAI Roma esplora la Grotta Ciaschi, portando nuovi elementi alla conoscenza di un settore dei Monti Lepini; lo SZC, sotto la guida di Angelo Procaccianti, esplora l'Abisso Nessuno (-222 m), importante grotta nei Monti Simbruini; lo SCR supera la frana terminale della Grotta di Monte Fato (Andrea Felici, Anna Pedicone Cioffi e Paolo Turrini), e dopo aver percorso un lungo meandro Maurizio Barbati, Marco Mecchia, Simone Re e Turrini raggiungono il nuovo fondo (-336 m); il Gruppo Grotte CAI Teramo scopre un nuovo ramo nella Grotta di Luppa.

Dopo molti anni di abbandono, riprendono le esplorazioni alla Grotta di Pastena: quattro

speleologi del GS Ciociaro CAI Frosinone scoprono ed esplorano il Ramo della Luna (1995).

Un lungo scavo, in cui si è prodigato Umberto Randoli, consente al GS CAI Roma di penetrare nella splendida Grotta del Secchio (1995).

Lo SCR continua a lavorare nelle grotte dell'Altopiano di Gorga, tra le quali vengono rivisitati l'Ouso a due Bocche di Monte Pisciarello (1995) che con i nuovi rami raggiunge la profondità di -221 m, e l'Ouso di Passo Pratiglio (1996) che in seguito a un'opera di scavo viene percorso fino a -299 m; alle due esplorazioni partecipano Barbati, Andrea Benassi, Guido Ceccarelli, Stefano Feri, M. Mecchia, Valerio Olivetti, Giuseppe Paris, Stefano Pianella, Stefano Soro, Aldo Zambardino ed altri.

Dopo i risultati ottenuti dal GS CAI Roma alla Grotta Ciaschi, Alberta Felici e Giulio Cappa organizzano lo svuotamento con pompe dei sifoni iniziali della Grotta del Formale (1996), superati in immersione dal GS CAI Foligno qualche anno prima. E' così possibile percorrere questa importante cavità senza attrezzature subacquee, realizzando un notevole risultato esplorativo e scientifico. Giancarlo Spaziani supera un quinto sifone, oltre il quale si aprono vasti ambienti ancora inesplorati.

Il 1996 è anche l'anno in cui il GSG riesce a superare la strettoia al fondo della Grotta dell'Arco, vincendo l'opinione comune secondo la quale questa frequentatissima grotta non poteva regalare nuove diramazioni. Ma soprattutto inizia le esplorazioni nella Grava dei Serini, che terranno impegnato il gruppo per alcuni anni.

Nella Grotta degli Urli, nel 1997 un'impegnativa serie di immersioni nei sifoni finali ad opera degli speleologi toscani Guidotti e Baroni, si conclude davanti al 3° sifone (-610, nuova massima profondità

L'ASR'86 (1998) supera le strettoie terminali della Grotta del Rapiglio (Antonella Santini) esplorandone un nuovo lungo tratto, e dell'Inghiottitoio di Camposecco (S. Re); quest'ultima grotta termina con un sifone a -415 m.

I subacquei Giorgio Caramanna e Riccardo Malatesta iniziano le immersioni nel Pozzo del Merro. raggiungendo i 100 m di profondità (1999). Il pozzo continua a scendere verticalmente; si decide così di chiedere aiuto ai vigili del fuoco. Con tre successive spedizioni viene inviato un robot (ROV) che scende fino alla profondità di 392 m dal pelo dell'acqua (2002).

Nel 1999 l'ASR'86 (in particolare Francesco Nozzoli, Olivetti, S. Re e Marco Taverniti) inizia le esplorazioni di nuovi rami nell'Inghiottitoio di Pian dell'Erdigheta, dove viene raggiunta la profondità di 300 m. Attualmente la grotta continua su due lunghi e distinti rami.

Lo speleosub Spaziani supera il sifone iniziale, lungo 100 m, della Risorgenza di Zompa lo Zoppo (1999); quindi il GSGM (Franco Bufalieri, Franco Ciocci, Isabella Triolo ed altri) insieme allo Shaka Zulu ed ad altri gruppi svuota il sifone con l'uso di pompe, iniziando una serie di esplorazioni in guesta importante cavità nei conglomerati.

Benassi, Turrini ed altri (ARSDEA) nel 2000 raggiungono, con una serie di impegnative esplorazioni, il sifone terminale dell'Inghiottitoio di Campo di Caccia (-610, anch'esso il più profondo della regione). Negli anni a seguire l'ARSDEA continuerà ad esplorare nuovi rami della grotta.

Ancora gli speleosub in azione: Marco Giordani e Edoardo Malatesta (ASR'86) esplorano la Risorgenza di Capo d'Acqua (2000).

Le esplorazioni alla Grotta di Cittareale, mai interrotte, proseguono ad opera di speleologi marchigiani e umbri che trovano nuove vie per il fondo. (2001). Negli ultimi anni i lavori sono coordinati da Elisabetta Preziosi e Paris Scipioni dell'Associazione Speleologi Italia Centrale di Capitone (Terni).

Il GS CAI Roma, e Andrea Giura Longo in particolare, continua le esplorazioni dell'Ouso della Rava Bianca, Aprendo un piccolo buco soffiante (2000), si accede ad una serie quasi ininterrotta di pozzi, rilevata fino a -676, ma già percorsa fino a profondità maggiori (ottobre 2002). E' questa oggi la cavità più profonda del Lazio.

# Note sulla tecnica di progressione in grotta

<u>La tecnica di grotta</u> è un insieme di tecnica di progressione, criteri di movimento e conoscenze che permette di muoversi negli ambienti sotterranei naturali, con il minimo impegno fisico e la massima sicurezza

Questa tecnica, tradizionalmente ed in particolar modo negli ultimi anni, tende ad essere uguale su tutto il territorio italiano. Questo è possibile perché elementi tecnici e materiali così specifici sono più facilmente assimilabili e gestibili tramite i gruppi speleologici organizzati che hanno, tra loro, sempre più contatti e scambi d'informazioni. Anche per questo motivo è opportuno avvicinarsi alla speleologia frequentando uno dei corsi di primo livello che ogni anno sono organizzati dai gruppi speleologici italiani

A questo processo d'uniformazione ha contribuito la struttura speleologica del Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico e la pubblicazione di manuali tecnici a diffusione nazionale.

<u>La tecnica di esplorazione</u> - La ricerca nelle aree carsiche e l'esplorazione di nuove grotte sono il fondamento della speleologia, disciplina che come nessun'altra, oggi, unisce l'aspetto scientifico e sportivo con l'esplorazione geografica.

Tra gli speleologi il termine "esplorazione", significa scoprire e scendere in una grotta "nuova", cioè dove nessun uomo è mai entrato prima, oppure in diramazioni inesplorate di grotte già conosciute

L'osservazione dell'ambiente, il rilevamento, la scoperta di nuove grotte, quindi l'applicazione di tecniche basate sulle conoscenze scientifiche, possono essere complessivamente definiti come "tecniche di esplorazione".

La descrizione della tecnica di grotta e della tecnica di esplorazione esula dalle intenzioni di quest'opera. Consigliamo a chi vuole approfondire l'argomento, la lettura di testi specifici. Riteniamo comunque opportuno dare, a chi sta avvicinandosi adesso alla speleologia, quelle che attualmente sono le linee generali di comportamento e le basi della tecnica di grotta adottate dalla comunità speleologica per la progressione e la sicurezza nell'attività.

#### L'ambiente e la tecnica

L'ambiente ipogeo naturale è costituito da elementi minerali quali roccia, acqua e dall'aria. Tuttavia le caratteristiche ambientali e morfologiche delle grotte possono variare molto tra le diverse aree geografiche ed anche tra grotte dello stesso massiccio montuoso.

Gli aspetti morfologici e ambientali che influiscono sulla difficoltà, sulla pericolosità e quindi sull'impegno complessivo per la progressione, sono la dimensione e la forma degli ambienti, l'acqua, la temperatura, la qualità della roccia, la profondità e la lunghezza della cavità ma anche l'ambiente esterno, generalmente di montagna, che richiede conoscenza specifica e attenta valutazione.

A questa varietà di caratteristiche si adeguano opportunamente le tecniche ed i materiali utilizzati. Tra le oltre 1400 grotte naturali conosciute nella regione Lazio, esistono esempi dei diversi ambienti e morfologie. La maggior parte delle cavità si sviluppa verticalmente, quindi per visitarle è necessario usare le tecniche di progressione su corda, specifiche per la speleologia; altre sono caratterizzate dalla presenza di tratti allagati che obbligano gli speleologi ad usare mute per proteggersi e materiali stagni e galleggianti per avanzare. In alcune grotte, è possibile esplorare tratti completamente sommersi, i "sifoni", con la tecnica della speleologia subacquea, praticata nella nostra regione da pochi "speleosub" che hanno esplorato diversi condotti sotterranei lunghi molte centinaia di metri. Questa pericolosa attività, assolutamente specialistica, impone all'esploratore una rigorosa osservanza delle norme di sicurezza.

I meandri e le strettoie sono strutture peculiari delle grotte. I primi sono ambienti costituiti da due pareti opposte più o meno vicine, a volte tortuosi, stretti, bagnati, fangosi o parzialmente ostruiti da massi di frana. La progressione in meandri con queste caratteristiche è molto faticosa. Generalmente, le grotte più impeqnative sono quelle che hanno lunghi tratti di meandro stretto.

La strettoia è un breve tratto di grotta le cui dimensioni rendono difficile e selettivo il passaggio del corpo.

## Vestiario e illuminazione

La temperatura in grotta non scende sotto lo zero, ma l'umidità dell'aria e l'acqua, che spesso insieme al fango bagna gli indumenti, rendono il freddo delle grotte fastidioso e capace di far perdere allo speleologo molta energia.

Una tuta in nylon robusta, comoda, traspirante e un "sottotuta" termico sono gli indumenti base, ma per limitare la dispersione di calore può essere importante soprattutto quando si è fermi, coprire bene testa, mani e piedi, che sono le parti del corpo che cedono più calore. Valido, come sempre, per conservare il calore. il metodo di copertura del corpo con più strati d'indumenti sottili.

Le calzature più usate sono gli stivali di gomma con la suola scolpita; in alternativa sono usati scarponi da montagna. Il casco da roccia, indispensabile, oltre a proteggere la testa, serve a

sostenere ali impianti d'illuminazione.

L'illuminazione dello speleologo è composta da due sistemi indipendenti: uno principale a gas acetilene ed uno elettrico. Un'apposita bombola con carburo di calcio e acqua produce per reazione chimica il gas che è trasferito con un sottile tubo di gomma al casco dove, da un beccuccio in ceramica, brilla la fiamma accesa da un accenditore piezoelettrico. Il secondo impianto, elettrico, è alimentato da batterie ed utilizza lampadine normali o alogene e dall'anno 2001 si stanno diffondendo rapidamente anche fotofori a diodi luminosi (LED).

Per evitare il cattivo funzionamento di questi impianti, è necessaria un'attenta e costante manutenzione. Lo speleologo deve essere autonomo. Per questo é fondamentale non avere mai bisogno della luce degli altri e portare ognuno con sè acqua e carburo.

#### Forza e movimento

Le grotte più impegnative, che non sempre sono le più profonde, richiedono esperienza, allenamento e una buona organizzazione di squadra.

Per utilizzare al meglio le energie e privilegiare la sicurezza, conviene muoversi con calma e concentrazione, evitando di spostarsi velocemente, soprattutto nei passaggi faticosi o tecnici.

Durante le lunghe percorrenze in grotta, lo speleologo esperto procede con passo regolare e limita le soste al minimo indispensabile; quando si ferma per aspettare altri, usa il tempo delle inevitabili soste per fare la manutenzione dell'impianto d'illuminazione, mangiare, bere, ecc.

L'intensità del respiro e della sudorazione sono indicatori inequivocabili del modo con cui lo speleologo si sta muovendo. Sudare più del necessario è un errore che nelle lunghe permanenze in grotta si paga con la disidratazione e la perdita di calore; inoltre, muoversi bene, con calma e concentrazione, riduce molto il rischio d'incidenti come le scivolate e la caduta di pietre. Nei meandi stretti è fondamentale controllare bene il proprio movimento, specialmente se si trasporta il sacco carico di materiali. È conveniente pensare ai movimenti prima di farli, limitare l'attrito con la roccia, adattare la tecnica di trasporto del sacco ai diversi passaggi e togliersi di dosso tutto ciò che può impigliarsi come cordini, moschettoni, attrezzi, ecc.

Per evitare improvvisi indebolimenti dovuti ad un bilancio energetico sfavorevole, è necessario bere e consumare piccoli pasti frequentemente.

Nell'attività speleologica, l'aspetto mentale è strettamente legato a quello fisico, e assume una grande importanza nelle lunghe e faticose permanenze in grotta, dove è necessario adattarsi all'ambiente e gestire le proprie risorse con equilibrio e autocontrollo. Lo speleologo che ha queste capacità riesce a conservare tale comportamento anche dopo molte ore d'attività, quando la stanchezza e i pericoli ad essa legati chiedono un elevato livello d'attenzione.

Data questa premessa, è evidente che gli aspetti tecnici e comportamentali tesi ad una conveniente gestione delle energie, quindi all'alimentazione, al bilancio termico, al movimento individuale e di squadra, assumono un'importanza determinante solo nelle esplorazioni più dure, quando è necessario gestire un elevato impegno psicofisico per molte ore consecutive. Le norme di sicurezza, diversamente, devono essere sempre considerate fondamentali, anche nelle brevi e facili esplorazioni.

# Arrampicare

Una caratteristica tipica dell'arrampicare in grotta, è la frequente possibilità di sfruttare pareti opposte e di usare quindi le efficaci tecniche di "opposizione" o "contrasto" con tutto il corpo, comprese schiena, cosce, spalle ecc.

Valgono le regole del movimento sopra descritte e quelle della normale arrampicata in roccia: sfruttare il più possibile la forza delle gambe risparmiando quella delle braccia, tenere il corpo staccato dalla parete, studiare prima i movimenti e farli poi in sequenza ordinata, recuperare l'energia prima di affrontare i passaggi duri o insidiosi respirando correttamente e rilassando i muscoli, evitare, se possibile, di usare appoggi o appigli distanti.

# Tecnica di progressione su corda

Specifica per la speleologia, è basata sul metodo delle "corde fisse", sulle quali lo speleologo si muove in modo autonomo, per superare tratti verticali e proteggersi nei passaggi esposti.

Nel gergo speleologico, l'azione di disporre i chiodi e le corde nelle grotte, si dice "armare"; i tratti verticali sono detti pozzi, i tratti molto ripidi sono detti scivoli e i passaggi orizzontali che necessitano di essere armati con corda sono detti traversi.

Le corde sono ancorate alla roccia con tasselli ad espansione d'acciaio (spit-fix) o ad ancoraggi naturali come spuntoni, colonne, "clessidre" e massi. Per il collegamento della corda ai chiodi si usano anelli, piastrine, moschettoni d'acciaio o d'alluminio e cordini.

Quando sulla corda transita uno speleologo, questa non deve fare attrito contro la roccia, per evitare lesioni e anche distacchi di pietre dalle pareti. Per questo, lungo le pareti nei punti dove é necessario, sono usati ancoraggi per fissare o deviare la corda, detti frazionamenti e deviatori.

Usando una buona tecnica di movimento e prestando la dovuta attenzione, la progressione su

corda è efficace, sicura e poco faticosa.

Prima di affrontare un tratto armato con corda, è opportuno controllare tutta la propria attrezzatura, l'impianto d'illuminazione, assicurare bene il sacco all'imbracatura, e quindi muoversi con cautela per evitare di far cadere sassi nei pozzi.

È una buona regola controllare sempre, personalmente, lo stato delle corde e degli ancoraggi ad ogni passaggio e anche di averli lasciati posti correttamente dietro di sé.

Nelle grotte con molti tratti attrezzati con corda, è necessario organizzare il movimento di squadra: distribuire opportunamente i materiali e procedere distanziati l'uno dall'altro per evitare di dover sopportare lunghe soste al freddo nell'attesa che la corda si liberi.

Per salire pareti in esplorazione, è usata la tecnica di arrampicata artificiale, derivata dall'alpinismo.

## Pericoli e prevenzione

Gli speleologi attivi in Italia, quasi tutti organizzati in gruppi, sono circa duemila a cui si aggiungono alcune migliaia che hanno brevi e occasionali esperienze con le grotte (Dati riferiti agli anni novanta).

Le statistiche sugli incidenti nell'attività speleologica nello stesso periodo, dimostrano che questi, in Italia, sono circa venticinque ogni anno di cui cinque gravi e meno di due mortali.

Alla luce di questi dati possono essere fatte alcune considerazioni: il numero di incidenti è relativamente esiguo perché l'esplorazione delle grotte necessita di tecniche molto specifiche e la maggior parte degli speleologi forma la sua esperienza nelle "scuole di speleologia" dei gruppi, dove sono fornite le nozioni di base e i materiali tecnici per la progressione e la sicurezza, uniformi sul territorio nazionale. Le condizioni ambientali ipogee, inoltre, sono naturalmente stabili nel tempo; le variabili si riducono a poche e prevedibili eventualità: (es. piene causate da forti piogge). Contrariamente, l'ambiente montano esterno, morfologicamente più vario e complesso, è soggetto alle variazioni climatiche stagionali e meteorologiche. Infine, l'attività speleologica non comprende la ricerca della difficoltà e quindi del pericolo come aspetto sportivo, come, al contrario, avviene in altre attività legate alla montagna.

Le principali cause di lesioni in speleologia sono, nell'ordine, le scivolate e la caduta di pietre, dirette conseguenze dell'imperizia e della disattenzione. Altre cause, meno frequenti, sono gli errori di manovra sulle corde e il cedimento degli ancoraggi su roccia. Il sonno, la stanchezza e la perdita dell'autocontrollo sono condizioni che aumentano molto il rischio d'incidenti.

Esistono alcune importanti regole di comportamento da adottare in caso d'incidente: dominare l'ansia ed evitare azioni impulsive al fine di non aggravare la situazione con errori di valutazione o altri incidenti.

Il più esperto deve assumere il controllo delle azioni del gruppo e quindi coordinare i primi soccorsi al ferito. È opportuno che tutti gli speleologi conoscano le tecniche di primo soccorso ad un infortunato perché le condizioni ambientali delle grotte, specialmente il freddo e l'acqua, possono compromettere la sua sopravvivenza.

## Il Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico

Il C.N.S.A.S., sezione speciale del Club Alpino Italiano, è un'efficiente struttura presente su tutto il territorio nazionale. La sezione speleologica, con circa settecento speleologi volontari, è formata da 13 delegazioni regionali. Nella regione Lazio esiste da quaranta anni, con sede a Roma, una squadra di speleologi.

Riportiamo, qui in seguito, lo schema sulle procedure per la richiesta d'intervento di soccorso, elaborato e diffuso dallo stesso C.N.S.A.S.

<u>Valutare</u> la gravità delle ferite dell'infortunato basandosi su osservazioni evidenti: risponde alle domande? Può muoversi? Respira con fatica? Ha un battito cardiaco apprezzabile? Ha lesioni esterne?

Non lasciare mai solo l'infortunato, a meno che non sia assolutamente necessario.

<u>Avvisare</u> il C.N.S.A.S. tramite i numeri di telefono diffusi dalla stessa organizzazione. Allertare, preferibilmente, prima il delegato di zona o il vice-delegato o il caposquadra.

<u>Comunicare</u> in modo chiaro le proprie generalità e quelle della persona infortunata, la natura dell'incidente e le sue conseguenze, la località in cui è accaduto, e tutte le informazioni sulla grotta che possono essere utili. Specificare il numero del telefono da cui si sta parlando. *Attendere* una chiamata di conferma con eventuali istruzzioni da parte dei responsabili

delle operazioni. *Non allontanarsi dal telefono da cui si dà l'allarme*.



# PARTE II - IL CARSISMO SOTTERRANEO DEL LAZIO

EVOLUZIONE GEOLOGICA DELL'APPENNINO LAZIALE-ABRUZZESE	
RIQUADRO 1 — "LE LITOFACIES CARBONATICHE"	
Le piattaforme carbonatiche	
LA PIATTAFORMA CARBONATICA LAZIALE-ABRUZZESE	
La piattaforma carbonatica Morrone-Pizzalto-Rotella	
l bacini di mare aperto e le zone di raccordo con la piattaforma	
LA SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-SABINA	
LA SUCCESSIONE TOSCANA	
La sedimentazione calcarea nel Langhiano-Serravalliano	
La costruzione dell'Appennino centrale e il carsismo	
LA STRUTTURAZIONE DELLA CATENA APPENNINICA	
L'INIZIO DELLA CARSIFICAZIONE DOPO LA STRUTTURAZIONE	
LA CATENA DERIVANTE DALLA DEFORMAZIONE DEL DOMINIO DI PIATTAFORMA CARBONATICA	
LA DORSALE DEI VOLSCI	
I Monti Simbruini-Ernici	
I Monti Carseolani	
riquadro 2 — "Il grado di carsificazione della catena appenninica laziale-abruzzese"  Il massiccio di Monte Velino-Monte Nuria e la Marsica occidentale:	
<u>IL MASSICCIO DI MONTE VELINO-MONTE NURIA E LA MARSICA OCCIDENTALE.</u> L'ETEROGENEITÀ DELLA CATENA E IL CARSISMO	
LETEROGENETIA DELLA CATENA E IL CARSISMO	
LA CATENA DERIVANTE DALLA DEFORMAZIONE DEI DOMINI DI BACINO.  L LAZIO NORD-OCCIDENTALE E LA SABINA	
IL LAZIO INORD-OCCIDENTALE E LA SABINA	
LANEA DI L'IONIE I NATUT'IUNIE L'AGMETTO NEI L'IONII SIBILLINI MENIDIUNALI	<u>u</u>
LE DIFFERENZE DI CARSIFICAZIONE FRA LE LITOFACIES CARBONATICHE IL CARSISMO SOTTERRANEO NELLA FALDA TOSCANA E NELLA FALDA UMBRO-MARCHIGIANO-SABINA	
Il Lazio Nord-occidentale	
IL MONTE CANINO E I TRAVERTINI DEL FIUME FIORA	
La "Spina" calcarea di Monte Canino	
LE PIASTRE DI TRAVERTINO DEL FIUME FIORA	
RIQUADRO 3 — "I TRAVERTINI"	
I Monti della Tolfa.	
IL Monte delle Fate	C
RIQUADRO 4 — "GROTTE EPIGENICHE E GROTTE IPOGENICHE DEL LAZIO"	ō
I travertini di Santa Severa	C
RIQUADRO 5 — "Le GROTTE NEI TERRENI VULCANICI"	0
Le lave di Monte Venere sul Vulcano di Vico	0
ALTRI AFFIORAMENTI DI TRAVERTINO, CONGLOMERATI E TUFI	0
IL MONTE SORATTE	
<u>L'unità tettonica "di Monte Soratte"</u>	<u>C</u>
RIQUADRO 6 — "I GRANDI AMBIENTI CARSICI SOTTERRANEI"	
<u>L'unità tettonica "di Sant'Oreste"</u>	
<u>I travertini di Fiano Romano</u>	
I travertini di Civita Castellana.	<u>C</u>
La dorsale Monte Cosce—Monti di Narni e il settore sabino dell'Unità dei Monti Martani	
La dorsale Monte Cosce-Monti di Narni	
I travertini di Calvi nell'Umbria	
IL SETTORE DEI MONTI SABINI SETTENTRIONALI A OVEST DELLA FAGLIA SABINA	
La falda Sabina, i Monti Reatini, i Monti Sibillini, il Circeo	
I MONTI SIBILLINI MERIDIONALI	
I MONTI REATINI. GLI AFFIORAMENTI DI TRAVERTINO NELLA VALLE DEL FIUME VELINO	
La Sabina	
UNITÀ 1 DELLA SABINA: IL MONTE MORRA.	<u>C</u>
Unità 2 della Sabina: il massiccio di Monte Gennaro e i Monti Cornicolani	<u>U</u>
RIQUADRO / — "CLASSIFICAZIONE DELLE GROTTE FREATICHE: IL "FOUR STATE MODEL" DI FORD & EWERS (1978)"	
1 Iraver ini delle Acque Albule	<u>ں</u> م
UNITA 3 DELLA SABINA: MONTI SABINI SETTENTRIONALI, MASSICCIO DI MONTE FOLLETTOSO-MONTE MARCONE E MONTI TIBURTINI I DEPOSITI DI TRAVERTINO DEI FIUMI NERA, FARFA E ANIENE	<u>ں</u> م
Unità 4 della Sabina: Monti Sabini orientali, Monti Ruffi e Monti Prenestini	<u>u</u>
UNITA T DELLA SADINA. PIUNTI SADINI UKIENTALI, PIUNTI NUFFI E PIUNTI I KENESTINI	<u>u</u>

IL MONTE CIRCEO	
IL CARSISMO SOTTERRANEO NELLA FALDA LAZIALE-ABRUZZESE	0
La dorsale dei Volsci	
GROTTE E SPROFONDI NELLA PIANURA PONTINA	
La piastra di travertino di Cisterna di Latina	
GLI ALTRI SPROFONDI	
I MONTI LEPINI	
L'UNITÀ TETTONICA OCCIDENTALE DEI MONTI LEPINI	
L'UNITÀ TETTONICA ORIENTALE DEI MONTI LEPINI.	<u>0</u>
RIQUADRO 8 - "IL CONTROLLO STRUTTURALE NELLO SVILUPPO DELLE GROTTE"	
L Monte Siserno	
I MONTI AUSONI	
L SETTORE OCCIDENTALE DEI MONTI AUSONI	
RIQUADRO 9 — "MORFOLOGIE CARSICHE IPOGEE: I CONDOTTI VADOSI E I CONDOTTI FREATICI"  LI SETTORE ORIENTALE DEI MONTI ÂUSONI	
IL SETTORE ORIENTALE DET PRONTI AUSONI  MONTI AURUNCI	
Unità di Monte Cefalo—Monte Lauzo	
Unità di Monte Petrella	
UNITÀ DI MONTE FETRELLA.  LE GROTTE NEL CONGLOMERATO DEL PROMONTORIO DI GIANOLA	
Le dorsali Monti Simbruini-Monti Ernici-Monte Cairo-Monti di Venafro-Monte Maio	⊍
I Monti Simbruini	
L settore Nord-orientale dei Monti Simbruini	
LA CONCA DI VALLEPIETRA E LA DORSALE MONTE TARINO—MONTE TINTEROSSE	
L Monte Autore	
L settore centrale dei Monti Simbruini	
L'AREA DI CERVARA DI ROMA	<u>o</u>
Le propaggini Nord-occidentali dei Monti Simbruini.	
LA VALLE DELL'ANIENE.	<u>o</u>
RIQUADRO 10 — "I POZZI D'INGRESSO E L'ACQUIFERO EPICARSICO"	<u>o</u>
I MONTI ERNICI	
I Monti Ernici Nord-orientali	
Monti Ernici Sud-occidentali	
La Valle Latina	
IL MONTE CAIRO	
IL MASSICCIO CALCAREO DI MONTE CAIRO	0
DEPOSITI DI TRAVERTINO.	<u>0</u>
Le grotte nelle puddinghe di Santopadre	<u>0</u>
IL MONTE MAIO	0
I Monti di Venafro	0
La catena Velino-Nuria-Giano, i Monti Carseolani, il Monte Val di Varri, la Marsica occidentale	
e il massiccio della Meta-Mainarde	0
LE CATENA MONTE GIANO-MONTE NURIA-MONTE VELINO	
Monte Giano—Monte Gabbia	
Monte Nuria	
Monte Velino—Monte San Rocco	
I Monti Carseolani.	
Monte Plano.	
L'UNITÀ PIETRASECCA-TUFO BASSO	
L'unità Roccacerro-Monte Guardia d'Orlando	
RIQUADRO 11 - "GLI INGHIOTTITOI ALLOGENICI".	Q
LE UNITÀ MONTE VALMINIERA-TAGLIACOZZO E MONTE GIRIFALCO-MONTE ARUNZO	<u>0</u>
LA DORSALE MONTE VAL DI VARRI-MONTE FAITO	
La Marsica occidentale	
La DORSALE DI MONTE MARCOLANO	
La dorsale di Monte Cornacchia	
Le brecce di Campoli Appennino	
I MONTI DELLA META-MAINARDE	
LE DUKSALI DI PIUNII CASIELNUUVO, MOCCHETTA AL VOLTURNO E FIZZONE	0

# **EVOLUZIONE GEOLOGICA DELL'APPENNINO LAZIALE-ABRUZZESE**

Le montagne dell'Appennino laziale-abruzzese sono il risultato di una storia geologica lunga e articolata, che prese l'avvio all'inizio dell'era Mesozoica, nel Triassico medio (circa 230 milioni di anni fa). Nel Lazio, infatti, le testimonianze più antiche della storia geologica del proto-Appennino si trovano nei Monti Romani, presso il confine con la Toscana, dove la trasgressione marina e l'inizio di un nuovo ciclo sedimentario sono segnalati dalla presenza di sedimenti clastici grossolani di ambiente da continentale a litorale (il "Verrucano").

Nel Triassico sup., il cambiamento di ambiente in un bacino di acque poco profonde o di circolazione ristretta, determinò la sedimentazione dei depositi evaporitici delle "Anidriti di Burano" nell'area tosco-umbro-marchigiana, che già in questo periodo era separata dall'area laziale-abruzzese da importanti faglie (linea Ancona-Anzio) (CENTAMORE ET ALII, 2002). Gradualmente iniziarono poi a deporsi sedimenti carbonatici di acqua sottile, dapprima dolomitici poi calcarei ("Calcare Massiccio"), che andarono a costituire una piattaforma estesa a gran parte dell'Appennino centrale ("paleopiattaforma") (Fig. 1).

Nel Lias medio la paleo-piattaforma si disarticolò per cause tettoniche. In un vasto settore dell'area laziale-abruzzese si conservarono le condizioni ambientali di piattaforma carbonatica, mentre all'esterno l'annegamento dell'originaria piattaforma diede luogo a bacini di mare aperto (Fig. 2).

# RIQUADRO 1 - "LE LITOFACIES CARBONATICHE"

Le "litofacies" riuniscono le rocce in gruppi che riflettono condizioni ecologiche e deposizionali analoghe, legate ad un determinato ambiente sedimentario; identificando la componente faunistica e floristica si distinguono le facies di età diversa. Applicando questi criteri alle successioni carbonatiche affioranti nell'Appennino centrale, Accorol & Carbon (1988) hanno identificato 27 litofacies carbonatiche fondamentali, ognuna costituita da un certo numero di litotipi. Le litofacies evidenziano l'evoluzione della sedimentazione succedutasi nel tempo a causa dei cambiamenti nei rapporti tra i parametri fondamentali (subsidenza tettonica, sedimentazione, variazioni del livello marino).

Fra le caratteristiche di cui si tiene conto nello studio di un litotipo, oltre ai caratteri litologici generali, è compresa l'osservazione sul campo delle sequenze cicliche, dei cambiamenti di facies e delle strutture sedimentarie, mentre al microscopio e in laboratorio si definiscono la tessitura, la porosità e permeabilità, la mineralogia e la geochimica della roccia. E' evidente che tutte queste caratteristiche concorrono a differenziare la risposta della roccia ai processi carsici.

Per descrivere i fenomeni carsici, nella realizzazione di questo volume si è scelto di utilizzare la suddivisione dei terreni geologici riportata nelle "Note illustrative alla Carta delle litofacies del Lazio-Abruzzo ed aree limitrofe" di Accoro & Carbone (1988); quindi, in tutta la documentazione di seguito riportata (carte, profili geologici, colonne stratigrafiche) si farà riferimento alla numerazione delle litofacies della suddetta pubblicazione; solo alcune piccole modifiche sono state apportate, allo scopo di mettere in maggiore risalto alcuni aspetti importanti per il carsismo.

Nell'introduzione alla parte successiva di questo libro è riportata la legenda utilizzata per tutti i profili geologici. Uno schema, tratto da Accordi & Carbone (1988), del contesto ambientale in cui, nel tempo, si sono sedimentate le litofacies carbonatiche è riportato in questo capitolo in figura 1.

Per quanto riguarda la cartografia geologica, uno sguardo d'insieme è fornito dalla già citata carta delle litofacies di Accordi & Carbone (1988), alla scala 1:250.000, che comprende tutta l'area di studio ad eccezione della valle del Fiora a NW e dei M. Sibillini meridionali a NE, e dal "Modello litostratigrafico-strutturale della Regione Lazio" di Bigi, Cosentino, Parotto (1988), alla stessa scala, che comprende tutto il territorio regionale.

Relativamente alla geologia delle singole aree carsiche, sono state utilizzati i Fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e 1:50.000, e numerose altre fonti a scala anche molto più di dettaglio, indicate nel testo.

# Le piattaforme carbonatiche

## LA PIATTAFORMA CARBONATICA LAZIALE-ABRUZZESE

La "piattaforma carbonatica" doveva avere un aspetto simile a quello delle odierne Bahamas (Fig. 2). Questa grande struttura rocciosa di forma tabulare, fu prodotta in condizioni di acque marine basse dalla deposizione di fanghi e gusci calcarei. La sedimentazione avvenne di pari passo con la subsidenza della piattaforma, consentendo quindi la conservazione dell'ambiente di deposizione (Fig. 1); così, nell'arco di quasi 200 milioni di anni i depositi calcarei raggiunsero uno spessore complessivo di oltre 4000 metri.

Durante il Cretacico inf. la piattaforma rimase in relativa quiete tettonica. Piccoli disequilibri tra velocità di sedimentazione e variazioni del livello della lama d'acqua determinavano l'alternanza di fasi cicliche di sommersione (con deposizione di calcari) e di esposizione all'atmosfera (con

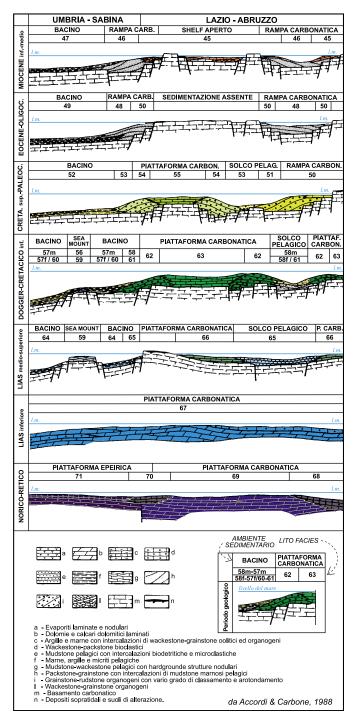


Figura 1 - Rappresentazione schematica delle principali fasi evolutive della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e del bacino umbro-sabino dal Trias sup. al Miocene medio (da Accoro: & CARBONE, 1988).

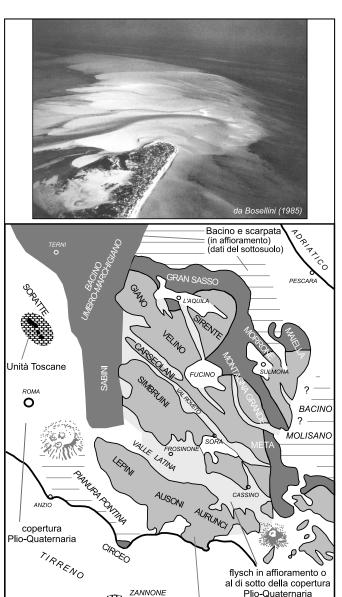


Figura 2 - In alto: il margine Nord-orientale del Great Bahama Bank, occupato da un'ampia fascia di sabbie oolitiche solcate da canali tidali (da Bosellini, 1985). In basso: distribuzione delle facies nell'Appennino centrale. Il M. Soratte e l'Isola di Zannone sono state interpretate, pur con incertezze, come correlate alle unità toscane (da Parotto & Praturion. 1975).

da Parotto & Praturion (1975)

piattaforma carbonatica (compreso il bordo dello shelf)

sviluppo di cavità carsiche singenetiche). E' infatti opportuno sottolineare che una parte consistente dei depositi calcarei si sedimenta a profondità inferiori ai 10 m sotto il livello del mare. Importante, per l'impostazione del carsismo in tempi molto successivi, è la deposizione durante l'Aptiano sup. del "livello argilloso-marnoso-calcareo a Orbitolina" (tipico macroforaminifero dal guscio lenticolare del diametro di qualche millimetro), con resti di organismi che indicano apporti di acqua dolce, di probabile ambiente laqunare in condizioni prossime alla continentalità.

Nel Cretacico sup. le vicende geodinamiche in cui la piattaforma era coinvolta comportarono importanti modificazioni paleogeografiche, con attivazione di faglie, sollevamento ed emersione delle parti interne dei "blocchi" e annegamento dei settori periferici. Nelle zone più interne e sollevate si sviluppò un'intensa attività carsica, con formazione di terre rosse e bauxiti, depositi ricchi di allumosilicati residui insolubili della dissoluzione dei calcari, forse connessi anche a eruzioni vulcaniche che contemporaneamente interessavano zone circostanti.

Situazioni simili a quelle della piattaforma carbonatica mesozoica si rinvengono anche sulle coste carbonatiche attuali, con differenze di comportamento fra aree tropicali e aree subtropicali a causa delle influenze climatiche sulla deposizione dei carbonati. Fenomeni carsici ipogei, analoghi a quelli che si sviluppano lungo le coste delle piattaforme carbonatiche attualmente in formazione (Bahamas, Bermuda, Porto Rico, Yucatàn, Tonga, costa Australiana, ecc.) dovevano essere diffusi anche durante il Mesozoico. In un'isola carbonatica attuale si rinvengono condotti carsici originati sia in corrispondenza della superficie topografica (per infiltrazione delle acque piovane e sviluppo dei condotti attraverso la zona vadosa), sia sulla superficie piezometrica (cioè alla sommità della lente di acqua dolce che riceve le acque di infiltrazione), sia sul fondo della lente di acqua dolce, dove le acque salate marine si miscelano con l'acqua di falda (Myrrole & Carew, 2000, Fig. 3).

Comunque, le cicliche glaciazioni avvenute nel Quaternario hanno determinato significative differenze nell'evoluzione del carsismo delle piattaforme carbonatiche rispetto a quanto avvenuto nelle piattaforme attive nel Mesozoico; infatti, le variazioni eustatiche del livello del mare provocate dalle glaciazioni hanno comportato la traslazione verticale della lente di acqua dolce in un intervallo di un centinaio di metri, favorendo così lo sviluppo del carsismo.

Nonostante la notevole estensione che i fenomeni carsici devono aver raggiunto nel lungo lasso di tempo rappresentato dall'era Mesozoica, non sono giunte a noi cavità ipogee percorribili (o almeno non sono state ancora scoperte). Come generalmente avviene, anche nell'Appennino alla fase speleogenetica è seguito il seppellimento dell'area sotto altri depositi. In queste condizioni la porosità della roccia progressivamente diminuisce anche se probabilmente non si annulla mai del tutto; comunque, le cavità che sopravvivono al seppellimento ("paleocarsismo") possono avere dimensioni anche considerevoli e, in ogni caso, i vuoti che permangono aumentano la porosità totale dell'ammasso roccioso e possono facilitare la carsificazione successiva (Кимсноик & FORD, 2000a). Dal punto di vista idrogeologico ne consegue che un acquifero carsico ha la proprietà di "ricordare" tutti i suoi stati precedenti anche se molto lontani nel tempo (Кирал, 1975).

# LA PIATTAFORMA CARBONATICA MORRONE-PIZZALTO-ROTELLA

Durante il Mesozoico, a Est della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, e da questa separata da un bacino marino del quale oggi quasi non rimangono tracce, s'incontrava una seconda piattaforma carbonatica (Fig. 2), denominata di "Morrone-Pizzalto-Rotella" (D'ANDREA ET ALII, 1992). Verso NE la piattaforma arrivava a comprendere la Maiella, mentre verso Sud si spingeva almeno fino al M. Alpi, in Basilicata.

L'area di studio considerata in questo volume comprende anche la piccola dorsale di M. Castelnuovo, costituita da rocce calcaree depositate in questa piattaforma e oggi situata appena all'esterno del fronte di sovrascorrimento della Meta-Mainarde.

# I bacini di mare aperto e le zone di raccordo con la piattaforma

# LA SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-SABINA

Il margine della grande piattaforma laziale-abruzzese è attualmente riconoscibile con continuità a Ovest (margine sabino: Monti Prenestini, Ruffi, Tiburtini, Lucretili, Sabini), a Nord (Gran Sasso, M. d'Ocre) e a Est (Marsica orientale, Meta); a Sud la zona di margine non affiora, ma deve presumibilmente passare al di sotto della Pianura Pontina, fra il Circeo e i M. Lepini.

Nell'area circostante le acque basse della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese si estendevano i bacini di mare aperto umbro-marchigiano (a Ovest, Nord e NE) e molisano (a SE), nei quali, al di sopra del Calcare Massiccio depositato nel Lias inf. in ambiente di piattaforma carbonatica, si depositavano argille, fanghi più o meno calcarei e sabbie fini.

L'area di transizione fra il margine occidentale della piattaforma carbonatica e il bacino marino corrisponde all'attuale Sabina (vedi anche quanto riportato sul "plateau sabino" nel paragrafo

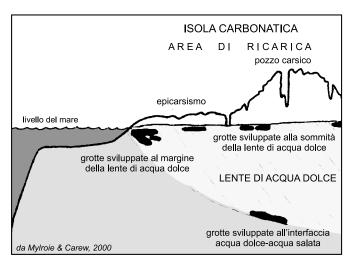


Figura 3 - Rappresentazione schematica della carsificazione in un'isola carbonatica (da Mylroie & Carew, 2000).

dedicato al Monte Cosce). In questa zona di raccordo si depositò una successione stratigrafica simile a quella di bacino ma interessata da notevoli apporti carbonatici detritici, che si riducevano progressivamente allontanandosi dall'orlo della piattaforma, con intercalazioni marnoso-argillose. La successione calcareo-silico-marnosa della Sabina e le correlazioni con la successione lazialeabruzzese sono rappresentate in figura 4. Sui calcari della paleo-piattaforma si sedimentò il calcare micritico sottilmente stratificato con liste di selce della formazione della "Corniola", che segnala un approfondimento dell'ambiente di deposizione. Dalla fine del Lias medio nella fascia di transizione iniziarono a depositarsi sedimenti con un certo contenuto di argilla, molto variabile, costituiti prevalentemente da alternanze di calcari e marne (formazioni del "Rosso Ammonitico", dei "Calcari diasprigni", delle "Marne a Posidonia" e delle "Marne ad Aptici"). Al di sopra, fra la fine del Giurassico e l'inizio del Cretacico, si depositarono i calcari a grana finissima e con liste di selce della "Maiolica", molto puri e di colore bianco. La deposizione calcarea fu interrotta da un livello argilloso-marnoso (formazione delle "Marne a fucoidi"). Successivamente, dal Cretacico sup. all'Eocene, si depositò l'ultimo termine della successione carbonatica in cui oggi si osserva una carsificazione significativa, la "Scaglia", costituita da calcari e calcari marnosi. I termini successivi della successione, fino al Miocene. sono rappresentati da marne, calcari detritici e brecciole, la cui carsificazione è generalmente trascurabile.

A differenza di quanto contemporaneamente accadeva nella piattaforma, le aree di bacino rimasero sommerse per tutto il Mesozoico e oltre. In queste condizioni, non fu possibile l'instaurarsi dei processi carsici.

# LA SUCCESSIONE TOSCANA

A Ovest delle unità umbro-marchigiano-sabine, nei piccoli affioramenti delle finestre tettoniche di M. Canino e del M. delle Fate, emergono rocce del substrato calcareo che trovano corrispondenza nella successione toscana. Il dominio toscano, che cominciò a separarsi da quello umbro-marchigiano nel Cretacico inf., risulta comunque molto simile a questo, anche se nell'area laziale è assente il calcare tipo Maiolica; la successione toscana si rinviene in continuità di sedimentazione fino adli "scisti policromi" del Cretacico sup.—Eocene inf. (Cocozza, 1963).

Anche il M. Soratte sembra caratterizzato da una successione ad affinità toscana (Ognben et All, 1975). In considerazione anche della sua posizione geografica, in questo volume questa piccola dorsale è stata inserita insieme alla falda toscana nel "Lazio Nord-occidentale", che comprende tutta l'area situata sulla destra del Fiume Tevere.

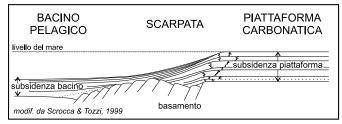
# La sedimentazione calcarea nel Langhiano-Serravalliano

Nell'esteso intervallo che va dall'Eocene al Miocene inf., durante il quale si realizzava un'attività tettonica relativamente intensa, l'area della piattaforma laziale-abruzzese è caratterizzata dalla mancanza di depositi ("lacuna paleogenica").

La trasgressione marina del Miocene (Langhiano-Serravalliano) non avvenne contemporaneamente su tutta l'area, ma progredì dai margini verso le parti interne dei "blocchi"

carbonatici. La distribuzione areale dei depositi e le differenze di litofacies sono strettamente connesse con le morfologie preesistenti e con la continua evoluzione del dominio stesso. I depositi trasgressivi ("Calcari a Briozoi e Litotamni") poggiano sulle rocce più antiche generalmente con analoga giacitura, a volte con marcata discordanza angolare. In questo periodo, nelle aree più occidentali, in emersione, si sviluppò un reticolo idrografico che alimentò con materiale clastico i depositi calcarenitici (CENTAMORE ET ALII, 2002).

L'avvio dell'orogenesi dell'Appennino determinò la fine della sedimentazione calcarea e la formazione di profonde depressioni nelle quali si andarono a deporre migliaia di metri di torbiditi silico-clastiche.



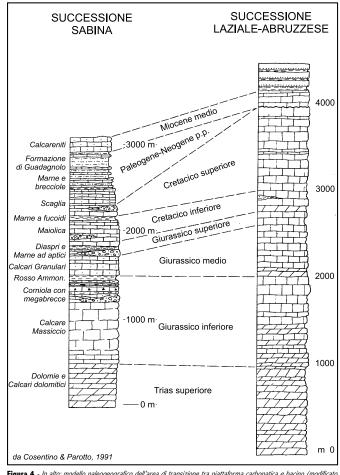
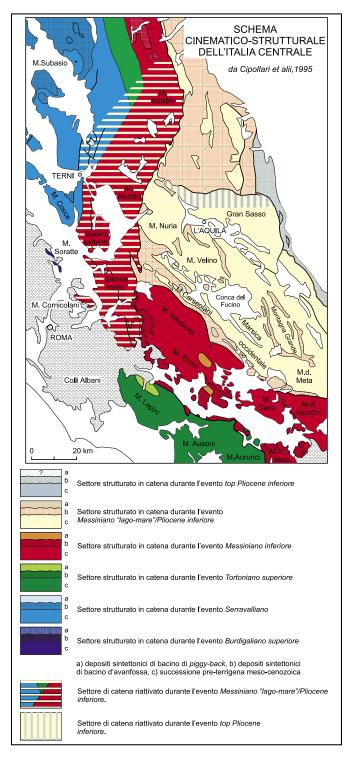
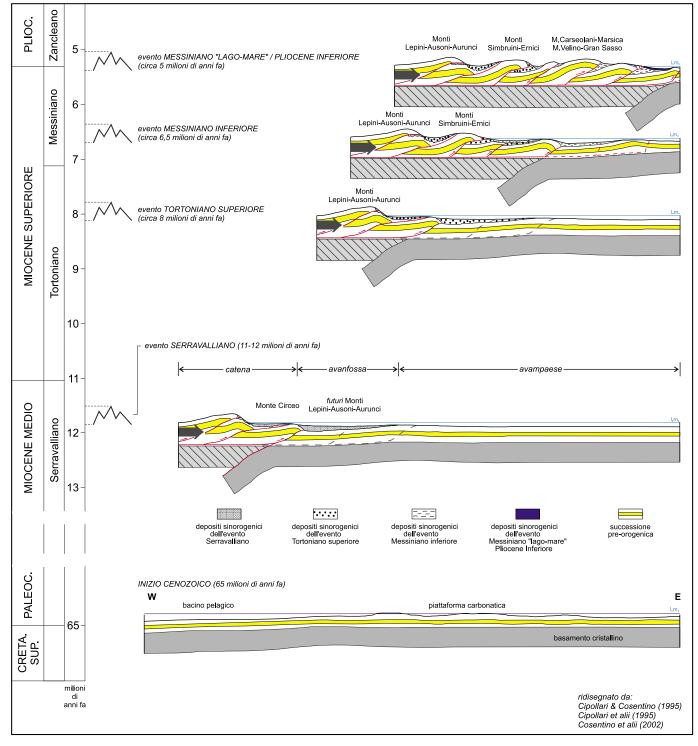


Figura 4 - In alto: modello paleogeografico dell'area di transizione tra piattaforma carbonatica e bacino (modificato da Scrocca & Tozzi, 1999). In basso: correlazione tra la successione sabina e la successione laziale-abruzzese (da Cosentino & Parotto, 1991).





# La costruzione dell'Appennino centrale e il carsismo

#### LA STRUTTURAZIONE DELLA CATENA APPENNINICA

La costruzione dell'Appennino si avvia alla fine dell'Oligocene—inizio Miocene a causa della collisione fra i margini continentali dell'Europa e della placca africana (MALINVERNO & RYAN, 1986). L'orogenesi della catena appenninica "a pieghe e sovrascorrimenti" si propaga verso Est nel corso di più fasi tettoniche, con il trasporto e la sovrapposizione di "blocchi" dell'antica piattaforma carbonatica e delle aree bacinali, determinando un accorciamento della superficie iniziale stimato intorno al 50% (Cosenino & Parotto, 1986).

In questo volume è stato adottato il modello cinematico-strutturale elaborato da CIPOLLARI ET ALII (1995), che propone una strutturazione della catena appenninica in 6 "momenti di migrazione" a partire dall'inizio del Miocene. Nel corso di ogni "momento di migrazione" il fronte compressivo si sposta e va a coinvolgere settori sempre più orientali. Alcuni settori già coinvolti nella catena, comunque, si riattivano successivamente con sovrascorrimenti "fuori sequenza". Le aree dell'Appennino coinvolte nei diversi "momenti" sono riportate in figura 5.

Successivamente alla strutturazione compressiva, il sistema a pieghe e sovrascorrimenti viene dislocato dalla tettonica estensionale, come avviene in molte catene montuose di questo tipo. Le dislocazioni estensionali, che sbloccano le strutture formate in precedenza, avanzano anch'esse verso l'Adriatico, con un "ritardo" di circa 2 milioni di anni rispetto alla fase di strutturazione e a distanze di 75-100 km dal fronte compressivo contemporaneamente attivo; la tettonica estensionale determina l'innalzamento dell'Appennino, che procede con velocità di sollevamento comprese fra 1,2 e 4,5 mm/anno (Cavinato & DE CELLES, 1999).

#### L'INIZIO DELLA CARSIFICAZIONE DOPO LA STRUTTURAZIONE

L'età dell'inizio della carsificazione dell'Appennino laziale-abruzzese è stata comunemente assegnata all'epoca pliocenica, a meno di un modesto sviluppo di morfologie carsiche, più che altro limitato alla superficie (Segre, 1948a).

E' probabile, infatti, che fino quasi alla fine del Miocene, nelle aree già inglobate nella catena ed emerse, la copertura silico-clastica fosse ancora ampiamente affiorante e che la scarsità di fessure aperte (la tettonica "distensiva" non era ancora iniziata), impedisse una significativa infilirazione delle acque piovane in profondità. Il passaggio da una struttura a quella contigua dei fluidi rimasti intrappolati all'interno delle singole strutture inglobate nella catena era impedito dalle cataclasiti ricche di argilla (che marcano le superfici di sovrascorrimento alla base dei "blocchi" sovrascorsi) e dai depositi silico-clastici sui quali le strutture erano sovrascorse (GHISETII ET ALII, 2000).

Negli ultimi anni, però, alcune morfologie sotterranee sono state attribuite a processi carsici avvenuti nel Miocene sup. (7-6 milioni di anni fa?) sulle aree da poco coinvolte nella strutturazione della catena appenninica. In particolare, si ipotizza che lo sviluppo dell'esteso reticolo di piccoli tubi freatici della Grotta del Formale (Carpineto Romano, nei M. Lepini), quasi tutti compresi in uno spesso e rigido strato a rudiste, si sia sviluppato già all'inizio del sollevamento, quando le faglie erano ancora tutte compressive ma la leggera piegatura connessa alle superfici di sovrascorrimento quasi orizzontali causava la rottura degli strati più spessi mentre quelli più sottili scivolavano lungo gli interstrati argillosi. La fagliazione distensiva che ha generato i pozzi verticali di questa grotta sarebbe iniziata molto tempo dopo, probabilmente dalla fine del Pliocene al Pleistocene inf. (2-1 milioni di anni fa) (Cappa FT ALIL. 1997b).

Le ricerche più recenti evidenziano che la carsificazione poteva essere già attiva nelle ambientazioni profonde ("endokarst"), cioè a profondità superiori a quelle in cui circolano le acque meteoriche e ben al di sotto di quelle prese in considerazione dall'idrogeologia "classica"; questi processi di dissoluzione sono opera di fluidi ad elevata temperatura, ricchi di  ${\rm CO_2}$  e  ${\rm H_2S}$  (Dublyansky, 2000b). Una carsificazione di questo tipo può facilmente svilupparsi in modo intermittente e su archi di tempo lunghissimi, con numerose disattivazioni e riattivazioni, normalmente in condizioni confinate al di sotto di terreni di copertura non carsificabili, generalmente con dissoluzione intrastrato. Numerose perforazioni hanno raggiunto vuoti carsici a notevole profondità, creatisi certamente in ambientazioni profonde (Klukchoux & Foro, 2000a). Un esempio straordinario della possibile entità di questi processi è rappresentato dalla caverna gigante rinvenuta, nel corso di un programma di perforazioni, nei marmi dell'Archeano e Proterozoico del massiccio del Ròdope, in Bulgaria: il soffitto è situato a circa 700 m di profondità dal piano campagna (dove affiorano gneiss con spessore di oltre 300 m), le dimensioni del vacuo sono stimate in circa 237 millioni di m³; in uno dei sondaggi la sonda è scesa per 1341 m

Figura 5 - A sinistra: modello cinematico-strutturale per l'evoluzione neogenica dell'Italia centrale (non sono stati, volutamente, insenti gli eventi tettonici distensivi e trascorrenti) (da Cipollari et alli, 1995). A destra: ricostruzione semplificata dell'accrescimento della catena appenninica secondo un sistema di sovrascorrimenti attivi sincroni, in migrazione verso l'avampaese, in una generale propagazione piggy-back della deformazione compressiva (ridisegnato da Cipollari d' Cosentino, 1995; Cipollari et alli, 1995; Cosentino et alli, 2002).

attraversando solo "acqua" a elevata temperatura e pressione, senza raggiungere una superficie rocciosa (Dublynnsky, 2000a).

Quando il sollevamento porta i vacui carsici di ambientazione profonda in zone più superficiali, l'erosione mette la roccia carsificabile in contatto con l'atmosfera, l'infiltrazione delle acque meteoriche va a sostituire i fluidi profondi e le differenze di carico diventano le responsabili dei movimenti di circolazione sotterranea. E' evidente che le modalità con cui si realizza questo processo sono decisive; per esempio, la progressiva rimozione della copertura insolubile determinerà la localizzazione dei primi punti di inghiottimento dell'acqua all'interno della roccia carsificabile e la successiva evoluzione. Pertanto, quando il carsismo si sviluppa interamente dallo stadio profondo allo stadio denudato, il ruolo dell'eredità può essere molto importante (Κυμαιουκ & Foro, 2000a). Il riconoscimento dei resti del carsismo di ambientazioni profonde, comunque, non è facile, e nella nostra regione nessuna morfologia carsica è stata fino ad oggi attribuita a processi "ipogenici" profondi (vedi riquadro "grotte epigeniche e grotte ipogeniche del Lazio").

# LA CATENA DERIVANTE DALLA DEFORMAZIONE DEL DOMINIO DI PIATTAFORMA CARBONATICA

# LA DORSALE DEI VOLSCI

Nel corso della migrazione della catena verso Est il settore esterno al fronte di sovrascorrimento viene spinto in basso ("flessurazione tettonica dell'avampaese"), sprofondando e formando un ampio bacino marino di "avanfossa" (Fig. 5). Come conseguenza, sul fondale si depositano inizialmente poche decine di metri di "Marne a Orbulina" poi, con il forte approfondimento del bacino, migliaia di metri di flysch (sedimenti terrigeni silico-clastici erosi dalle montagne in sollevamento) vanno a colmare la depressione (Cipollari & Cosentino, 1995).

Questo meccanismo deve essere stato attivo anche nel Serravalliano (11-12 milioni di anni fa), precedentemente al coinvolgimento in catena dei Monti Lepini-Ausoni-Aurunci. Tuttavia, gli unici resti attuali di questa copertura silico-clastica consisterebbero nei modesti affioramenti di marne e di materiali terrigeni del "Complesso alloctono delle Liguridi esterne" che si rinvengono alla periferia settentrionale dei M. Lepini e nell'area di Carpineto Romano (Cosentino ET Alli, 2002).

Nel Tortoniano sup. (7,8-8,2 milioni di anni fa) i Volsci vengono coinvolti nella catena ed emergono; successivamente si attiva il retroscorrimento Carpineto-Montelanico, che divide l'unità lepina in due strutture.

Verso la fine del Miocene (forse intorno a 6 milioni di anni fa), in seguito alla fratturazione della crosta terrestre che determina l'apertura del bacino marino del Tirreno, la tettonica distensiva investe i M. Lepini-Ausoni-Aurunci. Faglie dirette sbloccano la struttura fino allora sigillata, anche se l'erosione aveva probabilmente già messo a nudo parte della superficie di carbonati mesozoici. Lungo le faglie penetrano le acque meteoriche, che possono così raggiungere profondità rilevanti, misccalandocon le acque termali di origine magmatico-metamorfica. Quindi, mentre nell'area situata più a Est (M. Simbruini-Ernici), ormai raggiunta dal fronte della catena, permangono condizioni di "sistema chiuso", nella dorsale dei Volsci si instaurano condizioni di "sistema aperto" (GHISETTI ET ALI, 2000).

L'emersione dell'Arco di Gibilterra, circa 5,5 milioni di anni fa, determina la crisi di salinità del Mar Mediterraneo (Hsū et al.ii, 1973), che viene suddiviso in bacini sedimentari isolati con corpi d'acqua salmastra poco profondi. Ai piedi della catena in sollevamento, il livello del mare si abbassa bruscamente (Capollarii & Cosentino, 1995). All'inizio del Pliocene si ripristina la connessione con l'Oceano attraverso lo Stretto di Gibilterra, con un conseguente grande afflusso di acque marine nel Mediterraneo e innalizamento del livello del mare.

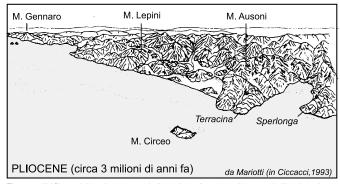


Figura 6 - Nel Pliocene la linea di riva giunse a lambire i rillevi carbonatici in sollevamento dei Monti Lepini-Ausoni, mentre il Circeo costituiva un'isola separata dalla terraferma da un ampio tratto di mare (da Mariotti, in Ciccacci, 1993).

In accordo con la Carta Neotettonica d'Italia (AMBROSETTI ET ALII, 1987), che descrive le dislocazioni tettoniche verificatesi nel corso del Pliocene e del Quaternario, risulta che negli ultimi 5 milioni di anni le dorsali dei Volsci si sollevano con progressione relativamente continua rispetto alle aree circostanti. FELICI (1978a) ha effettuato un'analisi statistica delle superfici di spianamento e delle anomalie dei profili verticali del terreno nei M. Lepini (terrazzi, spianate, conche, tratti vallivi a fondo piatto, rotture di pendenza dei pendii e delle creste), in base alla quale ritiene che "dopo un prolungato periodo di carsificazione delle parti sommitali dei M. Lepini (q. 1400 m circa - per es. sommità di M. Capreo e M. Malaina, particolarmente carsificate) si sono verificati vari abbassamenti del livello di base, con una carsificazione ancora intensa per gli orizzonti superiori ai 900 m circa e poi man mano decrescente. L'abbassamento del livello di base è stato chiaramente discontinuo con gradini abbastanza regolari di 50-100 m; i due abbassamenti più marcati corrispondono ai gradini alle quote 800-725 e 575-500 m s/m". Le "grandi depressioni carsificate" di Pian della Faggeta, Campo di Segni e Campo di Montelanico sarebbero situate su paleo-livelli di base pliocenici. Nel Pliocene medio il carsismo modella profondamente i rilievi alle quote attuali superiori a 700-800 m producendo forme di

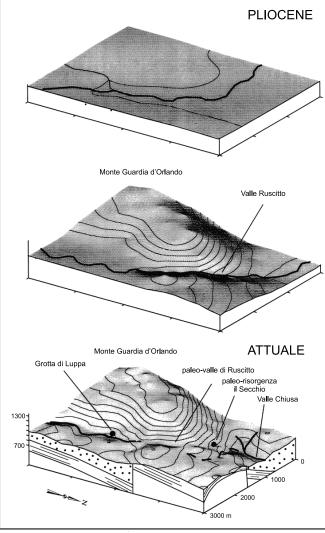


Figura 7 - Evoluzione del carsismo nell'area di Luppa nei M. Carseolani, dallo sviluppo di una superficie di spianamento nel Pliocene, all'escavazione della Valle Ruscitto, trasversale alla dorsale in sollevamento, alla scomparsa nell'inghiotitioio di Luppa del torrente di superficie.

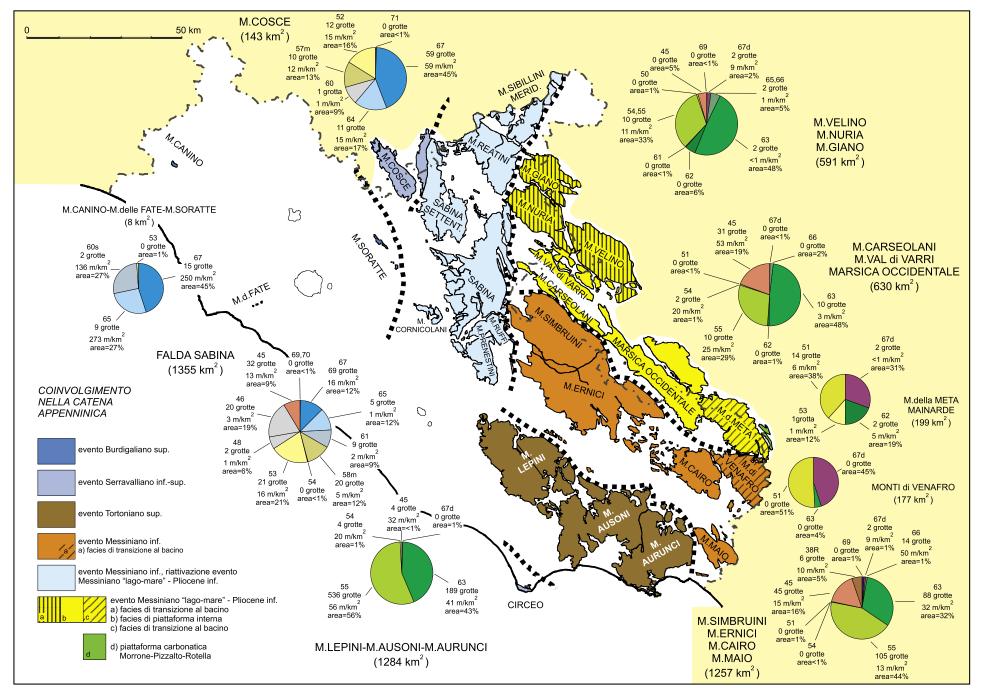


Figura 8 - Distribuzione del carsismo ipogeo nel Lazio. Il grafico a "torta" riportato per ogni unità è suddiviso in spicchi proporzionali all'estensione di affioramento di ogni litofacies. Sotto la denominazione dell'unità è riportata la superficie complessiva di affioramento delle litofacies carbonatiche; intorno alla "torta" sono indicati, per ogni litofacies: la percentuale di superficie in affioramento rispetto alla superficie carbonatica totale; il numero delle grotte catastate; lo sviluppo medio dei condotti sotterranei (m/km2 di affioramento).

carsismo tropicale (hum), riconoscibili sull'altopiano di Gorga. L'evoluzione dei solchi vallivi sotto quota 700 m, forse risalente al Pliocene sup., avviene con nettissima prevalenza dell'erosione superficiale rispetto ai processi carsici. In un'area ristretta situata a valle di Carpineto Romano l'approfondimento del solco vallivo raggiunge alcuni condotti di un sistema di drenaggio carsico profondo e ben canalizzato (Ouso dell'Omo Morto), che certamente risale ad epoca più antica e che ha come bacino collettore la grande conca carsica della Faggeta (Felici, 1978a). Con la scomparsa della paleo-valle di Pian della Faggeta, evolutasi nel vasto polje attuale a causa di un profondissimo abbassamento del livello di base, si disattiva l'antica e profonda risorgiva valchiusana dell'Abisso Capodafrica, situata originariamente alla testata della valle e molto più antica della cavità assorbenti della Faggeta, come l'Ouso di Pozzo Comune (CAPPA ET Alli. 1997d).

A Ovest della dorsale dei Volsci, la Pianura Pontina e la Piana di Fondi sono soggette ad abbassamento più o meno continuo per tutto il Pliocene ed il Quaternario (Amerosetti Et Alli, 1987). Il Mar Tirreno progressivamente si amplia (Fig. 6) e all'inizio del Pleistocene (1,7 milioni di anni faraggiunge la sua massima estensione; la linea di costa corre lungo le pendici della dorsale, e solo il contemporaneo sollevamento della catena impedisce l'ulteriore allaroamento del bacino marino.

Nel Pleistocene, intorno a 630 mila anni fa (CAVINATO ET ALII, 1994) la tettonica distensiva favorisce la risalita di ingenti quantità di magma, che vanno a costituire una serie di distretti vulcanici situati in una fascia depressa parallela alla linea di costa del Tirreno (vulcani Vulsino e Sabatino, Vulcano Laziale) e caratterizzati da un'attività prevalentemente esplosiva subaerea. Il Vulcano Laziale inizia la sua attività probabilmente nello stesso periodo dei vulcani più settentrionali, anche se la prima data radiometrica disponibile indica un'età di 530 mila anni; circa 20 mila anni fa (o forse in tempi anche più recenti) il cratere di Albano erutta per l'ultima volta (De Rira, 1993). All'incirca nello stesso intervallo di tempo, sui margini di una depressione tettonica situata nella Valle Latina a Est dei Volsci, si costituisce un altro settore vulcanico. I prodotti delle eruzioni ricoprono la regione di ceneri, spesso interrompendo gli scorrimenti idrici di grotta (CAPPA ET ALII, 1997b); parte di questi prodotti si rinvengono ancora oggi nelle grotte dei M. Lepini. Nella Grotta di M. Fato, per esempio, si osservano sezioni trasversali a "buco di serratura" caratterizzate da un condotto quasi tubolare sul soffitto (probabilmente sviluppatosi prima delle eruzioni) con alla base resti dell'originario pavimento coperti da materiali cineritici; il condotto a sezione quasi circolare è inciso alla base da una forra, tuttora attiva, che dovrebbe essere stata generata successivamente alle eruzioni.

Lungo il perimetro occidentale del massiccio carbonatico, fra l'area in sprofondamento e la dorsale in sollevamento, la fagliazione estensionale causa la risalita dei fluidi mineralizzati profondi e la loro miscelazione con le acque meteoriche ricche di ossigeno. La maggior parte della dissoluzione avviene in prossimità della superficie della falda idrica, dove la miscelazione produce acido solforico fortemente aggressivo (HILL, 1990). Nei punti di iniezione della acque profonde si sviluppano grandi vacui sotterranei "ipogenici", alcuni dei quali sono oggi accessibili grazie al successivo sollevamento del "blocco" in cui sono compresi e all'erosione dei versanti (per es., l'Ouso di Sermoneta).

# I Monti Simbruini-Ernici

Nel corso dell'evento del Tortoniano (7,8-8,2 milioni di anni fa), i depositi carbonatici mesocenozoici degli attuali M. Simbruini-Ernici vanno a costituire il fondale del bacino marino che si forma per la flessurazione della litosfera originata dalla strutturazione dei Volsci. Le forme carsiche sviluppate nel corso del Mesozoico e del Langhiano-Serravalliano vengono seppellite forse completamente da depositi terrigeni marini, che li sigillano con una copertura di spessore variabile.

Con il coinvolgimento in catena, nel Messiniano inf. (6,4-6,8 milioni di anni fa, Fig. 5), il massiccio emerge e per tutto il Pliocene e il Quaternario, cioè negli ultimi 5 milioni di anni, è soggetto a sollevamento, con sporadiche interruzioni (Ambrosetti et alli, 1987). Nel Pliocene inf. sui carbonati riesumati si avviano, necessariamente, i processi fluviali e carsici che modellano il rilievo, probabilmente limitati alla superficie.

Alla fine del Pliocene inf.—inizio Pliocene sup. (circa 3,5 millioni di anni fa) inizia la fase di più intenso sollevamento dell'edificio carbonatico, come dimostra anche la posizione delle puddinghe poligeniche di tipo liguride, scaricate in ambiente marino durante il Pliocene inf., di cui attualmente ir rinvengono lembi a quote di 1400 m nei M. Simbruini e di 1900 m presso Campo Catino nei M. Ernici (Damani, 1990c). Le valli chiuse dei M. Simbruini Nord-orientali (Piano della Dogana, Campo Lungo, ecc.), i campi carsici dei M. Simbruini centrali (Camposecco, Campo Buffone, Campaegli) e le depressioni di alta quota dei M. Ernici (Campo Catino, Campovano), rappresentano presumibilmente paleomorfologie di antiche valli fluviali, disattivate dallo sviluppo del carsismo ipogeo che catturò le acque della rete idrografica di superficie in seguito all'approfondimento dei livelli di base (Segre, 1948a). Sul bordo della depressione di Campovano (q. 1870 m), lungo la linea di cresta M. Pozzotello-M. Ortara, è stata scoperta una piccola cavità del diametro di circa 1 m e di forma grossolanamente sferica, con le superfici completamente ricoperte da cristalli scalenoedrici di calcite; questo tipo di mineralizzazione sembra imputabile a fluidi idrotermali (BNI & Pellegrini, 1998).

La gran parte delle grotte "epigeniche" conosciute sui M. Simbruini-Ernici deve essersi

originata contemporaneamente o successivamente alla fase di forte sollevamento, cioè negli ultimi 3 milioni di anni. In questo periodo, la progressiva migrazione verso NE del sistema di fagliazione estensionale attraverso l'edificio contrazionale ha già raggiunto la Valle Latina e i M. Simbruini-Ernici. La progressiva asportazione della copertura silico-clastica e la dislocazione delle superfici di sovrascorrimento permettono ai fluidi meteorici di penetrare in profondità nelle unità carbonatiche e di miscelarsi con i fluidi profondi, rimasti intrappolati a grande profondità nel cuneo sedimentario in subduzione a causa dei sigilli impermeabili costituiti dalle superfici di sovrascorrimento. Nella Valle Latina la risalita di questi fluidi determina lo sviluppo di grotte "ipogeniche", e in particolare di grandi vacui disposti lungo la periferia SW della struttura.

Nel Quaternario, a scala planetaria, il clima è soggetto a cicliche fasi fredde. Nell'Appennino centrale sono state riconosciute tracce di almeno 3 fasi glaciali wurmiane, durante le quali la copertura di neve e ghiaccio si stende sulle montagne di quota più elevata e il limite delle nevi persistenti si abbassa fino a quote inferiori a 1700 m. L'ultimo massimo glaciale dovrebbe risalire a circa 21-18 mila anni fa (FEDERICI, 1979); il ritiro glaciale avviene nel corso di più fasi che si protraggono fino a circa 12 mila anni fa (GIRAUDI, 1998). Tracce di questi eventi sono segnalate in varie località dei M. Simbruini (alta valle dell'Aniene) ed Ernici (M. Viglio, Campo Catino, Pizzo Deta). In particolare, nei M. Ernici è stata riconosciuta l'esistenza di un vasto ghiacciaio composito nell'alta valle del Fosso S. Onofrio-Vallone dell'Obaco, evolutosi durante un lasso di tempo sufficientemente lungo da permettere lo sviluppo di più fasi; nella fase più antica (tardo Wurm) il limite delle nevi persistenti sui versanti settentrionali era situato intorno a quota 1650 m e un ghiacciaio di plateau occupava la depressione di Campo Catino (Damiani & Pannuzi, 1976). La Grotta degli Urli, che si apre sul versante a NE di Campo Catino a q. 1773 m, durante le glaciazioni è senz'altro già sviluppata e deve necessariamente subire gli effetti, ancora da indagare, dei cambiamenti climatici.

# I MONTI CARSFOLANI

Nel Messiniano inf. (intorno a 6,5 milioni di anni fa) i depositi di piattaforma carbonatica dei M. Carseolani sono interamente seppelliti da una copertura silico-clastica di avanfossa. L'evento Messiniano "lago/mare"/Pliocene inf. (5-5,5 milioni di anni fa) coinvolge in catena anche i M. Carseolani, determinandone l'emersione.

Una superficie di spianamento, originariamente con scarsi e deboli dislivelli, si sviluppa presumibilmente nel Pliocene, a quote attuali comprese fra 900 e 980 m (nella regione di Pietrasecca e di Luppa), troncando una struttura con caratteri di anticlinale; lo spianamento interessa formazioni in rocce diverse, i cui resti attualmente si osservano nei crinali di flysch e nelle spianate sommitali con doline sul nucleo della dorsale calcarea (Angelucci et alui, 1959).

Durante il Pliocene-Pleistocene (Fig. 7), il sollevamento della dorsale (e in particolare i sollevamenti differenziali fra settori diversi del bacino idrografico; SAURO, 1994) sbarra il percorso di alcuni corsi d'acqua, che vengono così deviati e costretti ad attraversare la catena calcarea trasversalmente all'asse. Con i nuovi fondovalle tracciati nella roccia solubile, iniziano l'incisione di profonde forre nei calcari e le perdite in alveo lungo i sistemi di fessure sottostanti (fratture, faglie, strati). Lo scorrimento sotterraneo, sotto forti carichi idraulici, determina l'ampliamento della rete di fessure e la progressiva perdita di portata dei corsi d'acqua di superficie. Per un certo tempo, le locali possibilità di assorbimento sono insufficienti e i fiumi continuano a mantenere flussi di superficie e ad attraversare le aree carsiche da parte a parte. Successivamente, l'ampliamento dei condotti sotterranei porta alla completa cattura dei torrenti in inpinititioi, e alla fossilizzazione dei tratti fluviali a valle. Gli inghiotitioi si aprono in punti particolari, prossimi al contatto fra terreno impermeabile e roccia solubile, e sfruttano i sistemi di fessure aperte più efficienti.

Nel corso dell'evoluzione idrologica e geomorfologica dell'area, si determinano nuovi punti di cattura e le acque, abbandonando le grotte precedentemente formate, defluiscono in nuovi e più favorevoli passaggi sotterranei. Una probabile causa è il movimento "trascorrente destro" lungo un piano tettonico che avrebbe "disallineato" i principali segmenti idrografici ed i relativi inghiottitoi, con conseguente parziale o totale disattivazione dei sistemi assorbenti (Grotta dei Cervi) ed aumento del deflusso in altri sistemi (Ovito di Pietrasecca) (SAURO, 1994).

# RIQUADRO 2 - "ÎL GRADO DI CARSIFICAZIONE DELLA CATENA APPENNINICA LAZIALE-ABRUZZESE"

Con l'obiettivo di valutare il grado di carsificazione dei diversi tratti della catena appenninica e, all'interno di ogni struttura, delle singole litofacies carbonatiche, è stato considerato l'intero patrimonio di conoscenze sui fenomeni carsici ipogei presenti nell'area di studio, che attualmente (primi mesi dell'anno 2002) consiste in 1650 grotte, comprese nei territori delle regioni Lazio (1445 grotte), Abruzzo (104), Umbria (100) e Molise (1).

Dal numero complessivo di cavità catastate è stato necessario sottrarre 44 fenomeni di superficie (doline, iscritte nel catasto del Lazio nei primi anni di funzionamento dell'archivio) e 114 grotte (molte delle quali localizzate nell'area abruzzese) le cui coordinate catastali sono risultate mancanti o palesemente sbagliate. Complessivamente, quindi, sono state considerate 1492 grotte.

Utilizzando le coordinate geografiche riportate nelle schede catastali, ogni singola grotta è stata posizionata sulla cartografia geologica più adeguata, al fine di stabilire la litofacies in cui si apre l'imbocco. Per tutte le 206 cavità più importanti, descritte in dettaglio in questo libro, si è anche verificata l'eventualità che lo sviluppo interno delle grotte interessi anche litofacies diverse da quella presente all'imbocco.

Per ogni grotta, è stato estratto dalla scheda catastale il dato sullo sviluppo "spaziale" (operando le opportune modifiche di aggiornamento), assimilato poi all'effettiva lunghezza dei condotti carsici sotterranei, anche se in alcuni casi questa scelta risulta impropria, per esempio per le grandi caverne.

Un ulteriore passo è consistito nel calcolo delle superfici di affioramento di ciascuna litofacies in ogni singola grande struttura tettonica presente nell'area studiata, utilizzando un'ampia cartografia geologica e un software specifico.

Questi dati sono stati impiegati per descrivere quantitativamente il fenomeno carsico ipogeo attualmente conosciuto nelle diverse unità tettoniche.

E' utile ricordare che per grotta si intende una cavità sotterranea naturale percorribile dall'uomo e che le grotte esplorate rappresentano sicuramente una frazione minima di quelle esistenti. Come risulta evidente dalla lettura di questo libro, la conoscenza del mondo sotterraneo avanza abbastanza rapidamente e ogni anno le esplorazioni speleologiche rivelano nuove grotte e nuove gallerie. Per questo motivo, i valori di sviluppo medio dei condotti sulle aree di affioramento sono naturalmente destinati a crescere nel tempo e il loro utilizzo ha senso solo per il confronto fra le diverse strutture. Si ritiene, infatti, che la lunghezza totale dei condotti esplorati rifletta, complessivamente, quella dei condotti esistenti, anche se, inevitabilmente, alcune aree carsiche sono più "battute" e conosciute di altre.

Per esprimere il "grado" di sviluppo del carsismo sotterraneo nelle diverse litofacies, si è scelto di considerare le seguenti classi:

- sviluppo "elevato" > 25 m/km<sup>2</sup>;
- sviluppo "medio": 7-25 m/km<sup>2</sup>:
- sviluppo "basso" < 7 m/km².</li>

Il risultato dell'elaborazione a livello delle grandi strutture della regione è riportato nella carta di figura 8.

# Il massiccio di Monte Velino-Monte Nuria e la Marsica occidentale

Analogamente ai M. Carseolani, i depositi di piattaforma carbonatica dei massicci del Velino e della Marsica occidentale sprofondano nell'avanfossa nel Messiniano inf. e vengono inglobati nella catena nel Messiniano sup.-Piiocene inf. (5-5,5 milioni di anni fa, Fig. 5). Notevolmente diverso, rispetto ai M. Carseolani, è però il sollevamento della catena lungo le faglie che delimitano i versanti SW. La faglia di Fiamignano, che borda il massiccio di M. Nuria, ha un rigetto massimo di almeno 2200 m (prodotto forse in un paio di milioni di anni), che si riduce di 100-500 m verso NW e SE; in base all'altezza delle scarpate di faglia che dislocano i sedimenti associati all'ultimo massimo glaciale (datato 18 mila anni fa), è stata calcolata una velocità di sollevamento recente di 0,32-0,84 mm/anno per il tratto più sollevato della dislocazione. La faglia Velino-Magnola, che delimita i monti omonimi, ha un rigetto massimo di 1700 m su una lunghezza di almeno 21 km e una velocità di sollevamento recente pari a circa 1/3 rispetto a quella del segmento di Fiamignano. I movimenti di estensione orizzontale si sono realizzati con velocità leggermente inferiori rispetto alle loro componenti verticali (Мовекосо & Roberts, 2000).

Una possibile modalità di evoluzione del carsismo durante un sollevamento di questa entità è dimostrata dalla Grotta di Cittareale nei M. Sibillini meridionali, dove le esplorazioni speleologiche hanno rivelato una serie di "livelli" sub-orizzontali, a quote diverse, che probabilmente marcano la posizione di paleo-superfici piezometriche, in discontinuo abbassamento nel tempo. Nel caso della Grotta di Cittareale lo sviluppo dei "livelli" è connesso con l'afflusso di fluidi sulfurei altamente aggressio, situazione non riscontrata nel massiccio del Velino. A parte questa differenza, probabilmente importante, non vi sono motivi per ritenere che l'evoluzione del carsismo sotterraneo nel massiccio del Velino si sia realizzata in modo dissimile e, d'altra parte, lo stato attuale della conoscenza degli effettivi reticoli carsici ipogei dell'Appennino è ancora molto limitata.

Nell'area circostante questo settore di catena dalla fine del Pliocene ad oggi si individuano i bacini lacustri intramontani di Rieti e del Fucino. Lungo faglie bordiere i rilievi circostanti si sollevano, mentre i bacini si riempiono di sedimenti grossolani, conglomeratici, per spessori di centinaia di metri. L'origine delle depressioni intramontane è probabilmente da attribuire alla combinazione di movimenti estensionali e di movimenti trascorrenti (CANNATO ET ALII, 1994). Con la fine del Pleistocene inf. (700 mila anni fa) il bacino di Rieti viene colmato e inizia una deposizione di ambiente lacustre. Anche la valle del Flume Velino, che separa le montagne derivanti dalla deformazione della successione umbromarchigiana da quelle della piattaforma carbonatica, costituisce una depressione che nel corso del Quaternario viene colmata da decine di metri di depositi (Fig. 9); di conseguenza, il livello di base



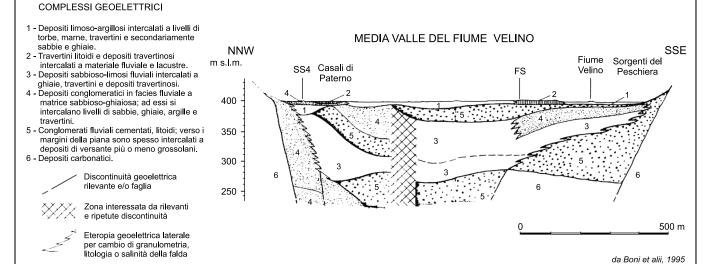


Figura 9 - Sezione geologica schematica attraverso la Media Valle del Fiume Velino, desunta dalla interpretazione di prospezioni geoelettriche (da Boni et alii, 1995).

dell'acquifero si deve essere innalzato, e i condotti carsici "di livello piezometrico" che potevano essersi sviluppati precedentemente, risulterebbero attualmente annegati nella zona freatica dell'acquifero. Il colmamento della valle potrebbe essere avvenuto troppo rapidamente per consentire in questo lasso di tempo l'ampliamento di nuove condotte di dimensioni penetrabili all'uomo.

# L'ETEROGENEITÀ DELLA CATENA E IL CARSISMO

Nella catena appenninica esistono forti diversità fra le diverse dorsali che si succedono dal Tirreno all'Adriatico, cioè nel verso della migrazione dell'onda orogenica. Ai grandi sovrascorrimenti che delimitano le diverse strutture sono sovrapposti sistemi di imponenti faglie normali progressivamente più recenti verso Est; solo nell'area adriatica più esterna la compressione è ancora attiva.

Una differenza immediatamente evidente è l'aumento della quota media dei rilievi procedendo dal Mar Tirreno verso l'Adriatico (ONORATI & POSCOLIERI, 1990):

- M. Ausoni-Aurunci circa 450 m M. Lepini 720 m;
- M. Cairo 710 m M. Simbruini-Ernici 1070 m:
- M. Sirente 1030 m M. Velino 1370 m;
- Maiella 1440 n

Ma esistono forti eterogeneità anche in termini di spessore crostale, flusso di calore, campo di stress, velocità di sollevamento e sismicità; queste grandi differenze influenzano fortemente le modalità di circolazione dei fluidi (GHISETTI ET ALII. 2000).

Rilevanti disparità sembrano riguardare anche il carsismo sotterraneo. Di seguito sono riportati il numero di grotte e lo sviluppo medio dei condotti sotterranei (riferiti all'insieme delle litofacies carbonatiche dal Dogger al Miocene), nei segmenti di catena sviluppati dal Tirreno verso Est (Fig. 8):

- Catena Tortoniana (M. Lepini-Ausoni-Aurunci): 740 grotte, 55 m/km²;
- Catena del Messiniano inf. (M. Simbruini-Ernici-Cairo-Maio): 260 grotte, 19 m/km²;
- Catena del Messiniano sup.—Pliocene inf. (M. Nuria-Velino-Cicolano-Carseolani-Marsica occidentale): 69 grotte, 12 m/km².

Il tratto inglobato in catena alla fine del Pliocene inf. (Maiella) è al di fuori dell'area di studio e non è stato analizzato; tuttavia, in base ad una conoscenza approssimativa del carsismo ipogeo di quell'area, si ritiene probabile che lo sviluppo medio dei condotti sia ancora più ridotto.

In conclusione, si constata che la tettonica e la carsificazione seguono cammini paralleli, con una forte influenza degli eventi tettonici sui processi carsici. Nell'Appennino centrale l'età dello sviluppo del carsismo diventa sempre più recente spostandosi dalle catene tirreniche a quelle adriatiche, con tutte le implicazioni che ciò comporta, legate anche alle variazioni climatiche (dalle condizioni subtropicali del Miocene alle cicliche glaciazioni del Quaternario).

Per quanto riguarda le grotte "ipogeniche", numericamente molto inferiori alle grotte "epigeniche", tutte le cavità carsiche conosciute sono situate in prossimità delle faglie bordiere

fra Pianura Pontina e dorsale dei Volsci, e nella Valle Latina a SW dei M. Simbruini-Ernici, mentre i fenomeni di questo tipo sono del tutto assenti nelle zone interne dei massicci. A oriente della catena del Messiniano inf. l'avanzamento verso Est dei processi di estensione non ha ancora permesso lo sviluppo di cavità osservabili associate a risalita di fluidi profondi.

# LA CATENA DERIVANTE DALLA DEFORMAZIONE DEI DOMINI DI BACINO

# IL LAZIO NORD-OCCIDENTALE E LA SABINA

Nel Burdigaliano sup. (intorno a 18 milioni di anni fa) la propagazione dell'orogenesi arriva a coinvolgere il M. Soratte. Nel Serravalliano (11,5-12 milioni di anni fa) vengono incorporati nella catena il M. Cosce, la zona NW della Sabina e altri settori a Nord dell'area di studio. Nel Messiniano inf. (6,4-6,8 milioni di anni fa) la migrazione del fronte della catena raggiunge i Monti Prenestini, Ruffi, fiburtini, Lucretili, Cornicolani, la Sabina e i Monti Sibillini. In tutti questi settori i calcari della paleopiattaforma (Calcare Massiccio), i sedimenti carbonatici di bacino (Corniola, Maiolica, Scaglia, ...) e di rampa carbonatica (calcareniti mioceniche) sono sepolti sotto una potente copertura silico-clastica.

Nel Messiniano (5-6 milioni di anni fa) l'area dell'alto Lazio e della Sabina è già tutta emersa e incisa da una rete idrografica (Fig. 10); sugli affioramenti carbonatici che vanno comparendo per erosione della copertura silico-clastica si sviluppa il fenomeno carsico. Alla fine del Messiniano-inizio Pliocene (5-5,5 milioni di anni fa) si riattiva "fuori sequenza" l'importante sistema di sovrascorrimento della linea Olèvano-Antrodoco-M. Sibillini che, tagliando obliquamente gli elementi strutturali originati nel corso di eventi deformativi precedenti, determina l'accavallamento verso Est della dorsale Sabina—M. Sibillini sul dominio di piattaforma carbonatica.

All'inizio del Pliocene inf. (intorno a 5 milioni di anni fa) si verifica una estesa trasgressione marina e nell'alto Lazio il mare penetra profondamente, occupando gran parte dell'area tolfetana. La dorsale calcarea del M. Soratte costituisce un'isola all'interno della fossa marina che poi costituirà il bacino del Tevere, mentre più ad Est il mare lambisce i rilievi della dorsale Amerino-Narnese e della Sabina. Intorno alla fine del Pliocene inf. (3,5 milioni di anni fa) l'area a Ovest del futuro bacino del Tevere (dorsale di Castell'Azzara—M. Razzano) si solleva, mentre il settore a Est (dorsale di Monte Cosce e Monti della Sabina) è probabilmente soggetto ad un limitato sprofondamento e il M. Soratte continua a costituire un'isola (Fig. 10) (AMBROSETTI ET ALII, 1978).

Intorno a 2 milioni di anni fa inizia la risalita di magmi lungo faglie distensive regionali nelle aree della Tolfa, dei Ceriti e di Manziana, dove vengono messi in posto domi ed ignimbriti.

All'inizio del Pleistocene (1,7 milioni di anni fa) il Tirreno raggiunge la sua massima estensione, fino a lambire le pendici delle catene ancora in sollevamento dei M. Lucretili, di Monte degli Elci e dei M. Sabini settentrionali. In questo periodo una successione marina si deposita ai piedi del M. Cosce e della Sabina, mentre nella valle del Torrente Aia i depositi fluviali si interdigitano con quelli marini. La paleo-linea di costa attualmente è riconoscibile, anche per la presenza di tipici fossili

di bivalvi litofagi, a quote di circa 350 m nel bacino del Torrente Aia fra i paesi di Vacone e Montagnola (M. Cosce). In questo stesso lasso di tempo sul M. Cosce, presso Montebuono, poco al di sotto della superficie piezometrica dovevano essere attivi e in ampliamento i condotti freatici del Buco del Pretaro, attraversati da acque con anomali tenori di soffuri di origine ipogenica. In base alla posizione attuale dei condotti carsici, si deduce che la paleo-superficie piezometrica doveva essere situata intorno a q. 350 m, cioè la stessa della paleo-linea di costa dell'inizio del Pleistocene. La successiva emersione definitiva dell'area potrebbe essere la causa della disattivazione dei condotti.

La linea di costa del Pleistocene inf. viene successivamente sbloccata da una importante dislocazione orientata N10°E, la faglia Sabina, che fra 1,5 e 0,5 milioni di anni fa avrebbe progressivamente rialzato il settore orientale (dorsale Sabina) portando la paleo-linea di costa fino alle quote attuali di 480-490 m, come testimoniano, nei pressi di Montasola, le brecce di pendio, i sedimenti salmastri e l'affioramento di lignite (ALFONSI ET ALII, 1991). Sulla dorsale Sabina è nota la grande "dolina" del Revòtano, con imbocco intorno a q. 500 m. E' possibile che, all'incirca nello stesso periodo in cui erano attivi i condotti freatici del Buco del Pretaro, si andasse formando anche la grande cavità sotterranea del Revòtano, all'intersezione fra un punto di iniezione di fluidi profondi e la superficie piezometrica (Fig. 11). Il sollevamento della Sabina avrebbe poi approfondito il livello di base (mare) e disattivato la cavità portandola alla quota attuale.

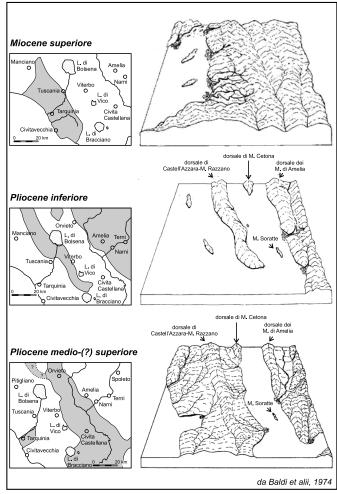


Figura 10 - Ricostruzioni paleogeografiche dell'Alto Lazio dal Miocene sup. al Pliocene sup. Nelle mappe a sinistra è indicata in grigio l'area occupata dal mare, ricostruita sulla base degli affioramenti e dei dati dei pozzetti geotermici (da Baldi et alii, 1974).

Nel Pleistocene inf. si determina poi un sollevamento generalizzato con graduale regressione del mare verso Sud, e tutta l'area progressivamente emerge. Il sollevamento causa la chiusura del bacino umbro con la formazione del grande "Lago Tiberino", nel quale si getta il Tevere, e del bacino lacustre di Civita Castellana, che doveva estendersi fin quasi alle pendici del M. Soratte (Fig. 10).

L'origine della Grotta di Santa Lucia si colloca temporalmente nel lungo periodo in cui il mare circonda le pendici del M. Soratte intorno all'attuale q. 440 m; è, infatti, questa la quota della volta di questa grande cavità sotterranea a forma di duomo, accidentalmente venuta alla luce pochi anni fa. All'interno, sotto q. 400 m, si trova un pozzo di grande diametro che forse convogliava le acque di miscelazione del circuito idrotermale verso la sommità della falda acquifera, in modo simile a quanto avviene nel Pozzo del Merro sui M. Cornicolani; analoga funzione avrebbero potuto avere i pozzi paralleli dei Meri, incanalando il flusso verso una grande cavità oggi scomparsa per erosione.

L'erosione marina e fluviale nei periodi di più prolungata stasi della posizione del livello del mare ha prodotto superfici pianeggianti, come quelle riconosciute sui M. Cornicolani alle attuali quote di circa 400 m (M. S. Angelo, Poggio Cesi, Montecelio), 250 m (versante NNW di M. S. Angelo, ingressione marina contrassegnata da fori di Litodomi probabilmente del Pliocene e Calabriano), 180 m (settore centrale dei M. Cornicolani) e 125-150 m (fori di Litodomi in località Immagine Lunga) (CASALE ET ALII, 1963). L'oscillazione del livello del mare nel corso dei cicli glaciali quaternari ha comportato la sovrapposizione di fenomenologie carsiche originate in tempi diversi.

Quindi, nello sviluppo del carsismo sotterraneo nelle rocce della successione umbro-sabina hanno avuto fondamentale importanza i fluidi profondi circolanti nel circuito idrotermale, spesso in assenza di relazioni dirette con i punti di ricarica esterna. Le cavità "epigeniche" sono relativamente poche e di dimensioni limitate; a tal proposito, è necessario ricordare che i calcari di bacino non sono stati soggetti a carsismo epigenico prima della loro esumazione, che la denudazione in molte aree è avvenuta solo in tempi recenti e che, infine, la frequente intercalazione di livelli argillosi e marnosi non ha favorito la percolazione profonda.

# L'AREA DI MONTE PRATO-MONTE LAGHETTO NEI MONTI SIBILLINI MERIDIONALI

Una situazione particolarmente interessante è stata studiata nei M. Sibillini meridionali, dove la scoperta della Grotta di Cittareale ha permesso di avanzare nuove ipotesi sull'evoluzione del carsismo appenninico in un contesto di forte sollevamento tettonico.

Le zone sommitali pianeggianti che si osservano spesso sui rilievi dell'Appennino sono interpretate come i resti di una antica unica superficie di spianamento dalla morfologia poco accidentata, dislocata a varie altezze da fenomeni tettonici successivi (DRAMIS, 1992). Anche il piano carsificato situato intorno a quota 1800 m fra M. Prato e M. Laghetto sembra possa appartenere a

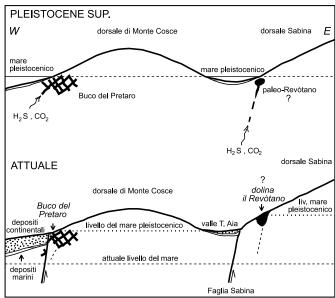


Figura 11 - Nel Pleistocene sup. il mare costeggiava le dorsali di M. Cosce e dei M. Sabini settentrionali; fluidi altamente mineralizzati risalivano da zone profonde e miscelandosi con le acque della falda superficiale allargavano rapidamente le fessure preesistenti nei calcari. Successivamente, l'arretramento del mare e la riattivazione della Faglia Sabina portavano a quote elevate i "blocchi" con le grotte pleistoceniche, disattivandole.

questa superficie, generatasi nel Pliocene inf. probabilmente in corrispondenza, o in vicinanza, del livello del mare

In quest'area, nel Pleistocene inf. si attivano faglie normali ad alto angolo che, nell'ambito di un generale sollevamento, dislocano la superficie pliocenica (COLTORTI & PIERUCONI, 2000). Il rigetto verticale delle faglie che, a partire da 1,1-1,2 milioni di anni fa, sollevano il "blocco" di M. Prato-M. Laghetto (inclusa la Grotta di Cittareale) rispetto al settore occidentale è stato stimato in 450 m (CALMITA ET ALII, 1995b), con una velocità media su lungo termine di 0,37-0,41 mm/anno (Pizzi & SCISCIANI, 2000). Con il sollevamento del "blocco" di M. Prato-M. Laghetto, il nucleo calcareo (Scaglia Rosata) dell'anticlinale di Valle San Rufo viene portato in affioramento (Fig. 12), dando impulso al flusso della falda freatica e avviando la formazione di condotti carsici. Nel tempo, come risposta al sollevamento tettonico e alla progressiva asportazione della copertura impermeabile per erosione, la posizione del livello di base fluviale cambia, abbassandosi di quota.

Nella Grotta di Cittareale il sollevamento appenninico è testimoniato dagli estesi "livelli" suborizzontali che si sviluppano a varie quote in un intervallo verticale di oltre 400 m, marcando paleosuperfici della falda acquifera, situate a quote decrescenti nel tempo in funzione soprattutto dell'entità dei sollevamenti. Considerando l'entità delle dislocazioni e l'abbassamento per erosione, e ipotizzando la costanza nel tempo della velocità di sollevamento, l'età di formazione dei condotti più antichi (cioè di quota più elevata) potrebbe risalire a 700-800 mila anni fa.

Come in quasi tutti i più estesi sistemi carsici scavati nella successione umbro-marchigianosabina dell'Appennino centrale, anche nella Grotta di Cittareale l'ampliamento dei condotti è legato alle reazioni di ossidazione dell'H.S presente nella falda freatica.

# LE DIFFERENZE DI CARSIFICAZIONE FRA LE LITOFACIES CARBONATICHE

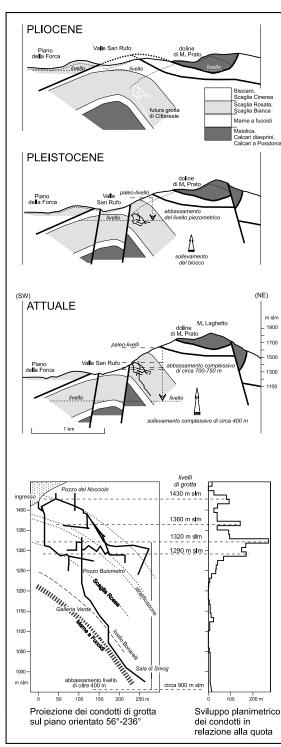
Come si è visto precedentemente per le litofacies carbonatiche della piattaforma lazialeabruzzese, la carsificazione dipende non solo dalle caratteristiche litologiche ma anche, e in modo importante, dall'evoluzione tettonica della regione, dal paleocarsismo e dall'eventuale azione di fluidi ipogenici fortemente aggressivi; anche altri fattori possono svolgere un ruolo importante, come si evidenzierà nella seconda parte di questo capitolo.

Tuttavia, sembra ugualmente interessante considerare i valori medi ottenuti per la carsificazione delle varie litofacies carbonatiche tipiche dell'area laziale (Fig. 8), assumendo che i dati disponibili, a scala regionale, siano effettivamente rappresentativi della reale carsificazione ipoqua.

- <u>Calcare Massiccio della paleo-piattaforma liassica</u> Affiora su una superficie di 233 km² al di sotto della successione di bacino umbro-marchigiano-sabina; si aprono in questa formazione 141 grotte con uno sviluppo complessivo di oltre 7 km di condotti, cioè 31 m per km² di affioramento.
- Successione umbro-marchigiano-sabina di bacino e transizione Le rocce più carsificabili (Corniola, Maiolica, Scaglia) affiorano su una superficie di 661 km²; si aprono in queste formazioni 88 grotte con uno sviluppo complessivo di 7 km di condotti, cioè 10 m per km² di affioramento. Fra queste formazioni, la più carsificata è la Scaglia, con uno sviluppo dei condotti di grado "medio" (16 m/km²). Le altre formazioni della successione, calcareo-marnose o argilloso-marnose, hanno una carsificazione da bassa a completamente assente.
- <u>Successione di piattaforma carbonatica interna laziale-abruzzese</u> Le litofacies di acque basse (n. 66, 63 e 55) affiorano su una superficie di 3072 km²; si aprono in queste formazioni 976 grotte con uno sviluppo complessivo di quasi 90 km di condotti, cioè 29 m per km² di affioramento. Complessivamente, risultano più carsificati i calcari del Cretacico sup. (35 m/km²).
- Calcari a Briozoi e Litotamni e calcareniti del Langhiano-Serravalliano Affiorano su una superficie di 469 km²; si aprono in questa formazione 110 grotte con uno sviluppo complessivo di 11 km di condotti, cioè 23 m per km² di affioramento. Tuttavia, si riscontrano significative differenze di carsificazione fra le calcareniti depositate sulle formazioni terrigene della Sabina (13 m/km²) e i calcari sovrapposti ai carbonati mesozoici di piattaforma (27 m/km²).

In conclusione, il Calcare Massiccio della paleo-piattaforma liassica, i calcari della piattaforma interna laziale-abruzzese e i sovrastanti calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene mostrano un analogo grado di carsificazione, che si è scelto di definire "elevato". Nei calcari del Miocene sovrapposti ai sedimenti di bacino i fenomeni carsici ipogei raggiungono un grado di carsificazione "medio", significativamente inferiore a quello dei depositi della piattaforma del Cretacico. Nei termini calcarei della Scaglia, Corniola e Maiolica, compresi nelle successioni di transizione e di bacino pelagico, il grado di carsificazione varia da "medio" a "basso", mentre nelle intercalazioni costituite dalle altre formazioni, prevalentemente marnose, la presenza di fenomeni carsici ipogei si riduce ulteriormente o si annulla del tutto.

Figura 12 - In alto: evoluzione del "blocco" di M. Prato-M. Laghetto nei Monti Sibillini meridionali dal Pliocene ad oggi, con l'attivazione di una faglia normale ad alto angolo che sblocca la superficie di spianamento pliocenica, e origine e sviluppo della Grotta di Cittareale. In basso a sinistra: sezione schematica della grotta. In basso a destra: sviluppo planimetrico dei condotti in relazione alla quota, con evidenziati i paleo-livelli piezometrici ipotizzati.



#### II Lazio Nord-occidentale

La strutturazione della falda toscana (Fig. 13) è successiva alla deposizione dei sedimenti torbiditici della formazione del "Macigno" (Oligocene medio-Miocene inf.), e nell'area laziale è forse riferibile al Burdigaliano sup. (intorno a 18 milioni di anni fa) (CIPOLLARI ET ALII, 1995), rappresentando l'evento più antico riconosciuto nella regione.

Nelle rocce calcaree mesozoiche affioranti nel Lazio sulla destra del Fiume Tevere, su una superficie complessiva di soli 8 km², sono note 26 grotte, 5 delle quali abbastanza estese. Tutte le formazioni calcaree presenti in affioramento sono ben carsificate, con sviluppo medio ampiamente superiore a 100 m di condotti per km² di affioramento (Fig. 14).

Grandi placche di travertino si stendono a lato di questi piccoli rilievi calcarei: la piastra di Canino (a Ovest del monte omonimo, mentre poco più a Nord si trova la piastra della Chiusa del Vescovo), le bancate di Santa Severa (intorno ai dossi calcarei del M. delle Fate), e numerosi affioramenti travertinosi a Nord e a Sud del M. Soratte. Altre bancate di travertino sono presenti in numerose località del Lazio Nord-occidentale. Nei travertini si aprono complessivamente una ventina di cavità (per un totale di oltre 2 km di condotti) incluse le più estese del Lazio relativamente a questo tipo litologico.

Da menzionare, infine, una piccola cavità nelle lave del vulcano di Vico, l'unica grotta lavica catastata nel Lazio.

# IL MONTE CANINO E I TRAVERTINI DEL FIUME FIORA

# LA "SPINA" CALCAREA DI MONTE CANINO

Il piccolo rilievo di M. Canino (432 m) presenta rocce calcaree in affioramento per un'estensione inferiore a 3 km². L'unica grotta esistente è il Pozzo di Monte Canino, profondo 25 m, che si apre nel Calcare Massiccio in prossimità della vetta (Fig. 14).

# LE PIASTRE DI TRAVERTINO DEL FIUME FIORA

L'area interessata dai depositi travertinosi di Canino e della Chiusa del Vescovo è compresa fra il F. Fiora a Ovest e i centri vulcanici di Latera e Bolsena a Est. Quest'ampia zona è ribassata tettonicamente dalla faglia lungo la quale è impostato un tratto del F. Fiora. Sulla riva destra (Ovest) del fiume affiora il basamento metamorfico triassico, costituito da filladi con livelli grafitici, stratificate e piegate.

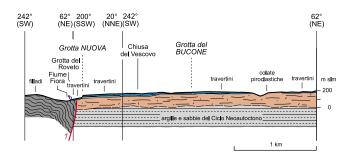


Figura 15 - Sezione geologica attraverso la piastra travertinosa della Chiusa del Vescovo e passante per il sistema carsico Bucone-Grotta Nuova.

La zona ribassata da faglie situata a Est del F. Fiora, costituita da un basamento di rocce carbonatiche della falda toscana che affiora solo nella piccola dorsale di M. Canino, è stata colmata da sedimenti neogenici e quaternari, e quindi coperta da materiali eruttati dal vulcano di Latera. I terreni vulcanici (ignimbriti, piroclastiti, lave) hanno ricoperto il substrato adattandosi e "congelando" la morfologia sottostante; lo spessore delle vulcaniti è quindi variabile da pochi metri fino a diverse centinaia di metri.

Successivamente alla messa in posto delle vulcaniti, la miscelazione di acque risalenti lungo faglie dall'acquifero carbonatico profondo con le acque circolanti nell'acquifero vulcanico superficiale ha originato la deposizione idrotermale di piastre di travertino arealmente molto estese, con spessori compresi fra pochi centimetri e 20-30 m (Cocozza, 1963). Attualmente, alcune piccole sorgenti termominerali sono poste sui bordi degli affioramenti travertinosi, come quella in località Bagno di Musignano sulle pendici Sud di M. Canino.

La formazione delle gallerie sotterranee in quest'area avviene per infiltrazione delle acque meteoriche in fessure del travertino, e successiva percolazione fino al contatto con i terreni vulcanici sottostanti (meno permeabili), dove le acque iniziano a scorrere nello spazio compreso fra le due superfici di contatto formando condotti che si ampliano rapidamente soprattutto per dissoluzione del carbonato di calcio. Quindi, le grotte sono tipicamente gallerie in lieve pendenza attraversate da corsi d'acqua, perenni o temporanei, che scorrono sul substrato di materiali piroclastici. L'ingresso, sia degli inghiottitoi che delle risorgenze, normalmente è un grande antro.

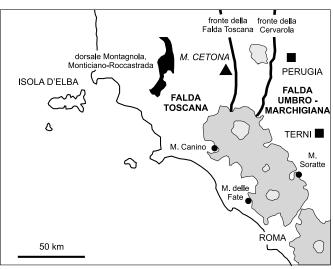
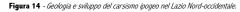
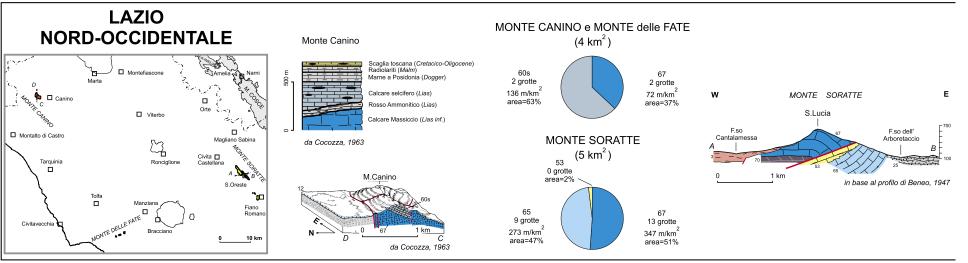


Figura 13 - La Falda Toscana si estende fino alla Toscana meridionale-Lazio settentrionale. Si individuano i fronti di accavallamento verso Est della "Falda Toscana" e della "Cervarola", sovrascorsa sulla serie umbra.





#### La piastra travertinosa della Chiusa del Vescovo

Il tavolato travertinoso della Chiusa del Vescovo, esteso 6 km², poggia nella parte orientale sopra le ultime propaggini della colata lavica della Selva del Lamone (messa in posto circa 160 mila anni fa), mentre a Sud termina sulla forra del Torrente Olpeta e a Ovest, presso Ponte S. Pietro, raggiunge il F. Fiora, inciso nelle filladi triassiche, sulle quali si appoggia l'ultimo lembo di travertini. In base ai risultati delle datazioni radiometriche, la placca di travertino della Chiusa del Vescovo si è depositata a partire da 63 mila anni fa (Taddeucc & Voltaggio, 1987).

Nel deposito travertinoso sono note 5 cavità carsiche ipogee, e fra queste l'importante sistema sotterraneo Bucone-Grotta Nuova, che drena una parte delle acque del pianoro.

La Grotta del Bucone (+2/-15, sviluppo 1065 m) è percorsa da un rio sotterraneo temporaneo, al quale si accede tramite due sfondamenti ("doline"); il tetto e le pareti della galleria sono costituiti da travertini in strati sub-orizzontali, mentre in alcuni punti del piano di calpestio è riconoscibile il materiale piroclastico (Fig. 15). La Grotta Nuova (+25/-11, sviluppo 603 m), nella quale scorrono perennemente le acque di infiltrazione del pianoro, è una lunga galleria sub-orizzontale a sezione squadrata, con alla base materiale piroclastico che affiora dal pavimento nel tratto terminale della grotta. E' probabile che le acque del Bucone confluiscano in quelle della Grotta Nuova; un tratto lungo meno di 500 m separa i punti estremi delle due grotte. Le acque della Grotta Nuova, tuttavia, non emergono direttamente all'esterno ma scompaiono fra i massi del salone d'ingresso, per ricomparire dopo circa 100 m nella piccola Grotta del Roveto, ed emergere da una modesta sorgente situata a poche decine di metri dal F. Fiora, nella quale le acque sorgive scorrono sulle filladi impermeabili.

## La piastra travertinosa di Canino

Il tavolato travertinoso di Canino affiora con continuità a Ovest di M. Canino su un'estensione di 60 km². I travertini sono spesso stratificati con leggera pendenza verso SW (Cocozza, 1963). In base alle datazioni radiometriche, la placca di travertino di Canino è più recente di quella della Chiusa del Vescovo, poiché l'inizio della precipitazione di CaCO, risale a circa 27 mila anni fa (Taddeucci & Voltaggio, 1987).

Sono riportate in catasto 11 grotte, di cui 9, di modeste dimensioni, nel comune di Canino e 2, le più interessanti (Grotta Misa e Grotta di Ponte Sodo), nel comune di Montalto di Castro.

La Grotta Misa (-24, sviluppo 119 m) è un inghiottitoio raramente attivo (drena un piccolissimo bacino), localizzato al contatto fra i travertini e i terreni vulcanici in una digitazione al bordo NW della grande piastra travertinosa, dove il banco di travertino ha uno spessore di una ventina di metri e una larghezza di soli 200 m.

Più a Sud il F. Fiora incide la colata lavica di Vulci (tefrite fonolitica), messa in posto 320 mila anni fa (MEIZELIN & VEZZOLI, 1983); la colata, emessa da fessure, ha colmato un antico alveo del F. Fiora fino alla confluenza con Fosso Timone, per uno spessore massimo di alcune decine di metri. Sopra la colata lavica appoggia il bordo SW del vasto deposito di travertini di Canino. Questi depositi sono stratificati, con livelli di spessore decimetrico o metrico in giacitura per lo più orizzontale costituiti da lamine di deposizione chimica con apporti terrigeni (sabbia di origine vulcanica, clasti delle rocce della falda toscana) (Sposato et al., 1993). Il Fosso Timone, affluente del Fiora, fiancheggia il bordo meridionale del pianoro travertinoso fino a raggiungere una digitazione del banco di travertino; qui il corso d'acqua si è aperto una via sotterranea nei travertini porosi e carsificabili, scavando la Grotta di Ponte Sodo (-15, sviluppo 80 m). L'acqua si inabissa nella grotta con una cascata di una dozzina di metri, raggiungendo la base del deposito di travertino fino ad incidere la lava. Il banco di travertino ha uno spessore di 20 m e una larghezza inferiore a 200 m. Sul lato opposto della piastra travertinosa il torrente riemerge da una condotta percorribile per una ventina di metri (Segre, 1948a).

## RIQUADRO 3 - "I TRAVERTINI"

I travertini sono tipici depositi continentali che nel Pleistocene-Olocene hanno estesamente interessato l'Appennino centrale; in figura 16 è riportata una mappa dei principali affioramenti di travertini nell'area laziale.

Queste rocce si depositano come incrostazioni di carbonato di calcio su strutture vegetali, nella maggior parte dei casi con successive fasi di cementazione che forniscono un carattere litoide più o meno poroso alla roccia. Il risultato finale può essere molto vario; i tipi litologici sono classificabili in due grandi raggruppamenti: i travertini "detritici", costituiti da frammenti di materiali incrostati, e i travertini che conservano le strutture vegetali nella loro posizione originaria (D'ARGENIO & FERRERI, 1988).

I travertini possono essere depositati da acque calde in condizioni di termalismo basso o da acque a temperatura prossima a quella dell'ambiente.

Nel Lazio, la deposizione dei travertini da acque termali è una conseguenza indiretta dell'intensa attività vulcanica che ha accompagnato e seguito l'estensione crostale dovuta alla formazione del bacino tirrenico, raggiungendo un massimo nel Pleistocene medio-sup. (LOCARDI ET ALII, 1977). I depositi di travertino, infatti, sono distribuiti soprattutto ai bordi dei principali distretti vulcanici, dove le acque dolci del circuito carsico relativamente superficiale (di composizione bicarbonatica) si miscelano con quelle che risalgono da un circuito più profondo (Fig. 17), di tipo termale e arricchite

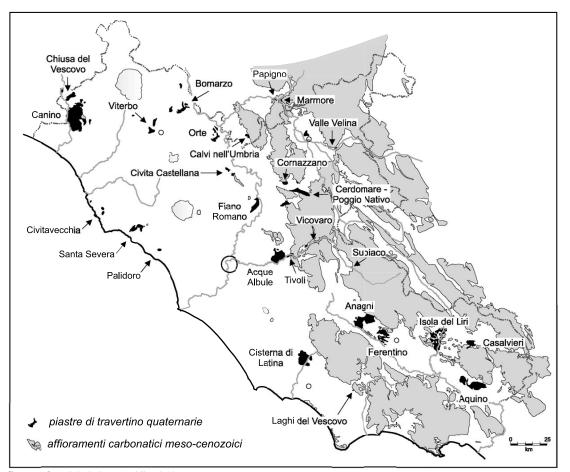


Figura 16 - Principali placche di travertino dell'area laziale.

in solfati e carbonato di calcio, probabilmente a causa della circolazione profonda nelle evaporiti triassiche e nei calcari mesozoici (βακβιεπι ετ αμι, 1979; Μαπτιλι & Pieπι, 1964; Сιρκιλι 1977, Ρενιτεςοτ & Τοκτοκα, 1989). Μανέκα ετ αμι (1976) hanno dimostrato, determinando i valori del rapporto isotopico <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C dei travertini (che possono fornire informazioni sulla natura della CO<sub>2</sub> presente nelle soluzioni da cui hanno tratto origine detti depositi), che molte piastre di travertino (per es, quelle delle Acque Albule, Canino, Cisterna di Latina e Fiano Romano) sono correlate con il processo di decarbonatazione in profondità delle unità mesozoiche, legato alla circolazione in profondità di fluidi chimicamente aggressivi. La risalita dei fluidi avviene spesso attraverso faglie nelle zone di taglio o di trascorrenza. La forma di questi depositi di travertino è tipicamente tabulare, l'estensione può anche essere notevole (nel Lazio la piastra più estesa è quella di Canino che raggiunge i 60 km²) mentre gli spessori sono molto ridotti, nella maggioranza dei casi pochi metri e raramente più di qualche decina di metri

La deposizione di travertino da acque a temperatura prossima a quella dell'ambiente può essere originata in corrispondenza di cascate, come conseguenza dei processi di nebulizzazione e successiva evaporazione delle minute goccioline d'acqua che nella caduta depositano sottili veli di carbonato di calcio sulle pareti dove vanno a cadere. Questi depositi "spugnosi" ricoprono altri corritavertinosi con forte discordanza e creano e mantengono forti dislivelli, con raccordi anche verticali (per es., travertini della cascata delle Marmore, travertini di Tivoli-Ponte Lucano). Se l'ambiente di deposizione è caratterizzato da piccoli dislivelli verticali si sviluppano forme a gradoni con sistemi di vasche. Al diminuire della pendenza i depositi travertinosi assumono forma tabulare con stratificazione a basso angolo, che segue quella del pendio (D'ARGENIO & FERRERI, 1988).

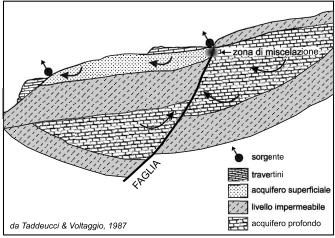


Figura 17 - Modello della circolazione idrogeologica in corrispondenza delle piastre travertinose del Fiume Fiora. I fluidi dell'acquifero carbonatico profondo risalgono lungo la faglia e si miscelano con le acque dell'acquifero superficiale costituito dai prodotti vulcanici (da Taddeucci & Voltaggio, 1987).

Nei depositi di travertino dell'area considerata nel presente studio sono conosciute ben 110 qrotte, per quasi 5 km complessivi di condotti ipoqei.

#### I MONTI DELLA TOLFA

### IL MONTE DELLE FATE

Nella Tuscia affiorano tre piccoli dossi calcarei che nell'insieme coprono una superficie inferiore a 1 km². In quest'area sono conosciute 3 grotte, con uno sviluppo complessivo dei condotti inferiore a 400 m. Il carsismo ipogeo interessa sia il Calcare Massiccio, con una piccola grotta in uno dei dossi minori, che i Calcari Selciferi.

Nel più grande dei tre dossi, il M. delle Fate (396 m), si trova la Grotta Patrizi (-47, sviluppo 260 m), scavata nel calcare selcifero ben stratificato (litofacies 60s). Questa formazione affiora in continuità stratigrafica sopra il Calcare Massiccio e ha una potenza compresa fra un massimo di 150 m nel versante occidentale di M. delle Fate e circa 50 m nel versante orientale (FAZZINI ET ALII, 1972).

La Grotta Patrizi si sviluppa con condotti in parte freatici e in parte vadosi, seguendo apparentemente la pendenza della stratificazione, inclinata di 30-35°; tuttavia, sono pochi i tratti in interstrato mentre più spesso i condotti risultano impostati su faglie e fratture sub-verticali. La temperatura media interna è di 18-20°C in estate e di 20-22°C in inverno, valori più elevati della media annuale esterna. All'interno sono state osservate risalite ritmiche di aria calda, con temperature generalmente di 26-27°C e punte massime fino a 31°C (AGOSTINI ET ALII, 1981). Nella grotta sono presenti alcune fratture beanti con riempimenti filoniani di fluorite e di calcite spatica in grossi cristalli, concrezioni mammellonari di calcite con bande di ossidazione ed elevato contenuto di barite. Lungo una frattura si trovano fiori di gesso ormai molto degradati; è stata rinvenuta anche una concrezione a nucleo calcitico concentrico parzialmente avvolta da grossi cristalli di gesso (AGOSTINI ET ALII, 1981).

Nelle vicinanze di questa cavità si apre la Grotta dei Serpenti (-10 m), una stretta fenditura con temperatura interna di circa 30°C dalla quale escono vapori caldi (SEGRE, 1948a). Le acque del M. delle Fate e del vicino dosso calcareo di località il Casone riemergono dalla sorgente Acqua Calda, situata sul borde del dosso a 1,4 km di distanza dalla Grotta Patrizi (il cui fondo è prossimo al livello di falda). Si tratta di una sorgente termominerale che lascia incrostazioni travertinose, con temperatura dell'acqua di 45°C ed elevato tenore in H.S e CO. (CAMPONESCH & NOLSCO, 1978-86).

L'elevata temperatura interna della grotta, la presenza contemporanea di minerali tipici dell'ambiente carsico idrotermale, le sorgenti sulfuree e termali e i depositi travertinosi, sono elementi caratteristici che fanno ritenere probabile un'origine della grotta dovuta a fenomeni ipogenici (Dublyansky, 1997; vedi riquadro "grotte epigeniche e grotte ipogeniche").

## RIQUADRO 4 - "GROTTE EPIGENICHE E GROTTE IPOGENICHE DEL LAZIO"

Nei settori interni degli acquiferi dei massicci carbonatici del Lazio le acque di falda hanno la mineralizzazione bicarbonato-calcica tipica delle acque carsiche. In questi settori si sviluppano le grotte "epigeniche", cioè le grotte formate in conseguenza dell'infiltrazione delle acque piovanne nell'area sovrastante o comunque "vicina" alle grotte stesse, e della circolazione di queste acque nei vuoti presenti nel sottosuolo, con meccanismi di dissoluzione del calcare "normali", cioè in cui l'agente carsificante è l'acqua arricchita della CO, che deriva dall'atmosfera e dal suolo (Кимнои, 2000b).

In alcune zone perimetrali dei massicci carbonatici del Lazio, prevalentemente sui bordi sbloccati da zone di taglio recenti (Faccenna, 1994) o all'intersezione fra zone di frattura, le acque di falda presentano caratteristiche chimico-fisiche diverse da quelle tipiche delle aree carsiche, con valori più elevati di salinità, di contenuto gassoso e talvolta anche di temperatura. Queste differenze sono imputate all'esistenza di un circuito idrotermale che determina la risalita di fluidi da zone profonde lungo le lacerazioni crostali. Il chimismo delle acque delle sorgenti di queste zone è, quindi, il risultato della miscelazione delle acque del circuito carsico (a bassa mineralizzazione, di tipo bicarbonato-calicia) con quelle del circuito idrotermale (ad elevata mineralizzazione, ricche, oltre che di CO<sub>2</sub>, sodio e cloruri, anche di H.S) (Bon Et All., 1980).

L'acido carbonico, agente principale della dissoluzione del calcare negli ambienti epigenici, è quindi fondamentale anche per la formazione delle cavità ipogeniche, anche se l'origine dell'acidità è diversa. La  $\rm CO_2$  dei fluidi profondi può essere generata da processi ignei (nel Lazio, un'intensa attività vulcanica ha accompagnato e seguito l'estensione crostale dovuta alla formazione del bacino tirrenico, raggiungendo un massimo nel Pleistocene medio-sup.), dal termo-metamorfismo dei carbonati, e dalla degradazione termica e ossidazione di composti organici presenti in profondità operata da ossidanti minerali (processo possibile, per esempio, nei campi petroliferi: al riguardo sono da ricordare le manifestazioni petrolifere e asfaltifere situate nella provincia di Frosinone). Rispetto alle ambientazioni superficiali, nelle ambientazioni profonde la pressione parziale iniziale di  $\rm CO_2$  può raggiungere valori molto elevati; inoltre, essa è distribuita molto meno uniformemente, poiché si concentra lungo le vie di fuga preferenziali ( $\rm KLIMCHOUK$ , 2000b).

La presenza di H.S nel Lazio è di origine sia sedimentaria che magmatica. Lo zolfo di

origine sedimentaria sembra imputabile all'attraversamento, durante la risalita dei fluidi idrotermali lungo le fratture, degli orizzonti evaporitici di età triassica sottostanti alla pila di sedimenti carbonatici, non in affioramento nel Lazio ma rinvenuti in sondaggi profondi (Martinis & Pieri, 1964). Nel corso della risalita i fluidi acidi e caldi provenienti da zone profonde mobiliterebbero i solfati degli orizzonti evaporitici, producendo H<sub>2</sub>S (Zuppi et alli, 1974; Boni et alli, 1980). Indagini svolte nell'area di Frasassi, nell'Appennino umbro-marchigiano, indicano però come possibilità più probabile, rispetto alle fenomenologie termali, il dilavamento delle formazioni evaporitiche da parte di acque meteoriche infiltratesi in profondità per l'alta permeabilità delle rocce, mancando nell'area indicatori di idrotermalismo (Taziou et alli, 1990; Sighinolei, 1990). Per quanto riguarda lo zolfo di origine magmatica, il ruolo dei magmi è duplice: 1) forniscono calore e specie chimiche che, interagendo con le formazioni confinanti, possono rimobilizzare lo zolfo sedimentario; 2) rilasciano specie contenenti zolfo primario (Cavarretta & Lonbarro, 1992).

Le grotte "ipogeniche" si formano sia nelle ambientazioni profonde in cui circolano solo fluidi idrotermali, sia nelle zone più alte delle falde acquifere dove si miscelano le acque del circuito carsico "superficiale" e quelle del circuito idrotermale profondo. Nel secondo caso, le grotte sono formate da acque la cui aggressività si è prodotta in profondità in modo indipendente rispetto alla CO<sub>2</sub> della superficie o del suolo o da altre sorgenti di acido prossime alla superficie, e possono quindi essere definite ipoqeniche (PAMER, 2000).

Il carsismo idrotermale produce una varietà di morfologie di grotta, generalmente prive di dirette relazioni genetiche con la superficie esterna; quindi, il rinvenimento di una grotta ipogenica normalmente è possibile solo dopo il sollevamento tettonico del "blocco" che la contiene e l'asportazione per erosione della roccia incassante (Dublyansky, 2000b). Grotte ipogeniche sono state già riconosciute in diverse aree carsiche italiane (per es., Cucchi & Forti, 1990; Galdenzi & Menichetti, 1995).

Tuttavia, i riferimenti alle grotte ipogeniche del Lazio sono molto limitati; in questo volume si avanzano delle ipotesi sullo sviluppo delle grotte correlate con la risalita di fluidi profondi nella nostra regione, proponendo l'attribuzione di alcune morfologie a questa origine, e in particolare: a) grandi cavità isolate, costituite da un singolo salone (vedi riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei"); b) grotte freatiche labirintiche, con piccole sale a cupola e frequente anastomosi dei passaggi (per es., il Buco del Pretaro sul M. Cosce); c) grotte di fessura, impostate su fratture tettoniche in corrispondenza

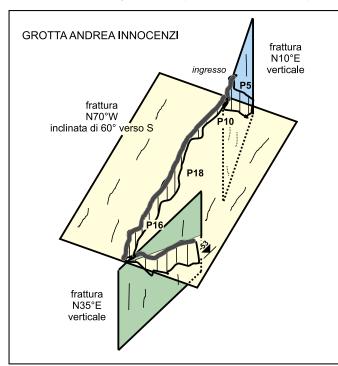


Figura 18 - La Grotta Innocenzi è impostata su tre fratture. Il tratto intermedio, che sviluppa un dislivello di 50 m con una serie di salti, segue una frattura inclinata di 60°, la cui superficie costituisce la parete di tetto del condotto; la stratificazione, nel Calcare Massiccio, non è distinguibile.

della falda sulfurea (per es., la Grotta di Fiume Coperto sui M. Lepini)

## I TRAVERTINI DI SANTA SEVERA

Pochi chilometri a ENE di Santa Severa si trovano due piastre di travertino piuttosto estese, con superficie complessiva di quasi 5 km²: la placca di Pian Sultano e quella di Bagni, quest'ultima depositata intorno ai dossi calcarei del Casone e di Bagni.

I depositi, che localmente raggiungono spessori anche di qualche decina di metri, poggiano su terreni fliscioidi o, in prossimità dei dossi, sui calcari mesozoici (MANFRA ET ALII, 1976). L'area sembra essere localizzata all'intersezione di importanti faglie, presumibili vie di risalita delle acque mineralizzate di origine endogena, legate al locale vulcanesimo plio-quaternario (Negretti & Morbidella). Le manifestazioni idrotermali all'interno della placca sono rappresentate dalla piccola sorgente termominerale Acqua Calda, di cui si è parlato precedentemente.

Le conoscenze attuali del fenomeno carsico ipogeo sono limitate a due piccole cavità a scivolo (6-7 m di profondità), situate nella piastra di Pian Sultano.

# RIQUADRO 5 — "LE GROTTE NEI TERRENI VULCANICI" (DA G. CAPPA, 2000)

I terreni vulcanici costituiscono quasi il 40% della superficie della regione e comprendono sia formazioni laviche che sedimenti piroclastici o idromagmatici. In queste rocce non si sviluppano fenomeni carsici veri ma si osserva la presenza di "pseudo-carsismo". Le formazioni laviche possono contenere cavità naturali (chiamate gallerie di scorrimento lavico), in cui la fuoriuscita della dau ancora fluida ha lasciato lunghi condotti vuoti, ma queste cavità, che si formano dove le lave sono particolarmente fluide, nel Lazio non sono presenti; cavità si generano anche nei camini lavici, per effetto del ritiro verso il basso (per raffreddamento della colonna eruttiva e/o subsidenza della camera magmatica) che determina lo svuotamento dell'ultimo tratto in alto: nel Lazio esiste soltanto una cavità di questo tipo (il Pozzo del Diavolo al Lago di Vico).

I sedimenti vulcanici non danno luogo a cavità, se si eccettuano alcuni modesti anfratti dovuti ad erosione fluviale e/o meteorica alla base di pareti verticali ed alla creazione di vacui "tettonici" dovuti alla fratturazione e cedimento gravitativo in prossimità delle stesse pareti verticali.

A dire il vero è stata osservata in varie parti del Lazio la presenza di condotti a sezione paracircolare, analoghi a quelli definiti "freatici" nelle grotte carsiche, di diametro tuttavia assai ridotto (2-3 decimetri); essi sono la traccia di antichi scorrimenti idrici in pressione nelle formazioni cineritiche o idromagmatiche. Alcuni presentano anche successive sottoescavazioni di tipo "vadoso", ma tutti sono risultati comunque impenetrabili per l'uomo.

Un altro fenomeno che, per così dire, avvicina le forme sotterranee del vulcanico a quelle delle grotte carsiche è osservabile nei condotti di bonifica, scavati in epoca etrusca o romana e rimasti da allora in funzione per buoni 2000 anni; essi sono molto numerosi nella Tuscia e nei Castelli Romani. Il continuo scorrere dell'acqua ha prodotto sottoescavazioni che arrivano persino ad una profondità di 6 m: il condotto scavatosi in modo naturale è in certi casi addirittura ben più grande di quello artificiale niziale e presenta meandri, marmitte e altre morfologie di dettaglio tipiche delle grotte naturali, là dove anche esse non sono scavate tanto da un'azione chimica "carsogena" sensu-strictu, quanto dall'erosione meccanica fluviale.

## LE LAVE DI MONTE VENERE SUL VULCANO DI VICO

Le eruzioni del vulcano vicano hanno avuto inizio circa 800 mila anni fa per concludersi 90 mila anni fa con l'edificazione di M. Venere. L'apparato centrale, il vulcano di Vico, è un tipico stratovulcano con la parte terminale troncata verso Sud da una caldera eccentrica (DE RTA, 1993). Dal fondo della caldera si innalza un apparato secondario, il vulcano di M. Venere, nel quale si trova l'unica grotta lavica di un certo interesse del Lazio.

Il Pozzo del Diavolo (-13 m, volume circa 2 mila m³) è una camera di crollo nella lava tefritica situata sulla sommità dell'apparato di M. Venere. I crolli, attraverso la fitta fessurazione della lava, si spiegano forse con la presenza di un sottostante camino lavico parzialmente svuotato dal ritiro della colonna lavica terminale del cavo vulcanico. La cavità si sarebbe ampliata per crolli successivi, riducendo l'altezza del vacuo residuale, spostatosi progressivamente verso l'alto (CAPPA, 1996).

#### ALTRI AFFIORAMENTI DI TRAVERTINO, CONGLOMERATI E TUFI

Nel Lazio Nord-occidentale sono numerosi gli affioramenti di travertino di origine idrotermale, oltre a quelli citati precedentemente e prossimi agli affioramenti calcarei di M. Canino, M. delle Fate e M. Soratte. Una descrizione di guesti affioramenti è riportata in MANFRA ET ALII (1976).

In particolare, segnaliamo le placche travertinose presso Viterbo (potenti pochi metri), le bancate di Bomarzo, i depositi di Orte (affioranti in numerose piccole placche) e quelli presenti nei dintorni di Civitavecchia (in particolare i piccoli affioramenti potenti pochi metri di Ficoncella, Bagni di

38

Traiano e i Montirozzi, depositati nell'Olocene e ancora attivi).

Presso Palidoro si trova una piccola placca separata in due settori dall'incisione dell'attuale Fosso delle Cadute; a differenza degli altri depositi citati, questi travertini sarebbero originati dalla deposizione fluvio-lacustre, per colmamento di una depressione con profondità anche superiore a 10 m.

Le uniche cavità catastate sono 3 grotte, lunghe 30-40 m ciascuna, presenti nell'area di Bomarzo, in prossimità della confluenza del Torrente Vezza nel Tevere, dove i travertini, depositati nell'Olocene all'interno di una depressione strutturale, poggiano prevalentemente su tufi "travertinizzati" negli strati superiori. Dalle informazioni disponibili risulta che queste grotte si aprono fra i travertini, i tufi e i materiali detritici travertinosi.

Infine, alcune piccole grotte naturali si aprono nei terreni argilloso-conglomeratici e tufaceo-conglomeratici del Lazio Nord-occidentale, nei pressi di Acquapendente, Tarquinia e Civita Castellana.

#### IL MONTE SORATTE

La dorsale calcarea di M. Soratte (693 m) emerge bruscamente dall'area circostante a morfologia dolce, costituita da una coltre di sedimenti argilloso-sabbiosi e vulcaniti. Il rilievo si estende per una lunghezza di circa 6 km lungo l'asse principale diretto NW-SE, con una larghezza massima di 1.5 km; l'estensione areale è di quasi 5 km².

La struttura della dorsale (Fig. 14) è data da almeno due scaglie tettoniche sovrapposte, costituite prevalentemente da Calcare Massiccio, a loro volta poggianti su una terza scaglia, della quale emerge solo la sommità in alcuni piccoli e discontinui affioramenti a SE della dorsale principale (Beneo, 1947: Bortolani & Carugno. 1979).

La scaglia superiore ("di M. Soratte"), che comprende la cresta della dorsale, è accavallata verso NE sulla seconda scaglia ("di Sant'Oreste"). Il piano di scivolamento verso NE è impostato nella formazione marnosa della Scaglia eocenica (che ha svolto funzioni di lubrificante) situata a tetto della seconda unità. Analogamente, fra la scaglia tettonica intermedia di Sant'Oreste e l'unità basale (scaglia "di M. Piccolo"), si interpone la formazione della Scaglia del Turoniano. I piani di sovrascorrimento impostati su formazioni a permeabilità inferiore (come la Scaglia rispetto al Calcare Massiccio), limitano le possibilità di collegamento idraulico fra le singole scaglie, che possono però essere connesse attraverso le eventuali faolie distensive successive ai sovrascorrimenti.

Sul M. Soratte sono note 22 grotte, con uno sviluppo spaziale complessivo dei condotti di 1,5 km.
L'UNITÀ TETTONICA "DI MONTE SORATTE"

E' costituita quasi interamente da Calcare Massiccio, nel quale si aprono tutte le 13 grotte note al catasto, per complessivi circa 850 m di condotti esplorati. Questo notevole sviluppo del carsismo sotterraneo, considerata la ristrettezza dell'affioramento, mal si spiega con l'attuale idrografia di superficie, caratterizzata dalla notevole acclività dei versanti e dall'assenza di qualsiasi bacino di raccolta (Pasouni, 1963a).

In prossimità della cresta sommitale si aprono l'Abisso Erebus (-115 m) e la Grotta Innocenzi (-53 m), entrambe interamente impostate su fratture inclinate (Fig. 18). Fra le cavità minori sono da ricordare alcune bocche che emettono aria calda in tutto l'arco dell'anno, analogamente a quanto descritto per la Fossavota nei M. Cornicolani.

Sul fianco orientale della montagna gli strati si inclinano fino a 40° in prossimità della evidente superficie di sovrascorrimento che taglia a mezza costa il versante orientale della dorsale. In prossimità del fronte di sovrascorrimento si trova la cavità più interessante del M. Soratte, la Grotta di Santa Lucia (+15/-105 m), venuta alla luce nel 1967 durante i lavori di estrazione all'interno di una cava, per il crollo del diaframma roccioso che separava la superficie topografica dalla volta di un grande vacuo ipogeo. Dato il breve periodo trascorso dall'apertura, l'ambiente sotterraneo presenta ancora ben conservate le caratteristiche precedenti al crollo. Si tratta di una grande caverna, scavata nel Calcare Massiccio, con una volta a cupola alta una cinquantina di metri (si entra solo dal foro nella volta) e pianta ovoidale di 55x90 m, per un volume dell'ambiente di circa 90 mila m³ e rapporto volume/lunghezza di circa 1600 m³/m. Verso il basso la cavità prosegue con un grande pozzo cilindrico di sezione circolare del diametro di 25 m, profondo 60 m fino ad un pavimento di blocchi e detrito. Da un lato del grande salone si immette un "camino" le cui pareti sono a tratti coperte da crostoni di gesso (P. Dalmiglio, com. pers.). Esternamente non si osservano indizi che giustifichino la presenza del grande ambiente sotterraneo (per esempio, accenni di doline).

Come si vedrà anche più avanti, le grandi cavità carsiche a cielo aperto sono morfologie tipiche del Lazio, e la Grotta di S. Lucia ne rappresenta un notevole esempio, relativamente allo stadio evolutivo immediatamente precedente al crollo naturale della volta. Nel riquadro dedicato ai "grandi ambienti" sotterranei sono riportate le motivazioni che spingono a ritenere che l'origine di queste cavità abbia luogo in corrispondenza o poco al di sotto della superficie piezometrica e sia legata alla risalita da zone profonde di fluidi ricchi di CO<sub>2</sub> e H.S.

Per quanto riguarda in particolare il M. Śoratte, la risalita dei fluidi ipogenici dovrebbe essere avvenuta attraverso le faglie della zona di taglio che si sviluppa dalla dorsale verso Sud per una

quindicina di chilometri, interessando anche i depositi vulcanici e sedimentari del Pleistocene medio (FACCENNA, 1994). Attualmente il fondo della Grotta di S. Lucia si trova a q. 335 m, molto più in alto della falda idrica, le cui emergenze (sulfuree) sono probabilmente localizzate verso Sud seguendo la zona di taglio (sorgenti lineari a quote di circa 30 m, poco superiori al livello del F. Tevere).

#### RIQUADRO 6 - "I GRANDI AMBIENTI CARSICI SOTTERRANEI"

Modalità di formazione delle grandi sale sotterranee

La formazione di vacui sotterranei di grandi dimensioni può essere dovuta a meccanismi diversi.

Nelle grotte scavate nei calcari, grandi sale sotterranee sono spesso localizzate in corrispondenza della congiunzione fra due gallerie percorse da torrenti, dove l'erosione alla base delle pareti produce ripetuti crolli della roccia sovrastante, e quindi l'ampliamento laterale e verso l'alto della sala. Il torrente che percorre la galleria deve contemporaneamente essere in grado di asportare gran parte dei detriti crollati, rimuovendoli come particelle in sospensione e in soluzione, permettendo così ai vuoti di mantenersi aperti (Foro & Williams, 1989). Un esempio di ambiente "fossile" di questo tipo nel Lazio può essere rappresentato dal salone "Kilauea" nella Grotta degli Urli (10x50 m, altezza 6 m).

In grotte percorse da torrenti periodicamente impetuosi la presenza di grandi sale immediatamente precedenti passaggi di ridotte dimensioni, può essere spiegata dell'allagamento del condotto a monte del restringimento per la forte risalita del livello dell'acqua durante le piene (PALMER, 1972). Come esempio, si veda quanto riportato per gli inghiottitoi dei M. Carseolani, dove i saloni che precedono i sifoni "terminali" hanno lunghezze di 80-100 m, larghezze di 12-20 m e altezze di 15-20 m.

L'evoluzione multifase di un sistema carsico sotterraneo può portare alla sovrapposizione di

vacui, che per crolli successivi si ampliano creando un grande ambiente unico. Potrebbe essere questa l'origine del salone "La Nuova Atlantide" (30x10 m, altezza 50 m) nell'inghiotitioio di Campo di Caccia, attraversato da un torrente e con grandi gallerie fossili occhieggianti in alto sulle pareti.

Molte delle più vaste sale sotterranee nel mondo, comunque, sono scavate in rocce impermeabili (marne, argilliti) al di sotto di un soffitto calcareo. Il meccanismo di formazione sembra essere spiegabile con l'afflusso di notevoli quantità d'acqua in corrispondenza del livello erodibile, che viene progressivamente asportato lasciando uno spazio vuoto. Successivamente si verificano crolli riudi di blocchi calcarei dalla volta, che vanno a ricoprire le rocce impermeabili costituenti la base della sala, talvolta nascondendole completamente. La stabilità di questi grandi ambienti è spesso legata alla presenza di importanti discontinuità (faglie) (Giua, 1984). Nel Lazio è di questo tipo la vasta sala che costituisce la Grotta di Colle Cantocchio (circa 50x100 m, altezza media 2-3 m).

Un'altra modalità di escavazione di grandi sale sotterranee si realizza grazie all'azione di acque idrotermali e/o sulfuree ("ipogeniche"), come si ritiene sia avvenuto per la celebre Carlsbad Big Room negli USA, che ha un volume di oltre 1 milione di metri cubi (Ford & Williams, 1989; Hill, 1990). Questa tipologia di cavità è di particolare interesse nell'area laziale; ai meccanismi di formazione di questi ambienti è dedicato il paragrafo successivo di questo riquadro.

Modalità di formazione delle grandi sale sotterranee per azione di acque sulfuree

L'acido solfidrico disciolto (H<sub>2</sub>S), originato principalmente per riduzione dei solfati, è un acido debole in grado di sciogliere i carbonati. La dissoluzione operata da questo acido è probabilmente il processo speleogenetico più importante negli ambienti anossici profondi, dove la possibilità di creare grandi cavità è legata alla "rigenerazione" della capacità di dissoluzione; ciò può avvenire

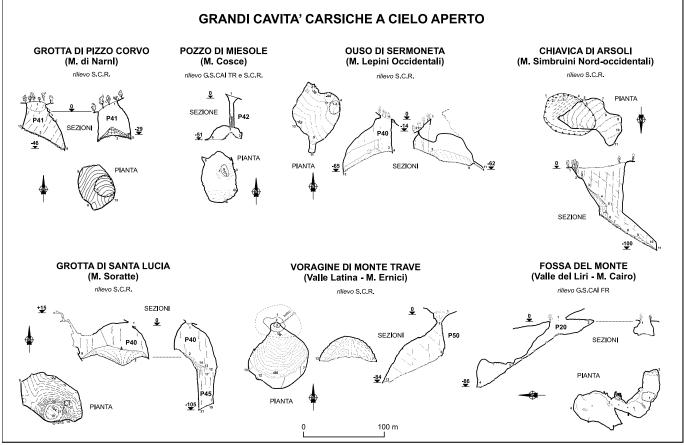


Figura 19 - Rilievi topografici di alcune delle "grandi cavità carsiche a cielo aperto" dell'area laziale.

La dissoluzione, però, è molto più pronunciata se le acque con H<sub>2</sub>S entrano in contatto con quelle della falda superficiale. Infatti, durante la risalita del fluido nella frattura, l'acido solfidrico rimane allo stato ridotto finché, approssimandosi alla superficie piezometrica, il fluido si miscela con le acque di provenienza meteorica esterna, ricche di ossigeno. Nel corso della miscelazione l'acido solfidrico si trasforma in acido solforico (HILL, 1990):

L'acido solforico è fortemente aggressivo e reagisce con le pareti calcaree: HSO\_+H++CaCO\_+2H\_0=Ca<sup>2+</sup>+SO\_2+3H\_0+CO\_

Quindi, la maggior parte della dissoluzione è operata dall'acido solforico e ha luogo in prossimità della superficie freatica, a meno che la miscelazione fra le acque del circuito profondo e del circuito carsico non avvenga a profondità maggiori. Inoltre, l'ossidazione dell'H,S rilascia energia chimica in grado di produrre in situ materia organica, utilizzata da batteri chemioautotrofici; l'attività metabolica dei batteri, che determina una ulteriore ossidazione dell'H,S, contribuisce significativamente alla corrosione carsica presso la superficie della falda freatica (GALDENZI Ó SABEU, 2000).

Fra i prodotti più caratteristici di questo meccanismo genetico sono da ricordare i depositi gessosi, che possono formare accumuli anche molto potenti, soprattutto negli ambienti aerati in diretto contatto con la falda sulfurea per l'interazione delle esalazioni sulfuree con l'ossigeno atmosferico e le pareti calcaree (per es., vedi Grotta di Fiume Coperto, nei M. Lepini). L'eventuale residuo argilloso, non solubile, presente nel calcare si dovrebbe depositare sul pavimento dell'ambiente che si va ampliando, proteggendolo dall'azione aggressiva dell'acqua sulfurea. Infatti, nei casi osservati da HILL (1990) le pareti delle grandi sale terminano bruscamente su un piano orizzontale. Sul pavimento della sala potrebbe essere riconoscibile il condotto lungo il quale è risalito il fluido, cioè la frattura ampliata nella zona di ossidazione.

Questi grandi vuoti carsici avrebbero, in origine, una forma a duomo poco influenzata da crolli, che si produrrebbe intorno al punto di iniezione del fluido ipogenico; allontanandosi da questo

40

piastra di travertino auaternaria di origine almeno in parte affioramento carbonatico (B) meso-cenozoico acqua solfurea sorgente solfurea cvt >\_ il Catino grande cavità carsica Grotta di a cialo aparto possibili cavità  $\triangle$ ipogeniche "doline" di emilo il Merro giacimento di Pozzo Sventatore Cavità d. Élefante alb

Figura 20 - Carta delle manifestazioni sulfuree e idrotermali dell'area laziale e ubicazione delle presunte cavità ipogeniche.

punto l'acido verrebbe rapidamente neutralizzato (HILL, 1990). Esempi di sale il cui ampliamento è attribuito a queste modalità sono stati descritti in molte località del mondo. Talvolta le grotte idrotermali e/o sulfuree sono composte esclusivamente da una o più grandi sale dalla tipica forma a duomo, con nicchie e cupole sulla volta. Queste sale hanno lunghezze spesso superiori a 100 m e altezze di 80 m o più e il loro volume specifico (volume/lunghezza del vacuo) è tipicamente maggiore di 100 m³/m (Dublyansky, 2000b). La localizzazione delle sale ipogeniche, spesso isolate rispetto al reticolo carsico, rifletterebbe quella dei particolari punti di iniezione di acido solfidrico in prossimità della superficie della falda

In questo articolo vengono definite come "grandi cavità carsiche a cielo aperto" le cavità che presentano le seguenti caratteristiche: a) si aprono all'esterno o a profondità molto ridotta (fino a qualche decina di metri); b) le pareti sono sub-verticali o strapiombanti; 3) la pianta della base dell'ambiente è di forma grossolanamente ellittica e il rapporto asse minore / asse maggiore è superiore a 0,5; 4) l'asse maggiore ha dimensioni di almeno 50 m: 5) il volume specifico è maggiore di 100 m³/m.

Le grandi cavità carsiche a cielo aperto sono frequenti nel Lazio e presenti in tutte le formazioni geologiche calcaree e anche nei travertini; in figura 19 sono riportati i rilievi di alcune di queste cavità. L'esempio migliore è la Grotta di Santa Lucia sul M. Soratte, venuta alla luce durante lavori di scavo meno di 40 anni fa. Con il crollo della volta, l'entrata della luce e l'azione degli altri agenti atmosferici, si avvia la rapida degradazione del concrezionamento presente. I blocchi di crollo vanno a ricoprire interamente, o quasi, la base dell'ambiente, ostruendo le eventuali condotte di risalita dell'acqua. Ad esclusione della Grotta di S. Lucia, in nessuna delle grandi cavità del Lazio sono stati rinvenuti depositi di gesso, forse perché le acque meteoriche che si infiltrano dalla volta li hanno

rapidamente asportati in una fase precedente.

In figura 20 si può osservare come i grandi vuoti carsici siano normalmente localizzati lungo tratti perimetrali in estensione dei massicci carbonatici, in prossimità di sorgenti termali e/o sulfuree e di placche di travertino, anch'esse correlate alla risalita dei fluidi idrotermali. Queste forme ipogeniche non si rinvengono, invece, nelle aree interne dei massicci carbonatici, dove le sale sotterranee molto difficilmente hanno dimensioni confrontabili e dove comunque le morfologie degli ambienti sono molto diverse. Pur in mancanza di prove conclusive, si avanza l'ipotesi che questa particolare tipologia di forme carsiche sia imputabile ai processi sopra descritti, e che quindi il loro sviluppo sia avvenuto in condizioni freatiche, in corrisondenza o in prossimità della superficie piezometrica, per la miscelazione delle acque della falda carsica con fluidi sulfurei di origine profonda, localizzata in punti particolari di iniezione (faglie, intersezione di fratture).

## L'UNITÀ TETTONICA "DI SANT'ORESTE"

Nell'unità di Sant'Oreste, cioè a Est e al di sotto della linea di sovrascorrimento precedentemente menzionata, affiorano quasi esclusivamente i calcari del "Marmarone" (o Corniola, litofacies 65), immergenti verso Ovest. In questa formazione geologica si aprono tutte le 9 grotte note in questa unità, per uno sviluppo complessivo di oltre 600 m di condotti. Di particolare importanza sono i tre grandi pozzi paralleli e intercomunicanti dei Meri (-109 m), impostati su due fratture principali a diversa orientazione, una verticale e l'altra inclinata di 65°. Pur mancando ancora riscontri, si può ipotizzare che questi insoliti pozzi abbiano la stessa origine del grande P60 della Grotta di S. Lucia e del condotto ancora attivo del Pozzo del Merro nei M. Cornicolani, e che rappresentino cioè

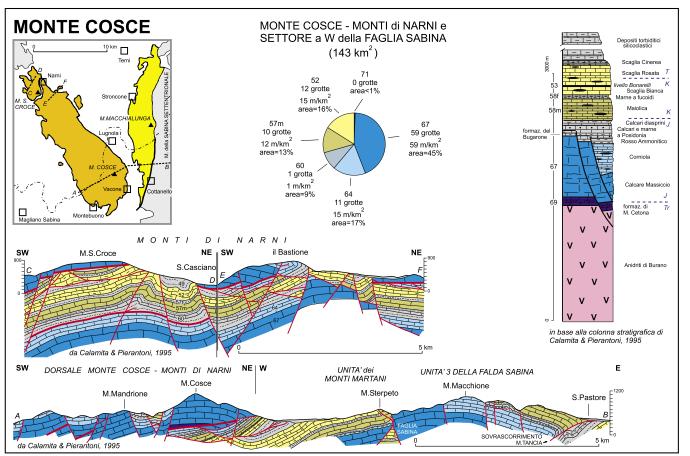


Figura 21 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nella dorsale di Monte Cosce e nel settore sabino a Ovest della Faglia Sabina, strutturati nel corso dell'evento del Serravalliano inf.—Serravalliano sup.

antichi condotti di risalita delle acque di un circuito profondo. Molto tempo prima che le teorie sui flussi ipogenici acquisissero popolarità, Pasquini (1963a) ha segnalato l'analogia fra la morfologia dei Meri e quella del Pozzo Sventatore nei M. Cornicolani (anch'esso attualmente ritenuto di presumibile origine ipogenica), e ha ipotizzato che queste voragini si siano formate per "concamerazioni sub-orizzontali in serie, scavate presumibilmente dalle acque circolanti a quote superiori all'attuale livello della falda acquifera, concamerazioni successivamente riunitesi per crollo dei diaframmi rocciosi che le separavano".

# I TRAVERTINI DI FIANO ROMANO

Questo deposito di travertino in strati sub-orizzontali è situato presso la riva destra del Tevere, all'estremità della faglia N-S facente parte della zona di taglio transestensiva del M. Soratte. L'estensione areale del deposito copre una decina di km², mentre la sua potenza raggiunge alcuni metri. Secondo le indagini radiometriche, l'età assoluta è compresa all'incirca tra 430 mila e 220 mila anni fa; probabilmente il deposito è stato originato dalla risalita di acque calcarifere appartenenti al circuito idrotermale, risalenti dal substrato mesozoico lungo linee di frattura (Manfra et all., 1976). Attualmente nell'area in esame non sono presenti manifestazioni sorgentizie minerali, ma solo emanazioni di CO2 e H2S nei pressi del Lagopuzzo, unico fenomeno carsico (peraltro di superficio) riportato nel catasto delle grotte del Lazio relativamente a quest'area. Questo lago, situato in prossimità del paese di Leprignano (Capena), è il risultato di sprofondamenti del suolo avvenuti ciclicamente nello stesso luogo con formazione di laghi circolari del diametro di 100-200 m.

I depositi di travertino, che hanno uno spessore limitato ad alcuni metri, poggiano su sabbie marnose poco cementate alternate ad argille del Pleistocene, per uno spessore di 20-30 m. Al di sotto si rinvengono, per uno spessore di circa 35 m, brecce calcaree e calcari organogeni vacuolari del Pliocene. Alla base di questi depositi si troverebbe il substrato carbonatico del Lias (Segre, 1948a).

Secondo Segre (1948a) il fenomeno ha le seguente spiegazione: "... E' verosimile quindi che le acque subalvee dei fossi circostanti raggiungano le brecce ed i calcari vacuolari pliocenici filtrando nei luoghi dove la superiore formazione sia più sabbiosa e quindi permeabile. L'opera di soluzione viene notevolmente attivata per la presenza di CO2 prodotta da letti lignitiferi certamente contenuti in questa zona a poca profondità. Difatti i precitati Autori videro affiorare nell'area sprofondata tronchi e rami lignitizzati notando altresi la temporanea emergenza di acque carbo-solificiche e ferruginose. Scorrendo poi al contatto con i calcari liassici talora dolomitici, erodono preferibilmente i sovrastanti calcari organogeni pliocenici, vi scavano in tempo relativamente breve grotte e gallerie (il grande volume di cavità, precedentemente riferito, non potrebbe spiegarsi se non ammettendo la presenza di sotterranei allungati). Quando in un luogo determinato la volta della grotta raggiunga le soprastanti sabbie, venuto meno a queste il sostegno, precipitano più o meno repentinamente; con esse si spezzano i crostoni rigidi dei travertini copertura, provocando il rumore secco che accompagna le manifestazioni di sprofondamento. Quindi la causa che li ha prodotti non va ricercata tanto nei calcari liassici, quanto ad un livello più alto, e precisamente nei calcari pliocenici: si spiega così la ripetizione periodica del fenomeno che deve porsì anche in relazione con le ligniti".

## I TRAVERTINI DI CIVITA CASTELLANA

Anche a Nord del M. Soratte sono presenti sorgenti minerali fredde e una piccola sorgente sulfurea ricca di gas. Si trovano in quest'area diverse piccole placche travertinose di presumibile origine idrotermale, intercalate a formazioni vulcaniche, d'età presumibilmente compresa fra 0,82 e 0.22 milioni di anni.

MANFRA ET ALII (1976) hanno segnalato la presenza di numerose doline nei travertini del pianoro che limita a NW il M. Soratte, ma nel catasto regionale non sono riportate cavità ipogee.

# La dorsale Monte Cosce—Monti di Narni e il settore sabino dell'Unità dei Monti Martani

La dorsale M. Cosce-M. di Narni costituisce un'unità tettonica con asse NW-SE, accavallata verso Est sopra l'Unità dei M. Martani, a sua volta sovrascorsa verso oriente sulla falda sabina (Fig. 21). La strutturazione di questo settore di catena è attribuita all'evento Serravalliano inf.—Serravalliano sup. (11,5-12 milioni di anni fa) (CIPOLLARI ET ALII, 1995).

Questo tratto di catena comprende, quindi, due unità tettoniche principali: a Ovest quella di M. Cosce e a Est il settore compreso fra la valle del Torrente Aia e il lineamento complesso della Faglia Sabina.

L'evoluzione paleo-geografica di queste due unità, relativamente al periodo Giurassico, è stata recentemente reinterpretata. Nel Lias sup. la paleo-piattaforma carbonatica fu sbloccata da una faglia orientata N-S (paleo-Faglia Sabina). Il blocco rialzato (denominato "plateau sabino"), situato a Ovest della faglia, si estendeva su un'area allungata che verso Nord include il settore compreso fra il T. Aia e la Faglia Sabina, e verso Sud si spinge almeno fino ai Monti Cornicolani. Il "plateau" si

interponeva nel bacino umbro-marchigiano (i cui depositi si riconoscono oggi sul M. Cosce, a Ovest del plateau), delimitando così un settore di mare profondo ("bacino sabino") compreso fra il plateau a Ovest e la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese a Est (Fig. 22). Il plateau rimase in condizioni di acque basse per il lungo periodo di tempo che va dal Lias sup. alla fine del Giurassico-inizio Cretacico; di conseguenza, al di sopra del Calcare Massiccio della paleo-piattaforma, sul plateau si depositò una successione pelagica "condensata" giurassica che raggiunse spessori massimi di 40 m, mentre circa 1500 m di sedimenti si versavano nel contiguo bacino sabino (Fig. 22) e approssimativamente 500 m nel bacino umbro-marchigiano. All'inizio del Cretacico il riempimento del bacino, avvenuto con la deposizione della formazione calcarea della Maiolica, livellò il fondale marino ponendo fine all'esistenza del plateau sabino (Santantonio & Muraro, 2002).

Per quanto riguarda il carsismo ipogeo, allo stato attuale delle conoscenze esso risulta ben sviluppato nell'unità di M. Cosce e quasi assente nell'area fra il T. Aia e la Faglia Sabina. Le rocce carsificabili meso-cenozoiche si estendono in affioramento per circa 140 km²; su questa superficie sono note 93 grotte, con uno sviluppo spaziale complessivo dei condotti di oltre 4,6 km.

La successione stratigrafica osservabile in affioramento inizia con i depositi della paleopiattaforma carbonatica del Trias sup.-Lias inf., rappresentati dalle dolomie triassiche della formazione di M. Cetona (litofacies 71) affioranti in piccoli lembi sul bordo Ovest della struttura di M. Cosce, e dalla formazione liassica del Calcare Massiccio, che rappresenta il 45% dell'area carbonatica in affioramento ed è interessata da un carsismo sotterraneo di grado "elevato", con 59 m di condotti attualmente noti per km² di affioramento.

Sui carbonati della paleo-piattaforma dell'unità di M. Cosce poggia la tipica successione del bacino umbro-marchigiano, che comprende alcune formazioni carbonatiche caratterizzate da carsificazione ipogea "mediamente" sviluppata, intervallate a depositi a carsificabilità e permeabilità "bassa" o nulla. La Corniola del Lias medio, la Maiolica del Giurassico sup.-Cretacico inf. e la Scaglia Bianca-Scaglia Rossa del Cretacico sup.-Eocene presentano, infatti, uno sviluppo di condotti compreso fra 12 e 15 m per km² di affioramento.

Alcuni depositi di travertino si rinvengono al piede delle montagne, e in particolare in prossimità di Calvi nell'Umbria, dove i processi carsici hanno prodotto una piccola cavità ipogea.

#### LA DORSALE MONTE COSCE-MONTI DI NARNI

La dorsale M.Cosce-M. di Narni è caratterizzata dal sovrascorrimento "di Narni", costituito da due piani di accavallamento. In particolare il sovrascorrimento superiore ha a tetto il Calcare Massiccio e termina verso Est al nucleo di un'anticlinale rovesciata; questa struttura è dislocata da faglie normali plio-quaternarie (CALAMITA ET ALII, 1995a).

Nel settore centro-meridionale della dorsale, che culmina nel M. Cosce (1114 m), si aprono una cinquantina di grotte; fra quelle di dimensioni più significative, sono da ricordare il Pozzo delle Canine (-78, sviluppo 120 m) e la Grotta Cherubini (-40 m), entrambe situate nel Calcare Massiccio e in posizione strutturale particolare, prossima a grandi faglie. L'ingresso del Pozzo delle Canine, localizzato sul versante orientale di M. Cosce a breve distanza dal fronte di sovrascorrimento, è su una frattura che ne interseca subito una più importante e ortogonale alla prima, lungo la quale si sviluppa tutto il resto della grotta. Questa frattura, inclinata di 80°, è parallela alle pareti esterne e ha la stessa direzione del vicino fronte di sovrascorrimento. La Grotta Cherubini, invece, si apre sul versante occidentale di M. Cosce, a pochi metri di distanza da un'importante faglia diretta; è costituita da un sistema di gallerie di origine tettonica che si intersecano ad angolo retto (Segre, 1948a).

Sul versante orientale di M. Cosce, non lontano dal fronte di sovrascorrimento, è nota un'altra interessante cavità, il Pozzo di Miesole (-51 m). Scendendo il pozzo d'imbocco si entra in una grande sala (40x60 m) con volta a cupola alta oltre 15 m (Fig. 19); il pavimento, pianeggiante e rivestito di fango, è parzialmente coperto dal cono detritico accumulatosi al di sotto del pozzo. Sulla parete Est del salone è riconoscibile uno specchio di faglia inclinato di  $80^\circ$ , perpendicolare al fosso esterno all'interno del quale si apre il pozzo d'imbocco. La cavità è ubicata nel Calcare Massiccio, ma la volta della cupola è prossima al contatto con la sovrastante formazione della Corniola. Le caratteristiche morfologiche dell'ambiente sotterraneo spingono ad ipotizzare un'origine ipogenica (vedi riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei").

Tuttavia, la cavità più interessante del M. Cosce è il Buco del Pretaro (+6/-41, sviluppo 530 m), scavato nel Calcare Massiccio sul bordo Sud-occidentale della dorsale calcarea, presso Montebuono.

Le condotte freatiche non più attive che compongono la grotta si intersecano formando un reticolo labirintico tridimensionale, che utilizza un sistema integrato di piani di discontinuità, costituito dagli strati (inclinati di 30-65° verso SW) e da due sistemi di fratture (con superfici inclinate rispettivamente di 40-65° verso ENE e di 60-70° verso NNW) (Figg. 23 e 24), con frequente anastomosi di più condotte. Le fessure originarie risultano spesso ampliate lungo la massima pendenza del piano di discontinuità, come nel caso dei pozzi a scivolo "Toboqa"; si tratta di una serie di condotte

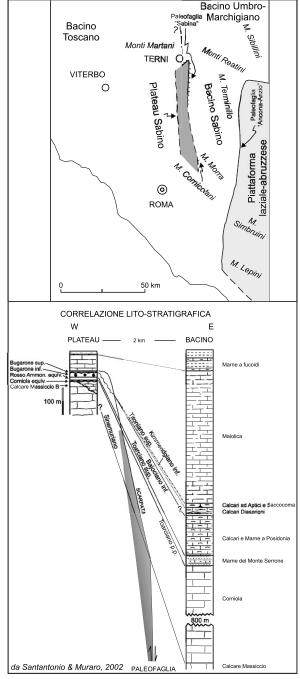


Figura 22 - In basso: correlazione stratigrafica tra il "plateau" sabino e il bacino sabino (nella successione di bacino non sono state rappresentate torbiditi e distoliti). Si evidenzia come prima della deposizione della Maiolica le unità di bacino fossero fisicamente scollegate da quelle di plateau; solo la Maiolica si depositò su entrambi gli ambienti, fino a livellare la superficie del fondo marino. In alto: carta semplificata della paleogeografia dell'area umbro-laziale nel Giurassico medio (da Santantonio di Muraro, 2002)

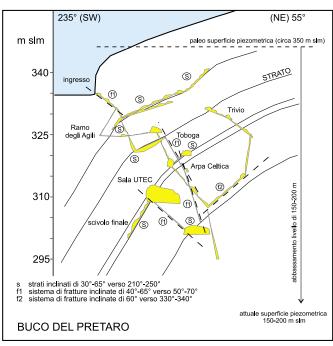


Figura 23 - Sezione schematica del Buco del Pretaro; sono evidenziati i tratti impostati sui sistemi di fratture e sugli interstrati nel Calcare Massiccio.

allineate su una frattura inclinata di 50° e ampliate da acque di falda in pressione fino ad assumere sezioni ellittiche; i due "Toboga" superiori, infatti, hanno assi maggiore/minore di rispettivamente 1,2/0,7 m e 0,6/0,4 m, e sono profondi 8 m.

Altre forme tipiche sono le sale; fra queste, la sala "Utec" è l'ambiente più grande della grotta: la pianta è ampia 5x10 m, l'altezza è di 4-5 m, la volta è costituita da numerose cupole, le pareti sono "porose" (interamente alterate, come ovunque nella grotta) e su una di esse sono state trovate piccole croste di gesso bianco; il pavimento è in leggera discesa e fangoso.

Mancano le morfologie vadose. L'abbassamento della superficie piezometrica deve essere stato abbastanza repentino da escludere la grotta dalla rete di drenaggio, disattivandola prima che si potessero produrre significativi solchi di approfondimento nei condotti originari. Come si è detto nella prima parte di questo capitolo, la superficie piezometrica attiva all'epoca dello sviluppo della grotta doveva essere situata intorno alla quota attuale di circa 350 m, mentre oggi la sommità della falda acquifera si trova presumibilmente fra le quote 150 e 200 m, (le acque sotterranee di quest'area sono probabilmente drenate dalle sorgenti sulfuree di Montoro-Stifone e dal Fiume Nera nella gola di Narni).

Non sono stati individuati indizi che correlino la genesi del sistema sotterraneo con punti di infiltrazione situati sulla superficie topografica; anche l'ingresso della grotta è una condotta solo casualmente intersecata dallo scavo della parete rocciosa per la realizzazione della strada. L'insieme delle caratteristiche descritte permette di piotizzare che l'origine e lo sviluppo della grotta siano avvenuti in falda, probabilmente in prossimità della superficie piezometrica, e che siano correlati con l'afflusso di fluidi idrotermali profondi contenenti H.S.

Spostandosi più a Nord, nei rilievi che circondano Narni, in un piccolo klippe di Calcare Massiccio sovrascorso sulla formazione della Corniola, si trova la Grotta di Pizzo Corvo (-46 m). Si tratta di un grande ambiente, venuto alla luce per il crollo della volta, forse impostato sul set di fratture inclinate di 50-70° osservabile sulle pareti. Anche per questa cavità, del tipo "grande cavità carsica a cielo aperto" (Fig. 19), sembra ipotizzabile una genesi correlata con l'afflusso di fluidi mineralizzati profondi (vedi riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei").

La valle del F. Nera interrompe la dorsale di M. Cosce con una profonda forra. L'incisione permette di osservare sulle pareti della forra un piano di sovrascorrimento, con il Calcare Massiccio sovrapposto sulle rocce più recenti (Figura 25). A Nord della gola, la dorsale si chiude con l'area montuosa dominata dal M. Santa Croce (432 m), di ridotta estensione (circa 9 km²). In questo settore

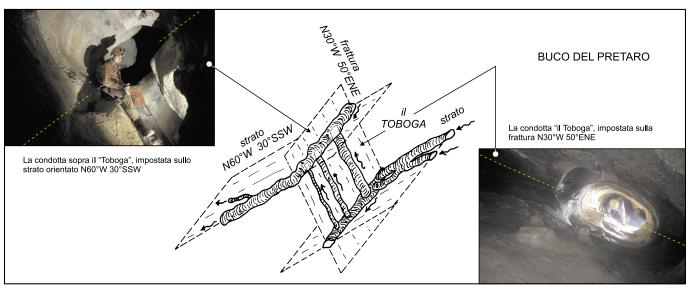


Figura 24 - Il Buco del Pretaro è costituito da un reticolo tridimensionale di condotti freatici impostati parte sugli strati e parte lungo sistemi di fratturazione (foto C. Germani e A. Cerquetti).

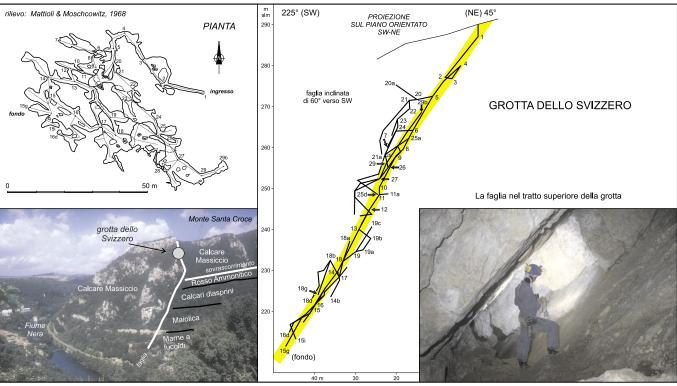


Figura 25 - In alto a sinistra: pianta della Grotta dello Svizzero. Al centro: sezione schematica della grotta nella direzione parallela all'immersione della faglia. In basso a destra: un tratto della faglia all'interno della grotta. In basso a sinistra: il sovrascorrimento "di Narni" nella Gola del Nera presso Stifone; la Grotta dello Svizzero sembra essere situata sulla faglia che taolia il versante di Monte S. Croce (foto G. Mecchia).

il carsismo risulta particolarmente sviluppato, con la presenza di una trentina di grotte, alcune delle quali di dimensioni importanti, come la Grotta Celeste e la Grotta dei Veli che si sviluppano per circa 150 m ciascuna, con profondità rispettivamente di 20 e 33 m. Tuttavia, la cavità più interessante è la Grotta dello Svizzero (-80, sviluppo 750 m), costituita da un intricato reticolo di fessure nel Calcare Massiccio larghe quasi ovungue 1-1,5 m, interamente impostata su una faglia inclinata di 60° (Fig. 25). In alcuni punti della grotta, lungo il piano di scorrimento si osserva la breccia cataclastica rossastra che contiene limonite pisolitica. La faglia dovrebbe corrispondere a quella visibile all'esterno, che ha sollevato notevolmente il settore orientale. In base alla documentazione storica raccolta da A. Scatolini, la presenza di minerali ferrosi sul M. Santa Croce è nota da lungo tempo, e infatti la cavità veniva sfruttata come miniera di ferro già nel 1700 guando, per lavorare il minerale, estratto scavando con martello e punteruolo o con il piccone da alcune cave situate sul monte, fu costruita la ferriera di Stifone, posta poco al di sotto della grotta lungo il F. Nera, La Grotta dello Svizzero sembra corrispondere ad uno di guesti siti, la "Cava di Zara" della relazione del Pennini (1760), nella guale "fattovi calare quattro uomini, questi trovarono in fondo dei rami di vena di ferro, dell'altezza di un palmo (25 cm), ma di qualità un poco inferiore delle altre cave". Questa mineralizzazione poteva tipicamente fornire il 33-40% del metallo.

Sotto la Grotta dello Svizzero, nella gola del Nera fra Narni e Nera Montoro, sgorgano numerose sorgenti caratterizzate da elevata salinità e presenza di gas, che incrementano la portata del fiume di circa 15 m³/s. Le acque emergono da condotti carsici non percorribili; tuttavia, in uno di essi, la Risorgenza di Recentino, gli speleologi sono riusciti ad avanzare per quasi 60 m fino ad un sifone, percorrendo una piccola galleria quasi interamente sommersa, in un fragore assordante d'acqua, con pungente odore di zolfo e aria quasi irrespirabile (CO<sub>2</sub>=3,76%)(GRUPPO SPELEOLOGICO UTEC, 1983).

## I TRAVERTINI DI CALVI NELL'UMBRIA

Nei pressi di Calvi nell'Umbria, addossate al Calcare Massiccio che costituisce il bordo della dorsale di M. Cosce, si trovano due placche travertinose; l'estensione areale complessiva è di quasi 3 km². L'unica cavità riportata nel catasto speleologico umbro è la Grotta di San Girolamo, lunga una trentina di metri.

### IL SETTORE DEI MONTI SABINI SETTENTRIONALI A OVEST DELLA FAGLIA SABINA

Dal punto di vista geografico, questo settore è uno spicchio della Sabina settentrionale; tuttavia, dal punto di vista geologico, ne è separato tramite una complessa zona di faglia ad alto angolo immergente a Est, che può essere seguita con continuità da Montasola a Sud fino alle Marmore a Nord (Alfonsi et al.i, 1991). La prosecuzione strutturale di quest'area è nei M. Martani a Nord di Terni (CALAMITA & PIERANTONI. 1995).

Le formazioni carbonatiche coprono un'estensione di una quarantina di km². Come si è detto precedentemente, in quest'area manca la potente successione marina del Giurassico medio-sup., al posto della quale si rinvengono i depositi della successione "condensata" del plateau sabino (Fig. 22).

Il carsismo ipogeo è rappresentato da una quindicina di grotte, tutte di piccole dimensioni, distribuite nelle varie formazioni calcaree presenti in affioramento per uno sviluppo complessivo di soli 200 m di condotti

### La falda Sabina, i Monti Reatini, i Monti Sibillini, il Circeo

I Monti della Sabina, i Monti Reatini e i Monti Sibillini rappresentano un tratto della catena appenninica limitato ad Est dalla linea Olèvano-Antrodoco-M. Sibillini e coinvolto nella strutturazione della catena durante l'evento tettonico del Messiniano inf. (6,4-6,8 milioni di anni fa), contemporaneamente alla deformazione orogenica della dorsale simbruino-ernica. Tuttavia il settore sabino-reatino-sibillino sarebbe stato poi riattivato "fuori sequenza" durante l'evento del Messiniano "lago-mare"—Pliocene inf. (5-5,4 milioni di anni fa)(CIPOLLARI ET ALII, 1995).

Complessivamente, nell'area considerata (dalla quale sono esclusi i settori dei Monti Reatini e Sibillini esterni ai confini regionali; Fig. 8) la superficie di affioramento dei carbonati meso-cenozoici carsificabili è di circa 1350 km². Negli elenchi catastali delle regioni Lazio e Umbria sono comprese 144 qrotte, per uno sviluppo complessivo di circa 10 km di condotti carsici.

Come si è detto descrivendo l'evoluzione del plateau sabino nel Giurassico, il settore umbrosabino dell'Appennino ("la Sabina") è costituito da una successione di termini calcareo-silico-marnosi,
interessata a più livelli da notevoli apporti detritici, anche grossolani. Le differenze più marcate della
successione stratigrafica dei Monti Reatini (sequenza pelagica umbro-marchigiana) rispetto a quella
dei Monti Sabini (dove il materiale proveniente della piattaforma si mescola con il materiale del bacino)
consistono in un quantitativo minore degli elementi detritici presenti nella Corniola, nei Calcari Granulari,
nei Calcari Diasprini e nella Scaglia Rosata, con conseguenti minori spessori di queste formazioni. La
successione stratigrafica dei Monti Reatini differisce a sua volta dalle sequenze più settentrionali per la

presenza di megabrecce nella parte inferiore della Corniola e per l'assenza del "livello Bonarelli".

In tutto questo tratto di catena le formazioni più carsificate risultano essere il Calcare Massiccio, la Scaglia e i calcari del Miocene, con sviluppo dei condotti ipogei di grado "medio" (da 13 a 18 m per km² di affioramento). In tutte le altre formazioni carbonatiche il carsismo sotterraneo risulta poco sviluppato.

Nei Monti Reatini le cavità carsiche ipogee attualmente note sono pochissime e di scarsa importanza; nella dorsale di M. Utero (settore laziale dei M. Sibillini) è ubicato il grande sistema carsico della Grotta di Cittareale, scavato nella Scaglia Rossa e Scaglia Bianca. Nei rilievi della falda Sabina sono note grotte in tutte le formazioni carbonatiche, con carsificazione "mediamente" sviluppata nel Calcare Massiccio (21 m/km²) e negli affioramenti di calcareniti mioceniche delle dorsali meridionali dell'unità più bassa (Sabina orientale. M. Prenestini e M. Buffi: 13 m/km²).

Nei travertini compresi in questo settore geografico le forme carsiche sotterranee sono ben sviluppate, sia nei numerosi afforamenti di origine idrotermale sia in quelli "di cascata". Nel primo tipo rientrano i depositi tabulari delle Acque Albule, della valle del Fiume Farfa e della media valle del Fiume Velino. Fanno parte del secondo tipo i depositi della cascata delle Marmore (ricchi di grotte) e del Fiume Aniene a Tivoli e Vicovaro. Complessivamente, sono segnalate in catasto una novantina di grotte scavate nei travertini della Sabina, per oltre 2 km di sviluppo sotterraneo.

Da ricordare anche gli affioramenti di conglomerati calcarei presenti nel bacino di Rieti e lungo la valle del Farfa, nei quali sono note una decina di grotte, tutte di piccole dimensioni, per uno sviluppo totale di condotti di circa 200 m.

#### I MONTI SIBILLINI MERIDIONALI

La catena umbro-marchigiana è caratterizzata da pieghe parallele e da sovrascorrimenti neogenici che nel settore meridionale dei M. Sibillini hanno vergenza verso Est. Il fronte della catena è descritto dal sovrascorrimento dei M. Sibillini, prosecuzione verso Nord del sovrascorrimento Olèvano-Antrodoco, che ha portato le omonime unità ad accavallarsi, nella parte meridionale, sopra le strutture laziali-abruzzesi e, nella parte settentrionale, sulle unità della Laga. Successivamente, le strutture compressive sono state dislocate da faglie normali, la cui attività è ancora evidente nei periodici terremoti che colpiscono questa regione.

La propaggine più meridionale dei M. Sibillini si addentra nel territorio della regione Lazio con i rilievi delle dorsali principali di M. Boragine (1829 m), M. Utero (1808 m) e M. Tolentino (1572 m), nelle quali la superficie carbonatica affiora complessivamente su circa 120 km² (Fig. 26).

Con la notevole eccezione della Grotta di Cittareale, il carsismo sotterraneo attualmente noto nei M. Sibillini del Lazio è decisamente modesto; all'interno dei confini regionali, infatti, sono note solo altre 2 grotte, compresa la Buca di Terzone (-55 m) nella dorsale di M. Boragine. Si tratta di un pozzo venuto alla luce in un taglio stradale, aperto nella formazione della Corniola; tuttavia già pochi metri sotto l'imbocco il pozzo dovrebbe addentrarsi nel Calcare Massiccio. Non sono note grotte nel piccolo lembo della dorsale del M. Tolentino che si inoltra nel territorio laziale.

## La Grotta di Cittareale

Nell'angolo Nord-orientale della regione Lazio (dorsale di M. Utero), si trova il reticolo carsico ipogeo di grande interesse rappresentato dalla Grotta di Cittareale (+25/-450, sviluppo 2650 m). Si tratta di un sistema sotterraneo "a piani" che attraversa la formazione della Scaglia Rossa, taglia il "livello Bonarelli" e si approfondisce nella Scaglia Bianca fin quasi al contatto con le Marne a fivroidi

Lo sviluppo su particolari "livelli" (o "piani"), approssimativamente orizzontali e collegati fra loro da pozzi, balza in evidenza osservando la sezione del rilievo della grotta (Fig. 12). Riportando in un grafico lo sviluppo planimetrico dei condotti in relazione alla quota a cui si trovano, si possono evidenziare i "livelli" più sviluppati, anche se è sempre opportuno tenere presente le imprecisioni tipiche dei rilievi speleologici. I singoli "piani" sono compresi in ristretti intervalli di quota; la congiungente dei punti a quota più elevata all'interno di un "piano" dovrebbe indicare la posizione della paleo-superficie piezometrica della falda, relativa al periodo di sviluppo di quei condotti (PAMER, 1987). Infatti, negli acquiferi carbonatici la falda è generalmente piatta, cioè con gradiente idraulico molto ridotto (tipicamente dell'ordine di 0,1-0,6%), e la formazione dei condotti freatici si concentra in corrispondenza della superficie piezometrica e da questa verso il basso per profondità normalmente limitate.

Se i "livelli" sub-orizzontali individuabili nella grotta sono indicativi ognuno di una specifica posizione della paleo-superficie piezometrica, la loro presenza è interpretabile come il risultato del suo cambiamento (abbassamento) nel tempo, e testimonia lo sviluppo multifase della grotta. L'abbassamento "a scatti" sarebbe dipeso sia delle caratteristiche e dall'entità del sollevamento tettonico, sia dei fenomeni erosivi che provocavano la progressiva asportazione della copertura impermeabile (Fig. 12, vedi la prima parte del capitolo). I principali "livelli" individuati sono descritti nel seguito.

#### "Livello" di quota 1430 m

E' il "livello" di quota più elevata (ramo "del Nocciolo"), cioè il più antico della grotta. E' costituito prevalentemente da una condotta freatica a sezione ellittica con asse maggiore mediamente di 1-2 m, impostata su una faglia orientata N30°E e inclinata di 60°-70° verso Est (Fig. 27); il ramo ha andamento complessivo a sali-scendi (a "loops"). L'attuale pozzo di ingresso della grotta è probabilmente un'antica condotta freatica troncata dalla successiva erosione del versante.

Nel corso del progressivo abbassamento del livello di base, l'ampliamento dei "livelli" più importanti avviene normalmente durante le stasi di approfondimento. Infatti, le dimensioni dei condotti dipendono principalmente dal tempo che l'acqua ha a disposizione per operare la dissoluzione della roccia delle pareti del condotto, e quindi sono determinate dalla durata della stasi di approfondimento del livello di base.

Per avere un'idea del tempo necessario affinché un condotto si allarghi sino a dimensioni percorribili, si può dire, in base a calcoli teorici, che lo scorrimento di acqua bicarbonatica tipica delle falde carsiche, in fessure in roccia calcarea di ampiezza iniziale di 0,1-1 mm provoca un allargamento delle fessure stesse tale da determinare il raggiungimento della velocità massima di dissoluzione dopo alcune migliaia o decine di migliaia di anni dal momento in cui le acque aggressive hanno iniziato a scorrere ("breakthrough", a questo punto il flusso nella fessura originaria da laminare diventa turbolento; SIEMERS & DREYBRODT, 1998). Dall'evento di "breakthrough" possono poi occorrere da 1000 a oltre 10 mila anni per ottenere un condotto freatico a sezione circolare di 1 m di diametro (PAMER, 2003).

#### "Livelli ipogenici" intermedi (di guote circa 1360, 1320 e 1290 m)

Questi "livelli" si sviluppano in parte lungo la faglia orientata N70-80°W e inclinata di 50-70° verso Nord (per esempio, la Galleria Bianca e la Galleria Nera), presumibilmente successiva alla faglia circa ortogonale del ramo "del Nocciolo" (Fig. 27), che viene troncata nettamente (PREZIOSI & SCIPHONI, 1993).

In tutti questi "livelli" sono presenti abbondanti depositi di gesso, in particolare lungo gli "Scivoli" fra le quote 1380 e 1310 m, nelle gallerie "di Comune Accordo", nella galleria "degli Asteroidi" e nella galleria "Nera" (livello 1320 m), nella galleria "Bianca" e nel ramo "Ste.Mi." ("livello" 1290 m), nelle diramazioni non rilevate intorno a q. 1220 m (base del pozzo "Buiometro") e alla base del P50 a q. 1070 m (E. Preziosi, com. pers.). Quindi, ad esclusione del livello di q. 1430 m (ingresso—ramo "del Nocciolo"), in quasi tutti i condotti della grotta sono stati rinvenuti depositi di gesso, la cui tipologia va dagli accumuli massivi, alle croste, ai cristalli (Figura 28).

Percorrendo questi condotti, balza in evidenza l'aspetto marcatamente diverso da quello che si osserva nelle grotte calcaree a dissoluzione "normale". Sono tipici l'aspetto "corroso" delle pareti, la presenza di piccole cupole sulla volta dei condotti e l'andamento labirintico individuabile in alcuni settori della grotta.

In base all'insieme di queste caratteristiche, sembra probabile che lo sviluppo dei "livelli" intermedi e i depositi gessosi in essi contenuti siano da attribuire alla risalita di fluidi sulfurei da zone profonde attraverso la faglia della Galleria Bianca, meccanismo del resto già dettagliatamente presentato per situazioni analoghe nell'Appennino (Grotta Grande del Vento, Grotta di M. Cucco, ecc.; GALDENZI & MENICHETTI, 1995).

Per quanto riguarda la durata delle stasi di approfondimento del livello piezometrico, che influenza la dimensione dei condotti, vanno tenute presenti le proprietà chimiche delle acque che sono fluite nel sistema sotterraneo, e cioè l'aggressività molto maggiore delle acque sulfuree rispetto alle "normali" acque carbonatiche. Inoltre, si deve tenere presente che la risalita dei fluidi altamente mineralizzati può essere stata episodica. Non è detto, quindi, che il "livello" ipogenico rappresenti una lunga stasi nell'approfondimento della valle.

#### Condotti profondi

Fra q. 1290 m e il fondo della grotta (q. 970 m) non sono ad oggi noti altri "livelli". In questo tratto i condotti sono costituiti da pozzi su faglia o frattura, ma anche da scivoli impostati sullo strato (per esempio quello a forte inclinazione che porta al fondo). L'attuale superficie piezometrica è presumibilmente situata intorno a quota 900 m.

# I MONTI REATINI

L'assetto tettonico dei Monti Reatini è rappresentato da una struttura a sovrascorrimenti verso l'Adriatico di grande estensione e importanza regionale (Fig. 26).

L'unità geometricamente più alta (occidentale) è la struttura ad anticlinale di M. La Pelosa (1635 m), che si sviluppa prevalentemente sul territorio umbro. La superficie di sovrascorrimento taglia la superficie topografica a Est della vetta più alta, marcando una linea con orientamento complessivo NNE-SSW.

La seconda unità è delimitata dal fronte di sovrascorrimento che passa immediatamente a Est di M. Catabio, M. Pallaroso e Pian di Rosce, comprendendo il massiccio di M. Tilia (1775 m) ed

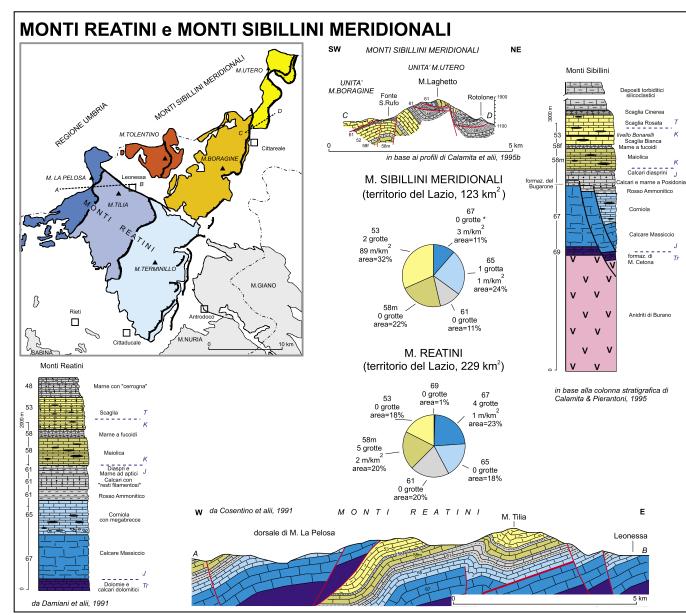


Figura 26 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti Reatini e nei Monti Sibillini meridionali.

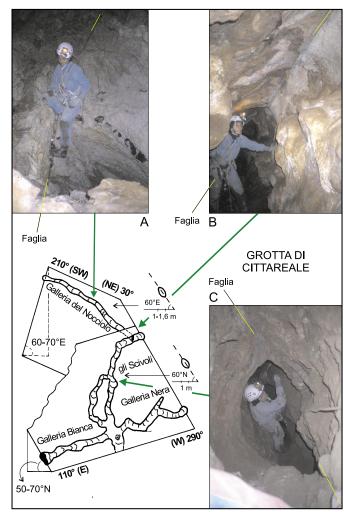


Figura 27 - Molti condotti della Grotta di Cittareale sono impostati lungo due faglie fra loro quasi ortogonali, entrambe inclinate di 50°-70°. In alto a sinistra: la faglia orientata N30°E della galleria "del Nocciolo". In alto a destra: la faglia orientata N70°W alla sommità degli "Scivoli". In basso a destra: la faglia orientata N70°W lungo gli "Scivoli" (foto M. Mecchia).



Figura 28 - "Fiori" di gesso nella Grotta di Cittareale (foto M. Mecchia).

estendendosi interamente nel territorio laziale. Questa linea tettonica porta all'accavallamento delle unità tettoniche dei Monti Reatini occidentali (M. La Pelosa e M. Tilia) su quelle dei Monti Reatini orientali (M. Terminillo). A Nord la continuità della catena è interrotta dalla faglia di Leonessa, orientata N30°W. che la ribassa di un migliaio di metri nella conca intramontana di Leonessa, colmata da depositi argilloso-sabbiosi e da un importante complesso alluvionale.

La terza unità, che comprende M. Terminillo (2213 m), è largamente costituita da rocce mesozoiche che si accavallano sugli affioramenti di Scaglia del settore più esterno, costituendo una fascia deformata di notevole spessore. La linea di sovrascorrimento frontale dei Monti Reatini ("Olèvano-Antrodoco-M. Sibillini") racchiude la struttura di M. Terminillo e segna la sovrapposizione dei terreni meso-cenozoici umbro-marchigiano-sabini su quelli laziali-abruzzesi.

Il carsismo sotterraneo dei Monti Reatini è assai poco sviluppato. Nell'unità di M. La Pelosa le rocce carbonatiche affiorano su una superficie di circa 28 km² e le uniche cavità conosciute sono 5 grotte, tutte di piccole dimensioni, scavate nella Maiolica all'interno del territorio comunale di Morro Reatino. Sui circa 80 km² di rocce potenzialmente carsificabili dell'unità di M. Tilia, è nota una sola piccola grotta, scavata nel Calcare Massiccio, nel comune di Poggio Bustone, Nell'unità di M. Terminillo. che presenta una superficie di rocce carbonatiche estesa circa 120 km², sono riportate in catasto 3 piccole grotte, tutte aperte nel Calcare Massiccio.

## GLI AFFIORAMENTI DI TRAVERTINO NELLA VALLE DEL FIUME VELINO

Nella media valle del F. Velino, tra Posta e Rieti, emerge una delle falde idriche più cospicue dell'Appennino, con oltre 30 m<sup>3</sup>/s erogati da varie sorgenti, fra cui quelle del Peschiera. Lungo questa valle la struttura di scarpata della successione umbro-sabina del Terminillo si accavalla sulla struttura della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese di M. Nuria; la depressione che ne è derivata è stata colmata dai depositi trasportati dal F. Velino. La valle è interessata da faglie distensive attive nel Quaternario alle quali sono associate numerose piccole bancate di travertino di origine prevalentemente idrotermale. Diverse sorgenti sulfuree sono ancora attive (Terme di Cotilia) e anche le acque che fluiscono nei travertini sono generalmente caratterizzate da elevato contenuto in solfati (BONI ET ALII, 1995).

La valle, e in particolare la Piana di S. Vittorino (dal nome dell'antica chiesa sprofondata di un paio di metri sotto il piano campagna). è caratterizzata da numerosi avvallamenti ("sprofondamenti") che periodicamente si attivano. Queste depressioni formano una serie di laghetti tondeggianti, alcuni costituiti da materiali alluvionali, altri da travertini. La causa degli sprofondamenti è ancora incerta, ma appare comunque connessa con la presenza dei depositi travertinosi, il cui spessore è però in genere limitato a pochi metri (Fig. 9) (Boni et alli, 1995; Bersani et alli, 2002); sembra da escludere un'origine da crolli di caverne situate nel substrato carbonatico, che risulta troppo profondo (50-100 m dal piano campagna) (Faccenna et alii, 1993).

Particolarmente interessante è il deposito di travertini, di spessore probabilmente un po' più elevato, situato nella zona più orientale della piana, in cui si trovano tre laghetti: il Lago di Paterno, il Pozzo di Mezzo e il Pozzo del Burino. Nel corso della recente esplorazione speleosubacquea del Lago di Paterno si è potuto accertare che la sua profondità attuale è di 52 m fino ad un fondo molto melmoso da cui emerge acqua sulfurea alimentata da vie sotterranee, il cui odore in superficie non è però quasi percettibile. Le pareti del lago sono molto ripide e in qualche punto verticali: a 7-8 m di profondità è sempre presente una "nuvola" nera che si dirada verso i -40 m (M. Bollati, comm. pers.). L'insieme delle caratteristiche del Lago di Paterno è molto simile a quello dei Laghi della Regina e delle Colonnelle alle Acque Albule.

La rapida evoluzione del Lago di Paterno è dimostrata dall'aspetto significativamente diverso che questa cavità ha assunto nel tempo. Famoso fin dall'antichità, il lago è stato scandagliato nel 1911 ottenendo un preciso rilievo, dal quale risulta una forma ellittica con assi maggiore/minore di 190/140 m e profondità massima di 37,7 m; l'emissario del lago era un piccolo ruscello con portata di 1.5-3 L/s. Nel 1915 si verificarono alcune improvvise oscillazioni di livello, accompagnate da "grandi rumori e fremiti del suolo"; nei sondaggi eseguiti nei giorni successivi il punto di massima profondità risultò essere sceso a 45,2 m sotto l'antico livello (CREMA, 1924).

#### LA SABINA

I Monti della Sabina sono formati da più unità strutturali, ognuna delle quali derivata da una diversa fase di deformazione. Sono state riconosciute quattro unità strutturali principali, delimitate alla base da superfici di sovrascorrimento, lungo le quali le unità sono parzialmente sovrapposte l'una sull'altra verso Est (Fig. 29). Le fasi tettoniche hanno coinvolto settori via via più orientali del dominio paleogeografico sabino, interessando parti della successione progressivamente più giovani andando dall'unità geometricamente superiore (Unità 1) a guella "più bassa" (Unità 4) nel verso del trasporto tettonico (Cosentino & Parotto, 1991).

L'Unità 1, la più alta, è di dimensioni estremamente ridotte ed è rappresentata dal solo klippe del M. Morra

L'Unità 2 è limitata dalla linea M. Sterparo-M. Castelyecchio e comprende i rilievi di M. Zappi-M. Alucci-M. Andrea e il M. Guardia, nonché i M. Cornicolani.

L'Unità 3 è limitata dalla linea Torrente Licenza-M. Elci-M. Tancia; a Sud della valle del Farfa comprende il M. Follettoso-M. Marcone e i Monti Tiburtini, mentre a Nord include il versante Ovest dei Monti Sabini settentrionali (dorsale di M. Tancia) fino alla conca di Terni.

L'Unità 4, la più estesa, è limitata dalla linea Olèvano-Antrodoco e si sovrappone verso Est sulle unità derivate dalla deformazione della piattaforma laziale-abruzzese; è rappresentata dal versante orientale dei Monti Sabini settentrionali, dalla Sabina orientale (M. Cervia, M. Navegna), dai M. Ruffi e dai M. Prenestini.

# Unità 1 della Sabina: il Monte Morra

Subito a Nord del Fosso del Peschio Grosso (di fronte alla cava della Grotta Hale Bopp), ben visibile nella cava abbandonata "Le Fornaci", si osserva la sovrapposizione tettonica delle dolomie triassiche (litofacies 70) di M. Morra (1036 m, Unità 1), rossastre e stratificate, completamente sradicate dal substrato e accavallate sopra il Calcare Massiccio, bianco e non stratificato, dell'Unità 2 (Fig. 29) (PAROTTO & MICCADEL, 1993).

L'estensione areale di guesta unità è estremamente ridotta, circa 4 km<sup>2</sup>. Sono note 3 piccole grotte, per uno sviluppo complessivo inferiore a 40 m, probabilmente situate al contatto fra le dolomie triassiche e il piccolo affioramento di Calcare Massiccio che poggia su di esse.

### Unità 2 della Sabina: il massiccio di Monte Gennaro e i Monti Cornicolani

L'unità affiora in due settori distinti: i Monti Cornicolani e il massiccio di M. Gennaro (M. Zappi, 1271 m) (parte occidentale dei Monti Lucretili).

Complessivamente, gli affioramenti carbonatici mesozoici si estendono per una settantina di km² e sono costituiti per quasi il 90% da Calcare Massiccio. Sono catastate in questa unità 24 grotte, tutte nel Calcare Massiccio (in media 35 m di condotti per km² di superficie in affioramento), ad esclusione di 2 cavità nella Maiolica ed una nella Corniola.

### Il settore occidentale dei Monti Lucretili

I M. Lucretili sono attraversati dalla linea di sovrascorrimento M. Sterparo-M. Castelvecchio, con direzione prevalente N-S. Nell'area a Ovest di questa linea (Unità 2) sono presenti esempi notevoli di modellamento carsico della superficie, il più evidente dei quali è il "Pratone" di M. Gennaro, depressione chiusa lunga oltre 1 km, con diverse piccole doline ma priva di evidenti inghiottitoi.

Per quanto riquarda il carsismo ipogeo, sono note 12 cavità, tutte nel Calcare Massiccio, con uno sviluppo medio di 16 m di condotti per km<sup>2</sup> di affioramento. Le grotte sono rappresentate da verticali impostate su fratture, come il Pozzo Peter Pan (-50 m) che si apre sulla vetta di M. Andrea (980 m), Nell'area di M. Guardia (600 m) sono note la Grotta Hale Bopp (-72, sviluppo 200 m) e il Pozzo di San Polo (-62 m); la prima si apre all'interno di una cava dismessa in prossimità di una faglia (alla sommità del fronte di scavo si osserva il passaggio netto alla sovrastante Corniola), la seconda nelle vicinanze del fronte di accavallamento di guesta scaglia tettonica verso Sud (Fig. 29, profilo C-

Nei dintorni di Moricone si trova la piccola ma interessante Grotta di Pozzo Fornello, profonda solo 6 m. Nel periodo invernale, dal pavimento detritico alla base della cavità escono occasionalmente vapori; l'emissione di quest'aria calda e umida è probabilmente connessa con i corpi magmatici presenti nel sottosuolo, analogamente a quanto si ipotizza per alcune grotte dei Monti Cornicolani. Presso Monteflavio è nota la Grotta di Casa Nuvola (-28, sviluppo 70 m), costituita da tre brevi gallerie sovrapposte sviluppate su una frattura orientata N-S.

### I Monti Cornicolani

Sono costituiti da tre bassi rilievi, culminanti nel Poggio Cesi (413 m), che emergono isolati dai vicini Monti della Sabina: l'estensione areale complessiva è di quasi 20 km<sup>2</sup>.

Nei M. Cornicolani si osservano due tipi di successioni stratigrafiche. Nelle aree marine più depresse dell'antico "bacino sabino" si è depositata la tipica successione pelagica, mentre nelle zone di alto strutturale ("plateau sabino") proseguiva, nel Giurassico, la sedimentazione di Calcare Massiccio, seguita poi da una successione condensata, analoga a quella già descritta per l'area compresa fra il T. Aia e la Faglia Sabina, situata più a Nord (Santantonio & Muraro, 2002), All'estrema propaggine meridionale (periferia della cittadina di Guidonia) i calcari dei M. Cornicolani, si immergono sotto le piroclastiti guaternarie, che sfumano nel vasto pianoro di travertino delle Acque Albule.

Caratteristiche dei M. Cornicolani sono le grandiose "doline" di crollo, come il Pozzo del Merro, il Merro Secco, (assi 165 e 180 m), la dolina delle Carceri, le "Fosse" di S. Angelo Romano e la dolina di S. Lucia (Casale et alii, 1963). Quest'ultima si è originata il 16 marzo 1915 con il crollo della volta di una cavità sotterranea precedentemente non connessa con l'esterno. Subito dopo il crollo. la cavità aveva un imbocco tondeggiante, con diametro di 55 m e profondità di una trentina di metri, e pareti a picco o strapiombanti: rapidamente, però, per ripetuti franamenti, la cavità si ampliò fino a divenire facilmente accessibile (Segre, 1948a).

Il 60% degli affioramenti carbonatici dei M. Cornicolani è costituito da Calcare Massiccio, nel quale lo sviluppo medio dei condotti sotterranei è di grado "elevato" (84 m per km² di affioramento).

La più importante delle 12 grotte catastate (escluse le doline) è il Pozzo del Merro (-450 m), che si apre nel Calcare Massiccio con un grande sprofondamento di un centinaio di metri di diametro a piano campagna e profondità di una sessantina di metri, fino ad un lago di forma guasi circolare del diametro di circa 30 m. Lo specchio d'acqua rappresenta un punto di affioramento della superficie della falda acquifera principale della catena calcarea dei Lucretili-Tiburtini-Cornicolani (CAPELLI ET ALII, 1987); la sua quota è di 13 m più elevata rispetto a quella del Lago della Regina nel pianoro delle Acque Albule (gradiente idraulico: 1.5 m/km; la misura delle quote non è, però, di grande precisione).

Lo sprofondamento è il risultato di crolli che hanno portato alla luce un grande tubo freatico appartenente al circuito carsico; tale condotto ha permesso l'allontanamento in profondità dei materiali di crollo. Dalla superficie del lago, il condotto freatico si sviluppa sott'acqua quasi verticalmente per 392 m, spingendosi con un grande pozzo sommerso fino a g. 310 m sotto il livello del mare. L'esplorazione è stata condotta da subacquei fino alla profondità di 100 m e dal R.O.V. (Remote Operated Vehicles). una sorta di piccolo sommergibile dotato di videocamera e campionatore, nel tratto più profondo. Nei 50 m superiori, il condotto sommerso ha un diametro massimo di 9 m, le pareti sono perforate da dozzine di fori con sezione circolare di varie dimensioni e andamento quasi sempre verticale parallelo al condotto principale (MALATESTA, 1999). Scendendo, il pozzo si stringe gradualmente fino a un diametro di 5 m a 40 m di profondità. Più in basso, a varie profondità sono presenti dei restringimenti, oltre i quali il condotto assume nuovamente dimensioni ampie; si notano numerosi arrivi di condotti carsici, in particolare un meandro di dimensioni notevoli a -160 m. Le pareti sono bianche e levigate, a tratti ricoperte da sottili patine di ossidi ferrosi rossastri. Il condotto continua a scendere con le stesse caratteristiche e con larghezza variabile, fino al fondo, a -392 m dallo specchio d'acqua; qui l'ambiente, con il pavimento pianeggiante e coperto di sedimenti fini, è largo tra i 10 e i 20 m; sul fondo, la videocamera ha inquadrato una prosecuzione laterale orizzontale, non percorsa.

I campionamenti di acqua hanno rivelato una mineralizzazione elevata (conducibilità elettrica >1 mS/cm) e concentrazioni anomale di solfuri, che producono condizioni di aggressività chimica dell'acqua. La temperatura aumenta con la profondità (15°C in superficie e 17°C a 310 m di profondità nel condotto allagato) e appare essere costante tutto l'anno. Questi dati sembrano indicare l'influenza di fluidi termali che risalgono da zone profonde lungo una faglia di importanza regionale (Caramanna, 2000). Sorgenti termali e sulfuree, con depositi idrotermali, si trovano tutto intorno ai M. Cornicolani. 45

Il Pozzo del Merro, probabilmente impostato sullo stesso motivo strutturale N-S delle Acque Albule, sembra far parte del circuito carsico che mette in comunicazione la catena calcarea dei Monti Lucretili-Tiburtini (principale area di ricarica delle sorgenti delle Acque Albule) con i modesti rilievi Cornicolani, passando al di sotto dei depositi terrigeni che si stendono ai piedi dell'area di Marcellina-Palombara. Il condotto, quindi, sarebbe un segmento di un reticolo carsico freatico costituito da profondi loops, determinati forse dalla bassa freguenza di discontinuità penetrabili (Stato 1, vedi riquadro "classificazione delle grotte freatiche: il 4 State Model"). Si può ipotizzare che durante il percorso forzato profondo le acque del circuito carsico si miscelino con fluidi residuali della recente attività del Vulcano Albano, la stessa attività termale che, pochi km più a Sud, ha originato le sorgenti delle Acque Albule (Caramanna, 2001). La miscelazione fra acque chimicamente diverse rigenera l'aggressività delle acque carsiche (che dopo un percorso lungo e profondo è ormai minima), e rende possibile il rapido ampliamento di condotti per dissoluzione. Le informazioni sul chimismo delle acque del Pozzo del Merro e delle sorgenti delle Acque Albule sembrano, comunque, evidenziare per queste ultime un contributo più diretto e più importante di fluidi termali profondi.

Un altro condotto senz'altro appartenente allo stesso circuito profondo si trova a poche decine di metri di distanza dal Merro, al fondo del Pozzo Sventatore (-118 m). Questa grotta, impostata su una frattura orientata N60°E e inclinata di 70° verso NW. è costituita da una grande sala e da alcuni pozzi paralleli che confluiscono in un lago. La guota dello specchio d'acqua è la stessa di quella del lago del Merro. Il condotto prosegue sommerso nella zona satura della falda (disceso in immersione per 33 m), idraulicamente collegato al Pozzo del Merro.

Spostandosi al bordo meridionale dei M. Cornicolani, su cui è fondata la periferia Nord di Guidonia (Colle Largo), si trova un tunnel abbandonato che un tempo fungeva da rifugio antiaereo. Il tunnel attraversa i calcari Maiolica, con stratificazione fitta e quasi verticale che passa, in un ramo laterale ad Ovest del tunnel principale, ad un'argilla molto plastica. Il tunnel intercetta una frattura aperta, verticale, nella Maiolica (Cavità dell'Elefante, -20, sviluppo 125 m), nella quale si può scendere fino ad alcuni specchi d'acqua che rappresentano punti della superficie della falda acquifera, in posizione intermedia fra il Pozzo del Merro (e dello Sventatore) e le sorgenti delle Acque Albule, ad una quota 7 m più alta rispetto alle sorgenti (gradiente idraulico: 1.7 m/km. ma la misura delle quote è di scarsa precisione).

Presso la sommità di Poggio Cesi si aprono due fenditure tettoniche nel Calcare Massiccio: la Grotta di Fossavota (-31 m) e lo Sventatojo di Poggio Cesi (-88 m), impostate su faglie fra loro guasi

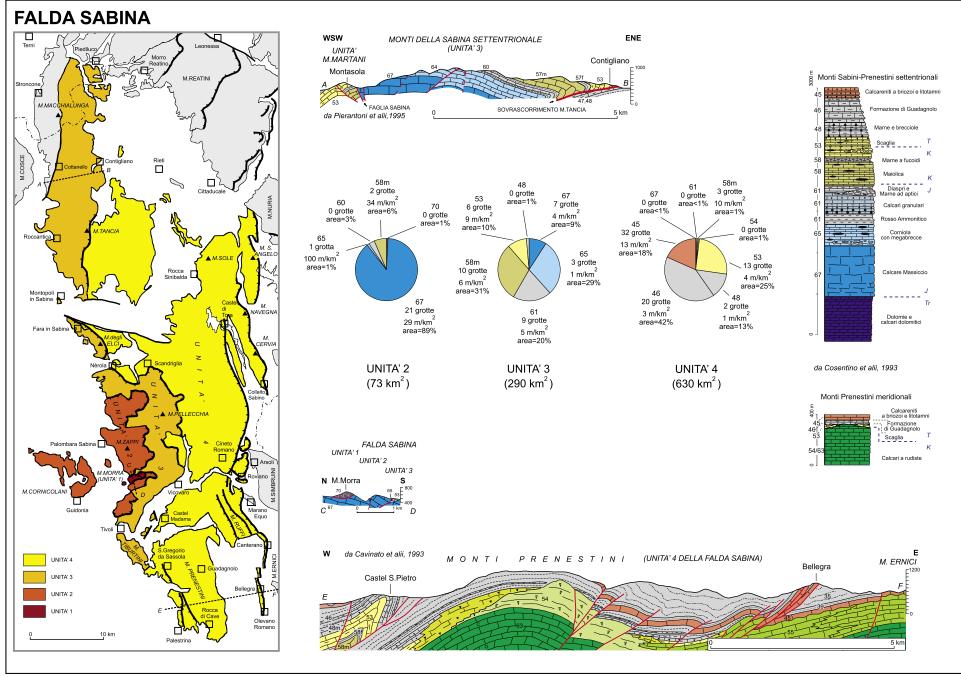


Figura 29 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei monti della Falda Sabina.

perpendicolari. Da queste due cavità escono permanentemente correnti di aria calda provenienti, nella Grotta di Fossavota, da tre punti ben localizzati nel pavimento (Fig. 30), e, nello Sventatoio di Poggio Cesi, dagli interstizi fra i massi a terra. In entrambe le grotte la temperatura si mantiene costantemente a 18,9°C in ogni punto della cavità, indipendentemente dalle condizioni esterne. L'origine della termalità semperatura proposita di riscaldamento dei calcari per conduzione ad opera di masse magmatiche presenti in profondità; l'aria calda troverebbe una rapida via di sfogo verso l'alto nelle fratture tettoniche che attraversano l'ammasso calcareo (TRovaro. 1975).

### RIQUADRO 7 - "CLASSIFICAZIONE DELLE GROTTE FREATICHE: IL 'FOUR STATE MODEL' DI FORD & EWERS (1978)"

Ford & Ewers (1978) hanno proposto un modello che spiega i tipi-base di grotte che possono prodursi nell'ambiente freatico. Il modello è stato ampliato successivamente da Ford (2000) in sei "stati"

- Stato 0 Assenza di condotti percorribili, per resistenza al flusso troppo elevata.
- Stato 1 Freatico profondo (batifreatico).
- Stato 2 Freatico con loops multipli.
- Stato 3 Segmenti freatici alternati a segmenti di livello piezometrico.
- Stato 4 Di livello piezometrico.
- Stato 5 Assenza di condotti percorribili, per flusso sotterraneo troppo diffuso.

Le grotte con sviluppo freatico chiaramente riconosciuto non sono molte nel Lazio, in ogni modo sembra utile riferirsi a questo modello (Fig. 31), da lungo tempo accolto con favore da molti studiosi di carsismo.

## Stato 0 - Assenza di condotti percorribili, per resistenza al flusso troppo elevata

La frequenza e l'apertura delle fessure possono essere troppo ridotte per permettere, nei tempi geologici a disposizione, lo sviluppo di grotte di dimensioni percorribili. Potrebbe essere questa la causa della scarsità di grotte note sulla Maiella, solcata invece da profonde forre di superficie.

## Stato 1 — Grotte freatiche profonde (batifreatiche)

Condotti freatici profondi sembrano originarsi quando le fessure che possono essere penetrate da acqua in grado di scorrere sono molto distanziate. I condotti sotterranei possono essere costretti a seguire dei profondi "loops" sotto il livello delle sorgenti, semplicemente perché non sono disponibili dei percorsi aperti meno profondi. Il Pozzo del Merro, con un loop profondo almeno 392 m, in base alle attuali conoscenze. è il condotto di questo tipo più profondo del mondo.

## Stato 2 — Grotte freatiche con loops multipli

Queste grotte si creano quando la frequenza di fessurazione penetrabile è maggiore. La quota delle sommità dei loops più alti fissa la posizione stabile della superficie piezometrica. Nell'esempio del Buco del Pretaro l'ampiezza verticale del looping è maggiore di 45 m; i condotti seguono in parte i piani di strato, e per lunghi tratti due sistemi di fratture. In questa grotta non è stato possibile individuare il verso di scorrimento dell'acqua nei condotti; in ogni caso, la casistica nota su base mondiale indica come verso preferenziale di scorrimento quello sull'immersione degli strati per i tratti discendenti e quello su fratture o faglie per i tratti in salita (Foro, 2000), ma sono noti anche esempi più rari in cui avviene la situazione opposta (Rossi ET AUI, 1997).

## Stato 3 — Grotte con segmenti freatici e tratti sul livello piezometrico.

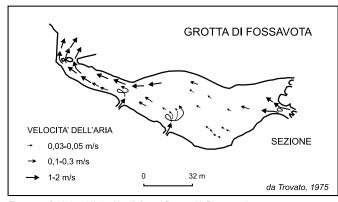


Figura 30 - Circolazione dell'aria calda nella Grotta di Fossavota (da Trovato, 1975).

Le grotte nelle quali si realizza una situazione mista, con loops brevi e poco profondi e con condotti quasi orizzontali (vale a dire sul livello piezometrico), indicano una condizione di fessurazione ancora più frequente o di resistenza al flusso più bassa. In presenza di strati piuttosto inclinati, come nella Grotta dell'Inferniglio (20-30°), i segmenti orizzontali tendono a propagarsi lungo la direzione degli strati (primi 600 m della galleria) o a seguire faglie aperte (secondo tratto, lungo 300 m). Nella Grotta dell'Inferniglio l'esplorazione, partendo dalla risorgenza, è avanzata attraverso 4 sifoni costituiti da loops freatici poco profondi (al massimo 5 m) separati da qallerie subaeree.

#### Stato 4 — Grotte di livello piezometrico.

Nell'area di sviluppo di queste grotte la frequenza di fessure penetrabili è così elevata, o la resistenza al flusso così modesta, da produrre un percorso a gradiente idraulico quasi nullo, molto diretto fino alla risorgenza, situato subito sotto all'originaria superficie piezometrica. Incerto è il riconoscimento di questo tipo di condotti nel Lazio, dove le diverse grotte di attraversamento note presentano dislivelli che sembrano troppo elevati per essere rappresentativi della superficie piezometrica.

#### Stato 5 – Assenza di condotti percorribili, per flusso sotterraneo troppo diffuso

Se la porosità è molto elevata, il flusso può essere troppo disperso per generare, lungo uno dei tanti percorsi che in ogni caso si sviluppano, una grotta di dimensioni percorribili dall'uomo. Il comportamento della falda è simile a quello di mezzi porosi, come la sabbia.

E' utile evidenziare che i loops possono essere impostati su combinazioni di più sistemi di discontinuità strutturali (piani di strato, fratture, faglie), ma possono realizzarsi anche su un solo elemento, per esempio la galleria principale della Grotta del Formale sembra svilupparsi con loops impostati interamente lungo lo strato.

Per "frequenza delle fessure penetrabili", gli autori del modello non hanno inteso riferirsi a valori precisi, in quanto la dimensione dell'apertura della fessura può essere anche più importante della densità di fratturazione. Infatti, anche quando la frequenza di fessurazione è molto bassa, poche fessure con aperture particolarmente ampie e ben interconnesse, orientate in modo da collegare i punti di assorbimento alle sorgenti, possono consentire lo sviluppo di grotte del tipo "livello piezometrico ideale", o anche di uno stato intermedio (Fora, 2000).

Diversi autori, comunque, ritengono che questo modello non rappresenti adeguatamente tutte le possibili situazioni geologiche. Per esempio, molti sistemi carsici sotterranei delle Alpi sono sviluppati in ammassi rocciosi intensamente fratturati con fessure ben aperte, e nonostante ciò presentano loops profondi anche centinaia di metri (Jeannin. 1998).

## I TRAVERTINI DELLE ACQUE ALBULE

Il bacino delle Acque Albule è costituito da una vasta piastra travertinosa (circa 20 km²) con spessore medio di 60 m e massimo di oltre 85 m. I banchi di travertino sono quasi orizzontali o leggermente inclinati verso il F. Aniene; al di sotto, le stratigrafie dei pozzi perforati mostrano conglomerati e sabbie, e, ancora più in basso, argille. La profondità del basamento carbonatico non è nota

Il bacino delle Acque Albule si è generato dopo la messa in posto delle principali colate piroclastiche dei Colli Albani, sfruttando una zona di taglio lunga 30 km e larga 6 km (sistema di faglie trascorrenti destre orientate N-S) che coinvolge le sequenze sedimentarie e vulcaniche del Pleistocene medio-sup. e interseca il distretto vulcanico dei Colli Albani (FACCENNA, 1994).

Le datazioni radiometriche indicano la contemporaneità fra l'evento di fagliazione e l'inizio della deposizione di travertino (circa 170 mila anni fa) (FACCENNA ET ALII, 1994). Il travertino si sarebbe originato per risalita di fluidi lungo faglie che interessano le formazioni carbonatiche presenti nel sottosuolo, con miscelazione delle acque del circuito carsico con quelle profonde; l'emergenza di queste acque avveniva probabilmente in laqhi profondi meno di 1 m (CHAFTEZ & FOLK, 1984).

La deposizione di travertino doveva avvenire in un'area in lenta subsidenza (come minimo 200 m in meno di 400 mila anni); i depositi infatti si rinvengono fino ad almeno 20 m sotto il livello attuale del mare e hanno colmato, nel corso di circa 170 mila anni, un'ampia depressione della superficie, con velocità media di deposizione di 0,43 mm/anno (FACCENNA ET ALII, 1994). Attualmente, comunque, l'entità della deposizione di travertino nel bacino delle Acque Albule appare trascurabile (PENTECOST & TORTORA, 1989).

Le acque carsiche del circuito carbonatico superficiale, che provengono dai Monti Lucretili-Tiburtini-Cornicolani, miscelate a quelle profonde caratterizzate da gas e fluidi idrotermali (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), risalgono lungo la faglia principale orientata N-S ed emergono da due sorgenti principali (Lago delle Colonnelle e Lago della Regina), che erogano una portata media di 3250 L/s, e da altre sorgenti minori (CAPELLI ET ALIII, 1987). Nel bacino delle Acque albule non sono note cavità carsiche ipogee accessibili all'uomo, se non i due laghi suddetti e il Lago di San Giovanni, una cavità più piccola ma con le stesse caratteristiche dei due laghi principali.

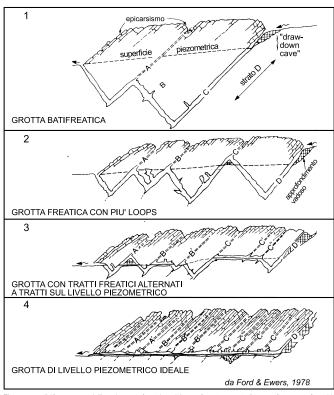


Figura 31 - Il "four state model" per le grotte freatiche o "di superficie piezometrica" in acquiferi non confinati (da Ford & Ewers, 1978).

Il Lago delle Colonnelle è largo 65 m e ha profondità massima di 57 m; ai suoi bordi si stende un tappeto galleggiante di vegetazione di palude, rivestito, nella superficie inferiore, da schiuma di zolfo, carbonato di calcio e cianobatteri. Il Lago della Regina è largo mediamente 150 m e profondo fino a 36 m, ed è collegato al Lago delle Colonnelle tramite uno stretto canale artificiale (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1978-86).

Sulla superficie dei due laghi si sviluppa gas da bollicine e da vistosi ribollimenti. Il gas è un miscuglio di acido solfidrico, anidride carbonica e azoto, e forma una coltre gassosa di una cinquantina di centimetri di spessore (FERRI RICCHI, 2001). Le acque contengono concentrazioni elevate di  $\rm CO_2$  e  $\rm H_2S$ , presumibilmente risultato della dissoluzione di calcari ed evaporiti localizzati in profondità; il carico sospeso di particelle di zolfo è di oltre 4 ppm, l'acqua non contiene ossigeno disciolto. Il fondo è quasi pianeggiante e interamente ricoperto da sedimento fine, probabilmente di notevole spessore. L'acqua proviene da alcune sorgenti (sia puntiformi sia su frattura) di tipo termale (temperatura di 22,5°C pressoché costante in tutto l'arco dell'anno) presenti sul fondo di entrambi i laghi, dove attualmente non si ha precipitazione di carbonato di calcio (Pentecost & Tortora, 1989).

Le pareti sommerse, quasi verticali, sono di travertino, e su una di esse, a 5 m di profondità, si trovano alcune stalattiti. La morfologia delle cavità che ospitano i laghi e la presenza di stalattiti relitte indicano l'esistenza di un vacuo carsico sotterraneo creato precedentemente alla deposizione delle stalattiti stesse (Maxia, 1950; Segre & ASCENZI, 1956; PENTECOTS & TORTORA, 1989). Si può ipotizzare che, successivamente alla deposizione della piastra di travertino, un movimento della faglia trascorrente abbia modificato il percorso di risalita dei fluidi profondi, aprendo una nuova via in corrispondenza dei due laghi attuali. L'acqua in risalita attraversava i depositi argilloso-detritici e all'ingresso nei travertini doveva essere chimicamente aggressiva, forse a causa della miscelazione del fluido profondo con acque meteoriche ricche di ossigeno che saturavano la piastra di travertino. La dissoluzione prodotta dalle acque aggressive avrebbe prodotto i due grandi vacui carsici sotterranei (vedi i meccanismi descritti nel riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei"). I valori degli indici di saturazione e l'assenza di ossigeno disciolto nelle acque dei laghi sembrano però dimostrare che

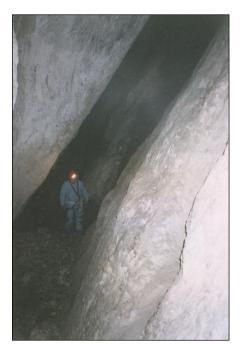


Figura 32 - La "spaccatura" con inclinazione media di circa 60° al fondo della Voragine di Monte Spaccato (foto M. Romiti).

esse non siano attualmente aggressive. Se la creazione del vuoto carsico originario è avvenuta in ambiente freatico, la formazione di stalattiti (depositi di ambiente subaereo) può essere avvenuta in una successiva fase di abbassamento della superficie piezometrica; la diminuzione della pressione sulle pareti, a sua volta, potrebbe essere la causa principale del crollo della sottile volta della cavità e della creazione dei due ladhi.

# Unità 3 della Sabina: Monti Sabini settentrionali, massiccio di Monte Follettoso-Monte Marcone e Monti Tiburtini

L'Unità 3 della Sabina è frammentata in diversi settori: i Monti Sabini settentrionali compresi fra la linea di M. Tancia (1292 m) e la Faglia Sabina; la parte occidentale dei Monti di Fara Sabina (M. degli Elci, 711 m); la catena di M. Marcone (1017 m)—M. Follettoso (1004 m); i Monti Tiburtini (M. S. Angelo in Arcese, 598 m).

L'area di affioramento delle rocce carsificabili, comprendendo anche le "Marne e Brecciole" (litofacies 48), è di circa 290 km². Le formazioni che affiorano più estesamente sono la Maiolica (circa il 30% dell'area totale), nella quale si aprono 10 grotte per circa 500 m complessivi di condotti, e la Corniola (con estensione areale analoga), al cui interno sono state esplorate 3 cavità per poche decine di villuppo totale. Nel Calcare Massiccio sono conosciute 7 grotte (escluse le doline catastate) per uno sviluppo dei condotti di soli 4 m per km² di superficie affiorante.

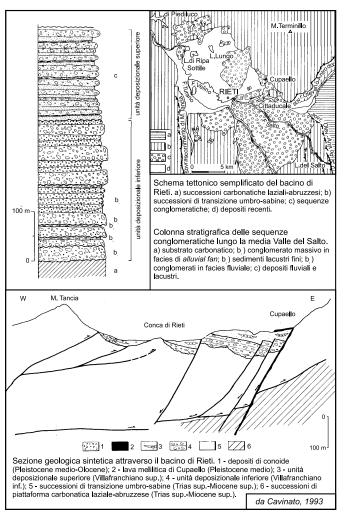
# La Sabina settentrionale (fra la linea di Monte Tancia a Est, e la Faglia Sabina a Ovest)

In quest'esteso tratto di catena (circa 180 km²) sono note solo 18 brevi cavità, distribuite in tutte le formazioni affioranti, con uno sviluppo complessivo dei condotti di circa 600 m (Fig. 29).

Nell'area di Roccantica-Poggio Catino, in prossimità del bordo occidentale della struttura, sono celebri le imponenti doline del Revòtano (-85, assi: 320-250 m), del Catino (diametro 175 m) e del Catinello, scavate nel Calcare Massiccio al contatto con la Corniola, affiorante nella parte alta delle doline. Il Revòtano è una cavità a imbuto, risultato dello scoperchiamento di una caverna sotterranea probabilmente simile alla Grotta di S. Lucia sul M. Soratte; crolli successivi avrebbero smantellato la volta e accumulato alla base un grande cono di massi e detrito, con vertice rovesciato quasi nel mezzo dell'ambiente, mentre nella parte alta delle pareti rimane un anello roccioso. Sulla possibile origine (ipogenica) di queste grandi cavità si è già ampiamente trattato; per quanto riguarda il contesto paleogeografico specifico in cui si inserisce l'evoluzione del Revòtano, un'ipotesi è riportata nella prima



Figura 33 - Una immagine di Tivoli alla fine del XIX secolo, con le grandi cascate dell'Aniene lungo le quali si depositava carbonato di calcio che costituisce il travertino spugnoso in facies incrostante.



parte di questo capitolo.

Per quanto riguarda le grotte vere e proprie presenti nella Sabina settentrionale, quella più profonda è situata presso Contigliano, sul bordo orientale della struttura carbonatica. Si tratta della Voragine le Puzzole (-53 m), una spaccatura tettonica quasi verticale, che taglia i sottili strati calcarei di Scaglia Rossa, ricchi di lenti selcifere. La grotta è situata nel "blocco" calcareo di M. Romano, sovrascorso sulle formazioni terrigene dell'Unità 4 della Sabina (Manganelli & Faramondi, 1990). La posizione della grotta, situata sul ripido versante che marca il fronte di sovrascorrimento del M. Tancia, sembra spiegare la morfologia tipica "a spaccatura", osservabile anche in altre grotte del Lazio caratterizzate da analoghe situazioni geologiche.

## Il settore orientale dei Monti Lucretili

In questo settore (100 km²) sono catastate una decina di cavità, distribuite in tutte le formazioni calcaree, per uno sviluppo complessivo di condotti carsici inferiore a 400 m.

La grotta più interessante è la Risorgenza di Collentone (+2, sviluppo 90 m), di piccola portata, probabilmente scavata nei Calcari Granulari al contatto con il sottostante "Rosso Ammonitico", impermeabile. La morfologia è prevalentemente quella di una condotta in pressione ma per un tratto assume forme vadose. Il condotto è intersecato da numerose fratture quasi ortogonali all'asse; sul pavimento si trovano depositi di sabbie vulcaniche (MANCINI, 2002). E' opportuno osservare che ll'area fra M. Marcone e M. Follettoso, il F.144 Palombara Sabina della Carta Geologica d'Italia riporta estesi affioramenti di Calcare Massiccio, mentre, in effetti, si tratta di Calcari Granulari, peraltro di aspetto molto simile (Cosentino, 1986).

#### I Monti Tiburtini

I Monti Tiburtini sono il risultato di un basculamento del substrato rigido liassico, che ha determinato lo scivolamento verso SE della serie stratificata sovrastante il Calcare Massiccio. La principale superficie di scollamento è costituita dalla formazione argilloso-marnosa del Rosso Ammonitico, sulla quale i terreni sovrastanti hanno costituito una serie di pieghe rovesciate verso SE e parzialmente accavallate (Bow, 1967).

Nei carbonati meso-cenozoici, presenti in affioramento su un'estensione di una decina di  $km^2$ , sono state esplorate 6 grotte. Quella di maggior spicco è la Voragine di Monte Spaccato (-90 m), che si apre presso la sommità di M. Ripoli, sopra Tivoli. Si tratta di una spaccatura ampliata dall'uomo per cavare alabastro dalle pareti. L'andamento della fessura coincide con la giacitura degli strati di Maiolica, rovesciati a forte pendenza ( $58^\circ$ , Fig. 32).



Figura 35 - La sala nei conglomerati al fondo del Pozzo Panfilo (foto M. Chiariotti).

**Figura 34** - Depositi quaternari del bacino di Rieti: schema tettonico, sezione geologica e colonna stratigrafica (da Cavinato, 1993).

### I DEPOSITI DI TRAVERTINO DEI FIUMI NERA, FARFA E ANIENE

## I travertini delle Marmore e di Papigno

La formazione travertinosa delle Marmore, costituita da fossili vegetali frammisti a piccole lenti di sabbie calcaree, è stata depositata alla confluenza dei Fiumi Nera e Velino fino ad occupare un'estensione areale di circa 1 km² per uno spessore massimo che raggiunge i 130 m. Il F. Nera ha successivamente inciso il deposito, isolando sulla sinistra idrografica un gradino travertinoso, embrione dell'attuale pianoro. Il banco di travertino si è esteso e sviluppato per la continua precipitazione di carbonato di calcio al tracimare lungo il bordo e nella zona palustre che si ampliava alle spalle dello sbarramento naturale, determinandone il progressivo innalzamento. Nel 271 a.C. Curio Dentato fece comvogliare le acque del F. Velino in un canale, a formare le cascate delle Marmore, riducendo così la velocità di deposizione del travertino.

Nel pianoro delle Marmore si trovano una quarantina di imbocchi di cavità sotterranee, per quasi 900 m complessivi di condotti, oltre a numerose forme di superficie.

Le cavità superficiali ("fosse") assomigliano alle doline carsiche (scavate per dissoluzione di  $CaCo_3$ ), ma sono in realtà forme "singenetiche", cioè create contemporaneamente alla deposizione del travertino in corrispondenza degli sbocchi a valle dei torrenti, dove si determinavano condizioni sfavorevoli alla deposizione carbonatica e un rapido concrezionamento nella zona circostante, fino a formare queste piccole depressioni. Altre forme singenetiche sono alcune cavità naturali che si aprono nelle zone di pendio, alla base delle pareti rocciose e sul bordo delle fosse; data l'elevata pendenza, si formavano strutture concrezionali a cascata (in "strati" inclinati), che lasciavano delle cavità all'interno del deposito (MATTIOLI, 1972).

Diverse cavità sono originate da fratture. Le Grotte dei Campacci di Marmore (-32, sviluppo 480 m), per esempio, sono costituite da una lunga frattura beante, parallela alla parete della cascata e distante da questa non più di 50 m. La fessura non è di origine tettonica, ma è invece stata aperta dalla forza di gravità per mancanza di sostegno dalla parte della Valnerina. In alcuni punti la frattura intercetta alcune cavità singenetiche, formatesi precedentemente lungo la cascata (MATTIOLI, 1965).

Un altro deposito di travertino, con un'estensione areale inferiore a 1 km², è presente nei pressi di Papigno. Una sola piccola grotta ad andamento orizzontale è nota in guesti depositi.

## I depositi travertinosi del Piano di Cornazzano e di Poggio Nativo-Cerdomare

All'estremità meridionale della struttura carbonatica di M. Tancia si trovano alcune placche di travertino, la più estesa delle quali (circa 2 km²) è il Piano di Cornazzano, nei pressi di Castelnuovo di Farfa. Il piano è costituito da una piastra potente una trentina di metri di depositi concrezionari travertinosi con resti vegetali, ghiaie e conglomerati, in parte coperti da tufi pedogenizzati. All'interno della placca si trova un bacino chiuso esteso 0,7 km², le cui acque sono inghiottite nell'unica cavità carsica nota nella bancata, la Grotta Scura (+10/-20, sviluppo 355 m), percorsa da un torrente stagionale. Si tratta di un traforo naturale costituito da una galleria a forra con andamento meandriforme, impostata su due sistemi di fratture fra loro ortogonali. L'acqua riemerge al contatto con i sottostanti depositi sabbiosi e calcarenitici plio-pleistocenici, e va ad alimentare il Fiume Farfa, che scorre una sessantina di metri più in basso sul calcare Maiolica.

Le bancate di travertino di Poggio Nativo e di Cerdomare affiorano su un'area estesa complessivamente circa 9 km² ubicata sul margine meridionale della valle del Farfa. Il deposito raggiunge spessori di alcune decine di metri, in strati paralleli al pendio che scende verso Nord. Il deposito si è formato nel Pleistocene, quando da sistemi di faglie che interessavano i carbonati della Sabina risalivano acque concrezionanti (Manfra et alli, 1976). Nel catasto speleologico sono riportate, nella bancata di Poggio Nativo, le 9 grotte di Battifratta, tutte ad andamento pianeggiante e con lunghezza massima di 60 m. Nella placca di Cerdomare sono noti un pozzo profondo 15 m e due grotticelle sub-orizzontali, una delle quali è una sorgente captata (Risorgenza di Cerdomare).

### I travertini di Tivoli-Ponte Lucano e di San Cosimato

Nel tratto compreso fra la stazione ferroviaria di Tivoli e Ponte Lucano il F. Aniene supera un dislivello di oltre 200 m; nel passato ciò avveniva attraverso un sistema straordinariamente suggestivo di grotte e cascatelle e con un salto verticale di oltre 100 m (Fig. 33). Successivamente, la maggior parte delle acque è stata incanalata nelle opere di sistemazione idraulica e il salto d'acqua è stato derivato a fini idroelettrici.

In quest'area i travertini spugnosi in facies incrostante, originati lungo le cascate dell'Aniene nella sottostante piana Tiburtina e quindi non correlati geneticamente con i fenomeni sorgentizi del bacino delle Acque Albule, occupano una superficie di circa 2,5 km², inclusa la rupe di Tivoli. Sono riportate in catasto 15 cavità, rappresentate da grotte ad antro o da "stanze" e gallerie pianeggianti, sempre di dimensioni modeste, con uno sviluppo complessivo di circa 250 m di condotti. Fra queste ricordiamo la Grotta di Nettuno e il pozzo verticale della Grotta delle Sirene, visitabili entro il perimetro di Villa Gregoriana, e la Grotta Scavizzi (-2, sviluppo 40 m), con 3 imbocchi, costituita da una galleria alta mediamente 3.5 m e larga 3 m.

Percorrendo l'autostrada Roma-L'Aquila verso l'Abruzzo, all'uscita della galleria che precede il casello di Vicovaro si passa su un viadotto che scavalca una profonda forra scavata dal F. Aniene subito a valle della confluenza con il Torrente Licenza. Di fronte allo sbocco della galleria si innalza la rupe di S. Cosimato, costituita da depositi di travertino che formano una parete a picco alta una sessantina di metri sull'alveo dell'Aniene. Il travertino, tipico dell'ambiente di cascata, e quindi spugnoso e inglobante resti vegetali e organici, si sarebbe depositato intorno a 30 mila anni fa. In una galleria localizzata alla base della diga, e scavata all'epoca della costruzione della diga stessa, si osserva il contatto fra la base del deposito travertinoso e un giacimento di ciottoli fluviali calcarei di sidemensioni da decimetriche a multidecimetriche. La parete ospita una serie di romitori, acquedotti e cavità naturali (CAPPA & FELIG, 1998), una dozzina delle quali, costituita da caverne e brevi condotti, riportata nel catasto speleologico.

## Unità 4 della Sabina: Monti Sabini orientali, Monti Ruffi e Monti Prenestini

I rilievi della Sabina orientale costituiscono l'unità tettonica più esterna del dominio sabino (Unità 4), che lungo la linea tettonica Olèvano-Antrodoco si sovrappone verso Est sulle strutture derivate dalla deformazione della piattaforma laziale-abruzzese (Cosentino & Parotto, 1991). L'Unità 4 della Sabina comprende a Nord i rilievi collinari del versante orientale di M. Tancia (quote fino a circa 900 m), il settore orientale della dorsale di Fara Sabina, i Monti della Sabina orientale, e a Sud i M. Ruffi e i M. Prenestini. Tipiche di questa unità tettonica sono le strutture a pieghe, con asse NW-SE o N-S, vergenti verso l'Adriatico.

L'area di affioramento delle rocce carsificabili, comprendendo la formazione delle "Marne e Brecciole" e la formazione argilloso-marnoso-calcarea di Guadagnolo, è di circa 630 km². La Formazione di Guadagnolo, che costituisce circa il 40% dell'area totale, è stata inserita fra le formazioni carsificabili (esclusivamente per questa unità), date le numerose cavità ipogee conosciute. Complessivamente in questa formazione sono catastate 20 grotte, per uno sviluppo complessivo di circa 800 m di condotti carsici.

Per quanto riguarda le formazioni carbonatiche, il 25% dell'area è rappresentato dalla Scaglia, nella quale si trovano 13 grotte con uno sviluppo totale di condotti di circa 600 m. I calcari miocenici affiorano sul 18% dell'area, e con 32 grotte e 13 m di condotti per km² di affioramento sono la più importante formazione carsificata di questa unità. Sono molto limitati, invece, gli affioramenti di Calcare Massircio e di Maiolica

# La Sabina settentrionale a Est della linea di Monte Tancia e il settore orientale dei Monti di Fara Sabina

Affiorano esclusivamente la Scaglia e le Marne e Brecciole, per complessivi 110 km². Non sono conosciute cavità carsiche ipogee.

#### I conglomerati del bacino di Rieti

Il bacino di Rieti è una depressione intramontana originatasi durante la fase tettonica estensionale del Pliocene-Pleistocene. Il settore di bacino a Sud di Rieti è stato colmato nel Villafranchiano inf. da depositi clastici di conoide alluvionale, provenienti dallo smantellamento dei monti del dominio umbro-sabino ("unità deposizionale inferiore"). Successivamente, sopra questi depositi si sono accumulati clasti derivati dallo smantellamento dei monti originati dalla deformazione della piattaforma laziale—abruzzese ("unità deposizionale superiore") (Fiq. 34; CAVINATO, 1993).

L'unità deposizionale inferiore, potente 250-300 m, poggia in discordanza angolare sul substrato carbonatico e rappresenta il primo deposito di origine continentale del bacino. E' costituita da una successione di banchi di conglomerati massivi intercalati a sottili e discontinui livelli calcarenitici o marnosi; a differenza dell'unità superiore ha caratteristiche di elevata permeabilità e presenta forme carsiche ipogee più ampie.

Nei conglomerati dell'area reatina sono conosciute 5 modeste cavità, 4 delle quali pianeggianti e di sviluppo inferiore a 30 m ciascuna. La cavità più interessante è, invece, il Pozzo Panfilo, che si apre nella valle del Turano, nell'estremo lembo meridionale di affioramento dei conglomerati dell'unità inferiore, più lontano dall'area-sorgente. I conglomerati sono costituiti da clasti di dimensioni comunque superiori a 5-10 cm con matrice ghiaiosa e cemento calcareo, disposi in banchi massivi di 5-10 m di spessore; le intercalazioni di livelli calcarenitici e marnosi, di origine lacustre, hanno spessori di 5-10 cm (Салмато, 1993). Il Pozzo Panfilo (-60 m) perfora il conglomerato calcareo lungo una frattura inclinata di 70° (Fig. 35).

Presso Castelnuovo di Farfa, Montopoli, Poggio Mirteto e Paganico, si rinvengono, in altri affioramenti conglomeratici, alcune piccole cavità ad andamento orizzontale, con lunghezze inferiori a 30 m

Presso Montopoli si trova un bel traforo nel travertino (Grotta Pinta), con sviluppo planimetrico attuale di 60~m, probabilmente molto più lungo in origine.

#### I Monti Sabini orientali

Il settore orientale della Sabina si spinge a Nord fino alle valli del Fiume Farfa e dei Fiumi Turano-Salto-Velino, colmate da depositi sabbiosi e conglomeratici, mentre verso Est si estende con bassi rilievi che, oltrepassata la valle del F. Turano, si innalzano nella dorsale di M. Navegna (1506 m)-M. Cervia (1439 m), allungata sul fronte N-S della linea Olèvano-Antrodoco. A Sud il F. Aniene separa la Sabina orientale dai Monti Prenestini e Ruffi.

Nell'area dei Monti Sabini orientali, estesa circa 360 km², sono note 40 cavità ipogee (escluse le doline catastate), con uno sviluppo spaziale complessivo di circa 1,6 km. Si tratta sempre di grotte modeste, scavate prevalentemente nei calcari miocenici (una ventina di cavità, compreso il Pozzo di Cineto, profondo 58 m) e nella Scaqlia.

La cavità più importante è la Grotta di Muro Pizzo (+3/-12, sviluppo 380 m), costituita da alcuni gruppi di sale collegati fra loro da brevi cunicoli (Fig. 36). Ogni gruppo di sale è formato da ambienti a pianta quasi circolare, di 2-8 m di diametro, a forma di cupola con altezza al centro fino a 3 m e pavimento orizzontale. In alcune aree della grotta le salette si fondono con collegamenti ampi che isolano dei tozzi pilastri di roccia, larghi un paio di metri. Le cupole sono talvolta influenzate dalla stratificazione e presentano nicchie semisferiche più piccole in roccia compatta, senza evidenti fessure sulla volta. Attualmente l'attività idrica nella grotta è limitata ad uno scarso stillicidio e il concrezionamento presente è di calcite.

Per quanto le dimensioni siano modeste (e quindi l'interpretazione basata su scarsi elementi), la grotta sembra rappresentare un esempio, unico nella regione, di pattern labirintico bidimensionale. L'origine delle grotte labirintiche è ancora controversa; tuttavia, per la creazione di numerosi conde. L'origine delle grotte labirintiche è ancora controversa; tuttavia, per la creazione di numerosi calizaci con uguale velocità in tutte le fessure (cioè in assenza di "competizione" fra le fratture), indipendentemente dalle loro larghezze originarie (PAMER, 1991). La Grotta di Muro Pizzo è interamente scavata in pochi strati calcarei di Scaglia Rossa, per uno spessore complessivo di 3-4 m, inclinati di 5-15°. Seguendo il modello di speleogenesi "trasversale" proposto da KLIMCHOUK (2000b), questa grotta labirintica si sarebbe potuta sviluppare in un'intercalazione di strati calcarei più puri quando l'ammasso roccioso si trovava sommerso nella falda acquifera in condizioni confinate, determinate da strati calcareo-marnosi sovrastanti e sottostanti. In base alla morfologia degli ambienti, sopra descritta, si può anche avanzare l'ipotesi che le acque che hanno creato la grotta fossero calde.

Una cavità che presenta analogie con quella appena descritta è la Grotta Pila (+7, sviluppo 74 m), anch'essa scavata nella formazione della Scaqlia Rossa, nei pressi di Poqqio Moiano.

Sulle pendici occidentali di M. Navegna si aprono alcune piccole grotte. Merita di essere ricordata la Risorgenza di Capo d'Acqua (sub-orizzontale, sviluppo 62 m), che sgorga probabilmente presso la base della Formazione di Guadagnolo, lungo il fosso che scende verso Castel di Tora. Dalla parte opposta del Lago del Turano, il versante che dal M. Faito scende verso Est fino al lago è attraversato da una linea di sovrascorrimento orientata all'incirca N-S, lungo la quale si è impostata

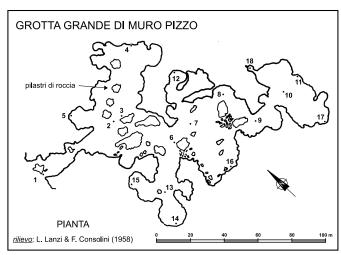


Figura 36 - La Grotta di Muro Pizzo è un labirinto bidimensionale costituito da gruppi di sale a pianta tondeggiante e con volta a cupola.

un'area pianeggiante intorno alla q. 1000 m; a qualche centinaio di metri dal sovrascorrimento, nell'unità orientale, si osserva il contatto fra i depositi terrigeni impermeabili e le sottostanti calcareniti del Miocene. Un centinaio di metri sotto questa linea, da un grande antro situato nelle calcareniti mioceniche sgorgano periodicamente le acque della Risorgenza di Puffi Street; dalla volta della sala d'ingresso sale un camino alto 30 m che sbocca all'esterno, mentre dalla base parte una galleria in piano che termina dopo una sessantina di metri con un sifone, esplorato in immersione per 20 m.

#### I Monti Ruffi

I Monti Ruffi, estesi una quarantina di km², sono caratterizzati da una serie di scaglie tettoniche embricate, orientate NW-SE e accavallate verso NE (Fig. 37), che costituiscono le dorsali di M. Sacrestia (settore occidentale, che comprende il Pozzo di Cerreto), di Costa Sole (al centro, massima elevazione, 1251 m) e di M. Cerasolo (settore orientale). L'ossatura delle scaglie è formata da calcari bioclastici miocenici, che affiorano quasi ovunque (per complessivi 25 km²) con spessori di 70-80 m, e dalle sottostanti marne e calcareniti della Formazione di Guadagnolo (Corrado, 1995).

Sui M. Ruffi, nonostante evidenze di un carsismo superficiale intenso, lo sviluppo ipogeo appare modesto; fra le scaglie più orientali rimane un bacino chiuso lungo un paio di chilometri, con un inghiotitioio impraticabile nel punto più basso. Sono catastate 6 grotte, 4 delle quali nei calcari miocenici, per complessivi circa 200 m di sviluppo (8 m/km²), mentre 2 piccole cavità si aprono nella Formazione di Guadagnolo. La cavità più ampia è il Pozzo di Cerreto (-48 m), un grande ambiente scavato nelle calcareniti mioceniche e condizionato da faglie, venuto alla luce per il crollo della volta. Il fondo del pozzo dovrebbe trovarsi in prossimità del passaggio alla sottostante Formazione di Guadagnolo.

## I Monti Prenestini

La dorsale dei Monti Prenestini (massima elevazione M. Guadagnolo, 1218 m) è costituita da depositi originati sulla scarpata di raccordo tra il margine della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e il contiguo bacino di mare aperto umbro-sabino (Fig. 29).

Le rocce carsificabili, comprendendo anche i Monti dell'Ara Salère situati tra il F. Aniene, il Fosso Empiglione e il Fosso Fiumicino, affiorano su una superficie di 120 km². Complessivamente sono catastate 22 grotte, con uno sviluppo spaziale complessivo dei condotti di poco più di 1 km.

Il termine più antico in affioramento è la Scaglia, messa in luce dall'erosione solo nelle incisioni fluviali più profonde (superficie di circa 0,5 km²), come a monte dell'abitato di S. Gregorio da Sàssola; in questa formazione dovrebbero trovarsi 2 piccole cavità carsiche.

Seguono verso l'alto le Marne e Brecciole dell'Oligocene, che affiorano in alcune incisioni fluviali su un'area di 10 km², senza evidenze di carsismo ipoqeo.

La Formazione di Guadagnolo dell'Aquitaniano-Langhiano, costituita da ripetute alternanze di marne e calcareniti con la tipica struttura a losanga, affiora estesamente (80 km²) a Ovest della dorsale di Guadagnolo. Gli orizzonti calcarei sono carsificati, come testimonia la presenza di numerose doline e di 11 cavità sotterranee per uno sviluppo di 7 m di condotti per km² di affioramento; tuttata presenza dei termini arenacei nei calcari limita notevolmente le possibilità di approfondimento delle grotte. Le cavità più importanti sono il Pozzo 2° della Mentorella (-53 m), situato presso l'omonimo santuario sul versante orientale della dorsale e impostato su due fratture fra loro ortogonali, e il

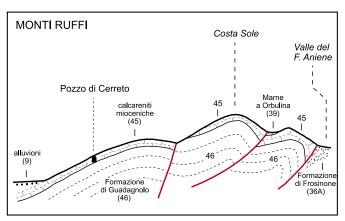


Figura 37 - Sezione geologica dei Monti Ruffi, caratterizzati da scaglie tettoniche embricate accavallate verso NE. I depositi carsificabili di calcareniti mioceniche hanno spessori limitati a poche decine di metri e poggiano sulle alternanze di marne e calcareniti della Formazione di Guadagnolo.

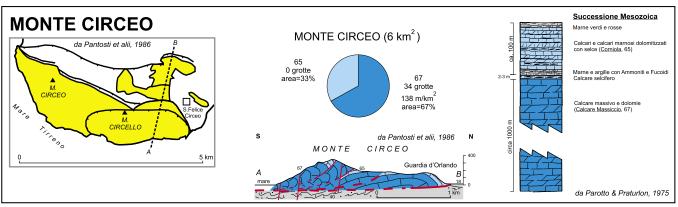


Figura 38 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nel promontorio del Circeo.

Pozzo della Ventrosa (-59 m). Ma le morfologie carsiche più importanti di questa formazione sono rappresentate dalle macrodoline, a forma di ciotola delimitata da perimetri ellittici, con assi maggiori lunghi oltre 100 m orientati in direzione NNW-SSE, parallelamente all'asse dell'anticlinale prenestina. Le macrodoline sono concentrate prevalentemente in due aree (a SW di Guadagnolo e a NE di Rocca di Cave), addensandosi in una fascia altimetrica di circa 80 m di dislivello intorno all'isoipsa di 1000 m e secondariamente nella fascia 800-1000 m (SCOTON), 1971).

Le calcareniti del Miocene (Langhiano-Serravalliano), di rampa carbonatica, costituiscono la sommità dei rilievi più elevati (Guadagnolo, Punta Carpigno) e il versante orientale della dorsale, con una superficie di affioramento di circa 23 km². La carsificazione è elevata, come dimostrano le 9 cavità catastate per uno sviluppo medio di 26 m di condotti per km² di superficie.

Fra queste è importante segnalare due risorgenze temporanee situate a Est dei Monti Caprini quasi al piede della dorsale: l'Ainate (+8/-11, sviluppo 210 m) impostata in parte su una faglia inclinata di  $60-70^{\circ}$ , e la Risorgenza della Mola (+18, sviluppo 92 m), il cui condotto scende verso l'uscita seguendo la direzione di massima pendenza degli strati (ENE).

Il settore meridionale dei M. Prenestini si differenzia da quello settentrionale per la presenza dei resti di un tratto della soglia occidentale della piattaforma laziale-abruzzese, che raccorda la piattaforma interna simbruino-ernica e la scarpata di transizione al mare aperto dei M. Prenestini settentrionali e della Sabina. La soglia è testimoniata dall'affioramento presso Rocca di Cave di calcari organogeni (litofacies 54) ricchi di rudiste e gasteropodi del Cretacico sup. L'alto strutturale costituito dalla scogliera è rimasto emerso fino al Miocene; successivamente, al di sopra dei calcari del Cretacico si è depositato direttamente uno spessore molto ridotto di marne della Formazione di Guadagnolo e quindi le calcareniti mioceniche.

L'unica "grotta" catastata in questo settore è la Fossa Ampilla (-61 m), una grande cavità a cielo aperto che si apre nelle calcareniti mioceniche e si approfondisce fin quasi nei calcari organogeni del Cretacico. I calcari di scogliera sono senz'altro carsificabili e l'assenza di grotte è probabilmente imputabile solo alla ridotta estensione dell'affioramento (4 km²).

# IL MONTE CIRCEO

Il Circeo (541 m) è un promontorio lungo 5 km in direzione ESE-WNW e largo fino a 2 km, situato all'estremità meridionale della Pianura Pontina e costituito da rocce prevalentemente calcaree del Giurassico della successione umbro-sabina (Fig. 38). Questo tratto di catena è stato presumibilmente inglobato nell'Appennino prima dei M. Lepini e quindi prima anche della Sabina. La struttura del monte risulta costituita da 4 scaglie tettoniche principali parzialmente sovrapsote fra loro e vergenti a NNE, dove sovrascorrono su terreni torbiditici; faglie trasversali sbloccano la struttura compressiva (Pantost et al.il, 1986). Sul versante marino è presente una fascia detritica originatasi nel Quaternario, in buona parte demolita dall'azione del mare (Segre, 1948a).

Il carsismo ipogeo conosciuto, quasi interamente descritto da Segre (1948a), è rappresentato esclusivamente da grotte localizzate nel Calcare Massiccio lungo la linea di costa, entro 20 m sul livello del mare, con l'unica eccezione rappresentata dal Pozzo dei Pipistrelli, che si apre a q. 200 m.

Le cavità catastate sono 34, tutte di modeste dimensioni, per circa 500 m di sviluppo totale; le grotte, quasi tutte idricamente inattive, sono generalmente costituite da un unico ambiente scolpito

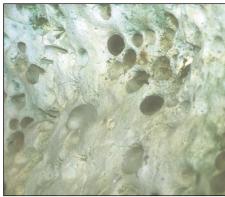


Figura 39 - Fori di litodomi, tipici fossili di bivalvi litofagi che marcano la linea di costa, nella Grotta delle Capre al Circeo (foto G. Mecchia).

dall'azione del mare (Fig. 39). Considerando la limitata estensione del promontorio, nel Calcare Massiccio il carsismo appare ben sviluppato (138 m di condotti per km² di affioramento), mentre non si ha notizia di cavità nei calcari con selce riferibili alla Corniola, il cui affioramento, comunque, è limitato ad una superficie di soli 2 km².

La cavità più estesa è la Grotta delle Corvine. Si tratta di una risorgenza sottomarina, che si sviluppa per un centinaio di metri nel Calcare Massiccio, anche se la volta interessa un deposito di breccia quaternaria; la sua origine risale forse ad un'epoca in cui il livello del mare era più basso dell'attuale, ma non è da trascurare l'intensa dissoluzione carsica che si è potuta sviluppare per la miscelazione delle acque dolci con quelle marine (ANTONIOLI & FERRANTI, 1994).

Di notevole interesse paletnologico, ma di piccole dimensioni, è la Grotta Guattari (pianeggiante, sviluppo 28 m), situata alla base di una piccola scaglia tettonica di Calcare Massiccio sovrascorsa su terreni fliscioidi di età oligocenica, che sono stati rinvenuti durante le operazioni di scavo archeologico del riempimento della grotta.

#### IL CARSISMO SOTTERRANEO NELLA FALDA LAZIALE-ABRUZZESE

### La dorsale dei Volsci

Dal punto di vista stratigrafico e strutturale i Monti Lepini, i Monti Ausoni e i Monti Aurunci costituiscono un'unica catena (la cosiddetta struttura dei Volsci), inglobata nell'Appennino nel corso dell'evento del Tortoniano sup. (7,8-8,2 milioni di anni fa) (CIPOLLARI ET ALII, 1995).

La catena ha le caratteristiche tipiche delle unità appennniniche, con assi tettonici NW-SE e sovrascorrimenti vergenti a NE; il fronte di accavallamento ha estensione regionale e può essere seguito lungo tutta la Valle Latina. Sul bordo SW della catena alcune faglie dirette del Pliocene-Quaternario ribassano la prosecuzione della struttura carbonatica al di sotto dei depositi delle pianure costiere, con rigetto complessivo fino a 3000 m (Fig. 40). La catena viene abitualmente suddivisa nei tre settori dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci seguendo alcuni dei principali lineamenti tettonici (Parotto & Praturlon, 1975).

Nella dorsale dei Volsci affiora estesamente la serie laziale-abruzzese, rappresentata da uno spessore di circa 3300 m di depositi calcarei e dolomitici di piattaforma carbonatica di acque basse, con età che vanno dal Triassico sup. al Senoniano-Paleocene (Damiani et alli, 1991).

I depositi più antichi presenti in affioramento, dolomitici (litofacies 67d), si rinvengono solo nei M. Aurunci in aree di estensione molto limitata. I depositi calcarei e calcareo-dolomitici sedimentati dal Dogger al Paleocene rappresentano il 98% delle rocce carsificabili che affiorano su tutta la struttura; questi depositi sono stati suddivisi in due litofacies entrambe di mare poco profondo di piattaforma carbonatica, depositatesi rispettivamente nel Dogger-Cretacico inf. (litofacies 63) e onei Cretacico sup.—Paleocene (litofacies 55) (ACORDI & CARBONE, 1988). Verso la sommità dei depositi del Cretacico inf. si rinviene una sottile intercalazione argilloso-marnosa, il "livello a Orbitolina", di particolare interesse anche per il carsismo. Al di sopra dei calcari del Cretacico-Paleocene si sono depositati, in trasgressione, i "Calcari a Briozoi e Litotamni" del Miocene (litofacies 45), che però affiorano solo, e molto limitatamente, al bordo NE della struttura lepina e presso Carpineto Romano.

Sono incluse nel catasto regionale circa 740 grotte, per uno sviluppo complessivo di circa 63 km di condotti carsici. Nei calcari di piattaforma interna delle litofacies 55 e 63, la carsificazione è elevata, infatti, i condotti carsici conosciuti rappresentano una media di 49 m per km² di superficie. In base alle esplorazioni speleologiche fino ad oggi completate, la densità dei condotti è di 56 m per km² di affioramento per la litofacies 55, e di 41 m/km² per la litofacies 63. Il massiccio dei M. Lepini è il più carsificato dei tre, con uno sviluppo medio di 87 m di condotti sotterranei per km² di affioramento delle litofacies 55+63. valore che scende a 27 m/km² nei M. Ausoni e a 26 m/km² pei M. Aurunci.

Nella Pianura Pontina, ai piedi della dorsale lepina, si trova la piastra di travertino di Gisterna di Latina, nella quale sono note una grotta e alcuni "sprofondi"; altri sprofondi sono disseminati lungo il bordo orientale delle "Paludi Pontine".

Due piccole grotte in depositi conglomeratici sono presenti nel promontorio di Gianola.

#### GROTTE E SPROFONDI NELLA PIANURA PONTINA

La Pianura Pontina si stende fra la costa tirrenica e i M. Lepini, ed è interrotta a NW dal Vulcano Albano; è costituita da depositi recenti che mascherano una successione terrigena del Pliocene leggermente deformata, di diverse centinaia di metri di spessore, che a sua volta ricopre una catena a scaglie tettoniche costituita da sedimenti carbonatici depositati dal Mesozoico al Miocene (Parotto & Praturlon, 1975) (Fig. 40).

## LA PIASTRA DI TRAVERTINO DI CISTERNA DI LATINA

In prossimità del piede dei M. Lepini si trova la grande placca di travertini di Cisterna di Latina (circa 14 km²), con spessore massimo di una quindicina di metri; la placca si sarebbe depositata circa 200 mila anni fa (Ambrosetti et al.i, 1972) in parte al di sopra di depositi detritici e in parte sulle pozzolane del Vulcano Albano.

In posizione centrale, all'interno della placca, si trova la Grotta di San Biagio (pianeggiante, sviluppo 350 m), interamente scavata nel travertino e costituita da un labirintico reticolo di condotte impostate all'intersezione fra un piano orizzontale (strato) e fratture verticali orientate in numerose direzioni (Fig. 41). Attualmente la grotta non è percorsa da un torrente, ma nella stagione estiva l'irrigazione dei campi di cocomeri e kiwi sovrastanti rende umida la grotta per percolazione diffusa. Sembra che il riempimento fangoso che colma la parte bassa della grotta sia piuttosto recente, determinato proprio dall'attività irriqua che avrebbe trasportato in grotta il suolo esterno.

Nel lembo orientale della piastra di Cisterna si trova lo sprofondo di Casa Affonnata, un'ampia voragine con pareti strapiombanti, del diametro di 30-35 m, profonda una ventina di metri fino alla superficie di un lago, che occupa un angolo al fondo della cavità. E' interamente scavato nei

travertini e sulle pareti si individua ancora l'andamento arcuato dell'antica volta sotterranea. Un'altra interessante forma carsica di superficie è il Lago di Cotronia, che occupa una depressione circolare del diametro di circa 270 m.

## GLI ALTRI SPROFONDI

Nella fascia della Pianura Pontina situata al piede dei M. Lepini-Ausoni sono conosciute diverse depressioni originate dallo sprofondamento del suolo, oggi occupate da laghetti. Questi "sprofondi" sono stati quasi tutti inseriti nel catasto speleologico, pur non essendo cavità sotterranee. Alcuni di essi si aprono nelle piroclastiti, anche se spesso interessano anche croste di travertino.

Nell'area sottostante la rupe di Sermoneta si stende l'ampio conoide detritico che, sboccando dalla Val Carella, si fonde con la Pianura Pontina. Il ventaglio detritico è costituito da ciottoli calcarei più o meno cementati, croste di travertino, limi e torbe. Sul margine dell'unghia detritica negli ultimi secoli sono stati osservati numerosi improvvisi sprofondamenti del suolo, con formazione di depressioni quasi circolari evolute poi rapidamente per colmamento (Segre, 1948a).

A circa 1 km di distanza dalle sorgenti di Ninfa si trova lo Sprofondo della Doganella, apertosi improvvisamente nel 1989. La cavità ha subito notevoli modificazioni nel tempo a causa di crolli e nuovi sprofondamenti. Attualmente (13 ottobre 2001, Fig. 42), la pianta è ellittica e le pareti, guasi verticali, si immergono in uno specchio d'acqua (superficie piezometrica) a 6 m dal piano campagna; il punto più profondo della voragine è situato 34 m sotto la superficie d'acqua. Le pareti dello sprofondo sono costituite da depositi vulcanici e sedimentari prevalentemente sciolti del Quaternario; sotto uno spessore di 30-40 m di tali depositi si trovano travertini. Secondo Bono (1995), durante ali abbassamenti eustatici del livello marino del Pleistocene il livello di base dell'acquifero carsico si localizzò una sessantina di metri al di sotto dell'attuale livello del mare; in queste condizioni, all'interno dei travertini i processi carsici formarono gallerie orizzontali e sale anche di grande volume. Più tardi, con le fasi eruttive del Vulcano Albano, i travertini vennero ricoperti da nuovi cicli deposizionali di colate piroclastiche. Lo Sprofondo della Doganella si sarebbe generato per progressivo cedimento dei depositi della copertura in seguito a crolli delle volte delle cavità carsiche sotterranee situate nei travertini. I crolli sarebbero imputabili alla notevole diminuzione della pressione dell'acqua all'interno delle cavità (completamente allagate) dovuta a prolungato pompaggio da pozzi; il collasso delle cavità sotterranee potrebbe essere stato innescato dalle scosse sismiche registrate nell'area nei giorni prossimi all'evento di formazione dello sprofondo (Bono, 1995).

Altre cavità di questo tipo, che formano laghetti tondeggianti con acque sulfuree, sono il Lago San Carlo e i Laghi del Vescovo, situati nell'area fra Sezze e Priverno.

## I MONTI LEPINI

Il massiccio montuoso dei Lepini è costituito da due unità tettoniche, con assi principali orientati NW-SE, accavallate lungo la linea Montelanico-Carpineto Romano (Fig. 40). Lungo questa linea, che si sviluppa per una lunghezza di una ventina di chilometri, affiorano discontinuamente pochi metri di calcare del Miocene e un sottile banco di argille e arenarie mioceniche. Nell'area di fondovalle di Carpineto Romano una coltre di piroclastiti quaternarie copre parzialmente i carbonati mesozoici e i depositi miocenici.

Situata fra i M. Lepini e i M. Ausoni, lungo il fronte di accavallamento della struttura dei Volsci verso NE sulla Valle Latina, si trova la dorsale calcarea di M. Siserno.

Nei M. Lepini prevalgono gli affioramenti di età cretacica. I depositi del Giurassico medio-sup. sono bene esposti sulla monoclinale del M. Semprevisa, mentre non si rinvengono in affioramento i calcari del Giurassico inf. e del Triassico. Le calcareniti del Miocene, come si è detto, sono conservate solo in alcune località, e hanno spessori di pochi metri.

## L'UNITÀ TETTONICA OCCIDENTALE DEI MONTI LEPINI

La placca occidentale (270 km²) è caratterizzata dalla monoclinale immergente a NE della dorsale M. Semprevisa-M. Lupone. Da questa cresta spostandosi verso SE si sviluppa una serie faglie dirette che hanno sbloccato il rilievo, che si abbassa di quota fino alla Pianura Pontina. Il limite fra la pianura e il rilievo carbonatico è costituito da un reticolo di faglie dirette sub-verticali orientate prevalentemente NW-SE, che ribassano i calcari al di sotto dei depositi della piana.

Sui M. Lepini occidentali sono note oltre 230 grotte, con uno sviluppo spaziale complessivo di circa 22 km di condotti.

Nei calcari mesozoici (litofacies 55+63) la carsificazione è molto elevata (81 m di condotti per km² di affioramento), in particolare nei calcari del Cretacico sup. (110 m/km²), che rappresentano anche il termine più esteso in affioramento (60% della superficie carbonatica totale).

#### Il bordo occidentale dei Monti Lepini

#### L'area di Artena

Sul margine Nord-occidentale della struttura, in corrispondenza del paese di Artena, si trova

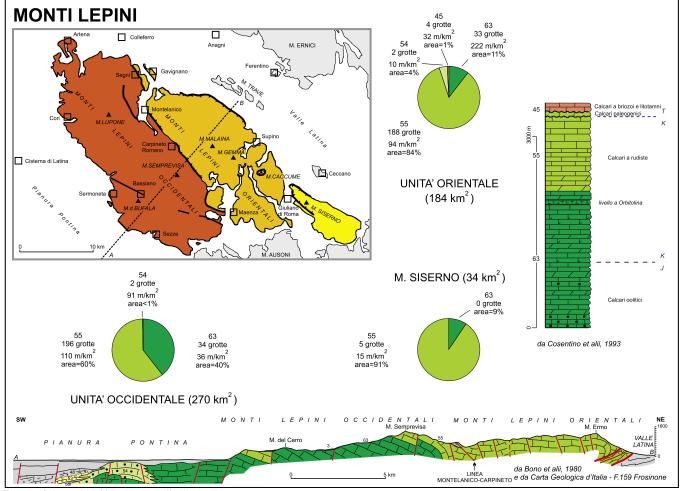


Figura 40 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti Lepini.



Figura 41 - Una condotta con sezione semi-ellittica nei travertini della Grotta di San Biagio. Si osserva la frattura verticale sulla volta, mentre il riempimento di fango costituisce il pavimento pianeggiante della condotta (foto G. Mecchia).



Figura 42 - Lo Sprofondo di Doganella nella Pianura Pontina durante la misurazione dei parametri chimico-fisici delle acque (foto M. Piro).



Figura 44 - Bolle di gas e una matrice di solfobatteri galleggiante sulla superficie di un laghetto della Grotta di Fiume Coperto, affioramento della falda solfurea (foto M. Mecchia).



Figura 45 - Cristalli di gesso nella Grotta della Cava (foto M. Mecchia),

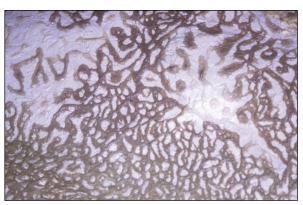


Figura 46 - "Pelli di leopardo" su un soffitto della Grotta di Fiume Coperto; il tratto ripreso è largo circa 1,5 m (foto M. Mecchia).

un piccolo affioramento di calcari di scogliera del Cenomaniano (litofacies 54), nei quali si aprono due piccole cavità carsiche. Da segnalare, inoltre, la presenza di alcune "doline" di crollo come la dolina di Valle S. Carlo, in merito alla quale Segre (1948a) riferisce che "... nel suo interno, il 2 luglio 1850 si verificò un repentino sprofondamento accompagnato da un forte boato e tremito del suolo circostante, con conseguente formazione di una cavità a perimetro ellittico, lunga 80 m, larga 45 con la massima profondità di 20 m sotto alle rocce che sostengono il paese... Di questa recente dolina di crollo non rimane quasi più traccia, a stento se ne riconosce la posizione per un più marcato avvallamento del suolo".

#### L'area fra Sermoneta e Sezze

Ai bordi del massiccio montuoso nell'area compresa fra Sermoneta e Sezze i carbonati si immergono sotto i sedimenti alluvionali-palustri della Pianura Pontina. Qui si trovano le interessanti grotte che costituiscono il sistema sotterraneo di Acquapuzza (Fig. 43), scavato nei calcari del Cretacico inf. Le cavità più estese del sistema sono la Grotta di Fiume Coperto (+7/–6, sviluppo 170 m) e la Grotta della Cava (-15, sviluppo 230 m), che si aprono a pochi metri di distanza dalla sorgente di Fiume Coperto e da altre polle minori; l'acqua sulfurea emerge dal detrito alla temperatura di 14-15°C con una portata complessiva dell'ordine di 1 m³/s (CAMPONESCH & NOLASCO, 1978-86).

La Grotta di Fiume Coperto inizia con un breve cunicolo che scende fino a raggiungere una galleria impostata su fratture, sul fondo della quale affiora la superficie della falda idrica rappresentata da numerose pozze e laghetti di acqua sulfurea che emanano esalazioni di acido solfidrico, riconoscibile per il caratteristico odore di uova marce.

L'elevata concentrazione di H<sub>2</sub>S ha permesso l'insediamento sugli specchi d'acqua di una consistente matrice batterica, costituita soprattutto da solfobatteri, presenti anche in ammassi filamentosi, e da metanobatteri, rilevabili dalle bolle di gas presenti nello strato superficiale (Fig. 44). I risultati di analisi chimico-fisiche, faunistiche ed ecologiche hanno permesso di ipotizzare che l'ecosistema del reticolo carsico di Acquapuzza dipenda solo in parte dall'apporto trofico esterno, collocandosi in posizione intermedia fra un sistema "chiuso" (in cui la materia organica che rappresenta la base per la catena alimentare ipogea è prodotta in situ da batteri chemioautotrofi, ed è totalmente indipendente dalle risorse trofiche esterne, come si riscontra, per esempio, nella celebre Grotta Movile in Romania) e un sistema "aperto", situazione molto più frequentemente osservata nelle cavità carsiche (DI RUSSO ET ALII, 1999).

Le grotte del sistema di Acquapuzza presentano diffusi concrezionamenti ancora in formazione e chiaramente imputabili all'azione delle acque sulfuree; l'evoluzione stessa di queste grotte appare connessa all'azione speleogenetica di tali acque. Il riconoscimento delle forme di deposito e di corrosione dovute alla risalita di questi fluidi, infatti, non è difficile se il processo è ancora in corso almeno in alcune zone della grotta.

Depositi gessosi, dovuti all'esposizione delle pareti calcaree ai vapori di acido solfidrico, si osservano negli ambienti aerati immediatamente al di sopra della falda sulfurea e si presentano in diverse forme, analoghe a quelle riscontrate nella Grotta Grande del Vento (Galdenzi, 1990):

- a) depositi massivi di gessi microcristallini;
- b) poltiglie di gesso, talvolta rivestite da una crosta gessosa più dura e con infiorescenze gessose;
- c) crostoni di gesso direttamente poggianti sulla roccia calcarea;
- d) fragili macrocristalli di gesso di vari colori (bianco, ocra, violaceo) (Fig. 45).

Le poltiglie e i crostoni di gesso sono spesso in associazione con vermicolazioni argillose ("pelli di leopardo", Fig. 46). Argille grigiastre e rossastre sono comuni presso il fondo degli ambienti. Al di sopra di un livello orizzontale che segna nettamente il limite delle cristallizzazioni di gesso si trovano anche concrezioni calcitiche.

Fra le forme di corrosione si riconoscono:

- a) piccole nicchie dovute al colamento o alla caduta dei crostoni gessosi;
- b) piccoli solchi verticali ("docce inverse") imputabili a vapori corrosivi in risalita, localizzati subito sopra il pelo dell'acqua e sotto i depositi gessosi;
- c) spuntoni di roccia corrosa isolati nel soffitto e forme di corrosione esasperata sulle pareti.

Una grotta "a fessura" che ricorda quella di Fiume Coperto è la Cavità dell'Elefante nei M. Cornicolani, anch'essa posizionata sulla superficie di una falda sulfurea; esempi di fessure non più attive potrebbero essere rappresentati dalle grotte di Fossavota e Poggio Cesi, sempre nei M. Cornicolani.

Completamente diversa è la morfologia dell'Ouso di Sermoneta (-65 m), anch'esso situato presso il bordo della struttura calcarea, 4 km a Nord di Fiume Coperto, poco sotto il paese da cui prende il nome; anche per questa cavità si propone un'origine legata ai fluidi soffurei. Si tratta di una grande voragine costituita da un unico ambiente a forma di duomo del diametro di 60 m, venuto a giorno per il crollo della volta (Fig. 19). La cavità appare impostata su numerosi fasci di fratture con varia orientazione e inclinazione che attraversano i calcari del Cretacico inf. Non sono evidenti legami con la topografia esterna né con l'infiltrazione di acque meteoriche. Il fondo della cavità è a quota 47

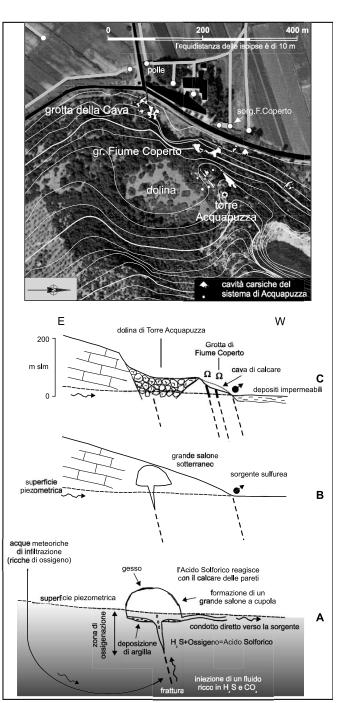


Figura 43 - Zona di Acquapuzza. In alto: carta topografica con l'ubicazione delle grotte e delle sorgenti. In basso: Ipotesi sull'origine della "dolina" di Torre Acquapuzza: A) Un grande vuoto sotterraneo si crea nella zona di ossigenazione della falda, dove alle acque meteoriche di infiltrazione si miscela un fluido mineralizzato che risale da zone profonde lungo una frattura. B) Il sollevamento del "blocco" che contiene il vuoto sotterraneo e l'abbassamento relativo della superficie piezometrica disattivano il processo. C) Grandi crolli dalla volta del salone sotterraneo danno origine in superficie alla "dolina" di Torre Acquapuzza.

m, cioè una trentina di metri al di sopra dell'attuale superficie piezometrica. La genesi di questa grande cavità carsica a cielo aperto potrebbe essere correlata con l'afflusso di fluidi profondi, secondo i meccanismi descritti precedentemente (vedi il riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei"), con processi che potevano avvenire in corrispondenza della superficie piezometrica prima che gli ultimi sollevamenti portassero il "blocco" che contiene la grotta nella posizione attuale. A processi ipogenici ancora in attività è invece imputabile la formazione delle voragini di collasso note come "gli sprofondi" che, come si è detto precedentemente, si aprono nel conoide detritico alla base della rupe

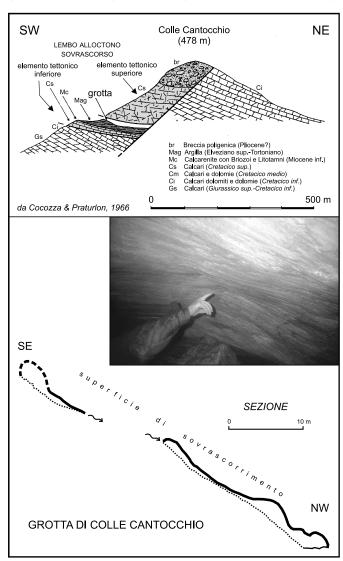
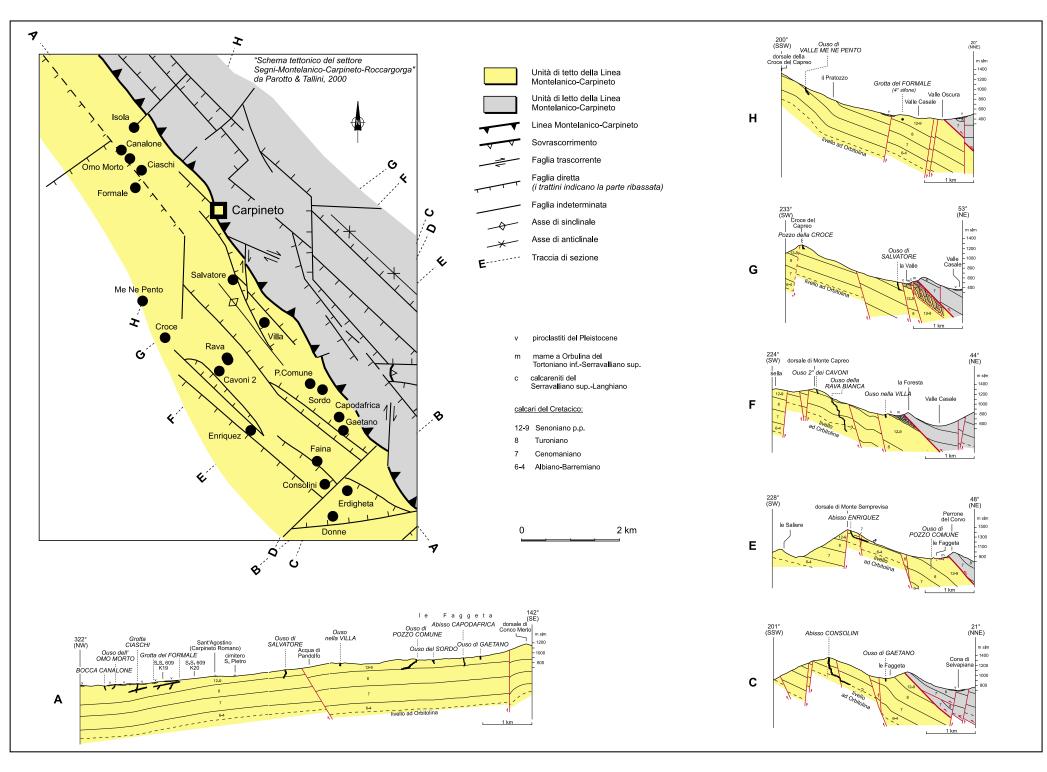


Figura 47 - In alto: sezione geologica del Colle Cantocchio passante per la grotta omonima (da Cocozza & Praturlon, 1966). In basso: una sezione della Grotta di Colle Cantocchio, perpendicolare alla direzione della superficie di sovrascorrimento. Al centro: un tratto della superficie tettonica (foto M. Mecchia).



#### di Sermoneta.

Tornando alla zona di Acquapuzza, proprio a monte del sistema di grotte di Fiume Coperto, si è notata una grande dolina (diametro di 200-300 m, Fig. 43), sul cui bordo nel Medio Evo è stata innalzata la Torre Acquapuzza. Sembra ipotizzabile che questa dolina trovi origine nello steso processo che ha formato l'Ouso di Sermoneta e gli altri grandi vuoti carsici a cielo aperto. In questo caso, però, i blocchi di crollo avrebbero colmato il vacuo originario, producendo una grande depressione in superficie.

## I rilievi occidentali (Monte della Bufala-Monte Sant'Angelo)

Alcune faglie dirette e una valle ammantata di piroclastiti separano la dorsale del M. della Bufala, fra Sermoneta e Bassiano, dal M. Semprevisa.

In questo settore, procedendo dal bordo SW verso l'interno del massiccio lepino, si trovano numerose grotte, le più significative delle quali sono l'Ouso del Cavone (-62 m) sul M. della Bufala (861 m), impostato su una frattura nei calcari del Cretacico sup. e, nell'area a Ovest di Roccagorga, il Pozzo Nuovo (-81 m), che si apre al fondo di una dolina ed è originato lungo un'unica frattura inclinata di 80°, la Grotta Marina (-27, sviluppo 110 m), impostata su più fratture così come la Grotta Vittorio Vecchi (+8/-6, sviluppo 180 m), tutte scavate nei calcari del Cretacico inf.

Particolarmente interessante dal punto di vista geologico è la Grotta di Colle Cantocchio (+5/-26, sviluppo 150 m), che si apre sul versante SW dell'omonimo rilievo (Fig. 47). La cavità è costituita essenzialmente da un unico grande ambiente inclinato di circa 30°, che misura intorno a 50 m lungo la direzione di massima pendenza per una larghezza di un centinaio di metri; l'altezza è in genere di soli 2-3 m fino a un massimo di 10 m nella fascia più profonda del salone. La grotta è scavata prevalentemente nelle argille mioceniche che affiorano in alcuni punti dalla sala, il cui pavimento è quasi ovunque ingombro di blocchi calcarei di crollo. Il soffitto è un'evidente superficie di scorrimento tettonico costituita da calcari del Cretacico sup. Questa superficie è irregolare e ondulata, presenta liscioni ancora ben conservati, solcati da evidenti strie orientate secondo l'immersione, e conserva "pizzicati" lembi di argilla fortemente laminata. Da misure ricavate durante il recente rilevamento topografico della cavità la superficie tettonica risulta inclinata in media di 30° verso NW. Una faglia sub-verticale orientata circa E-W attraversa il lato a monte del rioido scivolo della sala.

La superficie di scorrimento che si osserva in grotta ha permesso di chiarire la struttura geologica del colle (Fig. 47, Cocozza & Praturlon, 1966). Il versante SW di Colle Cantocchio è formato da una monoclinale di calcari e dolomie del Giurassico-Cretacico inf., immergente a NE e sbloccata da faglie trasversali; nella parte superiore è conservato un lembo alloctono sovrascorso, composto da due elementi tettonici sovrapposti, il più alto dei quali costituisce la parte sommitale di Colle Cantocchio ed ha alla base la superficie di scorrimento posta a soffitto della grotta.

COCOZZA & PRATURLON (1966) hanno evidenziato come l'origine della particolare sala sotterranea sembri imputabile non alla dissoluzione di strati calcarei ma all'asporto dell'aroilla



Figura 49 - A destra: l'Ouso di Valle Me Ne Pento si approfondisce tramite pozzi impostati su fratture (frattura subverticale nel pozzo ripreso nell'immagine). A sinistra: alla base di un pozzo nella stessa grotta si osserva la galleria continuare lungo la frattura, scendendo nel verso dell'inclinazione dello strato, inclinato di 45° verso NE e ben visibile sul soffitto (foto M. Chiariotti).

□ Figura 48 - A sinistra: schema tettonico del settore Segni-Montelanico-Carpineto-Roccagorga (da Parotto & Tallini, 2000). A destra e in basso: profili geologici passanti per le più importanti grotte dell'area.

sottostante il piano di sovrascorrimento, erosione operata da acque provenienti per percolazione dal reticolo di fratture che interessa i calcari sovrastanti. In effetti, questo tipo di genesi di grandi ambienti sotterranei risulta frequente; una ricerca sulle grandi sale sotterranee in Francia ha evidenziato l'esistenza di numerosi saloni impostati su terreni impermeabili (marne, argille) immediatamente al di sotto di soffitti calcarei. L'esistenza di queste grandi cavità sembra giustificata dall'afflusso di notevoli scorrimenti d'acqua sui materiali impermeabili, che vengono progressivamente asportati ampliando i vacui originari; normalmente, almeno parte della roccia a soffitto è soggetta a crolli che mascherano la presenza dei materiali che costituiscono la base dell'ambiente (Gill, 1984). Le grandi sale che si formano in questo modo sono molto stabili quando il soffitto è dato da un'importante discontinuità (come il piano di scorrimento della Grotta di Colle Cantocchio); sono però noti anche grandi ambienti con soffitto costituito da una superficie di strato (per esempio, la grande caverna nella Grotta di Valle delle Vacche nei Monti del Parco). Un esempio eccezionale di grande sala di questo tipo è la Sarawak Chamber a Mulu (Borneo), il più grande ambiente sotterraneo naturale esplorato al mondo (volume 12 milioni m³) (Gill. 1986).

#### La dorsale Monte Semprevisa-Monte Lupone

La dorsale M. Semprevisa (1536 m)—M. Lupone (1378 m) è costituita da una monoclinale immergente a NE ed è caratterizzata da alcune grandi depressioni carsiche (Pian della Faggeta, Campo di Montelanico, Campo di Segni) situate sul versante orientale intorno a q. 800 m.

Su questa dorsale, situata nel cuore dei M. Lepini, è presente la zona con la maggiore densità di grotte del Lazio. Nell'area compresa fra il crinale del M. Semprevisa, Pian della Faggeta, Valle Casale e fino ad oltre il crinale di M. Gemma affiorano esclusivamente i calcari del Cretacico sup., ed è quindi in essi che si aprono tutte le grotte di quest'area, anche se nel loro percorso sotterraneo gli abissi più profondi raqqiunqono i depositi di età riferibile al Cretacico inf.

## Il versante Nord-Est di Monte Semprevisa

Il versante Nord-orientale del M. Semprevisa è costituito da "blocchi" allungati in direzione NW-SE, separati da faglie, con stratificazione inclinata verso NE o NNE. Qui si trovano moltissime grotte, diverse delle quali di grande sviluppo e profondità (Fig. 48).

L'andamento tipico delle grotte di questo versante prevede un tratto iniziale verticale, con pozzi impostati su fratture o faglie ai quali si alternano brevi tratti di meandro che generalmente spostano il deflusso nel verso dell'inclinazione degli strati (Fig. 49). Fra le grotte di questo tipo sono compresi l'Ouso di Valle Me Ne Pento (-141, sviluppo 125 m), il Pozzo della Croce (-92 m), l'Ouso 2° del Cavoni (-72 m), il Pozzo della Faina, (-52 m) e l'Ouso delle Donne (-61 m), che si apre appena a Ovest della cresta

Nei pozzi in cui le esplorazioni si sono spinte sufficientemente in profondità, la discesa verticale lungo fratture subisce un arresto al raggiungimento di particolari interstrati favorevoli alla carsificazione. Da questo punto le grotte assumono un percorso dominato dalla pendenza apparente degli strati, caratterizzato da gallerie attive a debole pendenza (Abisso Consolini, Inghiottitioio di Pian dell'Erdigheta, Abisso Enriquez).

L'Abisso Consolini (-555, sviluppo 1405 m; Fig. 48 profilo C) si apre nei calcari del Cenomaniano (con un grande pozzo impostato su faglia) e prosegue ancora guasi verticalmente. addentrandosi nei calcari dell'Albiano-Aptiano, fino a  $-350\,\mathrm{m}$ , dove inizia una galleria a meandro lunga quasi 900 m. La galleria è interrotta a metà percorso da una successione di pozzi presumibilmente impostati su faglia, che approfondiscono la grotta di 60 m. Poco più in basso dell'imbocco dell'abisso si apre l'Inghiottitoio di Pian dell'Erdigheta (-300, sviluppo 1010 m), in cui le esplorazioni sono ancora in pieno svolgimento in due distinti rami. In base alla carta geologica di Parotto & Tallini (2000), questa grotta si apre nei calcari del Senoniano di un "blocco" contiguo a quello che comprende l'Abisso Consolini, dal quale è separato a mezzo di una faglia a notevole rigetto. Entrambi i "blocchi" sono caratterizzati da una stratificazione immergente verso NNE con pendenze comprese fra 20° e 40°. Nella sezione di figura 50C orientata parallelamente all'immersione degli strati si osserva come i segmenti "a debole pendenza" delle due grotte (che raccordano i segmenti verticali), proiettati sulla sezione, risultano costantemente inclinati di circa 25°, valore corrispondente all'inclinazione media della stratificazione. Quindi, mentre i segmenti verticali sono stati prodotti per scorrimento delle acque lungo faglie o fratture con inclinazioni prossime alla verticale, le gallerie seguono alcuni interstrati, gli unici dell'intero intervallo di sedimenti carbonatici compreso fra il Cenomaniano inf. e l'Aptiano in grado di quidare la carsificazione verso il livello di base. Nella proiezione sul piano verticale parallelo alla direzione degli strati (Fig. 50B) si osserva come, soprattutto nell'Abisso Consolini, la grotta scenda complessivamente lungo la direzione di massima pendenza degli strati. Nella figura sono evidenziati i tratti orizzontali delle due grotte, cioè i segmenti scavati esattamente lungo la direzione degli strati; questi tratti sono caratterizzati da sezioni trasversali freatiche tondeggianti con un modesto e stretto approfondimento vadoso alla base (vedi anche il riquadro "morfologie carsiche ipogee: i condotti vadosi e i condotti freatici"). Negli altri condotti, con andamento o secondo la massima pendenza o su una pendenza intermedia (impostati generalmente alle intersezioni fra strato e fratture), non

sono state rilevate prove di una fase freatica iniziale (assenza di morfologie tondeggianti sulla volta dei condotti) e la sezione trasversale è nettamente di tipo vadoso (Fig. 50D). Nell'Abisso Consolini, lo strato carsificabile di quota più bassa dovrebbe essere prossimo al livello argilloso a Orbitolina (non osservato in grotta), livello che affiora sul versante SW di M. Semprevisa con spessori anche di qualche metro.

Lungo il fosso che inizia da Pian dell'Erdigheta si trova l'Inghiottitoio di Valle Santa Maria (-45, sviluppo 60 m), nel quale si raccolgono le acque della conca omonima, situata sul versante dell'unità orientale. Si tratta di una cavità verticale che si sviluppa interamente lungo una frattura orientata NE-SW.

Spostandosi sul M. Semprevisa, poco al di sotto della vetta si apre l'Abisso Enriquez (-228, sviluppo 435 m, Fig. 48 profilo E), che presenta un andamento simile a quello delle due grandi grotte precedenti, con un tratto verticale iniziale nei calcari del Cenomaniano, seguito da una galleria attiva, lunga 350 m, impostata su strati più recenti rispetto al livello a Orbitolina (la situazione geologica locale non appare però ben definita).

Nello stesso settore di montagna si trovano l'Ouso della Rava Bianca (-676, sviluppo 550 m, Fig. 48 profilo F) e l'Ouso Gemello della Rava Bianca (-60 m), verosimilmente collegato al precedente. Il profondo abisso si apre nei calcari del Turoniano e attraversa circa 500 m di sedimenti della pila calcarea fino ai depositi dell'Aptiano, con una successione di pozzi interrotta solo da brevi tratti di meandro. In base alla cartografia geologica disponibile e alla giacitura degli strati rilevata nella parte superiore della grotta, le verticali della parte attualmente "terminale" (in realtà le esplorazioni sono ferme sopra un pozzo) dovrebbero attraversare il livello a Orbitolina; tuttavia, nel corso delle discese gli speleologi non hanno segnalato il livello argilloso, che dovrebbe risultare piuttosto evidente.

## Il versante Sud-Ovest di Monte Semprevisa

Il versante che dalla cresta di M. Semprevisa-M. Belvedere-M. Perentile guarda il Mar Tirreno è costituito da un pendio abbastanza acclive dove la disposizione a reggipoggio degli strati porta in affioramento anche la parte bassa della successione stratigrafica, fino ai depositi di età giurassica. Di particolare importanza per la circolazione sotterranea delle acque è l'affioramento continuo del livello a Orbitolina, che taglia tutto il versante. Il livello è facilmente osservabile, per esempio, sulla strada sterrata che da Bassiano sale verso il M. Semprevisa, presso la sorgente S. Angelo (Fig. 51). La presenza di numerose sorgenti connessa con la presenza del livello a Orbitolina (ma anche di altri interstrati argillosi o "resistenti", che si rinvengono al di sopra del livello a Orbitolina) indica anche, necessariamente, quella di condotti carsici, che infatti sono stati scoperti e che caratterizzano questo settore differenziandolo dal versante NE.

Alcune centinaia di metri più in alto della sorgente S. Angelo, nei calcari del Cretacico sup., è di recentissima scoperta e attualmente in esplorazione la Risorgenza dell'Istrice (+20/-6, sviluppo 240 m), con regime temporaneo; l'origine della grotta è probabilmente imputabile alla presenza del livello "resistente" discontinuo che forma una scarpata alta un paio di metri immediatamente sotto l'imbocco. La grotta inizia con un breve cunicolo freatico situato sulla massima pendenza del strato (inclinato di una decina di gradi verso NNE), e prosegue seguendo lo stesso strato in discesa obliqua rispetto alla suddetta pendenza. Dopo una cinquantina di metri il condotto raggiunge il punto più profondo, prosegue con alcuni sali-scendi, quindi inizia a risalire in direzione NW, probabilmente controllato da un sistema di fratture.

Alcuni km a NW della sorgente S. Angelo lungo lo stesso versante, nuovamente all'intersezione con il livello a Orbitolina, si trova la sorgente La Fota, che esce da un condotto carsico impercorribile. Un paio di centinaia di metri più in alto, lungo il fosso, sgorga la sorgente del Rapiglio, nelle cui vicinanze, qualche metro più su, si apre la Grotta del Rapiglio (+89/-7, sviluppo 940 m), una risorgenza temporanea costituita da un lungo condotto che, complessivamente, si sviluppa parallelamente al fosso esterno orientato NW-SE (la presenza di zone cataclasate ne denuncia l'origine tettonica) e alla direzione degli strati (debolmente inclinati verso NE). Analogamente alla Risorgenza dell'Istrice, la condotta iniziale del Rapiglio scende lentamente fino a raggiungere, a 135 m di distanza dall'imbocco, una profondità di 7 m, in corrispondenza anche di un livello marnoso di colore scuro. Poi, per circa 800 m di percorso, la galleria sale lentamente, interrotta solo da due piccoli pozzi di 6 e 10 m.

## Il "blocco" di fondovalle, dislocato dalla linea tettonica Carpineto-Montelanico

La linea tettonica Carpineto-Montelanico, limite importante anche per la speleogenesi e l'idrogeologia di quest'area, è stata recentemente interpretata come un retroscorrimento orientato in direzione appenninica, immergente di 45-50° verso NE con rigetto di circa 700 m (PAROITO & TALLINI, 2000). Come si è detto, il M. Semprevisa è caratterizzato da una struttura a blocchi allungati in direzione NW-SE. L'ultimo blocco a ridosso della linea Carpineto-Montelanico, costituito da calcari del Senoniano, è particolarmente ricco di grotte. Le più importanti di queste si aprono in prossimità del fondovalle su un allineamento parallelo alla linea tettonica (a una distanza di 200-300 m, Fig. 48 profilo A).



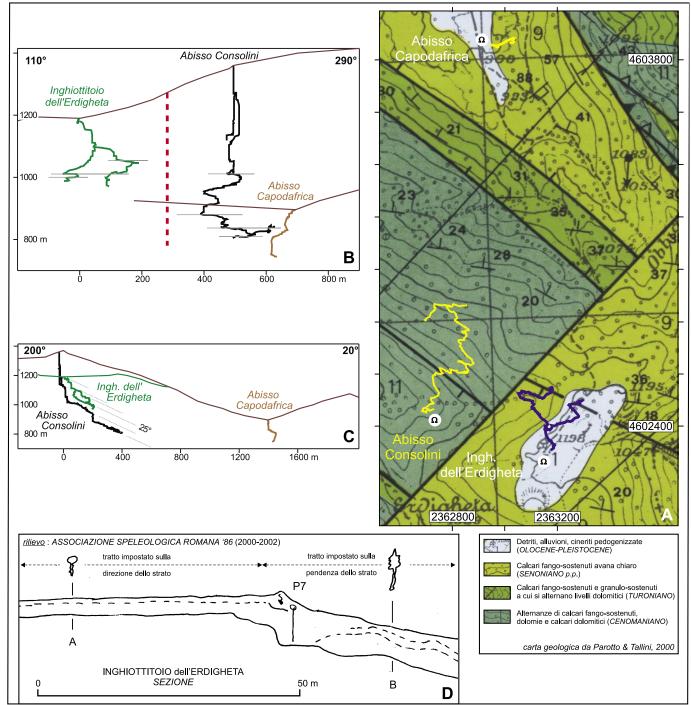


Figura 50 - A destra: carta geologica del versante compreso fra M. Erdigheta e Plan della Faggeta (da Parotto & Tallini, 2000). A sinistra, in alto: proiezione dei condotti carsici dell'Abisso Consolini, dell'Inghiotitioio di Pian dell'Erdigheta e dell'Abisso Capodafrica su un piano verticale parallelo all'immersione media degli strati. A sinistra, in basso: un tratto della sezione dell'Inghiotitioio di Pian dell'Erdigheta, con due sezioni trasversali, una relativa ad un condotto parallelo alla direzione degli strati (sez. A) e l'altra ad un tratto parallelo alla loro immersione (sez. B).



Figura 51 - Il livello ad Orbitolina in affioramento sulla strada sterrata che da Bassiano sale verso il M. Semprevisa, presso la sorgente S. Angelo. Qui il livello è costituito da uno strato argilloso dello spessore di mezzo metro su cui poggia uno strato calcareo-marnoso; entrambi gli strati sono ricchi di Orbitoline (foto M. Mecchia).

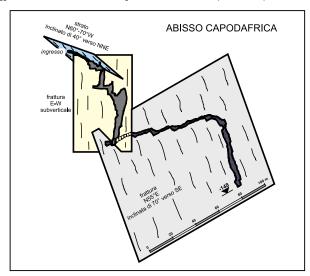


Figura 52 - Schema dell'Abisso Capodafrica, che appare impostato essenzialmente su due fratture principali.



Figura 53 - La galleria dell'Ouso di Pozzo Comune subito a monte del sifone "vecchio fondo" (foto C. Germani). E' evidente il soffitto costituito da uno strato inclinato, mentre mancano fratture tettoniche.

Il tratto della linea tettonica che interseca la superficie topografica a quota più elevata taglia il versante orientale della valle chiusa di Pian della Faggeta, ricoperta da tufi terrosi e da detriti calcarei con terre rosse, e perforata da numerose doline che saltuariamente si attivano con sprofondamenti del suolo. Alcune di queste sono sfondate in pozzi, come l'Ouso del Sordo (-56 m) e l'Ouso di Gaetano (-52 m).

Alla testata del piano carsico, in una delle doline, si apre l'Abisso Capodafrica (-152, sviluppo 165 m). La breve condotta iniziale sfrutta l'interstrato inclinato di 35-40° verso NNE (Fig. 52). I successivi pozzi (12 e 39 m) sono impostati su una frattura circa verticale orientata E-W. Alla base del P39 viene intersecata una frattura orientata N55°E, inclinata di 70° verso SE. Percorsa la stretta fessura rettilinea lunga 70 m, in leggera discesa, si raggiunge una serie di pozzi (3, 13 e 42 m) probabilmente impostati ancora lungo la stessa frattura; le pareti di discesa (battute dall'acqua) sono spezzate da terrazzini, mentre la parete opposta corrisponde alla superficie della frattura; gli imbocchi dei salti sono tipicamente stretti, poi gli ambienti si allargano fino a piccole sale alla base (con le stesse modalità descritte per il P100 dell'Abisso della Vettica nei M. Ausoni).

Come si è detto nella prima parte di questo capitolo, la speleogenesi dell'Abisso Capodafrica sembra essere profondamente diversa da quella della maggioranza delle altre cavità note sia nella conca della Faggeta sia nelle sovrastanti pendici del M. Semprevisa, essendo infatti probabile che la grotta originariamente abbia svolto la funzione di risorgenza (CAPPA ET ALII, 1997d). Il condotto si sarebbe sviluppato in condizioni freatiche come braccio di risalita delle acque da un profondo loop, con emergenza alla testata della paleo-valle della Faggeta, secondo lo schema classico Valchiusano (loop profondo di Stato 1 o 2 della classificazione di Ford & Ewers, 1978), e in tali condizioni avrebbe raggiunto praticamente le dimensioni attuali. La grotta avrebbe dunque costituito lo sbocco a risorgiva di un sistema carsico avente il suo bacino collettore nei rilievi circostanti; comunque, nel tratto profondo dell'Abisso Consolini, situato al di sotto della quota di imbocco dell'Abisso Capodafrica (Fig. 50), non sono state individuate prove di una fase freatica iniziale; ciò potrebbe essere spiegato con una genesi dell'Abisso Consolini successiva alla disattivazione della risorgenza di Capodafrica. Attualmente l'Abisso Capodafrica è alimentato da fratture assorbenti. Questa inversione del deflusso idrico deve essere abbastanza recente, perché non è ancora riuscita a produrre considerevoli alterazioni alla struttura e alle morfologie parietali determinate dal ciclo precedente (per lungo tempo, e praticamente fino ai giorni nostri, la copertura cineritica pleistocenica ha impedito o limitato il passaggio dell'acqua nelle grotte preesistenti) (CAPPA ET ALII, 1997d).

All'altra estremità di Pian della Faggeta, nel punto più basso della valle chiusa, un piccolo fosso termina nell'antro di ingresso dell'Ouso di Pozzo Comune (-190, sviluppo 1105 m), alla base di uno sperone roccioso (Fig. 48 profilo A). All'interno scorre un torrente sotterraneo attivo anche nelle estati più asciutte; la grotta, infatti, raccoglie una parte delle acque meteoriche che affluiscono nel piano carsico. Comunque, l'alimentazione del condotto collettore ("il Meandro") avviene anche tramite numerosi punti di infiltrazione non chiaramente riconoscibili all'esterno (fratture), ognuno dei quali fornisce un apporto idrico limitato e, soprattutto, intermittente; una decina di questi "arrivi" sono stati risaliti a partire dal "Meandro", peraltro senza mai riuscire a raggiungere la superficie esterna, a causa dell'eccessiva riduzione di dimensioni. Il "Meandro" è un condotto tipico delle morfologie vadose, alto e stretto, con pareti levigate e a tratti scolpite da scallops, con tracce di antichi letti abbandonati dal progressivo abbassamento dell'alveo del fiume sotterraneo e con andamento in pianta tortuoso. Alla



Figura 54 - Fossili di rudiste, bivalvi fissi e di scogliera vissuti nei mari caldi del Giurasssico e del Cretacico (foto M. Piro).

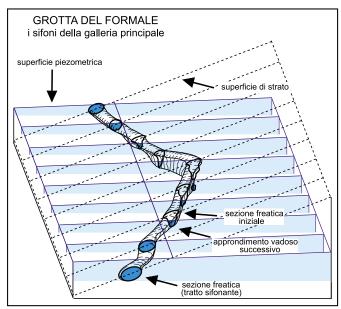


Figura 55 - Rappresentazione schematica della morfologia dei condotti sifonanti all'inizio della galleria principale della Grotta del Formale.

base dei pozzi le cascate hanno scavato profonde marmitte circolari (Befani, 1965). Complessivamente, la grotta si dirige verso NW parallelamente alla linea Carpineto-Montelanico, sfruttando fratture e faglie; localmente è evidente anche l'influenza della stratificazione (Fig. 53) che, per esempio, determina la posizione dei sifoni della zona del fondo.

Tornando all'esterno e proseguendo il cammino costeggiando la linea tettonica, nel tratto compreso fra Pian della Faggeta e il paese di Carpineto Romano, si trovano diversi pozzi, fra cui quelli dell'Ouso di Salvatore (-161 m) e dell'Ouso nella Villa (-58 m). Continuando ancora verso NW si scende nella zona a valle di Carpineto Romano, caratterizzata dall'estesa copertura di cineriti, depositi vulcanici a granulometria sottile di colorazione bruno-rossastra depositati sui M. Lepini durante tutto il periodo di attività esplosiva dei vari centri eruttivi del Vulcano Laziale e fortemente alterati dai processi di pedogenizzazione (ALBERTI ET ALII, 1975). Il rinvenimento di depositi di questo tipo all'interno delle grotte dei M. Lepini è frequente; la coltre cineritica ha senz'altro avuto un ruolo importante, in grado di modificare lo sviluppo carsico sotterraneo. Due grandi grotte sono presenti in quest'area: la Grotta Ciaschi (-162, sviluppo 980 m) e la Grotta del Formale (+25/-123, sviluppo 2920 m).

La Grotta Ciaschi inizia al fondo di una dolina (che si è "aperta" per la prima volta negli anni '70) e si approfondisce con una successione di pozzi verticali fino al raggiungimento di uno strato favorevole, situato a 113 m di profondità dal piano campagna e caratterizzato dalla presenza di rudiste del Senoniano (Fig. 54), lungo il quale è impostata una galleria a meandro che può essere percorsa sia a monte che a valle per complessivi 600 m.

## LA GROTTA DEL FORMALE

La Grotta del Formale è una risorgenza temporanea che si attiva solo 2-3 volte all'anno, probabilmente come "troppo pieno" della falda profonda, alimentata anche da acque che provengono da grotte che scorrono sotto il versante di M. Semprevisa e, soprattutto, dalle grotte situate lungo l'allineamento parallelo alla linea Carpineto-Montelanico (¡FELIG, 1978a). La grotta è costituita dal lungo condotto freatico-vadoso della galleria principale, dall'intricato reticolo di condotti (che partono dalla parete di sinistra, nel verso di avanzamento, della galleria principale), e dagli approfondimenti costituiti da pozzi verticali.

#### La galleria principale

La galleria principale si sviluppa per circa 1 km lungo la direzione della stratificazione, utilizzando prevalentemente uno spesso strato molto ricco di fossili di rudiste. La galleria inizia con una sequenza di tre sifoni a sezione freatica; i tratti compresi fra i sifoni e quello dopo l'ultimo sifone hanno la tipica morfologia a forra vadosa, mostrando, però, piccoli tubi freatici sulla volta (CAPPA ET ALII, 1997h).

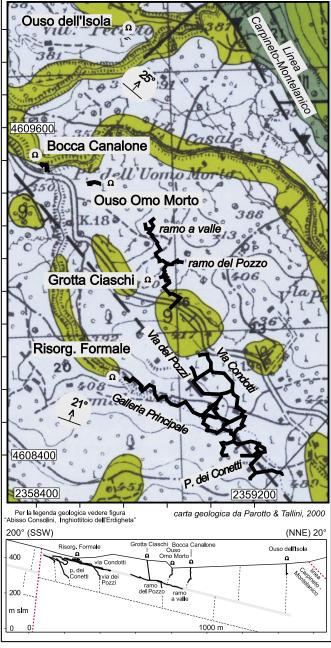


Figura 56 - In alto: carta geologica dell'area intorno al Ponte dell'Uomo Morto, a NW di Carpineto Romano (da Parotto d'Tallini, 2000), In basso: proiezione dei condotti carsici della Grotta del Formale, della Grotta Ciaschi, dell'Uuso dell'Uomo Morto, della Bocca Canalone e dell'Uoso dell'Isola su un piano verticale parallelo all'immersione media degli strati. E' evidenziato lo sviluppo preferenziale dei condotti su uno strato ricco di rudiste del Senoniano.



Figura 57 - Il Pozzo Stregatto, profondo 25 m, nella Grotta di Monte Fato, impostato lungo una frattura verticale (foto A. Lo Tenero).

In figura 55 è riportata una rappresentazione schematica di due sifoni e del tratto fra essi compreso; lo schema vuole mettere in evidenza che:

- a) la fase iniziale si è realizzata in un condotto freatico a sali-scendi, impostato in un unico strato favorevole (lo strato a rudiste precedentemente menzionato);
- b) la fase iniziale è quindi avvenuta in condizioni di completa sommersione, seguendo un percorso situato grossolanamente all'intersezione fra la superficie dello strato a rudiste e la superficie piezometrica, cioè circa orizzontale e coincidente con la direzione dello strato;
- c) alla scala di dettaglio, il percorso effettivo può essere stato determinato dalle locali piccole differenze di apertura dell'interstrato e dalla presenza di microfratture; come risultato si è prodotto un percorso freatico a lievi sali-scendi, che in pianta corrisponde ad un andamento ondulato intorno ad un asse all'incirca corrispondente con la direzione dello strato:
- d) quando il condotto ha raggiunto dimensioni sufficienti a drenare tutto il flusso d'acqua che lo alimentava, la superficie della falda si è abbassata tendendo a raggiungere una posizione di equilibrio: nelle ondulazioni concave rispetto all'immersione degli strati (cioè nei passaggi a quota più bassa) la sezione continuava ad ampliarsi lungo un perimetro quasi circolare ad opera di acque in leggera pressione; nelle ondulazioni convesse (cioè nei passaggi a quota più elevata), mentre la volta emergeva in ambiente subaereo, sul pavimento si andava incidendo un solco che tendeva ad approfondiris finno alla quota della nuova superficie piezometrica; i punti di transizione dalla sezione freatica alla sezione vadosa, quindi, indicano l'effettiva posizione della superficie piezometrica all'epoca di ultimo sviluppo dei condotti.

## Il reticolo di condotti

I condotti discendenti che si aprono sulla sinistra della galleria principale, che almeno in alcune parti seguono con evidenza lo strato con rudiste, formano un reticolo complesso guidato prevalentemente da piccoli tubi freatici e con forre vadose meandriformi raramente più larohe di 50 cm.

La sezione della grotta, proiettata sul piano verticale parallelo alla massima pendenza degli strati (Fig. 56), inclinati di 21°, mostra che i condotti discendenti seguono effettivamente gli strati, così come avviene anche per i pochi condotti ascendenti che si aprono sulla parete di destra della galleria principale, esplorati nella zona più interna della grotta.

Una distanza di poche centinaia di metri separa il fondo della Grotta del Formale dall'inizio del torrente della Grotta Ciaschi, ed è interessante notare che anche il torrente "di base" della Grotta Ciaschi risulta essere interamente impostato sullo stesso strato a rudiste. Sembra quindi evidente che le due grotte appartengano anche allo stesso sistema idrologico.

## l pozzi verticali

Nella Grotta del Formale i rami discendenti sono tagliati da alcuni pozzi verticali (Fig. 56), che approfondiscono la grotta al di sotto dello strato a rudiste (pozzo "dei Conetti", "Via dei Pozzi"); situazioni analoghe si riscontrano nella Grotta Ciaschi (ramo "del Pozzo"). La fagliazione che ha generato questi pozzi dovrebbe logicamente essere stata successiva alla costituzione dell'originario reticolo di interstrato (CAPPA ET ALII, 1997b).

A valle della risorgenza del Formale, a quote più basse di pochi metri o di qualche decina di metri, si trovano tre interessanti grotte ad andamento verticale: l'Ouso dell'Omo Morto (-75 m) e

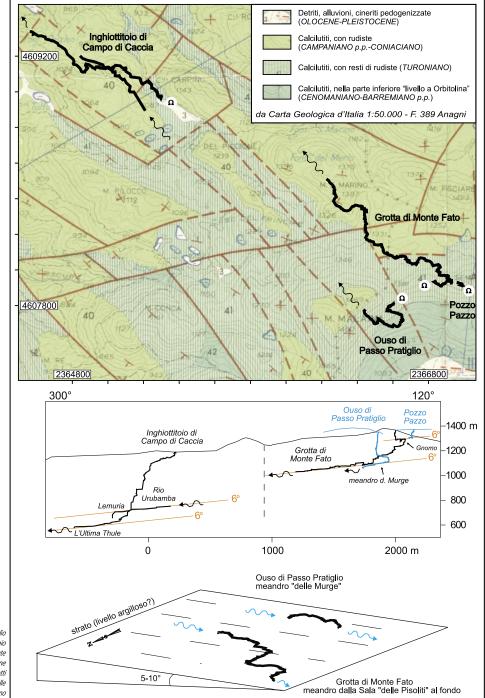


Figura 58 - In alto: carta geologica dell'area del Monte Malaina (Foglio 389 Anagni). Al centro: proiezione dei condotti carsici dell'Inghiotiticio di Campo di Caccia, dell'Ouso di Passo Pratiglio, della Grotta di Monte Fato e del Pozzo Pazzo su un piano verticale parallelo all'immersione media degli strati; è evidenziato lo sviluppo preferenziale dei condotti su superfici (strati) inclinati di 6º. In basso: le gallerie conclusive delle grotte di Monte Fato e del Pratiglio si snodano lungo lo stesso piano di strato.

Bocca Canalone (-87 m), dalle quali saltuariamente la falda risale fino ad uscire all'esterno, e, un po' più lontano, l'Ouso dell'Isola (-65 m), un grande pozzo nel quale l'acqua può risalire alcune decine di metri; le relazioni idrologiche attuali, comunque, non sono ancora del tutto chiarite (Felici, 1978a; Cappa et alli, 1997b).

Le grotte dell'Omo Morto e di Bocca Canalone sono costituite da condotti quasi verticali impostati su fratture; la morfologia sembra freatica, cioè creata da un flusso in risalita, con modeste forme vadose sovrapposte. La forma dei condotti dovrebbe riflettere il ruolo più importante svolto dal condotto almeno nella fase di attività più recente; sarebbe prevalente, quindi, l'ampliamento per dissoluzione dovuto alla saltuaria sommersione ad opera di acque in risalita rispetto a quello prodotto dal ridotto scorrimento di acque in discesa per gravità.

## L'UNITÀ TETTONICA ORIENTALE DEI MONTI LEPINI

La placca orientale dei M. Lepini (184 km² di affioramenti calcarei) è caratterizzata da una serie di monoclinali prevalentemente immergenti verso Ovest (cioè verso la linea Carpineto-Montelanico) sbloccate da faglie, con alcune blande anticlinali (M. Malaina) che evolvono in piega frontale sul lato NE, sovrascorrendo sui sedimenti terrigeni della Valle Latina. Il campo carsico di Pian della Croce, allungato in direzione perpendicolare all'asse della catena, separa un settore settentrionale (M. Malaina) da un settore meridionale (M. Gemma, M. Caccume).

Complessivamente, sui M. Lepini orientali sono note circa 230 grotte, con uno sviluppo spaziale totale di circa 19 km di condotti. L'area più ricca di grotte è quella di Pian della Croce e dei rilievi limitrofi. Nei calcari mesozoici (litofacies 55+63) la carsificazione è "elevata" (110 m di condotti per km² di affioramento), in particolare nei calcari del Cretacico inf. (222 m/km²), che però affiorano solo sull'11% dell'area carbonatica di questa unità. Occorre comunque osservare che nel calcolo si tiene conto anche dei condotti che penetrano nei calcari di questa litofacies dopo aver attraversato la successione del Cretacico sup.

Sul margine della struttura che si affaccia sulla Valle Latina fra Morolo e Colleferro sono note 2 piccole cavità nell'affioramento di calcari bioclastici risedimentati lungo la scarpata della piattaforma nel Cretacico sup. (litofacies 54), esteso solo 7 km², e 4 grotte con imbocco nei Calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene, che coprono un'area di poco più di 1 km² con spessori di pochi metri poggiando direttamente sui calcari di scarpata.

### Il massiccio del Monte Malaina

Nel massiccio del M. Malaina (1490 m), e soprattutto nelle zone del Pratiglio e di Pian della Croce, sono state esplorate numerose grotte, alcune delle quali molto estese e caratterizzate da situazioni analoghe a quelle illustrate per le grotte del versante NE del M. Semprevisa.

Di grande interesse è il sistema di grotte che attraversa per vie sotterranee la zona dei campi chiusi di alta quota del Pratiglio e di Campo di Caccia, costituito in particolare dalla Grotta di Monte Fato (-336, sviluppo 1615 m), dall'Ouso di Passo Pratiglio (-299, sviluppo 605 m) e dall'Inghiottitoio di Campo di Caccia (-610, sviluppo 2600 m).

Le grotte di Monte Fato e del Pratiglio si aprono nei calcari del Turoniano-Cenomaniano e si approfondiscono con un tratto iniziale quasi verticale, costituito da pozzi impostati su faglie e fratture (Fig. 57) alternati a brevi tratti di meandro. A poche decine di metri dall'imbocco della Grotta di Monte Fato si apre Pozzo Pazzo, profondo una settantina di metri fino ad un meandro originato in interstrato, che confluisce nella grotta principale (anche se resta ancora da esplorare il tratto di collegamento, lungo pochi metri). In profondità, le grotte di Monte Fato e di Passo Pratiglio si inoltrano nei calcari del Cretacico inf. fino a raggiungere uno stesso piano di strato, inclinato di circa 6° (Fig. 58), la cui età di deposizione è compresa nell'intervallo Barremiano-Cenomaniano (foglio Anagni della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000) e probabilmente riferibile all'Aptiano. Un livello argilloso con spessore di 5-40 cm si incontra a più riprese nel meandro a valle della "Sala delle Pisoliti", nella Grotta di M. Fato. Questo livello potrebbe corrispondere al livello a Orbitolina o, forse, ad altri interstrati argillosi situati poco sopra il livello principale.

Raggiunto questo strato, le due grotte proseguono per alcune centinaia di metri con gallerie meandriformi che scendono seguendo la debole pendenza della stratificazione fino ai sifoni sospesi che attualmente bloccano le esplorazioni. Il percorso complessivo dei due sistemi carsici, oltre che parallelo all'immersione degli strati, risulta parallelo anche alle faglie che delimitano i "blocchi" tettonici che comprendono le grotte.

A 1 km di distanza dal fondo della Grotta di Monte Fato, in direzione WNW e circa 270 m più in basso, si trova una lunga galleria percorsa da un torrente ("Rio Urubamba") appartenente al sistema sotterraneo di Campo di Caccia, galleria che scende con la stessa pendenza dei meandri terminali delle grotte del Fato e del Pratiglio (6°, misurati in proiezione nella direzione 300°). In base alla cartografia geologica del Foglio Anagni, una faglia separa il "blocco" della Grotta di Monte Fato dal "blocco" di Campo di Caccia, però con rigetto modesto, perciò la galleria del "rio Urubamba" sembrerebbe essere situata in un livello stratigrafico più profondo (più antico) rispetto alla galleria

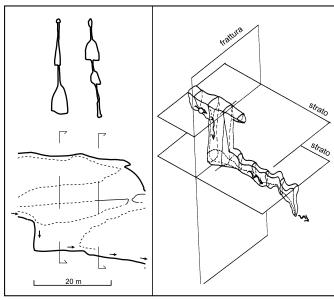


Figura 59 - A sinistra: tratto di "meandro" nella parte superiore della Grotta di Monte Fato, interrotto da un salto verticale (pozzo-cascata); le due sezioni trasversali rappresentate hanno la tipica forma "a buco di serratura". A destra: rappresentazione schematica di un segmento tipico di "meandro" impostato sugli strati e interrotto da una frattura che genera un pozzo-cascata.

della Grotta di Monte Fato. Dopo un percorso di mezzo chilometro la galleria del "Rio Urubamba" raggiunge un grande ambiente ("La Nuova Atlantide") forse impostato su una piccola faglia, oltre il quale il torrente aumenta di pendenza seguendo elementi strutturali diversi, mentre l'originaria galleria prosegue fossile, in alto sulla parete opposta, con la stessa pendenza del primo tratto ("La Lemuria"). Proseguendo sul torrente, invece, le esplorazioni si sono arrestate davanti ad un passaggio sifonante (-610 m) situato al termine di una nuova galleria ("L'ultima Thule") a pendenza ancora minore, presumibilmente anch'essa sviluppata lungo uno strato un centinaio di metri più profondo rispetto a quello della qalleria del "Rio Urubamba".

Per quanto riguarda la morfologia dei condotti di queste grotte, la maggior parte delle gallerie ha l'aspetto tipico delle forre vadose, con il condotto originario (ora osservabile sulla volta) impostato all'intersezione fra il piano di strato favorevole e i sistemi di fratturazione. La sezione è spesso "a buco di serratura", alta e stretta, con allargamenti e restringimenti a varie altezze (Fig. 59). In corrispondenza di fratture aperte, l'acqua può essere catturata verso uno strato favorevole situato più in basso; per retrocessione della cascata che si crea lungo la frattura in corrispondenza del brusco dislivello, si avvia la formazione dei pozzi-cascata, caratterizzati da un imbocco quasi sempre stretto dal quale ci si affaccia in un ambiente più grande, con alla base una marmitta colma d'acqua (Demattes, 1963); queste morfologie sono comuni nei meandri delle grotte dei M. Lepini e più in generale dell'Appennino (vedi il riquadro "morfologie carsiche ipogee: i condotti vadosi e i condotti freatici").

Sui pavimenti sospesi alla sommità di alcuni meandri della Grotta di Monte Fato si è osservata nel fango la presenza di minerali di mica, attribuibili a depositi cineritici del Vulcano Laziale trasportati in grotta dalle acque, presumibilmente prima che avesse inizio l'incisione della forra sul pavimento del condotto originario.

L'alimentazione di grotte come quelle appena esaminate, percorse da piccoli torrenti perenni, avviene normalmente attraverso numerosi punti di infiltrazione (doline, fratture), ognuno dei quali fornisce un apporto idrico generalmente modesto. Questo tipo di ricarica è il più comune nelle grotte carsiche: PALMER (2000) valuta che almeno il 60% di tutte le grotte di dimensioni percorribili siano state originate in queste condizioni. Se la grotta si è sviluppata nella zona vadosa, come nel caso dei sistemi carsici del Fato-Pratiglio-Campo di Caccia e anche delle grotte del Consolini e di Pian dell'Erdigheta, i vari affluenti (ognuno prodotto da un singolo punto di ricarica) convergono nei punti di intersezione delle fessure, e quindi i condotti diminuiscono di numero con la profondità mentre le dimensioni delle gallerie possono aumentare nel verso del deflusso.

Il pattern della pianta delle grotte che si formano con questo tipo di ricarica (dendritico, "branchwork" di PALMER, 1991) è nettamente diverso da quello delle grotte prodotte dall'inghiottimento

di corsi d'acqua di superficie (per esempio, gli inghiottitoi dei M. Carseolani), o da quello risultante dalla risalita di fluidi da zone profonde (per esempio, il pattern labirintico del Buco del Pretaro o la grande cupola della Grotta di S. Lucia). Tuttavia, il pattern "branchwork" può risultare evidente solo se le esplorazioni speleologiche sono già sufficientemente avanzate da permettere la conoscenza di una parte piuttosto estesa del reticolo. Non è questo il caso della maggioranza delle grotte dell'Appennino laziale. Nei M. Lepini, le future esplorazioni speleologiche dovrebbero portare al collegamento dei sistemi sotterranei qià individuati, rendendo più evidente l'effettivo pattern del sistema.

Numerose altre grotte si aprono in questo settore dei M. Lepini, alcune delle quali di notevole interesse, come l'Ouso a Due Bocche di Monte Pisciarello (-221, sviluppo 280 m), che ha un andamento simile a quello delle grotte sopra descritte, con imbocco nei calcari del Senoniano e discesa quasi verticale con pozzi impostati su fratture e brevi tratti di meandro sub-orizzontale, fino al limite attuale delle esplorazioni, a livello dei calcari del Turoniano.

Nei pressi si apre anche l'unica grotta ad andamento interamente sub-orizzontale di lunghezza significativa finora nota nel massiccio del Malaina, la Risorgenza San Marino (+2, sviluppo 222 m). Pur iniziando su una evidente faglia inclinata di 60°, la galleria sembra però svilupparsi interamente su uno strato inclinato di 5° nei calcari del Senoniano.

Diversi altri pozzi impostati su fratture si aprono nei calcari del Cretacico sup., come il Pozzo di Monte Alto (-50 m) e la Fossa il Ferro (-58 m). Altre grotte di dimensioni significative sono l'Ouso di Valle dei Ladri (-30, sviluppo 150 m), costituito in gran parte da un condotto impostato sugli strati inclinati di 15°, e il Pozzo della Macchia (-45, sviluppo 100 m).

Il "blocco" a Nord-Est della linea tettonica Carpineto-Montelanico

Rispetto al "blocco" situato a SW della linea Montelanico-Carpineto (Unità Occidentale), nel "blocco" a NE della linea tettonica (Unità Orientale) le cavità conosciute sono meno numerose e meno

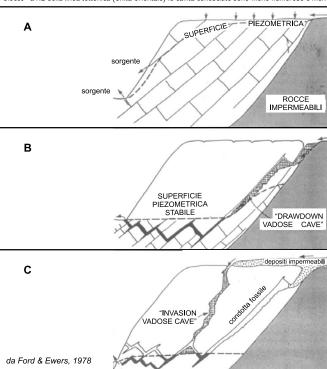


Figura 60 - Le grotte vadose sono classificabili in due tipi principali: "drawdown vadose cave" e "invasion vadose cave". A) Nella condizione iniziale manca una zona vadosa significativa; il drenaggio dell'acqua sotterranea si realizza in un reticolo di tubi freatici. B) In conseguenza dell'espansione del reticolo si crea una zona vadosa nella quale akuni condotti del reticolo freatico vengono grandemente allargati da corsi d'acqua sotterranei ("drawdown vadose cave"). C) Nuovi assorbimenti d'acqua si realizzano all'interno della zona vadosa già costituita, scavando altri percorsi che utilizzano solo a tratti i condotti del vecchio reticolo freatico ("invasion vadose cave") (da Ford & Evers. 1978).

sviluppate. Le maggiori si trovano nell'area di Cona di Selva Piana, e sono il Pozzo delle Bombe (-70 m), impostato su fratture, e il Pozzo Alien 3 (-175, sviluppo 280 m).

#### RIQUADRO 8 - "IL CONTROLLO STRUTTURALE NELLO SVILUPPO DELLE GROTTE"

Lo sviluppo delle grotte che si formano per dissoluzione chimica dipende dalle caratteristiche litologiche e strutturali della roccia, che si realizzano a partire dalla deposizione dei sedimenti e attraverso tutta la loro storia geologica. Le grotte si formano dove la velocità del flusso è sufficiente a portare via gli ioni disciolti tenendo in sottosaturazione l'acqua in contatto con le pareti solubili. Questo è possibile solo dove un reticolo di aperture interconnesse preesistente collega le aree di ricarica a quelle di emergenza.

Quando il massiccio carbonatico viene per la prima volta esposto agli agenti atmosferici, nessuna carsificazione ha ancora avuto luogo (a meno di processi ipogenici profondi e di forme singenetiche), la conduttività idraulica è bassa e solo una piccola frazione delle acque piovane penetra nel sottosuolo, mentre il deflusso superficiale è abbondante. La falda acquifera è poco profonda e quindi la zona vadosa è quasi inesistente (Fig. 60A). Con l'allargamento per carsismo delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso la superficie piezometrica si abbassa bruscamente, ampliando la zona vadosa (Fig. 60B).

L'ampliamento dei condotti carsici avviene simultaneamente nella zona vadosa, in quella freatica e in corrispondenza della superficie piezometrica, cioè lungo tutto il percorso sotterraneo dalla superficie di infiltrazione alle sorgenti, quando le acque sono sottosature in carbonato di calcio e quindi aggressive.

Un sistema carsico sotterraneo può essere schematicamente rappresentato da un insieme di segmenti, ognuno dei quali è guidato da un piano di discontinuità (piano di strato, joint, faglia) o dall'intersezione di due di questi elementi strutturali (Foro & EWERS, 1978). PALMER (1991), studiando un campione significativo di condotti carsici sotterranei, ha osservato che il 57% delle lunghezze totali risultava guidato da strati favorevoli o da interstrati, il 42% da fratture importanti, e solo l'1% dai pori intergranulari. In molti sistemi carsici è evidente lo sviluppo sia lungo gli strati sia lungo le fratture, ed è anzi probabile che senza l'esistenza contemporanea di entrambi i tipi di elemento strutturale lo sviluppo delle grotte non sarebbe stato possibile (FORD & EWERS, 1978).

#### La fratturazione

Per azione delle forze orogenetiche, l'ammasso roccioso subisce una fratturazione che è di vitale importanza per lo sviluppo del carsismo sotterraneo, costituendo un sistema di superfici di discontinuità della roccia con giacitura diversa rispetto a quella della stratificazione. Le fratture vengono distinte in joints, se non c'è uno spostamento osservabile fra i due lati della frattura, e in faglie, se si realizza una dislocazione (comunque, molto difficilmente gli speleologi che esplorano le grotte riescono a distinguere i joints dalle faglie, per cui spesso è necessario limitarsi a parlare di fratture). Normalmente le fratture si presentano in gruppi fra loro paralleli, e un'area può essere attraversata da più sistemi di fratture.

Anche se generalmente le fratture vengono rappresentate da due superfici piane separate da una apertura costante, gli esperimenti su ammassi rocciosi reali sembrano dimostrare che il flusso è distribuito in modo non uniforme lungo il piano di frattura, con parti estese del piano che non consentono il passaggio dell'acqua. Per permettere lo sviluppo di un condotto carsico, l'apertura della frattura deve superare i 10 μm, ma in molti casi la sua dimensione iniziale è già superiore a 100 μm. Esistono dati controversi sulle dimensioni delle aperture delle fratture; in una serie di esperimenti è risultato che solo il 5-20% dell'area di frattura era interessato dal flusso, che veniva, quindi, canalizzato in pochi percorsi preferenziali (Μοκενο ετ λιι, 1988). D'altra parte, le fratture tettoniche possono determinare un comportamento idrogeologico variabile: se la disposizione degli interspazi è favorevole, il sistema di fratture può entrare a far parte del reticolo di circolazione delle acque nel sottosuolo, mentre se le fratture sono riempite da materiali argillosi o da mineralizzazioni, l'effetto è quello opposto, cioè di barriere impermeabili che contribuiscono a spostare il flusso idrico in altre direzioni.

Anche se sono noti numerosi esempi di grotte impostate su faglie, sembra che per la formazione di condotti carsici sia più comune l'utilizzo di joints, numericamente anche più frequenti. In prossimità e parallelamente ad una zona di faglia si crea un sistema di fratturazione favorevole allo scorrimento idrico, che spesso viene favorito rispetto alla faglia stessa (WALTHAM, 1971).

Nell'evoluzione del sistema carsico un set di fratture può essere coinvolto nella costituzione del sistema carsico sia nella zona freatica che nella zona vadosa. Per quanto riguarda le fratture nella zona vadosa, a meno di aperture particolarmente ampie, la primissima fase di ampliamento della frattura avverrà a pieno carico, ma già molto presto l'allargamento sarà sufficiente a smaltire rapidamente l'apporto d'acqua e si instaurerà un regime vadoso.

#### La stratificazione

La stratificazione suddivide il corpo roccioso in letti (strati) di forma generalmente tabulare.

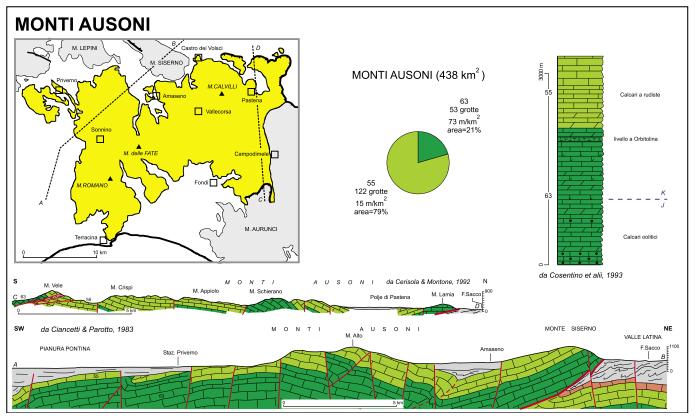


Figura 61 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti Ausoni

Le superfici di stratificazione sono il risultato di fasi di non deposizione o di cambiamenti anche piccoli nella sedimentazione, spesso marcati da fenomeni di erosione. Su questa superficie si accumula lo strato successivo (Boseluni et alu, 1989). Nelle rocce calcaree, il cambiamento talvolta consiste in un breve episodio che determina sedimentazione di materiale argilloso che va ad interporsi come un sottile velo fra gli strati. L'interruzione della sedimentazione può essere dovuta, per esempio, ad una breve emersione al di sopra del livello del mare.

L'esistenza delle superfici di stratificazione implica necessariamente la presenza di interstizi vuoti. Solo alcuni degli interstizi fra gli strati, però, hanno dimensioni abbastanza costanti nello spazio da consentire il movimento dell'acqua (sotto pressione). E' stato infatti riscontrato (FORD & EWERS, 1978) che in una sequenza stratigrafica solo pochi piani di strato vengono utilizzati per l'escavazione dei condotti carsici.

La continuità nello spazio degli strati con apertura sufficiente al passaggio dell'acqua è quindi molto variabile. Solo i piani di strato maggiori, cioè più spessi (>30-100 cm), sono continui su estensioni molto vaste, e assumono un'importanza superiore a quella delle singole fratture che normalmente si estendono per lunghezze limitate (KLIMCHOUK & FORD, 2000b).

La presenza di livelli di argilla o di selce può favorire la dissoluzione, sia perché può fornire il potenziale chimico per rendere l'acqua aggressiva, sia perché può favorire lo slittamento differenziale fra gli strati. Anche uno slittamento limitato a pochi centimetri può essere sufficiente ad aumentare l'apertura dell'interstizio facilitando il passaggio dell'acqua (la gran parte degli strati dislocati o piegati mostra evidenze di slittamento differenziale).

## La porosità intergranulare

La porosità primaria, cioè l'insieme dei vuoti che si crea al momento della sedimentazione, negli spazi fra i granuli calcarei o anche i vuoti che rimangono fra le strutture organogene (coralli, associazioni algali, ecc.) e che sopravvive al successivo riempimento di cemento calcitico, è ritenuta generalmente di importanza trascurabile per la speleogenesi.

Tuttavia, alcuni autori sostengono che la canalizzazione del flusso può essere indipendente dalla rete di fratture e può essere impostata su pori sia primari sia secondari. Secondo Passeri (1972) questo è il caso del Calcare Massiccio dell'Appennino umbro-marchigiano, dove i giunti di strato sono rari ma ben delineati e la porosità primaria, sia strutturale sia intergranulare, è quasi sempre elevata, a differenza di quanto si riscontra nelle altre formazioni calcaree delle serie (Scaglia Bianca, Scaglia Rossa, Maiolica, Corniola), dove la porosità primaria è assente o comunque molto ridotta, e la carsificazione risulta inferiore.

#### Il massiccio di Monte Gemma

Sul massiccio che dai paesi di Supino e Patrica sale fino alle cime di M. Gemma (1457 m) e M. Salerio (1439 m) sono state esplorate oltre 50 grotte (escludendo quelle di Pian della Croce).

Diversi pozzi si aprono in prossimità delle creste (M. Gemma-Punta la Torricella-Fosso Casale, Colle di Trevi-Castagna di Vilo); alcuni di questi sono raggruppati in un'area ristretta a quota elevata, comprendendo il Pozzo Dodarè (-68 m), originato all'incrocio fra due fratture, e, a pochi metri di distanza, il Pozzo della Poiana (-166 m), costituito da una successione di pozzi impostati su più fratture sub-verticali, collegati da brevi tratti interstrato a forte inclinazione (50°) che spostano il deflusso nel verso della pendenza.

Il versante Sud di M. Salerio-M. Gemma-Punta la Torricella confluisce in una valle alla cui testata è situata la sorgente di Fontana Le Mole, con portata media 4-8 L/s; la sorgente sgorga da un importante sistema sotterraneo (+150, sviluppo 1160 m), che si addentra nella montagna con grandi gallerie sub-orizzontali a più tratti sifonanti; le condizioni strutturali e la posizione stratigrafica di questa grotta non sono ancora state oggetto di studio. Sul versante che si stende sopra la Grotta di Fontana Le Mole, fino alla cresta dei pozzi Dodarè e della Poiana sono state scoperte 24 cavità, la più importante delle quali è la Grotta dei Folignati (+20/-3, sviluppo 220 m), piccola risorgenza sub-orizzontale che si attiva solo eccezionalmente.

Nel settore orientale della dorsale, nelle valli che si dirigono verso i paesi di Supino e di Patrica scendono a ventaglio alcune colate piroclastiche originate nel Pleistocene-Olocene da centri vulcanici situati intorno al colle di Castagna di Vilo, che sovrasta i due centri abitati. Le esplosioni hanno avuto luogo a diverse profondità del condotto aperto nei calcari mesozoici; i materiali lanciati in aria sono caduti a distanze proporzionali alle dimensioni dei singoli frammenti (Alberti et al.i., 1975), coprendo tutta l'area con una coltre di piroclastiti che è stata successivamente in gran parte asportata dai processi erosivi. Naturalmente, questi depositi interessano anche le 7 grotte presenti nell'arata tutte sul versante settentrionale nell'anfiteatro roccioso chiuso dalle cime di Punta la Torricella, Colle di Trevi e Castagna di Vilo. La Grotta del Pisciarello (-97, sviluppo 190 m), che si sviluppa nei calcari del Cretacico inf. prevalentemente su fratture, inizia con una grande dolina che perfora le cineriti. A quote più alte, fra blocchi di brecce di esplosione che si rinvengono anche all'interno delle grotte, si aprono il Pozzo del Faggeto (-309 m), con due imbocchi, e il Pozzo Frigorillo (-87 m); è da notare la mancanza di qualsiasi indizio di dolina. Il Pozzo del Faggeto è costituito da una successione nettamente verticale di pozzi impostati su fratture nei calcari del Cretacico inf.; probabilmente l'imbocco è situato poco al di sotto dell'affioramento del livello a Orbitolina. A partire da —140 m e fino al fondo si scende lungo un'unica faglia inclinata di 70°. Il Pozzo Frigorillo si apre a poche decine di metri di distanza ed è interamente impostato all'intersezione di due fratture.

Dalla parte opposta della valle, sempre nei calcari del Cretacico inf., è noto il Pozzo della Donnicciola (-51 m), impostato sull'incrocio di due fratture.

### Il Monte Caccume

Il M. Caccume (1095 m) è formato da due unità strutturali tettonicamente sovrapposte, con una piramide calcarea sommitale che costituisce un "klippe" sovrascorso su un cuneo di materiali argillosi.

Sul monte sono conosciute 12 grotte, tutte di modesto sviluppo ad eccezione della Risorgenza della Rologa (+12, sviluppo 600 m), situata sul versante Sud nei calcari del Cretacico sup. dell'unità sottostante il klippe. Dall'antro d'ingresso emerge un torrentello perenne con portata media di 5-6 L/s; la grotta inizia con una galleria sub-orizzontale che termina su un lago-sifone; un lungo tratto sifonante è stato superato in immersione, raggiungendo una galleria subaerea, ancora inesplorata. Il condotto potrebbe essere impostato lungo la faglia riportata nella cartografia geologica o forse sugli strati, quasi orizzontali.

A Sud del M. Caccume, emerge dai depositi alluvionali e lacustri, inoltrandosi nella valle del Fiume Amaseno, una stretta (250 m) "spina" costituita da calcari del Cretacico sup. La piccola dorsale è attraversata dalla Grotta degli Ausi (-32, sviluppo 1505 m), percorribile da parte a parte, costituita da due gallerie attive che confluiscono poco prima dell'emergenza, probabilmente impostate all'intersezione fra fratture e piani di strato. Le acque della risorgenza affluiscono dopo un breve percorso nel F. Amaseno.

#### II MONTE SISERNO

Fra le catene dei M. Lepini e Ausoni è situata la dorsale di M. Siserno (789 m), allungata per una dozzina di chilometri in direzione NW-SE, con massima elevazione nel M. Campo Lupino (791 m). Il versante orientale della dorsale è tagliato dal fronte di accavallamento della struttura dei Volsci al di sopra dei depositi terrigeni che costituiscono la Valle Latina.

L'estensione superficiale è di 34 km², rappresentati quasi esclusivamente da calcari del Cretacico sup., nei quali si aprono tutte le 5 cavità carsiche conosciute con sviluppo complessivo di quasi 500 m (15 m/km²). La grotta più importante è il Pozzo l'Arcaro (-53, sviluppo 340 m), posto a ridosso della superficie di sovrascorrimento della catena verso NE. La grotta è impostata su una faglia e su fratture inclinate di 75° verso NE, con direzione N40°W parallela alle pareti esterne e alla suddetta superficie tettonica.

## I Monti Ausoni

I Monti Ausoni costituiscono un settore ribassato della catena dei Volsci, limitato a Nord (M. Lepini) dalla valle dell'Amaseno mentre a SE il limite convenzionale con i M. Aurunci segue alcune depressioni attraversate da una serie di piani di faglia orientati N-S, a movimento trascorrente, che si osservano tra Pastena-Campodimele e Itri (Fio. 61).

A grandi linee, la struttura consiste in un'ampia sinclinale con asse NW-SE situato nel basso strutturale della Piana di Amaseno, con stile tettonico analogo a quello dei M. Lepini. Origine e sviluppo simili a quelli della linea Carpineto-Montelanico sembrano riconoscibili nel retroscorrimento di M. Alto, che attraversa il settore occidentale dei M. Ausoni in direzione N-S (PAROTTO & TALLINI, 2000). Una serie di grandi faglie trascorrenti orientate N-S taglia la catena fra Falvaterra, Campodimele e Itri (linea che per un tratto rappresenta il limite convenzionale M. Ausoni-M. Aurunci) e fra Castro dei Volsci e Fondi (linea adottata in questo lavoro per suddividere il massiccio ausono nei settori occidentale e orientale). Il margine orientale dei M. Ausoni è accavallato sulle "Argille caotiche" della Valle Latina, lungo un fronte marcato da una brusca rottura di pendio; l'accavallamento si è realizzato con una sequenza di traslazioni e ha prodotto anche una serie di scaglie minori scollate dal substrato (Cerisou-A & Montone,

1992).

L'estensione superficiale dei depositi carbonatici in affioramento, interamente rappresentati da sedimenti di acque basse del Dogger-Paleocene (litofacies 63 e 55), è di 438 km². Sui M. Ausoni si conoscono 175 grotte, per complessivi 12 km di condotti. La carsificazione è "elevata" nella litofacies 63, con 73 m di condotti per km² di affioramento, mentre appare meno spinta nella litofacies 55 (15 m/km²)

## Il settore occidentale dei Monti Ausoni

Nel settore a Ovest della linea Castro dei Volsci-Fondi, sono state esplorate fino ad oggi 134 grotte. Si individuano due aree di particolare importanza: la zona di Terracina e il bacino dell'Amaseno (versante sinistro).

#### La zona di Terracina

Sui rilievi che si affacciano sul mare a ridosso di Terracina si trovano diverse grotte, scavate nei calcari del Cretacico inf. Fra queste la più importante è la Grotta della Sabina (-75, sviluppo 186 m), situata quasi alla sommità della falesia del tempio di Giove Anxur; è costituita da una galleria con andamento meandreggiante che si allarga in vari ambienti laterali di interstrato, scendendo con una serie di gradoni che seguono l'andamento delle bancate calcaree, inclinate di 15-20°, mentre il soffitto è quasi sempre una superficie di strato. Un po' più all'interno, sulle pendici di M. Giusto (675 m) si trova la Chiavica della Nebbia (-63 m), il cui ingresso dovrebbe essere situato subito al di sotto dell'affioramento del livello a Orbitolina, interamente impostata su una frattura con inclinazione di 80°; a quota un po' inferiore è conosciuto il Pozzo del Cimitero (-59 m), chiuso e non più accessibile. Sulla stessa dorsale, alla base del versante del Monte delle Fate, a pochi metri sul livello del mare, si apre la Grotta di Val Marino, una grande caverna di una cinquantina di metri di sviluppo scavata nel banco di conglomerato addossato al versante calcareo.

Nei calcari del Cretacico inf. affioranti sulle pendici di M. Leano (676 m), al bordo della struttura carbonatica, si apre la Grotta di San Silviano (-63 m); tramite un'apertura che perfora una bancata di brecce recenti si entra in un grande ambiente unico ma suddiviso da un caos di massi, secco e polveroso; Il vacuo è almeno in parte scavato in brecce calcaree cementate con elementi di 10-30 cm di diametro; si osservano numerose fratture e un piano di faglia inclinato di 50°. Il fondo della grotta è localizzato pochi metri sopra la falda, che affiora nelle vicinanze dalle sorgenti di Feronia e Mola

Qualche chilometro all'interno del massiccio si trovano i notevoli bacini chiusi di Campo Soriano e Campo Cafolla, costellati di doline e pozzi. Fra le numerose cavità esplorate, le più interessanti sono le Chiaviche 1ª di Zi Checca (-110 m) e 2ª di Zi Checca (-120 m), che scendono verticalmente utilizzando esclusivamente sistemi di fratture.

### Il bacino del Fiume Amaseno

Le sorgenti del F. Amaseno sgorgano quasi tutte sul versante ausono del bacino idrografico, e in particolare da numerose scaturigini situate intorno a q. 90 m ai bordi della piana alluvionale di Amaseno. Fra queste, rivestono particolare interesse la Fonte degli Schiavoni, che nei mesi estivi presenta un fenomeno di intermittenza che si verifica più volte nel corso della giornata (Accordi et al. 1967), e soprattutto la Risorgenza Capo d'Acqua d'Amaseno (sviluppo 197 m), accessibile solo in immersione. Le acque, con caratteristiche chimiche tipiche dei circuiti carsici superficiali, emergono da un condotto di grandi dimensioni scavato nei calcari del Cretacico sup. che si spinge fino a 27 m di profondità, probabilmente impostato su una faglia normale con direzione E-W, nel quale confluiscono diverse diramazioni laterali (CARAMANINA, 2003). Una colorazione effettuata nel 1971, immettendo fluoresceina nell'inghiottitoio del piano carsico La Lucerna (percorribile per pochi metri), ha permesso di accertare la fuoriuscita di queste acque dalla sorgente di Capo d'Acqua (Trovaro, 1973).

Nell'alto bacino dell'Amaseno sono presenti anche numerose sorgenti, alimentate da condotti carsici, situate all'interno del massiccio, alcune centinaia di metri più in alto della piana. Tre di queste, localizzate a quote comprese fra 505 e 620 m, sono state percorse per tratti abbastanza lunghi: la Grotta di San Benedetto (+20/-3, sviluppo 450 m), la Risorgenza di Fontana di Burano (-6, sviluppo 187 m) e la Grotta di Fontana Longana (+0.5, sviluppo 35 m).

La Risorgenza di Fontana di Burano ha uno sviluppo pianeggiante su strato sub-orizzontale. La Grotta di San Benedetto è invece molto più interessante perché presenta in modo didattico un primo tratto freatico seguito da una forra vadosa, con una zona di transizione ben riconoscibile (vedi il riquadro "morfologie carsiche ipogee: i condotti vadosi e i condotti freatici"). Nei periodi secchi le acque di entrambe le risorgenze scaturiscono solo dai fontanili situati alcune decine di metri più in basso degli imbocchi. La Grotta di Fontana Longana è costituita da una galleria sub-orizzontale terminante con sifone perenne.

Oltre alle risorgenze carsiche che caratterizzano questo settore dei M. Ausoni, nell'area fra M. Alto (821 m) e il M. delle Fate (1090 m) sono noti anche numerosi pozzi, i più profondi dei quali sono il Pozzo Colvento (-70 m) e la Chiavica 1ª Senza Fondo (-82 m), entrambe impostate su

fratture.

A Sud di quest'area, presso Sonnino, si trova un bacino chiuso esteso 19 km², che durante le piogge raccoglie le sue acque nell'imbuto idrovoro del Catauso di Sonnino (-136, sviluppo 310 m). Alla base del grande pozzo d'ingresso parte una galleria impostata su faglia inclinata di 55°, che poi prosegue utilizzando anche altre fratture e attraversando gli strati in contropendenza, con salti alternati a tratti di galleria in leggera discesa.

### RIQUADRO 9 - "MORFOLOGIE CARSICHE IPOGEE: I CONDOTTI VADOSI E I CONDOTTI FREATICI"

Date le dimensioni iniziali degli interstizi accessibili all'acqua (con aperture tipiche di decine-centinaia di  $\mu$ m), la formazione dei primi condotti avviene quasi sempre in condizioni di sezione completamente allagata. Tuttavia, nel caso in cui la fessura sia situata nella zona aerata dell'acquifero, la trasmissione dell'acqua può divenire sufficientemente efficace già dopo un modestissimo ampliamento, eliminando così le condizioni freatiche e avviando l'approfondimento vadoso del condotto ("invasion cave" di Foro & EWERS, 1978).

Se, invece, la fase di sviluppo iniziale della fessura ha luogo nella zona satura dell'acquifero per un tempo sufficientemente lungo, il flusso potrà scegliere il percorso più efficiente lungo la fessura e allargare un condotto in modo relativamente omogeneo. Solo quando il livello della falda si sarà abbassato si potranno instaurare le condizioni vadose ("drawdown cave" di FORD & EWERS, 1978).

#### L condotti vado

I condotti di questo tipo si formano quando l'infiltrazione si concentra in un singolo punto sulla superficie topografica (o poco al di sotto di questa), perché l'acqua presente in modo diffuso nelle fessure minori si avvicina alla saturazione molto rapidamente e non è più in grado di portare in soluzione la roccia calcarea. Le morfologie vadose si originano per l'azione di flussi gravitativi nella zona aerata dell'acquifero, quindi in condizioni di pressione dell'acqua pari a quella atmosferica che favoriscono il percorso più ripido nella fessura.

Condotti vadosi tipici dell'ambiente sotterraneo sono le forre (i "meandri") con andamento spesso tortuoso ma anche con altre caratteristiche che ricordano quelle dei fiumi di superficie, come le ance morte

La sezione trasversale del canyon è spesso sinuosa con allargamenti e restringimenti a varie altezze (a "buco di serratura"); l'altezza può raggiungere diverse decine di metri mentre la larghezza è sempre molto più ridotta, spesso dell'ordine di grandezza del metro o meno. Sul soffitto, in genere, è situata la struttura che ha controllato lo sviluppo iniziale del condotto, quindi, l'osservazione della morfologia della volta può fornire utili indicazioni sulle condizioni del primo sviluppo. Eventuali sezioni tondeggianti vengono in genere interpretare come freatiche, mentre un soffitto piatto o debolmente arcuato (nel caso in cui siano stati gli strati a controllare lo sviluppo) può indicare uno sviluppo vadoso qià nella fase iniziale. Tuttavia l'interpretazione è molto spesso difficoltosa.

I condotti vadosi nella Grotta di S. Benedetto (dal punto E al punto N del rilievo di Fig. 62)

Nel tratto E-N del rilievo, la Grotta di S. Benedetto è attraversata da un piccolo corso d'acqua che scorre tutto l'anno raggiungendo il laghetto posto all'inizio del tratto freatico. Il torrente scende per gravità seguendo grosso modo la pendenza massima di alcuni interstrati favorevoli alla carsificazione; localmente, il condotto ha deviato dalla massima pendenza, scegliendo un percorso a inclinazione minore ma originariamente con maggiore larghezza della fessura, oppure seguendo intersezioni fra interstrato e fratture.

Lungo il percorso vadoso si sono verificate delle perdite attraverso alcune fessure situate sul pavimento del condotto, la cui apertura si è allargata nel tempo fino a catturare tutto il flusso d'acqua e farlo transitare in un altro interstrato favorevole situato a quota più bassa, abbandonando il condotto originario (punti G e L del rilievo); la cattura delle acque nelle fratture ha formato dei brevi salti verticali (di 3 e 4 m nei punti F e K del rilievo). Alla base dei salti la pianta è più ampia e quasi circolare; infatti, nella cascata l'acqua si spande andando a coprire le pareti con un sottile velo, ampliando il diametro del pozzo molto più di quanto la stessa portata d'acqua riesca ad allargare la forra.

In conclusione, nel tratto compreso fra i punti E e K del rilievo l'attribuzione del condotto al tipo vadoso è basata sulla verifica delle seguenti condizioni: a) L'andamento del condotto è continuativamente in discesa verso la zona freatica, con una inclinazione media del fondo del torrente di 3°, interrotta dal salto di 3 m; b) la direzione complessiva corrisponde a quella della massima pendenza delle principali fessure originarie, e cioè degli strati inclinati di 8° verso ESE; c) le sezioni trasversali sono quelle a forra tipiche dell'approfondimento vadoso, alte (per lo più 2,5-4 m) e strette (tipicamente 0,3-0,8 m) con allargamenti e restringimenti a varie altezze; d) visto in pianta, il condotto ha andamento meandreggiante con curve a gomito, molto evidente nel tratto da G a K del rilievo.

### I condotti freatici

Nei condotti freatici tutto il condotto è riempito d'acqua che scorre più o meno lentamente; la corrosione delle pareti, quindi, avviene allo stesso modo in tutte le direzioni e in condizioni ideali si può

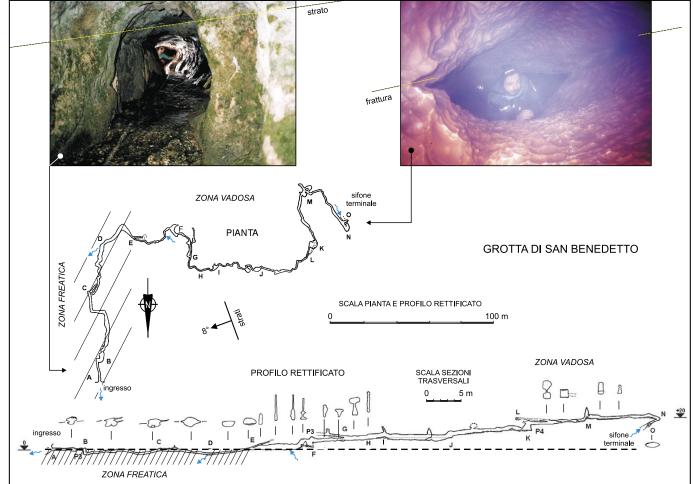


Figura 62 - Pianta, profilo rettificato e sezioni trasversali della Grotta di San Bendetto; si osserva il tipico cambiamento delle caratteristiche del condotto in corrispondenza della transizione dalla zona vadosa a quella freatica. La foto in alto a sinistra rappresenta la condotta di ingresso in un periodo di emissione; lo speleologo è situato nel punto B del nilevo, in corrispondenza di una brusca curva, davanti al lago-silone (oltre questo punto la condotta scende e, in queste condizioni, è sifonante). La foto in alto a destra illustra la condotta scavata dalle acque in pressione lungo una frattura inclinata, con evidenti scallops sulle pareti; si tratta del sifone "terminale" della grotta (punto 0), nel quale lo speleologo sta per immergersi (foto 6. Mecchia).

formare un condotto tubolare con sezione quasi perfettamente circolare o ellittica, allungata lungo la fessura. Morfologie freatiche in fase di sviluppo possono essere osservate direttamente immergendosi con tecniche subacquee nei condotti attualmente in falda (Fig. 63). Forme freatiche "fossili" possono conservarsi nella zona vadosa se l'improvviso abbassamento del livello della falda acquifera disattiva rapidamente i condotti.

Le acque in pressione seguono la via più efficiente fra il punto di ingresso in falda (superficie piezometrica) e quello di uscita (sorgente), che può non essere la via più diretta. La fessura originaria che viene favorita dall'ampliamento carsico è normalmente quella più larga, in grado di trasmettere più efficientemente il flusso, infatti la portata è proporzionale a  $r^4$  (dove r è il raggio del condotto) inica o di flusso laminare, e a  $r^{2.5}$  in caso di flusso turbolento, mentre la dipendenza dal gradiente idraulico e solo lineare (Palmer, 1984). Di conseguenza, si può avere lo sviluppo di condotti a profondità anche rilevanti sotto la superficie piezometrica. Comunque, dato che con la profondità l'apertura delle fratture tende a diminuire, i condotti freatici si sviluppano più facilmente poco sotto la superficie piezometrica.

Poiché nei condotti carsici l'acqua si muove con grande efficienza, la superficie piezometrica è normalmente piatta, con gradienti idraulici generalmente dell'ordine di 1-6 m per km; tuttavia, questa superficie è molto irregolare e discontinua a causa delle grandi differenze di dimensioni e di distribuzione delle aperture e dei quantitativi di acqua che esse trasmettono (Palmer, 1984). Negli acquiferi in cui l'acqua segue la stratificazione il percorso più favorevole è, quindi, quello della direzione dello strato. Pertanto, spesso il passaggio dalla zona vadosa (dove le acque scorrono scendendo all'incirca lungo la massima pendenza dello strato) a quella freatica è individuabile anche dalla brusca variazione nella direzione dei condotti.

## I condotti freatici della Grotta di S. Benedetto (dal punto A al punto E del rilievo di Fig. 62)

Nella Grotta di S. Benedetto l'ingresso delle acque in falda avviene attraverso uno specifico punto sulla superficie piezometrica, come accade normalmente nelle grotte alimentate da singoli punti di ricarica esterna. In realtà, la falda ha già abbandonato questo livello e attualmente l'emergenza perenne è posta una cinquantina di metri più a valle della grotta; il tratto freatico della cavità viene interamente sommerso solo nei periodi di piena, quando l'acqua esce dall'ingresso, mentre nel periodo invernale la grotta sifona solo nel tratto più basso. Il collegamento fra la grotta e la sorgente inferiore avviene attraverso condotti di dimensioni troppo esique per l'esplorazione diretta.

Tipicamente, il tratto freatico è costituito da un unico condotto principale con le pareti cesellate da scallops (cavità asimmetriche nella roccia formate dal flusso turbolento) mentre sul



Figura 63 - Immersione speleosubacquea in una condotta freatica della Grotta di Fontana le Mole: il primo silone (foto A. Bartolini).

pavimento si depositano sedimenti di dimensioni anche grossolane. Il condotto è tubolare con sezioni a tratti quasi perfettamente circolari, ma più spesso ellittiche allungate lungo la fessura.

La posizione del livello freatico è evidenziata dal cambiamento delle seguenti caratteristiche del condotto: a) cambiamento di forma, dalla forra al tubo; b) brusca variazione di direzione, da orientato verso circa Est, lungo la massima pendenza dello strato, a orientato nella direzione di strato circa N-S; c) riduzione di pendenza, o, meglio, passaggio ad un profilo ondulatorio a sali-scendi.

L'entità dell'approfondimento dello sviluppo freatico al di sotto del livello dell'acqua può essere stabilita confrontando la quota del punto di transizione vadoso-freatico con quella del soffitto più basso presente nella sezione freatica del condotto. Nella Grotta di S. Benedetto l'approfondimento è di soli 5-6 m (su una lunghezza del condotto di circa 120 m), valore che permette di inserirla fra le grotte "di livello piezometrico ideale" della classificazione di Fogo & Ewess (1978).

## IIL SETTORE ORIENTALE DEI MONTI AUSONI

La parte dei M. Ausoni situata a oriente della linea Castro dei Volsci-Fondi comprende una fascia ininterrotta di ampie depressioni carsiche drenate da inghiottitoi. Da Nord verso Sud si trovano i bacini di Pastena, la conca di Lenola, il piccolo campo carsico di M. Appiolo, il bacino di Valle Fosca, il bacino di La Taverna a Nord di Campodimele, la valle chiusa di Campodimele.

In questa area sono riportate in catasto una quarantina di cavità, scavate soprattutto nei calcari del Cretacico inf., che pure affiorano con estensione minore rispetto a quelli del Cretacico sup.

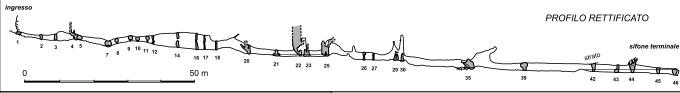
La conca di Lenola è drenata dall'Inghiottitoio del Pantano, che risulta impraticabile dopo un tratto lungo solo una decina di metri.

Le acque del bacino di Valle Fosca alimentano l'Inghiottitoio di Pozzavello (-50, sviluppo 300 m), che inizia con una fessura interstrato nei calcari del Cretacico sup. e si approfondisce poi con alcuni salti impostati all'intersezione con altre fratture, con un tracciato percorribile per alcune centinaia di metri.

Le acque del bacino di M. Appiolo terminano il loro breve scorrimento di superficie in una ampia depressione non catastata, situata in località Liverani.

La valle che scorre a Est e a Nord di Campodimele recapita le sue acque nell'Inghiottitoio La Taverna che si approfondisce con tre pozzi in rapida successione fino a 29 m di profondità.

La Valle di Campodimele è drenata dall'inghiottitoio omonimo, costituito da un pozzo profondo 25 m seguito da un condotto impraticabile. Alcune centinaia di metri più a monte dell'inghiottitoio, sempre sul fondovalle, sbocca una risorgenza temporanea, la Grotta di Vallangiola (-10, sviluppo 190 m). Il tratto iniziale, lungo un centinaio di metri e orientato quasi parallelamente alla direzione degli strati, è seguito da un tratto più interno, con tracciato perpendicolare o obliquo rispetto a quello iniziale. La stratificazione è inclinata di una decina di gradi verso NNE nella zona di imbocco, mentre verso il fondo la direzione è N15°W (Fig. 64). Dall'ingresso, la condotta scende lentamente sfruttando sempre, così è sembrato, lo stesso strato calcareo (dell'Aptiano-Neocomiano); solo negli ultimi 30 m del tratto di grotta esplorato la stratificazione sembra perdere la funzione di controllo speleogenetico. Nella zona d'ingresso e in quella di fondo le sezioni trasversali del condotto risultano di tipo freatico (con contorno da circolare a ellittico), mentre la parte centrale è caratterizzata da una forra profonda 2-4 m. Queste anomale variazioni di morfologia potrebbero essere imputabili alla sovrapposizione



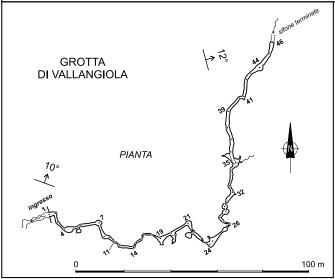


Figura 64 - Pianta, profilo rettificato e sezioni trasversali della Grotta di Vallangiola.

di forme vadose (acque in discesa per gravità nel solo tratto caratterizzato dalla forra) su forme freatiche (che attualmente si sviluppano solo durante gli eventi di piena, quando le acque allagano tutto il condotto e fuoriescono dall'imbocco della risorgenza). Lo scorrimento vadoso potrebbe essere alimentato da acque di infiltrazione attraverso fratture situate nella zona prossima al tratto di uscita della risorgenza. Queste acque devono defluire attraverso fratture sul pavimento del condotto (come dimostra il fatto stesso che in condizioni idriche normali la grotta è percorribile anche nel tratto a saliscendi) ragqiungendo così la superficie della falda profonda.

À proposito dei rapporti fra carsificazione ed elementi strutturali, è utile evidenziare che le giaciture della stratificazione misurate localmente si dimostrano spesso diverse da quelle riportate nelle cartografie geologiche disponibili, riferite a zone circostanti (come si riscontra nella Grotta di Vallangiola). Pertanto, le informazioni ricavate indirettamente (per esempio dall'esame della cartografia) devono essere utilizzate con molta cautela.

Il bacino chiuso di Pastena è un polje esteso 40 km² e delimitato da uno spartiacque dominato dal M. Calvilli (1116 m). Il polje è costituito da due piani carsici principali, il Piano dell'Ovizzo (o di S. Andrea) e il Piano di Madonna delle Macchie, separati dal colle di M. Solo su cui sorge il paese di Pastena (Fig. 65).

Il Piano dell'Ovizzo è drenato dall'inghiotitioio omonimo, che attraversa il colle di M. Solo e dopo un percorso di circa 600 m (però impraticabile), riemerge dalla parte opposta nel Piano di Madonna delle Macchie, tramite la Risorgenza La Maurizia, anch'essa ingombra di detrito e impraticabile. Comunque, una frazione delle acque scompare lungo il percorso prima dell'inghiotitioio e una frazione defluisce in altri piccoli punti di assorbimento impercorribili situati nei dintorni. Nel dopoguerra il deflusso naturale, appena descritto, è stato modificato con lo scavo di un tunnel artificiale che passa sotto il M. Solo, parallelamente al condotto naturale, raccogliendo parte delle acque del Piano dell'Ovizzo.

Nel Piano di Madonna delle Macchie, si raccolgono anche le acque di alcuni bacini minori; in questo piano il deflusso si dirige verso il bordo settentrionale della depressione, dove il torrente viene inghiottito nella Grotta di Pastena (+30/-70 m, sviluppo 3427 m), in origine situata probabilmente all'intersezione fra la faglia diretta orientata WNW-ESE che rialza il "blocco" di M. Lamia (nel quale è scavata la grotta) e una faglia diretta orientata NE-SW che ha sollevato il "blocco" orientale, portando

in affioramento i calcari giurassici (litofacies 63). L'ingresso sarebbe successivamente arretrato verso Nord per erosione. Il "blocco" di M. Lamia ha un assetto a monoclinale con strati immergenti verso Est inclinati di 30-50°. La grotta attraversa il "blocco" interamente a livello dei calcari del Cretacico inf. (probabilmente riferibili al Berriasiano-Aptiano) parallelamente alla direzione degli strati (circa N5°E), con grandi gallerie spesso chiaramente impostate su frattura (Fig. 66). Le acque emergono, 50 m più in basso della quota di inghiottimento, dalla Risorgenza dell'Obbuco, posta sul fronte di accavallamento verso Nord del "blocco" calcareo sulle "Argille caotiche" della valle del Fiume Sacco. La sovrapposizione tettonica dei calcari sulle argille avviene su un piano immergente verso Sud e inclinato di circa 30° (Cerisola & Montone, 1992).

L'esame delle caratteristiche della Grotta di Pastena è riportato, insieme a quello di altri inghiottitoi, nel paragrafo dedicato ai M. Carseolani. Oltre alle grotte già citate, nel polje di Pastena ne sono conosciute numerose altre di modeste dimensioni; fra queste si ricorda l'Abisso el Niño, un pozzo profondo 54 m che si apre nei calcari del Cretacico inf. presso la sommità di M. Lamia.

A Ovest del sistema di bacini chiusi dei M. Ausoni si innalza il "blocco calcareo" a pianta triangolare, di M. Calvilli-M. Caruso-M. Sant'Angelo, rialzato da due faglie (NW-SE e NNE-SSW) che si incontrano poco a Sud della vetta del M. Calvilli. Il "blocco" è accavallato tettonicamente verso Nord sulle "Argille caotiche", con un contatto parzialmente nascosto dai depositi clastici pleistocenici. Una serie di faglie dirette (orientate NE-SW) rialza progressivamente i versanti NW di M. Sant'Angelo e M. Caruso. Sul M. Calvilli sono numerose le piccole sorgenti determinate dall'affioramento dell'orizzonte di argille a Orbitolina: Fontana S. Croce a q. 707 m sulle pendici settentrionali di M. Caruso; sorgente di Fontanelle a q. 530 m sul M. S. Angelo; sorgente di Casale Persicone a Nord di M. Calvilli, a q. 716 m. Il livello argilloso ha uno spessore di circa 1 m, cui seguono verso l'alto circa 5 m di marne e calcari marnosi finemente straterellati, sul cui tetto poggia infine un livello di argille verdi sterili dello spessore di circa 1 m (Camponeschi, 1963).

L'Abisso la Vettica (-360 m) si apre nei calcari del Cretacico inf. subito sotto il contatto con il livello a Orbitolina; nella più piccola delle due bocche di ingresso si getta l'acqua di una sorgente sotterranea, ora captata. Il grande pozzo iniziale deve la sua origine al flusso d'acqua concentrato in corrispondenza di una faglia orientata NW-SE; più in basso, il pozzo intercetta una seconda faglia con orientazione diversa e prosegue fino alla profondità di 142 m. Da una "finestra" su una parete della verticale si accede ad una nuova successione di pozzi. Tutto il tratto finale, con un dislivello di 150 m. è impostato su una faglia inclinata di 70° verso SE (Fig. 67); la morfologia prodotta, anche se di dimensioni notevoli, è un tipo comune di pozzo carsico impostato su faglia inclinata: la pianta è allungata nella direzione della faglia, la parete a tetto è inclinata e relativamente liscia, mentre sulla parete opposta lo scorrimento dell'acqua ha modellato (sia per dissoluzione chimica sia per erosione meccanica) una superficie costituita da tratti verticali alternati a piccoli terrazzi. In questo caso specifico, lungo la faglia si sono sviluppati due pozzi paralleli e a tratti intercomunicanti, con pianta a "8" lunga una ventina di metri, terminanti alle estremità con fessure millimetriche: le alternanze di pareti verticali e piccoli terrazzi da un punto di vista "tecnico-sportivo" vanno a costituire dei pozzi distinti, con imbocco stretto e basi larghe (2-5 m). Pozzi di questo tipo (su faglie o fratture inclinate) sono piuttosto frequenti e in questo volume sono già stati descritti nel Pozzo del Faqqeto sui M. Lepini e nella Grotta Innocenzi sul M. Soratte (Fig. 18).

A quota più bassa lungo lo stesso versante si apre il Pozzo dell'Acero (-85 m), costituito da una serie di pozzi impostati su due fratture fra loro ortogonali.

#### I MONTI AURUNCI

La tettonica compressiva miocenica che ha strutturato la catena dei M. Aurunci ha prodotto la sovrapposizione fra due scaglie tettoniche: l'unità di Montuaccio (a Sud), e l'unità del M. Petrella, con la prima accavallata sulla seconda lungo la linea E-W Maranola-Campodivivo. Tra le due scaglie sono presenti argille tettonizzate inglobanti massi di età diverse (unità Liguridi). L'unità di M. Petrella a sua volta si è sovrapposta verso Nord sui flysch miocenici della Valle Latina, attraverso una complessa successione di traslazioni, con lembi più avanzati che, staccati dalla struttura principale, galleggiano sulle "Argille caotiche" della Valle Latina (Fig. 68) (Accord et al. 1967). A Est di M. Petrella l'importante faqila N-S Fammera-Campodivivo rialza e separa gli Aurunci dalla Valle dell'Ausente e dalla dorsale di

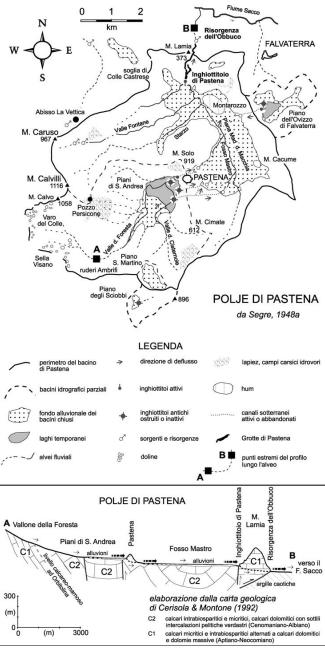


Figura 65 - In alto: il polje di Pastena (da Segre, 1948a). In basso: profilo geologico lungo l'alveo di Fosso Mastro, dal Vallone della Foresta al Fiume Sacco, attraverso la Grotta di Pastena.



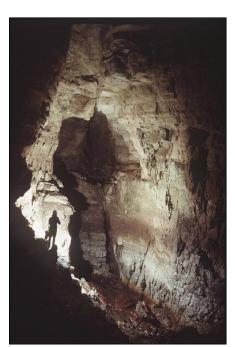


Figura 66 - La galleria a valle del "Tunnel Sospeso" nella Grotta di Pastena (foto L. Ferri Ricchi, tratta dal libro "OLTRE L'AWENTURA" di Lamberto Ferri Ricchi, edizioni IRECO - http://www.istitutoireco.org/. Un corso d'acqua di portate saltuariamente molto elevate scorre sul fondo della galleria, larga alcuni metri; si osserva una frattura sub-verticale lungo la quale appare impostato questo tratto di grotta.

P101

PROIEZIONE SUL PIANO

PROIEZIONE SUL PIANO

P101

ABISSO LA VETTICA

ABISSO LA VETTICA

ABISSO LA VETTICA

ABISSO LA VETTICA

P102

P101

P100

P100

P100

PROIEZIONE SUL PIANO

SEZIONE 300°-120°

**Figura 67** - Il tratto profondo "terminale" dell'Abisso la Vettica, impostato su una faglia inclinata mediamente di  $70^{\circ}$  verso SE. Sono riportate le sezioni orizzontali (pianta) e le sezioni verticali parallele all'immersione e alla direzione della faqlia.

M. Maio (Naso & Tallini, 1993; Montone & Tallini, 1994).

Una terza unità tettonica è costituita dal settore SW dei M. Aurunci (M. Cefalo-M. Lauzo). Scivolando su un piano di scollamento rappresentato da dolomie del Triassico, la pila carbonatica del Triassico-Giurassico dell'unità M. Cefalo-M. Lauzo si è sovrapposta sui calcari del bordo occidentale dell'unità di M. Petrella (Rossi et alui, 2002). L'intersezione della faglia con la superficie topografica marca una linea orientata NW-SE.

A differenza dei M. Lepini-Ausoni, l'assetto dei M. Aurunci, i cui affioramenti carbonatici coprono una estensione di 359 km², è caratterizzato da un mosaico di "blocchi" squadrati, creati da faqlie distensive, che hanno determinato la formazione di alcuni bacini chiusi.

Nel massiccio aurunco sono catastate 94 grotte, con uno sviluppo spaziale complessivo di circa 9 km di condotti. La successione stratigrafica è formata da una pila di carbonati di acque poco profonde potente circa 4000 m, deposta dal Triassico al Senoniano. Su gran parte dell'area carsica affiorano i calcari del Cretacico inf., caratterizzati da carsificazione "media" (23 m di condotti per km² di affioramento). Tuttavia, nei calcari del Cretacico sup., che coprono una superficie molto più limitata (circa 23 km²), la carsificazione risulta molto più importante (70 m di condotti per km² di affioramento). Non sono note grotte nelle dolomie triassiche (litofacies 67d), presenti alla base della successione carbonatica, che affiorano con estensione molto limitata (8 km²).

## Unità di Monte Cefalo—Monte Lauzo

In questa unità, caratterizzata da rilievi di modesta elevazione (M. Cefalo, 543 m), si aprono diverse cavità carsiche, specialmente nella fascia costiera. Nell'area compresa fra Gaeta e Sperlonga si affacciano sul Mar Tirreno falesie calcaree alte fino a 140 m, alternate a spiagge sabbiose. In questa fascia Segre (1948a) ha segnalato la presenza di 102 fra grotte, nicchie e antri, tutti situati alla base delle falesie o separati dal mare solo dalla spiaggia. Nel catasto speleologico sono riportate 16 grotte, tutte ubicate nelle litofacies calcaree di acque basse del Dogger-Cretacico sup.

Fra quelle presenti nel comune di Sperlonga, si segnala la Grotta di Tiberio, che si apre a 30 m di distanza dal mare alla quota di 1 m, addentrandosi nei calcari del Cretacico inf. per una ventina di metri. La presenza di solchi e di fori di litodomi a q. circa 7 m sulla falesia, che segnerebbe la posizione del livello marino del Tirreniano (ANTONDOLI, 1991), evidenzia la variabilità di condizioni in cui si sono venute a trovare le grotte costiere nel corso della loro evoluzione.

A Gaeta, oltre alla celebre Grotta del Turco nella Montagna Spaccata, sul promontorio calcareo fra Torre Viola e la spiaggia dell'Arenauta si trova l'interessante Pozzo del Diavolo (-29 m fino al livello del mare, 8 m al di sotto di questo), impostato su due fratture che attraversano il calcare del Cretacico sup. L'ingresso è di forma circolare con diametro di 15 m, verso il basso le pareti

strapiombano; un passaggio percorribile durante la bassa marea mette in comunicazione il vacuo con il mare. La cavità deve essersi originata in ambiente sotterraneo e solo successivamente il crollo della volta avrebbe scoperchiato la grotta. Per la sua posizione (sul bordo occidentale delle struttura calcarea), per la probabile morfologia originaria del vacuo (a forma di duomo) e per la prossimità di piccole sorgenti a forte mineralizzazione (sorgenti Nucci, S. Maria di Conca e S. Agostino, con salinità di 5,7 q/L), sembra possibile una genesi correlata con l'afflusso di fluidi mineralizzati profondi.

All'estremità NW dei rilievi della fascia costiera si apre l'Abisso di Lago San Puoto (-58 m), situato sul modesto colle ai cui piedi si stende il laghetto omonimo (di origine carsica, forse uno "sprofondo" creato dal crollo della volta di un vacuo sotterraneo originato per dissoluzione del calcare ad opera di acque sulfuree). La grotta è una spaccatura (faglia) inclinata di 70° nei calcari del Giurassico-Cretacico inf., polverosa e ingombra di grossi blocchi incastrati fra le pareti a varie altezze. La morfologia dell'ambiente ricorda quella della Grotta di San Silviano nei M. Ausoni e potrebbe essere riferibile alla presenza nel passato di una falda sulfurea.

Nell'area interna, fra M. Cefalo e M. Marano, è nota la Grotta di Monte Cristo (-15, sviluppo 80 m), un grande ambiente condizionato dalla presenza di alcune faglie orientate N60°E.

## Unità di Monte Petrella

#### Il massiccio di Monte Ruazzo-Monte Petrella

E' un settore ricco di cavità, alcune delle quali di profondità o sviluppo anche notevoli.

Nell'area del M. Ruazzo, sopra Formia, sono note alcune grotte verticali grandi e belle, come l'Abisso della Ciauchella (-296 m), formato da una successione di imponenti fusoidi, di cui uno profondo 140 m, impostati in corrispondenza di una faglia che in superficie mette in contatto i calcari del Cretacico inf. con quelli del Cretacico sup. Il livello a Orbitolina dovrebbe essere individuabile qualche decina di metri sotto l'imbocco della grotta, sulla parete del "blocco" rialzato (nei M. Aurunci questo livello è costituito da un intervallo di argille verdi ampio qualche metro; NASO & TALLINI, 1993). A 40 m di distanza dall'Abisso della Ciauchella, in direzione Est, si apre la Ciauca del Monaco (-147 m, ancora in esplorazione) costituita da una serie di pozzi con caratteristiche analoghe a quelle del vicino abisso.

Più in alto sulla stessa montagna, ai bordi del campo carsico del Fosso di Fabio, si rinviene la Ciauca degli Spagnoli (-90 m), un bel pozzo cilindrico con diametro medio di 3 m, impostato su faglia inclinata di 85° (Fig. 69); la posizione della grotta somiglia a quella dell'Abisso della Ciauchella; infatti, in base alla cartografia geologica disponibile, il livello a Orbitolina dovrebbe trovarsi in prossimità dell'imbocco sul "blocco" ribassato dalla faglia. Fra le altre grotte presenti in quest'area si ricorda la Risorgenza del Formale (+12, sviluppo circa 100 m) che attraversa i calcari del Senoniano, localmente

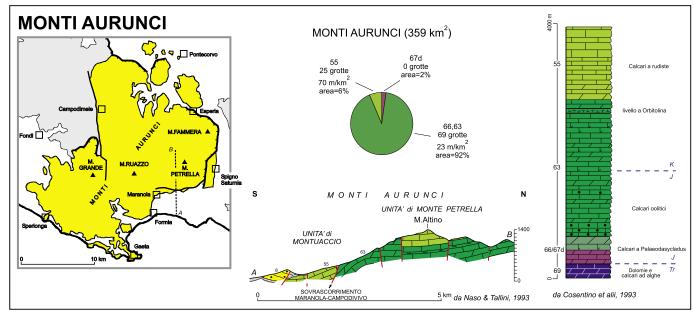


Figura 68 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti Aurunci.

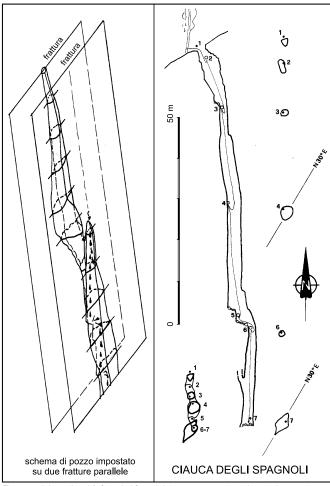


Figura 69 - A destra: rilievo della Ciauca degli Spagnoli. A sinistra: rappresentazione schematica di un pozzo impostato su fratture.

con stratificazione quasi orizzontale.

Nel massiccio del M. Petrella (1533 m), sopra Formia, è nota la Ciauca di Monte Vate Rutto, una spaccatura nei calcari del Berriasiano-Barremiano interpretabile come grotta tettonica, Infatti, non tutte le cavità sotterranee sono imputabili all'azione di allargamento operata dalle acque. A volte i movimenti tettonici determinano l'apertura di diaclasi di larghezza sufficiente al passaggio dell'uomo. Queste "grotte di frattura" o "grotte tettoniche" presentano delle caratteristiche morfologiche tipiche, che permettono di distinguerle dalle cavità carsiche. Una grotta tettonica, comungue, può essere successivamente interessata dal processo carsico e il riconoscimento dell'effettiva origine può divenire difficoltoso. Le caratteristiche morfologiche delle grotte tettoniche sono riassumibili nei seguenti punti (Bixio, 1978): 1) sezione trasversale alta e stretta; 2) pianta lunga e rettilinea, con bruschi cambiamenti di direzione; 3) pareti verticali o poco inclinate, con forme concordanti; 4) pareti sub-parallele, tendenti a convergere alle estremità; 5) mancanza di una volta reale; 6) abbondanza di materiale clastico grossolano autoctono; 7) presenza di pseudo-pozzi e pavimenti sospesi; 8) circolazione idrica prevalentemente di percolazione.

La Ciauca di Monte Vate Rutto (Fig. 70), spaccatura profonda 140 m, presenta tutte le caratteristiche tipiche delle grotte tettoniche. L'ingresso della cavità è un "crepaccio" lungo circa 8 m e largo in media 80 cm, che si sviluppa lungo la linea di massima pendenza del versante. Tutta la cavità si presenta con la tipica morfologia a fessura, le cui pareti verticali lungo la via di discesa distano fra loro da 50 cm a 1.5 m. E' visibile un'estensione laterale della diaclasi di almeno 20 m sia a

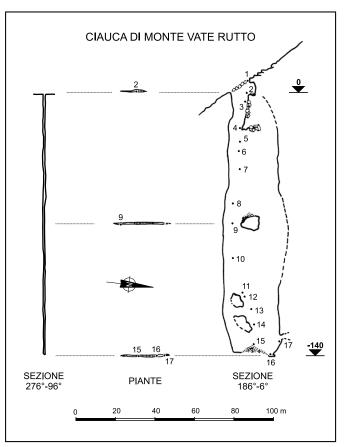


Figura 70 - Piante e sezioni della Ciauca di Monte Vate Rutto.

metà pozzo che al fondo. Le uniche soluzioni di continuità sono alcuni blocchi crollati e incastrati fra le pareti. Le pareti sono compatte e in gran parte ricoperte da un velo di concrezione; la stratificazione è in banchi sub-orizzontali. La cavità termina in fondo ad uno scivolo detritico lungo 10 m, con un cunicolo impercorribile dove si perde l'acqua di stillicidio che si accumula al fondo in una piccola pozza fangosa.

Sul M. Petrella si apre l'Abisso Shish Mahal (-315 m); sviluppato nei calcari del Cretacico inf., con una successione di pozzi a fusoide si addentra fino a -120 m, poi, e fino al fondo, gli ambienti presentano la morfologia stretta e allungata delle diaclasi tettoniche, con una profondità di guasi 180 m ed una estensione orizzontale fino a 150 m esplorati, percorribili su più livelli. Anche la Ciauca di Cese gliu Vicciu (-80 m), nei calcari del Giurassico sup. ha una morfologia simile: nella parte superiore il pozzo è fusiforme, ma superata la profondità di 30 m la verticale diventa una imponente diaclasi con un'estensione orizzontale di oltre 40 m. Fra le diverse altre cavità note in guesta zona deve essere ricordata la Ciaveca della Cimmerotta (-60 m), un fusoide in cui è ben evidente la frattura di origine.

Nel campo carsico fra M. Rusco e M. S. Angelo si apre la cavità attualmente più profonda dei M. Aurunci: l'Abisso del Vallaroce (-401, sviluppo 505 m). L'abisso inizia con una successione di pozzi scavati nei calcari dell'Aptiano-Albiano nei quali la grotta si approfondisce quasi verticalmente, probabilmente fino in prossimità del livello a Orbitolina, per proseguire poi in lieve discesa lungo la stratificazione fino ad una faglia. La situazione stratigrafico-strutturale, però, non è ancora sufficientemente chiara; sembrerebbe che il tratto successivo scenda lungo la faglia fino a raggiungere nuovamente il livello a Orbitolina, sul "blocco" ribassato.

Nell'area del M. Petrella, sopra Spigno Saturnia si trova la Ciauca Santilli (-50 m), impostata su fratture inclinate di 60-70° nei calcari del Giurassico medio-sup.; su una parete interna sono presenti piccole croste gessose. Nella stessa area sono conosciute diverse altre grotte, fra le quali la Ciaveca la Ciaia (-50 m) e la Voragine della Palommella (-55 m), impostate su fratture.

Più all'interno nel massiccio aurunco, scavate nei calcari del Dogger-Aptiano, si trovano la Ciauca del Fàleca (-65 m), ad andamento verticale impostato su più fratture, e la risorgenza temporanea della Voloca (-40, sviluppo 110 m).

# Il settore Nord-orientale (Monte Faggeto-Monte Revole-Monte Forte-Monte Fammera)

Questo settore, più facilmente accessibile passando dal paese di Esperia, è caratterizzato da numerosi campi chiusi, all'interno dei quali si aprono quasi tutte le grotte conosciute, alcune delle quali importanti.

In uno dei campi chiusi di quota più bassa (g. 615-620 m), ai piedi di M. Lago, durante le piogge le acque si raccolgono in parte in un piccolo fosso e si riversano nell'Inghiottitoio del Lago (-37, sviluppo 25 m), percorribile solo per un breve tratto.

Continuando a risalire il Rio Polleca si raggiunge l'omonimo grande campo chiuso (g. 640-690 m), dominato da Serra Capriolo (1340 m) a Est e da M. Revole (1283 m) a Ovest. Fra le tante grotte che si aprono all'interno del bacino si trova la più estesa di tutti i M. Aurunci, la Grava dei Serini (-262, sviluppo 2240 m).

Nel piano carsico di Morroncelli (g. circa 1000 m), a Est della Grava dei Serini, la grotta più estesa è l'Abisso dei Tre (-70 m), un pozzo a spaccatura impostato quasi interamente su una frattura verticale dall'andamento sinuoso, che attraversa i calcari dell'Aptiano-Albiano.

In un altro grande piano carsico situato ai piedi di M. Forte (1321 m), "il Faggeto" (g. 1000-1100 m), si aprono numerose cavità nei calcari del Dogger-Aptiano; le più importanti sono l'Abisso del Ciavarreto, un imponente fuso profondo 120 m impostato su frattura, e, a poche decine di metri di distanza lungo la stessa frattura, la Chiavica la Faggeta (-52 m).

Da menzionare, infine, l'Abisso Scorpion (-60 m), localizzato quasi sulla vetta di q. 1098 m del M. Acquara Pellegrini sulla linea di cresta che parte dal M. Fammera; il pozzo si è originato lungo un'evidente frattura nei calcari del Dogger-Aptiano.

## LA GRAVA DEI SERINI

La grotta è provvista di tre ingressi: l'ingresso basso è una risorgenza temporanea e può essere raggiunto anche entrando dall'ingresso intermedio con una "traversata" di 135 m di dislivello su un percorso lungo alcune centinaia di metri. Mentre la "traversata" è nota da diversi decenni, un tratto molto più lungo, che si sviluppa nella zona di quota più elevata e che porta verso l'ingresso di quota più alta ("Sarà Serini"), è di recente esplorazione. Le note che seguono si riferiscono solo alla parte "classica", che risulta impostata su una faglia inclinata di 70-75° nei calcari del Cretacico, ed 65 è suddivisibile in 3 tratti principali: rami orizzontali superiori, ramo fossile verticale, ramo orizzontale inferiore (Fig. 71).

## Rami orizzontali superiori

I rami superiori, a partire dall'ingresso intermedio, hanno andamento rettilineo e sono suddivisibili in due segmenti. Dal punto C al punto D di figura 71 ("ramo fossile superiore") il condotto. lungo poco più di 150 m, è orizzontale e privo di scorrimenti idrici, impostato lungo la faglia orientata N70°E e inclinata di 70° verso SE, con sezione trasversale "lenticolare" allungata sulla faglia, Nel punto D uno scivolo lungo circa 30 m scende nel verso della massima pendenza della faglia; alla sua base il corso d'acqua temporaneo che scorre nel "ramo attivo superiore" sparisce in una stretta fessura. Il tratto attivo sembra essere originato sempre sulla stessa faglia, almeno fino al punto E, dove riceve affluenti impostati su altri elementi strutturali (rami di recente esplorazione).

Considerando la morfologia dei "rami orizzontali superiori" e il loro andamento altimetrico, sembra possibile che la loro genesi sia avvenuta in condizioni freatiche, in uno spazio vuoto originario creato dalla superficie di scorrimento della faglia; il condotto, allagato da acqua in leggera pressione, si andaya ampliando appena più in basso dell'intersezione della faglia con la superficie piezometrica quasi orizzontale. Il flusso era diretto verso l'attuale ingresso intermedio, che rappresenterebbe un tratto della condotta successivamente troncata dall'erosione.

## Ramo fossile verticale

L'abbassamento di oltre 100 m del locale livello di falda dalla quota del "ramo fossile superiore" avrebbe causato, in alcuni punti favorevoli lungo la faglia, il progressivo ampliamento della fessura verso il basso fino a dirottare tutto il flusso d'acqua verso il nuovo livello di base (sviluppo del

Il "ramo fossile verticale" potrebbe essere stato uno dei primi condotti verticali in grado di catturare il flusso d'acqua. Questo ramo inizia a pochi metri dall'ingresso intermedio con una stretta fessura ed è costituito da una successione di pozzi (30: 12: 7: 2: 5: 11: 15 m) (Agnoletti et alli, 1973) tutti situati lungo la faglia, con una inclinazione media di 70° verso SE e con la volta e il pavimento che si perdono in fessura. Il "ramo fossile verticale" termina immettendosi nel "ramo attivo inferiore".

L'emergenza alta, alimentata dal ramo superiore, si sarebbe così disattivata. Per successivi processi di cattura che avvenivano sempre più a monte, si sarebbero formati altri condotti verticali.

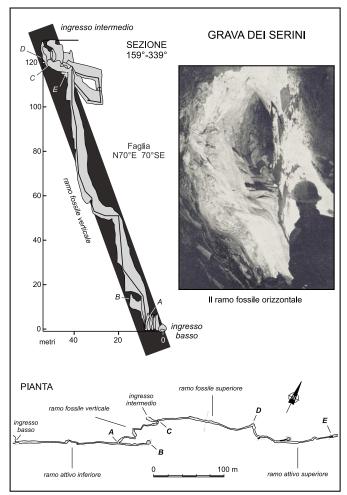


Figura 71 - In basso: pianta del tratto inferiore della Grava dei Serini. In alto a sinistra: proiezione dei condotti carsici sul piano verticale parallelo all'immersione della faglia. In alto a destra: Il "ramo fossile orizzontale" (foto P. Agnoletti), con tipica sezione lenticolare allungata lungo la faglia.

attualmente ancora non percorribili (come la fessura sotto lo scivolo del punto D), o non ancora scoperti.

# Ramo orizzontale inferiore attivo

Il ramo, lungo circa 200 m, ha andamento quasi completamente rettilineo e marcatamente orizzontale, impostato sempre sulla faglia orientata N70°E. Il piccolo torrente che lo percorre ha inciso una forra sul fondo del condotto, ed emerge all'esterno tramite una bassa condotta (ingresso inferiore), sifonante durante il periodo piovoso e con uscita delle acque a pressione dopo piogge particolarmente abbondanti.

## LE GROTTE NEL CONGLOMERATO DEL PROMONTORIO DI GIANOLA

Lungo la costa nei pressi di Scauri, si innalza il piccolo promontorio di Gianola, formato da conglomerati. I ciottoli calcarei che lo costituiscono, depositati nel Pliocene per smantellamento dei vicini M. Aurunci, sono ben arrotondati e di dimensioni centimetriche, cementati in una matrice fine (Naso & Tallin, 1993). Sul promontorio sono note due piccole cavità orizzontali, la Grotta di Torre del Fico e la Grotta Azzurra

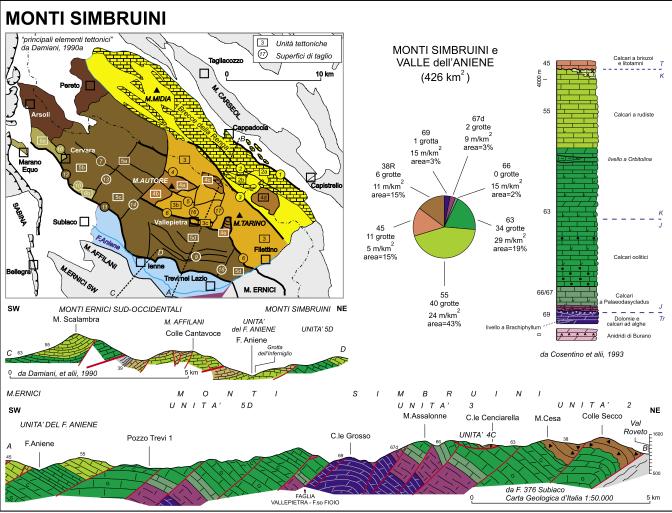


Figura 72 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nell'area Monti Simbruini-Alta Valle dell'Aniene.

## Le dorsali Monti Simbruini-Monti Ernici-Monte Cairo-Monti di Venafro-Monte Maio

I M. Simbruini, i M. Ernici e il M. Cairo costituiscono, dal punto di vista geologico, una unica struttura, allungata per circa 100 km in direzione NW-SE e con larghezza massima di 24 km, coinvolta nella catena appenninica durante l'evento tettonico del Messiniano inf. (6,4-6,8 milioni di anni fa) (CIPOLLARI ET ALII. 1995).

Il versante SW della catena si immerge al di sotto dei sedimenti terrigeni miocenici della Valle Latina, con contatto a tratti stratigrafico e a tratti tettonico (faglie distensive). Lungo il versante NE la pila carbonatica mesozoica simbruino-ernica si piega e si accavalla verso NE, sovrascorrendo sui flysch miocenici della Val Roveto.

La catena può essere suddivisa in quattro strutture tettoniche principali: i M. Simbruini-M. Ernici Nord-orientali, i M. Ernici Sud-occidentali, il M. Cairo (separato dai M. Ernici dalla piana fluvio-lacustre di Sora) e i M. di Venafro. A Sud di M. Cairo, e da questo separate tramite l'ampia valle del Fiume Liri, si ergono le dorsali di M. Maio (denominate anche M. Aurunci orientali), anch'esse, secondo CIPOLLARI ET ALII (1995), coinvolte nella costruzione della catena nel corso dello stesso "momento di migrazione".

Nella struttura M. Simbruini-M. Ernici-M. Cairo-M. Maio le rocce carbonatiche mesocenozoiche hanno una estensione complessiva di 1257 km². La successione stratigrafica del Mesozoico è quella tipica della sedimentazione di piattaforma interna laziale-abruzzese.

Gli affioramenti di età più antica sono rappresentati dalle dolomie triassiche di Filettino (litofacies 69) e dalle dolomie liassiche (litofacies 67d), che affiorano per circa 24 km² nei M. Simbruini

I Calcari a Palaeodasycladus del Giurassico (litofacies 66) affiorano nei Monti Simbruini ed Ernici su un'area di circa  $50 \text{ km}^2$ ; al loro interno il carsismo ipogeo appare molto sviluppato (50 m di condotti per  $\text{km}^2$  di affioramento).

I carbonati del Dogger-Senoniano (litofacies 63+55) hanno caratteristiche analoghe a quelle riscontrate nei Volsci, rispetto ai quali, comunque, si caratterizzano per la diversa distribuzione degli intervalli dolomitici, per il minore contenuto di selce e per la discontinuità del livello a Orbitolina. Questo livello è caratterizzato da argille e argille marnose, da micriti a superfici di aspetto nodulare e da biomicriti, intercalate nei litotipi che definiscono l'intera sequenza, per uno spessore di 25-35 m (area di Vallepietra). Bergomi (1973) segnala come in fase di incipiente diagenesi il deposito sia stato interessato localmente (Serra Carpino, Fonte Canali, dintorni di M. Porcaro nei M. Simbruini) da fenomeni di scivolamento intraformazionale, la cui presenza è evidenziata anche dal piegamento disarmonico degli strati. Nell'area simbruino-ernica questo livello è stato anche, più propriamente,

denominato "livello a Characee" (CRESCENTI, 1966) o "2º livello a Charophyta ed ostracodi" (DEVOTO, 1967), ma per semplicità di esposizione continueremo a chiamarlo "livello a Orbitolina".

Le rocce del Dogger-Senoniano rappresentano il 76% degli affioramenti carbonatici; in esse si sviluppano i più importanti sistemi carsici sotterranei della struttura, con un carsismo ipogeo che nell'insieme appare "mediamente" sviluppato (21 m di condotti per km² di affioramento).

In trasgressione sui carbonati mesozoici affiorano i Calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene, che, a differenza di quanto avviene nella struttura dei Volsci, coprono ampi settori (16% dell'area totale), in particolare nella parte SW della struttura. Lo sviluppo del carsismo sotterraneo in questa formazione è di grado "medio" (15 m di condotti per km² di affioramento).

Il margine NE delle dorsali simbruino-erniche è interessato da brecce calcaree mioceniche (Brecce della Renga), che coprono un'area di circa 60 km² con spessori che raggiungono 600-700 m. La carsificazione di queste brecce (litofacies 38R) risulta di entità "media", poco più bassa di quella dei calcari miocenici.

Complessivamente, sono comprese negli elenchi catastali 260 grotte scavate nei calcari meso-cenozoici, per uno sviluppo complessivo di circa 24 km di condotti carsici. I massicci dei M. Ernici e dei M. Simbruini sono i più carsificati, con sviluppo rispettivamente di 27 m e 19 m di condotti sotterranei per km² di affioramento delle litofacies calcaree meso-cenozoiche, mentre nei rilievi di M. Cairo e M. Maio lo sviluppo del carsismo è molto più limitato (in media 5 m/km²).

In questo settore di catena sono presenti depositi travertinosi di origine idrotermale di notevole estensione, sia nella Valle Latina (Anagni, Ferentino), che intorno al M. Cairo (Isola del Liri, Casalvieri, Aquino). Tuttavia il fenomeno carsico ipogeo in queste località sembra essere del tutto assente o, forse, non ancora individuato. Ben carsificato, invece, appare il deposito di travertino lasciato dalle acque "fredde" dell'Aniene a Subiaco, dove sono segnalate diverse cavità, anche se attualmente una sola di queste è riportata in catasto.

Grande rilevanza assume il carsismo sotterraneo nella coltre di depositi conglomeratici calcarei che circonda Arpino su un'area di grande estensione, con quasi 1,5 km di gallerie sotterranee.

#### I MONTI SIMBRUINI

Il massiccio simbruino, costituito da una serie di serre parallele con massima elevazione nel M. Cotento (2014 m), conserva le tracce di un antico altopiano carsificato, oggi inciso dall'erosione, con valli fluviali evolute in piani carsici chiusi e asciutti (Segre, 1948a). Queste montagne appaiono costituite dalla sovrapposizione tettonica di diverse unità, progressivamente più antiche verso NE, separate da importanti superfici di taglio orientate all'incirca NW-SE (Fig. 72). Numerose dislocazioni trasversali successive hanno sbloccato questa struttura (DAMAN, 1990a).

I M. Simbruini sono quasi completamente carbonatici, con oltre 4000 m di depositi di età che vanno dal Triassico al Cretacico sup. Includendo nel gruppo montuoso simbruino anche la valle dell'Aniene, l'estensione degli affioramenti carbonatici meso-cenozoici è di 426 km², nei quali sono state esplorate fino ad oggi un centinaio di cavità, per uno sviluppo complessivo di oltre 8 km di condotti sotterranei.

Nelle dolomie triassiche di Filettino (litofacies 69) si apre la Risorgenza della Gronda A; nelle dolomie del Lias inf. (litofacies 67d) risultano catastate due piccole cavità. L'unica grotta conosciuta che sembra attraversare i calcari a Palaeodasycladus (litofacies 66) è la Risorgenza della Gronda A, nel suo tratto più interno.

Nei calcari del Dogger-Cretacico inf. la carsificazione risulta "elevata", con una media di 25 m di condotti per km² di affioramento. Appena minore è il valore di carsificazione riscontrato nei calcari del Cretacico sup. che, con quasi 190 km², rappresentano la litofacies più estesa in affioramento.

Anche i Calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene affiorano abbastanza ampiamente, ma la loro carsificazione appare modesta (5 m/km²); più significativo risulta il fenomeno carsico nelle Brecce della Renga (11 m/km²), la cui area di affioramento è uqualmente estesa.

La seguente descrizione del carsismo sotterraneo è suddivisa nelle unità tettoniche riconosciute (DAMIANI, 1990a), procedendo da NE a SW.

### IL SETTORE NORD-ORIENTALE DEI MONTI SIMBRUINI

Questo settore (Unità 2 di Damiani, 1990a) ha la forma di un grande "blocco" allungato in direzione NW-SE ed è caratterizzato dalla presenza di una successione ininterrotta di campi chiusi (Val Mandrone, Piano della Dogana, Campolungo, Valle S. Nicola, Valle di Camporotondo) che si stende per oltre 15 km con una larghezza media di 2,5 km, a quote comprese tra 1200 e 1300 m, parallelamente ai contigui bacini chiusi carseolani (Prati di Roccacerro, Imele, Verrecchie), di quota più bassa (Segre, 1948a). Le massime elevazioni si attestano nella dorsale M. Midia (1738 m)—M. Padiglione (1825 m)—Monna Rosa (1781).

L'unità è delimitata a NE dal sovrascorrimento sui depositi terrigeni della Valle del Liri ("superficie 1" di Damiani, 1990a), che può essere seguito per oltre 50 km, e a SW da una faglia

("superficie 3") con rigetto fino a 650 m (Fig. 72). A differenza di quasi tutto il resto dei M. Simbruini, l'assetto di questa unità è dato da una grande anticlinale asimmetrica, che si rovescia sulla Valle del Liri formando alte pareti.

Dal punto di vista stratigrafico, la caratteristica del settore Nord-orientale dei M. Simbruini è l'esteso affioramento delle Brecce della Renga, prodotte nel Miocene al bordo di una scarpata tettonica sottomarina per il susseguirsi di crolli. I blocchi si andavano ad accumulare al piede della scarpata, al di sopra del substrato di carbonati del Mesozoico o del Miocene, dando origine ad un ventaglio detritico costituito da clasti calcarei. Le dimensioni degli elementi e la presenza di matrice variano a seconda delle distanze percorse dai materiali (Fig. 73) e anche gli spessori sono molto variabili, fino ad un massimo di alcune centinaia di metri (COMPAGNONI ET ALII, 1991b).

Nelle brecce sono state fino ad oggi esplorate 6 grotte, tutte nel comune di Cappadocia, tre delle quali di notevole interesse. La Grotta di Malattate (-30, sviluppo 150 m) è una risorgenza di "troppo pieno" del F. Liri, scavata interamente nelle brecce, qui molto potenti (300-400 m), utilizzando sia l'interstrato inclinato di 30° che diversi sistemi di frattura. Un centinaio di metri più in basso, ad una distanza planimetrica di circa 150 m, si trova la Grotta della Sorgente del Liri (+12, sviluppo 60 m), dalla quale esce una parte delle acque del F. Liri, all'interno sono state risalite 6 piccole cascate fino ad un sifone. La Grotta a Damiano (-30, sviluppo 500 m) si apre sul fianco di una dolina nelle Brecce della Renga, all'interno del campo chiuso di Campolongo. La stratificazione delle brecce è inclinata di 25°, l'aspetto è massivo e la matrice scarsa; in questa località lo spessore delle brecce è modesto (30-40 m) e la grotta lo attraversa interamente fino a penetrare nei sottostanti calcari del Cretacico sup. La cavità è costituita da alcuni salti impostati su fratture, seguiti da una stretta condotta meandriforme a sali-scendi con tratti sifonanti, caratterizzata da notevoli depositi fangosi (GRUPPO SPELEOLOGICO DI GROTTAFERRATA, 1997).

Per quanto riguarda il carsismo nei calcari, la cavità più importante è la Grotta Picinara (-64, sviluppo 100 m), situata nell'affioramento del Cretacico sup. sul versante a Sud della Cima di Vallevona.

## LA CONCA DI VALLEPIETRA E LA DORSALE MONTE TARINO-MONTE TINTEROSSE

Nella conca di Vallepietra (Unità 3) affiorano le rocce più antiche dei M. Simbruini. L'unità è limitata a NE dalla faglia che ribassa l'Unità 2 ("superficie di taglio 3"), e a SW dalla faglia trascorrente NW-SE ("superficie 6") che da Campo dell'Osso raggiunge Vallepietra, dove risulta spostata a SW di 500 m, per riprendere poi l'orientamento precedente superando l'Aniene e inoltrandosi nei M. Ernici (sovrascorrimento Filettino—M. Ortara). La "superficie 6" verso NW è interrotta da un'altra faglia trascorrente, che rialza l'Unità 5 (settore centrale dei M. Simbruini); la faglia che costeggia il Fosso Fioio è probabilmente ancora la "superficie 6", dislocata con rigetto orizzontale di 5 km (Fig. 72) (Damiani, 1990a).

La conca di Vallepietra è una "semi-finestra" tettonica, nella quale affiorano i carbonati triassici e giurassici che costituiscono la base della successione prevalentemente calcarea del Dogger-Cretacico. I calcari del basamento triassico hanno subito un processo di dolomitizzazione che li ha resi scarsamente carsificabili, determinando la fuoriuscita delle acque attraverso numerose sorgenti localizzate al contatto con i calcari sovrastanti. Il passaggio dolomie-calcari, spesso marcato da una evidente rottura di pendio, non corrisponde ad una linea-tempo né ad una stessa lito-biofacies, poiché i fenomeni di dolomitizzazione secondaria hanno raggiunto varie altezze stratigrafiche, e le geometrie risultanti sono irregolari e sfrangiate (DAMIANI, 1990b).

Le sorgenti che sgorgano numerose nella conca di Vallepietra sono certamente alimentate da condotti carsici, nei quali fino ad oggi non è stato possibile accedere. L'unica eccezione è la Gronda A (+80, sviluppo 224 m), risorgenza perenne captata dall'acquedotto del Simbrivio (circa 5 L/s in magra) che si apre nelle dolomie bituminose di colore grigio del Triassico sup. (litofacies 69), come dimostrano alcuni livelli spettacolari di grandi fossili di Megalodon che affiorano sulle pareti del tratto iniziale della galleria sotterranea (Fig. 74). La grotta, particolarmente interessante dal punto di vista geologico, è impostata su fratture, lungo le quali l'acqua scende dirigendosi verso Sud tagliando gli strati disposti a reggipoggio (inclinati di 30-35° verso Nord). Dopo oltre 150 m, risalita la "2" Cascata", la galleria attraversa piani tettonici orientati E-W e inclinati di 45° verso Sud, che hanno prodotto una litologia diversa, rappresentata da calcari di colore bianco (di presumibile età giurassica, litofacies 66?); la galleria finale segue una faglia inversa immergente di 45° verso NE (Mariano, 2001).

Nei calcari del Giurassico-Cretacico inf. che affiorano sui rilievi che circondano il gruppo sorgentizio del Simbrivio sono note solo 3 grotte: il Pozzo Cornetto (-55 m), in cui è visibile un piano di faglia inclinato di 65°, il Pozzo della Morra Rossa (-64 m) impostato su una evidente frattura, e il Pozzo della Rimessa (-15 m), alla cui base si intercetta un corso d'acqua (impercorribile sia a monte che a valle).

Sulla dorsale M. Tarino (1961 m)—M. Tinterosse (1626 m) il carsismo ipogeo è quasi del tutto sconosciuto; in catasto sono riportate, infatti, solo due grotte di sviluppo inferiore a 10 m. Non

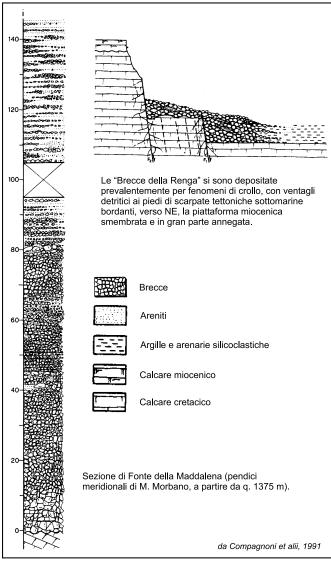


Figura 73 - Le Brecce della Renga, sedimenti clastici con deposizione controllata dalla tettonica (da Compagnoni et alii, 1991).

sono note cavità carsiche nella conca di Fiumata, mentre due pozzi sono stati esplorati poco a monte di Filettino (il più importante, la Grotta delle Morette, è profondo 40 m), presumibilmente nelle dolomie (litofacies 67d).

#### IL MONTE AUTORE

L'Unità 4 (Damiani, 1990a) comprende la piramide sommitale di M. Autore (1853 m) e il rilievo di Monna dell'Orso. Sono attribuite a questa unità anche alcune placche che si rinvengono isolate sopra le Unità 2 e 3 (Fig. 72). L'unica cavità nota è un pozzetto situato sulla placca isolata di Monna Frassinello, a Nord di M. Assalonne.

## IL SETTORE CENTRALE DEI MONTI SIMBRUINI

Il settore centrale dei M. Simbruini è compreso nell'Unità 5, caratterizzata dal vasto



Figura 74 - Livello con fossili di megalodon sulle pareti del tratto iniziale della risorgenza della Gronda A (foto A. Bonucci).

affioramento dei calcari del Cretacico sup. e da numerosi campi chiusi ampiamente carsificati. A SW una linea di faglia complessa ("superficie 11") separa questa unità dalla Valle dell'Aniene; una serie di faglie dirette suddividono l'unità in "blocchi" con assetto a monoclinale generalmente immergente a NE (settori 5A, 5B, 5C, 5D e propaggini NW, Fig. 72).

## Il settore Colle della Colubretta-Monte San Leonardo

Questo settore (5D), dominato dai rilievi di Colle della Colubretta (1502 m) e di M. S. Leonardo (1526 m) situati ai due lati della Valle del T. Simbrivio, è a contatto con l'Unità 3 (conca di Vallepietra) lungo la faqlia Campo dell'Osso-Vallepietra.

In questo settore sono catastate 14 grotte; di queste, 3 (sub-orizzontali e di breve lunghezza) si trovano lungo il fondovalle del T. Simbrivio, mentre tutte le altre si aprono sui rilievi a Ovest della Valle del Simbrivio, ad eccezione della grande risorgenza carsica della Grotta del Pertuso, localizzata nell'alveo del F. Aniene.

Fra le grotte che si aprono sui rilievi ad Ovest del T. Simbrivio sono comprese alcune interessanti cavità. Presso Cesecolevacca si trova il Pozzo della Creta Rossa (-117 m), costituito da una serie di pozzi impostati lungo un'unica frattura con inclinazione media di 85° che attraversa i calcari del Turoniano. All'interno del Piano di Campitelli, nei calcari del Cenomaniano, si trovano le "Fosse di Jenne", la più estesa delle quali (Fossa 3° di Jenne, -40, sviluppo 140 m) è caratterizzata una grande sala e da un reticolo di condotte meandriformi. Sul Colle Rotoli è stato esplorato l'Abisso Petrini (-115 m), ad andamento nettamente verticale; poco sotto il suo imbocco si attraversa un cambio litologico che forse corrisponde al livello a Orbitolina; da –50 m al fondo il pozzo è impostato su una evidente frattura, dislocata a –75 m da una faglia inclinata di 65° (MARIANO ET ALII, 2001).

Lungo l'Aniene, in destra idrografica, si trova la Grotta del Pertuso, la più importante risorgenza carsica percorribile del Lazio (portata media 1,6 m³/s). Le sue gallerie, scavate nei carbonati del Berriasiano-Barremiano, sono suddivise in due rami principali, uno fossile (+15/-5, sviluppo 545 m) e uno attivo (+16, sviluppo 340 m), rami che si collegano in prossimità dell'ingresso. L'elevato gradiente di discesa dell'acqua fra il sifone più a monte e l'emergenza (dislivello di 10 m su una distanza in linea d'aria di 150 m, gradiente 6,7%), sembra escludere che il condotto attivo sia rappresentativo di una superficie piezometrica.

## L'area dei piani carsici di Camposecco, Campobuffone e Campaegli

E' il settore più centrale dei M. Simbruini, caratterizzato dal sistema di depressioni chiuse

dell'altopiano sublacense, con quote che scendono dalle pendici di M. Autore verso la Valle dell'Aniene. A SE è limitato da una faglia trasversale (NE-SW), lungo la quale si è avuto un movimento trascorrente che ha dislocato di circa 5 km la faglia di Fosso Fioio. A SW una superficie di taglio complessa, con andamento appenninico, separa questo settore dalla Valle dell'Aniene; la prosecuzione di questo lineamento sembra riconoscibile nei M. Ernici (faglia Guarcino-Sora).

Alcune faglie suddividono questa zona in tre "blocchi": 5A (Camposecco e l'estremità di

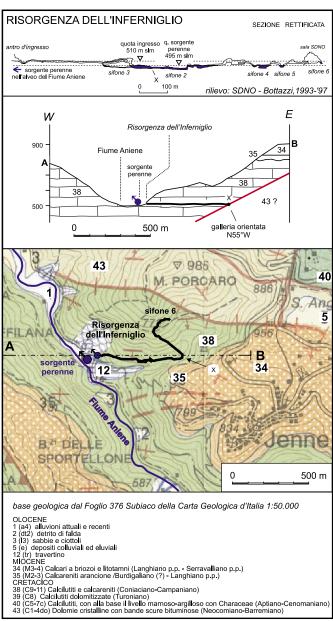


Figura 75 - Risorgenza dell'Inferniglio. In alto: profilo rettificato, nel quale sono evidenziati i tratti sifonanti in condizioni di regime idrico ordinario. Al centro: sezione geologica con traccia parallela alla direzione degli strati, fino alla faglia di M. Porcaro, inclinata di 50°. In basso: carta geologica dell'area di Jenne (dal Foglio Subiaco), con il tracciato della centta.

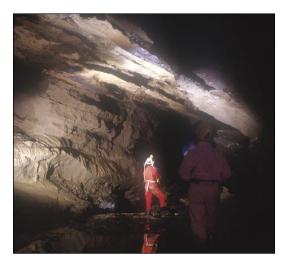


Figura 76 - La galleria dopo il primo lago della Grotta dell'Inferniglio si sviluppa lungo la direzione degli strati, ben visibili sulle pareti e sul soffitto (foto A. Cerquetti).

Campobuffone), 5B (Campobuffone e parte di Campaegli) e 5C (la parte restante di Campaegli). Nel "blocco" 5B non sono note grotte.

Nel bacino chiuso di Camposecco si conoscono una quindicina di cavità, la più importante delle quali è l'Inphiotititoio di Camposecco (-415, sviluppo 590 m), che attraversa uno spessore di circa 250 m di calcari del Senoniano. La grotta inizia con una successione di brevi pozzi e gallerie discendenti che portano le acque a —110 m, a una distanza dall'ingresso di un centinaio di metri verso Nord. Qui si scendono due grandi pozzi (P60 e P48), presumibilmente localizzati sulla faglia orientata NW-SE riportata nel Foglio Subiaco della Carta Geologica d'Italia (in scala 1:50.000). Dalla base dei grandi pozzi e fino al fondo, la galleria sposta il flusso idrico nel verso della pendenza degli strati (NNE), interrotta da pozzi e saltini impostati su fratture verticali o molto inclinate. Nell'ultimo tratto si alternano due principali direzioni: verso NNE e verso Est o ENE. Verso NNE (direzione di massima pendenza degli strati) le gallerie si sviluppano in discesa con pendenze di 10-15°, mentre i tratti impostati in direzione E o ENE (corrispondente all'incirca alla direzione degli strati) risultano sub-orizzontali (una situazione analoga è stata descritta per l'Inghiotitioio di Pian dell'Erdigheta nei M. Lepini).

Subito al di la' della cresta che a Sud separa il bacino di Camposecco dalla Valle Maiura si



Figura 77 - Dolina nel piano carsico del Pratiglio, a Nord del M. Malaina nei Lepini (foto M. Mecchia). La foto è stata scattata nel 1996, successivamente allo sfondamento della piccola depressione originaria che ha permesso l'accesso ad una serie di tre pozzi verticali, impostata sulla frattura orientata N15°W e profonda 32 m (Grotta del Rospo). Crolli successivi lungo il bordo della dolina hanno sepolto l'accesso al pozzo.

apre l'Abisso Nessuno (-222, sviluppo 230 m), che si addentra nei calcari del Senoniano con una pendenza complessiva di 45°, ottenuta con un alternarsi di pozzi e brevi tratti di meandro impostati su più sistemi di fratturazione; il verso di deflusso delle gallerie corrisponde a quello dell'immersione degli strati.

All'interno della depressione carsica di Campobuffone si trovano una decina di grotte, mentre nel campo chiuso di Campaegli sono note 4 grotte, e fra queste la più importante è la Grotta Stoccolma (-62 m), scavata nei calcari del Turoniano e impostata su una frattura inclinata di 70-80°.

## L'AREA DI CERVARA DI ROMA

L'Unità 6 è costituita da due piccoli "blocchi" isolati di modesta estensione, limitati a SW dalla faglia che separa i M. Simbruini dalla Valle dell'Aniene (Fig. 72). Nel blocco di NW, alla cui estremità si trova il paese di Cervara di Roma, non sono note grotte. Notevoli fenomeni carsici di superficie sono le grandi "doline" di crollo del Catino di Cervara e della Fossa di Agosta. Nel comune di Subiaco, al contatto fra il "blocco" più piccolo, di SE, e l'Unità 5 si aprono la Buca dell'Acqua (-40 m) e un'altra piccola cavità.

## LE PROPAGGINI NORD-OCCIDENTALI DEI MONTI SIMBRUINI

Al vertice NW della struttura carbonatica simbruina (esterno al Foglio Subiaco) affiorano estesamente i Calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene, assenti nel resto del massiccio (Fig. 72). Nell'area di Pereto sono note al catasto abruzzese 6 piccole grotte e la "dolina" di crollo del Merulo, tutte nei calcari del Miocene ad esclusione di una cavità aperta nei calcari del Cretacico sup.

Ma la cavità più interessante, sempre nei Calcari a Briozoi, si trova nel Lazio, sul piccolo rilievo di M. S. Fabrizio, ed è la Chiavica di Arsoli, grande voragine carsica venuta alla luce per il crollo della volta. La cavità, profonda 100 m, ha imboccatura ovoidale 65x45 m e pareti quasi verticali (Fig. 19); il fondo è a q. 410 m. Su una parete è visibile uno specchio di faglia inclinato di 80°. A 4 km verso SSW dalla voragine (q. 324 m in sinistra del F. Aniene), si trova la serie di sorgenti del campo Oreella, dalle quali scaturiscono acque sulfuree di colore opalescente, alla temperatura di 15-16°C, con abbondanti emissioni di gas (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S) che lasciano depositi biancastri incrostanti. Un chilometro più lontano, sulle pendici NE dei M. Ruffi in sinistra della Valle dell'Aniene, è segnalato il gruppo di sorgenti di Marano Equo; allineate lungo i piani di faglia del basamento carbonatico, anche queste scaturigini presentano evidenti caratteri di mineralizzazione, al contrario delle sorgenti poste a maggiore distanza, completamente prive di mineralizzazione o con indizi molto attenuati (CΔΜΡΟΜΕΣΚΗΙ & Νομδος, 1978-86). E' possibile che la genesi della Chiavica di Arsoli sia correlata con l'afflusso di fluidi mineralizzati da zone profonde, così come quella delle già menzionate Fossa di Agosta e Catino di Cervara, situate poco a Sud di Arsoli nell'Unietà 6.

#### LA VALLE DELL'ANIENE

La profonda Valle dell'Aniene separa i M. Simbruini dai M. Ernici, ma solo geograficamente, perché dal punto di vista tettonico essa appartiene alla struttura dei M. Ernici Sud-occidentali, che si accavalla per 2-3 km sul bordo del massiccio simbruino. Il fondo della Valle dell'Aniene, quindi, non corrisponde quasi mai ad uno dei principali piani tettonici riconosciuti (Fig. 72) (DAMIANI, 1990b).

Nell'alta Valle dell'Aniene, e lungo i suoi affluenti, si trovano delle risorgenze carsiche percorribili per lunghi tratti, con portate anche notevoli, alcune situate in destra idrografica (versante simbruino) altre in sinistra (versante ernico). Da monte verso valle si susseguono: la Grotta del Pertuso (già descritta), la Grotta della Foce, la Grotta di Coceraso e la Grotta dell'Inferniglio.

La Grotta della Foce (circa -50, sviluppo 600 m) si incontra risalendo il Fosso Campo, affluente di sinistra dell'Aniene; la grotta inizia con un antro e una lunga galleria in leggera discesa a sezione molto alta. Più avanti il condotto assume una sezione freatica tondeggiante ampia circa 3 m, quasi sempre sionante; superato un salone e un altro tratto di galleria, si raggiunge (nei periodi secca) uno specchio d'acqua che rappresenta lo sbocco di un sifone permanentemente sommerso, recentemente percorso dagli speleosub per almeno 200 m (galleria tondeggiante di 5 m di diametro, con profondità fino a 50 m). La grotta funziona da risorgenza solo durante le forti precipitazioni; un'esperienza di colorazione ha rivelato che la Grotta della Foce è una delle emergenze delle acque della Grotta degli Urli (Terraggi, 1995).

La Grotta di Coceraso (+34, sviluppo 129 m) si apre 8 m sopra l'alveo dell'Aniene, in sinistra idrografica, nei calcari dell'Aptiano-Albiano. L'acqua che la percorre sparisce fra i massi del fondo poco prima dell'uscita e riemerge nell'alveo dell'Aniene dal conoide detritico che si trova sotto l'antro d'ingresso. La galleria è impostata su evidenti fratture ortogonali fra loro. L'erosione del corso d'acqua ha eliminato il primo tratto di cavità, di cui si vede un relitto nell'andamento dell'antro iniziale.

La Grotta dell'Inferniglio (+15/-25, sviluppo 1370 m) si apre sulla destra idrografica del F. Aniene ed è percorsa da un torrente con portata media di 500 L/s. La risorgenza inizia con un antro largo e basso situato 15 m più in alto del fondovalle; dall'ingresso si scende fino ad incontrare un lago-sifone alimentato da un torrente sotterraneo. Solo in occasione degli eventi di piena il torrente

esce dall'imbocco della grotta. In regime ordinario le acque riemergono da una sorgente perenne situata presso l'alveo dell'Aniene all'incirca alla stessa quota del lago-sifone interno, alimentata attraverso fessure non percorribili (Fig. 75). La presenza di fessure di drenaggio relativamente strette è probabilmente dovuta ad un abbassamento recente del livello di base (di 15 m); il tempo a disposizione non sarebbe stato sufficiente per ampliare significativamente le fessure.

La grotta è costituita da una grande galleria a piccoli sali-scendi (loops), originata dalle acque prevalentemente al di sotto della superficie piezometrica. Superato il tratto iniziale, il condotto prosegue in sifone, ed è quindi possibile ispezionarlo solo in immersione subacquea; le ovvie difficoltà tecniche hanno influenzato negativamente la precisione del rilievo topografico, in particolare rendendo incerta l'effettiva quota delle superfici di acqua libera. Dalla sovrapposizione del rilievo della grotta sulla cartografia geologica esistente (Foglio Subiaco della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:50.000), è possibile esprimere alcune considerazioni.

Il primo tratto a sali-scendi, lungo 600 m (fino ad una faglia) è parallelo alla direzione degli strati calcarei del Senoniano, inclinati di 20-30° (Fig. 76), e sembra seguire lo schema classico già presentato per la galleria principale della Grotta del Formale (situata all'intersezione fra la superficie piezometrica e lo strato favorevole alla carsificazione). La superficie del 1° lago-sifone interno sembra essere quasi livellata alla quota della sorgente situata nell'alveo dell'Aniene. Poi la condotta curva bruscamente a gomito e prosegue rettilinea per altri 300 m, con due sifoni intervallati a gallerie subaeree. Questo tratto sembra coincidere con la faglia riportata sulla carta geologica; nell'interpretazione del profilo C-D di figura 72, la faglia ha una inclinazione di circa 50° e (a livello della grotta) porta i calcari del Cretacico inf. (parete del condotto in sinistra idrografica) a contatto con quelli del Senoniano (parete di destra). Con una seconda curva ad angolo quasi retto, inizia un tratto che dovrebbe inoltrarsi nei calcari del Cretacico inf., lungo circa 170 m fino al 7° sifone, oltre al quale la galleria prosegue non rilevata fino al 10° sifone, ancora inesplorato. In base al rilievo topografico, la superficie del 6° lago-sifone dovrebbe essere ad una quota più alta di 10-12 m rispetto a quella dei laghi degli altri sifoni e della sorgente, ma l'incertezza della misura rende questo dato poco affidabile.

In regime idrico ordinario, il condotto principale si trova in condizioni interamente sommerse per circa metà del percorso, e in condizioni subaeree per l'altra metà. I "loops" dei sifoni risultano attualmente poco profondi; il dislivello fra la superficie dei laghi-sifone e la volta dei condotti sommersi è infatti al massimo di 5 m, pertanto la grotta può essere classificata di Stato 3 ("grotta con tratti freatici e tratti sul livello piezometrico") o di Stato 4 ("di livello piezometrico ideale") secondo la classificazione di Fordo & EWERS (1978). E' tuttavia opportuno ricordare che se, come ipotizzato, la galleria si è originata prima dell'ultimo abbassamento del livello di base, allora la profondità dei loops durante la fase di principale sviluppo doveva essere maggiore di una quindicina di metri rispetto a quella odierna.

#### I travertini dell'Aniene a Subiaco

Diverse bancate di travertino si rinvengono lungo la Valle dell'Aniene fra Subiaco e la confluenza con il T. Simbrivio.

Subito a monte del centro abitato di Subiaco, sulla riva sinistra dell'Aniene di fronte alla cartiera, si stende il terrazzo travertinoso di San Lorenzo, con superficie di 0,6 km². Questi travertini poggiano su formazioni prevalentemente calcaree di età cenozoica. Secondo Ponzu (1862) e DE ANGELIS D'OSSAT (1897) la loro età sarebbe pleistocenica, anche se la datazione radiometrica di depositi analoghi dell'Appennino centrale ha fornito età di formazione oloceniche, riferibili al periodo più caldo post-wurmiano (CALDERONI ET ALII, 1996).

Nel deposito di San Lorenzo si trova la più estesa (e una delle poche fino ad oggi catastate) fra le cavità esplorate nei depositi travertinosi della valle. Si tratta della Grotta degli Animaletti (-6, sviluppo 110 m), costituita da una galleria rettilinea pianeggiante, con alcune brevi diramazioni e salette. La maggioranza delle altre cavità presenti nei travertini di Subiaco sembra essere singenetica, cioè lasciata vuota durante la formazione del travertino, con l'unica modificazione successiva costituita dal concrezionamento per stillicidio. Nella Grotta degli Animaletti, invece, si può ipotizzare che, a partire da piccole cavità singenetiche iniziali, lo scorrimento di un corso d'acqua sotterraneo abbia collegato e ampliato i vacui fino a sviluppare una galleria; successivamente le acque avrebbero abbandonato la grotta (Procaccianti et al.i., 2001).

Percorrendo la strada che costeggia sulla destra idrografica il Fiume Aniene da Subiaco a Comunacque si osservano molti concrezionamenti parietali e lembi di travertino, solo in parte riportati sulle carte geologiche, probabilmente originati in corrispondenza di sorgenti. Numerose piccole grotte sono state recentemente esplorate in questi depositi (Felici & Cappa, 2003).

Figura 78 - In alto: sviluppo delle doline di dissoluzione nella zona epicarsica (da Williams, 1983). In basso: concentrazione del flusso alla base della zona epicarsica (da Klimchouk, 1995).

#### RIOUADRO 10 - "I POZZI D'INGRESSO E L'ACQUIFERO EPICARSICO"

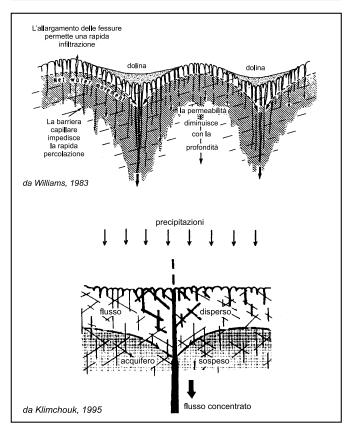
L'accesso alle grotte avviene frequentemente attraverso un pozzo, che spesso si apre all'interno o sui bordi di una dolina, come avviene in numerose grotte dei M. Simbruini (Grotta di Camposecco, Pozzo Stoccolma, Abisso Nessuno, ecc.). Nelle doline si realizza la raccolta e focalizzazione del flusso idrico in un punto interno, impostato lungo una frattura, attraverso il quale viene rimossa la massa di roccia disciolta (Fig. 77). Per effetto della carsificazione, nel tempo si accentuano le differenze spaziali della permeabilità, che tende ad aumentare. L'origine, la forma e le dimensioni di queste depressioni carsiche chiuse, sembrano controllate principalmente da processi idrologici subcutanei (o "epicarsici") (Fig. 78; WILLIMMS, 1983; 1985).

Numerosi imbocchi, tuttavia, si aprono senza alcuna evidenza di dolina, direttamente con un pozzo. L'origine di questi pozzi appare comunque legata ai processi che avvengono nella zona epicarsica, cioè alla zona superficiale dove la roccia è densamente fratturata e permette una diffusa infiltrazione. Ad una certa profondità la densità di fratturazione è notevolmente ridotta, e solo poche fratture disarticolano la roccia. L'acqua di infiltrazione che si raccoglie alla base della zona epicarsica (che può costituire una falda sospesa al di sopra della zona vadosa) viene drenata da queste fratture, nelle quali si concentra il flusso idrico che nel tempo determina l'allargamento del condotto, creando un pozzo poco sotto la superficie topografica.

Fra le zone sotterranee, la zona epicarsica, situata alla transizione fra l'atmosfera esterna e quella interna, è quella maggiormente esposta ai fenomeni di condensazione, più attivi durante la stagione fredda, che possono contribuire notevolmente all'allargamento per corrosione dei pozzi alimentati dalla zona epicarsica, in particolare alla loro sommità (Кимсноик, 2000a).

Infine, per crollo della volta, il pozzo si può aprire all'esterno, anche senza dare vita ad una dolina (Fig. 78, Кымсноик, 1995).

În altri casi il pozzo può essersi formato in condizioni più profonde e può aprirsi all'esterno per erosione della zona epicarsica e decapitazione della parte superiore del pozzo originario. Questi pozzi sono frequenti sulle Alpi dove l'esarazione glaciale è stata intensa.



Al loro interno, i M. Ernici sono suddivisi in due vasti settori da una grande faglia diretta, riconoscibile quasi con continuità (una larga fascia di rocce intensamente cataclasate ne marca il tracciato) dalla sorgente Trovalle presso Guarcino, per oltre 30 km verso SE fino a Sora. La faglia ha ribassato di 1000-2000 m il settore dei M. Ernici Sud-occidentali, che si caratterizza per il rilievo collinare, con netto stacco morfologico rispetto alla catena di alta quota dei M. Ernici Nord-orientali (CANNATO ET ALII, 1993a).

## I MONTI ERNICI NORD-ORIENTALI

La struttura dei M. Ernici Nord-orientali (218 km² di carbonati in affioramento) è limitata a SW dalla linea tettonica Guarcino-Trisulti-Sora e a NE dal sovrascorrimento sui depositi terrigeni della Valle Roveto (Fig. 79). La catena montuosa è dominata dal M. Viglio (2156 m); più a Sud una cresta lunga e ben marcata unisce le cime di M. Agnello (1912 m), M. Vermicano (1948 m), M. Pozzotello

(1995 m) e La Monna (1952 m), mentre ancora più a SE si snoda la dorsale di Pizzo Deta (2037 m).

I 3/4 della superficie carbonatica affiorante sono costituiti da rocce prevalentemente calcaree del Dogger-Cretacico inf., nelle quali il carsismo è ben sviluppato, con circa 10 km di condotti, corrispondenti a 61 m per km² di affioramento. Ugualmente ben carsificati risultano i Calcari a Palaeodasycladus, la cui area di affioramento è però ridottissima (4-5 km²). Carsificazione "media" presentano i calcari del Cretacico sup., nei quali la lunghezza complessiva dei condotti sotterranei attualmente noti è inferiore al chilometro. Nei piccoli affioramenti di brecce calcaree non sono note cavità carsiche di dimensioni catastabili.

Nel corpo dei M. Ernici Nord-orientali si individua un importante sovrascorrimento che taglia la struttura in prossimità della linea di cresta che da La Monna conduce a M. Agnello con direzione complessiva SE-NW, per proseguire poi nei M. Simbruini (linea Filettino-M. Ortara). La sovrapposizione tettonica si è realizzata per traslazione della successione carbonatica verso NE, avvenuta con sviluppo di pieghe a stretto raggio di curvatura (anche coricate), di fasce cataclastiche spesse anche più di 10 m e di cunei di roccia "enucleata". Il versante a SW dell'allineamento tettonico è costituito da una monoclinale calcarea con termini dal Giurassico al Cretacico sup. regolarmente immergente verso NE

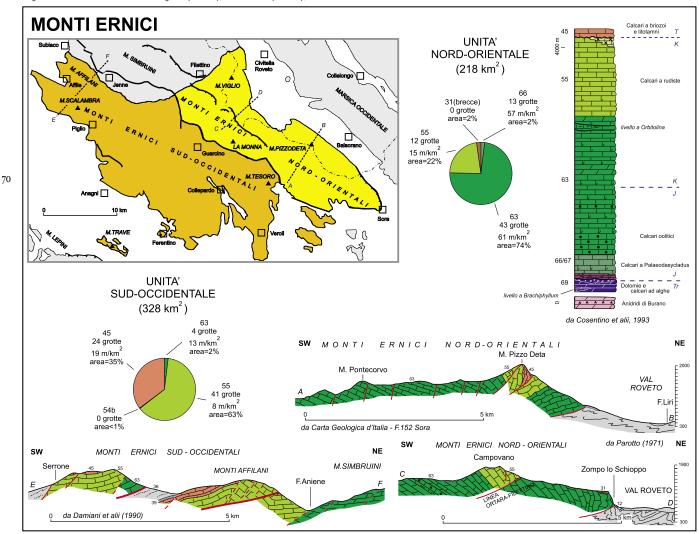
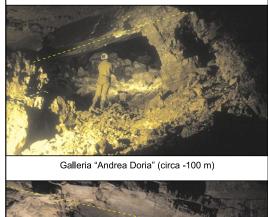


Figura 79 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti Ernici.



Salone "Kilauea" (circa -410 m)

Figura 80 - Grotta degli Urli. In alto: la galleria "Andrea Doria" segue una direzione leggermente divergente rispetto a quella della stratificazione, molto fitta; detrito e blocchi dal soffitto pavimentano il condotto (foto 6. Mecchia). In basso: il salone "Kilauea", con il livello marnoso, dello spessore di alcune decine di centimetri, in affioramento sulle pareti (foto Andrea Felici).

o NNE. Superato il fronte di sovrascorrimento, sul versante NE affiorano carbonati giurassici disposti in struttura monoclinale immergente verso NNE (Dενοτο & PAROTTO, 1967).

Il versante a Nord-Est del sovrascorrimento Filettino-Monte Ortara, fino alla Valle Roveto

In questo settore sono note 18 grotte, le più importanti delle quali in territorio abruzzese, per complessivi circa 600 m di condotti.

L'Abisso di Pizzo Deta (-130 m) si apre sul versante orientale dell'omonimo monte; si tratta di un grande pozzo originato dalla coalescenza di tre fusi adiacenti impostati su una frattura nei calcari del Cretacico sup. (Fig. 79).

Nel versante a Est della linea di cresta M. Crepacuore-M. Pozzotello-M. Ortara (Fig. 79), nei calcari del Dogger-Malm, si trovano l'Abisso della Liscia (-140 m), di recentissima esplorazione, e la Grotta di Collalto (-72 m). Quest'ultima dovrebbe essere costituita da una spaccatura tettonica; sulle pareti della diaclasi si troverebbero scallops indicanti un flusso idrico in risalita (D. BANDINI, com. pers.).

Di particolare interesse idrogeologico nonostante il brevissimo tratto percorribile (9 m), è la Grotta di Zompo lo Schioppo, una sorgente carsica a regime intermittente, che da' luogo ad una delle più belle cascate dell'Appennino. La grotta è un condotto con sezione freatica quasi circolare nei calcari del Neocomiano-Aptiano, in prossimità del fronte di sovrascorrimento dei M. Ernici verso Est sui depositi terrigeni della Val Roveto.

La dorsale Monte Agnello—Monte Vermicano—La Monna (a Sud-Ovest del sovrascorrimento Filettino-Monte Ortara)

Questo settore, facilmente accessibile fino in alta quota salendo la strada che da Guarcino porta alla stazione sciistica di Campo Catino, costituisce una delle zone carsiche più importanti dell'Appennino laziale, con 50 grotte conosciute e circa 10 km complessivi di condotti ipogei fino ad oggi esplorati.

Uno spartiacque sotterraneo divide quest'area in due bacini idrogeologici principali: a NW di Campo Catino le acque sotterranee defluiscono verso le sorgenti dell'Aniene, mentre a SW del campo chiuso le acque tornano a giorno nelle sorgenti dell'alto corso del Cosa e della Valle dell'Infernoversante Sud di M. Rotonaria.

Sulle pendici di M. Agnello, appena al di fuori del bacino di Campo Catino, si apre la Grotta degli Urli (-610, sviluppo 3620 m), scavata nei calcari dell'Aptiano-Albiano. La grotta è costituita prevalentemente da gallerie con andamento complessivo parallelo alla direzione della faglia di Colle Repe riportata nel Foglio Subiaco della Carta Geologica d'Italia (in scala 1:50.000). In base alla tipologia e disposizione dei condotti di grotta, sembrano riconoscibili due fasi principali di sviluppo: ad un antico sistema di ampie gallerie fossili, infatti, appare sovrapposto un reticolo attivo con morfologie anguste ancora in fase di sviluppo:

La Grotta degli Urli inizia con un breve tratto verticale, che comprende un pozzo di 20 m e che si innesta in una grande galleria fossile. Questa galleria può essere percorsa quasi con continuità per oltre 1 km, in discesa progressiva fino a -500 m, interrotta solo da una rapida successione di verticali in corrispondenza dell'attraversamento di una zona di faglia (che coincide con l'evidente canalone esterno), con dislivello complessivo di quasi 100 m dal salone "del Trentennale" alla sala "Mauna Kea".

La galleria fossile ("Andrea Doria—Lontano da Qui—Terzo Troncone") ha dimensioni ampie, con larghezza per la maggior parte del percorso compresa fra 3 e 6 m, e morfologia chiaramente influenzata dai crolli (Fig. 80). E' probabile che la galleria si sia originata in condizioni vadose, costituendo forse un condotto di drenaggio sotterraneo di un corso d'acqua di superficie dotato di portate periodicamente elevate. Considerando la posizione del tratto noto della grotta, il suo sviluppo potrebbe essere imputabile all'inghiottimento di acque che si raccoglievano al fondo di Campo Catino.

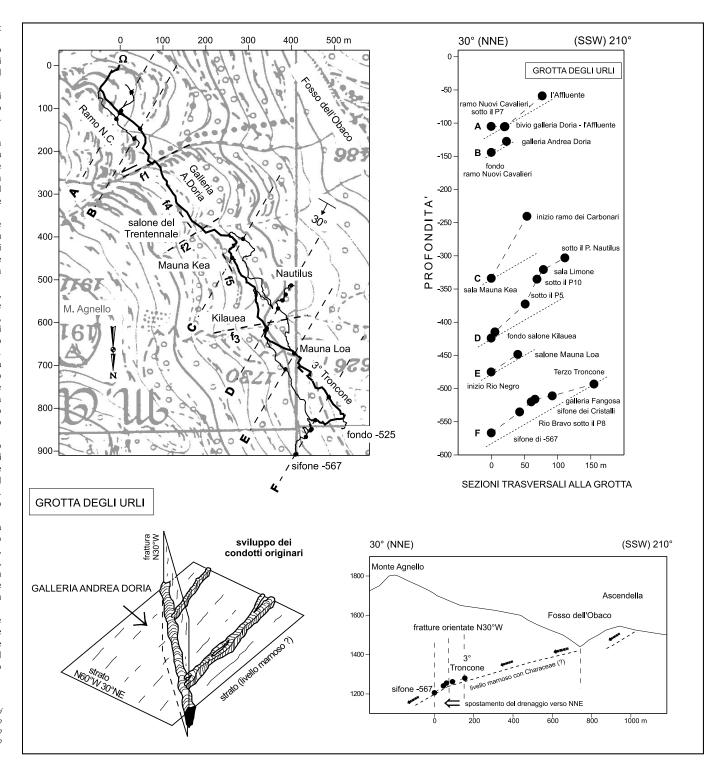
Come anche altri condotti della grotta, la galleria fossile appare impostata all'intersezione fra linee di frattura sub-verticali orientate N30°W (parallele al disturbo tettonico di Colle Repe) e un piano di strato inclinato di 30° verso NE (Fig. 81). Lo strato inclinato su cui è impostata la grotta potrebbe corrispondere al livello marnoso di colore grigio-verdastro dello spessore di 30-50 cm che si osserva oggi tagliato sulle pareti di lunghi tratti della galleria. Tutti gli apporti idrici, attivi o fossili, provengono dalla sinistra idrografica (SW, Fosso dell'Obaco) e hanno probabilmente utilizzato il livello marnoso impermeabile.

Il condotto principale si è disattivato ormai da molto tempo, anche se alcuni tratti sono stati riattivati da modesti rivoli d'acqua. I rami attualmente attivi ("Rio Bravo", fino alla zona dei sifoni terminali, -600/-610 m) hanno andamento a meandro con le strette sezioni a buco di serratura tipiche degli approfondimenti vadosi. In base alla posizione dei condotti, sembra che il drenaggio tenda, nel tempo, a spostarsi verso NNE, forse ancora influenzato dalla posizione dello strato impermeabile. Anche i sifoni che attualmente impediscono l'ulteriore prosecuzione dell'esplorazione al fondo dovrebbero essere impostati sul livello marnoso.

Sovrapponendo il rilievo della grotta alla carta geologica dell'area (Devoto, 1970), sembra che lo strato "grigio-verdastro" che si segue per lunghi tratti della grotta corrisponda al noto livello marnoso-calcareo a Orbitolina. Questo orizzonte infatti, per la sua relativamente facile riconoscibilità, è stato utilizzato da Devoto (1967; 1970) come limite cartografico fra i calcari del Cretacico inf. e sup., anche se in realtà è stato deposto un po' al di sotto del suddetto limite. A ulteriore conferma della funzione svolta dal livello a Orbitolina, si constata che all'intersezione fra questo livello e la superficie topografica si innesta tutta una serie di sorgenti di trabocco: Fontana Mora, Fontana Cardellina, Fontana Canai e Fontana del Repe, situate sui rilievi del versante a Nord di Campo Catino (Devoto, 1967).

Nell'area laziale, il livello a Orbitolina sembra aver avuto una funzione di orizzonte di scollamento contribuendo a frammentare i "blocchi" della piattaforma carbonatica in scaglie accavallate (Salvini, 1991). L'importanza speleogenetica dei movimenti interstrato è stata ampiamente riconosciuta sulla base di osservazioni dirette e sottolineata da numerosi autori, anche se il meccanismo non ha ancora una spiegazione esaustiva (CAR & SEBELA, 1998); probabilmente anche uno

Figura 81 - Grotta degli Urli. In alto a sinistra: pianta. In alto a destra: posizione dei condotti carsici in alcune sezioni parallele all'immersione degli strati e circa trasversali all'asse della grotta. In basso a destra: schema interpretativo dello sviluppo della grotta in relazione alla posizione del livello ad Orbitolina (livello marnoso con Characeae). In basso a sinistra: rappresentazione dei condotti originari della galleria "Andrea Doria", impostata all'intersezione fra lo strato marnoso e una frattura sub-verticale, con direzione obliqua rispetto a quella dello strato.



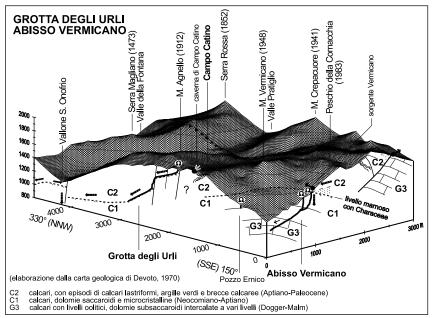


Figura 82 - Bloccodiagramma dell'area di Campo Catino, tagliato lungo le sezioni della Grotta degli Urli e dell'Abisso Vermicano, con la posizione del livello marnoso ad Orbitolina.

slittamento limitato a pochi centimetri può essere sufficiente ad aumentare l'apertura dell'interstizio facilitando il passaggio dell'acqua (Lowe, 2000).

L'altra grande grotta dell'area di Campo Catino è il sistema sotterraneo di Monte Vermicano (-439, sviluppo 2600 m), che si addentra con tre imbocchi all'interno del versante Sud del monte omonimo. Questa cavità ha un assetto spiccatamente diverso rispetto alla Grotta degli Urli, iniziando con una successione di grandi pozzi, seguiti da una lunga galleria attiva a debole inclinazione. Gli imbocchi di guota più elevata immettono in pozzi (P112 ingresso Vermicano, P8+55 ingresso Gresele), impostati su fratture nei calcari del Cretacico inf. immediatamente sotto l'intersezione fra la superficie topografica e il livello marnoso a Orbitolina, che qui ha spessore di pochi centimetri. A gualche decina di metri di distanza dall'ingresso Gresele sgorga la sorgente perenne del Vermicano. captata dal locale acquedotto, che deve anch'essa la sua esistenza a questo piccolo orizzonte impermeabile. Il meccanismo genetico di formazione di questi grandi pozzi è lo stesso descritto per l'Abisso La Vettica: nell'area a monte della grotta l'acqua di infiltrazione raggiungeva attraverso fessure il livello impermeabile, che impediva l'ulteriore approfondimento verticale; l'acqua sotterranea era quindi costretta ad ampliare delle fessure in corrispondenza di questo livello, sequendo un percorso a bassa pendenza (quello dello strato), fino ad emergere all'intersezione con la superficie topografica. L'acqua di guesta sorgente poteva scorrere in superficie fino alla prima frattura aperta, dove veniva assorbita, inizialmente solo in parte e poi, con l'ampliamento del condotto, completamente, generando così i grandi pozzi. Anche in questa grotta, quindi, si evidenzia l'importanza dei livelli impermeabili di spessore anche modesto, con la formazione di forme carsiche ipogee "complementari" a quelle rinvenute nella Grotta degli Urli (Fig. 82).

Alla profondità di 300 m, raggiunta con pozzi verticali impostati su vari sets di faglie e fratture, e con brevi tratti interstrato, i condotti del Vermicano e del Gresele si uniscono e danno vita ad una galleria a meandro che si inoltra nei calcari del Dogger-Malm con un percorso, lungo 800 m fino ad un sifone (-439 m) che ricalca quello del fosso esterno. La galleria contiene un torrente sotterrano che scende su fratture tagliando in contropendenza gli strati, qui inclinati di 45-50°; questa situazione è rara nel Lazio, trovando una importante analogia solo nella Risorgenza della Gronda A nei M. Simbruini. Per spiegare questo comportamento anomalo, si potrebbe ipotizzare la prosecuzione al di sotto della grotta del piano di sovrascorrimento segnalato in letteratura (Devoto & Parrotto, 1967).

Diverse altre grotte di dimensioni significative si aprono sul versante a Sud della cresta che da M. Vermicano porta a La Monna. Nell'imbuto vallivo di Terra Muta, prossimo a Fosso Vermicano, è stato esplorato il Pozzo Ernico (-51 m), scavato nei calcari del Cretacico inf. Nella zona alta della valle

del Cosa, alla base della Monna, si trova il Pozzo di Valle dell'Agnello (-62 m), il cui tracciato coincide con la giacitura dello strato, a forte inclinazione (80°), nei calcari del Dogger-Malm. Più in basso sul fondovalle, in località Innola, si trova la Grotta Verdecchia (+2/-4, sviluppo 280 m), una risorgenza temporanea scavata nei calcari del Dogger-Malm e costituita da una galleria sub-orizzontale impostata prevalentemente in interstrato con sali-scendi che determinano brevi sifoni. Ancora più in basso, pochi metri al di sopra dell'alveo roccioso del Torrente Cosa, si apre la Grotta del Risorghiotto (-18, sviluppo 190 m) che in seguito a forti piogge si attiva come risorgenza di troppo pieno. Si tratta di una galleria con morfologia freatica scavata nei calcari del Dogger; l'andamento a saliscendi determina la presenza di alcuni sifoni, i cui segmenti discendenti sono probabilmente impostati sugli strati, mentre il tratto iniziale della grotta potrebbe seguire la faglia E-W riportata nella cartografia geologica. A quote ancora inferiori, poco sopra Guarcino, alcuni metri al di sopra dell'alveo roccioso del Torrente Cosa, all'interno di un "blocco" di calcari del Dogger-Malm rialzato da faglie e incuneato in affioramenti di calcari miocenici, si trova la Grotta di San Luca (-45, sviluppo 103 m), costituita da una galleria discendente interstrato, con inclinazione uniforme di 30° lungo la massima pendenza degli strati.

## I MONTI ERNICI SUD-OCCIDENTALI

La struttura di quest'area è caratterizzata dal ripetuto accavallamento verso NE di una serie di scaglie tettoniche con assi NW-SE, secondo uno stile strutturale compressivo pellicolare. Sui piani di sovrascorrimento si rinvengono spesso strati di Marne a Orbulina, che probabilmente hanno svolto il ruolo di livelli di scollamento. Le scaglie sono state successivamente disarticolate in "blocchi" dalla tettonica distensiva (CAVINATO ET ALII, 1991). L'azione del carsismo sui rilievi a "blocchi" ha dato origine ad un paesaggio caratterizzato da colli, dossi e schiene allunqate, spesso separate da piane coperte di terre rosse o da

valli colmate da depositi alluvionali e lacustri.

La superficie di affioramento delle rocce calcaree nei M. Ernici Sud-occidentali è di 328 km². La successione stratigrafica è quella tipica della serie carbonatica cretacico-miocenica della piattaforma laziale-abruzzese, anche se in affioramento si rinvengono quasi esclusivamente le rocce calcaree del Cretacico sup. (205 km²) e del Miocene (116 km²).

Nei calcari mesozoici il carsismo sotterraneo non appare particolarmente sviluppato, ed è rappresentato da 45 cavità per uno sviluppo dei condotti di 8 m per km² di affioramento. Nei calcari miocenici, invece, il fenomeno carsico assume le dimensioni tipiche di questa litofacies, con oltre 2 km di condotti distribuiti in 24 grotte, e quindi con carsificazione media di 19 m per km² di affioramento.

Le situazioni più interessanti e le grotte di maggiore estensione si rinvengono nei Monti Affilani, nella Montagna di Roiate, nell'area di Collepardo, nella conca di Fiuggi e nella dorsale di M. Trave.

#### I Monti Affilani

La struttura dei M. Affilani si caratterizza rispetto alle unità più settentrionali per l'esteso affioramento dei carbonati miocenici. La sovrapposizione sui M. Simbruini avviene lungo una complessa linea di faglia ("superficie di taglio 11" dei M. Simbruini, Daman, 1990a) che taglia la Valle dell'Aniene a Nord dell'alveo fluviale. Tuttavia, per semplicità di esposizione, il settore della Valle dell'Aniene è stato già descritto nei M. Simbruini; pertanto i M. Affilani vengono qui considerati come la dorsale allungata per quasi 10 km sull'asse NW-SE che culmina nel M. delle Pianezze (1332 m), delimitata sul versante NE dal sovrascorrimento la cui traccia raggiunge gli Altopiani di Arcinazzo (Foglio Subiaco della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:50.000). A SW la struttura di M. Scalambra si accavalla sui M. Affilani lungo una superficie di taglio a notevole rigetto. A cavallo fra i M. Affilani e la dorsale di M. Scalambra è situata l'ampia depressione strutturale-carsica degli Altopiani di Arcinazzo (Lupia Palmeri & Zuppi, 1977).

Nei M. Affilani così delimitati sono note una ventina di grotte, con uno sviluppo complessivo inferiore a 500 m. Il carsismo risulta ben sviluppato nei calcari del Cretacico sup., con 32 m di condotti per km² di affioramento suddivisi in 10 grotte, la più lunga delle quali è la Buca del Frulicchio (svilupo di un centinaio di metri). Nei calcari miocenici, che affiorano sui 2/3 dell'area, il carsismo appare "mediamente" sviluppato (16 m/km²), con  $8 \text{ cavità carsiche e fra queste la Grotta di Piava Bella (-35 m) e il Pozzo di San Già (-36 m) nel comune di Arcinazzo Romano.$ 

## La Montagna di Roiate

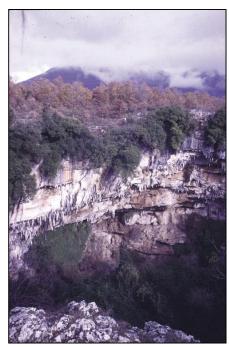
La Montagna di Roiate è la propaggine Nord-occidentale della dorsale di M. Scalambra (1419 m); si allunga per circa 3 km in direzione dei lineamenti strutturali che la caratterizzano, orientati

N60-70°W e inclinati verso Sud, mentre trasversalmente a questa direzione la larghezza non supera 1 km. Sulla dorsale carbonatica affiorano esclusivamente i Calcari a Briozoi del Miocene, sui quali si è sviluppato un rilievo poco accidentato con massima elevazione a S. Maria della Serra (829 m).

A SW e a NE la Montagna di Roiate è limitata da due valli incise nelle torbitidi silico-clastiche del Miocene, caratterizzate da bassa permeabilità (Fig. 83). Nella valle a SW il Fosso di Cona termina in un inghiottitoio situato nel punto più basso del bacino chiuso del Pantano, per riemergere all'esterno dopo un percorso di circa 700 m (in linea d'aria) dalla Grotta dell'Arco (in realtà, l'inghiottitoio oggi è ostruito e la sua funzione è svolta da una galleria artificiale parallela alla grotta). A NE della dorsale, il Fosso del Rio, che separa la Montagna di Roiate dai M. Affilani, scompare nel Pertuso di Roiate, fora il M. Verza e riemerge dalla parte opposta del rilievo ad una distanza di 150 m. Tutte e due le grotte di attraversamento sono scavate nella parte alta della formazione dei Calcari a Briozoi del Miocene, che in questa area hanno uno spessore di circa 300 m e sono caratterizzati da stratificazione mal definita o molto spessa (20-30 m) (Damiani, 1990c).

Il Pertuso di Roiate (dislivello 15 m, sviluppo 240 m) drena un bacino idrografico di 50 km², esteso per circa 1/3 su terreni arenacei a bassa permeabilità e per la parte restante su calcari miocenici e cretacici. Nel periodo più secco la grotta non è attraversata da acqua in scorrimento, ma durante la stagione piovosa si attiva e in concomitanza con gli eventi temporaleschi più intensi le portate possono essere elevatissime, come testimoniano i tronchi d'albero incastrati sulla volta del condotto. Nella zona d'ingresso il traforo sfrutta una frattura verticale orientata E-W; nel tratto interno utilizza numerose fratture appartenenti a due diversi sistemi (110-140° e 20-35°, Fig. 84). La stratificazione, massiva, non sembra avere un ruolo importante, influenzando solo alcune morfologie di dettaglio della grotta. Le sezioni trasversali sono quelle tipiche delle gallerie vadose scavate durante le piene da flussi d'acqua notevoli, che lavorano in pressione producendo sezioni larghe (come quella della Grotta di Pastena rappresentata in Fig. 66); nel Pertuso le larghezze alla base della galleria sono comprese fra 2 e 7 m, e l'altezza varia fra 3 e 18 m.

La Grotta dell'Arco (+23, sviluppo 1216 m), come si è detto, drenava le acque del Pantano, una conca coperta dai sedimenti fangosi di un lago che si formava per la periodica ostruzione dell'inghiottitoio. Nel 1902 fu realizzata un'opera di bonifica, scavando una galleria artificiale a Oves della grotta e prosciugando il bacino, con la definitiva chiusura dell'inghiottitoio (Segre, 1948a); attualmente dalla risorgenza emerge un modesto rivolo d'acqua. La grotta ha le caratteristiche imponenti tipiche delle gallerie attraversate da corsi d'acqua allogenici: la volta raggiunge i 35 m di



**Figura 85** - La "grande cavità carsica a cielo aperto" del Pozzo Santullo (foto C. Germani).

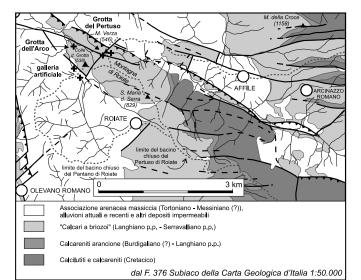


Figura 83 - Carta geologica dell'area di Roiate e Affile, con la localizzazione delle grotte del Pertuso di Roiate e dell'Arco e i rispettivi spartiacque dei bacini idrografici.

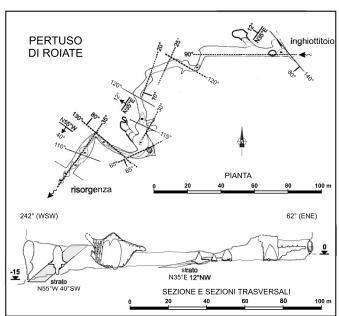


Figura 84 - Pianta, profilo rettificato e sezioni trasversali del Pertuso di Rojate, con la traccia degli elementi strutturali osservati in arotta.

altezza, la larghezza media della galleria è intorno a 5 m. con slarghi ampi fino a 20 m e restringimenti inferiori ai 2 m; il tratto conclusivo, di recente esplorazione, è più stretto. La galleria, pianeggiante, seque sistemi di fratture le cui prosecuzioni si osservano costantemente alla sommità della volta (SEGRE, 1948a). In alcune nicchie sulle pareti si sono accumulati depositi sabbiosi trasportati dall'acqua; in un piccolo tunnel parallelo al corso principale, però, la volta di arenaria sembra effettivamente in posto, e rappresenterebbe, quindi, il passaggio alla formazione arenacea sovrastante i calcari miocenici.

## L'area di Collepardo

Nei pressi di Collepardo si trova una delle cavità più vaste e strane del Lazio: il gigantesco Pozzo Santullo (-43 m). Questa grande cavità carsica a cielo aperto (Fig. 85) ha una imboccatura esterna a forma ovoidale di 110x140 m e pareti strapiombanti lungo tutto il perimetro, dalle quali pendono numerose stalattiti molto degradate: la parete Sud è uno specchio di faglia inclinato di 70°. La parte superiore del pozzo è costituita, per alcuni metri di spessore, da brecce calcaree cementate quaternarie mentre la parte bassa è scavata nei calcari del Cretacico sup.

Il Pozzo Santullo è stato interpretato come una forma epigenica, Infatti, secondo MARTEL (1928) il pozzo si aprirebbe nel mezzo di un avvallamento superficiale che attualmente prosequirebbe asciutto oltre la cavità, ma che un tempo doveva essere percorso da un torrente; il pozzo, quindi, si sarebbe formato con lo "sprofondamento prodotto dalla rottura della volta di una caverna sul corso di un antico torrente sotterraneo". Questa ipotesi è stata riproposta anche recentemente: l'infiltrazione di acque meteoriche avrebbe portato all'ampliamento di fratture per dissoluzione, e quindi alla formazione di piccole cavità coalescenti convergenti in una macrodolina, che avrebbe avuto la funzione di inghiottitoio, approfondendosi sul fondo; il collasso della volta e la riattivazione della faglia che costituisce la parete Sud avrebbero prodotto la forma attuale (PIPITONE, 1996).

In alternativa, si propone una ipotesi che prevede per il Pozzo Santullo una origine ipogenica. basata sull'ossidazione di H.S fornito da un bacino di idrocarburi, con meccanismi analoghi a quelli proposti per le grotte delle Guadalupe Mountains nel New Mexico, U.S.A. (HILL, 1990).

La morfologia della grande cavità a cielo aperto presenta chiare analogie con quella della Grotta di S. Lucia sul M. Soratte, anche se in uno stadio più avanzato dell'evoluzione. In guest'area, però, non sono note manifestazioni sulfuree, mentre sono ben conosciuti i giacimenti di asfalto della Certosa di Trisulti a Collepardo, distanti circa 3 km dal Pozzo Santullo. L'asfalto deriva dall'ossidazione di idrocarburi e indica, quindi, la presenza nel passato di un giacimento di petrolio. In guesta località, le masserelle e venule di asfalto impregnano le brecce tettoniche derivate dall'imponente faglia Guarcino-Sora, che localmente ha rialzato il settore settentrionale di 2500 m. Secondo Cavinato et alli (1990) le impregnazioni interesserebbero solo i sedimenti giurassici, e guindi la risalita degli idrocarburi sarebbe avvenuta prima della tettonica distensiva che ha fratturato anche i calcari del Cretacico. In effetti, subito a Nord della linea tettonica, in località S. Domenico, sono note una decina di piccole grotte nei calcari giurassici a Palaeodasycladus (litofacies 66), mentre nessuna cavità ipogea è conosciuta a Sud della linea nella stessa località.

Nella zona di Collepardo, la reazione in profondità fra gli idrocarburi in risalita e gli ioni solfato della formazione evaporitica triassica, situata alla base della pila carbonatica mesozoica, deve aver originato un fluido ricco di H.S e CO., Questo fluido avrebbe potuto risalire attraverso fratture fino alla superficie della falda, dove il mescolamento con le acque meteoriche ben ossigenate avrebbe prodotto acido solforico, potente agente carsificante (vedi il riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei"). In via del tutto tentativa, si può ipotizzare che l'origine del Pozzo Santullo possa essere legata alla risalita localizzata del H.S attraverso fratture nel calcare cretacico. Nei punti di iniezione del H.S nella falda superficiale ossigenata la forte dissoluzione concentrata avrebbe creato il grande vacuo ipogenico. Più tardi, nel corso dell'evoluzione dell'area, le brecce quaternarie avrebbero coperto la superficie già erosa sovrastante la cavità.

Poco a Sud del Santullo, circa 30 m al di sopra del letto del Torrente Fiume che scorre in una stretta gola, si trova la Grotta di Collepardo (+26/-11, sviluppo 130 m), costituita da un unico grande ambiente lungo oltre 90 m e largo fino a 60 m, con la volta alta fino a una ventina di metri, riccamente concrezionato e con alcuni evidenti specchi di faglia, nei calcari del Cretacico sup. Ancora più a Sud su un apparente allineamento Santullo-Grotta di Collepardo si rinvengono due grandi doline a imbuto: la Fossa della Volpe (-25, assi: minore 50 m, maggiore 250 m) e la dolina Cappezzoi (-20, ovoidale di 70x120 m).

Fra le altre grotte conosciute in questo settore, sono da segnalare la Voragine di Monte Tesoro (grande pozzo con diametro di 7-8 m, profondo 45 m) e la Grotta Imbroglita (-35, sviluppo 97 m). Quest'ultima è costituita da una galleria discendente che si sviluppa nei calcari del Cretacico sup. parallelamente e a breve distanza dal piano di sovrascorrimento riportato nella cartografia geologica. Il tratto iniziale è palesemente impostato su una frattura: la grande sala che segue è posta all'incrocio tra la frattura iniziale ed una faglia ad essa perpendicolare e termina su una parete con un evidente specchio di faglia; seque uno scivolo che porta all'ultima grande sala, con il soffitto costituito da un letto di strato sub-orizzontale.

## I bacini chiusi della conca di Fiuggi

Lungo il bordo SW dei Monti Ernici si trova una vasta area in cui le acque si raccolgono in depressioni drenate da inghiottitoi. Gli spartiacque fra i 5 bacini chiusi sono costituiti da rilievi collinari noco marcati.

Il bacino idrografico più grande è quello di Canterno, che si estende su un'area di circa 70 km², delimitata a Nord da rilievi calcarei del Cretacico sup.-Miocene che si innalzano fino ai 1131 m di M. Civitella; il fondo è occupato dal lago carsico di Canterno (g. 540 m).

Un tempo almeno due inghiottitoi principali smaltivano gli afflussi nel bacino chiuso: Bocca di Muro, che convogliava gran parte delle acque, e il Pertuso, nel quale si raccoglieva una parte minore del flusso. In seguito all'ostruzione definitiva dell'inghiottitoio principale, causata dai materiali fluitati nei primi decenni del 1800, tutto il flusso confluì nel Pertuso, comportando periodiche ostruzioni e la formazione di un lago. Per dare una sistemazione definitiva allo specchio d'acqua, un secolo più tardi fu perforata una galleria artificiale lunga 2 km sotto M. Maino, che va ad alimentare una centrale elettrica localizzata all'esterno del bacino.

L'Inghiottitoio del Pertuso di Canterno, situato sul fondo del Lago di Canterno, attualmente è chiuso e inaccessibile. L'ingresso era un grande imbuto asimmetrico scavato nei Calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene, dalla cui base una galleria in leggera discesa portava fino ad una saletta sul fondo della quale l'acqua scompariva in una fessura (Segre, 1948a).

Gli altri bacini della conca di Fiuggi si trovano ad Est del bacino di Canterno. 1) Nella Bocca dei Petuni (-16, sviluppo circa 15 m) termina il corso esterno del fosso che percorre la valle a Sud del paese di Trivigliano. 2) Le acque che scorrono nel fosso a Nord di M. Barazzo vengono inghiottite nella Bocca del Puzziglio (-3, sviluppo 10 m). 3) Separato dalla grotta precedente da un dosso appena accennato, l'Inghiottitoio Bocca della Parata (attualmente ostruito all'imbocco) drena il fosso che scorre a Ovest di M. Barazzo. 4) Il bacino più meridionale è occupato da due pantani, i Laghi

Fra il 1° e il 2° di guesti bacini, il 4 ottobre 1971 si è aperta, con un crollo, una voragine con diametro di 50 m e profondità di 30 m (Voragine di Fontanelle), senza che in precedenza fosse mai stata notata una dolina.

## LA VALLE LATINA

La Valle Latina separa la catena dei Volsci dalla dorsale dei M. Simbruini-M. Ernici-M. Cairo. La valle è colmata da sedimenti terrigeni, in parte coperti da depositi continentali lacustri e 73 da piroclastiti e lave del Vulcano Albano, dei centri eruttivi Ernici e del Vulcano di Roccamonfina. Sono presenti numerose bancate di travertino, che originano grandi placche nei pressi di Anagni e Ferentino. Il substrato calcareo mesozoico emerge in alcuni punti della valle formando strutture minori, la più interessante delle quali è la dorsale di M. Trave.

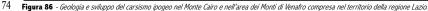
La "spina" calcarea di M. Trave (326 m), situata lungo il Fiume Sacco, ha una struttura ad anticlinale asimmetrica vergente a NE. Nei circa 5 km² di affioramenti calcarei di piattaforma la sola cavità carsica nota è la Voragine di Monte Trave, costituita da un unico grande ambiente, con imbocco ellittico ad asse maggiore di 50-60 m. con pareti verticali o strapiombanti e profondità di 84 m (Fig. 19). Il grande salone, di probabile origine ipogenica, si apre quasi in cima al colle, sul fianco orientale della piega, dove gli strati sono inclinati di 45-65° verso NNE. Il fondo della voragine è a guota 186 m. Due piccoli ammassi di travertino si trovano addossati a NW e SE del colle di M. Trave; la loro origine è da cascata, diversamente dalle estese placche di travertino di deposizione idrotermale che circondano l'area (ALBERTI ET ALII, 1975).

# I travertini di Anagni e di Ferentino

A Nord della dorsale di M. Trave si incontra l'esteso affioramento di travertino di Anagni. La placca ha uno spessore limitato a pochi metri, però altri depositi travertinosi si rinvengono intercalati nel potente complesso argilloso-sabbioso di ambiente lacustre del Quaternario (BERGOMI & NAPPI, 1971). Anche se attualmente non sono attive sorgenti termominerali, l'origine di questo deposito sembra correlata con l'attività vulcanica locale. Non sono riportate in catasto cavità relative a guesta piastra travertinosa.

Nella zona di Ferentino, circa 5 km a ENE di M. Trave, a guota di circa 230 m, sgorgano numerose sorgenti di acqua bicarbonato-sulfurea fredda, con abbondanti venute gassose; nella zona si avverte sempre la presenza delle emanazioni sulfuree. La mineralizzazione delle acque è da mettersi in relazione con la venuta a giorno di fluidi mineralizzanti risalenti lungo le fratture che interessano il basamento calcareo, alle quali è legato anche il vulcanismo quaternario dei M. Ernici (CAMPONESCHI & Nolasco, 1978-86), Questi fluidi hanno depositato il carbonato di calcio che costituisce l'estesa placca di Ferentino, potente, però, al massimo solo pochi metri. Nessuna cavità carsica catastabile è nota in queste bancate.





63

7 grotte

2 m/km

area=65%

П

SW

Valle Latin

MONTE CAIRO e MONTI di VENAFRO

# IL MONTE CAIRO

12 grotte

10 m/km

area=30%

del 🚙

# Il massiccio calcareo di Monte Cairo

MONTE CAIRO (192 km<sup>2</sup>)

0 grotte

area=3%

1 grotta

2 m/km

area=2%

Il massiccio isolato di M. Cairo (1669 m), nel cuore della Ciociaria, è costituito da una sequenza calcarea tipica della piattaforma carbonatica interna depositatasi nel Mesozoico (litofacies 63 e 55) (Fig. 86). La sedimentazione calcarea è interrotta da una lacuna di notevole ampiezza (Albiano sup.—Cenomaniano inf.), come evidenzia la presenza di un livello di bauxite terrosa, discontinuo e di spessore modesto (in genere meno di 1 m).

Sul margine orientale della struttura, il lineamento tettonico Atina-S. Elia Fiumerapido mette in contatto il massiccio del Cairo con i Monti di Venafro. Nella valle impostata lungo il lineamento i calcari di mare poco profondo del Cretacico sup. di M. Cairo entrano in contatto con il Gruppo di M. Cifalco, costituito da una successione carbonatica sensibilmente diversa, di mare più profondo, tipica del margine della piattaforma carbonatica (litofacies 51c).

Sul versante SW una faglia separa M. Cairo dalla Valle Latina, mentre a Nord del massiccio si trova l'esteso deposito dei "conglomerati di Santopadre" che forma una dolce morfologia collinare, dalla quale emergono numerosi rilievi costituiti da calcari del Cretacico sup. e del Miocene.

Nell'insieme, i carbonati meso-cenozoici rappresentano una superficie estesa 192 km², il 95% della quale costituita dalle litofacies di acque basse del Mesozoico. Il carsismo ipogeo nei calcari è poco sviluppato, con 20 grotte, quasi tutte nelle litofacies 55 e 63, per un totale di quasi 800 m di condotti sotterranei.

Tra le cavità conosciute, 3 (piccole e ad andamento orizzontale) si aprono nella Valle del Melfa, mentre altre 14 grotte, sempre di modeste dimensioni, sono distribuite all'interno del massiccio montuoso. Fra queste la più profonda è il Pozzo Valentina (-51 m), che si affaccia nella valle Atina—Belmonte Castello. Si tratta di un fuso con sezione quasi circolare, impostato su alcune fratture parallele, sviluppato nei calcari del Cretacico sup. Nel settore meridionale di M. Cairo, nei pressi del paese di Villa Santa Lucia, si apre la Grotta La Fossa (-32, sviluppo 65 m), una grande "dolina" di crollo imbutiforme seguita da un basso e largo ambiente.

Al margine NW del massiccio carbonatico del Cairo e fino al F. Liri affiorano alcune alture calcaree, che emergono dal vasto deposito di conglomerati plio-pleistocenici. Solo tre grotte sono note su questi colli. la più importante delle quali. la Fossa del Monte (-86 m). è scavata nei calcari del

Cretacico sup. di Colle le Cese, presso Fontana Liri. Questa cavità è costituita da una grande galleria discendente che immette in una vasta sala con pianta ampia 40x60 m; il pendio detritico termina con un pavimento fangoso pianeggiante situato a quota 244 m; la volta è una cupola alta oltre 30 m (Fig. 19). Ai piedi della collina, cioè a circa 700 m di distanza dalla cavità in sinistra del Rio Arimucci, affluente del F. Liri, sgorga saltuariamente la sorgente Acqua Solforica (q. 142 m), con acque solfureobicarbonate fredde, opalescenti, con abbondanti venute gassose localizzate, che producono un acuto odore di H<sub>2</sub>S. Altre polle di acque sulfuree si trovano nelle vicinanze (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1978-86). L'origine della cavità potrebbe essere dovuta alla risalita dei fluidi sulfurei (vedi riquadro "i grandi ambienti carsici sotterranei").

da Carta Geologica d'Italia - F.160 Cassino

Monte Cairo

da Damiani et alii. 1991

Calcari a rudiste

livello bauxitico

NE

#### DEPOSITI DI TRAVERTINO

MONTI di VENAFRO

(territorio del Lazio, 177 km<sup>2</sup>)

0 grotte

MASSICCIO DI MONTE CAIRO

M.Cairo

0 grotte

area=51%

Casino

di Frezza

0 arotte

area=45%

Terelle

Nella media valle del Liri, intorno a Isola del Liri e Fontana Liri Inferiore, si stende una piastra di travertini lunga una decina di km e larga circa 4 km, con spessore generalmente compreso fra alcune decine di metri e 120 m. Le bancate sono state deposte in una depressione interessata da faglie distensive nel Pleistocene medio (fra 360 mila e 80-90 mila anni fa, ultimo interglaciale), probabilmente con l'alternarsi di fasi di deposizione in ambienti fluvio-lacustri-palustri e di cascata, anche se non si può escludere che parte del processo di deposizione sia stato determinato dalla risalita di fluidi endogeni. Successivamente la placca è stata incisa e smembrata per erosione dal F. Liri (CARRARA, 1991). Attualmente il carsismo ipogeo in questi travertini è del tutto sconosciuto, probabilmente per carenza di ricerche speleologiche.

Un altro esteso deposito di travertini si trova presso Casalvieri, sul bordo settentrionale del massiccio calcareo di M. Cairo, lungo la sponda destra del Fiume Melfa. La deposizione della bancata, che localmente supera i 10 m di spessore, potrebbe essere dovuta alla risalita di fluidi attraverso fratture nel basamento calcareo (ANGELUCCI, 1970). Non sono riportate cavità carsiche nel catasto regionale, tuttavia è segnalato un carsismo "anche di un certo rilievo" come testimonierebbe la Grotta dell'Acqua, a SE del paese di Roselli (MANFRA ET ALII, 1976).

Una terza estesa piastra travertinosa, sulla quale sorge il paese di Aquino, si rinviene nella Valle Latina a SW di M. Cairo. Il deposito, che probabilmente poggia su limi lacustri, ha modesto spessore, in genere di alcuni metri e comunque sempre inferiore a 18 m. Anche l'origine di questi travertini sarebbe legata al vulcanismo (Devoto, 1965; Manfra et alli, 1976). Non sono noti fenomeni carsici ipogei.

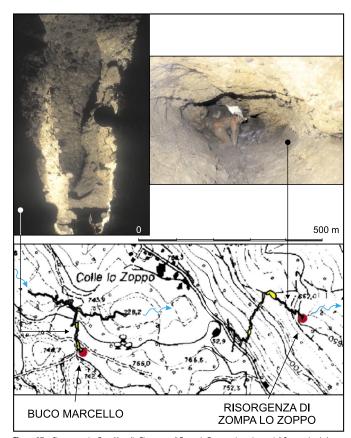


Figura 87 - Sistema carsico Buco Marcello-Risorgenza di Zompa lo Zoppo, nei conglomerati di Santopadre. In basso: pianta delle grotte riportata sulla Carta Tecnica della regione. In alto a sinistra: forra vadosa, alta 3-4 m, nel ramo "a monte" nel Buco Marcello. In alto a destra: condotta frencia all'uscita della Risorgenza di Zompa lo Zoppo (foto G. Mecchia). In entrambe le immagini sono evidenti ciottoli di varia litologia sporgenti dalle pareti.

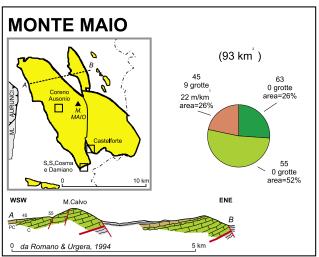


Figura 88 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nel Monte Maio (Monti Aurunci Orientali).

### LE GROTTE NELLE PUDDINGHE DI SANTOPADRE

Nell'area fra Arpino e Santopadre, a Est del F. Liri, affiora su una estensione di circa 100 km² il complesso conglomeratico delle puddinghe di Santopadre. Il deposito è di origine continentale. formato prevalentemente da ciottoli arrotondati di calcari del Cretacico e del Miocene, ma anche di calcari marnosi, arenarie fortemente cementate e marne nerastre. I livelli in cui prevale la componente marnoso-calcarea si presentano fortemente cementati e stratificati: sono frequenti le eteropie con lenti sabbiose e argillose e le intercalazioni di limi sottilmente stratificati di ambiente lacustre. Lo spessore del complesso è variabile da pochi metri fino a valori massimi probabilmente di circa 100 m (Angelucci, 1970).

Nei conglomerati l'aspro paesaggio dei rilievi calcarei viene attenuato per assumere una morfologia collinare, anche se a quote abbastanza elevate (fino a quasi 800 m). Le numerose doline in località Faete sembrano ereditate dal carsismo dei sottostanti calcari (Accordi ET ALII, 1967). Il carsismo sotterraneo attualmente conosciuto è costituito da 5 grotte, alcune delle guali di notevole interesse, per uno sviluppo complessivo di oltre 1300 m di condotti.

La cavità più estesa è il Buco Marcello (-56, sviluppo 690 m), costituito da una galleria iniziale a forra, le cui pareti, frequentemente coperte di fango, sono costituite da ciottoli cementati (Fig. 87). Alcuni piani di stratificazione dei conglomerati, leggermente inclinati verso Nord, sono ben visibili e a tratti costituiscono il soffitto della grotta. Dopo circa 200 m il condotto si immette nel mezzo di una galleria attiva a forra, ortogonale alla prima, che può essere percorsa sia verso monte che verso valle per più di 400 m complessivi.

A 600 m di distanza dall'ingresso di Buco Marcello è stata recentemente forzata una risorgenza, Zompa Lo Zoppo (+9, sviluppo 470 m), attualmente in esplorazione. Le acque di guesta sorgente perenne hanno inciso un fosso che dopo un percorso di circa 1 km si getta nel Fosso Porretta, a sua volta affluente del F. Melfa. La condotta iniziale, in leggera discesa e completamente allagata (resa accessibile per svuotamento con pompe), è scavata in un conglomerato calcareo molto compatto: il "tubo" ha sezioni con larghezze comprese fra 1 e 3 m (Fig. 87), le pareti sono cesellate da scallops mentre il pavimento è una serie continua di vasche profonde anche più di mezzo metro, riempite da sedimenti fangosi. Nelle pareti del grande salone tra il 1° e il 2° sifone si nota la successione dei depositi: al di sopra del conglomerato su cui si sviluppa tutto il ramo attivo vi è una alternanza di strati di arenaria (ognuno dello spessore di circa 1 m) e di conglomerati (spessori di circa 30 cm).

L'ipotesi che le acque di Buco Marcello emergano dalla Risorgenza di Zompa Lo Zoppo è suggestiva, considerando che i sifoni estremi delle due grotte distano 280 m e il dislivello è di 37 m. I conglomerati di guest'area non sono saturi, e le acque di infiltrazione generalmente proseguono il loro cammino verso il basso nei sottostanti calcari (la falda profonda è localizzata a quote di circa 150 m). Oltre alla Risorgenza di Zompa Lo Zoppo, nei conglomerati sono note altre piccole sorgenti, probabilmente alimentate sempre da condotti carsici, come riscontrato anche nella risorgenza temporanea della Grotta delle Fate (+4/-2, sviluppo 82 m).

## IL MONTE MAIO

A Est della Valle dell'Ausente si eleva il gruppo montuoso carbonatico di M. Maio (o M. Aurunci orientali), sovrascorso verso NE sui depositi terrigeni del Miocene (Fig. 88). I M. Aurunci orientali sono suddivisi da faglie nelle tre strutture minori di Coreno Ausonio (a Ovest, 51 km²), di Vallemaio (a NE, 8 km²) e di Castelforte (a SE, 34 km²), tutte con assetto a monoclinale immergente a SW e con deboli deformazioni interne (Romano & Urgera, 1995).

In affioramento si rinvengono prevalentemente depositi calcareo-dolomitici di acque poco profonde del Giurassico e del Cretacico (litofacies 63 e 55), nei quali, però, non sono note cavità carsiche sotterranee. Sui fianchi occidentali dei tre elementi strutturali, a quote sempre modeste. affiorano in trasgressione i depositi paleogenici, coperti a loro volta in trasgressione dai Calcari a Briozoi e Litotamni del Miocene (spessore fino a 150 m). I calcari del Paleogene, nei quali non sono conosciute grotte, hanno spessori massimi di soli 30 m.

Nei calcari miocenici della dorsale di Coreno Ausonio, lunga 15 km sull'asse NNW-SSE, e larga fino a 5 km, con massima elevazione nel M. Maio (940 m), si aprono tutte le 9 grotte conosciute nei M. Aurunci orientali. La lunghezza complessiva dei condotti è di circa 500 m. con uno sviluppo medio di 22 m di condotti per km² di affioramento. La più importante di queste cavità è il Labirinto di San Lorenzo (+9/-12, sviluppo 150 m) che si apre a q. 30 m sul margine meridionale della dorsale. Si tratta di una grotta riccamente concrezionata, sub-orizzontale, costituita da più diramazioni,

All'estremità SE del bordo della dorsale di Castelforte è famosa la Mofeta di Suio. una piccola sorgente gorgogliante a temperatura ordinaria a cui sono legate delle emanazioni di H.S. tipica manifestazione post-vulcanica del Vulcano di Roccamonfina.

## I MONTI DI VENAFRO

La struttura dei M. di Venafro, posta a cavallo fra le regioni Lazio e Molise, si eleva fino alla guota di 1395 m del M. Monna Casale. All'interno dei confini della nostra regione i depositi calcarei e dolomitici coprono una estensione areale di circa 180 km<sup>2</sup> (Fig. 86).

La base della successione in affioramento è costituita dalle dolomie di piattaforma del Lias inf. (litofacies 67d), che occupano guasi metà della superficie. Al di sopra, la successione stratigrafica è caratterizzata da calcari saccaroidi e calcari cristallini (litofacies 51) del Cretacico sup., riferibili ad un ambiente di transizione dalla piattaforma carbonatica laziale-abruzzese al bacino pelagico molisano (SCROCCA ET ALII, 1995). La mancanza di depositi dal Lias a tutto il Cretacico inf. è stata attribuita alla presenza di zone di alto strutturale persistenti emergenti (IETTO, 1969).

Verso Nord, tra Villa Latina e Colli al Volturno, l'unità carbonatica dei M. di Venafro è sovrascorsa sui flysch miocenici che rappresentano la parte sovrastante la successione carbonatica delle Mainarde. Questo sovrascorrimento, caratterizzato da una forte componente di movimento trascorrente, sembra correlabile con quello che borda i M. Ernici, di cui potrebbe essere la prosecuzione (Scrocca et al.ii, 1995). Anche i M. di Venafro, quindi, sarebbero stati inglobati nell'edificio appenninico nel corso dell'evento tettonico del Messiniano inf. (6,4-6,8 milioni di anni fa) (CIPOLLARI ET

Attualmente non risulta accatastata alcuna grotta nel settore laziale di guesto massiccio. senz'altro poco battuto dagli speleologi. All'esterno della nostra area di studio, nel settore molisano, sono catastate 7 piccole grotte.

# La catena Velino-Nuria-Giano, i Monti Carseolani, il Monte Val di Varri, la Marsica occidentale e il massiccio della Meta-Mainarde

Nel Mesozoico, l'area che successivamente avrebbe prodotto le montagne oggetto di guesto paragrafo era parte del settore più orientale dell'originaria piattaforma carbonatica, dove gli ambienti di deposizione di acque basse si avvicinavano al bordo della struttura fino a superarne il margine. La distribuzione delle litofacies, quindi, è più complessa di quella descritta precedentemente per le strutture dei Volsci e dei M. Simbruini-Ernici, e presenta importanti variazioni anche all'interno delle singole strutture.

Durante l'evento tettonico Messiniano "lago-mare"-Pliocene inf. (5-5,4 milioni di anni fa) quest'area, situata prevalentemente in territorio abruzzese, è stata inglobata nella catena appenninica andando a costituire le catene di M. Giano-M. Nuria-M. Velino, dei M. Carseolani e del Salto, della Marsica, della Meta-Mainarde e di altri gruppi montuosi esterni alla nostra area di studio (CIPOLLARI ET

## LE CATENA MONTE GIANO-MONTE NURIA-MONTE VELINO

Questa catena è delimitata a NW dalla valle del F. Velino, a NE dall'alta valle dell'Aterno fino a L'Aquila, a Est dall'Altopiano delle Rocche fino a Celano e a SW dalla Valle del Salto.

Il nucleo di guesta struttura, e in particolare della parte centrale e meridionale, è costituito da facies carbonatiche di piattaforma poco diverse da quelle delle altre strutture laziali-abruzzesi precedentemente descritte. Ciò nonostante, non mancano significative variazioni di facies che preannunciano a vari livelli l'avvicinarsi dei bacini pelagici (Fig. 89). La struttura è costituita da 4 grandi unità principali, orientate NW-SE: M. Giano-M. Gabbia, M. Nuria, M. Velino-M. S. Rocco, Monti d'Ocre (quest'ultima unità abruzzese è però al di fuori dell'area di studio).

#### MONTE GIANO-MONTE GABBIA

Questo tratto di catena è lungo una guindicina di km sull'asse NW-SE e largo fino a 10 km; le cime più alte sono il M. Calvo (1901 m) e il M. Giano (1826 m). Il gruppo montuoso è posto nella zona d'incontro tra l'area umbro-marchigiana (Unità dei M. Sibillini) e quella laziale-abruzzese (M. Giano-M. Gabbia e Gran Sasso). Le unità umbro-sabine, a Ovest, sono tettonicamente sovrapposte lungo la linea Olèvano-Antrodoco all'unità M. Gabbia-M. Giano, che a sua volta si sovrappone verso NE, lungo la linea di accavallamento M. Gabbia-M. Cagno, sui termini di transizione-bacino del Gran Sasso (Bigi ET ALII. 1991: CAPOTORTI ET ALII. 1995).

La successione carbonatica è rappresentata da dolomie del Triassico sup, di laguna evaporitica (litofacies 69), su cui poggiano le formazioni carbonatiche mesozoico-paleogeniche della piattaforma laziale-abruzzese. Verso Ovest e verso Nord si osserva il passaggio dai termini di piattaforma carbonatica a quelli di transizione al bacino.

Il carsismo sotterraneo è pochissimo sviluppato. Sui 145 km² di affioramenti carbonatici sono note solo 3 grotte, delle quali due in territorio abruzzese nei calcari del Cretacico sup. (litofacies 54), e la più interessante, la Grotta Oscura (+27, sviluppo 70 m), nei calcari liassici della litofacies 67d che affiorano sulla destra idrografica del F. Velino.

#### MONTE NURIA

Il gruppo montuoso che culmina nel M. Nuria (1992 m) ha una lunghezza massima di 27 km lungo l'asse NW-SE e larghezza fino a circa 11 km. Il massiccio è caratterizzato da numerosi piani carsici di alta quota, fra cui quelli molto vasti di Rascino, che racchiude un lago perenne, e di Cornino, punteggiato da numerose doline e con un laghetto temporaneo.

La successione carbonatica del M. Nuria si è deposta in un settore più interno della piattaforma laziale-abruzzese rispetto a quella di M. Giano-M. Gabbia, dalla quale differisce anche per la comparsa di livelli bauxitici del Cenomaniano sup.-Turoniano. Sul bordo occidentale, in corrispondenza del paese di Staffoli, affiorano i termini più antichi, le dolomie del Lias inf. e i calcari a Palaeodasycladus. Tuttavia, la quasi totalità dei 188 km² di affioramenti carbonatici mesozoici è costituita dalle litofacies 63 e 55 del Dogger-Cretacico. Il carsismo sotterraneo è quasi sconosciuto, con 7 grotte sub-orizzontali riportate in catasto, nessuna delle quali raggiunge i 30 m di lunghezza.

Da segnalare, però, la presenza nell'angolo NW del massiccio della più importante sorgente del Lazio, il Peschiera, che eroga una portata media di circa 17 m<sup>3</sup>/s. Nel corso dello scavo dei condotti per la realizzazione della captazione delle acque è stata intercettata, nei calcari del Cretacico sup., una caverna sotterranea (non riportata in catasto) del diametro di una quindicina di metri, quasi interamente sommersa. Come si è detto nella prima parte di questo capitolo, la valle del Fiume Velino nel corso del Quaternario è stata colmata da decine di metri di depositi, che probabilmente hanno seppellito e annegato gli antichi condotti di risorgenza.

## Monte Velino-Monte San Rocco

Questa struttura, lunga 32 km in direzione NW-SE e larga fino a 13 km, comprende diversi gruppi montuosi, con più cime che svettano a oltre 2000 m di guota, dominate dal M. Velino (2487 m). La piramide del Velino, nuda di vegetazione e dall'aspetto desolato, si erge dalla piana del Fucino con un dislivello di 1800 m. Nella parte orientale del massiccio, fra il M. Orsello (2046 m) a Nord e il M. della Magnola (2223 m) a Sud. si trovano le grandi depressioni chiuse di Campo Felice e del Piano di Pezza, in parte colmate da depositi glaciali, in parte rivestite da terre rosse.

Le rocce che costituiscono gran parte di gueste montagne (guasi il 90% dei 258 km² di sedimenti carbonatici in affioramento), sono quelle tipiche della piattaforma subsidente del Giurassico-Paleocene (litofacies 63 e 55), Però, contrariamente a quanto si riscontra nelle altre dorsali costituite da calcari della piattaforma interna, il carsismo sotterraneo sembra essere quasi assente, infatti solo due piccole grotte si aprono nei depositi mesozoici di acque basse, entrambe nel territorio laziale 75 sulle pendici di M. Murolungo. La successione calcarea del Mesozoico di quest'area si differenzia da quella delle strutture dei Volsci e dei M. Simbruini-Ernici per la presenza di due orizzonti bauxitici del Cenomaniano, che indicano l'emersione dei depositi a scala regionale e l'attivazione di processi tipici degli ambienti continentali (Bosi & Manfredini, 1967). Comunque, non sono note cavità carsiche ipogee connesse con gli orizzonti bauxitici di guesta struttura.

In alcune località sono presenti i calcari del Miocene, deposti in trasgressione sopra i calcari mesozoici. Questi depositi hanno spessore generalmente modesto (alcune decine di metri) e affiorano solo sul 10% della superficie, anche se originariamente dovevano probabilmente coprire interamente i calcari mesozoici. Non sono note grotte in guesta formazione.

Nel settore più settentrionale della struttura comincia progressivamente ad aumentare la presenza di sedimenti clastici nelle rocce calcaree mesozoiche, indicativa del passaggio dalla sedimentazione di piattaforma laziale-abruzzese a quella di mare aperto del bacino umbromarchigiano. Nei Monti d'Ocre, a NE del M. Orsello, è stata riconosciuta una zona di soglia (affioramento di calcari detritici della litofacies 54) attiva a partire dal Cretacico inf. e per tutto il Cretacico sup. (Bosi & Manfredini, 1967), Anche il bordo settentrionale della struttura, a Nord di M. S. Rocco (Tornimparte). è situato nella zona di transizione al bacino (schema dei rapporti stratigrafici. Fig. 89). Quest'area è stata soggetta a oscillazioni del livello del mare che hanno determinato la sovrapposizione ciclica di depositi calcarei di piattaforma con depositi anche argillosi di mare più aperto (Bigi ET ALII, 1995).

Nell'area di M. S. Rocco, la transizione al bacino è indicata anche dall'intercalazione di livelli argillosi all'interno della pila calcarea, situazione che crea presupposti particolarmente favorevoli per lo sviluppo di condotti ipogei, come conferma la presenza sul versante abruzzese del M. S. Rocco di numerose piccole sorgenti, le cui acque provengono inevitabilmente da condotti carsici. Tre di queste sorgenti sono state forzate e hanno permesso l'esplorazione di lunghe gallerie sotterranee periodicamente percorse dall'acqua: la Grotta di Vaccamorta, la Risorgenza di Fonte la Rocca e la Risorgenza Cul di Vacca. In figura 89 i depositi di transizione sono accorpati con quelli di piattaforma interna, mancando nella cartografia geologica una chiara suddivisione estesa a tutta l'area del

La Grotta di Vaccamorta (+89, sviluppo 1090 m) è un bell'esempio di condotto di origine vadosa impostato prevalentemente sulla stratificazione (Fig. 90) e ancora attivo. Attualmente il torrente scorre ovungue a pelo libero e la forma dei condotti è quasi sempre quella di un canyon

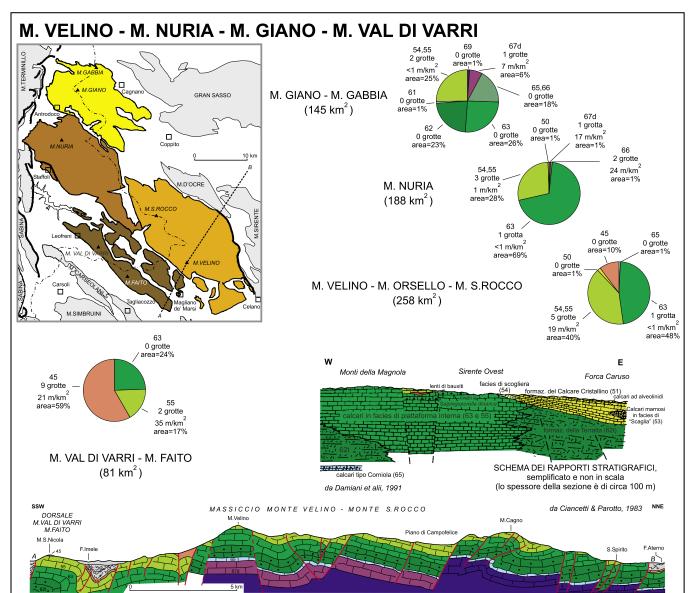


Figura 89 - Geología e sviluppo del carsismo ipogeo nei massicci di M. Giano-M. Gabbia, M. Nuria, M. Velino-M. Orsello-M. San Rocco e nella dorsale di M. Val di Varri-M. Faito.



Figura 90 - Un tratto fra i più angusti della Grotta di Vaccamorta (foto M. Mecchia). Si nota il giunto di strato sul quale si è originato il condotto, il soffitto leggermente arcuato, la forra di approfondimento vadoso ancora poco incisa (circa 1,5 m), gli scallops sulle pareti.

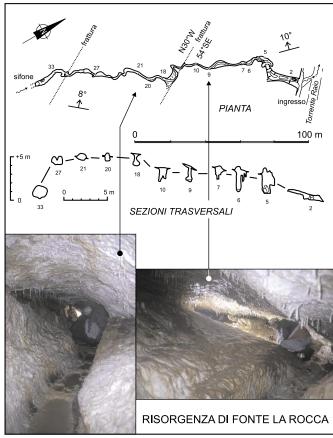


Figura 92 - Risorgenza di Fonte la Rocca. In alto: pianta e sezioni trasversali con le rispettive posizioni altimetriche. In basso: due immagini della condotta freatica, con sezioni trasversali allungate sul giunto di strato; l'approfondimento vadoso è limitato a pochi centimetri (foto S. Bevilacqua).

(sezioni trasversali di Fig. 91), anche se a tratti sono evidenti sul soffitto morfologie da scorrimento a pieno carico. Tutta la grotta appare originata in un ristretto gruppo di strati con spessore complessivo di circa 15 m, inclinati mediamente 10-15° (Fig. 91). Presso l'imbocco e sulle pareti interne si osservano alcuni livelli argillosi, di pochi centimetri di spessore, che hanno probabilmente avuto un ruolo importante nella genesi del condotto. Le fratture che interessano l'ammasso roccioso e che si osservano in grotta, hanno certamente avuto un ruolo nella definizione del tracciato della galleria sotterranea, tuttavia sembra che la loro importanza sia minore rispetto a quella della stratificazione. L'acqua che scorre nel torrente ipogeo è quella delle piogge che si infiltrano in un'area di piccole dimensioni estesa fino alla zona di assorbimento di doline Le Cese, distante 2 km dall'emergenza. L'acqua di infiltrazione scende attraverso fratture fino ad incontrare gli strati carsificati, e da qui li segue fino alla risorgenza. Non esiste una zona freatica né una falda acquifera, come conferma l'andamento molto variabile delle portate idriche e la topografia dei condotti, che si sviluppano con pendenza relativamente forte, complessivamente nel verso della massima pendenza deoli strati.

La Risorgenza di Fonte La Rocca (+5/-6, sviluppo 186 m) è costituita da un condotto ad andamento quasi orizzontale che si snoda con tracciato meandriforme complessivamente parallelo alla direzione degli strati, inclinati di 8-10°. In corrispondenza di alcune fratture il condotto curva bruscamente oppure sono presenti camini interessati da stillicidio. Il condotto si è sviluppato in un interstrato (o forse in alcuni interstrati ravvicinati) prevalentemente durante fasi di completo allagamento, nel corso delle quali le acque in pressione hanno prodotto sezioni trasversali lenticolari allungate sulla pendenza dello strato (Fig. 92). In alcuni segmenti del condotto si osservano indizi di modesto scorrimento vadoso, costituiti da solchi profondi al massimo 1-2 m.

La Risorgenza di Cul di Vacca (+67, sviluppo 460 m), di recentissima esplorazione, ha un andamento vadoso simile a quello della Grotta di Vaccamorta, e probabilmente si sviluppa anch'essa in interstrati riferibili al segmento di sequenza stratigrafica che comprende gli orizzonti argillosi sopra menzionati.

#### I Monti Carseolani

I Monti Carseolani formano una dorsale calcarea larga fino a 3 km e lunga circa 35 km da Ricetto (NW) a Capistrello (SE), situata quasi interamente in territorio abruzzese. L'attuale area di affioramento dei carbonati meso-cenozoici, messa a nudo dall'asportazione della copertura di depositi terrigeni, ha una estensione di circa 70 km². La struttura carseolana è suddivisa in 5 unità tettoniche: M. Piano, Tufo Basso-Pietrasecca, Roccacerro-Guardia d'Orlando, M. Valminiera-Tagliacozzo e M. Girifalco-M. Arunzo (COMPAGNONI ET ALII, 1991).

Le strutture carseolane sono tipicamente anticlinali asimmetriche sovrascorse verso Est o NE (Fig. 93); nel settore centrale (ma forse in tutta la dorsale) il bordo NE è tagliato da una zona di faglia trascorrente destra (MONTONE & SALVINI, 1993). A NE e a SW la dorsale calcarea è delimitata da valli incise nei depositi argilloso-arenacei del Miocene, nelle quali scorrono corsi d'acqua temporanei. I torrenti che raggiungono l'unità solubile calcarea scompaiono quasi sempre in grandiosi inghiotitioi, fenomenologie carsiche distintive di questa dorsale.

La successione carbonatica di piattaforma interna visibile in affioramento si è depositata quasi esclusivamente nel Cretacico sup. e nel Miocene. L'area di affioramento dei calcari del Cretacico inf. è molto ridotta e nessuna grotta è nota al loro interno. I calcari del Cretacico sup. interessano una superficie di affioramento di circa 14 km²; in essi si aprono 3 grotte e lo sviluppo medio dei condotti sotterranei è di 167 m/km². E' però necessario ricordare che in alcune importanti grotte i condotti si aprono all'esterno nei calcari miocenici e raggiungono i carbonati mesozoici solo in profondità, anche se questi non sono presenti in affioramento. All'estremità settentrionale della struttura compaiono i calcari di soglia (litofacies 54), nei quali si trovano due piccole grotte.

La maggiore estensione in affioramento riguarda i calcari miocenici, che occupano i 3/4 della dorsale carbonatica; lo sviluppo di condotti carsici in questa formazione risulta "elevato" (107 m/km² di affioramento).

Sulle differenze di carsificabilità fra i calcari del Cretacico sup. e quelli miocenici si sono espressi diversi autori. Segre (1948a) segnala la diversità di fratturazione: nei calcari cretacici è più regolare, con fratture anche beanti, mentre nei calcari miocenici predomina il caratteristico sistema di fratturazione romboedrica, con una rete di fessure molto fitta che determina la facile frammentazione della roccia. Secondo Pasquini (1963a; 1963b), il nucleo cretacico sarebbe stato protetto dall'attacco delle acque soprattutto dalle placche arenacee (che nel recente passato coprivano la dorsale dei M. Carseolani) ma anche dai calcari miocenici, come dimostrerebbe la mancanza sulla superficie topografica di importanti pozzi carsici (tanto frequenti in altri massicci laziali ed abruzzesi).

Nell'area di Pietrasecca, dove i calcari del Cretacico sup. sono particolarmente compatti e puri, il passaggio ai sovrastanti Calcari a Briozoi del Miocene avviene tramite un livello calcareo miocenico di transizione, ben identificabile per la sua minore resistenza al degrado, non molto puro e con abbondante dolomite. I Calcari a Briozoi del Miocene sono abbastanza puri ma con percentuali

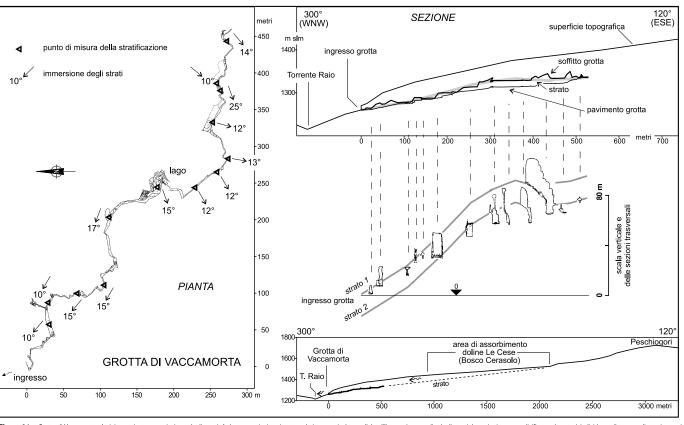


Figura 91 - Grotta di Vaccamorta. A sinistra: pianta, con giaciture degli strati. A destra: sezioni proiettate sul piano verticale parallelo all'immersione media degli strati; le sezioni trasversali (figura al centro) individuano il gruppo di strati entro i quali si sviluppa la grotta; la zona di alimentazione del torrente sotterraneo si spinge fino a 2 km dall'ingresso della risorgenza (figura in basso).

non trascurabili di MgO, riferibili a calcite debolmente magnesiaca (Deriu & Negretti, 1961; Bertolani et alli, 1994). Le diverse caratteristiche dei calcari sarebbero la causa dello "stacco" morfologico delle pareti e delle volte delle gallerie, al contatto Miocene-Cretacico, nelle grotte di Pietrasecca e Luppa (Pasquini, 1963b). Nell'Ovito di Pietrasecca la brusca variazione morfologica in corrispondenza del contatto risulta in un salto di 8 m e nell'improvviso allargarsi della galleria dopo tale salto (Angeluco et alli, 1959) (Fig. 94).

## MONTE PIANO

L'unità tettonica più settentrionale dei M. Carseolani è il M. Piano (1128 m), circondato su tutti i lati dai depositi terrigeni del Miocene (Fig. 93).

Alcuni modesti corsi d'acqua allogenici raggiungono il rilievo calcareo dopo aver raccolto le acque dei bacini impermeabili situati a NE. Il principale di questi, il Rio di Fosso Ricetto, taglia da parte a parte il settore settentrionale di M. Piano, attraversando la dorsale carsica con una forra; mentre nel periodo piovoso invernale l'acqua riesca a percorrere l'intero tracciato della forra (evidenziando la locale insufficiente capacità di assorbimento dei carbonati), durante l'estate il torrente perde tutta la scarsa portata poche centinaia di metri a valle dell'ingresso nei calcari (Boxo & CAPELII, 1994).

Il carsismo sotterraneo è rappresentato da 7 grotte catastate, tutte di piccole dimensioni, due scavate nei calcari di soglia del Cretacico (litofacies 54), le altre nei calcari del Miocene. Di recente sono stati esplorati altri 4 pozzi, profondi pochi metri, ancora da iscrivere nel catasto (MONTRONE, 1997)

Sul versante NE del rilievo si addossano alla struttura calcarea due piccoli bacini chiusi che convogliano le acque rispettivamente nell'Inghiottitoio Pisciarello (o Pratato 1, non praticabile) e nell'Inghiottitoio Puzzille (o Pratato 2, profondo 5 m), entrambi localizzati lungo la linea di contatto arenarie-calcari; nei pressi del primo si trova un inghiottitoio fossile chiamato Buco della Speranza,

percorribile per una decina di metri. Sembra probabile che le acque periodicamente assorbite da questi inghiottitoi tornino alla luce dalla parte opposta (SW) del rilievo lungo il Fosso il Rio, emergendo dalla Grotta di Pozzo Grande e da una piccola sorgente (Bono & CAPELLI, 1994). La Grotta di Pozzo Grande, nei calcari del Cretacico, è stata esplorata per uno sviluppo planimetrico di una cinquantina di metri fino ad un sifone (-21/-25 m) nel quale uno speleosub si è immerso percorrendo 28 m fino alla profondità di 37 m; l'acqua, però, non esce dall'imbocco della grotta, ma dalla sorgente omonima (un condotto ostruito da massi) situata 5 m sotto l'ingresso della cavità (MONTRONE, 1997).

### L'UNITÀ PIETRASECCA-TUEO BASSO

A Sud della dorsale di M. Piano si trova l'unità tettonica Pietrasecca-Tufo Basso, costituita da un'anticlinale bordata a SW da una faglia trascorrente (Fig. 93).

Uno schema dell'evoluzione di questa catena nel Pliocene-Pleistocene è già stato presentato nella prima parte di questo capitolo, descrivendo l'attivazione e l'ampliamento dei condotti sotterranei che hanno portato alla completa cattura dei torrenti di superficie negli inghiottitio e alla fossilizzazione dei tronchi fluviali a valle. Nella topografia tipica dei M. Carseolani, esiste una sensibile differenza di quota (decine di metri) fra i punti di ingresso delle acque nel sottosuolo e le zone di uscita. In queste condizioni le grotte, o almeno i tratti situati nelle aree di ingresso, si sono sviluppate nella zona vadosa con canyon sotterranei in rapido approfondimento; il condotto originario di un inghiottitoio va generalmente individuato in corrispondenza di quella che oggi è la volta della galleria.

All'estremità settentrionale di questa unità tettonica, in corrispondenza del paese di Tufo Basso, è noto un breve sistema ipogeo che taglia la dorsale in un punto particolarmente stretto (400 m), interamente scavato nei calcari miocenici disposti ad anticlinale. Attualmente l'inghiottitoio è ostruito e disattivato e solo un rivolo d'acqua temporaneo fuoriesce dalla Grotta dell'Acqua Nera (+1, sviluppo 125 m), situata al piede del versante SW della dorsale. Le acque che si raccolgono nel bacino

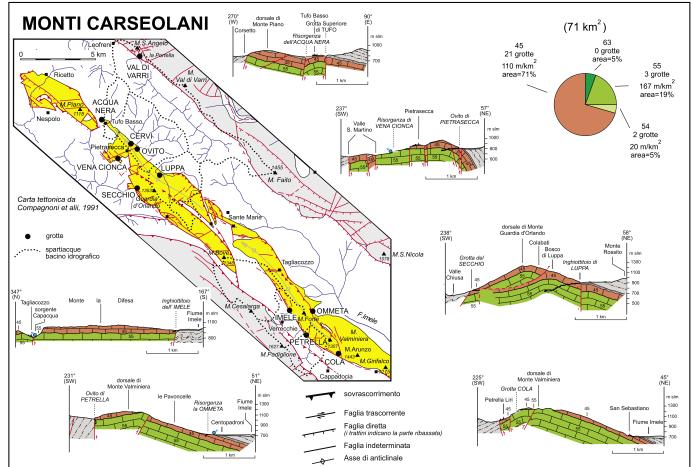


Figura 93 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti Carseolani.

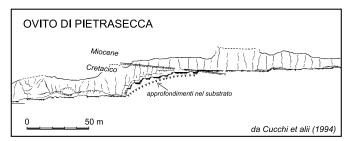


Figura 94 - Nell'Ovito di Pietrasecca, come in altre grotte, al contatto fra i calcari del Miocene e i calcari del Cretacico si osserva un improvviso "stacco" morfologico, con ampliamento delle gallerie.



**Figura 96** - La parete della rupe di Pietrasecca taglia un "tubo" freatico, la paleo-Risorgenza Superiore di Pietrasecca (foto M. Re), che sembra indicare un "momento" in cui la falda carsica si trovava intorno a g. 820 m.

scorrono, quindi, in gran parte in superficie, defluendo in una valle che taglia la dorsale.

Più a Sud si trova l'Ovito di Pietrasecca (+14/-40, sviluppo 1370 m, Fig. 95), che si apre nel calcare miocenico e attraversa il fianco dell'anticlinale fino a inoltrarsi nei calcari del Cretacico sup. costituenti il nucleo. Questo inghiottitoio attivo drena un bacino di circa 13 km², esteso principalmente su terreni impermeabili. Analogo andamento ha il paleo-inghiottitoio della Grotta dei Cervi (+6/-113, sviluppo 1875 m), che si apre all'interno del bacino dell'Ovito di Pietrasecca e che probabilmente rappresenta l'antico condotto di cattura del torrente, abbandonato dalle acque in seguito allo sviluppo del vicino inghiottitoio. Dalla parte opposta della rupe di Pietrasecca (massima elevazione di questa unità calcarea, 972 m), nei calcari del Cretacico sup. si trovano la Risorgenza di Vena Cionca (quasi orizzontale, sviluppo 130 m), emergenza di "troppo pieno" del sistema Cervi-Pietrasecca (la sorgente effettiva sgorga dal detrito una cinquantina di metri più in basso), e alcune paleo-risorgenze ostruite e inaccessibili.

#### L'UNITÀ ROCCACERRO-MONTE GUARDIA D'ORI ANDO

Il settore centrale dei M. Carseolani è rappresentato dall'unità tettonica Roccacerro-M. Guardia d'Orlando (1333 m) (Fig. 93), separata dalla rupe di Pietrasecca da una faglia perpendicolare all'asse della dorsale. Si tratta di una struttura antiforme complessa, costituita da scaglie tettoniche sviluppate in più fasi e accavallate verso Est lungo piani di sovrascorrimento costituiti da terreni marnosi a bassa permeabilità, che isolano le singole scaglie (Montone & Salvini, 1993; Parotto & Sirna, 1993).

In questa unità si apre un altro grandioso inghiottitoio, la Grotta di Luppa (-170, sviluppo 2020 m, Fig. 95), che drena un bacino chiuso di 8,4 km² per quasi la metà costituito da terreni impermeabili. La grotta ha un andamento analogo a quello dell'Ovito di Pietrasecca, inoltrandosi nei calcari miocenici fino a raggiungere il nucleo dell'anticlinale costituito dai calcari del Cretacico. Sul versante opposto (occidentale) si trova la Grotta del Secchio (+10/-3, sviluppo 254 m), paleo-risorgenza interamente scavata nei calcari miocenici. Non sono catastate altre cavità carsiche nell'intera unità.

A Sud del bacino di Luppa si trova un altro campo chiuso (bacino di Vena Tagliata o delle Fosse), con numerosi punti di assorbimento (doline), ma privo di inghiottitoi transitabili. Segre (1948a) riporta l'esistenza di una sorgente intercettata durante lo scavo della galleria della linea ferroviaria Roma-Avezzano, captata dall'acquedotto di Tagliacozzo e Carsoli, la cui acqua dovrebbe corrispondere a quella drenata dal campo chiuso.

## RIQUADRO 11 - "GLI INGHIOTTITOI ALLOGENICI"

Il fattore più importante nello sviluppo delle grotte alimentate da corsi d'acqua allogenici è dato dalla portata idrica, con le sue variazioni nel tempo, molto grandi in confronto a quanto si riscontra negli altri tipi di infiltrazione (ricarica attraverso numerosi punti di assorbimento localizzato, ricarica diffusa, ricarica ipogenica).

Come tipicamente si riscontra nelle grotte che si formano per l'inghiottimento di torrenti di superficie che raccolgono le acque di bacini relativamente vasti costituiti da terreni impermeabili, le grotte dei M. Carseolani generalmente consistono di un unico condotto principale, senza affluenti importanti (Fig. 95). Tuttavia, l'entità della meandrificazione dei condotti (rapporto fra la distanza percorsa dall'acqua e la distanza in linea retta fra il punto di ingresso dell'acqua e quello di uscita – o del sifone "terminale") degli inghiottitoi allogenici dell'area laziale-abruzzese non risulta diversa da quella dei corsi d'acqua che si formano per la confluenza di numerosi afflussi di piccola portata:

Rapporto "sviluppo planimetrico / distanza in linea d'aria"

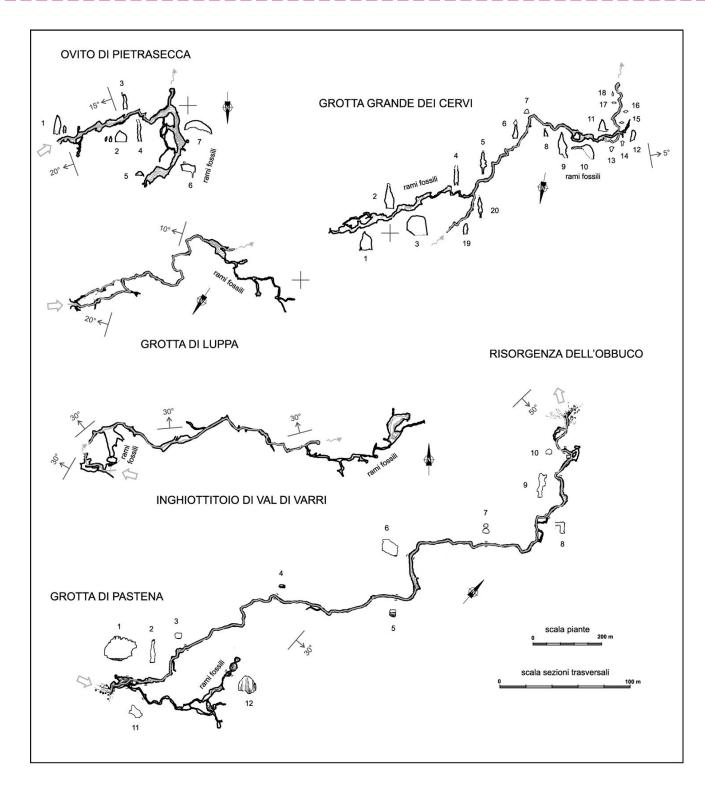
Inghiottitoi allogenici:

Grotta di Pastena- Risorgenza dell'Obbuco: 1,42 Inghiottitoio di Val di Varri: 1,55 Grotta di Luppa: 1,30 Ovito di Pietrasecca: 1,27

Grotte alimentate da numerosi punti di assorbimento:

Inghiottitoio di Campo di Caccia ("rio Urubamba"): 1,29 Grotta di M. Fato (dalla sala "dello Gnomo" al fondo): 1,51 Grotta di Fontana Le Mole (fino al pozzo "Ruggente"): 1,19

Per quanto riguarda il profilo longitudinale, nell'Inghiottitoio di Val di Varri si può distinguere una zona iniziale relativamente verticale, caratterizzata da alcuni salti profondi fino a 12 m, e una zona interna ad andamento sub-orizzontale (23 m di dislivello su 650 m di sviluppo). Questa non è, però, una situazione generale. Nella Grotta di Luppa la pendenza della galleria attiva è quasi costante, pur con alcune interruzioni ("salti") distribuite su tutto il percorso. L'Ovito di Pietrasecca, invece, inizia con un tratto quasi orizzontale, seguito dall'approfondimento interno con una serie di piccoli salti, situati



al contatto fra i calcari miocenici e quelli sottostanti, del Cretacico, situazione che sembra dimostrare il controllo litologico nell'ampliamento dei condotti (Segre, 1948a; Angelucci et alli, 1959).

Le principali grotte delle unità tettoniche Roccacerro-Guardia d'Orlando e Pietrsecca-Tufo Basso, sequono principalmente l'orientamento NE-SW, parallelo alle fratture (antiappenniniche) che tagliano trasversalmente la dorsale calcarea, e parallelo anche all'immersione degli strati. Solo i tratti di raccordo sono impostati sui sistemi di diaclasi che accompagnano le faglie appenniniche (NW-SE o N-S). Ampliamenti (saloni) si originano all'incrocio fra fasci di fratture appenniniche e antiappenniniche. Secondo molti autori i condotti principali sono interamente definiti dalle fratture (per es., CIRCOLO Speleologico Romano, 1963; Agostini & Piccini, 1994). Cucchi & Ulcigrai (1994), però, sottolineano che nella fase di impostazione del percorso ipogeo la dissipazione di energia delle acque carsiche deve aver favorito i deflussi lungo le discontinuità definite dalle rette di intersezione fra i piani di frattura a direzione NE-SW e i piani di strato.

L'analisi della forma delle sezioni trasversali (Fig. 95), a forra su fratture o faglie, testimonia l'evoluzione vadosa degli inghiottitoi allogenici, anche se rimane difficoltoso esprimersi sulle condizioni iniziali di sviluppo del condotto originario. Generalmente, l'acqua dei torrenti che vengono inghiottiti è ampiamente sottosatura in bicarbonato di calcio, soprattutto durante gli eventi piovosi più intensi, quando la portata può essere elevatissima e le acque vengono rapidamente convogliate nell'inghiottitoio dopo un breve percorso sui terreni argilloso-arenacei. Le acque di piena attraversano periodicamente la grotta e sono la causa principale dello sviluppo di gallerie di grandi dimensioni (Grotta di Pastena, Fig. 66), favorito anche dall'erosione meccanica. Per esempio, nel tratto iniziale dell'Ovito di Pietrasecca la forra è larga 6-8 m e ha altezza di circa 15 m e anche nel tratto interno la larghezza si mantiene larga intorno ad un paio di metri. Queste dimensioni contrastano nettamente con quelle dei "meandri" tipici delle grotte, nei quali a) i bacini di alimentazione sono meno estesi; b) la ricarica avviene tramite numerosi punti di assorbimento localizzati, quindi con tempi ritardati rispetto all'evento piovoso; nei "meandri" la portata non raggiunge valori così elevati e la larghezza media è generalmente inferiore al metro.

Come si è detto, lo sviluppo dei tratti conosciuti degli inghiottitoi carseolani sembra essere avvenuto in condizioni vadose; nel tratto più interno e profondo, comunque, il condotto poteva originariamente immergersi nella zona freatica. A questo proposito, è interessante osservare l'andamento del condotto attivo "terminale" della Grotta dei Cervi (Fig. 95), che devia bruscamente dalla direzione NE-SW assumendo quella quasi ortogonale, corrispondente alla direzione degli strati. Si può notare come in corrispondenza di questo gomito la sezione trasversale si modifichi dalla morfologia vadosa (sez. 13 e 14) a quella tipicamente freatica (sez. 15, 16 e 17) (vedi anche riquadro "morfologie carsiche ipogee: i condotti vadosi e i condotti freatici"). Si può supporre che il segmento compreso fra le sezioni da 15 a 18 corrisponda ad un tratto sviluppatosi nella zona perennemente sommersa (freatica), con un paleo-livello piezometrico intorno a q. 770 m (la Risorgenza di Vena Cionca è situata a q. 755 m). Il condotto freatico della Grotta dei Cervi si trova attualmente nella zona vadosa; una fase di approfondimento del condotto originario ha avuto inizio da poco tempo, come dimostrano il salto di 11 m che immette nel sifone "finale" e il marcato solco che progressivamente si attenua procedendo a ritroso dal salto (sez. 18) verso monte (tratto compreso fra le sezioni 15 e 17). La localizzazione di una più antica paleo-superficie piezometrica, abbandonata dal successivo abbassamento di livello. è segnalata dalla paleo-risorgenza con duplice ingresso e sezione perfettamente circolare situata a q. circa 820 m alla base della rupe di Pietrasecca (Fig. 96).

Un'altra interessante caratteristica che si riscontra nelle grotte allogeniche (Pietrasecca. Cervi, Luppa, Val di Varri), è la presenza di gallerie asciutte ("fossili"), in prossimità dei sifoni "terminali" (Fig. 95), sifoni che, peraltro, sono sospesi rispetto all'eventuale zona freatica (Bono & Capelli, 1994). Pasouni (1965a), descrivendo l'Inghiottitojo di Val di Varri, ha osservato che "... poco prima del sifone finale una modesta risalita da' accesso ad una ramificazione asciutta, probabilmente una antica condotta di sovrappieno" (l'esplorazione di quella "ramificazione asciutta" è successivamente proseguita fino alla scoperta del grande salone "Verne"). Analoga considerazione viene espressa per il ramo superiore della Grotta di Pastena, che si dirama dalla galleria principale poco dopo l'ingresso e che Segre (1948a) segnala come inondato in casi eccezionali. Secondo l'ipotesi, quindi, queste ramificazioni asciutte non corrisponderebbero ad antichi segmenti attivi abbandonati dalle acque a causa dell'abbassamento delle quote di deflusso.

Nelle grotte alimentate da corsi d'acqua allogenici per la maggior parte dell'anno scorre un flusso di base relativamente modesto. Lungo il percorso sotterraneo si possono incontrare dei restringimenti con sezione trasversale molto ridotta (come i sifoni "terminali" delle grotte carseolane) nei quali l'acqua è costretta a convergere. Durante gli eventi di piena la capacità di smaltimento delle acque nei restringimenti è insufficiente, con conseguente risalita del livello e allagamento di una zona anche molto estesa a monte del sifone; lo spazio utile per il passaggio dell'acqua si può ulteriormente

Figura 95 - Pianta e sezioni trasversali di alcuni dei più grandi inghiottitoi dell'Appennino laziale-abruzzese.



Figura 98 - Il contatto fra i calcari del Cretacico sup. (a soffitto) e il deposito di bauxite nella Grotta di Valle delle Vacche (foto M. Mecchia),



Figura 99 - Fotomosaico della gigantesca dolina della Fossa Maiura, larga circa 500 m (foto G. Mecchia).

restringere per ostruzione ad opera di fango e vegetali. Nella roccia calcarea immediatamente al di sopra dei restringimenti, normalmente asciutta, le fessure esistenti vengono invase da acqua con velocità, gradienti idraulici, turbolenza e aggressività di dissoluzione centinaia di volte superiori a quelle esistenti in condizioni normali, in grado di produrre condotti ciechi, nicchie (Segre, 1948a) e anche veri condotti di diversione (sovrappieno) che bypassano il restringimento (PALMER, 1972).

Il riconoscimento dell'effettiva origine è, comunque, difficoltoso. Nelle grotte di Val di Varri e di Luppa gli ipotetici condotti di sovrappieno si biforcano dalla galleria principale verso valle con una condotta in salita (fino anche a 30 m al di sopra della quota del sifone) che non ha i caratteri di un affluente. In entrambe le grotte, la condotta di sovrappieno è provvista di comunicazioni con la zona attiva (pozzi di bypass), che viene raggiunta alla stessa quota del sifone "terminale". Il notevole sviluppo di questi rami e, in particolare, la presenza di ambienti di dimensioni notevoli (salone "Verne" nell'Inghiotitioi di Val di Varri), pongono comunque altri interrogativi che solo uno studio più approfondito può risolvere (non sono stati osservati, per esempio, gli intrecci labirintici di condotte,

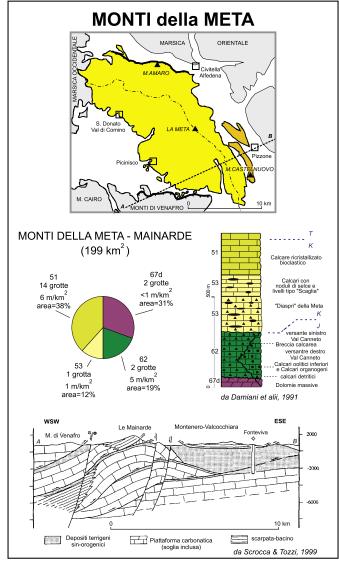


Figura 100 - Geologia e sviluppo del carsismo ipogeo nei Monti della Meta-Mainarde.

morfologie diagnostiche attribuite a questo tipo di origine).

Un altro aspetto rimarchevole è la presenza, nelle grotte di Pietrasecca e di Luppa, di grandi saloni, lunghi 80-100 m, larghi 12-20 m e alti 15-20 m, subito a monte dei sifoni "terminali" (Fig. 95). L'ampliamento di questi saloni potrebbe essere un altro effetto dell'allagamento della galleria a monte del restringimento durante le piene; grandi variazioni di sezione trasversale per ampliamento verso l'alto e lateralmente lungo joints e interstrati sono state osservate in numerose grotte del mondo (PALMER, 1972). Comunque, nel caso dell'Ovito di Pietrasecca, Agostini & Piccini (1994) hanno attribuito l'origine dell'attuale ramo fossile alla cattura del torrente di superficie in una fase intermedia fra l'abbandono dell'inghiottitoio dei Cervi e l'attivazione dell'attuale inghiottitoio di Pietrasecca.

## LE UNITÀ MONTE VALMINIERA-TAGLIACOZZO E MONTE GIRIFALCO-MONTE ARUNZO

Più a Sud i M. Carseolani proseguono con l'unità tettonica M. Valminiera-Tagliacozzo, caratterizzata da una struttura a blanda anticlinale tagliata a NE da un sovrascorrimento che porta i calcari del Cretacico a sovrapporsi verso NE sui calcari del Miocene (Compagnoni et alli, 1991b). Il tratto conclusivo della dorsale carseolana è rappresentato dall'unità M. Girifalco-M. Arunzo (1455 m). costituita da una monoclinale immergente a NE (Fig. 93). Lungo il bordo SW della struttura la faglia della Val Roveto, orientata NW-SE, mette in contatto i terreni argilloso-arenacei con la dorsale calcarea miocenica. Nella parte settentrionale si è formato un sistema di bacini chiusi (Prati di Roccacerro. T. Imele, Verrecchie), mentre la parte meridionale è rappresentata dalla testata della Val Royeto.

I corsi d'acqua allogenici che si raccolgono nei due bacini chiusi costituiti da materiali terrigeni sono drenati rispettivamente dall'Inghiottitoio dell'Imele (-30, sviluppo 150 m) e dall'Ovito di Petrella (-96, sviluppo 160 m). Quest'ultimo ha inizio con una spaccatura impostata sullo strato inclinato di 50°, nel calcare miocenico, ma si approfondisce subito verticalmente su sistemi di fratture fra loro ortogonali, presumibilmente inoltrandosi nei calcari del Cretacico. Si ipotizza che le acque di questo inghiottitoio emergano dalla parte opposta della dorsale, nella Risorgenza la Ommeta (+4/-28, sviluppo 140 m), i cui condotti attraversano i calcari miocenici che affiorano a Est del suddetto sovrascorrimento.

Nella struttura sono note complessivamente 10 grotte, tutte scavate nei calcari miocenici, con la particolarità della Grotta Cola (+37/-18, sviluppo 275 m), situata presso il contatto con i calcari del Cretacico sup.

#### LA DORSALE MONTE VAL DI VARRI-MONTE FAITO

La dorsale M. Val di Varri (1371 m)-M. Faito (1455 m) è una struttura larga fino a 8 km e lunga 26 km, con una estensione areale di 81 km² di affioramenti carbonatici. Nell'insieme, la struttura si presenta come una monoclinale immergente a NE sbloccata da faglie dirette sui versanti SW (Val di Varri) e NE (Valle del Salto) (Compagnoni et alii, 1991b) (Fig. 89).

La successione stratigrafica è riferibile all'ambiente deposizionale di piattaforma interna del Mesozoico, rappresentato dalle litofacies carbonatiche 63 e 55, alle quali si sovrappongono in trasgressione i calcari del Miocene. La maggior parte della superficie è ancora coperta dai depositi calcarei miocenici, nei quali il carsismo è "mediamente" sviluppato (21 m di condotti per km² di affioramento), con circa 1 km di condotti distribuiti in 9 cavità.

La Val di Varri, estesa circa 23 km², si sviluppa prevalentemente su formazioni terrigene ed è chiusa all'estremità settentrionale, dove un grande inghiottitoio smaltisce le acque. La parete di ingresso dell'Inghiottitojo di Val di Varri (-120, sviluppo 2235 m) è posta presso la faglia che borda la dorsale calcarea a SW. Il tratto iniziale, costituito da un ramo attivo impostato su frattura e da un ramo fossile parallelo che scende insieme agli strati inclinati di 30°, attraversa l'asse di una piega situata sulla terminazione settentrionale della monoclinale (Fig. 95), approfondendosi di 85 m. La galleria attiva prosegue poi guasi pianeggiante, probabilmente su sistemi di fratture ortogonali fra loro e parallelamente alla direzione degli strati. Si ritiene che le acque dell'Inghiottitojo di Val di Varri riemergano dalla Risorgenza di Civitella (+10, sviluppo 895 m), interamente scavata nei calcari

Nella terminazione settentrionale, la struttura calcarea di Monte Val di Varri si suddivide in alcune strette dorsali parallele; sulla più occidentale di queste si trova la risorgenza temporanea di Castelluccio (+3, sviluppo 14 m) costituita da una condotta freatica che attraversa i calcari miocenici, mentre nella dorsale centrale (di Pescorocchiano) sgorgano le acque di un'altra risorgenza temporanea scavata nei calcari del Miocene, la Grotta Ricanali (-23, sviluppo 73 m).

## LA MARSICA OCCIDENTALE

La Marsica occidentale è costituita da due grandi e ininterrotte monoclinali carbonatiche (di M. Marcolano e di M. Cornacchia), parallele fra loro, delimitate sui versanti SW da faglie dirette orientate NW-SE; la stratificazione è regolare e immergente verso NE (Fig. 97).

In quest'area si sono depositati per tutto il Mesozoico sedimenti calcarei di piattaforma interna con caratteristiche litologiche piuttosto monotone. I termini più antichi affiorano alla base del versante Sud-occidentale della dorsale di M. Cornacchia, dove la faglia della Val Roveto ha sollevato la struttura. Si tratta delle dolomie saccaroidi del Lias inf. (litofacies 67d) e dei Calcari a Palaeodasycladus del Giurassico medio-sup. (litofacies 66); in queste formazioni non sono note cavità carsiche ipogee. In continuità di deposizione seguono calcari e dolomie del Dogger-Cretacico sup., depositati nelle acque basse della piattaforma interna. Nella Marsica orientale, a Est della Valle del Sangro-Giovenco (fuori dalla nostra area di studio), compaiono i sedimenti organogeni del margine della piattaforma

Nella Marsica occidentale la successione carbonatica si differenzia da quella delle dorsali dei Volsci e dei M. Simbruini-Ernici per la mancanza del livello argilloso-marnoso dell'Aptiano, mentre è presente un livello bauxitico che testimonia l'emersione dell'area durante il Cenomaniano, marcando il passaggio dal Cretacico inf. al Cretacico sup. Dopo la "lacuna paleogenica", la deposizione carbonatica si conclude nel Miocene con la deposizione di calcari con spessori sempre modesti. Complessivamente, nella Marsica occidentale l'area di affioramento dei carbonati meso-cenozoici è di circa 430 km<sup>2</sup>.

### LA DORSALE DI MONTE MARCOLANO

Nella dorsale di M. Marcolano (1950 m, massima elevazione è però il M. di Valle Caprara, 1998 m) le rocce più antiche in affioramento sono i calcari del Dogger-Cretacico inf., che coprono oltre l'80% dei circa 150 km² di affioramenti carbonatici.

Sulla dorsale sono state esplorate 9 grotte, quasi tutte nei calcari del Cretacico inf., per un totale di poco più di 1 km di condotti. Fra queste si trovano alcuni imponenti pozzi: la Grotta di Amino (-79 m), l'Inghiottitoio di Coppo di Lepre (-81 m) e l'Abisso del Tratturello (-92 m), tutti impostati su fratture, così come l'interessante Nevera di Val Mugone (-31 m). L'unica cavità ad andamento suborizzontale nota sulla dorsale è la Grotta Mandrilli (+10. sviluppo 250 m); si tratta di una risorgenza di piccola portata scavata nei calcari del Cretacico inf., costituita da una stretta galleria con andamento sinuoso, impostata nell'interstrato inclinato di 3°.

Nei calcari del Cretacico sup. immediatamente al di sopra del livello bauxitico e da questo presumibilmente condizionato, si trova il grande antro di "la Grotta", probabilmente il resto di una

Al margine orientale della dorsale, nell'avvallamento ai piedi della struttura del M. Turchio, affiora ancora la copertura di calcari miocenici, nei quali si apre una cavità molto interessante, la Grotta di Valle delle Vacche (-68, sviluppo 200 m, Fig. 97 profilo C-D). Il P25 d'ingresso è impostato su una frattura inclinata di 80°. Verso la metà del pozzo si osserva, senza variazioni morfologiche della sezione, il passaggio ai sottostanti calcari del Cretacico sup. Alla base, il pozzo si immette in una grande caverna-galleria che ha per tetto lo strato inclinato di 7-8°, mentre il pavimento è inciso in una lente bauxitica dello spessore di 7-8 m (Fig. 98). In guest'area, lo spessore dei sedimenti calcarei del Cretacico sup. è, quindi, di soli 10-15 m. Il deposito di bauxite, terroso e poco permeabile, è in grado di sostenere un lago stagionale, che si vuota lentamente per perdite dal fondo. La creazione del grande ambiente (caverna-galleria) è imputabile alla progressiva escavazione della lente bauxitica, facilmente erodibile, ad opera delle acque che filtravano dai calcari sovrastanti, analogamente a quanto riportato per la Grotta di Colle Cantocchio, nei M. Lepini: l'ulteriore ampliamento della caverna-galleria è stato forse impedito dall'esiqua estensione del deposito bauxitico. L'impermeabilità della lente è interrotta da una frattura, attraverso la quale le acque hanno potuto defluire creando un pozzo profondo 20 m. che perfora le bauxiti penetrando nei calcari del Cretacico inf. Una stretta fessura, poco più in basso, impedisce l'ulteriore prosecuzione.

## LA DORSALE DI MONTE CORNACCHIA

Nella dorsale di M. Cornacchia (2003 m) le litofacies 63 e 55 insieme occupano il 90% dei circa 280 km<sup>2</sup> di affioramenti carbonatici. Il versante Sud-occidentale della giogaia è tagliato da un vistoso livello bauxitico di età cenomaniana, che si estende senza interruzioni (Parotto, 1971). In questi carbonati il carsismo ipogeo è pochissimo sviluppato, o conosciuto, infatti sono note solo 6 cavità, tutte di piccole dimensioni. In alcune località al di sopra dei carbonati mesozoici si rinvengono in trasgressione i calcari miocenici, nei quali, comunque, non è nota alcuna grotta.

Ribassata rispetto alla dorsale principale di M. Cornacchia, a Sud della Valle Fredda (T. Lacerno), si stacca una vasta zona collinare costituita da calcari del Cretacico, sul cui bordo meridionale si ergono i paesi di Posta Fibreno e Alvito. La particolarità di guesta zona, priva di cavità ipogee conosciute, è la presenza di una dozzina di macrodoline imbutiformi. La dolina più grande è la gigantensca Fossa Majura, con diametro medio di circa 500 m e profondità di 95 m dal punto più basso lungo l'orlo esterno (Fig. 99).

All'estremità SW di guest'area affiora la falda carbonatica della struttura dei M. Carseolani-M. della Marsica occidentale (gruppo sorgivo Fibreno, portata 8,5 m<sup>3</sup>/s). La falda viene a giorno "con difficoltà" attraverso fratture nei calcari miocenici, che qui hanno spessore di almeno 130 m; i pozzi perforati per la captazione delle acque sono perciò stati approfonditi fino a raggiungere i calcari del Cretacico, dove la produttività dell'acquifero è notevolmente migliorata (Celico, 1983). Questo confermerebbe le differenze di comportamento osservate e descritte nel paragrafo sui M. Carseolani, mentre contrasta con il grado di carsificazione "elevato" dei Calcari a Briozoi e Litotamni che si desume dal calcolo dello sviluppo dei condotti ipogei nella nostra regione (27 m/km², come si è detto nel paragrafo sulle "differenze di carsificazione fra le litofacies carbonatiche").

Da segnalare, infine, la presenza di piccole sorgenti sulfuree presso il bordo meridionale della struttura (Fig. 20).

### LE BRECCE DI CAMPOLI APPENNINO

La collina di Campoli Appennino, situata ai piedi della dorsale di M. Cornacchia, è costituita da una placca di conglomerati del Quaternario poggiante su un basamento di calcari del Cretacico e del Miocene.

Nelle brecce il fenomeno carsico epigeo è particolarmente appariscente, costituito da quattro gigantesche doline a forma di scodella, la maggiore delle quali, il "Tomolo" (sul cui bordo si erge l'abitato di Campoli Appennino) ha asse maggiore di 630 m, asse minore di 450 m e profondità di 130 m; il fondo della dolina raggiunge i sottostanti calcari. Anche le altre tre doline hanno dimensioni notevoli (Zuccari, 1963).

L'unica cavità sotterranea riportata nel catasto speleologico è la Grotta Treo, una fenditura rettilinea lunga una cinquantina di metri e alta fino a 25 m, che si apre all'interno della omonima macrodolina. Numerose caverne di pochi metri di sviluppo, residuo forse di grotte più estese, sono segnalate da Zuccari (1963) lungo le pareti di conglomerato sub-verticali, impostate all'intersezione fra fratture e stratificazione dove gli strati affiorano a reggipoggio.

### I MONTI DELLA META-MAINARDE

La catena della Meta-Mainarde, massiccio con vette aguzze e selvagge, dominate dal M. Petroso (2249 m) e dalla Meta (2242 m), è costituita da una anticlinale calcarea con asse N-S disposto lungo la Val Canneto e la Val Fondillo: la struttura è sovrascorsa verso Nord (M. Amaro) e verso NE (M. Marrone) sui sedimenti fliscioidi dell'alta Val di Sangro e dell'alta Valle del Volturno (DAMIANI ET ALII, 1991) (Fig. 100).

L'estensione areale dei depositi carbonatici è di circa 200 km<sup>2</sup>. Al nucleo dell'anticlinale affiorano estesamente le dolomie massive del Giurassico inf. (litofacies 67d), potenti più di 500 m. 81 Boni et alli (1986) hanno osservato che "le dolomie si possono differenziare dalle altre formazioni carbonatiche dell'Appennino centrale perché hanno caratteri idrogeologici, almeno apparentemente, simili a quelli delle rocce a permeabilità interstiziale. Hanno infatti limitata permeabilità d'insieme ed elevata capacità di immagazzinamento, Hanno la particolarità di trovarsi sature fino a quote superiori a 1000 m. Ospitano, infatti, falde con gradienti idraulici superiori al 2% che alimentano un regolare scorrimento perenne ad alta quota, generalmente assente negli altri terreni carbonatici". In effetti, in questa formazione geologica il carsismo ipogeo risulta quasi del tutto assente, con solo 2 piccole grotte segnalate nei catasti regionali laziale e abruzzese.

Successivamente alla deposizione delle dolomie, dal Lias medio al Cenozoico si sono sedimentati calcari di margine e di scarpata, che testimoniano il passaggio verso Est dalla piattaforma carbonatica laziale-abruzzese ad un bacino adiacente.

I margini delle piattaforme sono le aree più interessate dalla tettonica sinsedimentaria e anche dalla tettonica recente, a causa delle marcate differenze sia di litologia che di spessore tra i sedimenti carbonatici di piattaforma e i sedimenti di bacino. Ciò ne rende più complesso lo studio, perché la tettonica viene ad insistere proprio in zone in cui la norma è l'assenza di sedimentazione continua e la componente detritica costituisce il più delle volte il litotipo prevalente (D'ANDREA, 1990). Le grotte conosciute in queste formazioni calcaree sono poche e mai di grande sviluppo; questo, evidentemente, non indica necessariamente una scarsa carsificabilità, anche se alcuni livelli marnosi e il substrato dolomitico probabilmente limitano la possibilità di formazione di sistemi molto profondi.

Sopra le dolomie massive (litofacies 67d) si sono deposti sedimenti calcarei piuttosto eterogenei nelle diverse zone, raggruppabili nelle due seguenti formazioni (litofacies 62t e 62b): a) in destra (Est) della Val Canneto: calcari organogeni e oolitici (litofacies 62t), con spessori maggiori di 200 m. nei quali si apre la Chiatra delle Ciaule, pozzo verticale profondo 53 m:

b) in sinistra (Ovest) della Val Canneto: breccia a matrice calcarea, poligenica e con dimensione dei clasti variabile (litofacies 62b), con spessore anche di 400 m, nella quale è noto l'Abisso Yoghi, successione di pozzi profonda 90 m.

Nelle successioni stratigrafiche di tutta l'area mancano tracce di sedimentazione relative al Neocomiano-Barremiano. Successivamente (Barremiano-Aptiano), nell'area del M. Meta si è depositato un conglomerato calcareo massivo (litofacies 53m, il contatto è visibile all'Abisso Yoghi), che verso l'alto contiene livelli marnosi e livelli con selce. E' nota in questa formazione una sola piccola grotta nel comune di Picinisco.

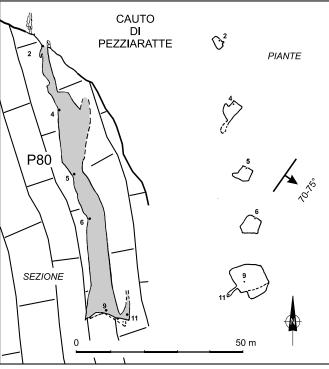


Figura 101 - Sezione e piante del Caùto di Pezziaratte, grande pozzo impostato lungo uno strato fortemente inclinato

A Ovest della Val Canneto fino al Paleocene si depositano calcari con elementi detritici più piccoli passanti verso l'alto a calcari bianchi, prevalentemente bioclastici (litofacies 51s), che costituiscono le cime dei M. della Meta, delle Mainarde, del M. Sterpidalto e del M. Amaro. Come tipicamente si riscontra nelle aree di margine delle piattaforme carbonatiche, la continuità di sedimentazione rappresenta soltanto una rara evenienza, infatti localmente questi sedimenti si sono depositati anche direttamente sopra le dolomie basali, per esempio al M. Amaro. Il carsismo ipogo risulta poco sviluppato, ma comunque più che in tutte le altre formazioni di questa struttura. Fra le almeno 14 cavità conosciute, le più importanti sono la Chiatra  $2^a$  del Bosco Fondillo (-63 m), la Callarella di Macchiarvana (pozzo su frattura inclinata di  $80^\circ$ , che si immette in una sala; -57 m), e i pozzi  $1^\circ$  e  $2^\circ$  di Monte Amaro (rispettivamente -40 e -65 m), situati presso la vetta del M. Amaro (1850 m).

## LE DORSALI DI MONTI CASTELNUOVO, ROCCHETTA AL VOLTURNO E PIZZONE

A Est dei M. della Meta emergono dai sedimenti terrigeni le tre "spine" carbonatiche di M. Castelnuovo, Rocchetta al Volturno e Pizzone. Scendendo i versanti orientali, ai piedi dei rilievi i carbonati meso-cenozoici sono regolarmente coperti dalle formazioni terrigene, mentre sul versante Ovest i calcari sono rialzati da faqlie orientate NW-SE.

E' probabile che i sedimenti calcarei che costituiscono le tre dorsali siano stati deposti all'interno di una piattaforma carbonatica diversa da quella laziale-abruzzese, situata più a Est (la piattaforma "Morrone-Pizzalto-Rotella", vedi prima parte di questo capitolo). I forti raccorciamenti subiti dalle strutture carbonatiche avrebbero portato quasi a contatto il margine della piattaforma laziale-abruzzese con i depositi di questa piattaforma più esterna (D'Andrea et al.ii, 1992; Scrocca & Tozz. 1999).

In questi tre piccoli rilievi attualmente è conosciuta una sola grotta, il Caùto di Pezziaratte, situato nella dorsale calcarea di M. Castelnuovo (1251 m), estesa arealmente per circa 5 km². La sua struttura è ad anticlinale asimmetrica, con pendenze che vanno aumentando da 10-30°NE sul

versante SW della dorsale fino a più di 70° sul versante NE, dove i carbonati si immergono al di sotto delle torbiditi aroilloso-arenacee di fondovalle.

In generale, l'inclinazione degli strati, pur potendo essere estremamente varia risulta prossima alla verticale solo in un numero limitato di casi, mentre molto frequentemente ha valori modesti. Quindi, mentre si rinvengono spesso condotti carsici di interstrato con pendenze basse, è raro trovare pozzi impostati sulla stratificazione; il Cativo di Pezziaratte (-84 m), sembra rappresentare una di queste situazioni inconsuete (Fig. 101). Si tratta di un profondo pozzo a salto unico che si apre parallelamente e nelle immediate vicinanze del contatto a forte inclinazione (70-75°) fra i calcari del Cretacico inf., che costituiscono il nucleo dell'anticlinale, e le sovrastanti calcareniti del Miocene.