



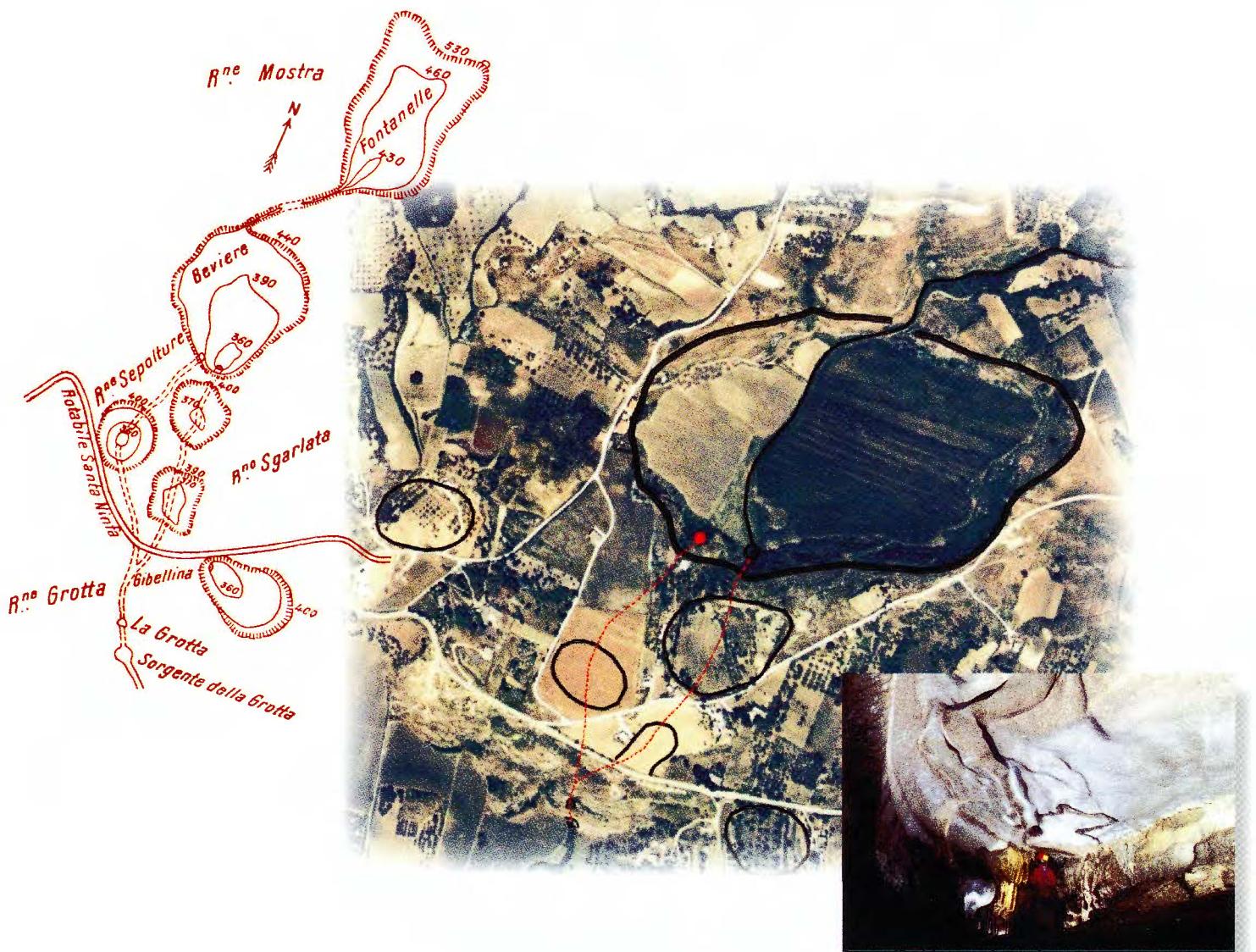
Parco Regionale dei Gessi Bolognesi  
e Calanchi dell'Abbadessa



Associazione Italiana  
di Geografia fisica e Geomorfologia

# LE AREE CARSICHE GESSOSE D'ITALIA

a cura di  
Giuliana MADONIA e Paolo FORTI



Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia  
Serie II, vol. XIV

Bologna, 2003





*A cura di:*

Giuliana Madonia  
Paolo Forti

*Pubblicato con il contributo di:*

**Consorzio di gestione del Parco Regionale dei Gessi  
Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa**  
Via Jussi n. 171, 40068 –San Lazzaro di Savena (BO)  
www.parcogessibolognesi.it

**Società Italiana Trasmissioni Industriali S.p.A.**  
Via G. di Vittorio n. 4, – Montevoglio (BO)  
www.sitiriduttori.it

*Redazione:*

Danilo Demaria

In copertina:

Area Carsica di Santa Ninfa (TP): rilievo tratto dal lavoro di M. Gemmellaro (1915) ripreso da O. Marinelli in "Le regioni carsiche gessose d'Italia" (1917), foto aerea (Volo A.T.A. 1987, Regione Siciliana. Ripresa della Compagnia Generale Riprese Aeree SpA – Parma, Autorizzazione D.P.R. n. 367 - 29.09.2000) della stessa area con indicate le forme carsiche già osservate dal Marinelli e la galleria principale della Grotta di Santa Ninfa (foto M. Vattano).

*Cover:*

*The karst area of Santa Ninfa (Trapani, Sicily): sketch taken from M. Gemmellaro (1915) and Marinelli's "Le regioni carsiche gessose d'Italia" ("The gypsum karst areas of Italy", 1917), aerial photo (Volo A.T.A. 1987, Regione Siciliana. Ripresa della Compagnia Generale Riprese Aeree SpA – Parma, Autorizzazione D.P.R. n. 367 - 29.09.2000) of the same area in which the karst forms observed by Marinelli have been reported and the main gallery of the Santa Ninfa Cave (photo M. Vattano).*

In quarta di copertina:

Alcuni aspetti peculiari dei fenomeni carsici in gesso d'Italia

*Back cover:*

*Peculiar aspects of the gypsum karst phenomena of Italy.*

Allegato:

Carta delle aree carsiche gessose in Italia (1:3.500.000)

*Enclosed:*

*Map of the gypsum karst areas of Italy (1:3.500.000)*



*Per unanime volontà degli Autori questo volume è dedicato alla memoria di Tommaso Macaluso (S. Caterina Villarmosa, 1948 – Palermo, 2002) docente di Geomorfologia presso l'Università degli Studi di Palermo e validissimo studioso del carsismo nelle rocce evaporitiche. Alla grande passione ed all'entusiasmo di Tommaso si deve infatti la ripresa degli studi sui fenomeni carsici nei gessi della Sicilia che, dopo i primi lavori di Olinto Marinelli e di Mariano Gemmellaro, erano stati confinati per oltre mezzo secolo in uno stato di totale oblio.*

*Infatti con l'occasione del Primo Convegno Internazionale sul Carsismo delle Evaporiti in Sicilia, che nel 1985 vede proprio Tommaso fra i promotori e i principali organizzatori, vengono intraprese tutta una serie di ricerche scientifiche i cui risultati si impongono ben presto all'attenzione degli studiosi sia italiani che stranieri.*

*I risultati di tali ricerche, sempre coordinati da Tommaso porteranno, fra l'altro, all'individuazione di siti di notevole interesse carsico e naturalistico, molti dei quali tutelati successivamente con l'istituzione di riserve naturali: per merito suo attualmente la Sicilia è la regione che vanta più aree gessose protette in Italia.*

*Con la sua morte, avvenuta nel pieno della maturità scientifica, il Gruppo di Carsologia dell'AIGEO perde non solo un collaboratore fidato, un docente di grande spessore culturale e umano e uno studioso di grande caratura e di chiara fama, ma anche un amico generoso e leale, un uomo di grande impegno civile e morale e di rigorosa coerenza ai propri ideali.*



# LE AREE CARSICHE GESSOSE D'ITALIA

a cura di  
Giuliana MADONIA e Paolo FORTI

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia  
Serie II, vol. XIV

Bologna, 2003





# INDICE

<i>Presentazione</i> .....	p. 9
<i>Introduzione</i> .....	p. 11

## Parte Prima – Generalità

FRANCO CUCCHI, CHIARA PIANO <i>Inquadramento geografico e geologico dei gessi in Italia</i> .....	p. 17
MICHELE SIVELLI <i>La speleologia nei gessi d'Italia: un percorso storico</i> .....	p. 27
UGO SAURO <i>Aspetti evolutivi del paesaggio carsico nei gessi in Italia</i> .....	p. 41
EZIO BURRI <i>Il paesaggio antropizzato nelle aree gessose</i> .....	p. 47
TOMMASO MACALUSO, GIULIANA MADONIA, UGO SAURO <i>Le forme di soluzione nei gessi</i> .....	p. 55
PAOLO FORTI, ANTONIO ROSSI <i>Il carsismo ipogeo nei gessi italiani</i> .....	p. 65
LEONARDO LATELLA, GIUSEPPE RIVALTA, DINO SCARAVELLI <i>Particolarità biologiche delle aree carsiche nei gessi italiani</i> .....	p. 89
STEFANO BENAZZI, GIORGIO GRUPPIONI <i>Testimonianze antropiche pre-protostoriche in aree gessose</i> .....	p. 107
DAVID BIANCO, MARCELLO PANZICA LA MANNA, UGO SAURO <i>Tutela e valorizzazione delle aree carsiche italiane nelle rocce evaporitiche: problemi e prospettive</i> .....	p. 115

## Parte seconda – Il carsismo nei gessi delle regioni italiane

GIOVANNI BADINO, ARRIGO A. CIGNA, CHIARA SILVESTRO <i>Valle d'Aosta e Piemonte</i> .....	p. 123
LAMBERTO LAURETI <i>Lombardia</i> .....	p. 131
MIRCO MENEGHEL, UGO SAURO <i>Veneto</i> .....	p. 137
GIULIANO PERNA <i>Trentino ed Alto Adige</i> .....	p. 143
FRANCO CUCCHI, CHIARA PIANO <i>Friuli-Venezia Giulia</i> .....	p. 149

GILBERTO CALANDRI <i>Liguria</i> .....	p. 155
DANILO DEMARIA <i>Emilia Romagna</i> .....	p. 159
LEONARDO PICCINI <i>Toscana</i> .....	p. 185
ROBERTO BAMBINI, ANDREA BOCCHINI, SANDRO GALDENZI <i>Marche</i> .....	p. 197
MARCO MENICHETTI <i>Umbria</i> .....	p. 203
MICHELE SIVELLI <i>Lazio</i> .....	p. 209
EZIO BURRI <i>Abruzzo e Molise</i> .....	p. 213
NATALINO RUSSO <i>Campania</i> .....	p. 225
GIANLUCA SELLERI, GIUSEPPE MASTRONUZZI <i>Puglia</i> .....	p. 231
NATALINO RUSSO <i>Basilicata</i> .....	p. 241
GIANLUCA FERRINI, ANTONIO MORETTI <i>Calabria</i> .....	p. 243
VALERIO AGNESI, TOMMASO MACALUSO, GIULIANA MADONIA, MARCELLO PANZICA LA MANNA <i>Sicilia</i> .....	p. 253
JO DE WAELE <i>Sardegna</i> .....	p. 279

## PRESENTAZIONE

Le aree evaporitiche della Regione Emilia Romagna non sono certo molto sviluppate, rappresentando all'incirca solo l'1% del territorio regionale. Eppure gli affioramenti gessosi regionali in generale e l'area dei Gessi Bolognesi in particolare sono stati i luoghi dove, per la prima volta in Italia, hanno iniziato a svilupparsi le esplorazioni, le ricerche e gli studi scientifici sistematici sui differenti aspetti del carsismo nei gessi.

Tali studi e ricerche, che sono proseguite senza sosta dall'inizio del Novecento ai giorni d'oggi, hanno fatto sì che i gessi della nostra regione ed i fenomeni carsici da loro ospitati siano attualmente senza dubbio i meglio esplorati e studiati al mondo. Non a caso già nel 1985 Bologna fu scelta come sede per il primo Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti ed oggi è sede del simposio "*The Gypsum Karst Areas in the World: their protection and touristic development*" dedicato al tema della tutela e valorizzazione delle aree carsiche gessose, in particolare mediante l'istituzione di aree protette, ed alla loro utilizzazione "turistica".

Non è quindi un caso se la Regione Emilia Romagna, con la decisiva collaborazione di molti Enti locali e su sollecitazione dei Gruppi Speleologici e delle Associazioni Ambientaliste, è stata la prima in Italia a salvaguardare definitivamente un'area carsica gessosa, con l'istituzione nel 1988 del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa.

Da allora il processo di tutela di questa emergenza ambientale è proseguito, inserendo le più importanti aree gessose regionali all'interno di Riserve e Parchi Naturali e individuandole come Siti di Importanza Comunitaria della Rete Natura 2000, il sistema europeo di aree protette volte alla conservazione della biodiversità. Una volta conclusa questa prima fase, ormai molto avanzata, in Emilia Romagna gran parte del patrimonio carsico legato alle evaporiti sarà dotato delle migliori forme di tutela.

In questi anni altre Regioni italiane hanno seguito l'esempio della nostra, tanto da poter dire che la situazione ambientale di molte aree gessose italiane è fortemente migliorata rispetto ad un recente passato. L'obiettivo della salvaguardia delle formazioni gessose e dei fenomeni speleologici ed ecologici connessi non può costituire il solo traguardo: bisogna anche saper valorizzare le emergenze che hanno portato all'istituzione del Parco, trasformando la tutela in una occasione di crescita culturale e di educazione ambientale per la cittadinanza.

Per questo motivo si è ritenuto indispensabile fare il punto aggiornato sia sulle conoscenze scientifiche attuali sia sui problemi di salvaguardia e "sviluppo sostenibile" per queste particolari aree carsiche, il cui equilibrio ecologico è estremamente delicato.

Questo volume monografico, che scaturisce da oltre tre anni di lavoro collegiale multidisciplinare di alcune decine di ricercatori e studiosi con l'appoggio di molte università italiane, risulterà quindi sicuramente uno strumento fondamentale e indispensabile per la corretta programmazione e gestione futura delle aree carsiche gessose d'Italia, sia nel loro complesso che a livello del singolo affioramento, insieme anche alla discussione svolta nel corso del Simposio.

Per questo motivo sono particolarmente contento di presentare questa monografia voluta dal Parco dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa e resa possibile grazie al contributo della Regione Emilia Romagna, della Provincia di Bologna, del Comune di San Lazzaro di Savena e del Comune di Pianoro.

L'Assessore all'Ambiente della Provincia di Bologna  
*Forte Clò*

## INTRODUZIONE

Paolo Forti<sup>1</sup>

Nel 1917 vedeva la luce la monografia “*Fenomeni Carsici nelle Regioni Gessose d'Italia*” a firma di Olinto Marinelli, che rappresentava il primo tentativo di descrizione organica delle conoscenze sul carsismo epigeo ed ipogeo nei gessi del nostro paese.

In realtà allora le esplorazioni speleologiche nei gessi erano ancora assolutamente sporadiche e limitate a piccolissime zone; inoltre pochissimo si conosceva delle morfologie epigee ed ipogee caratteristiche dei gessi e ancora meno dei processi che ne determinavano lo sviluppo.

Se si eccettuavano infatti alcune rare e scarse descrizioni presenti in pubblicazioni non specifiche, nessuna ricerca era stata sviluppata nelle aree carsiche gessose sino alla fine del 1800.

Questa mancanza di interesse verso gli affioramenti evaporitici derivava direttamente dal fatto che era convinzione generale che i fenomeni carsici non potessero svilupparsi altro che nelle rocce calcaree: pertanto la situazione italiana in questo campo era assolutamente simile, se non forse addirittura un po' migliore, a quella nel resto del mondo.

Infatti proprio nel nostro Paese, nell'ultima decade del 1800 e nei primi 15-20 anni del

*The monography “Fenomeni Carsici nelle Regioni gessose d'Italia” (Karst Phenomena in the Gypsum regions of Italy) by Olinto Marinelli saw the light in 1917. It was the first attempt at describing the knowledge in an organic way on both surface and deep karst in the gypsum outcrops of Italy.*

*At that time, speleological exploration of gypsum was still quite sporadic and limited to very small areas, therefore, very little was known on either surface or underground morphology typical of gypsum, and even less on the processes which determined their development.*

*Apart from rare and short descriptions found in non-specific publications, no research was carried out in the gypsum karst regions until the end of the 1800's. This lack of interest towards evaporitic outcrops was due to the generally held conviction that the karst phenomenon could develop only in limestone rocks. Therefore, the Italian situation was the same as, or perhaps a little better, than the rest of the world. However, in the last decade of the 1800's and the first 15-20 years of the 1900's, it was indeed in our country that studies were carried out which demonstrated how several Italian gypsum areas were very interesting because of the karst pheno-*

---

<sup>1</sup> Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna, Italia. forti@geomin.unibo.it

1900 si iniziarono a sviluppare studi e ricerche che permisero di evidenziare come varie aree gessose d'Italia fossero molto interessanti per i fenomeni carsici epigei ed ipogei ospitati.

L'opera del Marinelli ha rappresentato appunto il momento di sintesi di questo fervore esplorativo dei primi anni del 1900 ed ha mantenuto intatta la sua validità per oltre 50 anni.

Infatti il periodo che va dalla fine della prima guerra mondiale alla fine degli anni '60 vedeva in tutto il mondo un vistoso calo di attenzione verso le grotte ed i fenomeni carsici in gesso a causa del fatto che le migliorate tecniche esplorative rendevano più interessanti e avvincenti le ricerche nei profondi abissi nei calcari. In questo lasso di tempo esclusivamente nell'Emilia Romagna le esplorazioni continuarono a rivolgersi ai gessi, anche e soprattutto per l'assenza in tale regione di aree carsiche in calcare.

Negli anni '70, grazie alle ricerche effettuate essenzialmente nei Gessi Bolognesi, che avevano portato alla descrizione di meccanismi speleogenetici completamente nuovi e di forme sia erosive che deposizionali assolutamente peculiari, l'interesse verso i fenomeni carsici in questi litotipi tornò ad aumentare, coinvolgendo nel tempo anche ricercatori e speleologi di altre regioni.

Un primo salto qualitativo si ebbe nel 1985 quando si svolse a Bologna il "Primo Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti", con la partecipazione di specialisti provenienti da 12 Paesi di 3 continenti.

Grazie anche a questa manifestazione la Sezione Carsismo del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia organizzò una serie di stage, cui parteciparono di volta in volta alcune decine di ricercatori di differenti università italiane, allo scopo di effettuare studi multidisciplinari in aree carsiche gessose. Tali stage portarono alla pubblicazione, nell'ambito delle Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, di tre differenti

*mena found there.*

*Marinelli's work represented the synthesis of the explorative fervour of the first years of the 1900's and it maintained its validity for over 50 years. The period of time that went from the end of the First World War to the end of the 60's saw, all over the world, a diminished interest for caves and karst phenomena in gypsum; this was caused by the improved explorative techniques which made research in the limestone abysses more interesting and captivating. During this time, exploration of gypsum only continued in Emilia Romagna, principally because of the absence of karst areas in limestone in this region. Thanks to research carried out essentially on the gypsum area close to Bologna in the 70's, that brought about a description of completely new speleogenetic mechanisms and absolutely peculiar erosive and deposital forms, there was a return of interest for gypsum karst phenomena, involving researchers and speleologists also from other regions.*

*A first step forward was made in 1985, when the "Primo Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti" (First International Symposium on Evaporite Karst) took place in Bologna with the participation of experts from 12 countries and 3 continents.*

*Also thanks to this reunion, the Sezione Carsismo del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (Karst Section of the National Group of Physical Geography and Geomorphology) organised a series of stages to which, in turn, participated some tens of researchers from various Italian universities with the object of undertaking multidisciplinary studies in gypsum karst areas. Such stages led to the publication – in the ambit of the Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia (Memories of the Italian Institute of Speleology) – of three different monographies: "I Gessi di Santa Ninfa (Trapani)" [The Gypsum of Santa Ninfa (Trapani)] (1989), "L'area carsica delle Vigne (Vezino, Crotone)" [The Vigne karst area (Verzino, Crotone)] (1998) and finally "L'area*

monografie: “*I Gessi di Santa Ninfa (Trapani)*” (1989), “*L’area carsica delle Vigne (Verzino, Crotone)*” (1998) e infine “*L’area carsica di Borzano (Albinea – Reggio Emilia)*” (2001).

Recentissimamente poi si è scoperto che le aree carsiche gessose possono essere addirittura più sensibili alle variazioni microclimatiche di quelle carbonatiche e pertanto potrebbero diventare luogo preferenziale per lo studio dei mutamenti climatici in atto nel nostro pianeta.

Parallelamente all’aumento dell’interesse scientifico le aree carsiche gessose d’Italia hanno visto crescere enormemente il numero delle esplorazioni speleologiche, tanto che, attualmente, non esistono praticamente Regioni in cui non siano stati descritti fenomeni carsici epigei e/o ipogei in questo litotipo, anche se le differenze nelle conoscenze sono ancora estremamente elevate da area ad area: a conferma della rilevanza delle esplorazioni speleologiche condotte nel nostro Paese va qui ricordato che attualmente all’Italia appartiene il record di profondità in gesso con 265 metri (Sistema di Monte Caldina, Reggio Emilia).

Infine, in questi ultimi anni, le aree carsiche gessose con i loro peculiari ecosistemi sono state riconosciute di estrema importanza naturalistica, tanto che varie di esse sono state trasformate in Parchi o Riserve Naturali.

Per tutti questi motivi si è ritenuto logico realizzare, in occasione del Secondo Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti, una monografia che facesse il punto delle conoscenze attuali sulle aree carsiche gessose d’Italia.

A differenza della monografia del Marinelli, che trattava quasi esclusivamente l’aspetto geografico e geomorfologico di queste aree, nel presente volume si sono considerati anche altri aspetti, da quello biologico a quello paleontologico, da quello archeologico a quello della fruizione sociale.

La monografia è suddivisa in due parti nella

*carsica di Borzano (Albinea – Reggio Emilia)” [The Borzano karst area (Albinea – Reggio Emilia)] (2001).*

*It was also discovered, quite recently, that the gypsum karst areas could be even more susceptible to microclimatic variations than the limestone ones and, therefore, they could become the preferential places where to study the climatic variations taking place in our planet.*

*Together with increased scientific interest, the Italian gypsum karst areas have seen a considerable increase in the number of speleological explorations, so much so, that there is practically no region where gypsum surface and/or deep karst phenomena have not been described, although knowledge differs greatly from area to area. As proof of the speleological explorations undertaken in our country, it should be mentioned that the gypsum depth record belongs to Italy (-265 metres in Monte Caldina Cave, Reggio Emilia).*

*Finally, in these last years, the karst gypsum areas with their peculiar eco-systems have been recognised as having great natural importance so that various ones have been turned into Parks and Natural Reserves. For all these reasons, it was thought logical to produce – on the occasion of the Second International Symposium on the Evaporites Karst (Secondo Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti) – a monograph which would give a comprehensive view of present knowledge on the gypsum karst areas of Italy.*

*Differently from Marinelli’s monography, which dealt almost exclusively with the geographical and morphological aspects of these areas, the present work takes into consideration other aspects: from the biological one to the paleontological, from the archaeological to that of social fruition. This monography is divided in two parts: the first one deals with the Italian gypsum karst in general, while in the second one, a detailed description is given, Region by Region.*

*It is the hope of the Authors that this work will, in the future, promote an increasing interest in*

prima delle quali i fenomeni carsici nei gessi italiani vengono inquadrati nel loro complesso, mentre la seconda è costituita dalla descrizione puntuale di tali fenomeni Regione per Regione.

La speranza degli Autori è che questa opera possa in futuro suscitare un sempre maggior interesse attorno alle aree carsiche gessose non solo in Italia ma in tutto il resto del mondo, anche e soprattutto per una loro migliore conservazione e salvaguardia.

*karst gypsum areas both in Italy and in the rest of the world also, and most of all, for their better conservation.*



# PARTE PRIMA

## GENERALITÀ



# INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO DEI GESSI IN ITALIA

Franco Cucchi<sup>1</sup> e Chiara Piano<sup>1</sup>

## Riassunto

In Italia litotipi evaporitici sono abbastanza diffusi ed appartenenti essenzialmente a tre momenti paleoevolutivi, uno permiano, uno triassico ed uno messiniano. Fra le evaporiti i gessi non sono solitamente predominanti ma costituiscono comunque, specie quelli di età messiniana, orizzonti anche potenti ed estesi, il che ha favorito la genesi di reticoli ipogei e di morfologie epigee varie e ben sviluppate quali doline, sia di crollo che di dissoluzione, valli chiuse e localmente forme di dissoluzione minori (essenzialmente karren).

**Parole chiave:** evaporiti, Permiano, Triassico, Messiniano, distribuzione geografica, geologia, stratigrafia.

## Abstract

*Evaporitic lithotypes are sufficiently widespread and they essentially belong to three paleoevolutionary phases: Permian, Triassic and Messinian (see attached map). Among evaporites gypsum is not usually predominant but it forms, however, especially that belonging to the Messinian, also thick and extended horizons. Generally, the outcrops are distributed along structural axes and they are stretched and thin. Only in Sicily are wide fields distributed on more levels. This fact has favoured the development of widespread hypogean networks and of various and well-developed epigean morphologies.*

**Key-words:** evaporites, Permian, Trias, Messinian, geographic distribution, geology, stratigraphy.

In Italia i litotipi evaporitici sono abbastanza diffusi ed i gessi, anche se non sono sempre predominanti, costituiscono comunque orizzonti anche potenti ed estesi che hanno favorito la genesi di reticoli ipogei e di morfologie epigee varie e ben sviluppate.

In genere gli affioramenti sono distribuiti

lungo direttrici strutturali, allungati e di poco spessore. Solamente in Sicilia si evidenziano areali ampi distribuiti su più settori.

Quando sufficientemente estesi, gli affioramenti sono caratterizzati in superficie da doline, sia di crollo che di dissoluzione e da valli chiuse, oltre che, solo localmente, da forme di

---

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste

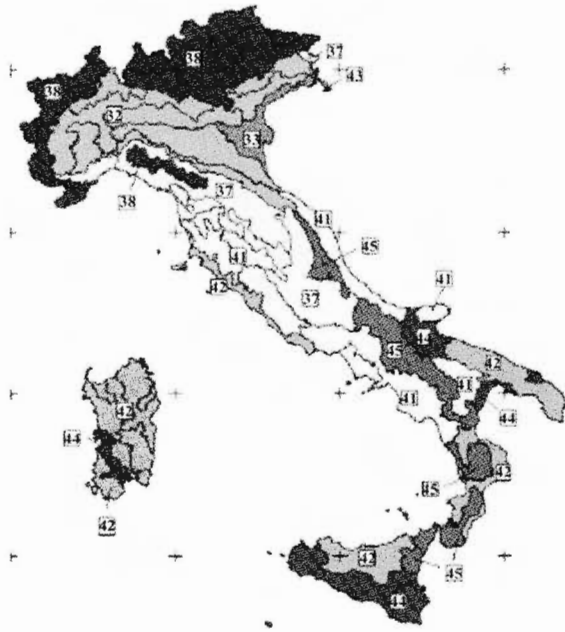


Fig. 1 - Carta dei tipi climatici: per la legenda si rimanda al testo (tratta da RIGHINI *et al.*, 2002: modificato nei colori). In Italy the following European climates were recognised (Righini *et alii*, 2002; European Commission, 1999):

- 32 - From oceanic hot temperate to sub-oceanic hot temperate, partially sub-mediterranean climate
- 33 - Sub-oceanic temperate climate
- 37 - Sub-continental hot temperate climate
- 38 - Mountain temperate climate
- 41 - From Mediterranean to hot temperate climate.
- 42 - From oceanic-Mediterranean to sub-oceanic Mediterranean, partially mountain climate.
- 43 - From Mediterranean-sub-continental to Mediterranean-continental climate
- 44 - From Mediterranean to sub-tropical climate
- 45 - Mountain Mediterranean climate

dissoluzione minori (karren, essenzialmente).

Compresa nella zona temperata, protetta a Nord dalla catena alpina, con un ampio sviluppo costiero, sul quale il mare fa sentire i suoi effetti mitigatori l'Italia ha un clima in prevalenza di tipo mediterraneo. In generale gli inverni possono essere freddi, ma senza eccessivi rigori, così come le estati sono calde, ma non torride. Le precipitazioni mediamente non sono abbondanti. Tuttavia montagne e colline, che occupano gran parte del territorio, fanno sì che anche l'altimetria sia un importante fattore climatico, mentre la marcata lunghezza da Nord a Sud del Paese accentua, con il procedere verso meridione, i caratteri propriamente mediterranei, cioè l'aridità e la mitezza del clima (fig. 1).

In Italia sono stati riconosciuti (RIGHINI *et al.*, 2002) i seguenti tipi climatici europei (EUROPEAN COMMISSION, 1999):

- Clima da temperato caldo oceanico a temperato caldo suboceanico, parzialmente sub-mediterraneo (cod. 32): precipitazioni da medie ad elevate con deficit in estate, inverno mite ed estate calda, periodo vegetativo da 180 a più di 210 giorni. Questo tipo di clima caratterizza la Pianura Padana.

- Clima temperato suboceanico (cod. 33): precipitazioni da medie a parzialmente elevate, inverno moderatamente freddo ed estate moderatamente calda, periodo vegetativo da 180 a più di 210 giorni. Clima rilevato lungo la costa del medio-alto Adriatico.

- Clima temperato caldo subcontinentale (cod. 37): precipitazioni da medie ad elevate, temperature e periodo vegetativo dipendenti dall'altitudine, inverno freddo ed estati da moderatamente calde a calde, periodo vegetativo da 180 a più di 210 giorni. Questo tipo di clima è presente lungo la costa dell'alto Tirreno e alle medie quote dell'Appennino centro-settentrionale.

- Clima temperato montano (cod. 38): precipitazioni da medie ad elevate, temperature e periodo vegetativo dipendenti dall'altitudine, inverno da freddo a molto freddo ed estate da moderatamente fredda a moderatamente calda. Clima che contraddistingue tutto l'arco alpino e le alte quote dell'Appennino settentrionale.

- Clima da mediterraneo a temperato caldo (cod. 41): precipitazioni da medie ad elevate, inverni con temperature sotto lo zero, in estate periodo secco molto breve, in parte senza periodo secco. Clima presente alle basse quote dell'Appennino occidentale ed orientale.

- Clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano (cod. 42): precipitazioni da medie ad elevate in autunno, inverno e primavera, solo regionalmente un breve periodo secco in estate. È il clima che caratterizza la costa occidentale dell'Italia centrale e della Calabria, la Sicilia

setentrionale, gran parte della Puglia e della Sardegna.

- Clima da mediterraneo-subcontinentale a mediterraneo-continentale (cod. 43): precipitazioni da medie a molto basse in primavera, autunno e inverno, lungo periodo secco in estate, parzialmente arido, inverno freddo ed estate torrida, in parte con clima montano. È un tipo di clima presente solo nel Carso triestino e goriziano.

- Clima da mediterraneo a subtropicale (cod. 44): precipitazioni molto basse durante tutto l'anno, inverno temperato ed estate calda, in parte torrida e arida. È un tipo di clima che si riconosce principalmente nella Sicilia centro-meridionale e nella Puglia settentrionale, secondariamente lungo le coste dello Ionio settentrionale e della Sardegna.

- Clima mediterraneo montano (cod. 45): precipitazioni da medie a parzialmente elevate, temperature e periodo vegetativo dipendenti dall'altitudine. Clima che si rileva alle quote più elevate dell'Appennino centro-meridionale e della Sicilia.

I litotipi evaporitici sono abbastanza diffusi ed appartenenti essenzialmente a tre momenti paleoevolutivi, uno permiano, uno triassico ed uno messiniano. Fra le evaporiti i gessi non sono solitamente predominanti ma costituiscono comunque, specie quelli di età messi-

niana, orizzonti anche potenti ed estesi, il che ha favorito la genesi di reticoli ipogei e di morfologie epigee varie e ben sviluppate.

## I gessi del Permiano

Gli affioramenti significativi di gessi più antichi sono quelli compresi nella Formazione a Bellerophon, successione del Permiano superiore.

In questo periodo di massima trasgressione ed elevato livello marino, il clima caldo e semiarido caratterizzante tutto il supercontinente Pangea favoriva la deposizione di calcari fossiliferi ricchi in materia organica, dolomie ed evaporiti (BAUD *et al.*, 1993a). Si è venuta così a creare, ad una paleolatitudine indicativa di 15° N, una fascia transizionale in facies evaporitico-clastica che bordava da Ovest a Nord-Ovest la piattaforma dolomitica affiorante nel Sudalpino (fig. 2).

In questo contesto si sono depositate le evaporiti della Formazione a Bellerophon, sovrastante le arenarie e le siltiti della Formazione delle Arenarie di Val Gardena, pure del Permico, e sottostante i calcari e le arenarie triassiche della Formazione di Werfen (Trias inferiore).

Nella sua successione tipica, la Formazione a Bellerophon è suddivisibile in tre unità lito-

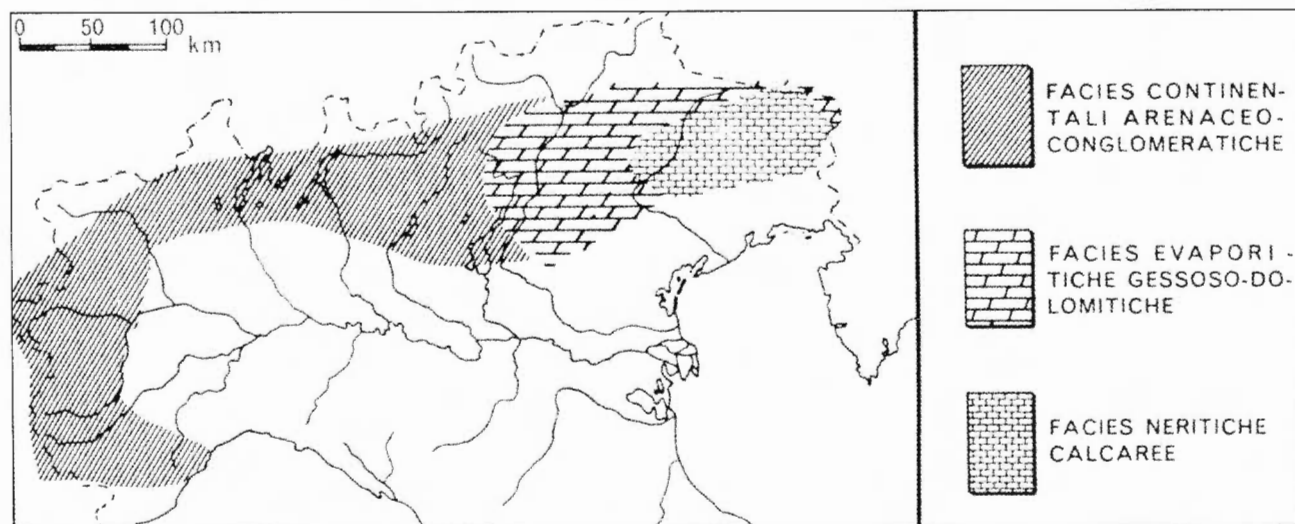


Fig. 2 – Distribuzione delle facies del Permiano superiore in Italia (tratta da DESIO, 1973).  
*Distribution of Upper Permian facies.*

stratigrafiche, di cui quella basale è caratterizzata diffusamente se non sostanzialmente da litotipi gessosi (facies Fiammazza *Auct.*) che affiorano in particolare in Carnia e nelle Dolomiti. La loro distribuzione è generalmente irregolare e localizzata in bacini ristretti ed indipendenti tra loro, probabilmente a causa dell'originaria morfologia con il mare che invadeva irregolarmente il continente originando lagune e microbacini isolati.

Litologicamente nell'unità inferiore basale si riconoscono gessi saccaroidi generalmente in ritmi millimetrici o centimetrici che nella parte inferiore sono alternati a siltiti ed argilliti e nel resto dell'unità a dolomie cariate. Nell'unità intermedia compaiono dolomie, calcari dolomitici, brecce dolomitiche e dolomie vacuolari che passano, nell'unità superiore al tetto della formazione, a calcari nerastri talora bituminosi, frequentemente bioclastici, con stratificazione decimetrica, occasionalmente intercalati a sottili livelli marnosi.

Una caratteristica di questa successione nel Sudalpino orientale è l'intensa tettonizzazione subita durante le compressioni orogenetiche alpine quando i livelli gessosi funsero da superfici di scollamento, mentre le litologie dolomitiche, estremamente fragili, crearono fasce di brecce tettoniche, dovute al movimento tra strato e strato, potenti da pochi metri a quasi 300 metri (VENTURINI, 2000).

## I gessi del Triassico

### *Triassico inferiore*

Durante il Triassico inferiore, nella penisola italiana persistettero caratteristiche climatiche aride subtropicali (PARRISH *et al.*, 1986) in paleolatitudini comprese tra 10° N e 20° N. Queste condizioni favorirono l'instaurarsi di ambienti evaporitici locali e limitati, sia arealmente che temporalmente.

È il caso degli sporadici episodi gessosi della Formazione di Werfen (Scitiano) presenti

nelle Dolomiti dove l'impedimento della circolazione marina ha dato origine ad intercalazioni di sottili lamine di gessi nell'Orizzonte di Andraz che, al margine occidentale delle Dolomiti, continuano sino al tetto del Membro di Campil.

Decisamente più significativi sono i depositi dello Scitiano superiore presenti nelle Alpi occidentali e nel Sudalpino centro-occidentale, in particolare nelle Prealpi Lombarde e Vicentine. Essi appartengono alla Formazione di Bovegno (citata anche come Carniola di Bovegno o Formazione delle Carniole Inferiori o facies di Röth), che testimonia l'instaurarsi di un ambiente modello sabkha, dove l'aumento di aridità molto probabilmente portò ad una diminuzione della denudazione e quindi ad un minor apporto terrigeno.

La formazione è costituita da calcari dolomitici, per lo più gessosi e vacuolari, grigio giallastri a stratificazione distinta, passanti a brecce; compaiono lenti di evaporiti anche di grandi dimensioni (cave di gesso presso Castelfranco e Pisogne in Val Camonica).

Anche questi depositi evaporitici assumono grande importanza strutturale in quanto principale livello di scollamento della copertura sedimentaria triassica lungo imponenti sistemi tettonici tra i quali quelli della serie orobica e della serie brianzone.

### *Triassico medio*

Nel Triassico medio persistono le condizioni climatiche precedenti tanto che nel dominio peritetideo si ha la formazione del vasto bacino evaporitico testimoniato dal Muschelkalk germanico. A questa facies appartengono i sedimenti anisici della Sardegna occidentale che alla base presentano calcari e dolomie cariate con lenti marnoso-gessifere. La serie è suddivisa in tre parti: nella parte inferiore si ha una facies lagunare con dolomie e, in misura minore, calcari compatti poco fossiliferi con dolomie cariate, lenti marnose e gessose. La parte intermedia è in facies

litorale con alternanza di marne e calcari marnosi in cui si rinvenivano lamellibranchi e una ricca fauna di Conodonti; la parte superiore è una facies pelagica con marne e calcari marnosi con alto contenuto paleontologico.

Contemporaneamente nell'Arco Alpino si assiste all'instaurarsi della piattaforma epiconcontinentale che registra un solo limitato episodio evaporitico, rappresentato dal livello gessifero intercalato ai calcari arenacei e marnosi appartenenti alla Formazione a Gracilis (DELFRATI *et al.*, 2002) affiorante nel Vicentino. È da segnalare, inoltre, che nei pressi di Livigno il Triassico medio vede una facies evaporitica (gessi e carnirole, Untere e Wetterstein Rauhewacke) eteropica alle dolomie.

### *Triassico superiore*

Il quadro paleoevolutivo del dominio tetideo durante il Triassico superiore delinea l'instaurarsi di un margine passivo in termini sia di subsidenza sia di sedimentazione con mutamento paleoclimatico da arido a progressiva-

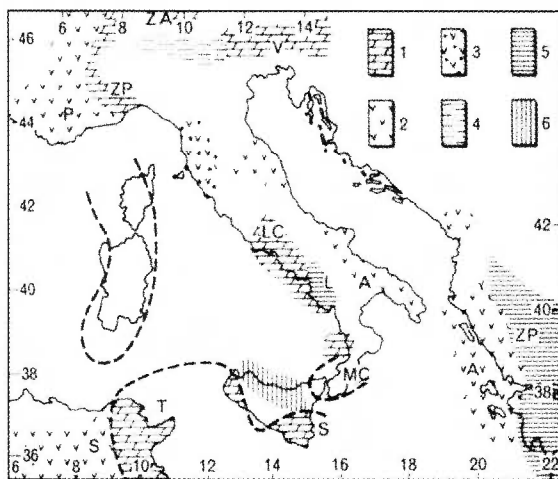


Fig. 3 – Distribuzione delle facies nel Mediterraneo centrale nel Triassico superiore (tratta da DESIO, 1973): 1= facies calcareo-dolomitiche (V = Venete, ZP = Zona Piemontese, ZA = Austroalpina, LC = Laziale-campana, S = Sicula, L = Libico-tunisina); 2 = facies evaporitiche (P = Provenzale, A = Adriatica, S = Sahariana); 3 = facies arenaceo-evaporitica toscana; 4 = facies calcareo-marnoso-arenacee lombarde; 5 = facies calcareo-silicee (L = Lucana; ZP = Zona del Pindo); 6 = facies calcareo-argillose sicule.

*Distribution of Upper Triassic facies in the Central Mediterranean.*

mente più umido e intertropicale nel tardo Norico (MARCoux *et al.*, 1993).

Cronologicamente si possono riconoscere tre eventi evaporitici (fig. 3): i depositi in facies germanica Keuper che ricoprono tutto l'arco temporale del Triassico superiore affioranti nella Sardegna occidentale e nel Dominio Delfinese – Provenzale delle Alpi Liguri, i depositi correlati all'evento Carnico affioranti nell'Arco Alpino e nel Gargano, quelli legati all'evento Norico tipici dell'Appennino settentrionale.

Il Keuper rispecchia la sedimentazione in regime clastico-evaporitico ed è dato da dolomie cariate e calcari marnoso-dolomitici con lenti argilloso-gessifere aventi localmente giacitura caotica, talora diapirica.

Nel Sudalpino orientale la successione rappresentativa del Carnico superiore viene riconosciuta nella Formazione di Raibl (PONTON, 2000), sequenza trasgressiva caratterizzata da tre unità litostratigrafiche che, dalla più antica alla più recente, sono: argille siltose varicolori, gessi rosati, dolomie e brecce cariate. La stratificazione è sempre fitta e decisa, la colorazione presenta toni rossi, verdi e gialli. Altre caratteristiche sono le frequenti variazioni di facies, l'eterogeneità degli spessori e l'elevato grado di erodibilità delle sue forme.

In tutto l'Appennino settentrionale sono presenti le formazioni delle Anidriti di Burano e del Calcare Cavernoso (Norico), rinvenibili in affioramento fino all'Umbria e nell'Appennino meridionale a Nord Ovest del Gargano, in sondaggio nelle Marche (CIARAPICA *et al.*, 1987). Queste formazioni sono le più importanti per l'Appennino settentrionale, non tanto per le caratteristiche sedimentarie o paleogeografiche, quanto per i caratteri di "plasticità" che per anni sono stati considerati essenziali per lo scollamento e il movimento della Falda Toscana e di molti altri elementi alloctoni in Appennino.

La Formazione delle Anidriti di Burano è stata riferita ad un ambiente di piattaforma carbonatico-evaporitica tipo sabkha (PASSERI,

1975), con piane tidali e bacini costieri; in affioramento è costituita da alternanze di dolomie scure e gesso in banchi metrici. A causa delle continue trasformazioni dei solfati, le originarie strutture sedimentarie sono state distrutte durante la diagenesi e oggi spesso si riconoscono solamente le strutture legate ai processi di diagenesi tardiva ed alla tettonica (“gesso striato” in CIARAPICA *et al.*, 1985).

Il diretto derivato delle Anidriti di Burano è il Calcare Cavernoso, formazione costituita da breccie di dolomie e da calcari a cellette, a cui sono associati spesso orizzonti di “cenerone”. In vicinanza degli affioramenti di solfati spesso sono presenti vene di gesso selenitico di neoformazione. Nei clasti di dolomia è facile trovare pseudomorfi di cristalli di anidrite fibrosa o aciculare, cosa che accade anche nelle Anidriti di Burano. Il Calcare Cavernoso è spesso stato definito come il corrispondente “autoclastico” delle sottostanti anidriti, originato classicamente da idratazione e successiva dissoluzione dei solfati. L’origine delle cellette (CIARAPICA, 1998) è però legata alla dissoluzione di clasti carbonatici per dedolomitizzazione, accompagnata da precipitazione di calcite di neoformazione in vene (pareti delle “cellette”).

### I gessi del Messiniano

Il Messiniano segna importanti cambiamenti nelle condizioni fisiografiche dei bacini, in corrispondenza della “crisi di salinità” che ha interessato l’area mediterranea, rappresentati dalla Formazione Gessoso-Solfifera le cui successioni più complete affiorano in Sicilia (fig. 4). Qui compaiono, separate da una superficie di discordanza a carattere regionale, due unità evaporitiche poggianti in discordanza sui terreni silico-clastici della Formazione di Terravecchia e ricoperte, sempre in discordanza, dalla Formazione dei “Trubi” (calcolutiti e calcisiltiti pelagiche con calcareniti gradate) del Pliocene inferiore (CATALANO, 1986).

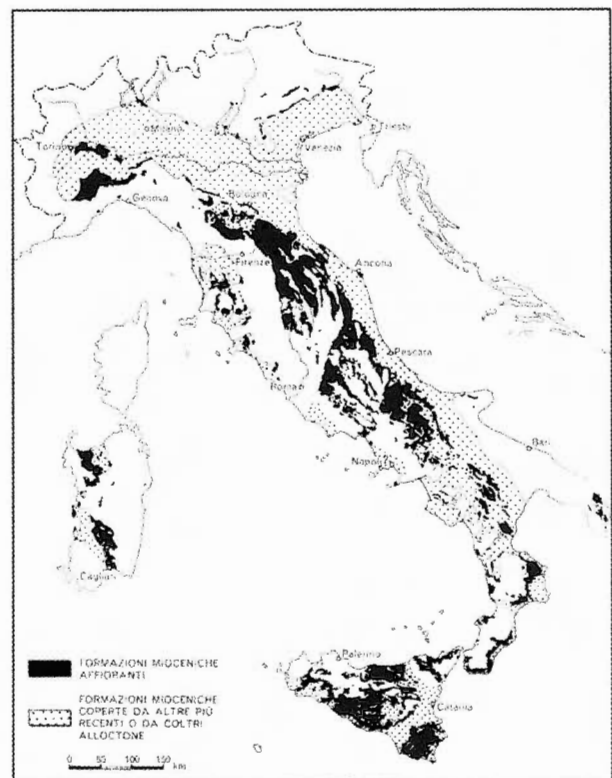


Fig. 4 – Distribuzione del Miocene in Italia (tratta da DESIO, 1973).

*Distribution of Miocene facies in Italy.*

### Il Messiniano in Sicilia

L’unità evaporitica inferiore presenta (fig. 5):

- diatomiti e marne diatomitiche di colore bianco candido del “tripoli”, sottilmente stratificate, molto porose, leggere e friabili;
- calcari evaporitici (generalmente noti come “calcare di base”) costituiti solitamente da calcari algali, laminati dolomitici, ecc.;
- gessi selenitici e laminati (generalmente primari) con intercalazioni di marne gessose.

L’unità evaporitica superiore consta di:

- gessi selenitici, balatini e clastici, ciclicamente alternati con livelli carbonatico-gessosi e sabbioso-argillosi;
- calcari bioclastici del “complesso terminale” passanti verso l’alto e lateralmente ai precedenti gessi;
- sabbie argillose (“Arenazzo”).

Dalle caratteristiche stratigrafiche e sedimentologiche delle facies evaporitiche e dal



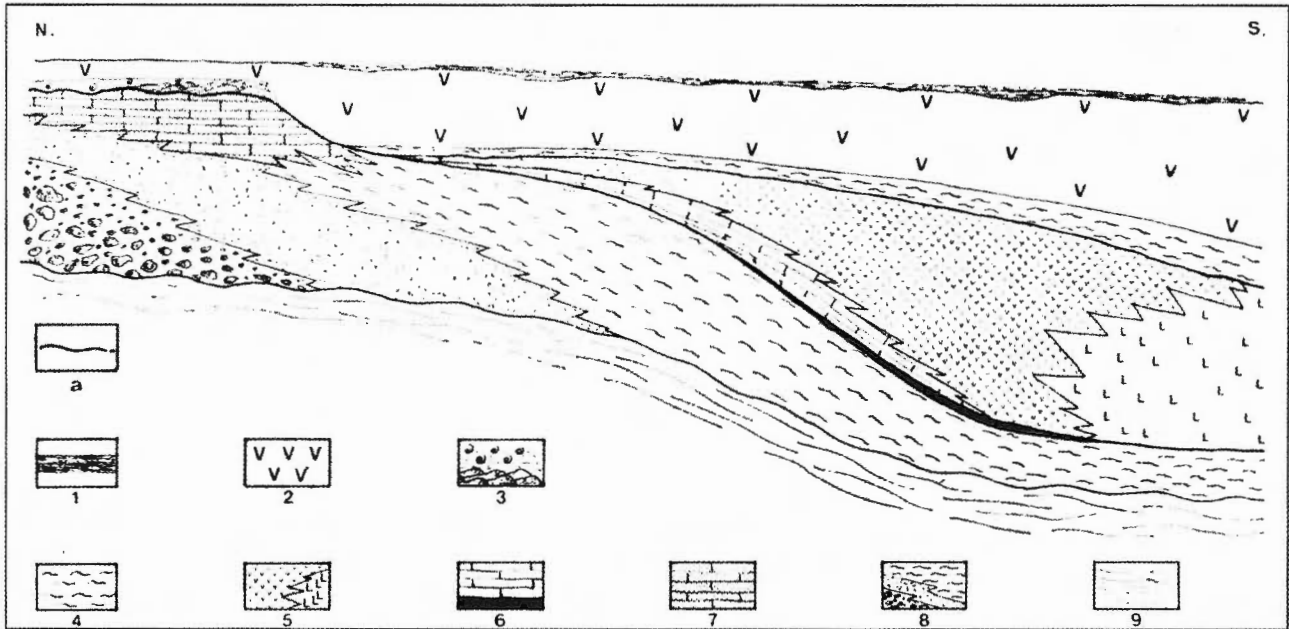


Fig. 5 - Schema litostratigrafico dei depositi del Tortoniano sup.-Pliocene inf. in Sicilia (tratto da CATALANO, 1979).

a) Superficie di discordanza regionale. 1) Trubi (Pliocene inf.). 2) Terreni dell'Unità evaporitica superiore passanti verso il basso a 3) barre oolitiche e marne ad ostreidi (Complesso Terminale). 4) Marne marine intercalate. 5) Gessi e sali dell'Unità evaporitica inferiore. 6) Calcarei evaporitici e diatomiti. 7) Complesso di scogliera (Messiniano inf.). 8) Conglomerati, sabbie e marne della Fm. Terravecchia (Messiniano inf.-Tortoniano sup.). 9) Terreni delle Unità stratigrafico-strutturali della catena messe in posto prima del Tortoniano superiore.

*The complete sequence of the "Formazione Gessoso-Solfifera".*

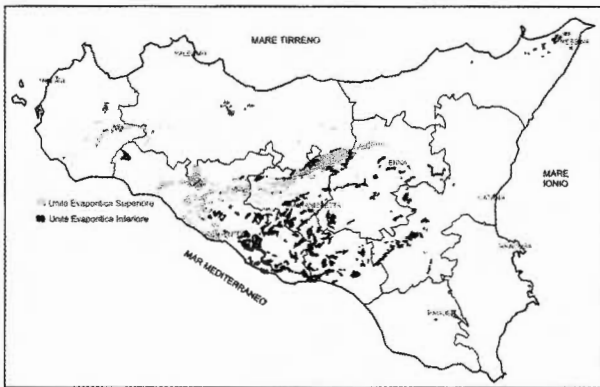


Fig. 6 - Carta delle morfologie carsiche nelle rocce evaporitiche della Sicilia (tratta da AGNESI *et al.*, 1987).

*Distribution of evaporites in Sicily*

rapporto tra substrato preevaporitico e terreni evaporitici sono definibili in Sicilia diversi areali di affioramento (fig. 6) con caratteristiche lievemente differenti: area di Salemi-Calatafimi-Castelvetrano, area di Cimina-Baucina-Sambuchi, area di Petralia-Alimena-Nicosia, area di Caltanissetta-Licata-Agrigento-Gela ed area di Cattolica Eraclea (CATALANO, 1986).

### *Il Messiniano nell'Appennino*

Nell'Appennino centro-settentrionale le bancate gessose si rivelano d'interesse sia per il loro aspetto sedimentologico che per quello strutturale in quanto, coinvolte nelle duplicazioni e triplicazioni della successione regolare evaporitica, fungono da indicatori cinematici dell'evoluzione deformativa regionale ed in particolare della tettonica compressiva tangenziale messiniana (fig. 7).

La Formazione Gessoso-Solfifera dell'Appennino centro-settentrionale risulta in generale costituita da tre corpi sedimentari diversificati (ROVERI *et al.*, 1999).

Alla base si ha un "corpo composito inferiore", che complessivamente raggiunge spessori di circa 35 metri, costituito da alternanze di livelli torbiditici gessarenitici, caratterizzati da locali fenomeni di completa ricristallizzazione diagenetica, alternati a strati di peliti scure spesso bituminose ad elevato contenuto in materia organica. Queste "coppie" gessareniti-



Fig. 7 - Schizzo paleogeografico dell'Italia centro-settentrionale nel Messiniano medio. Con le righe orizzontali sono indicate le aree emerse, in puntinato i laghi salmastri, dal grigio al nero i depositi evaporitici di profondità crescente (tratto da VAI, 1988: modificato nei colori).

*Paleogeography of central Italy during the Messinian. Horizontal lines are land areas, grey to black evaporites gradually deeper.*

co - pelitiche, il cui spessore medio non supera generalmente il mezzo metro, si ripetono ciclicamente formando una fitta alternanza cromatica chiaro-scuro. Talora l'alternanza è interrotta da strati gessosi potenti da 4 a 6 metri, gradati e torbiditici.

Segue un intervallo costituito prevalentemente da peliti grigie, raramente nerastre, al cui interno sono presenti livelli di gessareniti torbiditiche. Verso l'alto alcuni di questi livelli sono coinvolti in franamenti sottomarini e sono soggetti a boudinage.

Al tetto si ha un "corpo composito superiore" con spessore molto variabile (mediamente circa 100 metri) costituito da almeno due livelli distinti, uno di strati a matrice pelitica ricca in clasti e noduli di gesso (diagenetici) e un corpo caotico a matrice pelitica inglobante clasti eterometrici di rocce gessose appartenenti agli intervalli sottostanti. Al tetto del

corpo caotico, compaiono facies gessarenitiche stratificate.

Dal punto di vista litostratigrafico, la fase post-evaporitica è rappresentata nell'Appennino settentrionale da due unità informali note come Formazione di tetto e Formazione a Colombacci.

Ad Est della Linea di Forlì la Formazione Gessoso-Solfifera si presenta con facies bacinali (evaporiti risedimentate) e la successione è suddivisibile in due sequenze deposizionali principali. La sequenza inferiore comprende le facies risedimentate della Formazione Gessoso-Solfifera e i depositi terrigeni della Formazione di S. Donato o di tetto; la sequenza superiore comprende i depositi fluviolacustri della Formazione di Cusercoli (corrispondente alla Formazione a Colombacci).

Nell'Italia settentrionale durante il Messiniano la linea di costa coincideva approssimativamente con l'attuale margine interno delle Alpi ad esclusione di brevi e stretti bracci di mare; ciò ha precluso la sedimentazione evaporitica che, se presente, è solitamente non molto potente, con frequenti variazioni di facies e con abbondanti apporti terrigeni.

L'area di affioramento classica è rappresentata dal Bacino Terziario Piemontese ed è limitata a Nord dai rilievi della Collina di Torino e del Monferrato dove la Formazione Gessoso-Solfifera è compresa tra le Marne di S. Agata (al letto) e le Argille di Lugagnano (al tetto) con gessi che si presentano per lo più in corpi lenticolari.

In sondaggio i depositi messiniani sono presenti in tutto il sottosuolo della Pianura Padana, ad esclusione della Pianura Veneta e Friulana, con una potenza indicativa variabile tra qualche decina e 100 metri, e si mostrano in facies argilloso-marnosa a cui si associa anche gesso che palesa un ambiente di sedimentazione iperalino; al tetto ed in continuità si rinvencono talora argille e marne.

## Bibliografia essenziale

- AGNESI V., MACALUSO T., PANZICA LA MANNA M., PIPITONE G., 1986 - *Carta delle morfologie carsiche nelle rocce evaporitiche della Sicilia*. Le Grotte d'Italia, 13 (4).
- BAUD A., MARCOUX J., GUIRAUD R., RICOU L. E., GAETANI M., 1993a - *Late Murgabian (266-264 Ma)*. Atlas Tethys Paleoenvironmental Maps. Explanatory Notes, Gauthier-Villars, Paris, pp. 9-20.
- BAUD A., MARCOUX J., GUIRAUD R., RICOU L. E., GAETANI M., 1993b - *Late Murgabian Paleoenvironmental (266-264 Ma)*. Atlas Tethys Paleoenvironmental Maps. Maps, BEICIP-FRAN-LAB, Rueil-Malmaison
- CATALANO R., 1979 - *Scogliere ed evaporiti messiniane in Sicilia. Modelli genetici ed implicazioni strutturali*. Lavori dell'Istituto di Geologia dell'Università di Palermo, 18, pp. 1-21.
- CATALANO R., 1986 - *Le evaporiti messiniane. Loro ruolo nell'evoluzione geologica della Sicilia*. Le Grotte d'Italia, 13 (4), pp. 109-122.
- CIARAPICA G., CIRILLI S., PASSERI E., TRINCIANTI E., ZANINETTI L., 1987- *"Anidriti di Burano" e "Formation du Monte Cetona" (Nouvelle Formation), biostratigraphie de deux séries-types du Trias supérieur dans l'Apennin septentrional*. Rev. Paléobiol., 6 (2), pp. 341-409.
- CIARAPICA G., PASSERI L., 1998 - *Evoluzione paleogeografica degli Appennini*. Atti Tic. Sc. Terra, 40, pp. 233-290.
- CIARAPICA G., PASSERI L. & SCHREIBER C.B., 1985 - *Una proposta di classificazione delle evaporiti solfatice*. Geologica Romana, 24, p. 219.
- DELFRATI L., FALORNI P., GROPELLI G., PETTI F.M., 2002 - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Catalogo delle Formazioni. Fascicolo III - Unità Validate*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, 7 (3), 208 pp.
- DESIO A. (eds), 1973 - *Geologia d'Italia*. UTET, Torino, 1082 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 1999 - *Georeferenced soil database of Europe. Manual of procedures. Version 1.0*. EUR 18092 EN, p. 184.
- MARCOUX J., BAUD A., RICOU L. E., GAETANI M., KRYSZYN L., BELLION Y., GUIRAUD R., BESSE J., GALLET Y., JAILLARD E., MOREAU C., THEVENIAUT H., 1993 - *Late Norian (215-212 Ma)*. Atlas Tethys Paleoenvironmental Maps. Explanatory Notes, Gauthier-Villars, Paris, pp. 35-54.
- PARRISH J. M., TOTMAN-PARRISH J. AND ZIEGLER A.M., 1986 - *Permian-Triassic paleogeography and paleoclimatology and implication for Tetrapsid distribution*. The ecology and biology of Mammals like reptiles, Smithsonian Institution Press edit., pp. 109-131.
- PASSERI L., 1975 - *L'ambiente deposizionale della formazione evaporitica nel quadro della paleogeografia del Norico tosco-umbro-marchigiano*. Boll. Soc. Geol. Italiana, 94, pp. 231-268.
- PONTON M., 2000 - *Il ciclo deposizionale post-ercinico. La successione Ladino-Retica*. Guida alle escursioni. Parte generale, Soc. Geol. Italiana, 80ª Riunione Estiva, Trieste 6-8 settembre 2000, pp. 18-21.
- ROVERI M., ARGNANI A., LUCENTE C.C., MANZI V., RICCI LUCCHI F., 1999 - *Guida all'escursione nelle Valli del Marecchia e del Savio*. Gruppo Informale di Sedimentologia, CNR, Riunione Autunnale, Guida all'escursione, Rimini, 3-6 Ott.1999, 52 pp.
- RIGHINI G., COSTANTINI E. A. C., SULLI L., 2002 - *La*

*Banca dati delle Regioni Pedologiche Italiane.*  
[http://www.soilmaps.it/soil\\_regions.pdf](http://www.soilmaps.it/soil_regions.pdf)  
VENTURINI C., 2000 - *Il ciclo deposizionale post-ercini-*  
*co. La successione Permo-Anisica.* Guida alle escur-

sioni. Parte generale, Soc. Geol. Italiana, 80<sup>a</sup>  
Riunione Estiva, Trieste 6-8 settembre 2000, pp.  
14-18.

# LA SPELEOLOGIA NEI GESSI D'ITALIA: UN PERCORSO STORICO

Michele Sivelli <sup>1</sup>

## Riassunto

Le primissime osservazioni sul fenomeno geologico e morfologico dei gessi d'Italia si avviano attorno alla metà del XVIII secolo grazie all'interessamento dei naturalisti L. Spallanzani e S. Calindri che segnalano alcune cavità nella regione padana. Le ricerche scientifiche vere e proprie si sviluppano invece solo nella seconda metà del 1800, attraverso l'impegno degli archeologi e dei geografi. Fra questi ricercatori O. Marinelli è colui al quale si devono i maggiori contributi, essendo autore di una trentina di lavori pubblicati fra il 1880 e il 1917; nello stesso periodo gli archeologi E. Brizio e G. Chierici tracciano i primi rilievi topografici di grotte in gesso (Grotta del Farneto – BO e Tana della Mussina - RE). I più importanti affioramenti evaporitici d'Italia, presenti in Sicilia, sono studiati solo nel 1915, soprattutto da M. Gemmellaro che svolge importanti osservazioni sui fenomeni epigei.

Nei primi anni del '900, G.B. De Gasperi, O. Marinelli, L. Quarina e G. Trebbi, pubblicano su *Mondo Sotterraneo* e *Rivista Italiana di Speleologia* le prime ricerche a carattere speleologico, fra le quali si ricordano gli scritti sulla Grotta di Onferno (FO), sulla Grotta delle Vene (GR) e quelli su varie cavità nei gessi della Croara (BO).

Negli anni '30, con lo sviluppo della speleologia organizzata, iniziano le esplorazioni da parte dei gruppi speleologici, fra i quali il G.S. Bolognese e il G.G. Modena conducono la maggior parte delle ricerche in quel periodo ed esplorano il Sistema Spipola-Acquafredda, il più esteso nei gessi d'Europa Occidentale.

Importanti scoperte sui gessi avvengono fino alla metà degli anni '80 con il rinvenimento di intere aree rimaste ignote agli specialisti, fra le quali si ricordano i gessi di Verzino in Calabria e altri estesi affioramenti nelle province di Agrigento e Caltanissetta.

Alla fine degli anni '90 il GSPGC di Reggio Emilia esplora la cavità più fonda al mondo nei gessi: il Complesso di M. Caldina di 265 m di dislivello nei Gessi Triassici della Val di Secchia.

**Parole chiave:** Storia della Speleologia, Gessi

## Abstract

### *Speleological investigation in the italian gypsum karst: an historical outlook*

*Geological and morphological observations on gypsum karst of Italy started in the middle of XVIII century thanks to L. Spallanzani and S. Calindri, who shortly described some caves in the Po plain area. Only in the second half of the XIX century true scientific research were carried out by archaeologists and geographers. Amongst them O. Marinelli gave the higher contribute, being the author of about 30 papers printed between 1880 and 1917; in the same period the archaeologists E. Brizio and G. Chierici made the first topographic maps of gypsum caves (Farneto Cave, near Bologna and Tana della Mussina near Reggio Emilia). The largest evaporitic outcrops of Italy, in Sicily, were studied mainly by M. Gemmellaro, starting from 1915.*

*In the first years of the last century G.B. De Gasperi, O. Marinelli, L. Quarina e G. Trebbi printed in *Mondo Sotterraneo* and in *Rivista Italiana di Speleologia* the first speleological investigations, among which are worth of mention those on Onferno Cave (Rimini), Vene Cave (Grosseto) and several cavities in the Croara area (Bologna).*

*During the '30 caving activity became well organized and therefore speleological associations, like G.S. Bolognese and G.G. Modena, started systematic research, exploring also the Spipola-Acquafredda system, presently the largest of the Western Europe. Important findings were made up to the half of the '80, with the exploration of even large, completely unknown, gypsum areas: among them are worth of mention the Verzino gypsum karst (Calabria) and those of Agrigento and Caltanissetta in Sicily. Finally at the end of the '90 the GSPGC of Reggio Emilia explored the deepest gypsum cave in the world: the Mt. Caldina karst system (-265m) in the Triassic outcrop of the Secchia valley.*

**Key-words:** History of Speleology, Gypsum.

1- Società Speleologica Italiana - Centro Italiano di Documentazione Speleologica "F. Anelli"

## Premessa

Il lavoro qui esposto è il frutto di una ricerca bibliografica sull'origine degli studi sul carsismo nei gessi. La ricerca è stata condotta sulla base di documenti editi, presenti esclusivamente nella stampa specializzata e normalmente di difficile reperimento. Il lavoro privilegia inoltre le note di interesse speleologico a scapito di quelle in campo geocarsologico, questo perché un'indagine sulla storia di queste ultime risulterebbe estremamente complessa e travalicherebbe gli obiettivi dell'opera che ospita il presente contributo.

## Il contesto storico

Fatta questa doverosa premessa, si può senz'altro sostenere che l'inizio delle ricerche carsico-speleologiche nelle regioni gessose d'Italia è concomitante a quello nei grandi massicci carbonatici. Se ciò è vero soprattutto per l'analisi scientifica dei fenomeni epigei, non lo è altrettanto per la storia speleologica. Infatti, ad esclusione delle esplorazioni condotte nell'area emiliana nel primo Novecento, dove il fenomeno carsico esterno è più evidente ed accessibile, è solo negli anni '30 che si avvia la ricerca - in senso geografico - delle cavità naturali nelle rocce evaporitiche.

Ma, prima di inoltrarsi nella cronologia e nella casistica degli avvenimenti, è opportuno ricordare in quale ambiente scientifico è maturato l'avvio delle ricerche carsico-speleologiche in Italia.

Nel XIX secolo i grandi stati europei riservavano particolare interesse alle scienze geografiche, quale strumento di conoscenza per sviluppare le loro mire espansionistiche, economiche e coloniali. Allo stesso modo, per potersi affermare a livello geopolitico, anche il giovane Regno d'Italia diede ampio sostegno allo studio della geografia. In questo contesto, sono proprio i più noti geografi italiani di allora, ad interessarsi allo studio dei fenomeni carsici nei gessi e, non a caso, sono numerosi

gli studi e le tesi sul carsismo e l'idrologia sotterranea svolti da geografi italiani anche nelle colonie del Regno d'Italia fino agli anni '40.

L'impegno dei geografi nel documentare l'ambiente carsico in generale si evidenzia anche perché all'epoca non era ancora diffusa a sufficienza una scienza carsologica a sé stante, con specialisti della materia e una nomenclatura condivisa. Il ruolo dei geografi nello studio del fenomeno carsico delle evaporiti è da porsi quindi come *trait-d'union* fra le primissime opere empiriche dei naturalisti settecenteschi e l'attività profusa, a partire dagli anni '30, dai gruppi speleologici e dai primi specialisti.

Fra i geografi che hanno contribuito alla conoscenza del carso nei gessi emerge indubbiamente la figura di **Olinto Marinelli** (1874-1926) che, nell'arco di un ventennio, redige numerosi articoli condensati poi in un compendio finale rimasto pietra miliare per questo genere di trattazione e cioè il volume intitolato "*Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*" (MARINELLI, 1917).

Analizzando l'opera del noto geografo si evince tuttavia che il suo impegno generale è stato soprattutto quello di inventariare il numero delle aree gessose del paese e descriverne gli aspetti morfologici, piuttosto che soffermarsi sulle ipotesi carsogenetiche del fenomeno. In più, una parte di questi contributi sono il frutto di una mera indagine cartografica delle tavolette IGM, dove l'Autore riscontra o meno la presenza di simbologia carsica (le doline), incrociando questa con i dati bibliografici di precedenti lavori, come egli stesso più volte fa intendere.

Parallelamente all'attività dei geografi, già da metà del XIX secolo, si affianca quella dei paleontologi e degli archeologi, tanto che si devono proprio a loro le prime topografie delle grotte in gesso. Primo fra questi ricercatori a realizzare un rilievo di grotta è il medico naturalista romagnolo **Giuseppe Scarabelli** (1820-1905) che nel 1856 assieme a

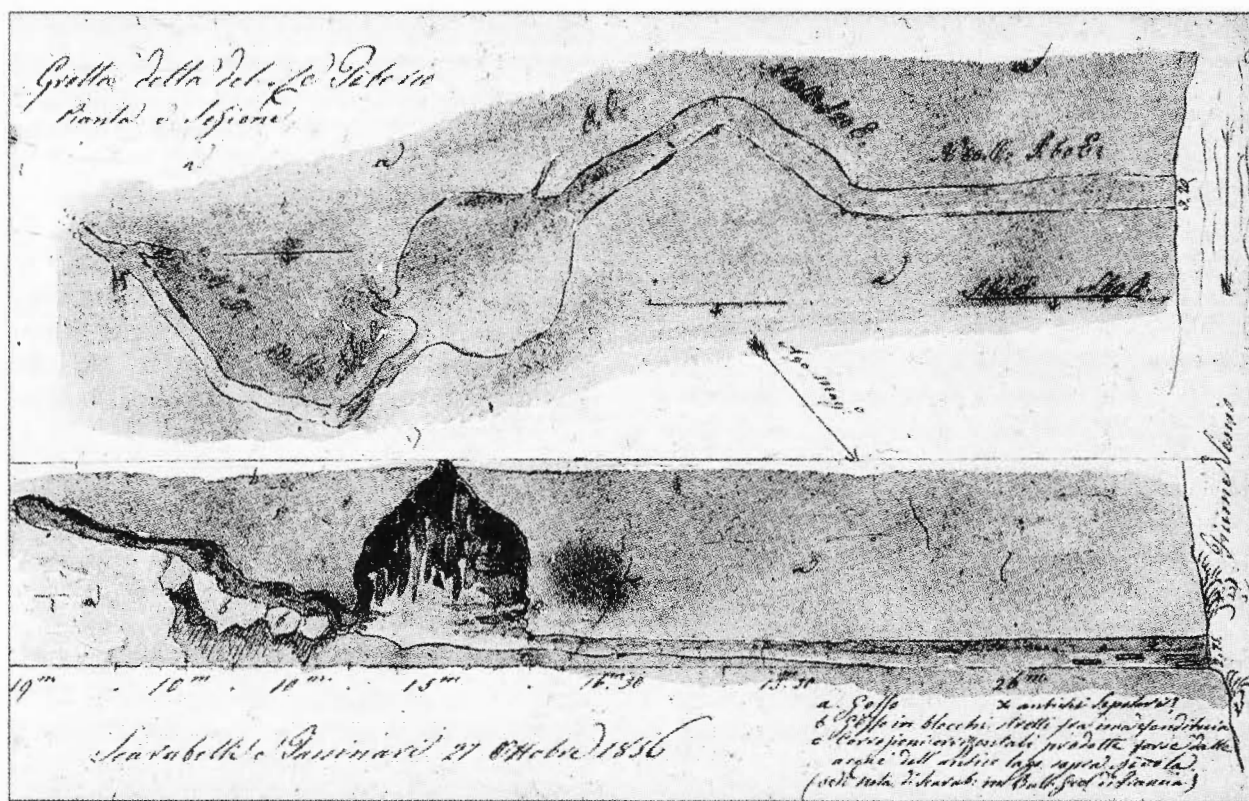


Fig. 1 – Il primo rilievo topografico della Grotta del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola), tracciato da Scarabelli e Tassinari nel 1856.

*The first map of the Re Tiberio Cave (Vena del Gesso of Romagna), by Scarabelli and Tassinari (1856).*

**Giacomo Tassinari** (1812-1900) traccia la pianta e la sezione della Grotta del Re Tiberio (fig. 1) presso Casola Valsenio (MARABINI, 1995).

Oltre a questo caso sono da citare i rilievi di **Edoardo Brizio** (1846-1907) del 1882 alla Grotta del Farneto (fig. 3) e di **Gaetano Chierici** (1819-1996) nel 1884 alla Tana della Mussina (fig. 2) (BRIZIO, 1882; CHIERICI, 1872; CATELLANI 1995); topografie queste realizzate con cura ed estremo dettaglio così come le scienze archeologiche solitamente impongono. Non v'è dubbio tuttavia che queste testimonianze esulano da interessi esplorativi, ma sono molto importanti poiché rappresentano appunto i primi contributi completi a carattere speleologico nei gessi d'Italia.

### Le prime testimonianze

Nella protostoria speleologica dei gessi, i primi accenni alle grotte li troviamo dalla seconda metà del Settecento in poi. Da quel

che ci è dato sapere, queste citazioni sono tre e pertinenti tutte a luoghi noti fin dall'alba dell'uomo. Occorre infatti considerare che il paesaggio descritto dagli illuministi del Settecento era diffusamente abitato e, ad esclusione delle alte e impervie vette, ogni fenomeno naturale era noto a chiunque. La prima testimonianza scritta dunque è di **Lazzaro Spallanzani** (1729-1799) che ci lascia solo un cenno ad una cavità nel reggiano: la nota è pubblicata postuma nel 1843, ma presumibilmente risalente tra il 1770 e il 1790 (CATELLANI, 1995).

La seconda citazione è di **Serafino Calindri** (1733-1811) che nell'opera in più volumi "Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico, ec. ec. della Italia" descrive minuziosamente la collina bolognese e cinque ingressi di grotta, due dei quali nei gessi: la Grotta di Gaibola e l'Inghiottitoio dell'Acquafredda. Su quest'ultimo il Calindri auspica peraltro ciò che purtroppo avverrà realmente a pochi metri di distanza due seco-

li dopo e, difatti, a pag. 329 del secondo volume leggiamo: “*Sembraci, che non sarebbe inutile lo aprirsi per dentro allo stesso Meandro un praticabile Passo, pel quale poter vedere se fiavi quantità delle cose suddette, [“Stallactites Spahtosus solidus” NdA] onde si potessero estrarre gl’Alabastri, e la Incrostazione in pezzi di varia grandezza, nel caso la quantità corrispondesse alla spesa in modo utile per farne uso...*” (CALINDRI, 1781).

Lontano da inconsapevoli propositi vandalici sembra essere invece il terzo dei nostri pionieri, il canonico **Giovanni Serafino Volta** che della Grotta di Camarate (Camarà) situata nell’Oltrepò di Pavia narra: “*Questa grotta formata dalla natura nel seno di una collina gessosa presenta un viale assai lungo praticabile sino alla distanza di 250 (1) passi dall’apertura. Il pavimento di tal galleria solcato viene nel mezzo da un ruscelletto di acqua corrente portatovi da lontane sorgenti. Le pareti e la volta della medesima sono intessute d’un mastice lucidissimo fatto di frammenti angolari di selenite legati strettamente fra loro da un cemento di marga. Al primo entrarvi con fiaccole accese non vi è parte di sì elegante mosaico, che non brilli del più vivo chiarore per il gemmamento dei cristalli selenitosi, che lo compongono. Ma a questo*

*magnifico incanto succede il meno gradito dei pipistrelli, che sbucano impetuosi da ogni parte, e si attaccano in folla alle vesti del passeggero, il quale è forzato ad uscirne carico, e a depositarli in seno alla luce*”.

(1) “*Due anni prima eravamo andati più avanti: ma alcuni massi caduti ne avevano ristretta e impedita la continuazione. [...]*”.

Lo scritto di Volta è pubblicato nel 1788 su “*Opuscoli scelti sulle scienze e sulle Arti*” T. XI pag. 337-351; le sue due esperienze “speleologiche” potrebbero essere quindi avvenute attorno il 1786.

### Nel secolo di mezzo

Passato l’affanno intellettuale del secolo dei lumi, per i primi cinquant’anni dell’Ottocento non si rilevano indagini e scoperte particolari. A metà del 1800 invece, si distacca la figura del già ricordato naturalista Scarabelli al quale si devono, oltre al rilievo della Grotta del Re Tiberio, anche varie ricerche e interpretazioni sull’evoluzione geologica della Vena del Gesso.

Le ricerche in campo geologico sono una delle palestre d’ardimento per i naturalisti dell’epoca che si interrogano sull’origine dei gessi

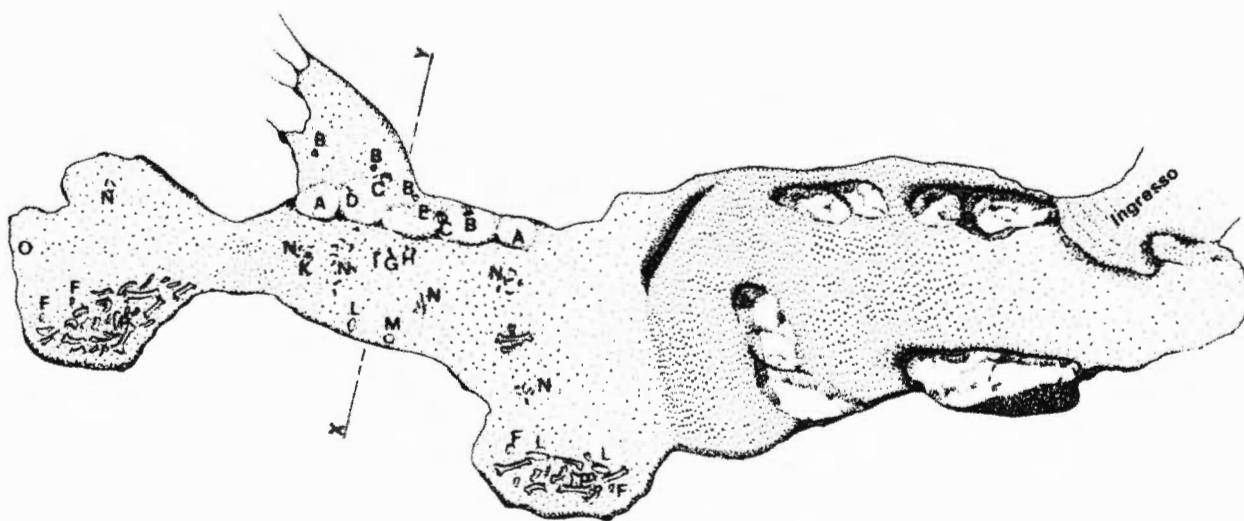


Fig. 2 – Rilievo della Tana della Mussina (Reggio Emilia) eseguito da G. Chierici ed esposto a Torino nel 1884. *The Chierici’s map of the Mussina Cave (Reggio Emilia) presented in Tourin in 1884.*

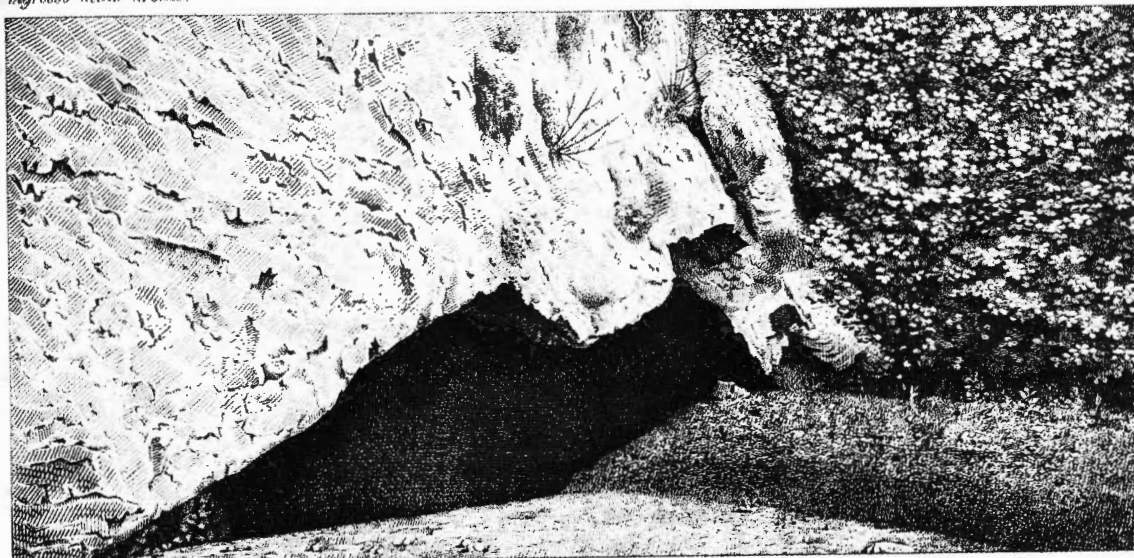


e cominciano a porsi al servizio della ricerca applicata. A questo proposito pare emblematico il caso avvenuto in una grotta della Sicilia, quando il naturalista Carlo

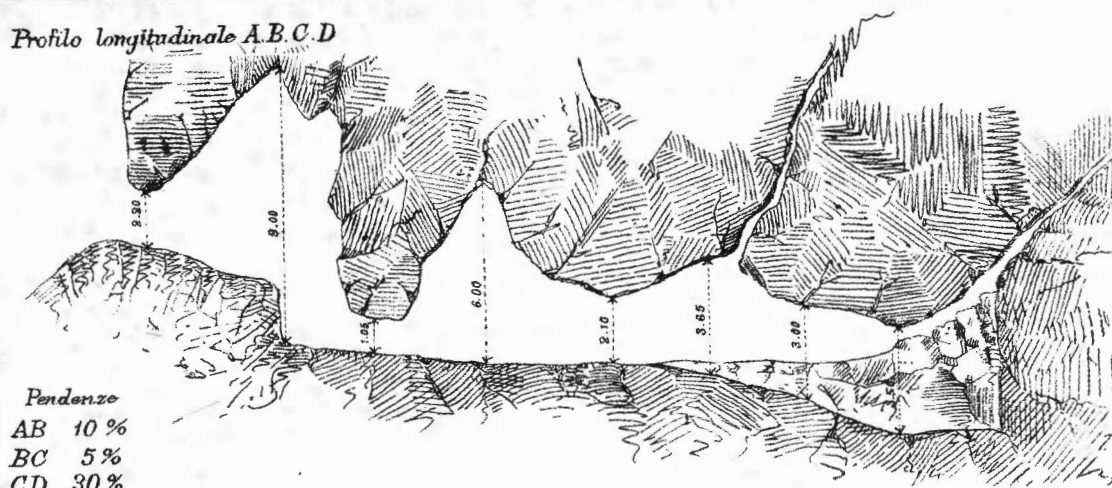
Gemmellaro (1787-1866) dell'Accademia Gioenia di Scienze di Catania viene chiamato da un funzionario del Governo per accertare la presunta apertura di un nuovo vulcano;

## GROTTA DEL FARNE

*Ingresso della grotta.*



*Profilo longitudinale A.B.C.D*



*Pianta.*

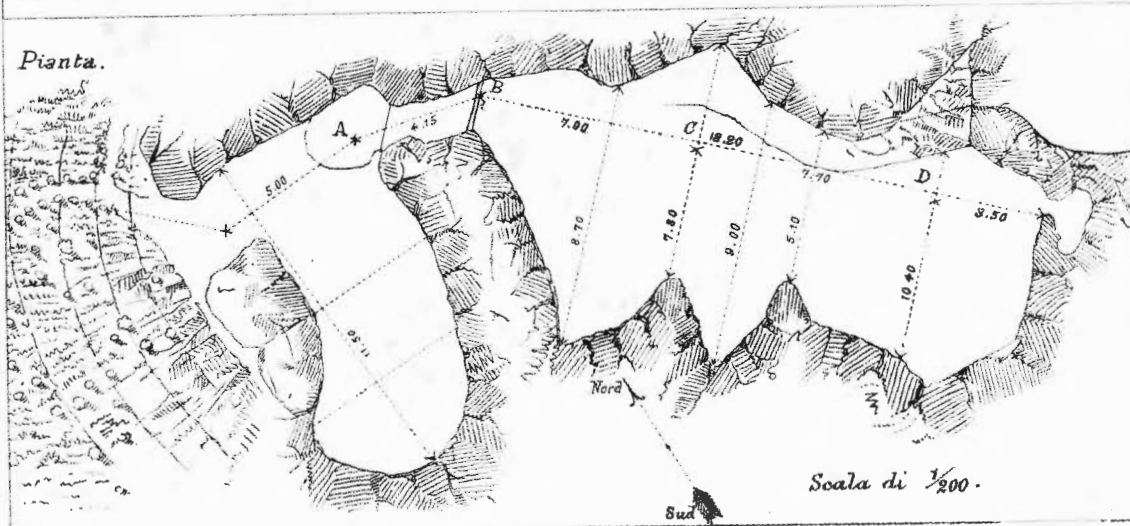


Fig. 3 – Rilievo topografico della Grotta del Farneto (Gessi Bolognesi), riportato da Brizio nella sua opera del 1882. *Map of the Farneto Cave (gypsum karst area of Bologna), printed by Brizio in 1882.*

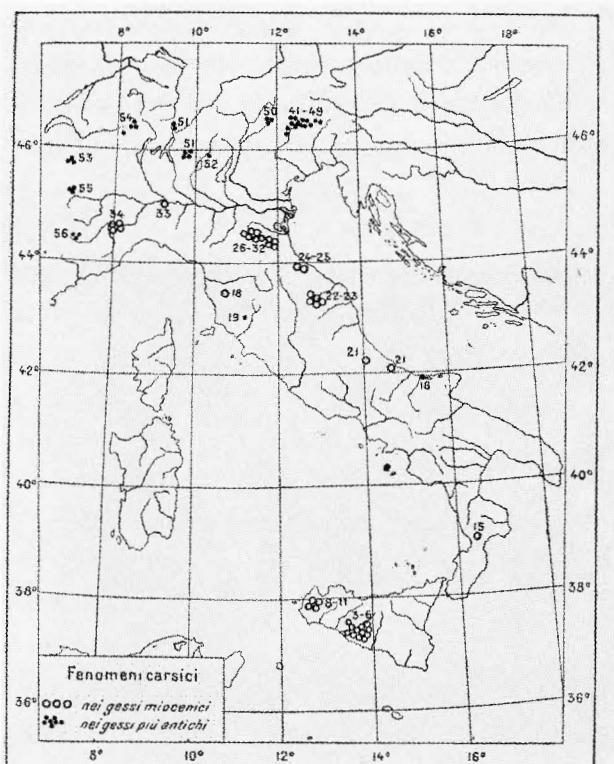


Fig. 4 – Carta d'Italia pubblicata da Marinelli nel 1917 sulle Memorie Geografiche. Sono riconoscibili gli affioramenti gessosi citati dall'autore.

Location map of the described gypsum outcrops printed by Marinelli (1917).

poiché da alcuni giorni dei contadini osservavano preoccupati la fuoriuscita di fumo dall'ingresso di una grotta. Fu così che in compagnia del Cav. Calcara (!) e Matteo Maniscalchi *“decantato per agilità e valenza nell'arrampicarsi per le rupi”* il 24 Giugno 1850 Gemmellaro si appresta a scendere nella Grotta di Testalonga presso Pietraperzia, e così narra: *“Assicuratici della natura, e delle geognostiche relazioni del terreno, siamo, non senza pericolo, discesi nella balza ed entrati nella grotta. Si apre essa a O. 10. N.O. e consiste in uno stretto passaggio, ... largo nella entrata, pochi giorni innanzi, di palmi tre, ed alto palmi 4; in oggi ridotte a palmi 8 di altezza e 5 di larghezza nel piano. Corre così per canne 13, ed il parete verticale sembra essere stato scalpellato dalla mano dell'uomo in altri tempi, per rendere più comodo il passaggio; ma che avesse potuto mai servire di ordinario ricovero e permanente di persone, a me sembra assai difficile.*

*Nel tratto di queste canne 13 si cammina sulla roccia; ma passato uno strangolamento*

*delle pareti, la grotta si dilata in forma di parallelogrammo lungo canne 4. 2. e largo palmi 10. Quivi il suolo cessa di essere della stessa roccia, ed offre per l'opposto uno sprofondamento di circa palmi 5, in fondo al quale vedevasi ammassata una specie di terriccio, che continuando la grotta ad innalzarsi, esso torna al livello del pavimento per canne 5 e colla larghezza di palmi 10 circa; dopo di che, il suolo che rimane della grotta, andando sempre verso levante è della stessa roccia gessosa, come nell'entrata, per canna 1 con palmi 7 di larghezza. Più innanzi gli strati si sovrappongono, lasciando qualche fissura impraticabile. [...]”* (GEMMELLARO, 1850).

Chiaramente il Gemmellaro smentì totalmente l'esistenza di un vulcano, adducendo la causa a particolari fenomeni di fermentazione e autocombustione delle sostanze organiche presenti nella cavità. Ma a parte ciò, Gemmellaro in chiusura al suo articolo afferma: *“La nostra visita al luogo ha tolto ogni timore de' danni che poteva arrecare un Vulcano. E nella parte che riguarda la scienza, non sarà per riuscire del tutto inutile, avendo la ispezione di quei terreni presentato molti e molti dati, per ulteriori illustrazioni alla siciliana geognostica”*. Un preludio e auspicio a ciò che avverrà in parte solo molti anni dopo con gli studi di Marinelli e di un altro Gemmellaro, Mariano (1879-1921), il quale dedica una monografia, rimasta unica nel suo genere, sul carso epigeo dei gessi di Santa Ninfa (M. GEMMELLARO, 1915). In questo lavoro, strutturato come una vera e propria tesi, M. Gemmellaro descrive e interpreta la formazione delle doline della zona e trova i nessi con la classificazione che di queste fa Michele Gortani (1883-1966) (GORTANI, 1908). Sotto l'aspetto speleologico Gemmellaro afferma di non essere entrato in alcuna grotta, ma riporta la testimonianza fattagli dal prof. Di Stefano che descrive i primi metri de *“La Grotta”* cioè quella che molti anni dopo diverrà parte del sistema della Grotta di Santa Ninfa.

La ricerca sui fenomeni evaporitici della Sicilia si svilupperà tuttavia molto dopo e, se

si escludono alcuni lavori di Marinelli ancora sulle morfologie esterne, le indagini riprenderanno - o meglio, partiranno - solo negli anni '70 ad opera dei gruppi speleologici isolani.

Sul ventennale profluvio di scritti di Marinelli sui gessi (fig.4) occorre fare qualche considerazione aggiuntiva. Innanzitutto è interessante notare che questi trovano spazio quasi solo nei fascicoli del Bollettino della Società Geografica e, dal 1904, invece solo nella rivista *Mondo Sotterraneo*, segno evidente che il periodico di Udine diviene istantaneamente il più autorevole sul quale pubblicare questo genere di trattazioni, nonostante che la Rivista Italiana di Speleologia di Bologna non fosse stata ancora ufficialmente spenta e che altre avessero ben più lunga storia. Comunque sia, ripercorrendo la bibliografia "gessosa" dell'insigne geografo si constata che Marinelli da "geografo del sottosuolo" si veste una sola volta, ma lo fa in un modo veramente speleologico, cioè quando relaziona sulla Grotta delle Vene nei pressi di Roccastrada in provincia di Grosseto (MARINELLI, 1917b). In questo lavoro Marinelli tocca tutti i punti oggi più cari agli speleologi: traccia il rilievo, ne fa un "interno-esterno", vi correla le altre grotte della zona, accenna alla circolazione d'aria, descrive le morfologie e l'andamento interno della cavità. Insomma un elaborato a tutti gli effetti speleologico e che fino ad allora nessuno aveva prodotto con quella compiutezza. Peccato però, perché questo sarà anche l'ultimo della serie.

Per concludere su Marinelli speleologo, è doveroso citare un altro suo lavoro, inerente la circolazione sotterranea delle acque nei gessi delle Alpi Venete, apparso nel 1904 in uno dei vari *"Studi orografici delle Alpi Orientali"*. Non si tratta di una discesa in grotta, ma avvertito che: *"Non avendo potuto esplorare direttamente alcuna grotta della regione gessosa veneta, ho cercato di supplirvi, almeno in parte, con esperimenti su comunicazioni di inghiottitoi con sorgenti e sulla velocità della circolazione interna"*.

Marinelli si cimenta nello stabilire la correlazione idrica tra un inghiottitoio impraticabile e una serie di sorgenti dell'Alta Val Comelico con l'ausilio di uranina (MARINELLI, 1904). L'esperimento riesce e in base alla risposta dei flussi Marinelli ipotizza l'esistenza di una serie di gallerie sotterranee. Pur considerando la modestia dell'esperimento e senza avere la pretesa di indagine speleologica anche qui Marinelli agisce da vero esploratore del sottosuolo.

Olinto Marinelli, come il padre, muore giovanissimo, poco più che cinquantenne, lasciando ancor oggi ai giovani speleologi un metodo di ricerca e citando fenomeni tuttora da verificare sul campo.

### Sulle tracce dei padri

Ma la vera nascita della speleologia nei gessi avviene, secondo **Luigi Fantini** (1895-1978) fondatore del Gruppo Speleologico Bolognese, nel 1871, con la scoperta della Grotta del Farneto da parte di **Francesco Orsoni** (1849-1906). In realtà Fantini, parla di nascita della speleologia bolognese, ma pare tutt'altro che azzardato estendere il senso di questa data a tutta la storia ipogea dei gessi. Orsoni, purtroppo lascia pochissimi scritti, ma in base alle ricerche di Fantini, risulterebbe che Orsoni abbia visitato ed esplorato più di una grotta e non solo nell'area bolognese (FANTINI, 1965).

Nello stesso anno della scoperta della Grotta del Farneto, a Modena venne dato alle stampe un articolo di **Antonio Ferretti** che descrive per la prima volta la Tana della Mussina nella collina reggiana (FERRETTI, 1871).

Senza entrare nei meriti e nella diversità dei casi sopra citati è opportuno ricordare che queste figure furono anche oggetto di squallida critica, soprattutto da parte di chi si riteneva il vero depositario del sapere poiché, evidentemente, non riteneva questi precursori dei "veri" uomini di scienza. Stizziti e invidio-

si di non aver posto il loro imprimatur, “illustri” detrattori non mancarono di malevoli considerazioni nei confronti di questi personaggi. A postilla di ciò pare eloquente un passo dello stesso Orsoni ad amara considerazione di un suo proposito irrealizzato, riportato nella nota biografica di Fantini e Badini del 1972: *“Triste principio ebbe l'affare da me proposto e a cui con tutto l'ardore dell'animo anelavo si fosse posto mano perché potesse fiorire nel mio paese questo ramo di novella industria. Sicchè ben presto si generò, senza mia colpa, discredito su quanto feci e dissi privatamente: cosa tanto facile e comune da noi ove la crassa ignoranza ottunde l'intelletto ed il cuore di alcune persone della classe facoltosa, a cui spetta il dovere di dar vita e sviluppo al lavoro”*, da: *“Un giacimento di solfo nel Bolognese”* La Patria, 1879, p. 256-257 (FANTINI & BADINI, 1972; RIVALTA, 1995).

Negli eventi futuri, ovvero quelli che introducono alla costituzione della speleologia organizzata, la separazione sui diversi approcci metodologici allo studio delle grotte sarà destinata ad ampliarsi.

Con l'avvio delle prime riviste specializzate nella “disciplina” speleologica (Mondo Sotterraneo e Rivista Italiana di Speleologia) si delineano da subito le diverse branche di

interesse e di motivazione allo studio delle cavità naturali. Oltre al pluricitato Marinelli, su queste riviste ai primi del Novecento spiccano i lavori di **Giorgio Trebbi** (1880-1960) - primo vero testimone e studioso di speleologia bolognese - che esplora il Buco dei Buoi, il Buco della Spipola, il Buco delle Olle (Belvedere) e accenna ad altre (TREBBI, 1903; TREBBI 1926). Da parte del geografo **Giotto Dainelli** (1878-1968), seguono poi le descrizioni delle doline-imbuto del Colle del Piccolo Moncenisio (fig. 5-6) (DAINELLI 1907); mentre nei contributi di **Gian Battista De Gasperi** (1892-1916) e **Lodovico Quarina** (1867-1953?) sulle grotte dell'area romagnola, si dà la dignità di un rilievo e di una descrizione completa alla Grotta del Pontaccio, a quella di Re Tiberio e a quella di Onferno (DE GASPERI, 1912; DE GASPERI & QUARINA, 1914; QUARINA 1916).

Nei loro resoconti questa prima schiera di esploratori dei gessi usano sempre la prima persona singolare, senza mai accennare ai loro compagni di ventura che, pur ogni tanto, dovevano esservi. Per un cambio stilistico e di mentalità si dovrà aspettare ancora alcuni anni, con la definitiva affermazione dei gruppi speleologici.

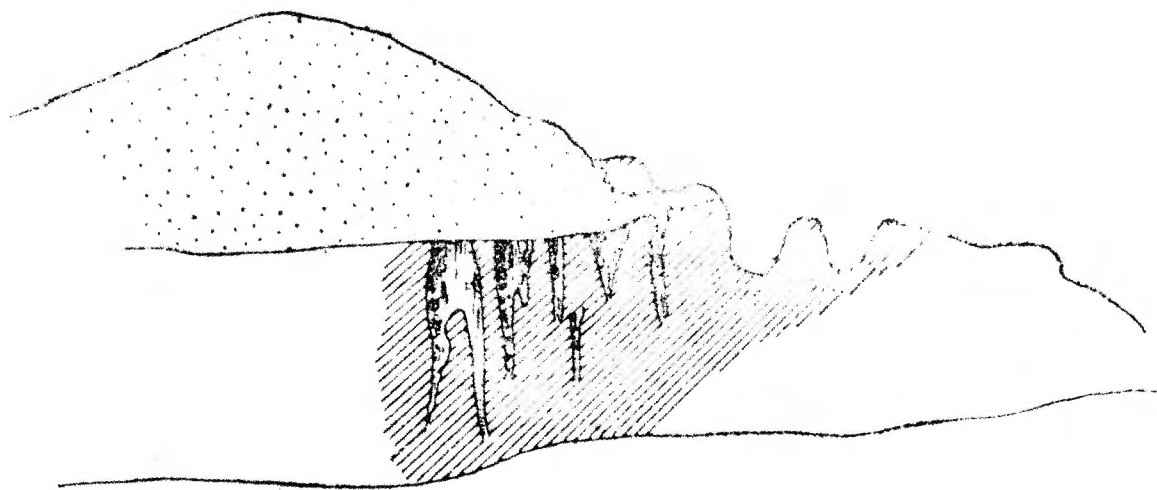


Fig. 5 – Le “doline-imbuto” del Colle del Moncenisio disegnate e descritte da Dainelli nel 1906-’07 su Mondo Sotterraneo. *The “funnel” type dolines of the Moncenisio Mt. (Piedmont) in a drawing of Dainelli in the “Mondo Sotterraneo” (1906-’07).*



Fig. 6 – Copertina dell'estratto sui gessi del Moncenisio di Dainelli (1908).

Cover page of the offprint on the Moncenisio gypsa by Dainelli (1908).

## Nascono i gruppi

La nascita sociale della speleologia nei gessi salpa il 23 settembre del 1928 quando il **Gruppo Grotte Cremona** traccia il primo rilievo del Buco di Camarà; una esaustiva relazione di **Leonida Boldori** (1897–1980) sul periodico “Il Monte” testimonia l’evento (BOLDORI, 1928).

Il Gruppo lombardo ha una tradizione speleologica consolidata che è conseguenza anche di una realtà regionale tecnicamente e culturalmente avanzata. Tale condizione faciliterà di riflesso la formazione del primo gruppo speleologico dell’Emilia Romagna, cioè quando il 21 giugno 1931 gli speleologi di Cremona accompagnano alcuni modenesi alla Grotta di S. Maria di Vallestra: questa data

viene indicata come battesimo ufficiale del **Gruppo Grotte Modena**. L’attività del Gruppo emiliano trova spazio sul periodico dalla sezione CAI “Il Cimone”, relazionata per lo più dalla penna di **Giacomo Simonazzi**, (1906-1971), rettore e uomo di punta del Gruppo (SIMONAZZI, 1931, 1931b; MONTANARO, 1932; TREBBI, 1932; MALAVOLTI, 1952).

Nel 1932, dopo aver inizialmente aderito al Gruppo di Modena, L. Fantini e **Giuseppe Loreta** (1908-1945), fondano il **Gruppo Speleologico Bolognese** e avviano una serie di strepitose esplorazioni fra le quali la più eclatante sarà quella del sistema sotterraneo Spipola-Acquafredda (Anonimo, 1932; Loreta, 1933; Fantini, 1934).

Negli stessi anni, nella Vena del Gesso romagnola, lo speleologo triestino **Giovanni “Corsaro” Mornig** (1910-1981) in collaborazione con una ventina di compagni, tra i quali anche L. Fantini, intraprende un’altra serie di importantissime ricerche. Nel suo inedito “*Grotte di Romagna: dodici mesi di esplorazioni speleologiche nel brisighellese 1934-1935*”, pubblicato postumo in una seconda versione solo nel 1995 (MORNIG, 1935; MORNIG, 1995) Mornig cataloga e descrive 50 cavità, tutte accompagnate da rilievi e note di idrogeologia. Oggi, da un’analisi di questo lavoro possiamo sostenere - senza timor di dubbio - che lo speleologo triestino anticipò metodi e concetti esplorativi che verranno fatti propri dalla speleologia regionale solo molti anni dopo.

Gli speleologi dell’area emiliano-romagnola matureranno tuttavia capacità esplorative peculiari, proprie di ambienti estremamente disagiati ed impegnativi, nonostante che le cavità nei gessi fossero tutte di modesta profondità. Ma tali limiti non impedirono comunque ai gruppi della regione di imporsi anche nei grandi abissi calcarei, relativizzando così la miope equazione che andava via via affermandosi nella mentalità degli speleologi di allora, ovvero che lo speleologo capace era soprattutto quello di profondità.

Negli anni '30 le uniche note da segnalare al di fuori della regione emiliano-romagnola riguardano i gessi triassici della Val d'Aosta e del Piemonte, dove il geografo **Carlo Felice Capello**, antesignano della speleologia piemontese, rileva e documenta la Gran Borna di Thovez e altre minori (CAPELLO, 1937; CAPELLO, 1939).

### Durante e dopo la guerra

La cesura prodotta dal secondo conflitto mondiale nell'esplorazione delle grotte nei gessi è di breve durata. Infatti, già dal 1945, il Gruppo di Modena (ridenominato Gruppo Speleologico Emiliano) attraverso l'illuminata e appassionata conduzione di **Fernando Malavolti** (1913-1954) e **Mario Bertolani** (1915-2001) è già in cerca di nuove cavità nei gessi triassici dell'Alta Val di Secchia, area rimasta fino ad allora pressoché inesplorata. I programmi del Gruppo emiliano nella zona sono in breve coronati da successo e trovano il loro epilogo nella realizzazione del primo volume delle Memorie del **Comitato Scientifico del CAI**, opera nella quale si affronta per la prima volta lo studio di un'area carsica nei gessi in termini multidisciplinari e che è anche arricchita dall'esposizione della teoria speleogenetica sulle anse ipogee di Fernando Malavolti (COMITATO SCIENTIFICO DEL CAI SEZIONE DI MODENA, 1949).

Dal canto loro gli altri speleologi della regione non stanno certo a guardare e così nel 1953 a Parma si forma il **Gruppo Grotte P. Strobel** e si ricompono la realtà speleologica bolognese attraverso la proliferazione di vari gruppi dei quali, ai primi anni '60, sopravviveranno solo il Gruppo Speleologico Bolognese e l'**Unione Speleologica Bolognese**. L'incessante attività profusa dai gruppi bolognesi è immortalata nei rispettivi bollettini **Sottoterra** e **Speleologia Emiliana**, ai quali si rimanda per più approfondite ricerche storiche.

La speleologia diviene finalmente di appan-

naggio popolare e perde quell'aurea di istituzionalità che la contraddistinse fino agli inizi degli anni '30. I bollettini di gruppo, artigianali, vivi e appassionati, divengono il principale veicolo di trasmissione delle informazioni sui quali si può trasmettere la "scienza" senza timore di scientismo.

Tuttavia, per oltre un trentennio, volendo trovare una sola nota scritta sulle grotte in gesso al di fuori della regione padana, occorre cercare negli atti del 17° Congresso Geografico Italiano del 1957 dove un contributo di **C. Saibene** fa il punto sulle conoscenze del carsismo in Sicilia. Saibene cita i lavori di Marinelli e Gemmellaro e fornisce un elenco catastale delle cavità naturali senza tuttavia inserire alcuna grotta nei gessi, nonostante ciò afferma che per la Sicilia: "...le notizie sulle scoperte e sulle esplorazioni delle cavità ipogee sono estremamente disperse nella pletorica congerie di quotidiani e periodici locali, di notiziari di associazioni..." (SAIBENE, 1957). Sarà così, ma sta di fatto che nessun lavoro è noto in bibliografia fin a quell'anno.

Ancora in Emilia Romagna, negli anni '60 le esplorazioni si "provincializzano" cioè si circuisce la ricerca di ogni area carsica grazie alla nascita di associazioni speleologiche in ogni capoluogo. Fra i gruppi che maggiormente contribuiranno allo sviluppo della conoscenza dei gessi della regione vanno indubbiamente ricordati anche il **Gruppo Speleologico Faentino** e il **Gruppo Speleologico Paleontologico "G. Chierici"** di Reggio Emilia.

Negli anni '70 però la speleologia nei gessi ha una crisi profonda e sopravvive un po' all'ombra di quella nei calcari che ebbe invece grande impulso. Non è così per la Sicilia dove si annoverano le prime belle esplorazioni; ma ancora poco, forse addirittura nulla viene reso pubblico.

### Non solo Emilia Romagna

Finalmente negli anni '80 arrivano interessanti scoperte anche in regioni diverse

dall'Emilia Romagna e dalla Sicilia. In Abruzzo e in Molise lo **Speleo Club Chieti** e altri gruppi esplorano diverse cavità fra le quali la Grotta del Colle Bianco presso Guglionesi e numerose altre minori nelle aree di Lentella - CH, di San Valentino - CH e nella Valle del Vomano - TE (AGOSTINI *et al.*, 1983; AGOSTINI *et al.* 1985; DI MARCANTONIO, 1986; FINOTELLI, 1984; FINOTELLI, 1985).

Da metà degli anni '80, finalmente, vengono resi pubblici i risultati conseguiti nell'immensa area carsica dei gessi siciliani, sui quali è prevalente l'attività del **Gruppo Speleologico CAI di Palermo** (CAVALRUSO *et al.*, 1978; MADONIA *et al.*, 1983; ABBATE & MARINO, 1986; MADONIA & PANZICA, 1987).

Ma anche in Sicilia il ruolo degli speleologi padani è importante, grazie ad un partecipatissimo campo speleologico svolto nell'area di Santa Ninfa nel maggio '86. La spedizione è condotta sotto la direzione della Sezione di Carsismo e Speleologia Fisica del CNR con l'organizzazione della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia Romagna e la gestione logistica di vari Gruppi siciliani. In quell'occasione vengono esplorate, rilevate, o ritopografate, una ventina di nuove cavità, fra cui il Sistema delle Grotte di Santa Ninfa, la Grotta della Volpe Rossa e altre minori (G.S.B.-F.S.R.E.R., 1986; CHIESI *et al.*, 1987; GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA, 1989). Il successo del campo evidentemente fa scuola poiché negli anni a venire gli speleologi isolani organizzano sistematiche esplorazioni con la medesima organizzazione logistica. I risultati delle ricerche degli speleologi siciliani sono fissate sugli atti dei congressi regionali che riportano con puntualità tutte le più importanti scoperte (BIANCONE, 1994; BUFFA *et al.*, 1995; PANZICA, 1995; IEMMOLO, 2000; VECCHIO, 2000; BIANCONE & VATTANO, 2002).

Nel 1988 quando ormai pareva che tutte le aree carsiche nei gessi d'Italia fossero state esplorate, o almeno certamente individuate,

accade qualcosa di incredibile. In Calabria il **Gruppo Speleologico Fiorentino**, dietro un espresso invito dell'amministrazione comunale di Verzino in provincia di Crotona, ha la fortuna di iniziare l'esplorazione del "Messico italiano" dei gessi. L'ampiezza e l'importanza del fenomeno, si rivela con ingressi maestosi, splendide grotte e torrenti sotterranei. Vengono così esplorate la Grave Grubbo (denominata dal GSF Samouri Touré) e la Grotta di Vallone Cufalo (Grotta dello Stige) poi, il **Gruppo Speleologico Sparviere** di Alessandria del Carretto completerà le ricerche di questa singolare e interessantissima area carsica, purtroppo fortemente degradata da inquinamento d'ogni genere (ADIODATI & GIAMBALVO, 1988; ZONNO *et al.*, 1990; LAROCCA, 1991).

### L'Emilia Romagna nuovamente alla ribalta

All'indomani delle sensazionali scoperte calabre anche la speleologia emiliana ha un sussulto d'orgoglio. A partire dal 1988 nell'arco di tre anni il GSB topografa per la prima volta le labirintiche frane dell'Inghoittitoio dell'Acqufreda e completa il rilievo dei rami inferiori della Spipola. Queste operazioni consentono l'esplorazione di nuovi rami e la giunzione con il Buco dei Buoi, portando così il sistema bolognese ad oltre 10 km di sviluppo (SIVELLI, 1988; PASINI *et al.*, 1994).

Ma dal 1990, chi fa suonare la sveglia agli speleologi della regione, è il neocostituito gruppo **Speleo GAM Mezzano** che, con l'empirismo degli "inesperti", applica scientemente il concetto per il quale una grotta si nasconde al fondo di qualsiasi dolina, e così è. Dopo scavi inumani, interni ed esterni, i risultati arrivano per davvero e nell'arco di alcuni anni, i Mezzanesi esplorano oltre 10 km di grotte nuove o prosecuzioni in cavità già note, fra queste: l'Abisso Mezzano, l'Abisso Cinquanta, la Grotta dei Tre Anelli e vaste prosecuzioni alla vecchia Grotta del Re Tiberio (ERCOLANI *et al.*, 1994; GARAVINI, 1997).

La competitiva reazione degli altri gruppi locali non si fa attendere e recupererà più che egregiamente il terreno perduto. Il Gruppo Speleologico Faentino scava ed apre l'Abisso F 10 e in breve raggiunge i -200 metri di profondità, una quota ritenuta impossibile nei gessi fino a poco tempo prima (AA.VV., 1993). Gli affioramenti gessosi romagnoli, caratterizzati da un'inclinazione degli strati molto elevata, regaleranno la scoperta anche di altre cavità profonde e complesse: fra queste si evidenzia il Sistema di Ca' Siepe presso Borgo Tossignano, esplorato a partire dal '90 dalla **Ronda Speleologica Imolese** ed attualmente anch'esso profondo oltre 200 metri e con 2 km di sviluppo (GARELLI, 1992).

Infine, per ultima, la più profonda. Nel 1998 sui gessi triassici dalla Val di Secchia il GSPGC dopo vari lavori di disostruzione collega la Risorgente di Monte Caldina con gli Inghiottitoi I e II del monte omonimo. Con 265 metri di dislivello il sistema del Monte Caldina rappresenta il traforo idrogeologico più fondo nel mondo in questi litotipi; per ora (FRANCHI & CASADEI, 1999; BELLONI 2002).

## Bibliografia

- ANONIMO, 1932 - *Notiziario speleologico*. Il Cimone, a. 2, n. 3, p. 7.
- AA.VV., 1993 - *La profonda storia dell'Abisso F-10*. Ipogea, 1988-1993, p.13.
- ABBATE R., MARINO A., 1986 - *Le attuali conoscenze sul carsismo nelle aree gessose della Sicilia*. Atti del Simp. Int. sul carsismo delle evaporiti, Bologna 21-26 ottobre 1985. Grotte d'Italia, Bologna, s. 4, vol. XII, 1984-85, pp. 17-23.
- ADIODATI G., GIAMBALVO A., 1988 - *Samourì Tourè e lo Stige. Due grotte nelle evaporiti nel comune di Verzino*. Speleo, n. 20, pp. 9-24.
- AGOSTINI S., FASCIANI M., ROSSI M.A., 1986 - *Il carsismo nei gessi alto miocenici di S. Valentino (Abruzzo)*. Atti del Simp. Int. sul carsismo delle evaporiti, Bologna 21-26 ottobre 1985. Grotte d'Italia, s. 4, vol. XII, 1984-85, pp. 25-32.

- AGOSTINI S., ANTONUCCI A., BEVILACQUA E., 1983 - *Le grotte*. Notiziario Speleo Club Chieti, 1983, p. 22.
- BELLONI O., 2002 - *La grotta di Monte Caldina. Sulle tracce dei pionieri*. Speleologia, n. 45, pp. 30-35.
- BERTOLANI M., 1986 - *La ricerca speleologica in Emilia Romagna*. Atti del Simp. Int. sul carsismo delle evaporiti, Bologna 21-26 ottobre 1985. Grotte d'Italia, s. 4, vol. XII, 1984-85, pp. 65-78.
- BIANCONE V., MESSANA E., PANZICA LA MANNA M., 1994 - *Carsismo ipogeo in aree gessose nei pressi di Agrigento (Sicilia centro-meridionale)*. Atti del 3° Conv. Reg. di Speleologia, Catania 8-11 dicembre 1994. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali. Vol. 27, n. 348, pp. 477-506.
- BIANCONE V., VATTANO M., 2002 - *Esplorazioni speleologiche nella Riserva Naturale Integrale "Monte Conca" (Campofranco - CL)*. 4° Conv. di Speleologia della Sicilia, Custonaci, 1-5 maggio 2002. Programma e abstracts, p. 47.
- BOLDORI L., 1928 - *Il Buco di Camarà (n. 2000 Lo)*. Il Monte, A. VI, n. 11, pp. 63-65.
- BRIZIO E., 1882 - *La grotta del Farnè nel Comune di San Lazzaro presso Bologna*. Memorie dell'Acc. delle Scienze dell'Ist. di Bologna, s. IV, t. 4, 50+III pp. (estratto).
- BUFFA V., CATALANO F., CUSIMANO R., 1995 - *Ricerche effettuate nei gessi di Monte Misciotto e Cozzo Bosco*. Atti del I Conv. Reg. di Speleologia della Sicilia, vol. 1, pp. 133-154.
- CALINDRI S., 1781 - *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico, ec. ec. della Italia*. Bologna, Società Corografica, parte seconda, 432 pp.
- CAPELLO C. F., 1939 - *Grotte e Caverne delle valli del Dora Baltea e Riparia*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. 58, fasc. 1, pp. 15-28 (estratto).
- CAPELLO C. F., 1937 - *Il fenomeno carsico nelle valli di Courmayeur (Valle d'Aosta)*. Bollettino della R. Società Geografica Italiana, s. 7, vol. 2, n. 2-3, pp. 1-20 (estratto).
- CATELLANI C., 1995 - *Lazzaro Spallanzani 1729-1799*. Atti del 10° Conv. Spel. dell'Emilia Romagna, Casola Valsenio 4 novembre 1995. Speleologia Emiliana, n. 6, pp. 25-31.
- CATELLANI C., 1995 - *Gaetano Chierici 1819-1886*. Atti del 10° Conv. Spel. dell'Emilia Romagna, Casola Valsenio 4 novembre 1995. Speleologia Emiliana, n. 6, pp. 45-57.
- CAVALRUSO E. et al., 1978 - *Primo contributo alla conoscenza del fenomeno carsico nei gessi di Sicilia. Inghiottitoio di M. Conca (Campofranco - CL)*. Atti del XIII Cong. Naz. di Speleologia, Perugia 30 sett. - 4 ott. 1978. Preprints.
- CHIERICI G., 1872 - *Una caverna nel reggiano*. Reggio



- Emilia, Tip. Calderini, 10 +I pp.
- CHIESI M., FORTI P., PANZICA LA MANNA M., 1987 - *I gessi di Santa Ninfa*. Speleologia, n. 17, pp. 12-16.
- GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA CNR - SEZIONE CARSIISMO E SPELEOLOGIA FISICA, 1989 - *I gessi di Santa Ninfa (Trapani). Studio multidisciplinare di un area carsica*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. 2, n.3, 204 pp.
- COMITATO SCIENTIFICO DELLA SEZIONE DI MODENA, 1949 - *Studio sulla formazione gessoso-calcareo nella Alta Valle del Secchia (Appennino Reggiano)*. Società Tipografica Modenese, Club Alpino Italiano, Memorie del Comitato Scientifico Centrale, n. 1, 244 pp.
- DAINELLI G., 1907 - *Cavità di erosione nei gessi di Moncenisio*. Mondo Sotterraneo, a. III, n. 3-4, n. 5, n. 6.
- DE GASPERI G. B., 1912 - *Appunti sui fenomeni carsici nei gessi di M. Mauro (Casola Valsenio)*. Rivista Geografica Italiana, fasc. 3-4, pp. 1-8 (estratto).
- DE GASPERI G. B., QUARINA L., 1914 - *Fenomeni carsici nei gessi presso la Repubblica di S. Marino*. Mondo Sotterraneo, a. X, n. 4-6, pp. 75-78.
- DI MARCANTONIO P., 1986 - *Analisi del fenomeno carsico nei gessi situati in prossimità di Montorio al Vomano (Teramo)*. Università degli Studi di Bologna, Corso di laurea in Scienze Geologiche. Tesina, 35+XII pp.
- ERCOLANI M., LUCCI P., SANSAVINI G., 1994 - *Le grotte di Monte Tondo*. Atti del 9° Conv. Spel. dell'Emilia Romagna, Casola Valsenio 31 ottobre 1993. Speleologia Emiliana, n. 5, pp. 78-89.
- FANTINI L., 1934 - *Le grotte bolognesi*. Officine Grafiche Combattenti, Bologna, 67 pp.
- FANTINI L., 1965 - *La Grotta del Farneto e il suo scopritore Francesco Orsoni*. Atti del VI Conv. Spel. dell'Emilia Romagna, Formigine 19 settembre 1965. A cura delle redazioni di Sottoterra e Speleologia Emiliana, pp. 141-158.
- FANTINI L., BADINI G., 1972 - *Francesco Orsoni e la Grotta del Farneto*. Atti del VII Conv. Spel. dell'Emilia Romagna e del Simposio di studi sulla Grotta del Farneto, San Lazzaro di Savena 9-10 ottobre 1971. Como, Rassegna Speleologica Italiana, Memoria X, pp. 71-108.
- FERRETTI A., 1871 - *Il buco del Cornale e del Fresco. La Tana della Mussina di Borzano in provincia di Reggio-Emilia*. Modena, Tip. Angelo ed Antonio Cappelli, 20+I pp.
- FINOTELLI F., 1984 - *Prime esplorazioni nel medio vastese*. Sottoterra, n. 67, pp. 32-34.
- FINOTELLI F., 1985 - *Piedi freddi nei gessi d'Abruzzo*. Sottoterra, n. 70, pp. 20-21.
- FRANCI M., CASADEI A., 1999 - *Il sistema carsico di Monte Caldina. Alta Valle del Fiume Secchia, Reggio Emilia*. Atti del 12° Conv. Spel. regionale dell'Emilia Romagna, Casola Valsenio 30 ottobre 1999. Speleologia Emiliana, n. 10, pp. 19-27.
- GARAVINI D., 1997 - *Un torsolo di monte. Cave e grotte sul Monte Tondo (Riolo Terme)*. Speleologia Emiliana, n. 8, pp. 10-24.
- GARELLI L., 1992 - *Rio Gambellaro, ora so dove nasci*. Speleologia Emiliana, n. 3, pp. 15-20.
- GEMMELLARO C., 1850 - *Sul preteso vulcano di Montegrande presso Pietraperzia*. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Catania, s. 2, t. 7, pp. 143-154.
- GEMMELLARO M., 1915 - *Le doline della formazione gessosa a N.-E. di Santaninfa (Trapani)*. Giornale di Scienze Naturali ed Economiche. Palermo, vol. 31, pp. 1-49 +IV.
- G.S.B., F.S.R.E.R., 1986 - *Sicilia '86*. Sottoterra, Anno 35, n. 75, pp. 1-36.
- GORTANI M., 1908 - *Appunti per una classificazione delle doline*. Mondo Sotterraneo, a. IV, n. 6, pp. 115-116.
- IEMMOLO A., 2000 - *Zubbia Camilleri, Cattolica Eraclea - Agrigento*. Speleologia, n. 42, pp. 49-53.
- LAROCCA F., 1991 - *Le grotte di Calabria. Guida alle maggiori cavità carsiche della Regione*. Martina Franca, Nuova Editrice Apulia.
- LORETA G., 1933 - *Le esplorazioni del Gruppo Speleologico Bolognese*. Atti del 1° Cong. Naz. di Speleologia, Trieste 10-14 giugno 1933. Trieste, pp. 238-243.
- MALAVOLTI F., 1952 - *21 anni del Gruppo Speleologico Emiliano e del Comitato Scientifico*. Il Cimone, n.s., n. 22, pp. 15-17.
- MADONIA P., PANZICA M., VOLVOLI P., 1983 - *Attuali conoscenze sul fenomeno carsico della provincia di Palermo*. Atti del XIV Cong. Naz. di Speleologia, Bologna 2-5 settembre 1982. Grotte d'Italia, s. 4, vol. 11, pp. 183-194.
- MADONIA P., PANZICA LA MANNA M., 1987 - *Fenomeni carsici ipogei nelle evaporiti in Sicilia*. Atti del Simposio Internazionale sul carsismo delle evaporiti, Palermo 27-30 ottobre 1985. Grotte d'Italia. Bologna, s. 4, vol. XIII, 1986, pp. 163-190.
- MARABINI S., 1995 - *Giuseppe Scarabelli 1820-1905*. Atti del 10° Conv. Spel. dell'Emilia Romagna, Casola Valsenio 4 novembre 1995. Speleologia Emiliana, n. 6, pp. 58-70.
- MARINELLI O., 1904 - *Fenomeni carsici nei gessi delle Alpi Orientali. Nuove osservazioni e prime conclusioni*. Bollettino della Società Geografica Italiana, s. 4, vol. 5, n. 1, pp. 13-37.
- MARINELLI O., 1917 - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*. Memorie Geografiche di Giotto Dainelli, n. 34, pp. 263-416, supp. a Riv. Geog. It.

- MARINELLI O., 1917 b - *Una visita alle caverne dei gessi di Roccastrada*. Mondo Sotterraneo, a. XIII, n. 1-6, p. 10-18.
- MASCARUCCI M., PERENICH A., DI MARCANTONIO P., 1990 - *Note geologiche e speleogenetiche della Grotta di Colle Bianco in Guglionesi (CB)*. Notiziario Speleo Club Chieti, 1990, pp. 69-74.
- MASCIARELLI G., 1990 - *Le grotte nei gessi in Guglionesi (CB)*. Notiziario Speleo Club Chieti, 1990, pp. 63-68.
- MONTANARO E., 1932 - *La Grotta di S. Maria di Vallestra*. Grotte d'Italia, a. VI, n. 1, pp. 28-30.
- MORNIG G., 1935 - *Grotte di Romagna: dodici mesi di esplorazioni speleologiche nel brisighellese 1934-1935*. Inedito, maggio 1935.
- MORNIG G., 1995 - *Grotte di Romagna*. Bologna, Speleologia Emiliana, Memorie n. 1, 32 pp.
- PANZICA LA MANNA M., 1995 - *Il sistema carsico ipogeo di S. Angelo Muxaro (AG)*. Atti del I° Conv. Reg. di Speleologia della Sicilia, Ragusa 14-16 dicembre 1990. Vol. 1, pp. 47-53.
- PASINI G., SIVELLI M., ZANNA A., 1994 - *Il rilievo dell'Acquafredda*. Atti del 9° Conv. Spel. dell'Emilia Romagna, Casola Valsenio 31 ottobre 1993. Speleologia Emiliana, n. 5, pp. 44-59.
- QUARINA L., 1916 - *Fenomeni carsici nei gessi di Onferno*. Mondo Sotterraneo, a. XII, n. 1-3, pp. 32-35.
- SAIBENE C., 1957 - *Note sul carsismo in Sicilia*. Atti del XVII Congresso Geografico Italiano, Bari 23-29 aprile 1957. Vol. 2, pp. 137-145.
- SIMONAZZI G., 1931a - *Relazione descrittiva della Grotta S. Maria di Vallestra*. Il Cimone, a. 1, n. 2, p. 5.
- SIMONAZZI G., 1931b - *Esplorazione della Grotta Tana della Mussina e sua catastazione (2 E)*. Il Cimone, a. 1, n. 4, p. 4-5., a. 2, n. 2, pp. 3-5.
- SIVELLI M., 1988 - *Il rilievo dell'Acquafredda*. Sottoterra, n. 79, pp. 6-11.
- TREBBI G., 1903 - *Ricerche speleologiche nei gessi del bolognese*. Rivista Italiana di Speleologia, a. I, fasc. 3, p. 14-18; fasc. 4, pp. 1-8.
- TREBBI G., 1926 - *Fenomeni carsici nei gessi del bolognese: la risorgente dell'Acqua Fredda*. Giornale di Geologia, s. 2, n. 1, pp. 3-31 (estratto).
- TREBBI G., 1932 - *Osservazioni a proposito della Tana della Mussina nei gessi dello Scandianese*. Il Cimone, a. 2, n. 2, pp. 2-3.
- VECCHIO E., 2000 - *Il sistema carsico ipogeo Grotta del Traforo di Montallegro (AG)*. Atti del 3° Conv. di Spel. della Sicilia, Palermo 3-5 aprile 1998, pp.157-164.
- ZONNO A., TARANTINI M., LAROCCA F., 1990 - *Cronaca speleo di un campo estivo nell'Alto Crotonese*. L'Ausi, n. 9, pp. 55-65.

# ASPETTI EVOLUTIVI DEL PAESAGGIO CARSIICO NEI GESSI IN ITALIA

Ugo Sauro <sup>1</sup>

## Riassunto

La velocità del processo di soluzione carsica nei gessi è di circa 1 ordine di grandezza superiore a quella nei calcari e pertanto la velocità di evoluzione delle forme di soluzione è molto maggiore nei gessi che nei calcari. Le unità morfocarsiche nei gessi, in particolare quelle nei gessi del Messiniano, presentano contesti morfostrutturali ben definiti e forme di erosione con caratteri intermedi tra quelli fluviali e quelli carsici. Le forme di soluzione in roccia, o Karren, mostrano di essere legate a processi idrodinamici ben definiti e, per taluni tipi di forme, come le impronte di tallone ed i crateri di pioggia, sono ancor meglio espresse che nei calcari. Le superfici prive di una copertura di suolo sono soggette alla formazione di una "crosta di alterazione" che è responsabile della genesi di bolle di rigonfiamento, di poligoni, di mega-bolle e di colline domiformi. Nelle aree a clima mediterraneo l'uomo ha innescato l'erosione del suolo condizionando l'evoluzione di particolari paesaggi in roccia molto ben rappresentati nella Sicilia sud-occidentale.

**Parole chiave:** gessi, paesaggi, impatto umano, Italia

## Abstract

*The rate of the solution process in the gypsum is about 1 order of magnitude larger than in limestone. So, in the gypsum karst the typical karst landforms evolve in a much faster way. The morphokarstic units, especially those in the Messinian age gypsum, show well defined morphostructural settings, as cuesta like, tabular, etc. Most of the erosion forms show intermediate characters between the karstic and the fluvial style. The Karren types are nearly the same as in the limestone and are clearly linked with specific hydrodynamic processes. Some Karren, as heelprints and rain pits, are better expressed than in other soluble rocks. The gypsum surfaces lacking of a soil cover are interested by the development of a "weathering crust", responsible of the formation of gypsum bubbles (tumuli), polygons, mega bubbles and dome like summits. In the Mediterranean environment, as in western Sicily, the landscape evolution has been influenced by the soil erosion, induced by human impact during the historical times.*

*Key-words:* gypsum, landscape, human impact, Italy

## Il carsismo nelle rocce evaporitiche: la velocità dei processi

Nelle rocce evaporitiche più caratteristiche, che sono i gessi ed il salgemma, il processo morfologico predominante è quello della

soluzione delle rocce gessose ad opera delle acque di deflusso. In un litro d'acqua si possono sciogliere anche alcune centinaia di grammi di salgemma, mentre nelle soluzioni naturali delle aree nei gessi si trovano disciolti circa 2-3 grammi di  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  per ogni

---

<sup>1</sup> - Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova

litro d'acqua (AGNESI *et al.*, 1989). La solubilità del salgemma è superiore, in confronto con quella dei calcari, di circa tre ordini di grandezza (circa 1000 volte); la solubilità dei gessi è invece superiore di circa 1 ordine di grandezza. Di conseguenza anche la velocità dell'erosione chimica, e quindi di abbassamento medio della superficie topografica è sino a circa 1000 volte superiore nel salgemma e circa 10 volte superiore nei gessi che nei calcari. Così, se l'abbassamento medio di una superficie nei calcari in ambiente alpino può variare fra circa 4 e 8 cm per 1000 anni, a parità di condizioni, nei gessi l'abbassamento dovrebbe essere di 40-80 cm, e nel salgemma di parecchie decine di metri. Ciò spiega la rarità nelle regioni umide di affioramenti di salgemma e le dimensioni in genere modeste delle aree di affioramento dei gessi, che sono spesso circondate da coperture recenti, di età pliocenica e quaternaria, derivanti in parte dalla deposizione di materiali provenienti dall'erosione delle rocce di copertura degli stessi gessi.

In relazione a queste velocità dei processi di erosione chimica, l'individuazione di forme caratteristiche richiede tempi diversi nei differenti tipi di roccia. Tuttavia, al di là di queste diverse velocità di sviluppo morfogenetico esiste una sostanziale analogia tra le forme che si sviluppano nei vari tipi di rocce, forme che quindi non appaiono controllate tanto dai processi di tipo chimico quanto dai meccanismi idrodinamici

del deflusso superficiale e sotterraneo nelle diverse condizioni climatiche e microambientali locali.

### Alcuni aspetti peculiari dell'evoluzione geomorfologica nei gessi

In molte aree nei gessi italiani, in particolare in quelle nei gessi messiniani, risultano ben evidenti, forse più ancora che nei calcari, i

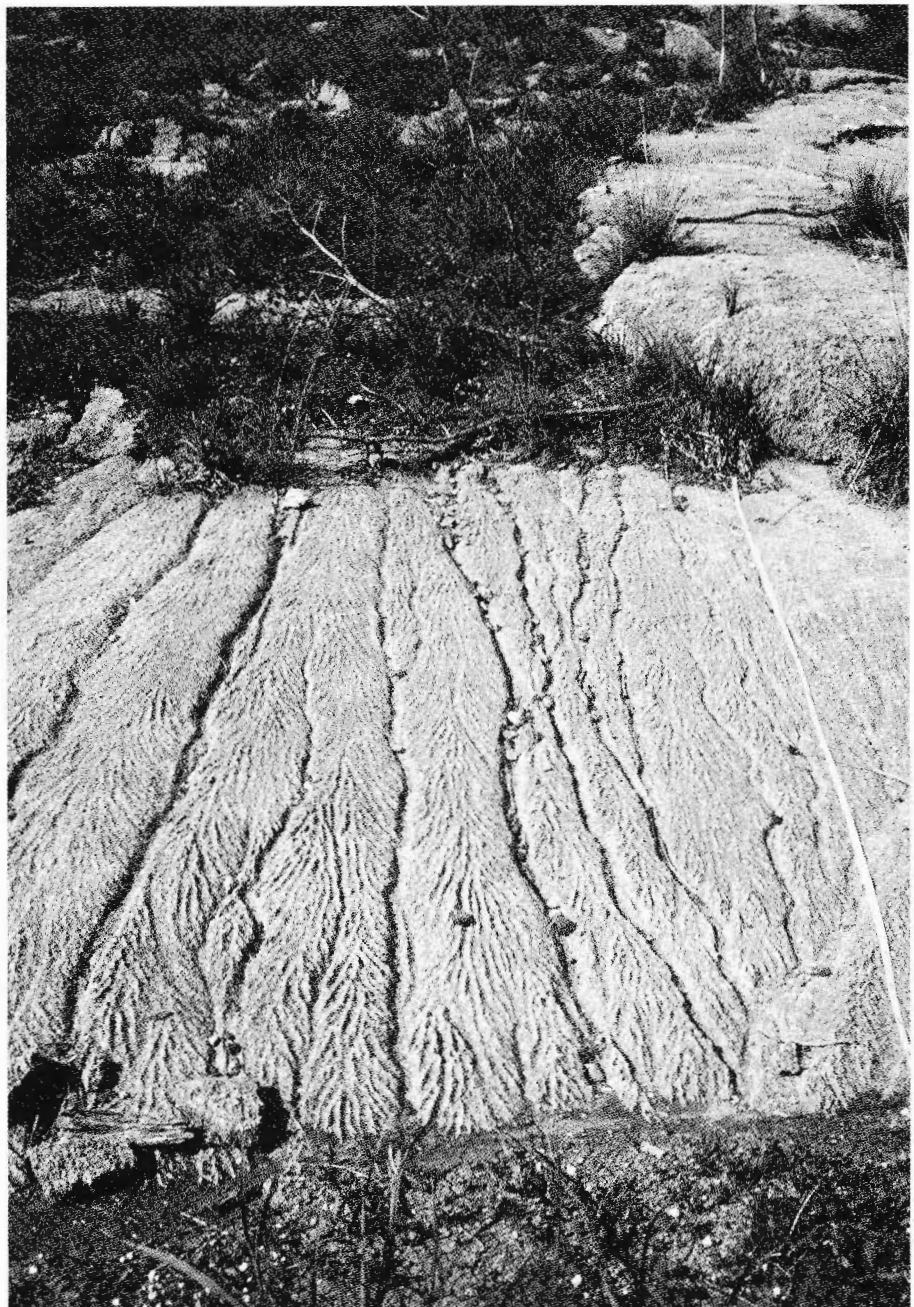


Fig. 1 – Karren su una superficie di strato nei gessi dell'area di Calatafimi (TP- Sicilia).  
*Karren developed on a bedding plane in the area of Calatafimi (Trapani- Sicily).*

contesti morfostrutturali delle unità morfocarsiche. Ciò è legato alle diversità fra i comportamenti nei confronti delle deformazioni tettoniche e dell'erosione tra i gessi e le rocce incassanti, spesso rappresentate da argille a comportamento plastico e facilmente erodibili. Tra gli stili morfotettonici più comuni ci sono quelli di tipo monoclinale (cuesta, si veda la Vena del Gesso), di tipo tabulare (altopiano, si vedano alcuni altopiani carsici nei gessi della Sicilia come quelli di Santa Ninfa e delle Serre di Ciminna), o del tipo a "scogli" di erosione selettiva, determinato dalla messa in evidenza di blocchi di gessi galleggianti su un substrato argilloso (si veda l'area nei gessi di Sant'Angelo Muxaro in Sicilia).

Dal punto di vista dell'interferenza tra processi di tipo diverso si può riconoscere, nelle forme del paesaggio, la transizione in atto tra uno stile geomorfologico di tipo fluviale ed uno di tipo carsico (MARINELLI, 1917; CASALI *et al.*, 1983; FERRINI, 1989; FORTI *et al.*, 1989). Questa transizione è in relazione a situazioni particolari di "carsismo di contatto litologico", prevalentemente riferibile ai

seguenti tipi: a) transizione verticale tra rocce impermeabili o poco permeabili di copertura e rocce solubili; b) contatto tettonico laterale tra rocce non carsificabili e rocce solubili; c) situazioni di coperture clastiche secondarie discontinue e di modesto spessore, da cui emergono aree scoperte.

Ne consegue che nei gessi sono molto comuni le associazioni tra le forme fluviali e quelle carsiche, espressioni della transizione, spesso ancora in atto, tra una rete idrografica di tipo superficiale ed una di tipo sotterraneo (FORTI & SAURO, 1997).

Nel carsimo nei gessi, a differenza di quello nei calcari, i processi di soluzione sono più efficaci sulle superfici rocciose esposte che non su quelle coperte da suolo (fig. 1). Ne consegue che nei gessi lo sviluppo dell'epicarso, cioè del sistema di fratture e cavità allargate dalla soluzione nell'ambito dello spessore più superficiale di roccia, è molto minore che nei calcari. Di conseguenza, salvo casi particolari, nei gessi non si trovano doline tipiche derivanti da una concentrazione del drenaggio nell'ambito dell'epicarso (*drawdown doline* o



Fig. 2 – Collina domiforme nei gessi della Sicilia, evolutasi in relazione alla formazione di una "crosta di alterazione".  
*Dome like hills in the gypsum of Sicily, influenced by the formation of a weathering crust.*

doline di soluzione accelerata). Questo tipo di doline è, invece, il più comune sui calcari.

I due meccanismi prevalenti nella genesi delle doline sui gessi sono: a) “drenaggio puntuale”, per infiltrazione di corsi d’acqua superficiali, sia pure effimeri, in corrispondenza di inghiottitoi (*point recharge doline*); b) “drenaggio puntuale” dell’acqua contenuta in coperture clastiche sovrastanti i gessi in corrispondenza di “inghiottitoi nascosti” (*cover doline*). Queste due situazioni spesso coesistono nelle aree carsiche (FERRARESE & SAURO, 2001).

Alcune catene di doline derivano da una “retrocessione degli inghiottitoi”, che comporta un decremento delle quote dei fondi delle doline da valle verso monte. Questo meccanismo può determinare una sorta di inversione della pendenza nei segmenti di valli interessati dalla formazione delle doline, che è la conseguenza della migrazione verso monte dell’inghiottitoio attivo. Begli esempi si trovano nell’altopiano di Santa Ninfa, i quali dimostrano il carattere di transizione di queste forme fra le doline del tipo a “drenaggio puntuale” e le valli cieche.

Oltre alle forme negative come le doline, nell’ambito delle superfici dei gessi della Sicilia prive di una copertura di suolo esistono forme positive caratteristiche, che dal punto di vista dei meccanismi genetici non hanno riscontri né nei calcari, né nel salgemma (FERRARESE *et al.*, 2002). Si tratta di sommità domiformi, grossomodo emisferiche, con diametri che vanno da poche decine di metri sino ad oltre 100 metri (fig. 2). Queste forme si individuano come conseguenza della formazione di una “crosta superficiale” in seguito alla risalita per capillarità di soluzioni sovrassature che determinano fenomeni di precipitazione e di germinazione ed accrescimento dei cristalli. In condizioni favorevoli la pressione che si instaura all’interno della crosta può determinare nel tempo l’individuazione di sommità a cupola, fatto che non comporta necessariamente uno scollamento sin-

crono ed esteso della crosta dalla roccia sottostante, ma piuttosto un suo adattamento in seguito a un riarrangiamento della struttura cristallina e ad una deformazione di tipo semiplastico della roccia.

Il processo è sostanzialmente lo stesso che porta alla genesi di tutta una serie di forme della “crosta” tra cui le bolle e i poligoni, solo che in questi ultimi casi interessa uno spessore minore di roccia. In questo modo si formano le bolle da rigonfiamento e diverse altre forme, descritte nel capitolo sulle forme superficiali, determinate da fenomeni di ricristallizzazione del livello più superficiale.

### **Analogie e differenze tra forme di soluzione e di alterazione in roccia nei gessi e nei calcari**

Nel salgemma e nei gessi si trovano con maggior frequenza certe forme che nei calcari sono relativamente rare, o sono legate a particolari ambienti. Tra queste, le impronte di tallone e le spianate di soluzione, che nei calcari sono generalmente legate agli ambienti nivali dell’alta montagna, mentre nel salgemma e nei gessi si trovano comunemente, anche se meglio espresse su certe litologie a grana fine e omogenea come il salgemma, i gessi alabastrini, le gessareniti a grana fine e le gessopeliti. La frequenza di questi tipi di forme in Sicilia dimostra che non è necessario un ambiente nivale per il loro sviluppo, il quale si spiega con semplici meccanismi idrodinamici. Molto comuni nei gessi a grana fine sono anche i piccoli crateri da impatto delle gocce di pioggia (*rain pit*, o *rain crater*) che nei calcari sono poco comuni e generalmente meno ben espressi (MACALUSO *et al.*, 2001).

In certe aree nei gessi non sono infrequenti stalagmiti e pavimenti concrezionali di grotte completamente smantellate dai processi della soluzione. Le concrezioni essendo in carbonato di calcio sono meno solubili della roccia incassante e pertanto permangono abbastanza

a lungo sulla superficie topografica. Alcuni begli esempi si trovano nelle Serre di Ciminna.

### L'uomo e l'evoluzione dei paesaggi dei gessi

La colonizzazione neolitica e protostorica delle aree nei gessi, connessa con la diffusione dell'agricoltura e della pastorizia, ha certamente comportato profonde trasformazioni paesaggistiche ed ambientali. La deforestazione e l'uso del suolo per il pascolo e l'agricoltura hanno innescato intensi processi di erosione del suolo, in particolare negli ambienti

mediterranei. Ne è conseguito il denudamento di molte superfici rocciose, dove i processi di soluzione hanno scolpito i Karren e, nel contempo, sui gessi macrocristallini si è sviluppata la "crosta" di alterazione. Sulle pareti di alcuni rilievi nei gessi l'uomo ha scavato numerose cavità artificiali per ricavarne delle necropoli.

Si può in linea di massima ritenere che la maggior parte delle sommità "cupoliformi" presenti nei gessi della Sicilia si sia formata in seguito alla parziale desertificazione provocata dall'impatto umano (MACALUSO *et al.*, 2001).

### Bibliografia

- CASALI R., FORTI P., GNANI S., 1983 - *Guida ai gessi del Bolognese*. Calderini Ed., Bologna, 182 pp.
- FERRARESE F., MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2002 - *Solution and re-crystallization processes and associated landforms in gypsum outcrops of Sicily*. *Geomorphology*, 49, pp. 25-43.
- FERRARESE F., SAURO U., 2001 - *Le doline: aspetti evolutivi di forme carsiche emblematiche*. *Le Grotte d'Italia*, s. V, 2, pp. 25-38.
- FERRINI G. (Ed.), 1989 - *I gessi di Verzino (KR): L'area carsica delle Vigne di Verzino*. *Mem. dell'Istituto Italiano di Speleologia*, s. 2, v. 10, 128 pp.
- FORTI P., GRIMANDI P. (Eds.), 1986 - *Atti del Simposio internazionale sul carsismo delle evaporiti*. Bologna, 1985, *Le Grotte d'Italia*, s. 4, v. 12, 420 pp.
- FORTI P., SAURO U., 1997 - *Gypsum karst of Italy*. *Gypsum Karst of the World. Int. J. Speleol.* 25 (3-4), pp. 239-250.
- FORTI P., AGNESI V., MACALUSO T. (Eds.), 1989 - *I gessi di Santa Ninfa (Trapani): Studio multidisciplinare di un'area carsica*. *Mem. dell'Istituto Italiano di Speleologia*, 3, s. 2, 202 pp.
- FORTI P., AGNESI V., MACALUSO T., PANZICA LA MANNA M. (Eds.), 1987 - *Atti del Simposio internazionale sul carsismo delle evaporiti. Il carsismo delle evaporiti in Sicilia*. Palermo, 1985, *Le Grotte d'Italia*, s. 4, v. 13, 213 pp.
- KLIMCHOUK A., LOWE D., COOPER A., SAURO U. (Eds.), 1997 - *Gypsum Karst of the World*. *Int. J. Speleol.* 25 (3-4), 1996, 308 pp.
- MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2001 - *Atlante dei Karren nelle evaporiti della Sicilia (Atlas of the Karren in the evaporitic rocks of Sicily)*. *Quaderni del Museo Geologico "G.G. Gemellaro"*, 5, Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università degli Studi di Palermo, 143 pp.
- MARINELLI O., 1917 - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia. Materiali per lo studio sui Fenomeni carsici III*. *Memorie geografiche, Suppl. Rivista Geografica Italiana* 34, pp. 263-416.





# IL PAESAGGIO ANTROPIZZATO NELLE AREE GESSOSE

Ezio Burri<sup>1</sup>

## Riassunto

Nel paesaggio morfologico pertinente le formazioni evaporitiche presenti in Italia, la diversa conformazione paesaggistica è imputabile a più fattori quali il contesto climatologico non omogeneo e la differente storia economica e sociale delle popolazioni che si sono insediate su quelle aree. A livello di esempio, sono state esaminate quattro diverse tipologie di paesaggio ubicate in Emilia Romagna, Abruzzo, Calabria e Sicilia.

**Parole chiave:** gessi, paesaggio carsico, insediamenti umani.

## Abstract

*The marked morphological differences among landscapes related to the evaporitic formations of Italy can be attributed to a heterogeneous climatological context and to the different economic and social history of the populations that have settled in these areas. To provide examples, we have examined four different types of landscape situated in Emilia Romagna, Abruzzo, Calabria and Sicily.*

**Key-words:** gypsum, karst landscape, human settlements.

Nel variegato paesaggio delle aree gessose d'Italia la matrice litologica si presenta, di fatto, omogenea e ciò che le ha diversificate è senza dubbio una diversa conformazione degli affioramenti, ovvero la loro massiva o - contrapposta - sporadica presenza, associata ad un difforme contesto climatico. Eppure clima ed estensione areale non basterebbero a significare questa differenza, marcata o sfumata.

Dunque è stata la presenza dell'uomo nelle sue attività sociali e, per essa, quelle economiche che, scandite dal trascorrere dei secoli, hanno marcato analogie e discrepanze.

Nell'esemplificazione di queste si sono scel-

ti tre esempi, ed un'appendice, per delineare meglio il concetto.

## I gessi triassici dell'Alta Val Secchia e la "Vena del Gesso"<sup>2</sup>

La formazione di gessi triassici che da Sassalbo in Toscana affiora sino alla Valle del Secchia, è certamente il più esteso affioramento presente nell'alto Appennino Reggiano (AA.VV. 1998). La morfologia superficiale pertinente questi affioramenti gessosi raggiunge, tra i rilievi della Pianellina e del Monte Carù, una diffusione notevole con

<sup>1</sup> - Dipartimento di Scienze Ambientali - Università degli Studi - Via Vetoio - Località COPPITO - 67100 LAQUILA (Italy) - e-mail: ezio.burri@aquila.infn.it

<sup>2</sup> Un ringraziamento a Francesco Corbetta per le opportune e gradite indicazioni.



Fig. 1 - L'area dei gessi denominata "Vena del Gesso Romagnola" (foto C. Pollini)  
 The area named Vena del Gesso of Romagna.

doline di varie dimensioni, profondità e conformazione strutturale. La storica utilizzazione dei gessi, come pietra da calce, è attestata dalla sopravvivenza di antiche fornaci, come quella di Vezzano sul Crostolo di epoca non precisata, certamente arcaiche e degni monumenti di archeologia industriale, ancora ben identificabili sulle pendici di Busana o sul versante Ovest di Monte Cafaggio. In generale l'assenza di idrografia superficiale e la ripidità dei versanti ha dissuaso gli insediamenti stabili di altura indirizzandoli verso i terreni circostanti e riservando gli aspri speroni rocciosi alle funzioni difensive. In quest'area le ampie fasce delle colline circostanti hanno subito una contrazione nella conduzione agricola, sì che questa viene condotta solo nelle aree limitrofe le strutture insediative, mentre le altre, più distanti, sono ridotte a pascolo oppure ricolonizzate dalla vegetazione arbustiva pioniera. A testimonianza di quanto il prato-pascolo sia esteso basta osservare come questo rappresenti la quasi totalità delle coltivazioni

poste ai piedi della Pietra di Bismantova. Tra i prati-pascoli più estesi i campi coltivati sono divisi da siepi erette a marcare la divisione della proprietà ma, anche, a protezione dai dissesti e dai venti freddi. La conformazione ricorda molto da vicino il *bocage* ove si afferma, storicamente, il diritto alla proprietà individuale ignorando il diritto collettivo del villaggio. Fanno da contrapposto i campi abbandonati - ove sopravvivono le opere di sostegno quali muretti a secco e terrazzamenti - che con la differente colorazione dei coltivi sono in grado di testimoniare, anche con un'immediata percezione, il loro attuale stato. Nelle fasce più elevate dominano i castagneti, ancora utilizzati o abbandonati da tempo, che contengono terreno al meno esigente bosco ceduo di latifoglie. I versanti più ripidi, dove predominano le bianche e ripide pareti che incombono sul fiume Secchia che li ha incisi, si caratterizzano per la presenza di vegetazione xerofila fra la quale si intravedono ancora i ruderi delle antiche fornaci per la calce, come

sopra ricordato. In tema di vegetazione assai significativo è l'adattamento a questo ambiente di due specie, autentiche rarità, come l'*Artemisia lanata* W. e l'*Ononis rotundifolia* L. dai caratteristici fiori rosei. Il largo alveo del Secchia a meandri anastomosati, poi, oltre che la conformazione e l'evoluzione morfologica, testimonia eloquentemente anche la presenza storica dell'uomo con i molteplici ruderi di mulini, o altri opifici, ubicati anche nell'ossatura della "Vena del Gesso" del Messiniano.

La "Vena del Gesso" (Fig. 1) rappresenta e connota gli estesi affioramenti evaporitici messiniani della Romagna (AA.VV. 1989, 1994). Questa particolare denominazione, che può apparire solo un "termine" generico per gli addetti ai lavori, ha assunto significativamente nel tempo anche l'importanza di toponimo ed, ancora, la dignità di elemento designatore di un contesto ambientale. Come tale va, dunque, assunto e come tale, di conseguenza, viene interpretato seppure con alcuni approfondimenti che identificano, nella "vena" peculiarità e strutture. Il paesaggio agrario, ove le cesure strutturali lo permettono, si presenta quasi più morbido con prevalenza di campi aperti. Ma in tutta l'area è stata la utilizzazione del gesso, sia come pietra da taglio, che come gesso cotto che come gesso crudo in polvere, che ha profondamente caratterizzato l'ambiente comportando l'apertura di cave, alcune delle quali molto antiche. Esempi significativi sono riscontrabili nei pressi del Castello di Onferno, nel Comune di Gemmano, o quelle di Monte Donato poste a Sud della città di Bologna, o di Castel de' Britti nel Comune di San Lazzaro di Savena. L'impiego del gesso come materiale da costruzione è testimoniato, anche se in maniera episodica, sin dalla preistoria ma, nei secoli successivi, la specifica utilizzazione è cresciuta sino a divenire elemento di riferimento nella conformazione abitativa, come ancora traspare dai ruderi delle molte abitazioni storiche. Altri ed ancor più significativi esempi sono riscontrabili in località Borgo Rivola, nella

Valle del Senio, o di Tossignano, nella Valle del Santerno, sino alla Val Lamone che può essere considerata, nel tema, un vero e proprio distretto minerario. L'attività estrattiva, con alterne vicende, si è protratta intensa sino ad oggi e rimane questo, nel bene o nel male, uno degli aspetti più appariscenti del paesaggio di questa porzione dell'Appennino emiliano-romagnolo. La fruizione di questi affioramenti non si è soffermata alla sola attività estrattiva, ma la funzione morfologica degli speroni rocciosi è stata anche attentamente ben valutata sin dall'inizio del medioevo, come sopra ricordato, per la creazione di insediamenti con specifiche finalità difensive, come è ben attestato dalla Rocca o dalla Torre di Brisighella o dai castelli di Val Lamone, Monte Mauro, Rocca di Tossignano, Ca' di Sassatello, Gesso, Castellina e Rivola. E ciò che artificialmente non offrivano le rocche, era naturalmente fruito nelle cavità naturali, spesso di difficile accesso, e che ancora oggi conservano ampie tracce degli antichi adattamenti. Più semplicemente, le cavità di minore estensione sono state impiegate anche per ricovero di bestiame o rozzi magazzini. La cornice ambientale, che ancora si conserva, trova riferimento per tutto il serpeggiante affioramento della "Vena", nel paesaggio vegetazionale formato da gramineti di terofite sulle rocce affioranti, o sui detriti derivati dallo sfaldamento, garighe, prati e boschi formati da roverella, orniello, carpino nero e castagno e, nelle posizioni meglio esposte anche dai sempreverdi leccio e fillirea, in funzione della inclinazione degli strati gessosi, della loro esposizione, dell'accumulo del terreno e dei ristagni d'acqua.

### L'area carsica di Verzino

Tra le vaste formazioni evaporitiche presenti in provincia di Crotone, certamente quella che affiora in località *Le Vigne* di Verzino è una delle più rappresentative (AA.VV. 1998). L'area, posta a Sud dell'abitato, presenta un



Fig. 2 - L'area dei gessi di S. Ninfa (Trapani): coltivazione in dolina con evidenza dell'inghiottitoio oblitterato dalla vegetazione.

*The gypsum karst area of Santa Ninfa (Trapani): growing inside a doline the sinkhole of which is buried by vegetation.*

clima temperato piovoso con estate asciutta e molto calda ed è caratterizzata da un paesaggio collinare, dovuto alla successione di terreni miocenici e pliocenici molto erodibili, nei quali la continuità è bruscamente interrotta dalle profonde incisioni torrentizie. Nell'affioramento evaporitico preso in esame, esteso circa 10 km<sup>2</sup> e limitato verso Ovest e verso Nord-Est dalle cesure prima ricordate, si evidenziano la presenza di doline e tracce relitte di idrografia superficiale. Le locali coperture residue di terreni argillosi e sabbiosi miocenici e pliocenici hanno favorito la formazione di coltri argillose, a volte anche di notevole spessore, che sono state ampiamente utilizzate per colture agricole.

È l'attività agricola, appunto, la principale fonte di reddito, anche se nell'area esaminata la percentuale di terreno incolto raggiunge valori particolarmente elevati, in contrasto con il trend demografico del vicino centro che, storicamente in crescita, è attualmente attestato sulle 3.000 unità. La presenza delle doline ha, comunque, condizionato la conduzione dei seminativi molto presenti ed associati alla coltura specializzata, ovvero frutteti, vigneti ed uliveti. Queste doline si enunciano con profilo genericamente asimmetrico, condizionate dall'assetto strutturale e dalla morfologia di versante, e con dimensioni generalmente piuttosto esigue e comprese in

poche decine di metri, o meno, tranne due casi ove si superano i 300 m. Anche la profondità è modesta, da 2 a 30 m, con versanti scarsamente acclivi e privi, sul fondo, di quella roccia affiorante che si evidenzia, viceversa, nelle più rare doline a pozzo.

I coltivi si adeguano nella morfologia a queste strutture senza subirne i condizionamenti, poiché non è la conformazione a subordinare gli interventi antropici quanto, e piuttosto, le problematiche derivanti dal drenaggio e le soluzioni adottate sono di due tipi, in relazione alla necessità di agevolare il deflusso, per via sotterranea, o di evitarlo al massimo (Fig. 4). Nel primo caso, soprattutto per le valli cieche e per le doline di maggiori dimensioni, ove può essere consistente anche l'impaludamento in caso di scarsa funzionalità del collettore naturale, viene realizzato un canale artificiale non poche volte protetto sulle sponde.

All'opposto, vengono temuti gli assorbimenti, soprattutto quelli rapidi, capaci di generare erosioni non lievi e che coinvolgono le coltivazioni condotte nell'area circostante. In questo caso si ricorre all'oblitterazione dell'inghiottitoio e poiché questa attività viene espletata con il materiale più eterogeneo, non poche volte il successivo sventramento della forma mette in mostra, in successione diacronica, la sequenza e la tipologia dell'intervento.

In tema di opere idrauliche vi è da segnalare che a tutela di eventuali inondazioni, nella Val Garone è stata realizzata una cassa di espansione artificiale in grado di contenere, o almeno arginare, le fasi di piena che periodicamente interessano la Grave Grubbo.

Non poche, ed anche significative, sono le opere di terrazzamento, ove la coltura dominante è quella dell'ulivo. In qualche caso la struttura è quasi possente, realizzata anche in successione di tre ordini, con muri di contenimento che vengono eseguiti con conci di gessoareniti e gessopeliti sulla cui superficie, di conseguenza, si evidenziano piccole forme di soluzione sotto forma di scannellature (Fig. 3). In un caso, il terrazzo è stato costruito in controtendenza per fruire, probabilmente, di un microclima più favorevole. Lo spietramento da coltivo, pur presente, non è molto diffuso poiché il materiale viene, appunto, utilizzato per eseguire le opere di terrazzamento o per creare delle "lunette" alla base degli alberi di ulivo, al fine di implementare l'umidità naturale del suolo.

All'oggettiva carenza di risorsa idrica si pone rimedio, inoltre, con l'impianto di vasche per la raccolta di acque, da utilizzare per le irrigazioni, o confinando le colture orticole solo a ridosso di corsi d'acqua.

Il pascolo è attività marginale, come testimonia anche la quasi inesistenza di ricoveri adibiti a questa funzione o di abbeveratoi, è essenzialmente condotto su una ridotta superficie ed ha prodotto solo sentieramenti e repatazione, con forme anche antiche. La vegetazione arborea, alla quale compete una estensione ancora minore, è presente dove l'affioramento evaporitico ha maggiormente limitato l'attività dell'uomo e dove, di conseguenza, sono riscontrabili lembi di vegetazione spontanea con boschi a sclerofille dominate da *Quercus ilex*.

Una citazione particolare merita l'antico insediamento fortificato di Acerentia, posto ai margini Est della zona considerata. Allo stato di rudere, presenta lungo le strutture abitative

vistose scannellature verticali dovute, unicamente, al crollo delle coperture in laterizio che hanno esposto al degrado meteorico i materiali di costruzione realizzati, come molte altre storiche strutture similari della zona, con conci provenienti dagli affioramenti di gessoareniti e gessopeliti.

## I gessi di Santa Ninfa

La zona è posta nella Sicilia occidentale (Fig. 2), in provincia di Trapani, in posizione nord-orientale e limitrofa l'omonimo centro abitato. L'area si presenta abbastanza antropizzata ma l'incidenza di questo fattore è generalmente armonizzata e connaturata, in continuità funzionale, alla tradizionale attività agricola (BURRI, 1989). Le testimonianze insediative più antiche si presentano piuttosto frammentate, documentate da reperti di superficie, radicati toponimi - come ad esempio quello di *Castelluccio* - e tracce di strutture di tipo difensivo, associate a più generalizzate opere di utilizzo del suolo quali muri di contenimento, terrazzamenti e cumuli di spietramento. Nell'insediamento sparso, di tipo temporaneo servito da un'antica rete di sentieri e regie "trazzere", e che marcatamente e significativamente caratterizza questa porzione di territorio emerge, e si differenzia, l'ex feudo Rampinzeri, ancora integro e leggibile nella composizione architettonica oltre che nella sua funzionalità. Le altre abitazioni sono generalmente di modesta dimensione, a tetto piatto - o debolmente inclinato - e realizzate con conci di gesso macrocristallino di provenienza locale e legati, ivi compresi gli architravi in gessoarenite, con malta di sabbia e gesso. Le acque di derivazione meteorica sono convogliate in cisterne interrato o ricavate all'interno della struttura abitativa. Singolari, e per molti versi, appaiono i cosiddetti "cupolli" ovvero fienili realizzati in conci di gesso, o con muratura impastata ed intonacata con una malta di gesso, a pianta circolare e dalla forma vagamente ogivale, al cui interno, a



Fig. 3 – L'area dei gessi di Verzino (Crotone): coltivazione terrazzata utilizzando conci in gesso sui quali si producono microforme di dissoluzione (rillenkarren).

*The gypsum karst area of Verzino (Crotone): terraced growing by means of gypsum blocks over which dissolution micro-forms (rillenkarren) develop.*

volte, è ricavato con il sostegno di pali di legno, un secondo piano. La struttura abitativa nei pressi dell'abitato perde una buona parte di originalità, ampliando il numero dei moduli, divenendo abitazione permanente ma, soprattutto per le costruzioni recenti, perdendo l'impiego del materiale tradizionale a favore del laterizio.

La morfologia carsica superficiale si è adattata, nel tempo e nello spazio, a questa realtà privilegiando un uso continuato delle doline, localmente chiamate *zubbie* dalle più piccole a quelle maggiormente estese, per la coltivazione di ortaggi e/o frutteti e/o vigneti al fine di sfruttare al meglio umidità e microclima. Una notevole cura viene posta nella manutenzione degli inghiottitoi ai quali è sempre affidato il compito di drenare le acque meteoriche e questo avviene con la creazione di microterrazzamenti, interni agli inghiottitoi stessi, impiegando conci in pietra, fascine ed altro materiale eterogeneo o, ancora con canalizzazioni artificiali e vasche di raccolta che, di quelle, costituiscono i recapiti. Altrove, altri inghiottitoi sono stati oblitterati e questi eventi maggiormente si verificano nelle aree destinate al pascolo, mentre la colmata di terra viene praticata per l'impianto dei vigneti o, caso limite, per l'utilizzo della depressione come discarica. In tema di approvvigiona-

mento idrico iniziano a fare la loro comparsa alcuni laghetti artificiali, di modeste dimensioni, che essenzialmente utilizzano i flussi di acqua piovana che viene convogliata anche nei pressi delle abitazioni, con sistemi di raccolta innestati nei tetti. L'attività di cava è stata modesta ed è, nei fatti, già esaurita da tempo come senza seguito, così si evince dai soli saggi minerari, è stato il tentativo di avviare l'estrazione dello zolfo. Attualmente la presenza antropica si è vivacizzata come è attestato da nuovi cumuli di spietramento, ampie e profonde arature e terrazzamento soprattutto per attività di rimboschimento. I campi aperti sottolineano questa ripresa configurandosi anche con uno schematismo geometrico, comunque genericamente non ordinato, ma perimetrato da sentieri e strade di servizio.

## Conclusioni

Oltre ai tre specifici casi prima evidenziati, un'analisi dei paesaggi antropizzati estesa alle aree gessose delle altre regioni italiane, sebbene in queste le superfici interessate dal fenomeno siano più ridotte, ha messo in luce come il rapporto tra conduzione agricola e morfologia superficiale non sia dissimile da quello in uso nelle zone dove predomina il carsismo nei carbonati. Anche in questo caso,

infatti, la necessità di fruire di microclimi più favorevoli, come difesa dai venti freddi dominanti nelle aree settentrionali sino all'utilizzo dell'umidità residuale in quelle più meridionali, renda piuttosto omogenea tale funzione. Non diverse appaiono alcune forme storiche di colonizzazione territoriale, come spietramenti da coltivi o impianti di terrazzamenti e muri a secco. Così, anche l'accortezza che ha stimolato la scelta degli speroni rocciosi per erigervi insediamenti con finalità difensive, è abbastanza comune sia che si tratti di speroni calcarei che gessosi. Sotto il profilo fitogeografico, non esiste una flora gipsicola specifica ma questa è solo funzione dei diversi contesti climatici. Viceversa lo specifico contesto litologico, ma anche strutturale, hanno marcato una significativa diversità sotto due aspetti:

- la presenza di cave nei gessi non appare molto più frequente di quanto non lo sia nei calcari, ma essendo più limitata l'estensione degli affioramenti, quelle si configurano come più concentrate su piccole aree con effetti più consistenti, oltre che appariscenti;

- la necessità di realizzare sistemi di drenaggio artificiali, nelle doline adibite a coltivi, a causa delle coperture clastiche abbondanti ed il frequente carattere fluviocarsico del rilievo che comporta cospicui fenomeni di trasporto in massa, tendenti ad ostruire i meati naturali, rendendo quelle aree più soggette ad impaludamenti.

#### **Appendice: Lo sfruttamento dei giacimenti nella sua funzionalità storica. I gessi di Gessopalena (Chieti)**

In questa porzione dell'Abruzzo montano (MANZI *et Al.*, 1999) la fruizione delle aree gessose, come anche quelle di altri beni naturali demaniali, quale pascolo e legnatico, era privo di oneri per i locali i quali pertanto potevano liberamente costruire le *calcaie* ovvero le strutture per trasformare, con il fuoco, il minerale in gesso cotto, purché questa attività fosse finalizzata solo all'uso privato

e personale. Gli affioramenti maggiori, viceversa, con la dicitura di *affitto di Grottapenda* venivano dati in gestione ad un privato o *affittatore* che, dopo il pagamento del dovuto al Comune, gestiva l'estrazione del minerale e la sua trasformazione. La legislazione di riferimento era molto dettagliata e prevedeva non solo la durata del contratto e la cifra da corrispondere, ma anche le disposizioni alle quali il contraente doveva adeguarsi in materia di gestione delle fornaci, i prezzi di vendita nonché le sanzioni pecuniarie da comminare agli eventuali trasgressori. L'estrazione del minerale, comunque, era estesa anche agli affioramenti, denominati *liscie* che, per la loro particolare conformazione, erano utilizzati per la produzione di pietra ornamentale, ovvero per la pavimentazione dei palazzi signorili, realizzazioni di cornicioni ed altri fregi di particolare pregio. I citati regolamenti comunali, inoltre, accentuano la severità nelle disposizioni che venivano emanate per evitare che le attività di cava venissero condotte negli immediati pressi del centro abitato – l'insediamento storico era infatti ubicato su un massivo affioramento di gessi – provocando problemi di stabilità allo stesso.

Il trasporto delle pietre, dopo la loro estrazione, veniva effettuato dalle persone, con appositi contenitori, o fruendo di bestiame, essenzialmente asini e muli. Questo materiale veniva accatastato e costipato all'interno della *calcaia*, disponendo le prime pietre in modo da formare una piccola cupola in grado di sostenere, anche con l'ausilio di barre di ferro, tutto il peso di quanto sarebbe stato deposto successivamente. Si provvedeva, poi, a deporre altro materiale, generalmente dall'alto, iniziando dai blocchi più grossi sino a quelli più comminuti, che chiudevano e sigillavano la catasta, curando di lasciare un camino centrale e vari vacui nella struttura. Appiccato il fuoco, l'alimentazione della fiamma e l'andamento del processo, controllato con tecniche tradizionali, poteva durare anche alcuni giorni, in funzione, ovviamente, dell'ampiezza

della fornace. Notevole era il dispendio di combustibile, dalla legna alle semplici ramaglie, ed è stato calcolato che per produrre 50 quintali di gesso erano necessari 7/8 quintali di legna. A cottura terminata, e raffreddata la *calcaia* dopo poco più di un giorno, le pietre cotte venivano estratte e frantumate, prima grossolanamente con delle mazze di ferro e poi polverizzate con una grossa macina fatta con pietra calcarea. L'ultima fase era quella della *concia*, ovvero della separazione del materiale con appositi crivelli ed a questa seguiva la confezione in sacchi utilizzando, come misura, la *coppa* che altro non era che un contenitore circolare di legno. Una coppa era poco più di 15 kg di prodotto.

Le prime *calcaie* sono state realizzate sfruttando le modeste grotte naturali, eventualmente adattate, o piccole fornaci realizzate per l'occasione e dalla vita molto effimera. In tempi successivi, con il modificarsi dei decreti legislativi, alcuni locali divennero proprietari degli affioramenti e, con il crescere della domanda, vennero utilizzate le fornaci a pozzo che consentivano, tra l'altro, anche un notevole risparmio energetico e il conseguente minore impiego di legname. Inoltre, venne razionalizzato l'impianto di produzione con l'edificazione non solo di ampi ripari atti a permettere una razionale gestione del prodotto, si pensi alle macine ad esempio, ma anche di vere e proprie strutture abitative con annesso stalle per il ricovero del bestiame. Il passo

successivo, volto alla razionalizzazione del processo produttivo e quindi all'eliminazione dei cosiddetti "tempi morti" è stato quello della introduzione della fornace a "doppio pozzo". Questa soluzione permetterà la nascita delle prime Società e delle prime Aziende che da artigianali daranno vita a processi industriali veri e propri che, comunque, rimarranno sempre a livello embrionale e, successivamente, regrediranno sino a scomparire del tutto.

## Bibliografia

- AA.VV., 1988 - *L'area carsica dell'Alta Val di Secchia*. Regione Emilia-Romagna, Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia, Bologna, 307 pp.
- AA.VV., 1989 - *La Vena del Gesso romagnola*. Maggioli Editore, Rimini, 127 pp.
- AA.VV., 1994 - *La Vena del Gesso*. Regione Emilia Romagna, Bologna, 429 pp.
- AA.VV., 1998 - *L'area carsica delle Vigne (Verzino - Crotone) - Studio Multidisciplinare (a cura di Gianluca Ferrini)*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 10, Cosenza, 126 pp.
- BURRI E., 1989 - *L'impatto antropico nell'area di S. Ninfa (Trapani)*. I gessi di S. Ninfa (Trapani) - Studio multidisciplinare di un'area carsica. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 3, Palermo, pp. 191-199.
- MANZI G., DI FALCO G., MANZI A., 1999 - *I Gessi di Gessopalena e la Valle dell'Aventino*, Comune di Gessopalena, 21 pp.



Fig. 4 - L'area dei gessi di Verzino (Crotone): coltivazione in dolina con evidenza del tentativo di obliterare l'inghiottitoio. La funzionalità, comunque, sopravvive come è dimostrato dalla presenza di vegetazione.

*The gypsum karst area of Verzino (Crotone): growing inside a doline in which the sinkhole was clearly filled up. Anyway the drainage is still active as testified by the presence of vegetation.*



# LE FORME DI SOLUZIONE NEI GESSI

Tommaso Macaluso<sup>1</sup>, Giuliana Madonna<sup>1</sup>, Ugo Sauro<sup>2</sup>

## Riassunto

In Italia, nonostante l'estensione degli affioramenti evaporitici sia limitata rispetto a quella dei calcari, i paesaggi carsici nei gessi mostrano una grande ricchezza di aspetti, in relazione ai diversi contesti geologici ed ambientali che contraddistinguono la penisola. Le forme carsiche di superficie mostrano una vasta gamma di tipologie aventi dimensioni comprese tra il micron e alcuni chilometri. Inoltre, se da un lato esistono molte analogie con le forme che si sviluppano nei calcari, dall'altro si possono rilevare anche numerose differenze, che conferiscono a tali paesaggi caratteristiche peculiari.

**Parole chiave:** Italia, evaporiti, forme carsiche superficiali, Karren.

## Abstract

*In Italy the outcropping surface of the evaporitic rocks is limited, if compared with that of the carbonate rocks. Notwithstanding the karst landscapes in gypsum rocks show a large variety of characters and forms, controlled both by the different geological settings and environmental situations along the Italian peninsula. A wide variety of surface landforms is recognizable, ranging in size between a few microns and more than one kilometre. Beside this, if between the types of landforms developed in the gypsum rock and those developed in the limestone many analogies exist, also significative differences are observable, which confer peculiar characters to these landscapes.*

**Key words:** Italy, evaporitic rocks, surface karst landforms, Karren

## Introduzione

In Italia i paesaggi carsici nelle evaporiti sono di estensione relativamente limitata rispetto a quelli nei calcari: infatti se si considerano solo gli affioramenti delle formazioni costituite da gessi o salgemma quasi puri, questi rappresentano meno dell'uno per cento del territorio nazionale. Questi paesaggi, tuttavia, presentano una grande ricchezza di aspetti

connessi con i contesti stratigrafici e morfologici, con le diverse situazioni climatiche e vegetazionali, con i paesaggi umani frutto di una lunga storia di uso delle risorse. Dal punto di vista altimetrico si trovano aree sia nell'alta montagna alpina come il Colle del Piccolo Moncenisio, sia nelle aree di bassa montagna, collinari e costiere. Straordinario dal punto di vista paesaggistico e geomorfologico è soprattutto il complesso degli affiora-

<sup>1</sup> Dipartimento di Geologia e Geodesia – Corso Tukory, 131 – 90134 Palermo

<sup>2</sup> Dipartimento di Geografia – Via del Santo, 26 – 35123 Padova

menti evaporitici della Sicilia.

Le forme superficiali connesse con i processi di soluzione sono distinguibili in macroforme (dimensioni chilometriche), mesoforme (dimensioni da decametriche ad ettometriche) e piccole forme, micro- e nanoforme (dimensioni da metriche a micrometriche). Nella descrizione che segue ci riferiremo prevalentemente alle forme nei gessi che sono quelle che più facilmente si prestano a confronti con le forme nei calcari da un lato e nel salgemma dall'altro.

### Le macroforme

Fra le macroforme, le più comuni sono le valli cieche, incisioni vallive lunghe anche alcuni chilometri che terminano bruscamente con una contropendenza al cui piede si trova un inghiottitoio. Si tratta di forme di origine mista, fluviale e carsica che possono essere interamente intagliate in rocce gessose, assumendo spesso l'aspetto di forra, o possono essere incise in sedimenti non carsificabili e terminare cieche in corrispondenza di una soglia gessosa, oppure essere caratterizzate dalla parte a monte intagliata in terreni insolubili e dalla parte a valle incisa nelle rocce gessose. Casi particolari ma abbastanza comuni sono gli avvallamenti nei gessi, dati da catene di doline con caratteri di piccole valli cieche. Così nella Vena del Gesso dell'Appennino romagnolo valli incise nelle argille mioceniche terminano cieche in corrispondenza della formazione evaporitica. La valle cieca più celebre è quella del Rio Stella nel subappennino fra Bologna e Forlì, che è sbarrata da una spettacolare scarpata alta più di 50 metri. In Sicilia molto note sono le valli cieche del Biviere nell'area di Santa Ninfa (TP) e dello Sfondato vicino a Porto Empedocle (AG) (AGNESI *et al.*, 1987; AGNESI *et al.*, 1989). Quest'ultima è lunga circa 3 km, incisa prevalentemente nelle argille e termina bruscamente contro una parete di gessi al cui piede si apre un inghiottitoio.

Un altro tipo di grandi forme è rappresentato dai "polje", cioè da conche a fondo piatto, delimitate tutt'intorno da versanti (NICOD, 1976; 1993; GORBUNOVA, 1979). Si tratta di forme generalmente più rare e di dimensioni minori che nei calcari, e spesso semiaperte. Un bell'esempio è rappresentato da Il Pantano a Sud-Est di Montallegro (AG) in Sicilia.

Grandi sono anche alcune depressioni chiuse che ospitano laghi. Si tratta di forme che risultano dalla subsidenza di rocce non solubili in seguito alla dissoluzione di rocce solubili sottostanti (AGNESI *et al.*, 1987; TREVISAN & DI NAPOLI, 1937). In Sicilia ci sono numerosi laghi di questo tipo, il più grande dei quali è il lago di Pergusa, della superficie di quasi 2 km<sup>2</sup>.

### Le mesoforme

Una famiglia di depressioni che presenta un'ampia gamma di dimensioni, talora con carattere di macroforme ma generalmente rientranti nelle mesoforme, sono le doline le quali hanno forme geometriche che variano fra quelle regolari coniche o troncoconiche o emisferiche, e quelle irregolari e asimmetriche che segnano la transizione a valli cieche (figg. 1 e 2). Queste ultime sono generalmente allungate secondo la pendenza regionale della superficie e mostrano una differenza significativa tra la massima profondità e la profondità minima. In questo modo la forma della conca risulta asimmetrica con un versante più esteso sul lato a monte e un versante più stretto e generalmente più ripido sul lato a valle. Esistono anche forme complesse derivanti dalla fusione di più forme semplici, dove si riconoscono più punti depressi sul fondo. Dal punto di vista delle dimensioni si va da diametri di pochi metri e profondità di pochi decimetri, a diametri di parecchie centinaia di metri e profondità di parecchie decine di metri.

Per quanto riguarda la genesi, in accordo



Fig. 1 – Grande dolina di forma tronco-conica nel piccolo altopiano di Monte Misciotto (Sicilia).  
*Large tronco-conical doline in the karst plateau of Monte Misciotto (Sicily).*



Fig. 2 – Dolina asimmetrica che rappresenta una forma di transizione con una valle cieca nei gessi della Sicilia. Oltre la dolina, alla sua sinistra si riconosce un dosso a cupola.  
*Large asymmetrical doline representing a transition form with a blind valley in the gypsum rocks of Sicily. Beside the doline a dome-like hill is recognisable.*

con la letteratura classica e in analogia con le forme che si sviluppano nei calcari, le doline possono essere: doline di soluzione normale, di crollo, doline alluvionali (che è più corretto chiamare “cover dolines” o doline nella copertura) e di subsidenza in roccia. In particolare, nei gessi della Sicilia si possono riconoscere vere e proprie catene di doline derivanti dall’incarsimento di valli a seguito di fenomeni di retrocessione degli inghiottitoi. In alcune di queste catene le doline più a monte hanno il fondo a quota più bassa (AGNESI *et al.*, 1989) (fig. 3).

In Italia, il maggior numero di doline si sviluppa naturalmente nelle regioni che presentano gli affioramenti di gesso più estesi: Sicilia, Calabria ed Emilia Romagna.

Nella Vena del Gesso della Romagna le doline hanno forma a ciotola con il fondo piatto o ad imbuto e possono essere interamente nei gessi o trovarsi al contatto tra formazioni diverse come gesso-sabbie marnose e

gesso-argilla. Molto spesso sul fondo o sui fianchi si trovano inghiottitoi che danno accesso ad importanti sistemi sotterranei. La dolina più nota è quella della Spipola di circa 500 m di diametro.

Negli altopiani nei gessi della Calabria e della Sicilia le doline si trovano sia isolate, sia raggruppate a formare dei carsi ad alveare, in cui i contorni di ciascuna dolina sono a contatto con quelli delle depressioni adiacenti formando un sistema di dorsali a maglie poligonali, o sono allineate lungo linee di frattura o preesistenti linee di fondovalle (AGNESI *et al.*, 1989; SAURO, 1996; MENEGHEL, 1998). Qui molte delle doline presentano caratteri intermedi tra semplici doline e piccole valli cieche. Anche nel caso della Sicilia le doline possono svilupparsi interamente sui litotipi gessosi, al contatto tra due unità come gesso-calcarei marnosi (Trubi), o su formazioni semi-permeabili sovrastanti i gessi.

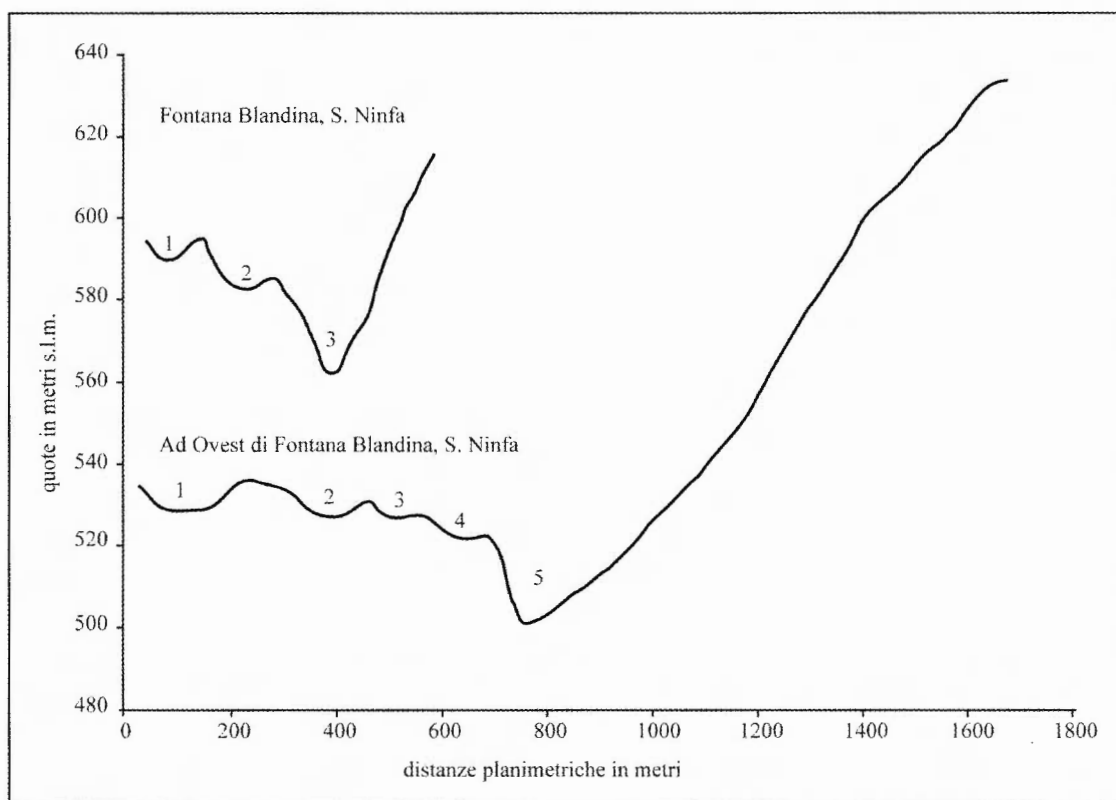


Fig. 3 – Profili longitudinali di catene di doline sviluppate lungo valli morte nell’altopiano di Santa Ninfa (Sicilia) (da FERRARESE & SAURO, 2001).

*Longitudinal profiles of “chains” of dolines along dead valleys of the Plateau of Santa Ninfa (Sicily).* (from FERRARESE & SAURO, 2001).

## Le forme di soluzione piccole, micro- e nano-

La categoria che presenta una maggior varietà di forme è senza dubbio quella delle forme di soluzione piccole, micro- e nano-, che consistono prevalentemente in Karren. Karren sono le complesse sculture in roccia operate dai processi della soluzione connessi con lo scorrimento o l'infiltrazione dell'acqua. Al processo della soluzione possono, nelle rocce gessose, combinarsi anche altri processi di degradazione quali la carbonatazione (sostituzione del radicale  $\text{SO}_4^{--}$  con il radicale  $\text{CO}_3^{--}$  nella molecola del gesso) (FORTI, 1983), il termo-crio- ed alo-clastismo, l'azione di spinta e quindi di frantumazione della roccia da parte dei cristalli che si formano a partire da soluzioni sovrassature, e varie azioni biologiche.

I Karren possono essere distinti sulla base delle dimensioni, dell'ambiente di formazione, dei processi idrodinamici, dei condizionamenti litostrutturali e di specifiche azioni biologiche.

Dal punto di vista delle dimensioni sono distinguibili in forme di medie dimensioni o "mesoforme", che sono quei Karren o complessi di Karren che si estendono su superfici di almeno alcuni metri quadrati, in forme di piccole dimensioni o "piccole forme", in cui almeno due dei parametri dimensionali sono dell'ordine del centimetro o del decimetro, ma generalmente inferiori al metro, in forme molto piccole o "microforme", aventi dimensioni comprese tra uno e pochi millimetri, e in forme microscopiche o "nanoforme", in cui i parametri dimensionali variano tra pochi micron e 1 mm. Nei cristalli di gesso di grandi dimensioni si possono sviluppare delle microforme che sono direttamente controllate dal reticolo cristallino e che possono derivare dall'evoluzione di alcune tipologie di nanoforme (FORTI, 1996).

Dal punto di vista dell'ambiente di formazione alcuni tipi di Karren si formano all'interfaccia suolo-roccia, in relazione al lento

movimento dell'acqua di deflusso sub-superficiale in corrispondenza di questa interfaccia. Si tratta dei cosiddetti "Karren di tipo coperto", che nei calcari vengono detti "Rundkarren" (o Karren arrotondati) a causa delle loro forme "smussate", cioè prive di spigoli netti. Anche nei gessi le forme coperte che si sviluppano soltanto se le coperture hanno una buona permeabilità, una volta esposte in seguito all'erosione dei suoli, presentano forme smussate e possono essere quindi considerate dei Rundkarren (esempi molto belli di questo tipo si trovano sul rilievo delle Serre di Ciminna in provincia di Palermo). Altri Karren si formano sulla roccia nuda, priva di qualsiasi tipo di copertura (di suolo, di vegetazione, ecc.): si tratta dei Karren liberi, che esprimono la popolazione di forme con le tipologie meglio definite. Esistono anche Karren di tipo "semi-libero", che si formano dove esistono coperture discontinue di suoli, sedimenti sciolti, acqua e vegetazione. Vi sono infine Karren di ambiente fluviale (alvei in roccia), di ambiente costiero (piattaforme di erosione e falesie), di ambienti artificiali o semi-artificiali come cave, discariche di miniere e muretti a secco, di ambiente di grotta e di galleria mineraria.

Dal punto di vista delle azioni biologiche, alcuni particolari Karren si formano per l'azione protettiva esercitata da colonie circolari di licheni, che espandendosi in senso radiale proteggono la roccia sottostante determinando l'individuazione di una piccola cupola. La parte centrale della piccola cupola può essere poi scoperta, in seguito alla morte della parte più vecchia della colonia, favorendo la formazione di una depressione chiusa circondata da un recinto anulare.

La tabella 1 che illustra i principali tipi di Karren ha come primo criterio distintivo le dimensioni, ma ne sottolinea alcuni caratteri ed i meccanismi genetici. La classificazione si basa su lavori specifici (MACALUSO & SAURO, 1996; 1998b; MACALUSO *et al.*, 2001), nei quali sono stati analizzati i Karren nei gessi e

<i>Taglia</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Rilievo</i>	<i>Dimensioni (lxPxL)mm</i>	<i>Litologia</i>	<i>Geometria</i>	<i>Processi</i>	<i>Controllo</i>	<i>Ambiente</i>
microforme	microsolchi	negativo	1x1x50-200	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite	lineare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
microforme	microcrestine	positivo	0.5-2x1x5	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite	lineare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
microforme	micromeandri	negativo	1-4x2x50-400	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite, sale	lineare	soluzione	idrodinamico, decantazione	roccia semicoperta
microforme	microanse	negativo	0.2x0.2x2-5	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite, sale	lineare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
microforme	micropozzi	negativo	3-10x3-6 (diametro; profondità)	diversi litotipi gessosi	circolare planare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
microforme	microcondotte	negativo	1-5x 1 variabile	gesso balatino	circolare planare	soluzione	strutturale	vario
piccole forme	minicrateri	negativo	10-20x5-30	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite, sale	circolare planare	soluzione	idrodinamico	
piccole forme	scannellature	negativo	3-30x2-20x200-1000	diversi litotipi gessosi	lineare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
piccole forme	minispuntoni	positivo	20x10-30	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite, sale	lineare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
piccole forme	spianate di soluzione	negativo	ampia variabilità	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite, sale	circolare planare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
piccole forme	impronte	negativo	50-200x5-30x50-200	diversi litotipi gessosi	circolare planare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
piccole forme	scallop	negativo	10-80x5-20x20-100	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite	lineare	soluzione	idrodinamico	roccia nuda
piccole forme	scannellature meandriformi	negativo	ampia variabilità	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite	lineare	soluzione	idrodinamico, decantazione	roccia semicoperta
piccole forme	solchi	negativo	30-300x30-150x200-40 m	diversi litotipi gessosi	lineare	erosione meccanica, soluzione	idrodinamico, decantazione	roccia semicoperta
piccole forme	solchi meandriformi	negativo	4-20x5-15x50-700	alabastrino, balatino, gessarenite, gessopelite	lineare	soluzione	idrodinamico, decantazione	roccia semicoperta
piccole forme	solchi a profilo svasato	negativo	100-800x100-1 mx100-3 m	diversi litotipi gessosi	circolare planare	erosione meccanica, soluzione	complesso	roccia semicoperta
piccole forme	"montagnole" da licheni	positivo	5-30x10-200	diversi litotipi gessosi	circolare planare	controllo biologico, soluzione differenziale	complesso	vario
piccole forme	recinti anulari da licheni	negativo	10-500x20-200	diversi litotipi gessosi	circolare planare	controllo biologico	complesso	vario
piccole forme	vasche in boxwork (recinti da vene alcitiche)	negativo	10-200x5-30x10-300	diversi litotipi gessosi, sale	circolare planare	soluzione differenziale	complesso	vario
piccole forme e mesoforme	crepacci	negativo	ampia variabilità	diversi litotipi gessosi	lineare	rilascio tensionale, soluzione	strutturale	vario
piccole forme e mesoforme	pozzi	negativo	30-500 (diametro)	diversi litotipi gessosi	circolare planare	soluzione, erosione meccanica	strutturale	vario
mesoforme	rundkarren	positivo	ampia variabilità	diversi litotipi gessosi	areale	soluzione, degradazione	strutturale	roccia coperta e semicoperta
mesoforme	pavimenti	positivo	ampia variabilità	diversi litotipi gessosi	areale	soluzione, degradazione	complesso	vario
mesoforme	carso a pinnacoli	positivo	ampia variabilità	diversi litotipi gessosi	areale	soluzione, rilascio tensionale, degradazione	complesso	superficie coperta

Tab. 1. Schema di classificazione dei Karren nelle evaporiti (modificato da MACALUSO & SAURO, 1996).  
*Karren in evaporitic rocks: sketch of classification (modified from MACALUSO & SAURO, 1996).*

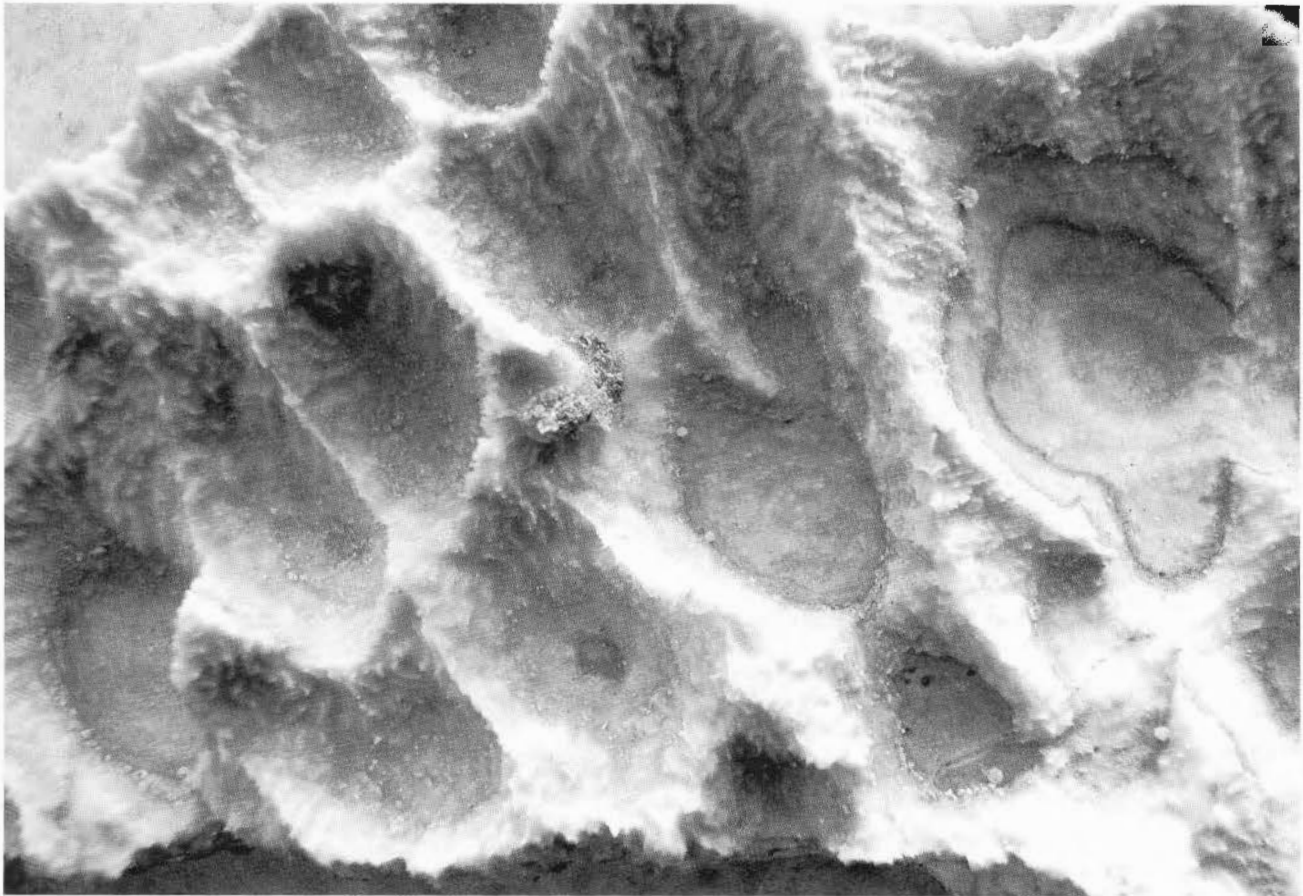


Fig. 4 - I crateri da pioggia sono un tipo di piccola forma di soluzione ben sviluppata sui gessi. Sui relativi microversanti sono presenti numerose microforme, soprattutto dei microrill. La foto è stata scattata su gessi della Calabria.

*The rain crater represents a well developed type of small solution form in the gypsum outcrops. On the relative slopes microforms develop, especially micro-rills. This photo is made on gypsum of Calabria.*

nel salgemma della Sicilia e della Calabria, dove si riscontra una notevole varietà sia di tipi litologici che di microambienti.

Nei gessi sono meno comuni che nei calcari i campi di Karren, cioè estese superfici in roccia denudate dal suolo. Più frequenti sono invece gli affioramenti rocciosi di dimensioni limitate, molto spesso spuntoni isolati. Tuttavia in Sicilia esistono anche campi solcati molto estesi (ad es.: Serra Balate a Marina di Palma di Montechiaro - AG) come conseguenza dell'erosione del suolo provocata dall'impatto umano e facilitata dalle particolari condizioni climatico-ambientali. Nella maggior parte degli affioramenti di questa origine si riconosce una sovraimposizione di Karren di tipo libero su preesistenti Karren di tipo coperto. In molti dei campi solcati in gessi microcristallini o detritici prevalgono i Karren spigolosi, come le scannellature.

In confronto con i Karren nei calcari, i Karren nei gessi e nel salgemma e in partico-

lare le forme piccole e le micro- e nanoforme sono generalmente meglio espresse. Su affioramenti anche minuti, e persino su clasti "galleggianti" sul suolo, si trova un'alta densità di forme che spesso disegnano suggestive e complesse miniature (fig. 4). Ciò può essere imputabile sia alla maggior velocità dei processi di soluzione, sia al diverso ruolo che hanno i processi di colonizzazione biologica della superficie rocciosa. Nel salgemma e nei gessi la soluzione è così rapida che per la maggior parte degli organismi pionieri non c'è tempo sufficiente per insediarsi. Sui gessi riescono ad attecchire certi licheni.

La varietà di litologie nei gessi, che vanno dai gessi macrocristallini, agli alabastrini, alle gessareniti e gessopeliti con molteplicità di aspetti, colori, e strutture, conferisce ai relativi Karren una grande suggestività.

## Le forme legate alla dinamica della crosta superficiale

Sulle superfici di gessi prive di una copertura di suolo e quindi direttamente esposte alla radiazione solare ed agli agenti esogeni, oltre alle forme di soluzione si notano forme di tipo diverso che sono il risultato dei processi di dinamica della “crosta gessosa superficiale”, nell’ambito di uno spessore variabile, a seconda delle condizioni locali, fra pochi centimetri ed alcuni metri (MACALUSO & SAURO, 1996; 1998a; FERRARESE *et al.*, 2002). Le più note di queste forme sono le bolle, dette anche tumuli o bolle di scollamento, rigonfiamenti domiformi di uno straterello di roccia dello spessore variabile fra pochi centimetri e qualche decimetro a racchiudere un vuoto sottostante. Il diametro delle bolle varia da pochi decimetri ad oltre 10 metri.

Meno note ma comuni nei gessi della Sicilia

sono altre forme ed in particolare: le dorsali da compressione, le montagnole da compressione, i piatti con i bordi rialzati, le vasche e le mezze vasche da compressione, i gradini (fig. 5). Le dorsali da compressione si sviluppano secondo schemi reticolari, determinando l’individuazione nell’ambito della crosta di figure poligonali con i margini leggermente rialzati. L’altezza di queste dorsali varia fra pochi millimetri e alcuni decimetri in relazione alle influenze litologiche e morfologiche e allo stadio di sviluppo delle forme.

Le montagnole di compressione sono rilievi all’incirca piramidali o conici, alti fra pochi decimetri e più di un metro. Essi si sviluppano in corrispondenza delle giunzioni dei bordi di tre o più poligoni.

I piatti e le vasche di compressione sono depressioni chiuse o semichiuse, ciascuna sviluppata all’interno di un poligono con i margini ripiegati verso l’alto. Mentre nei piatti i

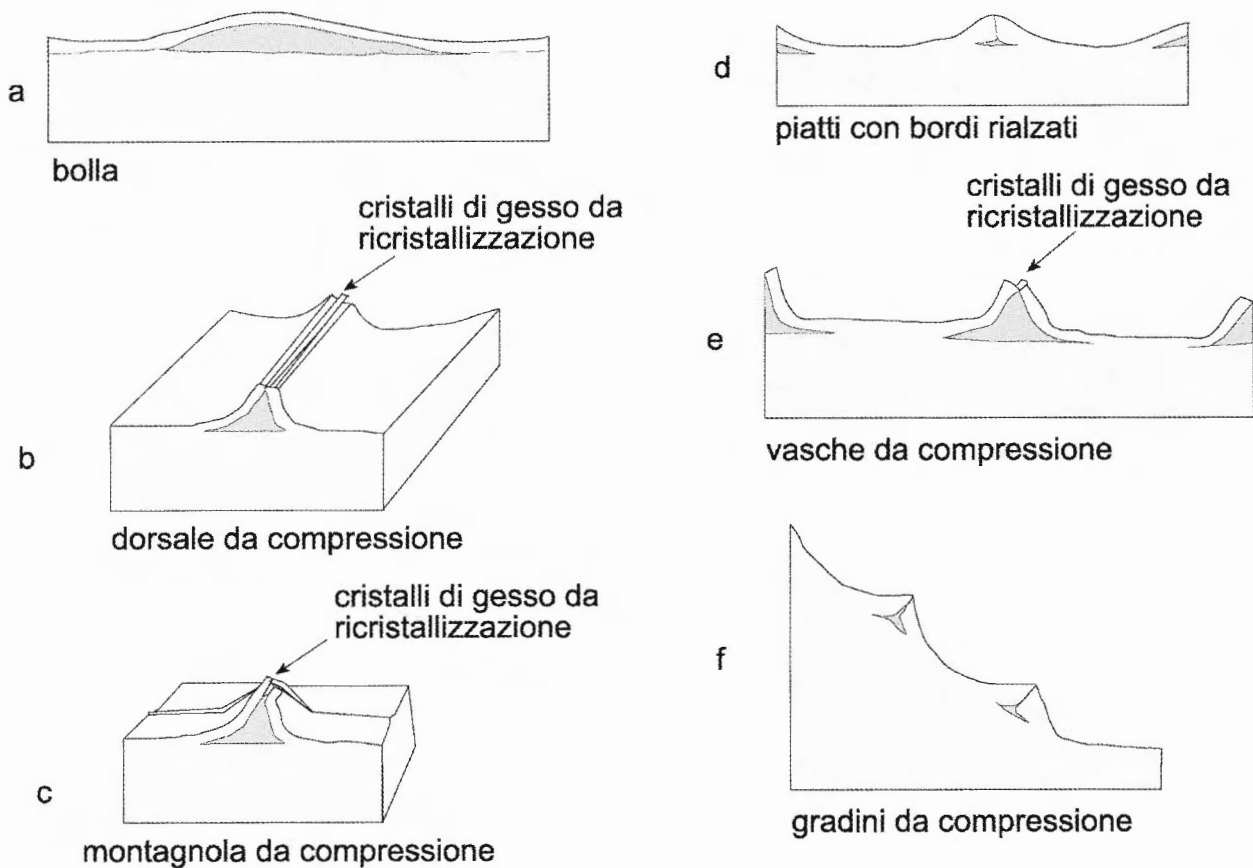


Fig. 5 – Strutture di compressione sviluppate nell’ambito della “crosta di alterazione” delle superfici di gessi esposte nella Sicilia. (modificato da MACALUSO & SAURO, 1996).

*Main types of pressure morpho-structures developed in the weathering crust of the exposed gypsum surfaces of Sicily. (modified from MACALUSO & SAURO, 1996).*



bordi fra due depressioni contigue consistono in una cresta singola, nelle vasche essi sono generalmente staccati a formare coppie di creste parallele. L'altezza varia fra pochi millimetri e alcuni decimetri. Piatti e vasche possono essere interpretati come forme speculari delle bolle, con la concavità verso l'alto. I gradini sono simili a mezze vasche ma sono sviluppati in serie su versanti ripidi, dando origine a gradinate.

### Considerazioni conclusive

Nell'insieme le forme di soluzione di tipo carsico nei gessi e nel salgemma non hanno nulla da invidiare rispetto a quelle dei calcari. Se da un lato esiste una sostanziale analogia fra i principali morfotipi, fatto che dimostra come i caratteri di queste forme siano in primo luogo connessi con meccanismi idrodinamici, si possono riconoscere anche delle peculiarità nello stile evolutivo.

Probabilmente le forme meglio espresse sono i Karren che si presentano particolarmente suggestivi a causa delle variazioni di colore e di grana dei diversi litotipi. La maggior parte dei Karren nei gessi e nel salgemma è particolarmente fotogenica. Karren suggestivi sono sovrapposti anche sulle opere dell'uomo come i muri dei rustici, i muretti a secco e i muri di sostegno dei terrazzi.

Questi ambienti rappresentano laboratori naturali potenziali molto promettenti per la ricerca sui processi naturali, data anche l'elevata velocità con cui operano i processi morfodinamici che producono risultati percepibili anche alla scala dei tempi della vita dell'uomo. È quindi opportuno promuovere esperienze di geomorfologia sperimentale in queste aree.

Per queste caratteristiche, l'osservazione sul terreno può rivestire un notevole valore didattico anche a livello scolastico, in quanto aiuta a capire i meccanismi evolutivi delle forme.

Oltre a fornire spunti significativi per la

ricerca e la didattica, questi Karren posseggono, per il loro carattere di micro-paesaggi, un elevato contenuto estetico, e sono un campo ideale di sperimentazione per gli appassionati di fotografia naturalistica.

### Bibliografia

- AGNESI V., MACALUSO T., PIPITONE G., 1987 - *Fenomeni carsici epigei nelle evaporiti della Sicilia*. Atti del Simposio Internazionale sul carsismo delle evaporiti, Palermo 27-30 ottobre 1985. Le Grotte d'Italia. Bologna, s. 4, vol. XIII, 1986, pp. 123-161.
- AGNESI V., MACALUSO T., MENEGHEL M., SAURO U., 1989 - *Geomorfologia dell'area carsica di S. Ninfa (Sicilia occidentale)*. I gessi di Santa Ninfa (Trapani). Studio multidisciplinare di un'area carsica. Mem. Ist. It. Spel., s. 2, n. 3, pp. 23-48.
- FORTI P., 1983 - *Un caso di biocarsismo nei gessi: le infiorescenze sopra i massi affioranti*. Sottoterra, n. 66, Bologna, pp. 21-25.
- FORTI P., 1996 - *Erosion rate, crystal size and exokarst microforms*. Karren landforms, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, pp. 261-276.
- GORBUNOVA K. A., 1979 - *Morphology and hydrogeology of gypsum karst*. Univ. Perm. All-Union Karst and Speleology Institute, 95 pp.
- FERRARESE F., SAURO U., 2001 - *Le doline: aspetti evolutivi*. Le Grotte d'Italia. Frassassi., s. 5, vol. 2, pp. 25-38.
- FERRARESE F., MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2002 - *Solution and re-crystallization processes and associated landforms in gypsum outcrops of Sicily*. Geomorphology, vol. 49, pp. 25-43.
- FORD D., WILLIAMS P., 1989 - *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman, London, 601 pp.
- NICOD J., 1976 - *Karst des Gypses et des évaporites associées*. Annales de Géographie, n. 471, pp. 513-554.
- NICOD J., 1993 - *Recherches nouvelles sur les karsts des gypses et des évaporites associées. (Seconde partie: géomorphologie, hydrologie et impact anthropique)*. Karstologia, n. 21, pp. 15-30.
- MACALUSO T., SAURO U., 1996 - *The Karren in evaporite rocks: a proposal of classification*. Karren landforms, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, pp. 277-293.
- MACALUSO T., SAURO U., 1997 - *Weathering crust and Karren on exposed gypsum surfaces*. Gypsum Karst of the World. Int. J. Speleol., s. 3-4, vol. 25, pp. 115-126.
- MACALUSO T., SAURO U., 1998a - *Aspects of weathering and landforms evolution on gypsum slopes and ridges*

- of Sicily*. Suppl. Geogr. Fis. e Dinam. Quat., vol. III, T. 4, pp. 91-99.
- MACALUSO T., SAURO U., 1998b - *I Karren nei gessi di Verzino (KR)*. L'area carsica delle Vigne (Verzino-Crotone). Studio multidisciplinare. Mem. Ist. It. Spel., s. 2, vol. 10, pp. 35-45.
- MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2001 - *Atlante dei Karren nelle evaporiti della Sicilia*. Quaderni del Museo "G.G. Gemmellaro", n. 5, Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università di Palermo, 143 pp.
- MENEGHEL M., 1998 - *Morfologia epigea*. L'area carsica delle Vigne (Verzino-Crotone). Studio multidisciplinare. Mem. Ist. It. Spel., s. 2, vol. 10, pp. 29-34.
- SAURO U., 1996 - *Geomorphological aspects of gypsum karst area with special emphasis on exposed karst*. Gypsum Karst of the World. Int. J. Speleol., s. 3-4, vol. 25, pp.105-114.
- TREVISAN L., DI NAPOLI E., 1937 - *Tirreniano, Siciliano e Calabriano nella Sicilia sud-occidentale*. *Note di Stratigrafia, Paleontologia e Morfologia*. Giornale di Scienze Naturali ed Economiche, v. 39, memoria n. 8, 38 pp.

# IL CARISMO IPOGEO NEI GESSI ITALIANI\*

Paolo Forti<sup>1</sup>, Antonio Rossi<sup>2</sup>

## Riassunto

In Italia, pur essendo pochi i sistemi carsici gessosi studiati in dettaglio, è stato tuttavia possibile evidenziare alcune caratteristiche generali che li differenziano dagli analoghi sistemi in calcare.

La velocità dei processi speleogenetici, da un lato, e la facilità del modellamento della roccia gessosa, dall'altro, permettono infatti l'evoluzione di forme erosive e dissolutive perfette, alcune delle quali assolutamente peculiari, tuttavia la rapidità della degradazione meteorica impedisce che tali forme sopravvivano per periodi superiori alle poche decine di migliaia di anni.

I depositi fisici e chimici presenti, pur essendo in generale di modesto sviluppo areale e di scarsa variabilità morfologica e composizionale, sono tuttavia sufficienti per dimostrare come il carsismo nei gessi italiani possieda soprattutto peculiarità nel campo di quelli chimici (speleotemi e minerali secondari): la principale loro caratteristica è rappresentata dallo stretto controllo esercitato dal clima sul loro sviluppo. Questo fatto conferisce a questi depositi una grande importanza, per il loro possibile utilizzo negli studi paleoclimatici e microclimatici.

**Parole chiave:** Grotte in gesso, meccanismi speleogenetici, concrezionamento, paleoclimi

## Abstract

*Only a few of the gypsum karst systems of Italy have been studied in detail, anyway it was possible to put in evidence some general features distinguishing them from the limestone ones.*

*In fact the fast speleogenetical evolution and the low hardness of the gypsum rock allows the evolution of perfect erosional-dissolutional features, some of which absolutely peculiar to gypsum. But the very high meteoric degradation avoids the preservation of such forms over time period larger than a few tens of thousand years.*

*The hosted physical and chemical deposits are normally small and have a scarcely variable morphology and/or chemical composition. Nevertheless they proved that Italian gypsum karst allows for the development of several peculiar chemical deposits (speleothems and/or cave minerals): the main characteristics of which is the climatic strict control over their development. This fact makes the chemical deposits in gypsum caves very important as possible tools for studying paleoclimate and microclimate evolutions.*

**Keywords:** Gypsum caves, speleogenesis, speleothems, paleoclimate

---

\*Lavoro effettuato nell'ambito del progetto MPI ex 40% "Studio morfologico e genetico di speleotemi di particolari ambienti carsici italiani e dell'America Centrale".

1 Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna, Italia. forti@geomin.unibo.it

2 Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, 41100 Modena.

## Introduzione

Il carsismo profondo nei gessi non è certamente meno complesso di quello nei calcari anche se, non essendo stato molto studiato, è ancora poco conosciuto. Le principali differenze nella speleogenesi nei gessi rispetto a quella nelle rocce carbonatiche derivano sia dalle rispettive caratteristiche petrografico-strutturali e, conseguentemente, idrogeologiche, sia dalle differenze nella chimica e nella cinetica della loro dissoluzione.

Le grotte in gesso possono essere suddivise, sulla base della loro genesi ed evoluzione idrogeologica, in diversi tipi (KLIMCHOUK, 1996) che possiedono 'pattern' caratteristici: cavità isometriche isolate, cavità labirintiche a 2 o 3 dimensioni, pozzi verticali, grotte di attraversamento.

Le prime due sono tipiche di un carsismo profondo con acquiferi parzialmente o totalmente confinati ed alimentati per iniezione laterale o basale: questo tipo di situazione, che ha dato luogo alle più grandi grotte in gesso al mondo (lo sviluppo conosciuto dell'Optimisticheskaja in Ucraina è attualmente di oltre 250 km) è praticamente assente in Italia e pertanto non verrà nel presente lavoro preso in considerazione. Tutte le grotte in gesso attualmente note nel nostro Paese, infatti, si sono sviluppate in formazioni gessose affioranti e praticamente prive di copertura; la loro evoluzione pertanto è avvenuta tutta nella zona insatura (vadosa) o, al limite, epifreatica; conseguentemente la loro forma è stata condizionata esclusivamente dal tipo di flusso idrico possibile in queste condizioni.

### L'idrodinamica quale fattore condizionante la speleogenesi

Le caratteristiche peculiari della roccia gessosa influenzano la possibilità di infiltrazione e, in ultima analisi, la carsificazione stessa. Tali peculiarità possono essere riassunte come: alta solubilità (2,53 g/l a 20 °C), facile erodi-

bilità, porosità primaria quasi inesistente, bassa densità di fatturazione e presenza di interstrati pelitici impermeabili. Le rocce gessose, specialmente quelle macrocristalline (quali quelle selenitiche messiniane) sono pochissimo permeabili per porosità e quindi l'infiltrazione prima e la circolazione ipogea poi possono avvenire esclusivamente lungo specifici lineamenti strutturali (fratture, faglie o interstrati).

Queste relazioni tra situazione strutturale e carsificazione profonda appaiono ben evidenti se si osservano, per esempio, le morfologie di alcune gallerie basse e larghe, chiamate comunemente laminatoi, sviluppatasi a livello di un interstrato, o se si raffrontano le direzioni di allungamento delle cavità con le principali direttrici tettoniche e strutturali dell'area (FINOTELLI *et al.*, 1986). Tuttavia, a causa dell'elevata solubilità ed erodibilità della roccia gessosa, le originarie morfologie tettonico-strutturali in generale non si conservano, venendo rapidamente mascherate dal successivo sviluppo speleogenetico.

L'elevata solubilità dei gessi e la loro facile erodibilità ad opera di flussi canalizzati fanno sì che l'evoluzione dei condotti sia generalmente molto rapida, comportando di norma tempi di sviluppo di 1-2 ordini di grandezza inferiori a quelli richiesti per l'evoluzione di analoghe forme in calcare. Questo favorisce lo sviluppo rapido di gallerie drenanti che collegano direttamente i punti di immissione ai recapiti, con conseguente formazione di cavità molto semplici e lineari. Pertanto le fratture minori, non interessate da flussi idrici diretti, tenderanno a sigillarsi sia per l'accumulo al loro interno di depositi fisici (argilla, silt...), sia per la formazione di gesso secondario derivante dalla idratazione di eventuale anidrite presente nella roccia gessosa, sia per la deposizione di gesso di neoformazione per evaporazione di soluzioni sature durante i periodi di magra.

Per questi motivi, l'evoluzione speleogenetica è rapidissima lungo le linee di drenaggio

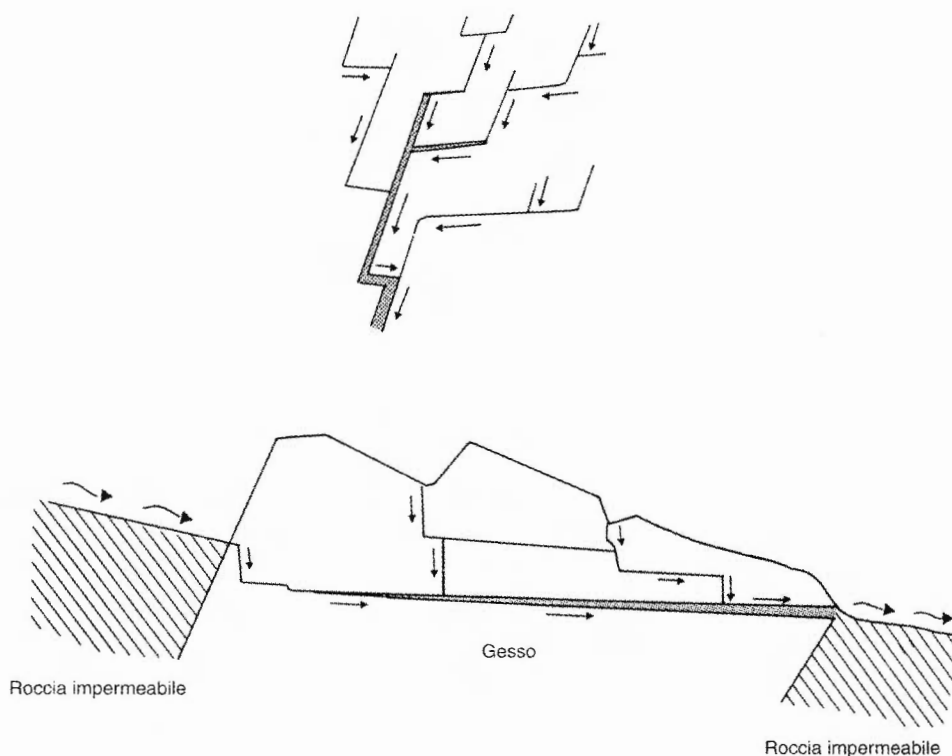


Fig. 1 - Schematizzazione in pianta ed in sezione di un classico sistema carsico in gesso, costituito da una condotta principale ad andamento suborizzontale, in cui si innestano pochi e brevi affluenti laterali.

*Sketch of a classic gypsum karst system, consisting in a principal sub-horizontal gallery, joined by few, short lateral tributaries.*

principali e quasi nulla nel resto dell'affioramento gessoso.

Le grotte che così si sviluppano possono essere classificate, dal punto di vista idrogeologico, come una rete di drenaggio a primario fortemente dominante, caratterizzata da un'unica condotta principale, con scorrimento rapido delle acque simile a quello di un fiume esterno, in cui confluiscono brevi affluenti. In pratica le grotte in gesso risultano essere costituite da lunghi tratti di gallerie suborizzontali, sviluppatasi a livello della superficie piezometrica locale, raccordati da pozzi verticali alle aree o ai punti di infiltrazione (fig. 1).

La velocità di sviluppo delle condotte carsiche nei gessi ha, come prima conseguenza, il dimensionamento delle stesse per le massime portate possibili, con conseguente minima oscillazione di livello durante le piene. Ciò facilita la genesi di cavità a piani sovrapposti che si sviluppano in relazione al variare delle

quote dei recapiti, per innalzamento o, più frequentemente per abbassamento del livello di base carsico. Il raggiungimento dell'equilibrio con il nuovo profilo di base è sempre molto rapido, anche se può variare in funzione della situazione strutturale e dell'idrodinamica del sistema.

Il Sistema carsico Spipola-Acquafredda (Gessi Bolognesi) è l'unica grotta in cui è stato possibile misurare sperimentalmente la velocità con cui il sistema ipogeo si è messo in equilibrio con un repentino abbassamento del livello di base. Una vicina cava di gesso infatti, con i propri lavori, aveva abbassato di 10 metri il livello piezometrico presso la sorgente; conseguentemente si era attivato un processo di erosione regressiva che nell'arco di un ventennio ha portato alla completa fossilizzazione di oltre 500 metri della condotta principale. Se ne deduce che in questa cavità, dal punto del nuovo recapito verso l'interno

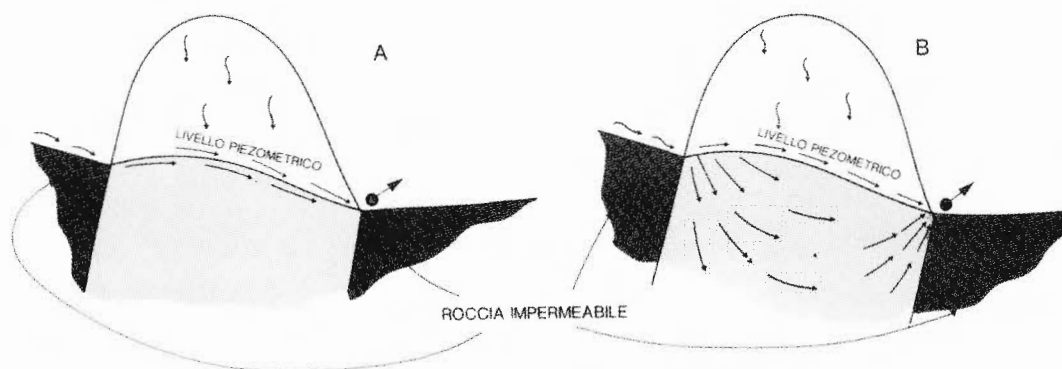


Fig. 2 - Schema della circolazione idrica in un massiccio gessoso (A) e carbonatico (B). Mentre nel secondo caso i flussi idrici possono interessare zone anche molto al di sotto del livello piezometrico, questo non può accadere nei gessi, ove il drenaggio avverrà esclusivamente lungo la superficie piezometrica ove si imposteranno le gallerie suborizzontali.

*Sketch for water flow in gypsum (A) and limestone (B). While in the second case the flow occurs even greatly below the groundwater level, this cannot happen in gypsum, where the drainage will occur solely along the groundwater surface where sub horizontal galleries develop.*

dell'acquifero carsico, ad una velocità media di circa 50 m/anno, si è sviluppato un nuovo collettore capace di smaltire fino a circa 200 l/s (FORTI & FRANCAVILLA, 1990).

L'elevata velocità di scorrimento e di raccordo con il livello di base fa sì che, in genere, le cavità carsiche nei gessi siano caratterizzate da lunghe condotte suborizzontali posizionate a livello di diverse superfici piezometriche, raccordate ai punti di immissione da tratti prevalentemente subverticali.

Come anticipato nell'introduzione, la totalità dei sistemi carsici in gesso d'Italia si è sviluppata con caratteristiche di acquiferi non confinati all'interno di formazioni affioranti; in tali condizioni le grotte risultanti evidenziano una differenza fondamentale, rispetto alle omologhe formatesi in rocce calcaree, costituita dall'assenza di circolazione idrica nella zona freatica e quindi l'impossibilità di sviluppare condotte al di sotto del livello piezometrico (fig. 2).

Questa impossibilità è dovuta anche al fatto che nei gessi, al contrario dei calcari, non esistono meccanismi speleogenetici efficaci che possano portare ad un allargamento considerevole delle fratture originarie nella zona saturata dell'acquifero ove le acque sono praticamente prive di moto.

### I meccanismi speleogenetici e le forme peculiari conseguenti

I meccanismi che possono portare all'allargamento delle discontinuità primarie nei gessi sono, in ordine di importanza crescente, essenzialmente sette: l'effetto impacchettamento, l'effetto diffusione da flusso, la riduzione dei solfati a solfuri, la dissoluzione per condensazione, la dissoluzione incongruente, la solubilizzazione e l'erosione.

I primi due meccanismi, effetto impacchettamento e diffusione da flusso, che sono attivi anche nei calcari dove possono svilupparsi anche nella zona freatica, hanno una validità solo nei primissimi stadi dell'evoluzione dei vuoti embrionali sino a che si siano trasformati in canalicoli con diametri superiori ai 5 mm.

L'effetto impacchettamento ha una certa importanza quando ancora non vi è continuità nei vuoti primari e l'unico meccanismo attivo è quello dell'equilibrio chimico dinamico che permette una più razionale distribuzione della materia solida con conseguente aumento volumetrico dei vuoti stessi. Questo effetto è ovviamente più efficiente quando la roccia possiede una certa porosità primaria (come nel caso dei calcari); nei gessi esso è

attivo praticamente solo in quelli saccaroidi, in quanto gli altri tipi hanno una porosità primaria quasi nulla.

L'effetto diffusione da flusso si manifesta quando la continuità dei meati è già stata raggiunta e si ha un flusso laminare all'interno di un protocondotto di dimensioni molto piccole: in queste condizioni l'aumento della velocità di flusso comporta una solubilizzazione aggiuntiva mentre la diminuzione della velocità comporta una sovrasaturazione.

L'alternarsi di questi fenomeni opposti porta ad una rapida normalizzazione del protocondotto; si crea così una minor resistenza al flusso idrico che progressivamente aumenta la propria velocità con conseguente maggiore dissoluzione e allargamento del condotto medesimo.

L'effetto diffusione da flusso è molto meno efficiente nei gessi rispetto ai calcari in quanto nei primi la dissoluzione ad opera dei flussi laminari risulta poco efficace (1 o 2 ordini

di grandezza inferiore ai flussi turbolenti). Infatti il meccanismo della dissoluzione del gesso, essendo cinematicamente controllato dalla diffusione dallo strato limite alla soluzione (fig. 3), fa sì che i flussi laminari, che ovviamente non rimescolano lo strato limite, praticamente non siano in grado di solubilizzare il gesso (CUCCHI & FORTI, 1993).

Il terzo meccanismo speleogenetico (la riduzione dei solfati a solfuri) può essere attivo anch'esso solo nella zona saturata (freatica) e riveste sicuramente una maggiore importanza per lo sviluppo del carsismo nei gessi. Qualora infatti una acqua satura di gesso e ricca di sostanza organica in sospensione o in soluzione venga a trovarsi in condizioni anaerobiche si innestano delle reazioni di ossidazione di tale materiale a spese della riduzione degli ioni solfato a solfuro. In questo modo la concentrazione dello ione solfato diminuisce e l'acqua ritorna ad essere aggressiva nei confronti del gesso con conseguente allargamen-

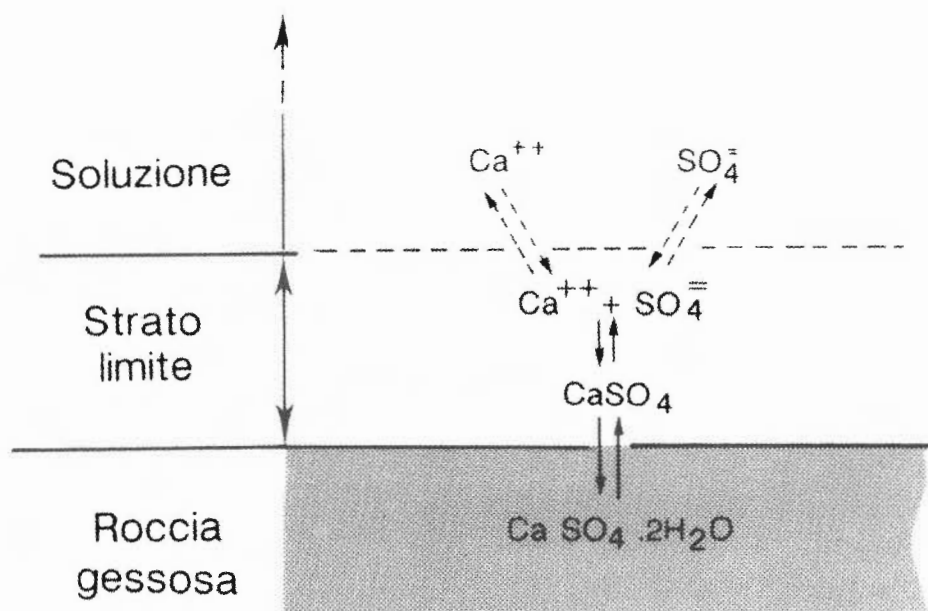


Fig. 3 - Stadi nella dissoluzione della roccia gessosa: dapprima si ha il passaggio di molecole non ionizzate nello strato limite, ove avviene la loro scissione in ioni, che poi migrano per diffusione verso il centro della soluzione. Lo stadio lento, che cinematicamente controlla la reazione, è l'ultimo di diffusione ionica. Pertanto un moto turbolento, rimescolando lo strato limite accelera moltissimo la cinetica di dissoluzione

*Steps in gypsum dissolution: firstly there is the passage of non-ionized molecules in the limit stratum, where they split into ions, which afterwards migrate by diffusion inside the solution. The slow phase, which kinetically controls the reaction, is the last one. Therefore, a turbulent flow, mixing up the limit stratum, greatly enhances dissolution.*





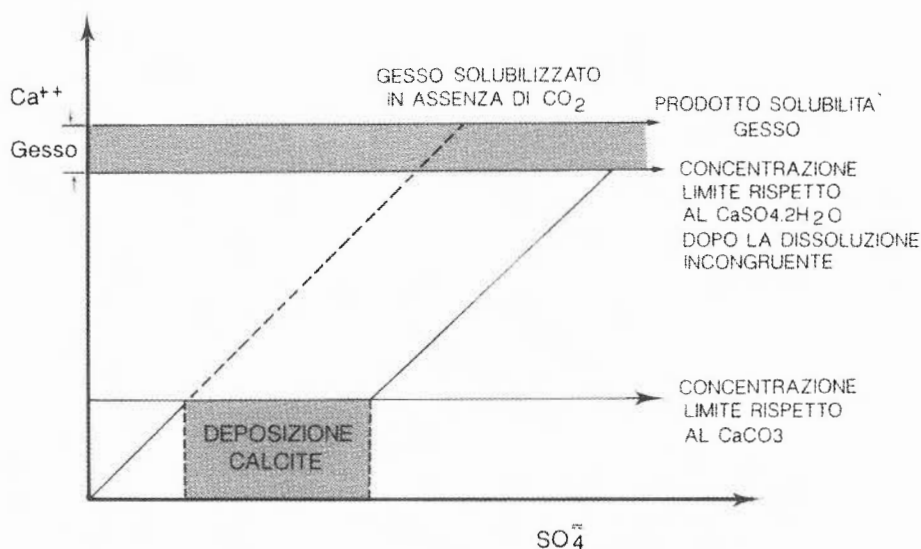


Fig. 5 - Il meccanismo della dissoluzione incongrua del gesso ad opera di acque meteoriche ricche di  $\text{CO}_2$ : la quantità di gesso totale disciolto è maggiore di quella prevista dal prodotto di solubilità e dipende dalla quantità di carbonato di calcio contemporaneamente depositatosi per il raggiungimento della concentrazione limite rispetto alla calcite.

*The incongruent dissolution of gypsum by means of  $\text{CO}_2$  rich meteoric water: the total amount of dissolved gypsum is greater than foreseen by the solubility product and it depends on the amount of calcium carbonate deposited.*

gesso (fig. 5).

Questo meccanismo speleogenetico (FORTI & RABBI, 1981) è sicuramente importante per l'evoluzione di molti e grandi speleotemi di calcite all'interno di grotte che si sviluppano in formazioni gessose affioranti, ma non risulta particolarmente efficiente per l'ampliamento dei vuoti carsici, soprattutto perché la deposizione delle concrezioni calcaree tende a bilanciare la dissoluzione del gesso. Esso è poi quasi del tutto limitato a quelle zone della cavità molto vicine ai punti di ingresso delle acque, in quanto l'effetto di questo processo si esaurisce rapidamente. Solo nel caso di fiumi sotterranei che trasportano materia organica (foglie, ecc.) è possibile che il meccanismo si mantenga attivo anche molto all'interno della grotta e ciò accade perché la progressiva ossidazione della sostanza organica causa un continuo aumento della concentrazione di anidride carbonica disciolta nell'acqua e, conseguentemente, una riattivazione del processo di dissoluzione incongrua.

La solubilizzazione del gesso è un meccanismo speleogenetico che diviene molto efficiente non appena l'idrodinamica delle acque

di infiltrazione permette il passaggio da condizioni di moto laminare a situazioni di moto turbolento. Come già in precedenza accennato, la solubilizzazione della roccia gessosa procede molto velocemente in presenza di moti turbolenti tanto che la condizione di saturazione rispetto al  $\text{CaSO}_4$  viene raggiunta in modo molto rapido; ciò è confermato dai dati raccolti in alcuni dei principali sistemi carsici gessosi dell'Emilia Romagna, al cui interno l'acqua dei torrenti risulta costantemente satura eccetto che per brevi periodi durante le maggiori piene (FORTI *et al.*, 1985, 1989).

Per avere un'idea di come tale processo possa essere efficace e rapido, è sufficiente ricordare che un fiume sotterraneo con un flusso medio di appena 10 l/s (quello che scorre nel Sistema carsico Rio Stella-Rio Basino in Romagna) ogni anno causa la dissoluzione di un cubo di gesso di 7 metri di lato.

Le più tipiche forme da dissoluzione pura presenti in molte cavità in gesso (i canali di volta, le gallerie paragenetiche ed i pendenti) si sono comunque evolute ad opera di acque che fluivano con moto lento e laminare (PASINI, 1974). I canali di volta sono incisio-

ni meandrizzanti, dalla caratteristica forma ad “U” rovesciata, che si osservano sulle volte di gallerie suborizzontali e che si sviluppano in maniera del tutto indipendente dagli elementi strutturali presenti (piani di stratificazione, fratture, ecc.). L’acqua, scorrendo con moto laminare molto lento, tende a depositare tutto il carico solido di particelle molto fini che trasporta in sospensione. In tal modo il pavimento della galleria viene preservato da ogni ulteriore dissoluzione e/o erosione e l’acqua, a seguito del progressivo accumulo di sedimenti, è costretta a fluire a diretto contatto con il tetto della galleria, che viene lentamente solubilizzato e inciso verso l’alto (da qui il nome di gallerie antigravitative). L’ampiezza della dissoluzione dipende direttamente dalla quantità d’acqua che crea il flusso laminare; è pertanto normale che i canali di volta, nella loro evoluzione, possano mostrare allargamenti e/o restringimenti. Proprio a causa della bassa energia è abbastanza comune che l’acqua divaghi scavando nello stesso luogo più canali di volta, tutti però di modeste dimensioni. Tali canali, anastomizzandosi, tendono ad isolare porzioni di gesso residuali, simili a tozze stalattiti, che prendono il nome di pendenti.

Tutte queste forme divengono visibili solamente quando cessano di svilupparsi perché l’energia dell’acqua è aumentata e quindi si è innescato un nuovo ciclo erosivo classico (gravitativo) che provvede a svuotare, in parte o del tutto, i canali di volta dai sedimenti fini che li obliteravano.

Nonostante l’alta solubilità del solfato di calcio, comunque, il maggiore effetto speleogenetico all’interno delle grotte in gesso è senza dubbio quello prodotto dal meccanismo della erosione, che vari fattori concorrono a rendere estremamente efficace quali: la scarsa tenacità della roccia gessosa, l’abbondante presenza nelle acque di particelle fini (sabbia, argilla) in parte provenienti dallo smantellamento degli interstrati marnoso-argillosi e in parte dall’erosione delle formazioni terrigene

esterne, il regime idrico caratteristico dei sistemi carsici con bassa capacità di immagazzinamento che alternano lunghi periodi di magra a violente ed improvvise piene, ecc...

Non deve meravigliare, quindi, se molte delle principali forme presenti nelle grotte in gesso risultino di chiara origine erosiva: gli scallops, i meandri, i pozzi cascata, i laminatoi, le gallerie triangolari, le condotte inclinate, ecc.

L’evoluzione degli scallops lungo i torrenti sotterranei è possibile solo se la grana cristallina della roccia gessosa è sufficientemente minuta da permetterne la formazione e se la coesione tra i singoli elementi cristallini è tale da consentire la conservazione di tali forme. In generale per questi motivi gli scallops, pressoché ubiquitari nelle grotte in calcare, sono molto più rari in quelle gessose.

I meandri si sviluppano quando un corso d’acqua sotterraneo, che scorre in una galleria suborizzontale, erode la roccia gessosa mantenendosi, però, in equilibrio con l’abbassamento progressivo del livello di base carsico. A differenza dei canali di volta, la sinuosità dei meandri e la loro direzione di sviluppo è strettamente controllata dalla situazione strutturale locale, che quindi fornisce un criterio di riferimento per discriminare tra loro queste due forme che potrebbero, in certi casi, risultare indistinguibili. Spesso col tempo i meandri si trasformano in veri e propri stretti canyon a pareti fortemente sinuose, larghi pochi decimetri, con altezze di alcune decine di metri e lunghezze anche di varie centinaia.

Nel caso che l’abbassamento del livello di base carsico sia invece così repentino da impedire ai fiumi sotterranei di mantenersi in equilibrio, allora si formano dei “pozzi cascata”. Si tratta di morfologie che si sviluppano lungo elementi strutturali subverticali a causa dell’erosione esercitata dall’acqua che vi cade dentro. Essi spesso collegano direttamente gli inghiottitoi al livello di base, o raccordano differenti tratti di gallerie suborizzontali, testimonianze di antichi paleolivelli. Di norma

sono “campaniformi”, cioè a pianta subcircolare, e la loro dimensione aumenta con la profondità, che può raggiungere e anche superare i 40 metri; il loro diametro massimo si riscontra alla base normalmente ingombra di massi di crollo.

Nelle zone in cui gli stress tettonici abbiano deformato, e quindi “scollato”, strati gessosi in giacitura suborizzontale (una particolare superficie di debolezza è rappresentata dagli interstrati marnoso-argillosi frequenti nei gessi messiniani), senza causarne una eccessiva fratturazione, si sviluppano i “laminatoi”. Si tratta di sale o ampie gallerie molto basse il cui liscio soffitto non è altro che la superficie basale del banco gessoso sovrastante mentre il piano di calpestio corrisponde al tetto dello strato inferiore. In pratica l'azione del fiume sotterraneo ha comportato la sola erosione dell'interstrato marnoso argilloso un tempo presente tra i due banchi. Sovente l'erosione fluviale ha interessato anche una parte del tetto del banco inferiore di gesso, creando meandri più o meno larghi e profondi.

Nei gessi messiniani accade spesso che la volta dei laminatoi, o dei saloni in cui è esposta la porzione basale di un banco gessoso, non sia pianeggiante ma presenti tozze protuberanze (comunemente note come “mammelloni”) di forma conica e di dimensioni variabili (da pochi decimetri a oltre 2 metri di diametro) con il vertice, verso cui convergono i cristalli di gesso che li compongono, rivolto costantemente verso il basso. Non si tratta di forme carsiche ma di forme sinsedimentarie riesumate dall'erosione. La loro origine infatti risale al momento in cui iniziava un nuovo ciclo di deposizione del gesso: la forma conica è frutto dell'aggregazione coalescente a “cavolo” del gesso che è cristallizzato progressivamente attorno ai primi nuclei. Questa struttura, in rapido accrescimento, tende a sprofondare per il suo stesso peso nel sottostante livello argilloso-marnoso ancora plastico, fino a quando le zone basali di più mammelloni si saldano assieme dando così origine ad un con-

tinuo piano di sedimentazione orizzontale (VAI & RICCI LUCCHI, 1976).

Una evoluzione graviclastica dei laminatoi può portare alla formazione di caratteristiche gallerie sempre con il soffitto piatto ma a sezione triangolare. In pratica la volta del laminatoio, non essendo più sostenuta dall'interstrato che è stato completamente asportato, anche a seguito di rilasci tensionali e dal progredire della dissoluzione da parte delle acque di percolazione lungo le fratture, può crollare esponendo così la base del bancone sovrastante mentre il tetto di quello crollato va a costituire le pareti inclinate verso l'interno della galleria triangolare (BERTOLANI & ROSSI, 1972a)

Un'altra morfologia di crollo molto comune nelle grotte in gesso, ma che non sempre è conseguenza del solo meccanismo erosivo, si sviluppa nelle zone nelle quali si ha l'intersezione di differenti lineazioni strutturali, soprattutto se queste provocano la convergenza di più flussi idrici e quindi di più gallerie. Quando ciò avviene si creano facilmente vasti ambienti di crollo il cui soffitto è costituito dalle nicchie di distacco dei numerosi blocchi caduti. Sul pavimento invece si accumulano, a volte formando conoidi, grossi blocchi di frana a spigoli vivi e di dimensioni anche di vari metri. Infine nelle aree in cui vi sono rilasci tensionali notevoli, come pochi metri all'interno di pareti di gesso subverticali, si possono instaurare le condizioni idonee per lo sviluppo di cavità tettoniche. Le grotte di questo tipo, non richiedendo alcun meccanismo di erosione e/o solubilizzazione, almeno teoricamente non differiscono dalle omologhe grotte in calcare o in altri litotipi anche non carsificabili. L'unica differenza è costituita dal fatto che le fratture tettoniche nel gesso vengono modificate rapidamente e in maniera radicale qualora divengano sede di percolazione. Pertanto le grotte tettoniche in gesso, riuscendo a sopravvivere esclusivamente se protette dalla ingressione delle acque meteoriche, risultano piuttosto rare.

## I Depositi Fisici

Si tratta di accumuli detritici incoerenti, dello spessore anche di varie decine di metri, la cui granulometria varia da molto fine ad estremamente grossolana, formati dalla sovrapposizione di livelli di diversa potenza la cui continuità verticale e spaziale è ricostruibile collegando fra loro le diverse zone in cui affiorano (ROSSI & MAZZARELLA, 1998, 2000 e 2001; ROSSI, 2003). Presenti in moltissime cavità dei Gessi messiniani, pur non mancando in quelli triassici (BERTOLANI E ROSSI, 1984-85), questi depositi fisici sono la testimonianza di passati eventi di alluvionamento torrentizio dei materiali erosi dalle formazioni limitrofe a quella evaporitica tardo-miocenica. Nelle grotte questi riempimenti si presentano verticalmente incisi dalle acque degli stessi torrenti che in precedenza li avevano depositati fino alla totale occlusione di molti vuoti carsici. Pur costituendo in molte cavità una presenza quasi costante, essi non sono stati molto indagati e nei pochi studi esistenti ne viene solo indicata l'ubicazione topografica accompagnata da brevi descrizioni dei loro caratteri tessiturali e da qualche ipotesi sui loro meccanismi genetici (BERTOLANI & ROSSI, 1972; PAREA G.C., 1972). Di recente speleologi e ricercatori delle università emiliane (BARBIERI & ROSSI, 2001; ROSSI & MOZZARELLA, 1998, 2000, 2001; ROSSI, 2003) hanno iniziato più puntuali ed approfondite indagini multidisciplinari al fine di pervenire ad un riconoscimento dei numerosi fattori ambientali e climatici che ne hanno controllato la formazione. La scarsità dei dati scientifici che li riguardano limita una loro esauriente conoscenza generale; pertanto quanto qua di seguito riportato attinge quasi esclusivamente alle ricerche condotte in alcune delle principali cavità che si sviluppano nei gessi che affiorano lungo il fronte pedeappenninico dell'Emilia Romagna. Va tuttavia sottolineato che molte delle loro caratteristiche peculiari sono state osservate anche in deposi-

ti analoghi di altre regioni.

Questi accumuli possono essere caratterizzati da elementi stratigrafici e sedimentologici simili ma non identici, ricollegabili a meccanismi torrentizi le cui diversificate energie idrauliche erano in grado, localmente, di modificarne i caratteri tessiturali e strutturali. Il loro aspetto stratificato è dovuto alla sovrapposizione di bancate, di spessore anche metrico, costituite da clasti di dimensioni molto variabili con evidente classazione diretta e disposizione embriciata, a cui si alternano livelli, poco più che centimetrici, a granulometria da sabbiosa a siltoso-argillosa.

Dato lo spessore fino a decametrico e la frequenza, in tutta la regione, di questi depositi, da vari Autori viene ipotizzato che la loro formazione sia stata causata da uno squilibrio quantitativo tra il materiale detritico fluitato all'interno delle cavità e quello che i torrenti sotterranei erano in grado di trasportare all'esterno attraverso le loro risorgenti. Si suppone anche che questa differenza sia imputabile a impedimenti o rallentamenti al normale deflusso delle acque ipogee che si creano, forse contemporaneamente, lungo tutto il fronte collinare pedeappenninico. Anche se dati recenti suggerirebbero altre interpretazioni, è plausibile l'ipotesi che la diminuita energia idraulica dei torrenti sotterranei fosse dovuta ad innalzamenti del livello del mare, ben al di sopra delle loro posizioni di risorgenza, i quali caratterizzarono le pulsazioni climatiche terminali della glaciazione würmiana.

Fra i possibili responsabili delle differenze dimensionali dei clasti dei riempimenti fisici, oltre alla variabile capacità di trasporto dei torrenti sotterranei causata da vicende climatiche, non sono da escludere situazioni morfologiche interne alle cavità che, localmente, potevano accentuare od attenuare l'energia idraulica dei corsi d'acqua ipogei.

La natura petrografica dei clasti presenti costituisce la diretta testimonianza delle litologie affioranti nei bacini imbriferi da cui

erano alimentati i torrenti che sedimentavano all'interno delle grotte tale materiale detritico: pur con distribuzioni percentuali diverse, risultano ben rappresentate la componente calcarea e quella arenacea. A queste, che talora raggiungono percentuali considerevoli, si affiancano frammenti di speleotemi di origine chimica, quasi sempre di natura calcarea (colate parietali, concrezioni di fondo, stalattiti, stalagmiti, ecc.), il cui distacco è stato favorito da meccanismi di dissoluzione incongruente del supporto gessoso a cui erano ancorate. L'azione erosiva dei torrenti sotterranei, associata ad effetti gravitativi, avrebbe poi portato al totale smantellamento e alla frammentazione meccanica di tali speleotemi. Il detrito prodotto, fluitato solo per brevi tratti, si presenta ora con morfologie esterne poco elaborate e molto simili a quelle che lo caratterizzavano al momento del suo distacco dal supporto gessoso. Di quest'ultimo del tutto accessorio risulta il contributo clastico.

Di particolare significato, soprattutto per le cavità dell'Emilia Romagna, risulta la presenza, talora in percentuali anche molto elevate, di ciottoli levigati di selce policroma, di sicura provenienza extraregionale. Da vari Autori è stato ipotizzato che questi materiali provengano da rocce appartenenti alla Serie Umbro-marchigiana, affioranti nell'Italia centrale. Tali clasti, trasportati al mare da torrenti, sarebbero poi stati movimentati da correnti di riva verso l'interno dell'antico Golfo Padano (VEGGIANI, 1965) dove, commisti al ciottolame fluviale proveniente dall'Appennino emiliano-romagnolo, avrebbero contribuito alla formazione delle coperture alluvionali tardoplioceniche ed oloceniche che a luoghi sovrastano la formazione gessosa messiniana.

Alla componente clastica più grossolana, la cui natura litologica risulta facilmente riconoscibile macro- e mesoscopicamente, si associa una frazione detritica più minuta costituita da sabbia, silt e argilla la cui composizione mineralogica risulta identificabile soltanto attraverso determinazioni diffrattometriche basate

sull'utilizzo dei raggi X.

Le principali fasi cristalline riconosciute sono: il quarzo, i feldspati, la calcite, la dolomite ed il gesso, tipici minerali di natura detritica anche se, almeno per alcuni, non può essere escluso un contributo di neoformazione; a queste si associano vari fillosilicati (illiti, montmorilloniti, caoliniti e cloriti), minerali qualitativamente sempre presenti ma in quantità estremamente variabili. Tali differenze sono ricollegabili o a percentuali mineralogiche variabili già nelle rocce di loro provenienza oppure a fluttuazione dell'energia di trasporto dei torrenti sotterranei i quali, se ostacolati nel proprio regolare deflusso, sedimentavano in posizioni particolari delle cavità o all'esterno la frazione clastica fine che essi movimentavano. Per la componente detritica fine non è da escludere un contributo mineralogico da parte degli interstrati pelitici che, talora con spessori anche metrici, si intercalano fra i banconi di gesso ora carsificati.

Recenti indagini, condotte su ghiaie e ciottoli dei depositi fisici di alcune cavità dei Gessi Bolognesi, hanno in gran parte confermato le ipotesi sulla provenienza di detti materiali formulate in passato e basate sulla loro natura litologica. Infatti, l'elaborazione statistica di misure morfometriche e di dati morfoscopici relativi alle forme fondamentali e agli indici di appiattimento, sfericità ed arrotondamento di alcune decine di migliaia di clasti ha dimostrato che i riempimenti fisici delle grotte sono il risultato della commistione di frammenti detritici sia di movimentazione marina che di trasporto torrentizio. I primi, fra cui predominano le forme tendenzialmente appiattite, provengono da formazioni della Serie Umbro-marchigiana, gli altri, i cui abiti sono in prevalenza arrotondati o quasi sferici, rappresentano il contributo detritico di litotipi della catena appenninica padana. Una origine analoga è ipotizzata per tutti i riempimenti fisici presenti nelle cavità dei gessi messiniani emiliano-romagnoli. In tali depositi la diversità petrografica e dimen-

sionale dei clasti è il risultato di meccanismi deposizionali selettivi, legati al variare dell'energia delle acque che li movimentavano all'interno delle grotte dopo averli asportati da depositi alluvionali esterni già estremamente eterogenei.

Pur avendo fornito dati utili per la identificazione delle loro aree di provenienza e dei loro meccanismi deposizionali e di movimentazione idraulica, le stesse indagini hanno fatto insorgere altri interrogativi ai quali, ancora, risulta estremamente difficoltoso dare esaurienti risposte. Fra le tante incertezze suscitate, alcune riguardano sia le cause genetiche di tali depositi fisici che la collocazione temporale della loro formazione. In base alla analogia e alla costanza delle loro caratteristiche e della loro frequenza, è stato ipotizzato che la loro formazione sia collegabile ad eventi a scala regionale che avrebbero causato una netta e, forse, improvvisa diminuzione della capacità di trasporto solido dei torrenti ipogei. La causa di questa diminuzione è stata attribuita ad un innalzamento del livello del mare all'interno dell'antico Golfo Padano, in seguito a particolari eventi climatici caratterizzati da intense piogge, oppure allo scioglimento dei ghiacciai olocenici tardo-würmiani. Un'altra ipotesi suppone invece che le cause fossero interne alle grotte stesse e dovute a frane o crolli innescati da eventi sismici od orogenetici a carattere regionale. Tra l'altro non esistono dati che escludano che l'età di almeno una parte di questi riempimenti fisici possa essere molto più antica.

Anche l'ipotesi che i maggiori riempimenti fisici delle grotte dell'Emilia Romagna si collocano in una ben definita quota altimetrica costituisce un tema di ricerca interessante e da approfondire. Nuovi dati su questo argomento potrebbero, tra l'altro, fornire importanti informazioni per la valutazione di eventuali recenti spostamenti rotazionali o verticali dei grandi blocchi di gesso che, lungo il fronte padano, costituiscono la formazione evaporitica messiniana.

Altri interrogativi riguardano gli eventi post-deposizionali, che hanno interessato questi depositi creando a volte veri e propri 'canyon'. Questi fenomeni erosivi sono stati attribuiti ad una ripresa del deflusso delle acque sotterranee, successivamente alla totale occlusione dei vuoti carsici da parte del materiale detritico. Ciò sarebbe stato possibile quando venivano eliminati gli ostacoli che, in precedenza, avevano impedito il normale scorrimento dei torrenti ipogei. Tale ripresa del flusso idrico sarebbe iniziata con un lento flusso laminare in corrispondenza del contatto tra il tetto dei riempimenti fisici e la volta gessosa. In queste zone si instauravano le condizioni favorevoli per la formazione dei caratteristici 'canali di volta' (vedi paragrafo precedente).

La progressiva maggiore capacità di deflusso sotterraneo ha contribuito ad accentuare la naturale tendenza dei torrenti ipogei a crearsi un alveo di equilibrio. Si accentuavano così i fenomeni di erosione verticale con la formazione di strette incisioni a forma di 'canyon' sulle cui pareti sono ancora perfettamente osservabili tutti i caratteri dei riempimenti fisici preesistenti.

Non è comunque ancora appurato se l'evento di incisione sia stato uno unico e continuo oppure sia avvenuto in più stadi successivi.

In base ai dati e alle ipotesi qua brevemente riportati appare evidente quanto ancora occorra indagare sui riempimenti fisici ipogei delle grotte in gesso italiane prima di pervenire ad una soddisfacente conoscenza delle caratteristiche e dei loro meccanismi genetici. Eventuali nuove conoscenze sulle situazioni ambientali, e climatiche, esterne ed ipogee, che hanno determinato la formazione e i tanti caratteri dei riempimenti fisici, potranno sicuramente apportare nuovi contributi per una migliore conoscenza della evoluzione dei sistemi carsici nei gessi non solo emiliano-romagnoli.

## I Depositi Chimici

I depositi chimici secondari, siano essi concrezioni o minerali secondari, sono in generale poco comuni nelle grotte in gesso di tutto il mondo (FORTI, 1996); pertanto sono scarsi non solo gli studi in cui se ne discute la genesi ma anche quelli in cui si hanno semplici descrizioni morfologiche degli stessi.

Fortunatamente l'Italia è il Paese in cui, negli ultimi venti anni, è stata posta molta attenzione a questa tematica anche se solo pochissime aree gessose (essenzialmente quelle messiniane e triassiche dell'Emilia Romagna) sono state indagate in dettaglio. Sulla base di recenti studi, comunque, è stato possibile dimostrare come le cavità in gesso possano ospitare, e spesso ospitano, depositi chimici assolutamente peculiari, sia dal punto di vista morfologico che da quello genetico.

Qui di seguito vengono brevemente riportate le attuali conoscenze sulle concrezioni (di gesso e di calcite) con particolare attenzione per quelle forme esclusive del carsismo nelle rocce gessose, di cui vengono anche schematicamente descritti i meccanismi genetici ed evolutivi. Viene anche sottolineata l'importanza che queste speleotemi possono avere nello studio dei climi e dei paleoclimi. Infine sono elencati tutti i minerali di grotta osservati nelle cavità italiane che si sviluppano in questo tipo di roccia.

## Il Concrezionamento

Nelle grotte in gesso italiane esistono essenzialmente concrezionamenti calcarei e gessosi: questi due tipi di concrezionamento vengono qui di seguito considerati separatamente.

### *Gli speleotemi di carbonato di calcio*

Le concrezioni di calcite sono sufficientemente comuni nelle aree carsiche gessose

d'Italia anche se la loro diffusione e abbondanza è strettamente controllata dalle condizioni climatiche esterne. Gli speleotemi carbonatici infatti hanno il loro massimo sviluppo nelle zone a clima temperato umido, quali appunto quelle dell'Emilia Romagna. Le stalattiti, le colate, le concrezioni da splash e le pisoliti sono le forme più comuni. Queste concrezioni non mostrano peculiarità morfologiche rispetto a quelle, molto maggiori, esistenti nelle grotte in calcare. Va tuttavia sottolineato che il loro meccanismo genetico è del tutto differente.

Molto spesso infatti gli speleotemi carbonatici si osservano in cavità che si sviluppano in formazioni gessose affioranti e, pertanto, il normale meccanismo carsico che governa lo sviluppo del concrezionamento carbonatico in grotte calcaree (la diffusione della  $\text{CO}_2$  nell'atmosfera di grotta con conseguente sovrassaturazione rispetto al  $\text{CaCO}_3$ ) non potrebbe avere alcun effetto non essendo possibile, in quelle condizioni, la solubilizzazione della calcite eventualmente presente in rocce sovrastanti quelle gessose.

È stato dimostrato (FORTI & RABBI, 1981) che l'evoluzione di speleotemi carbonatici in grotte in gesso, prive di copertura con componente calcarea, è controllata dalla presenza di un elevato tasso di anidride carbonica disciolta nelle acque di infiltrazione e, di conseguenza, dall'abbondanza di suolo e di vegetazione, che sono una conseguenza diretta del clima.

In queste condizioni, quindi, la deposizione di calcite è un effetto, diretto e simultaneo, della dissoluzione incongruente del gesso da parte di acque di infiltrazione caratterizzate da un'alta concentrazione di  $\text{CO}_2$  (fig. 5).

La dissoluzione incongruente spiega non solo l'origine degli speleotemi comuni a molte grotte in gesso ma anche la presenza di alcune forme del tutto peculiari, osservate solo in tali ambienti, quali le croste di carbonato di calcio quasi completamente staccate dal substrato gessoso, i cui cristalli sono fortemente

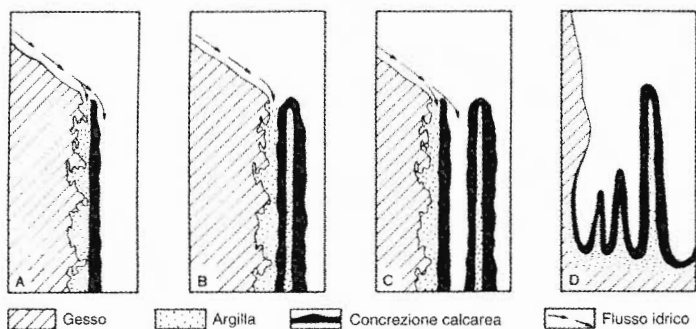


Fig. 6 - Evoluzione delle lame di calcite con nucleo argilloso: A) L'acqua di infiltrazione scioglie dapprima il gesso delle pareti ricoprendole di materiale fine insolubile su cui contemporaneamente deposita una colata di calcite; B) la colata di calcite isola il sottostante supporto argilloso formando una sottile lama con nucleo argilloso; C) il processo può ripetersi nel tempo dando origine ad una serie di lame di calcite parallele alla parete della grotta (D) (da FORTI, 1996)

*The origin of calcite bladed flowstones with clayey nucleus: A) flowing water dissolves the gypsum wall and leaves insoluble clay residue behind, while simultaneously depositing calcite flowstones over the clay; B) the calcite flowstone encapsulate the underlying clay support forming a narrow blade; C) the process is repeated again and so forth until a sequence of bladed calcite flowstones parallel to the cave wall developed (D) (after FORTI, 1996)*

corrosi, e le grandi lame carbonatiche con nucleo di argilla (fig. 6), comuni nel Bolognese e presenti anche in alcune grotte della Sicilia.

Altri speleotemi particolari dovuti alla dissoluzione incongruente sono i letti concrezionati, spesso presenti lungo le gallerie principali ove scorre un torrente sotterraneo; in questo caso il concrezionamento carbonatico può svilupparsi anche a diversi chilometri dal punto di ingresso delle acque nel massiccio gessoso. Ciò è possibile in quanto il meccanismo di dissoluzione incongruente è mantenuto attivo da una continua formazione di CO<sub>2</sub> ad opera della progressiva ossidazione dei materiali organici (foglie, frustoli di legno, acidi umici e fulvici) fluitati all'interno del sistema carsico.

Una singolarissima concrezione di calcite è stata osservata a Grave Grubbo (Verzino, Calabria), dove è presente uno strano tipo di bolle (mezze bolle) (fig. 7) che si forma in

seguito ad un particolare meccanismo di dissoluzione incongruente (FORTI & CHIESI, 1995). Anche in questo caso l'anidride carbonica è fornita dalla progressiva ossidazione del materiale organico presente in sospensione nelle acque solfuree sotterranee. Questo speleotema, forse unico nel suo genere, consiste in una serie di mezze bolle (semisfere) di calcite, da 0,2 a 1-1,2 cm in diametro, cementate tra loro e galleggianti sul pelo dell'acqua.

L'ossidazione del materiale organico causa la formazione di bolle persistenti che galleggiano sull'acqua e simultaneamente produce una grande quantità di anidride carbonica. Questa reagisce con gli ioni Ca<sup>2+</sup> all'interno della pellicola d'acqua alla base della bolla formando dei microcristalli di CaCO<sub>3</sub>, che si aggregano, cementandosi fra loro. Questo processo continua finché la bolla esplosa, dando origine ad una "mezza bolla" di calcite.

Nello stesso sistema carsico, sempre per dissoluzione incongruente, però legata al processo di respirazione di una grande colonia di

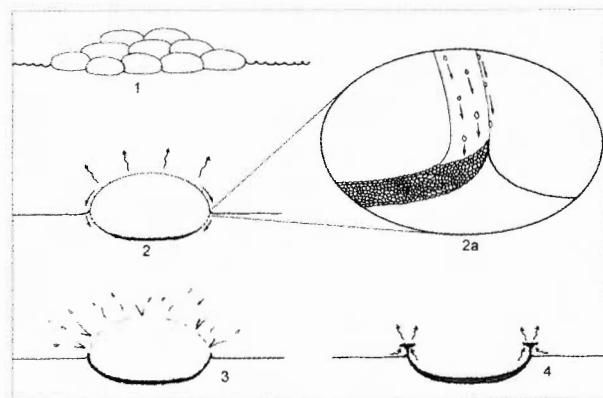


Fig. 7 - Schema genetico-evolutivo per le "mezze bolle" di calcite flottante: 1- sviluppo di una schiuma sulla superficie dell'acqua; 2 - evaporazione e diffusione della CO<sub>2</sub> nella parte superiore di ognuna delle bolle con formazione di microscopici granuli di calcite flottante che si concentrano nella parte inferiore della stessa (2a); 3 - rottura della bolla e formazione delle 'mezzebolle' galleggianti la cui superficie sommitale si ispessisce per risalita capillare ed evaporazione (4) (da FORTI & CHIESI, 1995, modificato).  
*Evolutionary steps for the floating calcite 'half bubbles': 1 - development of foam over the pool surface; 2 - evolution of microscopic calcite raft in the upper part of each foam bubble induced by evaporation and diffusion of CO<sub>2</sub>; the rafts accumulate by gravity sinking in the lower part of the bubble (2a); 3 - breaking and floating of 'half bubbles' the upper part of which becomes thicker due to capillary uplift and evaporation (4) (FORTI & CHIESI, 1995, modified)*



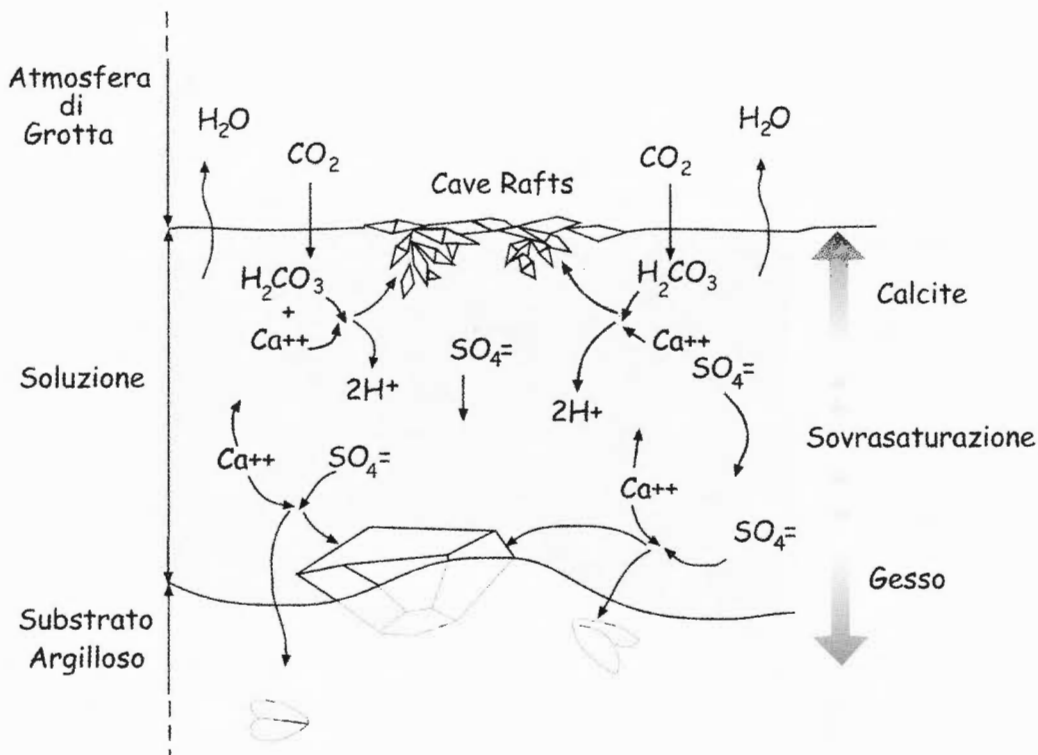


Fig. 8 - Schema genetico per i 'cave rafts' del Salone del Fango (Grotta della Spipola): l'evaporazione tende ad aumentare la concentrazione del gesso disciolto sino al raggiungimento del prodotto di solubilità della calcite con conseguente precipitazione della stessa che continua per diffusione nella soluzione di  $\text{CO}_2$  dall'atmosfera di grotta. La conseguente acidificazione, da un lato, rallenta la precipitazione della calcite e, dall'altro, favorisce quella del gesso che, per epitassia, precipita in genere sui frammenti gessosi del pavimento argilloso, oppure da luogo a cristalli di neoformazione all'intero dello stesso. In misura minore il gesso precipita anche sui 'cave rafts' (da FORTI, 2003).

*Genetic sketch for cave rafts in the Salone del Fango (Spipola cave): evaporation tends to increase dissolved gypsum concentration until the solubility product for calcite is reached with consequent deposition of  $\text{CaCO}_3$ ; the process is supported by the  $\text{CO}_2$  diffusion into the solution from the cave atmosphere. The consequent acidification, on one side, slows down calcite precipitation and, on the other, favours that of the gypsum giving rise to either epitaxial deposits on gypsum fragments in the floor, or to new crystals inside the clay. A few gypsum also precipitates on the cave rafts (after FORTI, 2003).*

larve di un insetto troglobio (*Tricoptera wormaldia*), si sono sviluppate condizioni ambientali favorevoli alla formazione di una colata stalagmitica terrazzata, dello spessore di oltre 50 cm ed estesa su un'area di alcune decine di metri quadrati, che è attualmente la maggiore concrezione "organogena" calcarea esistente al mondo (FORTI, 2002).

Infine un altro processo, in condizioni climatiche particolari, permette lo sviluppo di speleotemi carbonatici all'interno di grotte in gesso. Tale meccanismo è esattamente l'opposto di quello che genera le concrezioni di carbonato di calcio in ambiente calcareo; in esso la diffusione della  $\text{CO}_2$  non avviene dalla soluzione verso l'atmosfera della grotta ma da

quest'ultima alla soluzione (FORTI, 2003). Le condizioni idonee, perché questo processo avvenga, sono di forte carenza idrica, per cui specchi d'acqua anche vasti, a causa di una prolungata mancanza di alimentazione, arrivano ad evaporare totalmente e le acque interstiziali, presenti all'interno della roccia gessosa, sono costrette dalla capillarità a riaffiorare e ad evaporare a loro volta.

In queste condizioni particolari, grazie al processo di diffusione della anidride carbonica, presente nell'atmosfera di grotta, che continuamente rifornisce l'acqua di nuovi ioni  $\text{CO}_3^{2-}$  da una soluzione satura di solfato di calcio che progressivamente evapora, si ottengono calcite flottante (fig. 8) e moonmilk

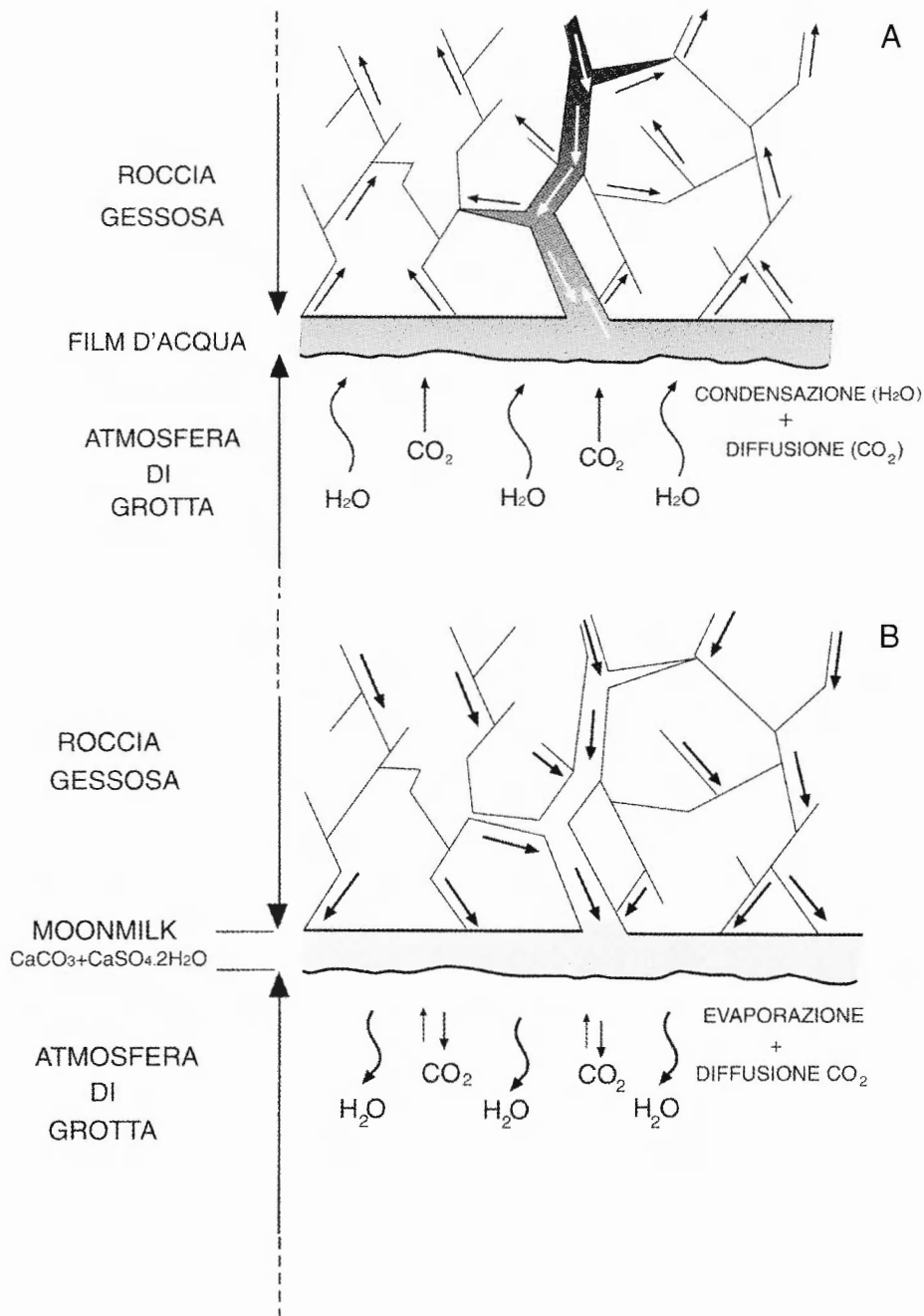


Fig. 9 - Schema genetico per il moonmilk del Salone Giordani: A) in condizioni di normale afflusso idrico, non si ha alcun deposito; B) in condizioni di siccità spinta, a seguito del richiamo in superficie per capillarità delle acque interstiziali, si evolve un 'moonmilk' costituito da un feltro di piccoli cristalli di calcite che inglobano individui di gesso di dimensioni molto maggiori (da FORTI, 2003).  
*Genetic sketch for the moonmilk in Salone Giordani: A) there is no deposit with normal water supply; B) in conditions of severe drought, due to capillarity uplift of interstitial waters, 'moonmilk' evolves itself as a felt of small calcite crystals inside with gypsum individuals of greater dimensions develops (after FORTI, 2003).*

carbonatico (fig. 9) quasi puri.

Considerando la velocità del concrezionamento, si deve notare che, contrariamente a quanto ipotizzabile, lo sviluppo di speleotemi di calcite nelle grotte in gesso è normalmente più rapido di quello di analoghe forme in cavità calcaree. Misure sperimentali, effettuate su concrezioni delle grotte bolognesi, infatti hanno mostrato velocità medie di accrescimento anche di 1 mm/anno (DAL MONTE & FORTI, 1995). Tale rapidità è una chiara conseguenza diretta della maggiore efficienza del processo di dissoluzione incongruente rispet-

to alla diffusione della  $CO_2$  nell'atmosfera di grotta.

Infine, un'ultima caratteristica che talora differenzia le concrezioni di calcite delle grotte in gesso è la ciclicità delle loro bande di accrescimento. Mentre nelle grotte in calcare queste sono tipicamente annuali, nei gessi a volte esse evidenziano una frequenza molto maggiore (CAZZOLI *et al.*, 1988) che può arrivare a marcare un singolo evento piovoso o una serie ripetuta di tali eventi ravvicinati nel tempo.

L'interpretazione di questo fenomeno risulta, in qualche modo, ancora correlata al meccanismo della dissoluzione incongruente, attivo soltanto nei primi metri di percolazione delle acque. Infatti, in prossimità della superficie, gli impulsi causati da ogni singola pioggia sono ancora importanti e gli intervalli tra una precipitazione e l'altra possono causare una interruzione nell'alimentazione idrica, con conseguente blocco del concrezionamento, che alla sua ripresa svilupperà una nuova banda di accrescimento.

### *Gli speleotemi di gesso*

Sono le concrezioni e le cristallizzazioni di gesso a presentare, per la loro frequenza, i maggiori elementi di interesse.

Gli speleotemi gessosi, rispetto agli omologhi in calcite, hanno evidenti differenze morfologiche dovute al loro diverso meccanismo genetico: la sovrasaturazione per evaporazione. Le stalattiti di questa natura sono sempre più contorte e bitorzolute, spesso ramificate, ed il loro accrescimento, nella maggioranza dei casi, dipende esclusivamente dall'acqua di percolazione superficiale e non dall'alimentazione attraverso un canalicolo centrale, che è quasi sempre assente o in parte, se non del tutto, occluso.

L'effetto delle correnti d'aria permanenti, poi, è inverso: nel caso di stalattiti di calcite infatti, poiché il meccanismo evolutivo controllato dalla diffusione della  $CO_2$  non è assolutamente influenzato da correnti d'aria, si osserverà una loro deflessione nella direzione del vento a seguito dello spostamento meccanico in quella direzione della goccia d'acqua di stillicidio. Per le stalattiti di gesso l'effetto sarà invece esattamente l'opposto: gli speleotemi risulteranno deflessi contro vento perché in quella direzione è massima l'evaporazione.

Se le stalattiti di gesso sono abbastanza comuni nelle grotte italiane, le stalagmiti risultano invece assai rare. Questa scarsa frequenza è imputabile ad una causa essenzial-

mente climatica: nei climi temperati italiani infatti è oggettivamente più facile lo sviluppo di infiorescenze e forme coralloidi, mentre nelle zone più aride, quali quelle di Sorbas (Spagna) o del Nuovo Messico, le stalagmiti sono comuni come le stalattiti (FORTI, 1996).

Il fatto che l'evaporazione sia il meccanismo genetico dominante per l'evoluzione dei depositi di gesso spiega come mai alcuni tipi di speleotemi, comuni in rocce calcaree, siano molto rari in quelle solfate e viceversa.

Il gesso costituisce, con estrema difficoltà, moonmilk e stalattiti eccentriche e questo perché, come in precedenza accennato, l'evaporazione tende ad occludere rapidamente i condotti di alimentazione, soprattutto se di dimensioni capillari. Ciò spiega perché, a tutt'oggi, siano state osservate piccole eccentriche di gesso esclusivamente nella Grotta di Santa Ninfa in Sicilia (FORTI, 1987) e moon-

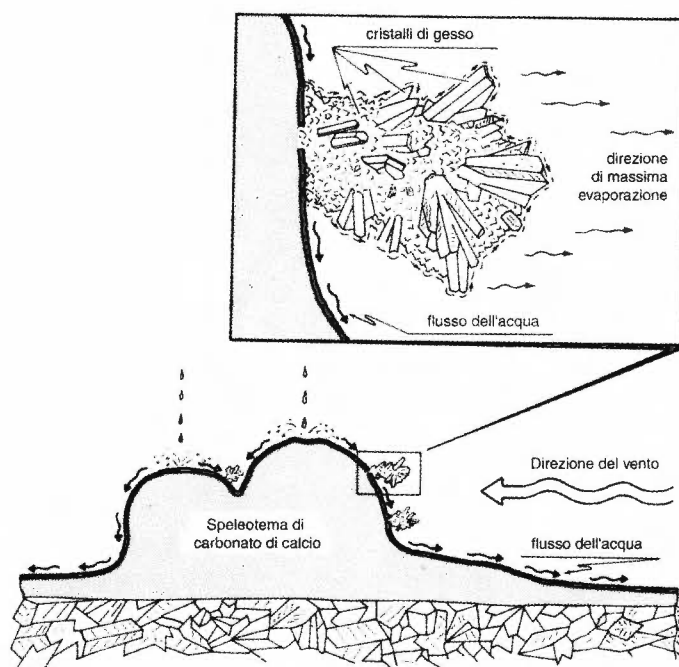


Fig. 10 - Schema genetico per lo sviluppo delle infiorescenze gessose su concrezioni di carbonato di calcio. L'acqua fluendo sullo speleotema carbonatico deposita dapprima il  $CaCO_3$  in eccesso, quindi, risalendo per capillarità, evapora depositando sulla sua sommità infiorescenze di gesso (da FORTI, 1996).

*Evolution of gypsum flowers over calcite speleothems. The flowing water oversaturated with respect to  $CaCO_3$  deposits calcite formations, then, driven by capillarity, evaporates on top of the speleothem roughness giving rise to gypsum flowers (after FORTI, 1996).*

milk gessoso solo nella Grotta Calindri nel Bolognese (FORTI, 2000). Al contrario concrezioni quali i rims, riconducibili a processi genetici di condensazione-evaporazione (HILL & FORTI, 1997) si formano molto più facilmente (CHIESI & FORTI, 1992).

I cristalli di gesso, da microscopici ad oltre un metro di lunghezza, sono senza dubbio i più comuni depositi secondari delle grotte in gesso italiane dove si possono presentare sia come depositi liberi o, più comunemente, come druse parietali. I più minuti cristalli liberi di gesso (da 10 a 100 micron) sono stati osservati sotto forma di depositi pulverulenti su grandi accumuli di guano (FORTI, 1989) che hanno avuto origine in seguito a processi di mineralizzazione dello stesso in ambiente fortemente solfatico. I cristalli liberi di maggiori dimensioni (alcuni dei quali anche superiori ad un metro di lunghezza) si originano all'interno degli interstrati marnoso-argillosi caratteristici dei gessi messiniani, oppure dentro depositi fisici di natura pelitica accumulatisi in ambienti ipogei. Il loro sviluppo è controllato dal lento flusso capillare di acque, la cui evaporazione causa un grado di sovrasaturazione davvero molto basso così da favorire la genesi e lo sviluppo di pochi, ma grandi, individui cristallini. Data la loro grande varietà e diffusione nelle grotte italiane, non è qui possibile descrivere in dettaglio tutte le differenti varietà di tipi e forme.

Molto diversi risultano essere i loro meccanismi genetici anche se, di solito, la formazione della grande maggioranza di questi cristalli è dovuta semplicemente alla sovrasaturazione per evaporazione. Comunque, una discussione analitica di dettaglio di questi argomenti può essere reperita nella bibliografia tematica esistente (FORTI *et al.*, 1983; HILL & FORTI, 1997).

Infine le infiorescenze gessose, che rappresentano l'analogo delle forme coralloidi di calcite nelle cavità in calcare, costituiscono i depositi chimici secondari più comuni delle grotte italiane in gesso. Esse debbono la loro

formazione all'evaporazione di sottili pellicole d'acqua che lentamente risalgono per capillarità le piccole asperità delle pareti della grotta. In genere la loro evoluzione è sufficientemente rapida e la genesi è assolutamente identica a quella che dà origine ai coralloidi di calcite e/o aragonite nelle grotte calcaree. L'unica caratteristica che distingue le infiorescenze gessose da quelle calcaree, data la loro elevata sensibilità alle correnti d'aria, è che spesso presentano cristalli allungati nella direzione del vento.

Un tipo di infiorescenza singolare, comune nelle grotte del Bolognese e più raro in quelle siciliane, è costituito da cristalli di gesso che crescono al sopra di concrezioni attive di carbonato di calcio (fig. 10). La contemporanea evoluzione di due minerali, con prodotti di solubilità così differenti ad opera della medesima acqua, si spiega con il loro differente meccanismo genetico: diffusione della CO<sub>2</sub>, dissoluzione incongruente per la calcite ed evaporazione per il gesso.

### **Influenza del clima sul concrezionamento**

Il controllo esercitato dal clima e dal regime delle precipitazioni sul tipo e le forme del concrezionamento in ambiente gessoso è molto più accentuato rispetto a quello che avviene nelle grotte in calcare. Ciò è dovuto, come in precedenza detto, al fatto che nelle cavità in rocce solfate vi possono avvenire due tipi differenti di concrezionamento: della calcite e del gesso.

I meccanismi che portano alla deposizione di questi due minerali sono assolutamente differenti e influenzati in modo diverso dal clima e dal regime delle piogge. Un clima caldo secco, infatti, aumentando la possibilità di evaporazione, favorisce direttamente lo sviluppo di infiorescenze gessose, mentre un clima continentale piovoso, favorendo l'insediamento di una copertura vegetale, facilita indirettamente lo sviluppo di speleotemi carbonatici. D'altro canto forti precipitazioni

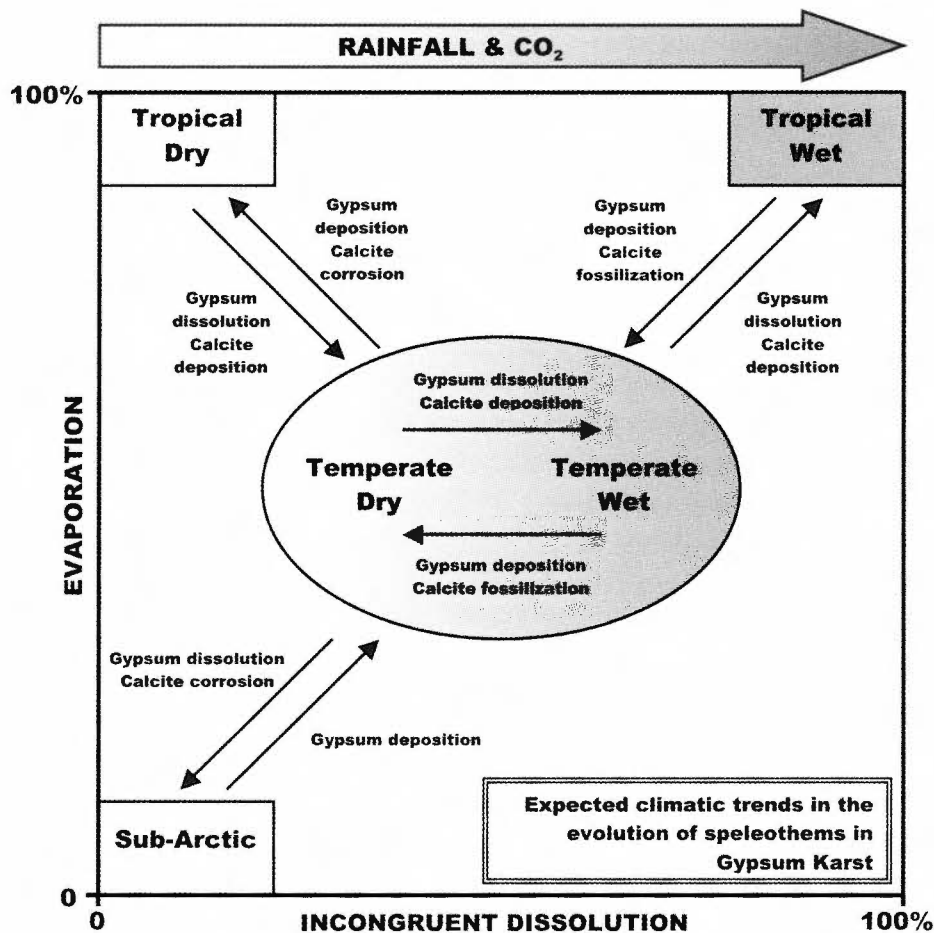


Fig. 11 - Variazioni tendenziali indotte nel concrezionamento delle grotte in rocce gessose da instabilità climatiche (da FORTI, 2003b).

*Expected climatic trends in the evolution of speleothems in gypsum caves (after FORTI, 2003b).*

concentrate alternate a lunghi periodi di siccità possono, da un lato, rendere più importante il fenomeno della condensazione con conseguente possibilità di corrosione delle concrezioni di calcite, dall'altro permettono l'instaurarsi di specifici meccanismi in grado di favorire la deposizione di peculiari concrezioni di carbonato di calcio quali il moonmilk e la calcite flottante.

Anche le variazioni microclimatiche, indotte da attività antropiche, vengono registrate dagli speleotemi delle grotte in gesso: come nel caso delle bande nere all'interno delle concrezioni calcitiche della Grotta Novella (Gessi Bolognesi), dovute ad un succedersi di incendi che hanno totalmente distrutto la copertura vegetale insediata sui terreni soprastanti alla grotta stessa (FORTI & QUERZÈ, 1978), ed in quello della fossilizzazione delle lame di calci-

te con prosecuzione di un loro concrezionamento gessoso all'interno della Grotta di Entella in Sicilia. In quest'ultima il variare della natura mineralogica del deposito è stata causata dal diradarsi del suolo pedologico a seguito dell'eliminazione completa del bosco e, di conseguenza, dalla variazione nella idrodinamica delle acque di infiltrazione (FORTI & CALAFORRA, 1999).

In base alle osservazioni effettuate all'interno di sistemi carsici in rocce gessose di differenti aree climatiche italiane ed estere è stato pertanto possibile elaborare un modello generale che, partendo dall'osservazione delle diverse modificazioni presenti negli speleotemi, può permettere di ricostruire le variazioni climatiche che si sono succedute nell'area in cui si apre la grotta (fig. 11).

## *Le Mineralizzazioni secondarie*

Ad eccezione di calcite e gesso, fino al 1970 soltanto un altro minerale di neoformazione (l'epsomite) era stato identificato in una grotta italiana in gesso, e questo quasi due secoli prima (LAGHI, 1806). Questa assenza di segnalazioni di minerali secondari, in grotte di tale natura litologica, era imputabile al fatto che nessun speleologo o ricercatore fino a quegli anni si era occupato seriamente dell'argomento. Ciò era dovuto alla radicata convinzione che le grotte in gesso di tutto il mondo, come quelle italiane, normalmente povere di concrezionamenti, fossero del tutto prive di mineralizzazioni secondarie.

I primi studi di mineralogia, comunque ancora non ben mirati, interessarono grotte nei gessi messiniani attorno a Bologna e, oltre alla conferma della presenza dell'epsomite, permisero di identificare un altro minerale di grotta: la mirabilite  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (BERTOLANI & ROSSI, 1972).

Successivamente, sempre in Emilia Romagna, furono iniziate ricerche mirate al fenomeno della minerogenesi in grotta sia nei gessi messiniani (FORTI & QUERZÈ, 1978; FORTI & ROSSI, 1989; FORTI, 1993) che triassici (CHIESI & FORTI, 1985). Tali studi, negli anni seguenti, si svilupparono anche in altre aree gessose dell'Italia meridionale (FORTI & ROSSI, 1987; CARROZZINI *et al.*, 1996; FORTI & LOMBARDO, 1998).

In base alle attuali conoscenze, che sono tuttavia ancora disomogenee rispetto al territorio nazionale, appare evidente come ancora l'ambiente carsico gessoso sia assai meno ricco di minerali di grotta rispetto agli omologhi in rocce calcaree. D'altro canto, la relativa scarsità di composti chimici differenti nelle grotte in gesso è dovuta al fatto che questa roccia, costituita da minerali in equilibrio con un ambiente caratterizzato da un acido forte (l'acido solforico), ha meno disponibilità delle litologie carbonatiche a reagire con gli anioni eventualmente presenti nelle acque di percolazione e a dare luogo a minerali di neoforma-

zione. Nonostante questa minore "reattività", ed una oggettiva limitatezza delle ricerche finora effettuate, attualmente sono già noti 24 minerali differenti (Tab. 1) e, con ogni probabilità, in futuro aumentando le ricerche mineralogiche in altre Regioni italiane, nuove presenze verranno individuate. Attualmente, infatti, delle 24 specie mineralogiche ben 19 sono state descritte per cavità dell'Emilia Romagna e di queste 10 (Brochantite, Cloromagnesite, Devillina, Dolomite, Epsomite, Ematite, Lepidocrocite, Mirabilite, Penninite, Quarzo) sembrano esclusive di grotte di questa regione.

A conferma della possibilità di future nuove scoperte, di recente, all'interno della Grotta della Spipola nei Gessi Bolognesi è stato individuato un particolarissimo 'moonmilk' costituito da dolomite pura (minerale di neoformazione segnalato ora per la prima volta per le grotte in rocce gessose) (DEMARIA *et al.*, 2002).

Questo ritrovamento è di notevole importanza in quanto molto raramente anche nelle grotte in litotipi calcarei si forma dolomite pura, carbonato che si presenta quasi sempre associato ad altri minerali quali la Huntite  $\text{Mg}_3\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$  o la Idromagnesite  $\text{Mg}_5(\text{OH})_2(\text{CO})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (HILL & FORTI, 1997). Da notare che le segnalazioni di dolomite pura in grotta sono quasi sempre riferite a particolarissimi ambienti minerogenetici (termali, marini...).

Il ritrovamento di dolomite di neoformazione nella Grotta della Spipola dimostra chiaramente che nelle grotte in gesso questo minerale può depositarsi da acque di origine meteorica in ambiente vadoso ed in condizioni di pressione e temperatura pressoché normali. Lo studio futuro delle condizioni chimico-fisiche del microambiente, in cui questo speleotema dolomitico si è originato, permetterà non solo di definirne il meccanismo genetico ma anche di approfondire le conoscenze sugli ancora poco conosciuti meccanismi di formazione in ambiente continentale della dolomite.

<b>Minerale / Mineral</b>	<b>Caratteristiche / Characteristics</b>
1- Ossidi di Alluminio Al ox	Colate poliminerali con Opale, zolfo e ossidi di Fe Polymineral flowstones with opal, sulphur and iron oxides
2- Brochantite	Croste verde smeraldo associate con Devillina e Penninite Emerald green crust associated with Devilline and Penninite
3- Brushite	Polvere giallastra su guano Yellow powder over guano
4- Calcite	Vari speleotemi Various speleothems
5- Carbonatoapatite	Croste giallastre su concrezioni di calcite in contatto con il guano Yellowish crusts on calcite speleothems in contact with guano
6- Celestina Celestite	Piccoli cristalli su una crosta di ossidi idrossidi di Fe e Mn Small crystals over a crust of Fe/Mn oxides hydroxides
7- Chloromagnesite	Dispersa nelle fibre di Epsomite. Dispersed in Epsomite fibers
8- Devillina/e	Croste verde smeraldo associate con Brochantite e Penninite Emerald green crusts associated with Brochantite and Penninite
9- Dolomite	Moonmilk
10- Epsomite	Cristalli aciculari su fango. Acicular crystals on mud
11- Ossidi-idrossidi di ferro Fe ox/hydrox	Stalattiti e stalagmiti con Limonite, Goethite e ossidi di Mn Stalactites and stalagmites with Limonite, Goethite and Mn oxides
12- Fluorapatite	Croste dorate con Carbonatoapatite su resti fossili Golden crusts with Carbonatoapatite on fossil remains
13- Gesso Gypsum	Concrezioni, cristalli. Speleothems, crystals
14- Goethite	Stalattiti e stalagmiti con Limonite, e ossidi di Fe e Mn Stalactites and stalagmites with Limonite, and Fe/Mn oxides
15- Ematite Hematite	Cristallini in concrezioni di Limonite, Goethite ed ossidi di Fe/Mn Small crystals in Limonite, Goethite and Fe/Mn ox. speleothems
16- Ghiaccio Ice	Stalattiti, stalagmiti, cristalli. Stalactites stalagmites, crystals
17- Lepidocrocite	Cristallini in concrezioni di Limonite, Goethite ed ossidi di Fe/Mn Small crystals in Limonite, Goethite and Fe/Mn ox. speleothems
18- Limonite	Stalattiti e stalagmiti con Goethite e ossidi di Fe e Mn Stalactites and stalagmites with Goethite, and Fe/Mn oxides
19- Ossidi di Manganese Mn ox/hydrox	Stalattiti e stalagmiti con Limonite, Goethite e ossidi di Fe Stalactites and stalagmites with Limonite, Goethite and Fe oxides
20- Mirabilite	Stalattiti Stalactites
21- Opale Opal	Crosticine e coralloidi. Thin crusts and coralloids
22- Penninite	Cristallini allungati su anidrite corrosa Tiny elongated crystals over corroded anhydrite
23- Quarzo Quartz	Druse scheletriche di cristalli euedrali su gesso corroso Skeleton euhedral druses over corroded gypsum
24- Zolfo Sulphur	Colate poliminerali con Opale e ossidi di Al e Fe Polymineral flowstones with Opal and aluminium and iron oxides

Tab. 1- Elenco dei minerali secondari delle grotte in gesso italiane e loro caratteristiche  
*List of secondary minerals in the Italian gypsum caves and related characteristics*

## Conclusioni

Anche se in Italia sono ancora poco numerosi i sistemi carsici in roccia gessosa studiati in dettaglio dal punto di vista speleogenetico, morfologico e dei sedimenti chimici e fisici presenti al loro interno, è tuttavia possibile, in base alle conoscenze attuali, evidenziare alcune delle caratteristiche generali che li differenziano dagli analoghi sistemi in litotipi calcarei.

La velocità dei processi speleogenetici, da un lato, e la facilità del modellamento della roccia gessosa, dall'altro, permettono infatti l'evoluzione di forme erosive e dissolutive perfette, alcune delle quali assolutamente peculiari. D'altro canto, nella maggioranza dei casi, la rapidità della degradazione meteorica impedisce che tali forme sopravvivano per periodi superiori alle poche decine di migliaia di anni.

Sulla base dei pochissimi studi a disposizione si può affermare che i depositi fisici e chimici presenti, pur essendo in generale di modesto sviluppo areale e di scarsa variabilità morfologica e compositiva, sono tuttavia sufficienti per dimostrare come il carsismo nei gessi italiani presenti soprattutto peculiarità nel campo dei sedimenti chimici (speleotemi e minerali secondari).

Infine una caratteristica, che deve essere sottolineata, è rappresentata dallo stretto controllo esercitato dal clima sull'evoluzione dei depositi chimici di queste grotte, che è sicuramente superiore a quello che avviene all'interno dei sistemi carsici in calcare. La stretta relazione tra clima e fenomeni di minerogenesi attribuisce ai depositi delle grotte italiane in gesso una grande importanza, che supera ampiamente il loro interesse morfologico e mineralogico a vantaggio del loro possibile utilizzo sia negli studi paleoclimatici che per identificare i meccanismi delle attuali variazioni climatiche del nostro pianeta.

## Bibliografia

- BARBIERI M. & ROSSI A., 2001 - *I riempimenti fisici della Tana della Mussina di Borzano* (Comune di Borzano – Provincia di Reggio Emilia) – *Considerazioni ed interpretazioni*. Mem. Ist. It. Spel., s. II, 11, pp. 87-114.
- BERTOLANI M., ROSSI A., 1972A - *Osservazione sui processi di formazione e di sviluppo della Grotta del Farneto*. Mem. X, R.S.I., pp. 127-136.
- BERTOLANI M., ROSSI A., 1972B - *La Grotta Michele Gortani (31 E) a Gessi di Zola Predosa*. Mem. X, R.S.I., pp. 206-246.
- BERTOLANI M., ROSSI A., 1985 - *La Petrografia del Tanone Grande della Gaggiolina (154 E/RE) nelle Evaporiti dell'Alta Val di Secchia (Reggio Emilia – Italia)*. Le Grotte d'Italia, (4), XII, pp. 79-105.
- CALAFORRA J.M., FORTI P., 1999 - *Le concrezioni all'interno delle grotte in gesso possono essere utilizzate come indicatori paleoclimatici?* Speleologia Emiliana, s. IV, n. 10, pp. 10-18.
- CARROZZINI B., DE PAOLA M., DIMUCCIO L.A., 1996 - *Primo contributo alla caratterizzazione mineralogica delle rocce affioranti in una cavità carsica dell'Alto Crotonese*. Miner. Petrog. Acta 38, pp. 189-199.
- CAZZOLI M., FORTI P., BETTAZZI L., 1988 - *L'accrescimento di alabastri calcarei in grotte gessose: nuovi dati dall'Inghiottitoio dell'Acquafredda (3/ER/BO)*. Sottoterra, 80, pp. 16-23.
- CHIESI M., FORTI P., 1985 - *Tre nuovi minerali per le grotte dell'Emilia-Romagna*. Not. Min. Paleont. 45, pp. 14-18.
- CHIESI M., FORTI P., 1992 - *Le concrezioni e le mineralizzazioni della Grotta della Milocchite MG2 (Milena, Caltanissetta)*. Mondo Sotterraneo, n.s., 16 (1-2), pp. 19-28.
- CIGNA A.A., FORTI P., 1986 - *The speleogenetic role of air flow caused by convection. 1st contribution*. Int. J. of Speleology, 15 (1986), pp. 41-52.
- CUCCHI F., FORTI P., 1993 - *Problemi di carsificazione nei gessi: le microforme superficiali e sotto copertura*. Atti Cong. Naz. Spel., Udine 1990, vol. 1, pp. 89-100.
- DAL MONTE C., FORTI P., 1995 - *L'evoluzione delle concrezioni di carbonato di calcio all'interno delle grotte in gesso: dati sperimentali dal Parco dei Gessi Bolognesi*. Sottoterra, 102, pp. 32-40.
- DEMARIA D., FORTI P., ROSSI A., 2002 - *L'ultima scoperta eccezionale: la dolomite di neoformazione*. Sottoterra, in stampa.
- FINOTELLI F., GIRALDI E., PINI A., 1986 - *Genetical analyses of natural cavities in the Messinian evaporites of the Bologna area (Italy). 1 – Spipola cave (Spipola-Acqua Fredda karst system)*. Atti Int. Symp. On Evaporite Karst, Bologna, pp. 247-257.



- FORTI P., 1987 - *Nuove concrezioni di grotta: le eccentriche di gesso di Santa Ninfa (Trapani)*. Rivista di Mineralogia e Paleontologia, 52, pp. 5-10.
- FORTI P., 1989 - *Le concrezioni e le mineralizzazioni delle grotte in gesso di Santa Ninfa (Trapani)*. Memorie Ist. It. Spel., 2, 3, pp.137-154.
- FORTI P., 1993 - *I quarzi dendritici sul gesso*. Ipogea 1988-1993, pp. 16-17.
- FORTI P., 1994 - *The role of sulfate-sulfite reactions in gypsum speleogenesis: 1st contribute*. Abstract of Papers "Breakthroughs in Karst Geomicrobiology and Redox Geochemistry", Colorado Springs, pp. 21-22.
- FORTI P., 1996 - *Speleothems and Cave Minerals in Gypsum caves*. Int. J. of Speleology, 25 (3/5), pp. 91-104.
- FORTI P., 2000 - *I depositi chimici presenti nella Grotta Serafino Calindri*. Sottoterra, 110, pp. 31-41.
- FORTI P., 2002 - *Biogenic speleothems: an overview*. Int. J. Speleol., 30A (1/4), pp. 39-56.
- FORTI P., 2003 - *Un caso evidente di controllo climatico sugli speleotemi: il moonmilk del Salone Giordani e i "cave raft" del Salone del Fango nella Grotta della Spipola (Gessi Bolognesi)*. Atti del XIX Cong. Naz. di Speleologia, in stampa.
- FORTI P., 2003b - *Gypsum Karst*. The IAG Encyclopedia of Geomorphology, in stampa.
- FORTI P., CHIESI M., 1995 - *A proposito di un particolare tipo di calcite flottante osservato nella Grotta Grave Grubbo - CB 258 (Verzino, Calabria)*. Atti e Mem. Comm. Boegan, 32, pp. 43-53.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., 1990 - *Gli acquiferi carsici dell'Emilia-Romagna: conoscenze attuali e problemi di salvaguardia*. Ateneo Parmense, Acta Naturalia, 26 (1-2), pp. 69-80.
- FORTI P., LOMBARDO N., 1998 - *I depositi chimici del sistema carsico Grave Grubbo-Risorgiva di Vallone Cufalo (Verzino, Calabria)*. Mem. Ist. It. Spel., s. II, 10, pp. 83-92.
- FORTI P., QUERZÈ S., 1978 - *I livelli neri delle concrezioni alabastrine della Grotta Novella*. Preprint XIII Cong. Naz. Spel., Perugia, 5 pp.
- FORTI P., RABBI E., 1981 - *The role of CO<sub>2</sub> in gypsum speleogenesis: I° contribution*. Int. J. of Speleol., 11, pp. 207-218.
- FORTI P., ROSSI A., 1987 - *Le concrezioni poliminerali della Grotta di Santa Ninfa: un esempio evidente dell'influenza degli equilibri solfuri-solfati sulla minero-genesi carsica*. Atti e Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", 26, pp. 47-64.
- FORTI P., ROSSI A., 1989 - *Genesi ed evoluzione delle concrezioni di ossidi di ferro della Grotta Pelagalli al Farneto (Bologna- Italia)*. Atti XV Cong. Naz. Spel., Castellana Settembre 1987, pp. 205-228.
- FORTI P., CASALI R., GNANI S., 1983 - *I cristalli di gesso del Bolognese*. Ed. Calderini, Bologna, pp. 1-82.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E., VENERI P., FINOTELLI F., 1985 - *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia-Romagna: 1- Problematica generale; 2- Il complesso Spipola - Acqua Fredda*. Regione Emilia Romagna, Tip. Moderna, Bologna, pp. 1-60.
- FORTI P., FRANCAVILLA F., PRATA E., RABBI E., GRIFFONI A., 1989 - *Evoluzione idrogeologica dei sistemi carsici dell'Emilia- Romagna: il complesso Rio Stella-Rio Basino (Riolo Terme, Italia)*. Atti XV Cong. Naz. Spel., Castellana Settembre 1987, pp. 349-368.
- HILL C., FORTI P., 1997 - *Cave minerals of the World*. Nat. Spel. Soc., pp. 1-464.
- LAGHI T., 1806 - *Di un nuovo sale fossile scoperto nel bolognese*. Memorie Ist. Naz. It., T. 1, parte prima, pp. 207-218.
- PAREA G.C., 1972 - *Osservazioni sedimentologiche e geomorfologiche*. GSE-CAI: Studio della Grotta di fianco alla Chiesa della Gaibola nei Gessi della colline bolognesi. Rass. Spel. It., anno IV°, fasc. 2, pp. 113-120.
- PASINI G., 1975 - *Sulla importanza speleogenetica dell'erosione antigravitativa*. Grotte d'Italia, s. 4, v. 4, pp. 297-318.
- ROSSI A., 2003 - *I riempimenti fisici della Grotta della Spipola (5 ER/BO) nelle colline bolognesi (Emilia-Romagna, ITALIA)*. Atti XIX Cong. Naz. di Speleologia, in stampa.
- ROSSI A. & MAZZARELLA B.S.L., 1998 - *La Grotta Calindri: dati e considerazioni sui suoi riempimenti fisici*. Sottoterra, 107, pp. 33-51.
- ROSSI A. & MAZZARELLA B.S.L., 2000 - *Caratteri morfoscopici, petrografici e mineralogici sui riempimenti fisici della Grotta Calindri*. Sottoterra, 110, pp. 45-66.
- ROSSI A. & MAZZARELLA B.S.L., 2001 - *Nuove considerazioni sui riempimenti fisici della Grotta Calindri*. Sottoterra, 113, pp. 28-41.
- VAI G.B., RICCI LUCCHI F., 1976 - *The Vena del Gesso in the Northern Apennines: growth and mechanical breakdown of gypsified algal crusts*. Mem. Soc. Geol. It. 16, pp. 217-249.
- VEGGIANI A., 1965 - *Trasporto di materiale ghiaioso per correnti di riva dall'area marchigiana all'area emiliana durante il Quaternario*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (1-2), pp. 315-328.



# PARTICOLARITÀ BIOLOGICHE DELLE AREE CARSICHE NEI GESSI ITALIANI

Leonardo Latella<sup>1</sup>, Giuseppe Rivalta<sup>2</sup>, Dino Scaravelli<sup>3</sup>

## Riassunto

Nel presente lavoro vengono riportati una breve storia ed i risultati scientifici delle ricerche biospeleologiche effettuate nelle aree gessose italiane. La maggior parte di esse sono state condotte nelle grotte della Sicilia, Calabria ed Emilia a partire dai primi anni del '900.

Tra le numerose formazioni evaporitiche italiane, soltanto le più estese sono state adeguatamente studiate sotto il profilo botanico. Dagli studi effettuati da P. Zangheri (1959) era risultata esclusa la presenza di flore gipsofile. Oggi invece si è evidenziato come il substrato gessoso diventi fondamentale per quella flora cosiddetta "minore" rappresentata dai Muschi e dai Licheni.

Gli studi microbiologici degli habitat cavernicoli dell'Emilia sono molto interessanti, anche se sono ancora scarsi i dati ottenuti. In Italia tra i primi a tentare indagini di questo tipo furono A. Amati e C. Gualandi che nel 1934 analizzarono le acque di un torrente all'interno della Grotta Gortani, nei Gessi Bolognesi di Zola Predosa. A quasi sessant'anni di distanza nella grotta laboratorio Novella (Farneto, Parco dei Gessi Bolognesi) è iniziato un monitoraggio microbiologico dell'aria e delle superfici della cavità. Sono state già identificate una decina di specie e attualmente si sta monitorando l'andamento in specie e numerico dei batteri e miceti presenti, cercandone i collegamenti con il microclima ipogeo.

Viene inoltre riportata e discussa la presenza delle specie appartenenti alla categoria ecologica degli eucavernicoli ed una breve analisi biogeografica del popolamento delle grotte italiane nei gessi.

**Parole chiave:** Italia, grotte nei gessi, storia delle ricerche, flora, fauna cavernicola, biogeografia.

## Abstract

*In the present paper a concise history and the scientific results of the biospeleological research in the gypsum areas in Italy are reported. Most of them were carried out in caves located in Sicily, Calabria and Emilia from the beginning of the last century.*

*Among the Italian gypsum formations, only the most large areas are proportionately studied. From a detailed research of P. Zangheri (1959) resulted a no gypsophila Flora present in that areas. Today the scientists say that for Musk and Lichens the gypsum substratum has an essential importance.*

*Microbiological studies about cave's of Emilia Region habitat are very interesting, but there are few informations today. In 1934 A. Amati and C. Gualandi analyzed some samples from the Gortani Cave (in a gypsum outcrop near Bologna). Over sixty years, some researchers beginning a study about the microbial populations of the Novella Cave (Farneto, Gessi Bolognesi Regional Park). They identified many environmental bacteria species and moulds and their links with the cave. The presence of the eucavernicolous species is reported and analyzed. A short biogeographical analysis is also carried out.*

**Key words:** Italy, gypsum caves, history of research, flora, cave fauna, biogeography.

1 - Museo Civico di Storia Naturale di Verona - Lungadige Porta Vittoria, 9 37129 Verona Italy - e-mail: leonardo.latella@comune.verona.it

2 - Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese.

3 - Riserva naturale Orientata e Museo di Onferno, Comune di Gemmano (RN) - Fondazione Chiroptera Italica, Forlì

## ASPETTI BOTANICI

*Giuseppe Rivalta*

Le formazioni evaporitiche gessose, per le loro caratteristiche chimico-fisiche e per le macro e micro morfologie che le caratterizzano, costituiscono un ambiente estremamente interessante anche da un punto di vista biologico.

Il fenomeno carsico che queste formazioni hanno sviluppato ha dato origine ad un grande numero di ambienti, di habitat, con conseguente forte diversificazione biologica, vegetale ed animale.

Come sempre accade, parlando di organismi cavernicoli, il passaggio da forme epigee ad ipogee non è netto, ma è rappresentato da una serie di stadi intermedi che fanno da collegamento tra i due domini. La vegetazione è certamente il primo e forse più importante fattore che è da prendere in considerazione in uno studio biogeografico e biospeleologico.

Le aree gessose della penisola italiana sono presenti in quasi tutte le regioni, ma per l'importanza che alcune di esse rivestono si possono ridurre alle seguenti: Formazioni emiliano-romagnole, calabre e sicilane.

Per le altre (una decina circa) mancano ancora studi particolareggiati, tuttavia in base alle informazioni oggi in nostro possesso è

possibile azzardare l'ipotesi che, almeno sotto il profilo botanico, non vi siano sostanziali differenze con quelle attualmente indagate purché di pari latitudine ed altitudine. Per quanto riguarda gli aspetti floristici va citato l'imponente e minuzioso studio da parte di ZANGHERI (1959), che dimostrò l'assenza di una vera e propria flora gipsofila, legata cioè esclusivamente al sostrato di rocce selenitiche, come ipotizzato in precedenza da diversi autori. In realtà questa disgiunzione dal gesso per cui la flora vascolare appare quasi del tutto sovrapponibile a quella di ambienti calcarei geograficamente omologhi va riferita soltanto alle piante vascolari, dato che il sostrato gessoso appare fondamentale e in molti casi vincolante per la flora "minore" e in particolare, come si vedrà in seguito, quella lichenica e muscinale.

I *Sedum* che troveremo citati, costituiscono un *habitat di interesse comunitario prioritario* (*Alyso-Sedion albi*) secondo l'allegato I della Direttiva Habitat 92/43/CE. La vegetazione presente negli inghiottitoi con felci, costituisce l'*habitat delle "pareti casmofitiche"* (pareti strapiombanti). Questi habitat sono esclusivi (insieme alle grotte non sfruttate a livello turistico) del sistema carsico dei gessi che, per la presenza di queste emergenze, è stato proposto come Sito di Interesse Comunitario (PSIC).



Fig. 1 - Associazioni vegetali al fondo di una dolina (Gessi Bolognesi).

*Vegetational association on the bottom of a doline (Gessi Bolognesi, Emilia Romagna).*

### I gessi dell'Oltrepò pavese - Casteggio

Gli affioramenti evaporitici messiniani, che caratterizzano alcuni tratti dell'area collinare (altitudine media 200 m s.l.m.), presentano flore molto simili a quelle delle aree emiliano-romagnole, anche se l'antropizzazione ha agito sulla copertura forestale. La zona in cui si apre la Grotta di Camerà non presenta endemismi, ma soltanto le specie tipiche delle zone ingressuali delle cavità gessose appenniniche.

## I gessi del Trias della Val di Secchia (Reggio Emilia)

La diversa antichità di giacitura delle evaporiti (triassiche e mioceniche) costituisce un elemento di non poca importanza da un punto di vista corologico.

I Gessi triassici (Formazione di Burano), affioranti nell'Alta Val di Secchia, occupano una fascia altitudinale compresa tra i 300 ed i 900 m s.l.m.

Le anfrattuosità, le asperità delle stratificazioni (es. M. Rosso, M. Gebolo, ecc.), e l'esposizione favoriscono l'attecchimento di specie floristiche anche molto rare. Tra queste vi è *Artemisia lanata* Willd., una Asteraceae (Composita) pianta tipicamente pioniera per questa zona, che si rinviene qui sui 450 m s.l.m. Questa specie ha, in Italia, un'altra stazione soltanto in Piemonte (Val Macra, 1200 m s.l.m.). Secondo S. PIGNATTI (1982, p. 106) "... l'area distributiva presenta carattere disgiunto e frammentario (Penisola Iberica, Italia, Crimea, Caucaso, Cappadocia) che fa pensare a una specie di grande antichità, forse il ceppo originario dal quale è derivato tutto il gruppo". La peculiarità della *Artemisia lanata* del Secchia sta nel fatto che la sua sopravvivenza a una quota bassa (le altre stazioni ad esempio nei Pirenei sono a circa 3000 metri) e la netta frammentazione dell'areale, potrebbe essere la dimostrazione di una situazione relittuale con origine nelle passate ere glaciali. Un'altra pianta che ha le stesse caratteristiche di "relitto glaciale" è *Ononis rotundifolia* L. una Fabaceae (Leguminosa) che vive sui gessi di M. Rosso, M. Caldina, M. Cafaggio e in altre zone sempre però limitate alle aree gessose della Val Secchia. Altre stazioni italiane di questa leguminosa sono nelle Alpi Occidentali, Val Macra (Piemonte) e nel Gran Sasso (App. abruzzese). In Europa è presente in alcuni siti delle Alpi francesi meridionali ed in Spagna sui Pirenei. La sola presenza di questi due relitti di flore pleistoceniche consente di affermare che i Gessi triassici hanno una

grande importanza sotto l'aspetto fitogeografico perché rappresentano un punto di collegamento tra i settori alpini ed appenninici (sec. D. Bertolani Marchetti). A parte questi endemismi, la vegetazione presenta aspetti che la accomunano a quelli, come vedremo, delle altre formazioni gessose appenniniche. Interessanti sono gli inghiottitoi, che come sempre mostrano seriazioni climatiche al loro interno con risvolti sulla vegetazione. Anche se non sono ancora completati gli studi sui Licheni, questi sono presenti con oltre 50 specie e ciò si spiega con la loro sensibilità alle variazioni di intensità luminosa che rappresenta, non solo per loro, un fattore limitante. Infatti la variabilità nelle specie diminuisce man mano che la radiazione luminosa decresce verso il fondo degli inghiottitoi, favorendo sempre più i generi filogeneticamente più antichi. Nei pressi dell'ingresso del Tanone Grande della Gaggiolina le specie licheniche denotano un'appartenenza alle categoria delle subatlantiche, ovviamente per l'alta umidità che ne riduce l'evapo- traspirazione. Nei pressi delle sorgenti (Primaore, Poiano) situate alla base dei Gessi e con acque ad alto contenuto salino, esisteva un'estesa associazione a *Triglochin palustre* (oggi pressoché scomparsa a causa di lavori di "risanamento"), una specie molto diffusa, un tempo, nel fondovalle padano.

## I gessi di Borzano (Albinea, Reggio Emilia)

L'area nelle colline di Borzano e si sviluppa in una fascia compresa tra i 200 ed i 418 m s.l.m. ai piedi dell'Appennino tra Reggio e Modena. Il clima è di tipo mediterraneo per la posizione geografica in cui questa formazione evaporitica (gessi messiniani) si trova. Essa è infatti protetta a Sud da colline che riducono l'effetto dei freddi venti invernali e a Nord dalla quota che non permette di risentire in modo accentuato delle inversioni termiche tipiche della attigua Pianura Padana. Infatti le temperature medie si aggirano intorno ai +13

°C (min. 0,96 °C, max. +23,48 °C ). La piovosità media annua è di 598,79 mm, il che non è molto, per cui il clima è classificato come mesotermico umido. Questi dati climatologici sono abbastanza confrontabili con quelli delle altre aree gessose della Regione.

A queste condizioni climatiche generali si associano quelle microclimatiche tipicamente legate alle morfologie carsiche di superficie che determinano, come sempre, la composizione della vegetazione e delle flore annesse. Le oltre 40 cavità che si sviluppano all'interno di questi gessi si originano da un lungo allineamento di doline e sprofondamenti. L'area gessosa è stata suddivisa in almeno 11 formazioni vegetali di cui i Querceti mesofili e quelli xerofili hanno una posizione dominante.

Le conche carsiche, i versanti ripidi e poveri di suolo, favoriscono il passaggio a formazioni maggiormente diversificate. Tra le piante erbacee c'è il Dittamo (*Dictamnus albus*) che rientra nelle specie protette a livello regionale. Nelle parti rocciose umide molto rigogliosi sono i boschi a Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) con un ricco sottobosco. Sulle rupi gessose il *Sedum album* è molto diffuso essendo adatto a sopportare le forti escursioni termiche e la forte aridità di queste zone. Non mancano nell'area di questi gessi anche delle specie abbastanza rare come *Orchis laxiflora*, *Himantoglossum adriaticum*, *Allium pendulinum* e *Malus florentina*, specie a distribuzione prettamente mediterranea.

## I Gessi Bolognesi

La formazione evaporitica messiniana che si sviluppa a ridosso della città di Bologna, nonostante un'estensione non certo enorme (5000 ettari), resta una delle più interessanti anche sotto l'aspetto botanico per l'enorme variabilità di ambienti che in essa si sono instaurati, per i fenomeni erosivi che hanno portato allo sviluppo di un carsismo, sia di superficie che profondo, più differenziati rispetto a quelli delle zone limitrofe. L'altezza

media si aggira sui 200-260 m s.l.m. Le doline (tra cui quella della Spipola è la maggiore in Europa) presentano nelle loro parti sommitali, estese aree di roccia nuda che si alternano a zone con uno strato di suolo sottile, o a praterie e bosco. Come già detto precedentemente, la peculiarità delle formazioni evaporitiche è quella di avere substrati molto aridi ad alta salinità, cosa che comporta una adeguata selezione delle specie che le colonizzano (xerofilia). Le Fanerogame presenti non mostrano particolari adattamenti, mentre molto interessanti sono i Licheni che hanno sviluppato specie definite "gipsicole". Il fenomeno non è tuttavia esclusivo della zona in esame, ma è stato verificato anche negli affioramenti siciliani. La supposta gipsofilia di certi Licheni è stata riscontrata anche in Marocco ed in Spagna. Tra le specie più importanti (vere e proprie colonie pioniere), si ricordano i *Diploschistes diacapsis*, *Acarospora* spp., *Fulgensia desertorum*, *Psora decipiens*, *Cladonia convoluta* e molte altre. Sugli strati in cui si accumula poco terreno, si instaurano diverse terofite che adottano interessanti strategie per superare i periodi climaticamente sfavorevoli. Tra queste pianticelle a vita effimera (con fioritura tra febbraio e marzo) si ricordano la *Saxifraga tridactylites*, l'*Erophila verna*, il *Geranium molle*, *Erodium cicutarium* e molte altre. La flora rupicola è molto variegata e tra le specie più comuni abbiamo *Sedum acre*, *S. rupestre* e *S. sexangulare* oltre a *S. album* e *S. hispanicum*. Altre interessanti specie di questi habitat sono *Scilla autumnalis* e le aromatiche *Artemisia alba*, *Helichrysum italicum*, *Thymus serpyllum* e *Calamintha nepeta*, piante che danno alle bancate rocciose un aspetto che ricorda le garighe mediterranee.

Le aree ombreggiate, in particolar modo quelle in fondo a doline o gli inghiottitoi, per lo più immerse nel bosco, sono sede di cenosi di muschi e felci (*Polypodium vulgare*, *Asplenium trichomanes*, *Phyllitis scolopendrium* ecc.). Da un recente studio sulle Briofite del Parco dei Gessi Bolognesi, risulta che esistono

ben 123 taxa (di cui 20 specie nuove per la Regione): 21 Epatiche e 102 Muschi. Questa alta variabilità briologica (associata alle altre associazioni) dimostra ancora una volta il grande valore biogeografico e in particolare briofloristico delle formazioni gessose appenniniche. I dati ricavati dallo studio briologico dimostrano che, specialmente nelle aree rimaste intatte (pozzi, doline, bancate rocciose), si sono instaurate delle vere e proprie stazioni di rifugio in un territorio in cui il clima si può definire appartenente ad un tipo intermedio tra il mediterraneo e sub-mediterraneo. Interessanti sono, ugualmente, le serie floristiche che si incontrano scendendo all'interno delle doline, specialmente quelle più verticali (es. Buco dei Buoi – Croara) con progressiva riduzione della radiazione luminosa e aumento dell'umidità. Il carsismo agisce, come abbiamo già accennato, in modo pesante sulla composizione della flora. Nei boschi mesofili dell'area, proprio per la presenza di queste condizioni microclimatiche è possibile ritrovare specie erbacee che, nella normalità, ritroviamo nel medio Appennino, ai livelli della faggeta (intorno ai 600 – 700 m). Tra queste, molto diffuse sono *Scilla bifolia*, *Erythronium dens-canis*, *Galanthus nivalis* ed altre che con la loro fioritura di fine febbraio anticipano la Primavera. Ad esse si associano anemoni, ellebori, viole, primule.

Presenze particolarmente pregiate sono costituite da *Lilium martagon*, da *Lilium bulbiferum* e da *Isopyrum thalictroides*, una ranunculacea estremamente rara a livello regionale, che fiorisce in marzo nel sottobosco sul fondo della dolina della Spipola a pochi metri dall'omonima grotta.

### I Gessi romagnoli

Questa importante formazione (decisamente più estesa rispetto alle altre appenniniche), presenta moltissime affinità ambientali con quella dei vicini Gessi Bolognesi. Tra le due aree non si riscontrano grandi differenze in

numero di specie vegetali censite, per cui si può affermare che esiste tra loro una certa sovrapposibilità floristica e vegetazionale. La quota della formazione gessosa è compresa tra i 250 - 480 m s.l.m.

I Gessi romagnoli sono stati studiati fin dai secoli scorsi per cui, dai numerosi dati in possesso, risultano presenti almeno 688 specie sulle 2542 censite in tutta l'Emilia Romagna.

Le zone rocciose anche in questa formazione sono colonizzate da numerosi Licheni. In tutta l'area ne sono state identificate 203 specie (di cui 56 nuove per la regione e 5 per tutta la penisola). Anche in questo caso si tratta di marcata gipsofilia lichenica (il 60% di questi taxa è presente sui gessi di Marocco e Spagna). Nei sottorocce compare il *Leprarietum* tipicamente sciafilo. Anche i Muschi sono presenti con varie specie (non ancora del tutto censite) tra cui spicca *Bryum bicolor* e *Barbula convoluta*. Tra le Felci l'elemento più famoso è la *Cheilantes persica* che ha trovato nei Gessi della Romagna (alle pendici gessose di M. Mauro) l'unica stazione in tutta la penisola. Questa distribuzione letteralmente "puntiforme" si aggiunge alle altre stazioni sparse per il Mediterraneo (Dalmazia, coste dell'Anatolia) e lungo il Mar Caspio. Una seconda rarissima Felce (*Phyllitis sagittata*) cresceva presso l'ingresso della Grotta del Re Tiberio, ma attualmente risulta estinta. Le rupi con esposizione a sud, come dalle altre parti hanno una variegata flora a specie xeroterme (es. *Artemisia alba*, *Helichrysum italicum*, *Thymus striatus*, *Sedum album*, *S. rupestre*, *Saxifraga tridactylites*). I boschi che crescono in zone esposte hanno la roverella (*Quercus pubescens*) come elemento dominante, in associazione con diverse specie di Acero.

I lati ed i fondi delle doline sono coperti da *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus* (componenti il cosiddetto Orno-ostrieto). Studi e confronti attestano che gli affioramenti gessosi romagnoli e bolognesi si presentano con caratteristiche ascrivibili alla zona di transizione tra quella medio-europea e quella tipica-

mente mediterranea, decisamente più termofila.

### I Gessi di Onferno

L'area (322 m s.l.m.) si trova sulle ultime propaggini della Romagna, già sul confine marchigiano: sono le ultime "lagune" messiniane diventate roccia gessosa, anche in questo caso ben carsificate. Nonostante la vicinanza con il mare, il clima è di tipo continentale con temperatura media di +12 °C. La copertura vegetale ancora una volta presenta tutte le caratteristiche termofile e xerofitiche di quelle appenniniche già esaminate, associate a quelle più legate ai microambienti originatisi dal carsismo. Qui non si sono ancora rinvenute specie esclusive o endemiche.

### I Gessi dell'Abruzzo

Gli affioramenti in questa regione sono estremamente contenuti (Provincia di Chieti, comuni di Gissi, Gessopalena ecc.) e si sviluppano tra i 300 ed i 400 metri di quota. Le informazioni botaniche sono scarsissime. Presente una vegetazione xerofila tipica della zona. Le pareti che circondano una piccola sorgente (detta "Fonte da capo") sono ricoperte da Briofite (Muschi ed Epatiche), parietarie ed una Crassulariaceae (*Umbilicus rupestris*).

### I Gessi di Verzino (Calabria crotonese)

L'esteso affioramento si trova nell'Alto Crotonese (Sila Orientale - Calabria) a quote comprese tra i 120 - 730 m s.l.m., in un'area che rientra a pieno titolo nel clima mediterraneo, caratterizzata da aridità estiva e precipitazioni autunnali per lo più abbondanti. La zona è stata sufficientemente studiata anche sotto l'aspetto botanico. Sinteticamente si può dire che sono presenti boschi a sclerofille (specie dominante *Quercus ilex*), boschi misti di caducifoglie termofile (frassini, aceri ecc.),

cespuglieti e macchia bassa (tipo *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, ecc.). Sul fondo delle doline (es. in zona Vigne) vi sono boschi a *Quercus pubescens* (Roverella) in associazione a frassini, carpini (orno-ostrieto tipico) ed olmi campestri.

Sulle rocce gessose la vegetazione è rappresentata da camefite calcicole (es. *Euphorbia spinosa*, *Cistus incanus*, *Gypsophila arrostii*, ecc.) e da fanerofite sempreverdi però più rarefatte. Nelle parti vicine agli ingressi delle cavità vi sono cenosi più specializzate (tipo Brio-Pteridofitico) come del resto è comune a tutte le aree visitate che presentano questi microambienti. Mentre queste associazioni risentono dell'aridità estiva, nei pressi di risorgenti (es. Stige) la costante ombrosità crea le condizioni per uno sviluppo consistente di Epatiche (*Pellia endiviifolia*, *Conocephalum conicum*), di Muschi (es. *Cratoneuron commutatum*) e di Felci (es. *Adiantum capillus-veneris*), oltre a specie nitrofile come la *Parietaria diffusa*.

### I Gessi della Sicilia

Il Trapanese e l'Agrigentino riuniscono i maggiori affioramenti gessosi dell'isola, con una superficie di alcuni chilometri quadrati. Entrambe le aree sono ad una quota che mediamente si aggira intorno ai 600 m s.l.m. I terreni sono prevalentemente aridi e adatti solo al pascolo. La morfologia carsica è caratterizzata da ruscellamenti e doline con presenza di una rete idrica sotterranea e relative risorgenze.

In particolare l'area di Santa Ninfa, nel Trapanese, è ora iscritta nelle zone soggette a protezione ambientale per le emergenze carsiche. Per certi versi simile a quella del territorio agrigentino, si può prendere come riferimento per la vegetazione che l'ha colonizzata. Vi sono boschi di Pino e di Eucalipto che sono stati piantati dalla Forestale anni fa con sottobosco impreziosito da Agli e da Anemoni. Le zone rocciose esposte sono costi-



tuiti da una tipica gariga a Timo, Asfodelo, Finocchio selvatico e Satureia. Interessante è la presenza di *Sedum gypsicola*, una delle pochissime piante vascolari caratteristiche dei Gessi messiniani.

Complessivamente la maggioranza degli affioramenti gessosi, per lo più appenninici, dimostra una certa omogeneità in quanto a vegetazione e flora. La presenza di micro-morfologie ha contribuito, nel Pleistocene e poi durante l'Olocene, all'attecchimento e mantenimento di flore spesso di rifugio, il che costituisce un importantissimo elemento biogeografico. Il fenomeno carsico annesso a tali zone, sotto il profilo biospeleologico, trova nella vegetazione dei Gessi un importante "veicolo" attraverso cui molte forme viventi nel sottobosco e quindi nei microhabitat correlati, possono essere state letteralmente "trascinate" all'interno dei sistemi ipogei, pur senza subire le profonde mutazioni che si ritrovano nelle aree carsiche calcaree, in genere molto più ampie, profonde e antiche.

*Si ringrazia per la revisione del testo il Dr. G. Marconi, la Dr.ssa C. Lambertini e la Dr.ssa M. Tonioli.*

## INDAGINI MICROBIOLOGICHE

*Giuseppe Rivalta*

Gli studi microbiologici degli habitat cavernicoli sono indubbiamente estremamente interessanti, anche se questo tipo di ricerca presenta un certo grado di difficoltà per la scarsità dei dati a riguardo per poter effettuare adeguati confronti e perché la Microbiologia è rivolta essenzialmente alla Clinica oltre che allo studio dei terreni agrari per cui materiali e metodiche spesso sono letteralmente da inventare.

In Italia il primo tentativo di indagare le popolazioni cavernicole presenti nelle aree gessose carsiche risale al 1934 (A. AMATI, C.

GUALANDI). In quell'occasione furono eseguiti campionamenti di acque di un ruscello all'interno della Grotta Michele Gortani, nella zona di Gesso a pochi chilometri da Bologna e nel Rio Acquafredda nel tratto che scorre sotto alla Grotta della Spipola (Croara - Bologna). Nonostante l'arcaicità dei mezzi a disposizione in quei lontani anni, tuttavia i ricercatori arrivarono all'identificazione di alcune specie tra cui un *Bacillus violaceus* ed un *Micrococcus flavus liquiefaciens*.

A quasi sessant'anni di distanza nuovi studi sono stati ripresi nelle grotte dei Gessi Bolognesi (G. Rivalta, C. Lambertini) ed in particolare nella Grotta laboratorio Novella (Farneto - Bologna) con accurati monitoraggi delle condizioni microbiologiche dell'aria e delle superfici (fig. 2). Le indagini sono ovviamente ancora in itinere, tuttavia si è già constatata una costante presenza di popolazioni tipicamente ambientali con specie del genere *Bacillus* (*B. thuringensis*, *B. sphaericus*, *B. pumilus* ecc.) Batteri non fermentanti il Glucosio (*Aeromonas salmonicida*, *A. hydrophila*), oltre a *Serratia marcescens*, *Acinetobacter lwofflii*, ecc. Numerosi i Miceti (*Cryptococcus humiculus*, *Penicillium* sp., *Mucor* sp., *Candida* sp., ecc.).

Dai dati già in nostro possesso si evidenzia l'esistenza di variazioni, durante l'anno, sia in numero di specie presenti che di Unità Formanti Colonie e ciò dipende abbastanza direttamente dalle condizioni climatiche interne che risentono delle condizioni meteorologiche epigee (essendo la cavità abbastanza collegata con la superficie attraverso microfessure, diaclasi e camini).

Dall'alternanza di periodi con forte stillicidio ad altri più secchi dipende quindi lo sviluppo di specie per così dire più "igrofile". Interessante è anche la verifica che si sta facendo del rapporto che può esistere tra presenza (a volte cospicua) di *Bacillus thuringensis* e Insetti troglodili della grotta, vista la tossicità che questo batterio ha nei confronti di quella Classe.

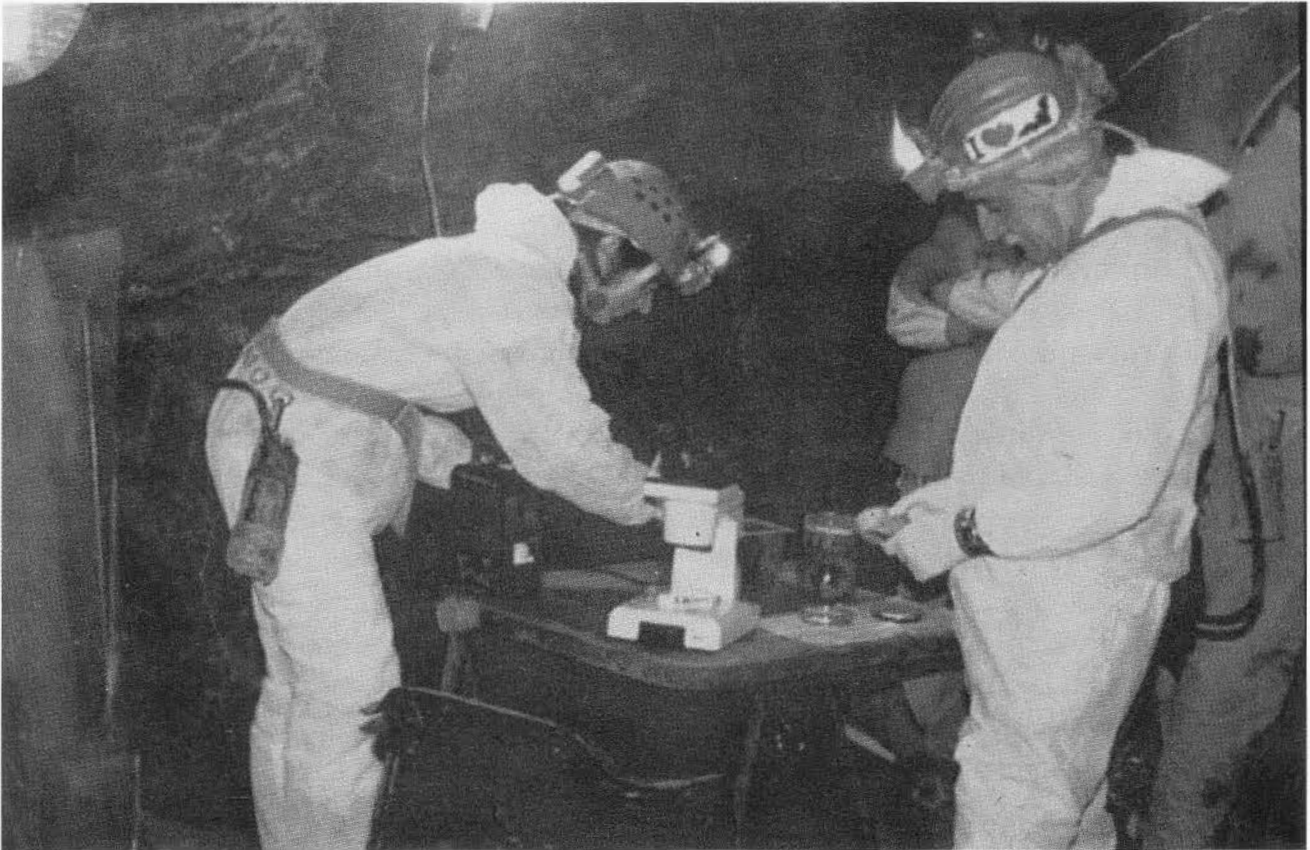


Fig. 2 - Il laboratorio della Grotta Novella (Gessi Bolognesi)  
*The underground laboratory of the Novella Cave (Gessi Bolognesi, Emilia Romagna)*

Nel caso specifico del carsismo poco profondo e relativamente giovane delle evaporiti italiane si comprende come sia logico aspettarsi un popolamento microbico ipogeo molto simile a quello presente nel sovrastante ambiente esterno. Resta comunque molto interessante indagare questo primo anello della catena trofica cavernicola, almeno per rendersi conto dell'aspetto quantitativo di questo fenomeno, senza tralasciare quello qualitativo che però richiede tempi lunghi per giungere ad una sua conoscenza completa.

Un'altra Regione che meriterebbe indagini in questo senso è quella siciliana in cui sono reperibili notevoli quantità di Solfobatteri come nel caso dei gessi di Santa Ninfa. In una ricerca condotta dal sottoscritto alcuni anni fa su campioni di acque sulfuree provenienti da quella zona, si sono avuti soddisfacenti risultati relativi alla "coltivazione" in vitro di tali batteri che fanno parte della tipica "flora autotrofa", per usare un termine ormai obsoleto.

## GLI INVERTEBRATI

*Leonardo Latella*

### Le ricerche biospeleologiche

Le prime ricerche faunistiche nelle grotte nei gessi italiani furono condotte, tra la fine del diciannovesimo e l'inizio del ventesimo secolo, nelle cavità dell'Emilia. Nel 1903 Carlo Alzona pubblica, nella Rivista Italiana di Speleologia, i risultati di sei anni di ricerche nelle cavità del Bolognese, segnalando la presenza di diverse ed interessanti specie cavernicole (ALZONA, 1903).

Negli anni successivi, i soci del Gruppo Grotte del CAI di Modena condussero diverse ricerche all'interno della Tana della Mussina (2 ER/RE). I risultati biospeleologici di tali ricerche furono riportati da C. Menozzi come "Nota Preventiva" in Grotte d'Italia nel 1933 (MENOZZI, 1933).

Negli stessi anni G. Muller nel suo lavoro (MULLER, 1930) sui risultati delle ricerche biospeleologiche in numerose grotte italiane, cita la presenza del coleottero Cholevidae *Choleva sturmi* Brisout, 1863, all'interno della "Grotta della Mussina presso Albinea".

Nel 1954 Moscardini, nell'ambito di un più ampio lavoro sulle grotte dell'Appennino reggiano (MALAVOLTI ET AL., 1954), elenca i taxa ritrovati durante le ricerche compiute nel secondo dopoguerra dal Gruppo Grotte del CAI di Modena questa volta in collaborazione con il Gruppo Speleologico Emiliano. Le specie animali osservate risultavano allora 35 per cinque grotte visitate. La grotta più studiata e quindi più ricca dal punto di vista faunistico è ancora la Tana della Mussina. Nel 1967 G. Badini, nel suo libro "le Grotte Bolognesi" (BADINI, 1967), riporta un elenco della fauna presente in alcune delle grotte nei gessi.

Negli anni settanta dello stesso secolo, D. Caruso e G. Costa pubblicano un primo lavoro, poi aggiornato nel 1995, sulla fauna caver-

nicola di Sicilia citando anche la fauna di alcune grotte nei gessi (CARUSO & COSTA, 1978; CARUSO, 1995). Sempre riguardo alla fauna dei gessi siciliani, G. Casamento pubblica, nel 2001, "Lo stato delle conoscenze sulla fauna cavernicola della Grotta di Santa Ninfa" (CASAMENTO, 2001).

Negli anni '90 l'Università della Calabria e quella di Roma, in seguito agli studi geologici e speleologici iniziati qualche anno prima nelle grotte nei gessi dell'Alto Crotonese, intraprendono uno studio congiunto sulla fauna cavernicola di tale area (LATELLA *et al.* 1998; LATELLA *et al.* 1999).

Nel 2001, all'interno di una più ampia pubblicazione sull'area carsica di Borzano, vengono riportati i risultati di alcune ricerche faunistiche nelle acque della Tana della Mussina (STOCH, 2001).

### La fauna

Sulla base delle precedenti osservazioni, le attuali conoscenze sulle faune cavernicole che



Fig. 3 - Un esemplare di *Meta menardi* (Latreille, 1804) fotografato mentre si sposta sui fili della sua tela (Foto: L. Latella).  
A photograph of *Meta menardi* specimen (Latreille, 1804) while it is moving on his cobweb.



Fig. 4 - Il grillide eutroglofilo *Grillomorpha dalmatina* (Ocskay, 1832), comune in molte cavità nei gessi italiani (foto: L. Latella).

*The eutroglophile* Grillidae *Grillomorpha dalmatina* (Ocskay, 1832), present in several gypsum caves of Italy.

popolano le cavità nei gessi italiani sono ancora piuttosto lacunose. Ricerche mirate sono state condotte solo nelle aree gessose dell'Emilia, dell'Alto Crotonese in Calabria e del Ragusano per quanto riguarda la Sicilia.

Le differenti modalità utilizzate nella raccolta dei dati non consentono una approfondita analisi comparativa degli stessi: verranno quindi analizzate solo le più importanti componenti faunistiche presenti nelle suddette aree.

Le faune cavernicole sono caratterizzate soprattutto dal grado di specializzazione degli elementi che le compongono e dalle caratteristiche ecologiche e biogeografiche che ne hanno determinato la presenza all'interno delle cavità. Gli elementi cavernicoli vengono solitamente suddivisi in troglosseni, subtro-

glofilo, eutroglofilo e troglobi (stigosseni, stigofili e stigobi, se si parla di animali acquatici), sulla base del grado di adattamento per la vita negli ambienti sotterranei. Gli elementi che meglio caratterizzano la fauna cavernicola di una determinata zona sono quelli da più tempo legati agli ambienti sotterranei e che di conseguenza mostrano gli adattamenti più evidenti per la vita in questi ambienti. Prenderemo dunque in considerazione, in questa breve analisi, principalmente gli eutroglofilo ed i troglobi-stigobi.

Tra le categorie ecologiche più rappresentate nelle grotte nei gessi, gli stigobi rappresentano la maggioranza e tra essi i crostacei copepodi ed anfipodi sono i più abbondanti.

I copepodi sono elementi non esclusivi delle acque sotterranee; essi vivono comunemente anche nelle acque superficiali e verosimilmente hanno colonizzato gli ambienti acquatici ipogei in tempi e con modalità diverse (GALASSI, 2001). Per quanto riguarda le cavità nei gessi dell'Alto Crotonese, la colonizzazione da parte degli elementi cavernicoli è stata fortemente influenzata dalle trasgressioni marine pleistoceniche, in seguito alle quali l'area dove attualmente si aprono le cavità gessose è stata completamente ricoperta dal mare. In questo periodo le più antiche faune terrestri e dulciacquicole presenti nell'area sono state costrette a ritirarsi in zone più interne e la colonizzazione da parte degli elementi cavernicoli attuali non può quindi essersi attuata che in seguito all'abbassamento del livello del mare avvenuto nel tardo Pleistocene. Tale ipotesi è suffragata anche dall'assenza di paleoendemismi e di elementi faunistici di origine terziaria. Tra le specie stigobie attualmente conosciute per quest'area, è rilevante la presenza di una nuova specie del genere *Parastenocaris*, copepode arpacticoide endemico della Grave Grubbo (258 Cb) attualmente in corso di studio presso l'Università dell'Aquila (GALASSI, com. pers.). Altri elementi stigobionti, presenti nelle cavità che si aprono nei gessi del Crotonese, sono i

copepodi *Diacyclops paolae* Pesce e Galassi, 1987, specie endemica italiana presente anche in alcuni pozzi dell'Emilia e in sorgenti abruzzesi, *Nitocrella stammeri* Chappuis, 1938, elemento di origine marina a distribuzione circum-mediterranea e *Elaphoidella* sp. Tra gli anfipodi è invece da segnalare la presenza di una nuova specie di *Niphargus* (fig. 5) appartenente al gruppo di *Niphargus orcinus* (LATELLA *et al.*, 1999).

Anche per gli stigobi delle grotte emiliane è stata ipotizzata da STOCH (2001) una recente colonizzazione postglaciale attraverso la Pianura Padana che ha svolto una funzione di corridoio facilitando la diffusione di specie prealpine e orientali. La presenza di *Niphargus* cfr. *speziae*, specie tipica dell'Appennino ligure, testimonia inoltre il rapporto dell'Appennino emiliano con questa zona della Liguria. Tra gli elementi stigobi più interessanti di quest'area, oltre al suddetto *Niphargus*, possiamo citare la presenza di *Elaphoidella pseudophreatica* (Chappuis, 1928), specie endemica dell'Italia settentrionale, attualmente conosciuta per alcune grotte delle Prealpi venete e ritrovata da STOCH (2001) nelle acque della Tana della Mussina (2 ER/RE).

Tra gli eutroglofili incontriamo, oltre alla componente acquatica, anche diversi elementi della fauna terrestre appartenenti a differenti taxa. Rimandando ai capitoli relativi alle singole regioni, l'eventuale trattazione dettagliata delle diverse faune conosciute, riportiamo qui una breve rassegna di alcuni degli elementi più interessanti ritrovati ad oggi nelle grotte nei gessi.

I gasteropodi eutroglofili sono rappresentati dallo Zonitidae *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837), elemento igrofilo e silvicolo che rappresenta una importante componente della fauna parietale e guanobia delle grotte italiane. La sua presenza nelle grotte nei gessi è documentata in Emilia, Calabria e Sicilia.

Tra gli araneidi è documentata la presenza del Metidae *Meta menardi* (Latreille, 1804), specie comune in molte cavità europee ed ita-

liane, frequente nelle zone di ingresso delle grotte e sulla cui ecologia sono attualmente in corso diversi studi, anche all'interno di grotte nei gessi (SCARAVELLI, com. pers.), del Nesticidae *Nesticus eremita* (Simon, 1879), elemento eutroglofilo a distribuzione nord europea probabilmente adattatosi alla vita cavernicola solo in tempi recenti (BRIGNOLI, 1972) e del Linyphiidae *Porrhomma spipolae* di Caporiacco, 1949, specie endemica delle grotte nei gessi dell'Emilia ad oggi ritrovato nella Grotta della Spipola (5 ER/RE) e nella Tana della Mussina (2 ER/RE), il cui grado di fedeltà all'ambiente cavernicolo è oggetto di discussione (GASPARO, 2001).

I crostacei isopodi eutroglofili sono rappresentati dal Philosciidae *Chetophiloscia cellaria* (Dollfus, 1884), specie a distribuzione sudeuropea occidentale, presente, per le grotte nei gessi, nella Grotta di S. Ninfa in Sicilia. Tra i crostacei anfipodi possiamo citare *Niphargus longicaudatus* (Costa, 1851), specie considerata eustigofila, presente in tutta l'Italia appenninica ed insulare. La posizione sistematica delle diverse popolazioni di questa specie è attualmente in discussione. Per quanto riguarda le tre maggiori aree con formazioni gessose in Italia, *N. longicaudatus* è stato ritrovato solo nelle cavità dell'area di Verzino (Kr).

Tra gli ortotteri, oltre al Grillidae *Grillomorpha dalmatina* (Ocskay, 1832), spe-

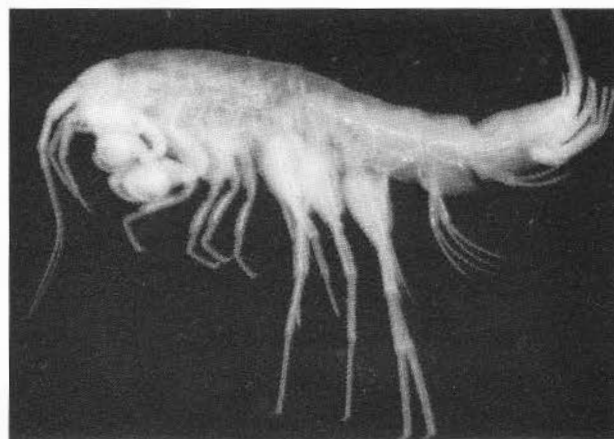


Fig. 5 - *Niphargus* n. sp. rinvenuto all'interno di una delle cavità nei gessi dell'Alto Crotonese (foto: L. Latella)  
*Niphargus* n. sp. discovered in one of the gypsum cave of Alto Crotonese.

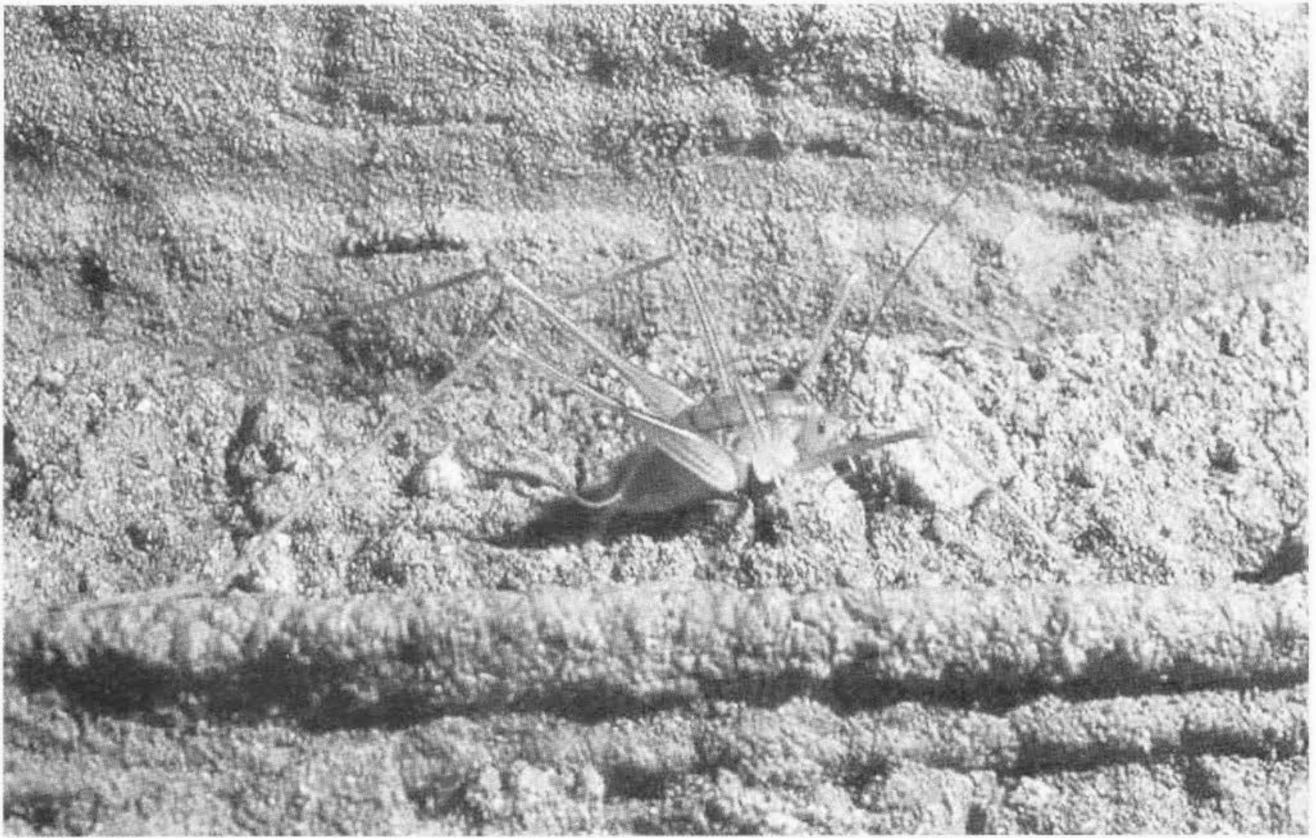


Fig. 6 - *Dolichopoda calabra* (Sulzer, 1776) fotografata all'interno della Grave Grubbo (258 Cb) (foto: M. Rampini).  
 A photograph of *Dolichopoda calabra* (Sulzer, 1776) took in the Grave Grubbo Cave (258 Cb)

cie a distribuzione circum-mediterranea piuttosto comune nelle cavità naturali e artificiali e *Petaloptila andreini* Capra, 1937, specie endemica dell'Appennino dalla Liguria alla Basilicata presente nelle grotte dell'Emilia, sono state identificate anche due specie di Rhabdophoridae. Queste sono: *Dolichopoda letitiae* Menozzi, 1920 per i gessi emiliani e *D. calabra* Galvagni, 1968, per i gessi di Verzino nell'Alto Crotonese (fig. 6). Gli ortotteri cavernicoli rappresentano una delle più caratteristiche componenti dell'associazione parietale ed uno dei più importanti componenti degli ecosistemi cavernicoli.

### Cenni biogeografici

Da un punto di vista biogeografico, la maggioranza delle specie eucavernicole terrestri ad oggi conosciute per le cavità che si aprono nei gessi in Italia presenta una distribuzione di

tipo Sud Europeo o mediterraneo. Si tratta quindi di specie termofile legate prevalentemente ad ambienti temperati. Tale composizione faunistica non meraviglia, se si considerano gli aspetti geografici ed ecologici delle cavità nei gessi ad oggi meglio studiate. Molte di esse si aprono infatti nel Sud Italia, aree in cui le componenti faunistiche sono fortemente caratterizzate dalla prevalenza di elementi a gravitazione mediterranea. Inoltre molte grotte nei gessi presentano delle temperature relativamente elevate.

Da rilevare l'elevato tasso di specie endemiche, presenti principalmente nelle cavità della Calabria e dell'Emilia, che raggiunge circa il 36 % delle specie eucavernicole attualmente conosciute per le grotte nei gessi italiane.

Il crescente interesse speleologico e scientifico per le cavità nei gessi porterà sicuramente, in tempi brevi, ad aumentare le nostre conoscenze e quindi ad effettuare una analisi biospeleologica e biogeografica più accurata.

## Ringraziamenti

Desidero ringraziare Diana Galassi per le fondamentali informazioni sulla fauna dulciacquicola delle grotte di Verzino (Kr) e per la revisione del manoscritto; Fabio Stoch per le informazioni sulla fauna acquatica della Tana della Mussina e Roberto Zorzini per i consigli in ambito geologico.

## I VERTEBRATI

### Dino Scaravelli

Le grotte nei gessi italiani forniscono un interessante modello per lo studio delle colonizzazioni da parte dei vertebrati in genere per il loro carattere extrazonale dal punto di vista fitoclimatico e per la ricchezza di microambienti a diverse condizioni ambientali presenti. In particolare molte di esse si configurano come grotte calde sia per la quota o la latitudine alle quali si aprono e sia per le caratteristiche di conformazione delle stesse. Considerato che in effetti l'unico vertebrato troglobio italiano è *Proteus anguinus* del Carso, ci si trova in generale di fronte a specie legate alle grotte essenzialmente come luoghi di rifugio, temporaneo o perenne, o come ambienti secondari dove alcuni individui possono sopravvivere.

Considerando i diversi gruppi di vertebrati si rileva come non vi siano pesci legati agli ipogei gessosi italiani e per quanto riguarda l'erpetofauna presente nelle aree gessose vi si riscontra in generale quella tipica delle regioni biogeografiche di appartenenza. Nella lunga serie di anfibi che possono essere trovati in grotta (BRESSI & DOLCE, 1999) le indicazioni relative alle cavità nei gessi non sono numerose e provengono dall'area romagnola. Si tratta comunque di specie che entrano solo per brevi periodi nelle cavità, soprattutto per estivarvi o passare l'inverno. Sono da citare essenzialmente *Bufo bufo*, *Rana dalmatina* e *Rana italica* tra gli anuri nonché *Triturus vul-*



Fig. 7 - *Rhinolophus ferrumequinum*.

*garis* e *T. carnifex* per gli urodeli. Il Tritone crestato, in particolare nella sua fase terrestre scura e senza creste dorsali e caudali, è stato spesso "scambiato" per il geotritone e alcune segnalazioni presenti in letteratura, per esempio dell'area brisighellese, sono da attribuire proprio a questa specie. I rappresentanti del genere *Speleomantes* sembravano non essere presenti nelle cavità gessose, mentre sono relativamente abbondanti in quelle calcaree dell'area appenninica loro vicine, forse per il chimismo delle superfici (cfr. LAGHI *et al.*, 2001). Recenti rilievi effettuati nei gessi sammarinesi, ricchi per altro di trasgressioni calcaree, hanno comunque trovato presenza di *Speleomantes italicus* anche su substrati gessosi

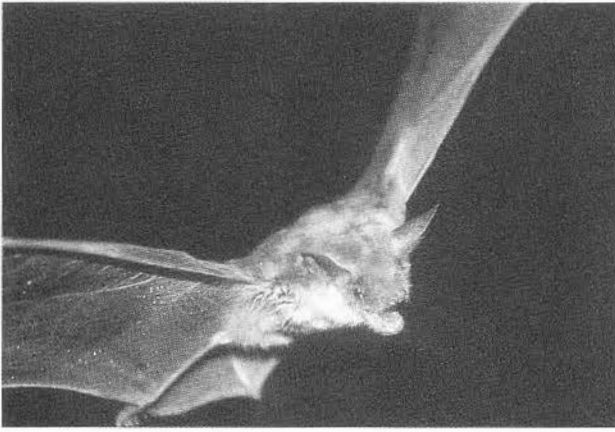


Fig. 8 - *Myotis blythii*.

aprendo nuove prospettive e la necessità di approfondire il tema della loro mancanza nelle aree maggiori.

Certo non possiamo indicare una presenza

di ornitofauna legata ai substrati gessosi, anche se le aree di maggior estensione bolognesi e romagnole si contraddistinguono per comunità ricche e diversificate (cfr. GELLINI & CECCARELLI, 2001; TINARELLI, 2003; CASINI 1993). Numerose sono le specie che possono trovare ospitalità nei sottorocce e nelle entrate delle grotte, ma senza relazione con il substrato. Tra l'altro è da segnalare come si rifugino o nidifichino varie specie di strigiformi: *Tyto alba*, *Strix aluco* sono in studio nei gessi bolognesi, romagnoli (SCARAVELLI, ined.) e a Onferno (CASINI, 1993), *Bubo bubo* nel Brisighellese (RIGACCI & SCARAVELLI, 1995). Dall'analisi delle loro borre si desumono anche le strutture delle



Fig. 9 - Colonia riproduttiva di *Miniopterus schreibersii* a Onferno (RN).  
*Reproductive colony of Miniopterus schreibersii in Onferno (Rimini, Emilia-Romagna)*



comunità dei micromammiferi presenti nell'area.

Il livello di conoscenza delle presenze di mammiferi ed in particolare Chiroterri è decisamente disomogeneo. Le informazioni riguardanti i gessi bolognesi, faentini e di Onferno sono non solo documentate storicamente ma sono stati seguiti l'evoluzione dei popolamenti e le relazioni ecologiche con gli ambienti di riferimento (cfr. BOLDREGHINI E SANTOLINI, 1994; SCARAVELLI, 1995, 1997 e 1998). Per gli altri nuclei gessosi invece si hanno indicazioni di presenza o singole segnalazioni che certo meriterebbero ulteriori approfondimenti soprattutto per la Sicilia e le aree meridionali (cfr. ad es. FORNASARI *et al.*, 1999). I gessi molisani sono stati già in parte esplorati con ritrovamenti d'interesse (RUSSO & MANCINI, 1999). Infine molto recentemente si segnala come ulteriori indagini nel Crotonese abbiano rilevato una colonia mista nella Grotta dello Stige a Verzino che conta forse oltre 10000 esemplari, ponendosi al vertice per numerosità tra quelle italiane e diversificata con almeno 7 specie (SCARAVELLI *et al.*, 2002).

Tra le specie presenti nelle diverse cavità gessose sono rappresentate tipicamente quelle più tipiche degli ipogei italiani. Tra i Ferri di cavallo troviamo *Rhinolophus ferrumequinum* (fig. 7), *R. euryale* e *R. hipposideros*. Tra l'altro proprio le caratteristiche "calde" di molte zone gessose permettono ai rinolofidi anche di riprodursi in cavità soprattutto negli ambiti più mediterranei e almeno fino a Onferno che ospita fino a 120 *R. hipposideros*.

Tra i vespertilionidi una presenza di rilievo è spesso costituita dalla coppia di specie gemelle dei grandi *Myotis myotis* e *Myotis blythii* (fig. 8) che possono formare aggregazioni di diverse centinaia di individui, spesso associati a *Miniopterus schreibersii*.

*Myotis capaccinii* abita frequentemente le cavità meridionali anche per la riproduzione così come è possibile che altri piccoli vespertili quali *M. nattereri* e *M. daubentonii*, segna-

lati per i gessi romagnoli, vi trovino rifugio almeno temporaneo se non riproduttivo.

Nei gessi romagnoli e nei bolognesi è stato rilevato anche *Plecotus austriacus*, anche se si deve considerare che il riassetto nomenclaturale di questo complesso genere è attualmente in revisione

Nelle aree gessose emiliano romagnole sono inoltre citati i più ubiquitari *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii* e *Eptesicus serotinus* che utilizzano crepe superficiali e parti più profonde come rifugi. Il Miniottero *Miniopterus schreibersii*, ora separato in una famiglia a se stante, è certo una delle specie più tipiche e sicuramente numericamente la più consistente. Forma colonie che sono normalmente costituite da diverse centinaia di individui fino a raggiungere i quasi 4000 di Onferno (fig. 9).

I rapporti tra le varie specie di Chiroterri nell'utilizzo comune di certe parti di grotta, se non lo stesso posatoio o il loro differenziarsi nei microclimi presenti, è certamente uno dei campi più fertili dell'ecologia di questi ambienti, ancora per lo più da esplorare.

Lo stato di conservazione di molte delle specie citate è piuttosto grave e sono segnalate un po' ovunque riduzioni, almeno nei pochi casi ove si abbiano dati storici. Il ruolo prioritario che i Chiroterri giocano nella politica della conservazione è certamente importante per agire direttamente nella gestione degli ambienti gessosi ove trovano rifugio. Non a caso i primi e più importanti progetti di conservazione sono passati e stanno procedendo proprio dalle aree per le quali sono conosciuti importanti contenuti chiroterrologici.

Per quanto riguarda altri mammiferi recentemente si è anche avuta nota della presenza di un Soricidae (*Crocidura* cfr. *leucodon*) in grotta a Onferno dove comunque si registra una intensa attività da parte di *Martes foina* che percorre tutta la grotta o almeno 350 m di sviluppo alla ricerca di cibo e catturando anche giovani di *Miniopterus schreibersii* caduti dalla colonia (SCARAVELLI, 2003).

Ne emerge quindi un quadro ancora in gran parte da esplorare e che sottolinea la necessità di approfondire i rapporti ecologici tra tutte le componenti di questi particolari ecosistemi

## Bibliografia

- AA.VV., 1999 - *Gessi Bolognesi e Calanchi della Abbadessa*. Compositori ed., Bologna.
- ALEFFI M., SILENZI A. R., 2000 - *Flora briologica degli affioramenti gessosi del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi della Abbadessa*. Arch. Geobot. Vol.6 (1), pp. 1-16.
- ALZONA C., 1903 - *Nota preliminare sulla fauna delle caverne del bolognese*. Riv. It. Speleol., 1 (3), pp. 11-14.
- AMATI A., GUALANDI C., 1934 - *La microflora di alcune acque cavernicole del sottosuolo bolognese*. Riv. di Fisica, Matematica e Scienze Naturali. Anno VIII, fasc. 9, Napoli, 16 pp.
- BADINI G., 1967 - *Le grotte bolognesi*. Ediz. Divulgative della Rassegna Speleologica Italiana, pp. 31-38.
- BASSI S., 1999 - *Note su particolarità floristiche e faunistiche*. Le grotte della Vena del Gesso Romagnola. I Gessi di Rontana e Castelnuovo. FSRER, pp. 27-31.
- BERNARDO L. et al., 1998 - *Caratt. fisionom. strutt. della vegetazione nella Media valle del Lese (Calabria)*. Mem. Ist. It. Spel., s. II, vol. X, pp. 83-87.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1960. *Cenni sulla vegetazione della fascia gessosa tra i torrenti Savena e Zena (Provincia di Bologna)*. Le Grotte d'Italia, s. 3, 3, pp. 17-20.
- BOLDREGHINI P., R. SANTOLINI, 1994 - *Mammiferi*. La Vena del Gesso. Collana Naturalistica Regione Emilia Romagna, pp. 199-205.
- BONAFEDE F. et al., 2001 - *Atlante delle Pteridofite della Regione Emilia Romagna*. Fotoc. Bosi Giuseppe, Rocca San Casciano.
- BRESSI N. & DOLCE S., 1999 - *Osservazioni di anfibi e rettili in grotta*. Riv. Idrobiol, 38 (1, 2, 3), pp. 475-481.
- BRIGNOLI P.M., 1972 - *Catalogo dei ragni cavernicoli italiani*. Quaderni di Speleologia 1, Circolo Speleologico Romano, pp. 1-212.
- CARUSO D., COSTA G., 1978 - *Ricerche faunistiche ed ecologiche sulle grotte di Sicilia*. VI. *Fauna cavernicola di Sicilia (Catalogo ragionato)*. Animalia, 5 (1/3), pp. 423-513.
- CARUSO D., 1995 - *L'attuale stato delle conoscenze sulla fauna delle grotte della Sicilia VIII*. Atti del I Conv. Reg. di Speleologia Siciliana, 2, pp. 349-378.
- CASAMENTO G., 2001 - *Stato delle conoscenze sulla fauna cavernicola della Grotta di Santa Ninfa*. Naturalista siciliano, 4, 25 (suppl.), pp. 335-344.
- CASINI L., 1993 - *I Vertebrati epigei*. La Riserva naturale di Onferno. La grotta, il paesaggio, la fauna. Quaderni del Circondario di Rimini N.3.
- CHIESI M., 2001 - *La vegetazione dell'Alto Bacino del Torrente Lodola (Albinea-Reggio Emilia)*. Mem. dell'Ist. Ital. di Spel., s. 2, vol. XI, pp. 19-31.
- COBAU R., 1932 - *Sulla flora dei gessi bolognesi*. N. Giorn. Bot. Ital., 29, pp. 313-345.
- CORBETTA F., 1964 - *Alcuni aspetti della vegetazione dei gessi bolognesi*. Natura e Montagna, s. 2, 4, pp. 30-37.
- CORBETTA F., 1967 - *Infiltrazioni mediterranee nell'Appennino bolognese*. Mitteil. Ost-dinar. Pflanzensoz. Arb., 7, pp. 129-134.
- CRISTOFOLINI G. et al., 1999 - *Carta della vegetazione*. Regione Emilia Romagna.
- FORNASARI L., BANI L., DE CARLI E., GORI E., FARINA. E., VIOLANI C., ZAVA B., 1998 - *Dati sulla distribuzione geografica e ambientale dei Chiroterri nell'Italia continentale e peninsulare*. Atti 1° Congres. Ital. Chiroterri, Castell'Azzara (Grosseto), 28-29. III. 1998, pp. 63-81.
- GALASSI D.M.P., 2001 - *Groundwater copepods: diversity patterns over ecological and evolutionary scales*. Hydrobiologia, 453/454, pp. 227-253.
- GASPARO F., 2001 - *Nota su Porrhomma spipolae di Caporiacco, 1949*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 11, p. 145.
- GAUDENTI S., SERBAN S.M., 2000 - *Chemiosintesi e speleogenesi di un ecosistema ipogeo: i rami solfurei delle Grotte di Frasassi (Italia Centrale)*. Le Grotte d'Italia, s. V, n. 1, pp. 3-18.
- GELLINI S., CECCARELLI P.P. (eds.), 2001 - *Atlante degli Uccelli nidificanti nelle province di Forlì-Cesena e Ravenna (1995-1997)*. Amm. Prov. Forlì-Cesena e Ravenna, Sterna.
- LAGHI P., PASTORELLI C. E SCARAVELLI D., 2001 - *Studi preliminari sull'ecologia di Speleomantes italicus (Dunn, 1923) nell'Appennino Tosco-Romagnolo*. Pianura, 13, pp. 347-351.
- LATELLA L., RAMPINI M., COSENTINO S., BRANDMAYR P., 1998 - *Primi dati sulla fauna cavernicola delle grotte dei Gessi di Verzino (Calabria, Crotona)*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 10, pp. 101-104.
- LATELLA L., COBOLLI M., RAMPINI M., 1999 - *La fauna cavernicola dell'alto Crotonese*. Thalassa Salentina 23 suppl., pp. 103-114.

- MARCONI G., CENTURIONE N., 2002 - *La Flora del Parco*. Parco Nat. Reg. dei Gessi Bol. e dei Cal. della Badessa, 147 pp.
- MENOZZI C., 1933 - *Nota preventiva sulla fauna della grotta di S. Maria di Vallestra (N. 1 - E) e della tana della Mussina (N. 2 - E)*. Le Grotte d'Italia, 7 (1), pp. 30-31.
- MALAVOLTI F., BERTOLANI M., BERTOLANI MARCHETTI D., MOSCARDINI C., 1954 - *La zona speleologica del Basso Appennino Reggiano*. Atti VI Cong. Naz. Speleol. Trieste, pp. 3-31.
- MULLER G., 1930 - *I coleotteri cavernicoli italiani. Elenco geografico delle grotte con indicazione delle specie e varietà dei coleotteri cavernicoli finora trovati in Italia*. Le Grotte d'Italia, 4, pp. 65-85.
- PIGNATTI S., 1979 - *I piani di vegetazione in Italia*. Giorn. Bot. Ital., 113, pp. 411-428.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Vol. III, p.106.
- RIGACCI L., SCARAVELLI D., 1995 - *Primi dati sull'ecologia trofica del Gufo reale *Bubo bubo* (L. 1756) in Emilia Romagna (Strigiformes, Strigidae)*. Naturalia Faventina 2 (1992), pp. 47-59.
- RUSSO D., MANCINI M., 1999 - *I chiroterri troglodili del Molise e del Matese campano*. Atti 1° Congres. Ital. Chiroterri, Castell'Azzara (Grosseto), 28-29.III. 1998. pp. 123-136.
- SCARAVELLI D. (coord.), 1997. *Onferno. Riserva Naturale Orientata*. Regione Emilia Romagna, Giunti Editori.
- SCARAVELLI D., 1995 - *Chiroterri*. Sottoterra, 100, pp. 68-71.
- SCARAVELLI D., 1998 - *Parco regionale dei Gessi Bolognesi: primi dati sui Chiroterri del sistema ipogeo*. Sottoterra, 104, pp. 33-35.
- SCARAVELLI D., GAROFALO G., BERTOZZI M., ALOISE G., RUEDI M., CAGNIN M., 2002 - *Primi risultati del Progetto Chiroterri della Calabria*. Riass. 63° Convegno dell'Unione Zoologica Italiana, Cosenza, 22-26 settembre 2002, pp. 91-92.
- SCARAVELLI D., 2003 - *Presenza di *Crocidura* cf. *leucodon* vivente in grotta*. Mem. Museo Riserva Nat. Or. Onferno, 2, pp. 12-15.
- SERENA F. et al., 2003 - *Atti del Corso di III° livello di Biospeleologia*. ARPAT-FST-SSI-GSAL.
- STOCH F., 2001 - *La fauna cavernicola della Tana della Mussina (2 ER/RE)*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 11, pp. 141-144.
- TINARELLI R. (edt.), 2003 - *Atlante degli Uccelli nidificanti nella provincia di Bologna*. Amministrazione Provinciale di Bologna.
- ZANGHERI P., 1959 - *Romagna fitogeografica (IV). Flora e vegetazione della fascia gessoso-calcareo del basso Appennino romagnolo*. Webbia 14 (2), pp. 243-245.



## TESTIMONIANZE ANTROPICHE PRE-PROTOSTORICHE IN AREE GESSOSE

Stefano Benazzi<sup>1</sup>, Giorgio Gruppioni<sup>1</sup>

### Riassunto

Giacimenti gessosi sono attestati praticamente su tutto il territorio italiano con concentrazioni diverse da regione a regione. Poche tra queste forniscono comunque testimonianze di frequentazioni antropiche pre-protostoriche. Inoltre è evidente un certo squilibrio nella raccolta delle testimonianze a favore dell'Emilia Romagna, dove ad una ricca serie di siti prevalentemente in grotte gessose (Grotta della Tanaccia, Grotta del Re Tiberio, Grotta del Farneto, ecc.), si affiancano numerose e puntuali indagini archeologiche e antropologiche. Anche in Sicilia la presenza dell'uomo pre-protostorico in aree gessose è attestata in vari siti, ma sono necessari ulteriori sviluppi della ricerca per poter delineare un quadro esaustivo. Ad ogni modo le testimonianze antropiche pre-protostoriche che emergono da tutti i siti non risalgono oltre l'Eneolitico. Alcuni di questi mostrano una frequentazione continua che, senza soluzione di continuità, perdura fino all'epoca romana, altri sono caratterizzati da periodi di iato più o meno lunghi che interessano o l'Età del Bronzo o la successiva Età del Ferro.

**Parole chiave:** Pre-protostoria; archeoantropologia; gessi.

### Abstract

*Gypsum karst deposits are present throughout Italy, with different concentrations from region to region. However, few of them provide evidence of the pre-protolithic presence of humans. In this regard, there is a certain imbalance in favour of Emilia Romagna where many sites, mainly in gypsum karst caves (Tanaccia Cave, Re Tiberio Cave, Farneto Cave, etc.), are associated with archaeological and anthropological investigations. The presence of pre-protolithic man in gypsum karst areas has also been recorded in various sites in Sicily, but further research developments are needed to provide an exhaustive picture. In any case, the pre-protolithic human evidence that emerges from all the sites does not date to earlier than the Eneolithic. Some sites were occupied continuously until the Roman era, while others are characterized by a more or less long hiatus in the Bronze Age or the subsequent Iron Age.*

**Key-words:** Pre-protolithory; archeoanthropology; gypsum

Gli affioramenti gessosi italiani non sono distribuiti sul territorio in modo omogeneo, ma risultano più o meno concentrati in molte regioni. Da ciò si evince che il campo della ricerca, il cui denominatore comune sono i gessi, e nello specifico l'uomo pre-protostori-

co in rapporto a questi, si restringe e si focalizza in queste specifiche aree.

Oltre a questo primo filtro, di carattere puramente litologico, si deve prendere in considerazione anche quello relativo all'estensione degli affioramenti e, come tali, quelli signi-

<sup>1</sup> - Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali - Università degli Studi di Bologna

ficativi restringono l'area d'interesse a poche regioni, ovvero Sicilia, Calabria, Emilia Romagna. Inoltre non può essere trascurata un'ulteriore considerazione circa il fatto che la presenza di giacimenti gessosi e di probabili cavità carsiche in essi presenti non comporta necessariamente che l'uomo pre-protostorico abbia utilizzati i primi o abitato i secondi. Allo stesso tempo la natura intrinseca dei gessi li porta ad essere particolarmente soggetti a processi di continuo rimodellamento morfologico, cosicché eventuali livelli antropici presenti in grotte scavate in questo contesto litologico potrebbero aver subito gli effetti di questi processi.

Il Piemonte e la Calabria non forniscono infatti alcuna informazione utile in proposito: in particolare, la Calabria è ricca di giacimenti preistorici in grotte calcaree mentre non sono documentati ritrovamenti in cavità ges-

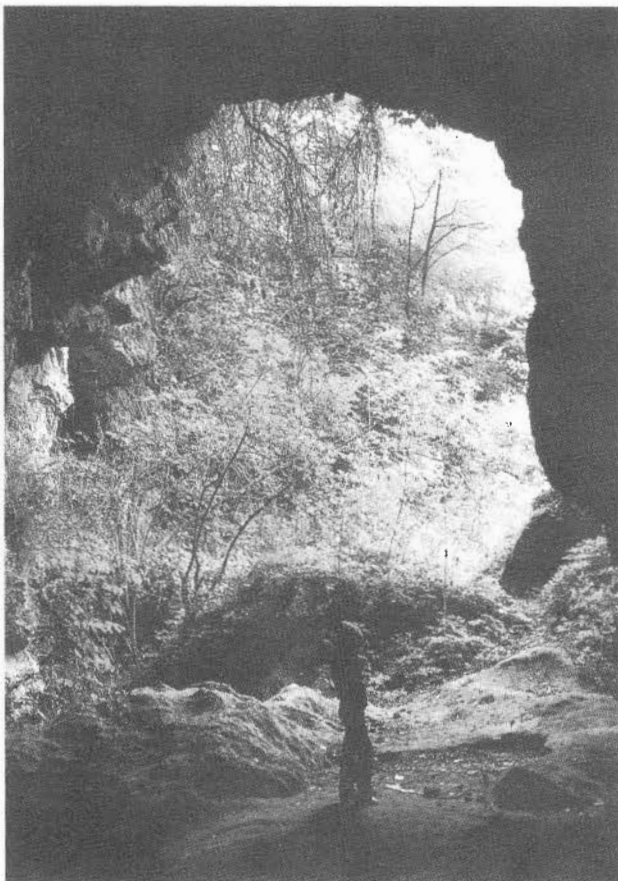


Fig. 1 – L'ingresso della Tanaccia, uno dei più noti siti dell'Età del Bronzo nella Vena del Gesso romagnola (foto I. Fabbri).

*The entrance of the Tanaccia Cave, a famous Bronze Age site of the Vena del Gesso of Romagna.*

sose, molte delle quali comunque debbono ancora essere esplorate o sono state soggette a massicci fenomeni erosivi tali da aver coinvolto i depositi ivi presenti (LAROCCA, 2003, *com. pers.*).

La Sicilia presenta una notevole quantità di affioramenti e, benché alcune delle considerazioni fatte sopra per la Calabria trovino anche qui una certa validità, essa offre sicure testimonianze della presenza dell'uomo protostorico in alcune aree gessose (ad esempio a Santa Ninfa e a Sant'Angelo Muxaro), molte delle quali ancora inedite (TUSA, 2003, *com. pers.*). La Grotta di Sant'Angelo (Agrigento) si apre sulle pendici meridionali di una collina di gesso cristallino insieme ad altre tombe scavate nella roccia. Le indagini eseguite nelle diverse tombe artificiali, e in particolar modo i bronzi che queste hanno restituito, collocano la realizzazione delle tombe al XIII-XII sec. a.C., quindi nel Bronzo recente (TUSA, 1999). Le tombe si collocano in due punti diversi delle pendici del colle: quelle a semplice grotticella sono situate più in basso rispetto a quelle a tholos, molto simili alle tholoi del Bronzo medio-recente della Sicilia orientale, influenzate dalla cultura egea. Sono state molto probabilmente le risorse minerarie della zona (sali potassici, zolfo, gesso, salgemma) a favorire il graduale sviluppo di questo centro nell'Età del Bronzo.

La riserva Naturale Integrale "Grotta di Santa Ninfa", nel territorio dei comuni di Santa Ninfa e di Gibellina (Trapani), si trova su un altopiano di natura gessosa in cui si erge il Monte Finestrelle: una cultura definita "protoelima" ha lasciato testimonianze della sua presenza scavando una necropoli nei gessi delle pendici del monte, costituita da una trentina di tombe del tipo a forno o a grotticella artificiale. Nei saggi effettuati nel declivio sud-occidentale sono stati portati alla luce materiali che coprono un arco cronologico compreso tra IX e VIII sec. a.C. e, coerentemente con i dati emersi dalla necropoli, attestano una fase iniziale dell'Età del Ferro (DE

CESARE & GARGINI, 1997; FALSONE & MANNINO, 1997). Le più antiche testimonianze di presenze antropiche in Sicilia, in relazione agli affioramenti gessosi, non risalgono comunque oltre il Bronzo medio (fine XVII-XIV sec. a.C.); è comunque certo che nuove indagini potranno ampliare le poche testimonianze qui citate.

Più ricco è il quadro che si può delineare per l'Emilia Romagna, in cui una nutrita serie di giacimenti pre-protostorici sono inglobati all'interno di diverse cavità carsiche evaporitiche. Si possono distinguere le grotte romagnole, che rientrano nella cosiddetta Vena del Gesso romagnola (La Tanaccia, la Grotta del Re Tiberio, la Grotta dei Banditi) e quelle emiliane, facenti capo al territorio bolognese (Grotta e Sottoroccia del Farneto, Grotta Serafino Calindri, Grotta degli Occhiali, Grotta Novella, Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola) e reggiano (Tana della Mussina). Tra le grotte romagnole emerge La Tanaccia di Brisighella (Ravenna)(fig. 1), in cui il vasellame fittile databile tra tardo Eneolitico e antica Età del Bronzo (2300-1650 a.C.), attesta la confluenza nella zona di diverse culture: la maggior parte di esso è infatti simile tipologicamente - ma ad essa estraneo - alla facies di Polada, ma sono presenti anche esemplari di tradizione lagozziana, altri con fogge e decorazioni di stile Conelle, altri ancora interpre-

tati come una tarda rielaborazione del vaso campaniforme (fig. 2). Allo stesso periodo possono essere ricondotte l'industria litica e quella in corno, osso e metallo qui rinvenute (FAROLFI, 1976; BERMOND MONTANARI, 1990, 1996; MASSI & MORICO, 1996). Sono presenti alcuni focolari in successione e, sotto questi, resti scheletrici umani sparsi un po' ovunque, affini al tipo ligure (FACCHINI, 1975; FACCHINI & MINELLI TELESCA, 1975), frammisti a svariati reperti paleontologici e a frammenti di vasellame (MANSUELLI & SCARANI, 1961). Il FACCHINI (1975) ha rilevato "una certa affinità antropologica e culturale con i reperti del Sottoroccia del Farneto": simili infatti sono le ossa degli arti, che trovano corrispondenza con quelle delle altre popolazioni preistoriche italiane. La stima della statura colloca però gli uomini della Tanaccia fra i più bassi in Italia in quel periodo e la ricostruzione della struttura corporea ne rivela una particolare robustezza. Diverse sono le interpretazioni in merito alla presenza di resti umani sparsi, alcuni dei quali soggetti a bruciatura (SCARANI, 1962): secondo l'ipotesi che trova maggior consenso si ritiene che la cavità sia servita come luogo di sepoltura, ma non viene esclusa una sua utilizzazione come abitazione. Comunque sia, la cavità fu abbandonata nell'Età del Bronzo medio (BENTINI, 2002), per essere poi rifrequentata

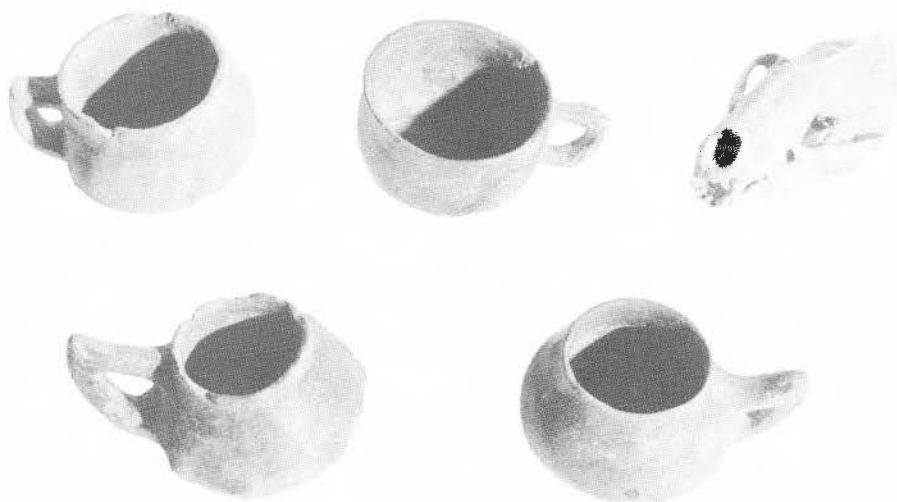


Fig. 2 - La tipica produzione vascolare dell'Età del Bronzo e un cranio di cane provenienti dalla Tanaccia (foto Archivio GSF).

*The characteristic pottery of the Bronze Age and a skull of a dog from the Tanaccia Cave (Vena del Gesso of Romagna).*

nel Bronzo recente (attestato dalla cultura subappennica) e, in modo più sporadico, nel VI sec. a.C. (seconda Età del Ferro) durante il popolamento umbro della Romagna.

La Grotta del Re Tiberio si apre nei gessi del Monte della Volpe, presso Riolo Terme (Ravenna). Dai livelli inferiori, a causa di voragini indotte da lavori di cava, sono emersi, nel 1970, resti ossei umani appartenenti ad almeno quattro individui (BENTINI, 1972; FACCHINI, 1972C). Altri resti ossei umani e vasi fittili, databili tra la fine dell'Eneolitico e le primissime fasi della media Età del Bronzo, venuti alla luce in seguito ad ulteriori frane, hanno arricchito le testimonianze antropiche della grotta, evidenziando caratteri simili a quelli osservati nelle altre cavità. Si può dunque ipotizzare che, come alla Tanaccia, dall'Eneolitico e per tutta l'antica Età del



Fig. 3 – Il Sottoroccia del Farneto, nei Gessi Bolognesi, costituisce un classico esempio di grotticella utilizzata a scopo sepolcrale dalla comunità eneolitica stanziata nelle immediate vicinanze della grotta (foto L. Fantini).

*The Sottoroccia Cave of Farneto (Gessi Bolognesi) was a characteristic example of the little caves used as necropolis during the Copper Age.*

Bronzo la grotta sia servita come luogo di sepoltura, a cui sarebbe seguito però un utilizzo di tipo abitativo per le successive fasi dell'Età del Bronzo, compreso il Bronzo medio (PACCIARELLI, 1994): manca infatti qui lo *hiatus* cronologico corrispondente al Bronzo medio, contrariamente a quanto si registra invece alla Tanaccia e in tutte le altre cavità carsiche dell'Emilia Romagna. Nell'Età del Ferro (dal VI sec. a.C.), se non già a partire dalla tarda Età del Bronzo, in corrispondenza del popolamento umbro della Romagna, la grotta venne utilizzata per scopi religiosi (culto perpetuato poi in età romana) data la presenza di sorgenti di acqua solfurea: sono stati trovati infatti numerosi vasetti fittili (probabili *ex-voto*), alcuni con tracce di oca rossa, altri contenenti piccoli oggetti di bronzo nonché alcuni bronzetti etruschi (AA. VV., 1996).

La Grotta dei Banditi si apre a Monte Mauro (Brisighella), poco distante dalla Grotta del Re Tiberio. La lunga serie di focolari che contraddistingue la stratigrafia del giacimento, contenenti carbone, cenere, ossa animali semi-combuste (resti di pasto) nonché frammenti di vasellame in ceramica grezza (annerita dal fuoco, per chiaro uso domestico), vasi da mensa in ceramica fine e semi-fine, induce a ritenere che la grotta sia stata utilizzata a scopo abitativo sebbene non si possano escludere anche riti legati a sacrifici umani, come sembrano indicare i pochi resti ossei, alcuni dei quali combusti, riconducibili ad almeno quattro individui. I reperti fittili, come anche gli strumenti su supporto osseo (scarsamente attestata è l'industria litica), rientrerebbero nel quadro della composita cultura della Tanaccia, rispecchiandone anche lo *hiatus* cronologico del Bronzo medio e recente: si ipotizza che per entrambe le grotte, così come per altre grotte emiliano-romagnole, un grande crollo, verificatosi verso il 1700 a.C., potrebbe averne determinato l'abbandono (BENTINI, 2002). La grotta fu poi frequentata sporadicamente soltanto a partire dalla



seconda Età del Ferro (VI-IV sec. a.C.) dagli umbri prima e dai romani poi, in entrambi i casi per scopi rituali.

Le testimonianze antropiche più antiche nella Grotta del Farneto (San Lazzaro di Savena, Bologna) risalgono all'Eneolitico, attestato dalla sensibile presenza della cultura di Remedello (MANSUELLI & SCARANI, 1961; FERRARESI, 1975). Lo scarso materiale osteologico umano, frammentato e disseminato negli strati culturali eneolitici, viene riferito a tre individui: un uomo, una donna, il cui cranio presenta tracce di ustioni (testimonianze di riti funebri?) e un bambino (RACCAGNI, 1994). Più che la Grotta, il Sottoroccia del Farneto, interpretato come sepolcreto (in cui il Facchini riconobbe una quarantina d'individui giovani o giovanissimi), ha permesso di condurre studi specifici sull'uomo che abitava la zona nell'Eneolitico (fig. 3). È stata rilevata una certa variabilità nelle forme craniche, con elementi dolicomorfi (forse di tipo mediterraneo)

accanto a elementi brachimorfi (forse di tipo alpino), e allo stesso tempo forme intermedie, tutte relative comunque a uomini di statura medio-bassa (FACCHINI, 1972a, 1975; FACCHINI & MINELLI TELESCA, 1975; FERRARESI, 1975). È proprio questa mescolanza di caratteri antropologici che avvalorava l'ipotesi del ruolo di crogiolo svolto dall'Appennino in generale e dall'area del Farneto in particolare, per i contatti tra l'Italia settentrionale e centro-meridionale, evidenziato anche dalle diverse culture qui rappresentate (MANSUELLI, SCARANI, 1961). Il materiale archeologico recuperato nel Sottoroccia faceva parte di corredi funebri, la cui tipologia eneolitica consente di datare le ossa umane ad un periodo cronologicamente vicino a quello dei resti rinvenuti all'interno della grotta. Dal Sottoroccia provengono reperti di osso e corno, conchiglie fossili perforate all'umbone, oggettini di rame, un'abbondante industria litica e scarsi frammenti fittili di tipo rozzo.

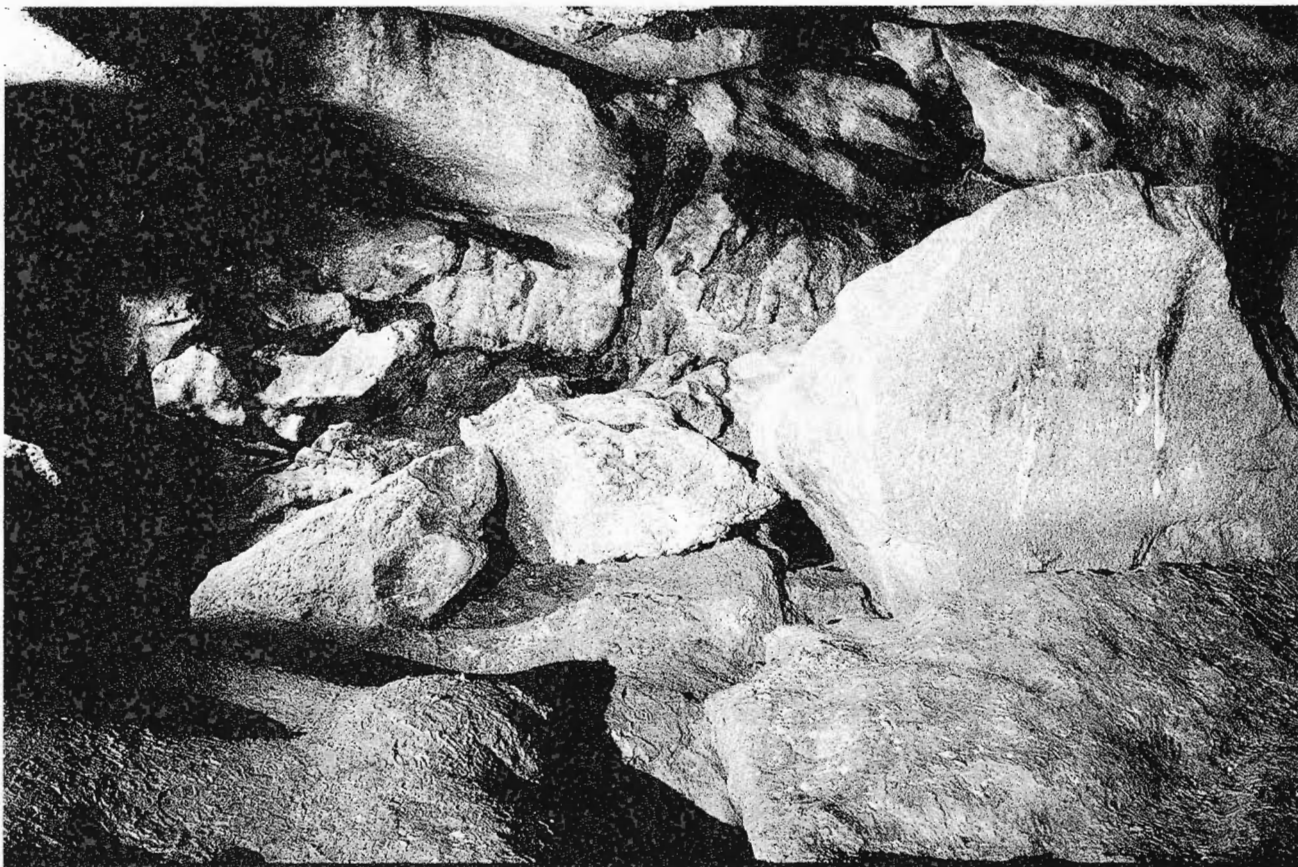


Fig. 4 – Le tracce dei fuochi delle torce sulle pareti della Grotta Calindri (Gessi Bolognesi) testimoniano della frequentazione di questa grotta nell'Età del Bronzo (foto D. Odorici).

*The signs of the fire of some torches, that have calcinated the gypsum walls of the Calindri Cave, a Bronze Age site of the Gessi Bolognesi.*

L'Età del Bronzo è documentata nella Grotta del Farneto da una cultura che si può ricondurre ai tipi di Polada, Remedello e Lagozza: questa commistione di diverse tipologie genera una cultura dai tratti originali che si distacca da quella delle Terramare (a Ovest) e Appenninica (a Est) (FERRARESI, 1975). Allo *hiatus* del Bronzo medio segue una seconda fase di utilizzazione della grotta durante il Bronzo recente. La povertà dei resti archeologici può inquadrarsi in un mutato indirizzo dell'area appenninica, dovuto probabilmente alla presenza di nuove società, di cultura subappenninica, basate su attività pastorali e sull'allevamento (BENTINI, 2002), come attestato anche nella Grotta Serafino Calindri. La grotta sarà poi frequentata in modo sporadico nell'Età del Ferro e in quella romana.

Una datazione effettuata col  $^{14}\text{C}$  sui carboni di un focolare all'interno della Grotta Calindri data il livello in cui è compreso il focolare a  $3200\pm 60$  anni fa, in piena *facies* subappenninica. Sono presenti una ventina tra focolari e testimonianze di torce, accesi sia sul pavimento che sulle sporgenze rocciose (fig. 4): la grotta è stata certamente frequentata, e in essa è stata rinvenuta una mandibola umana di un individuo di circa 6 anni e manufatti di scagliola (fig. 5). Il livello datato è compreso tra due livelli di riporto, i quali sono da attribuire ad un insediamento subappenninico situato sull'altura che domina la dolina di Budriolo (BARDELLA & BUSI, 1972).

Sempre nel Bolognese alcune altre grotte hanno restituito materiali archeologici: sono la Grotta degli Occhiali (ora distrutta da lavori di cava), presso la Grotta del Farneto, una cavità, parzialmente riempita da materiali di riporto, che ha restituito strumenti litici attribuibili all'Eneolitico, frammenti fittili e ossa animali (BARDELLA, 1973) e la Grotta Novella (località Farneto, Bologna) in cui sono state trovate selci lavorate, elementi fittili e un frammento osseo con incisioni regolari (un aratro?) (BANDINI, 1973).

Nella Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola (Bologna) si aprono due sale disposte l'una di fronte all'altra, chiamate rispettivamente Sala del Vaso e Sala dello Scheletro. La prima prende nome da due vasi cilindro-conici, uno dei quali completamente ricostruibile, datati all'Eneolitico finale; la seconda dallo scheletro di un individuo trovato nel livello II, rannicchiato sul fianco destro, con attorno grumi di ocre rosse, denti di animali e conchiglie forate (fig. 6). I caratteri antropologici richiamano quelli già evidenziati per i frequentatori delle altre grotte del Bolognese (FACCHINI, 1972c). Mentre il livello III (il più antico) è ricco di cenere, di frammenti di ceramica rozza (alcune esposte al fuoco), in parte decorata con ditate impresse, il livello I presenta ossa umane sparse e mescolate con resti di cultura relativa alle fasi finali dell'Eneolitico, quando la grotta venne adibita a sepolcreto, rispecchiando quanto è emerso fino ad ora circa l'utilizzo delle grotte emiliano-romagnole fin qui citate in relazione a questo periodo cronologico. Per i livelli II e III, attraverso vari confronti, è stata ipotizzata una loro attribuzione ad una fase media del Neolitico (BENEDETTI *et al.*, 1972).

La Tana della Mussina (presso Borzano, Reggio-Emilia) ha restituito i resti scheletrici di almeno 18 individui, alcuni con tracce di combustione. La presenza di frammenti ceramici a cercini e di alcune forme di tradizione lagozziana, così come di industria litica di tipo Remedello, manufatti in osso e oggetti in metallo data le diverse testimonianze all'Eneolitico (BERMOND MONTANARI, 1976). Diverse ipotesi sono state formulate, attraverso il record archeologico, circa i possibili riti che si svolgevano all'interno della Tana della Mussina: antropofagia, riti funebri che prevedevano la combustione parziale delle ossa umane (come osservato anche nella Grotta del Farneto e nella Tanaccia di Brisighella), inumazione secondaria, rito misto, ecc.

È dunque evidente che durante l'Eneolitico la maggior parte delle grotte che si sviluppano nel contesto evaporitico emiliano-romagnolo sono state utilizzate come sepolcreti, sebbene non sia unanime il parere degli studiosi in merito al rito svolto (Tanaccia, Grotta del Re Tiberio, Grotta e Sottoroccia del Farneto, Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola, Tana della Mussina). Successivamente alcune di queste hanno svolto una funzione abitativa e complessivamente hanno subito uno *hiatus* di utilizzo per tutto l'arco cronologico del Bronzo medio (ad eccezione della Grotta del Re Tiberio). Alcune grotte sono state poi rifrequentate nelle fasi recenti dell'Età del Bronzo (XIII-XII sec. a.C.), nel periodo della cultura subappenninica, in cui si ha una colonizzazione all'interno delle vallate. Nell'Età del Ferro, sporadiche testimonianze antropiche (umbre per la Romagna, etrusche per l'Emilia, e poi celtiche in entrambe le aree) inducono a ritenere che le grotte siano state frequentate per scopi rituali o come rifugio occasionale per pastori-allevatori, senza altera-

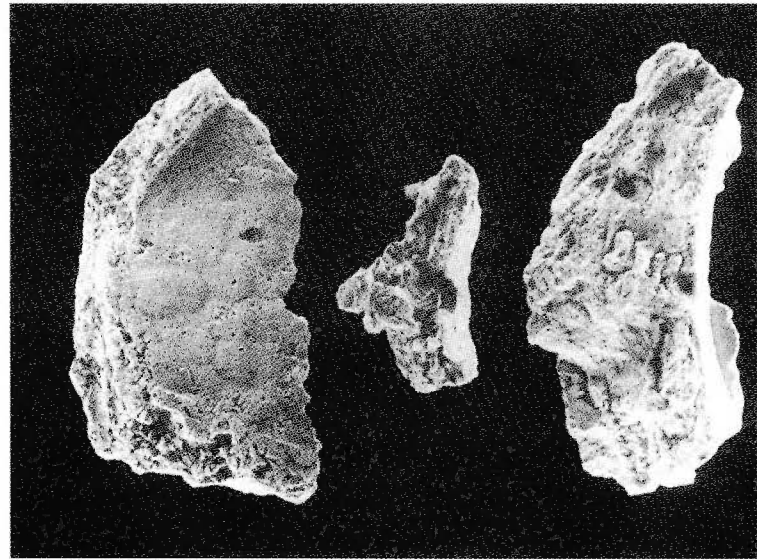


Fig. 5 – Alcuni dei manufatti di scagliola della Grotta Calindri ci testimoniano l'utilizzo di tale materiale a partire dall'Età del Bronzo (foto Archivio GSB-USB).  
Some archeological finds made with gypsum cement from the Bronze Age site of the Calindri Cave are the first evidence of the use of this matter.

re sostanzialmente i precedenti assetti territoriali, "...preservando le forme del paesaggio naturale lungo la Vena gessosa" (RACCAGNI, 1994).

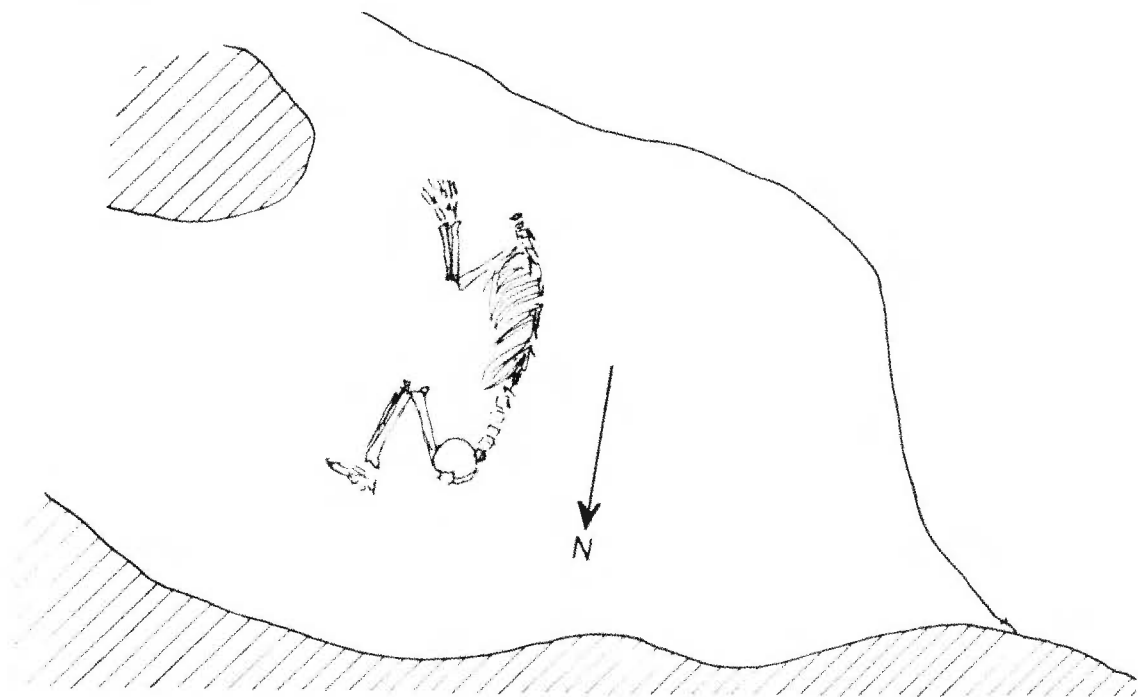


Fig. 6 – Esempio di deposizione funebre dalla Grotta di Gaibola, nei Gessi Bolognesi. Il defunto è adagiato su una mensola di gesso con una classica posizione fetale, secondo un rituale abbastanza diffuso nell'Eneolitico (da GSE, 1972).  
An example of Aeneolithic burial from the Gaibola Cave (Gessi Bolognesi). According to the funeral ritual of this period for a wide part of Central and North Italy the dead was buried on a gypsum shelf of the cave with a characteristic fetal position.

## Bibliografia

- AA.VV., 1996 - *La Grotta del re Tiberio*. Pacciarelli M. (a cura di), La collezione Scarabelli, 2, preistoria, Bologna, pp. 419-479.
- BANDINI G., 1973 - *Ritrovamenti preistorici nella Grotta Novella*. R.S.I. 25 (1-4), p. 201.
- BARDELLA G., 1973 - *Nuovi rinvenimenti preistorici nella provincia di Bologna*, Spel. Em. 2, 5 (7), pp. 35-38.
- BARDELLA G., BUSI C., 1972 - *Testimonianze della civiltà subappenninica nella Grotta Serafino Calindri*; Spel. Em. 2, 4 (7), pp. 25-36.
- BENEDETTI B., BERTOLANI V., ROSSI A., 1972 - *Studio archeologico-paleontologico della stazione in grotta*, R.S.I. 24 (2), pp. 131-139.
- BENTINI L., 1972 - *Le ultime scoperte paleontologiche nella Grotta del Re Tiberio*; Mem. X R.S.I., pp. 190-205.
- BENTINI L., 2002 - *L'abbandono in età protostorica di alcune cavità naturali del territorio di Brisighella. I casi della Grotta dei Banditi e della Tanaccia*. Malpezzi P. (a cura di), Brisighella e Val di Lamone, Cesena, pp. 115-137.
- BERMOND MONTANARI G., 1996 - *Gli studi sulla pre-protostoria dell'Appennino Romagnolo: da L. M. Ugolini ad oggi*. L'archeologo scopre la storia – Luigi M. Ugolini (1845-1936), Giornata Internazionale di Studi, Bertinoro, pp. 15-35.
- BERMOND MONTANARI G., 1990 - *Lineamenti di preistoria romagnola*. Archeologia a Faenza (Catalogo della mostra, Faenza), Bologna, pp. 15-22.
- DE CESARE M., GARGINI M., 1997 - *Monte Finestrelle di Gibellina: nota preliminare sulla prima campagna di scavo*. Seconda Giornata Internazionale di Studi sull'area elima, Gibellina 22-26 ottobre 1994, Pisa-Gibellina, pp. 371-374.
- FACCHINI F., 1972A - *I reperti osteologici della stazione del Farneto e il loro interesse antropologico*. Atti VII Conv. Spel. Emilia Romagna e Simp. Studi sulla Grotta del Farneto. Rass. Speleol. Ital., Mem. X, Como, pp. 117-126.
- FACCHINI F., 1972b - *Note antropologiche sui reperti scheletrici della Grotta della Gaibola (Bologna)*. Rass. Speleol. It., anno XXIV, fasc. 2, pp. 140-145.
- FACCHINI F., 1972C - *Note su alcuni resti scheletrici umani rinvenuti nella Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, Ravenna)*. Atti VII Conv. Spel. Emilia Romagna e Simp. Studi sulla Grotta del Farneto. Rass. Speleol. Ital., Mem. X, Como, pp. 280-286.
- FACCHINI F., 1975 - *Le antiche popolazioni del territorio emiliano romagnolo. Sintesi antropologica*. Emilia Preromana 7, pp. 299-324.
- FACCHINI F., MINELLI TELESCA A., 1975 - *Le antiche popolazioni del territorio emiliano romagnolo. Catalogo Antropologico*. Emilia Preromana 7, pp. 325-370.
- FALSONE G., MANNINO G., 1997 - *Le Finestrelle di Gibellina e di Poggioreale. Due necropoli rupestri nella Valle del Belice*. Seconda Giornata Int. di Studi sull'area elima, Gibellina 22-26 ottobre 1994, Pisa-Gibellina, pp. 613-641.
- FERRARESI P., 1975 - *La Valle di Zena nella preistoria*, Il Carrobbio, I, p. 156.
- FAROLFI G., 1976 - *La Tanaccia di Brisighella. Problemi cronologici e culturali*. Origini, X, pp. 175-243.
- MANSUELLI G.A., SCARANI R., 1961 - *L'Emilia prima dei Romani*, Milano.
- MASSI PASI M., MORICO G., 1996 - *La grotta della Tanaccia di Brisighella. Materiali del Bronzo antico*. L'antica età del bronzo in Italia (Atti del convegno, Viareggio 1995), Firenze, pp. 568-569.
- PACCIARELLI M., 1994 - *Archeologia del Territorio nell'Imolese*. Imola, pp. 51-60.
- RACCAGNI S., 1994 - *Sguardo storico*. La Vena del Gesso, Regione Emilia-Romagna, pp. 251-286.
- SCARANI R., 1962 - *Gli scavi nella Tanaccia di Brisighella*. Preistoria dell'Emilia e Romagna, I, Bologna, pp. 253-285.

# TUTELA E VALORIZZAZIONE DELLE AREE CARSICHE ITALIANE NELLE ROCCE EVAPORITICHE: PROBLEMI E PROSPETTIVE

David Bianco<sup>1</sup>, Marcello Panzica La Manna<sup>2</sup>, Ugo Sauro<sup>3</sup>

## Riassunto

In Italia le formazioni evaporitiche affiorano su estensioni percentualmente molto modeste (intorno all'1% del territorio nazionale). Negli ultimi anni, essendosi consolidato un maggiore interesse verso i fenomeni carsici in questi litotipi, è cresciuta la consapevolezza della loro importanza naturalistico-ambientale e culturale.

La tutela degli ambienti nelle rocce evaporitiche, vista la loro costante modesta estensione areale, implica il concetto di «difesa dei relativi ambienti» nei confronti di tutti gli interventi che potrebbero in qualche modo alterarne in modo grave o irreversibile gli ecosistemi gessosi.

In ogni caso, punto fondamentale nella strategia di pianificazione è quello del coinvolgimento della popolazione che deve diventare la vera protagonista della gestione della aree protette.

Nel presente lavoro dopo aver passato in rassegna gli strumenti legislativi nazionali e regionali attualmente utilizzabili nella salvaguardia di queste aree viene anche fornito un elenco aggiornato delle aree carsiche gessose attualmente protette nel nostro paese.

**Parole chiave:** ambienti carsici nelle evaporiti, geo-ecosistemi e geositi carsici, protezione, sviluppo sostenibile, Italia, aree protette, sito d'importanza comunitaria

## Abstract

*In Italy the evaporitic outcrops have a very limited extension (corresponding to less than 1% of the national territory). In the last few decades the interest toward the karst phenomena in these lithotypes grew rapidly as well as the knowledge of their importance in the environmental and cultural fields.*

*Owing their scarce dimension, the safeguard of the evaporitic outcrops necessarily implies the concept of the protection of the whole related environments toward any possible action which may spoil the gypsum ecosystems in an unrecoverable manner. In any case a strategic point when planning the management of a protected area is to involve the inhabitants directly in the management itself.*

*In the present paper, after a short overview on the existing national and regional laws to protect these areas, an updated list of the Italian gypsum karst areas actually transformed into natural park or preserves is given.*

**Keywords:** *evaporitic karst environments, karst geo-ecosystems and geo-sites, protection, sustainable development, Italy.*

---

<sup>1</sup> Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa

<sup>2</sup> Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente, Via U. La Malfa, 169 - 90147 Palermo

<sup>3</sup> Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova

## Le Aree Carsiche nelle Evaporiti – Motivazioni e metodi di tutela e valorizzazione

In questo capitolo vengono affrontati gli aspetti della tutela e valorizzazione delle aree carsiche in rocce evaporitiche presenti nel territorio italiano. Nella trattazione di questo argomento bisogna considerare che tra le rocce evaporitiche, che sono rappresentate da litotipi di varia natura quali il salgemma ed altri sali solubili (potassici, magnesiaci, ecc.), il calcare e il gesso, quest'ultimo costituisce certamente la roccia di maggiore importanza sia per l'estensione degli affioramenti che per le morfologie carsiche presenti.

In Italia le formazioni rocciose di tipo evaporitico affiorano su estensioni percentualmente molto modeste (intorno all'1% del territorio nazionale). Tuttavia, la loro estensione reale, come formazioni sepolte, è di gran lunga maggiore. La presenza relativamente scarsa di queste rocce in superficie si spiega in parte con la loro elevata solubilità in natura, che per i gessi è circa 10 volte superiore a quella dei calcari e per il salgemma circa 1000 volte, caratteristica che ne facilita una rapida erosione di tipo «chimico». Per questo stesso motivo mentre gli affioramenti di rocce gessose sono abbastanza estesi, quelli di salgemma sono rarissimi e pressoché puntiformi.

Queste rocce e i relativi ambienti rivestono, tuttavia, un'importanza considerevole dal punto di vista naturalistico-ambientale ed economico. Le formazioni gessose oltre a fornire pietre da costruzione sono fonte di composti ed elementi chimici come il solfato di calcio e lo zolfo. Il salgemma ed i composti chimici associati sono importanti per l'industria chimica ed alimentare. Le caratteristiche litologiche si riflettono sui caratteri delle acque sotterranee, dei suoli e degli ambienti vegetali associati. I contesti geologici in cui le evaporiti sono inserite sono particolarmente interessanti dal punto di vista delle ricostruzioni paleogeografiche. I processi morfodinamici che si esplicano su questi litotipi portano allo sviluppo di paesaggi molto suggestivi, i quali possono essere considerati tipi specifici

di paesaggi carsici, con le relative componenti superficiali e sotterranee.

I livelli e le lenti argillose spesso associate a queste formazioni costituiscono il «*parent material*» per lo sviluppo dei suoli che presentano una buona fertilità, come è documentato dall'uso agrario per la coltivazione di cereali, di vigneti e di frutteti.

Negli ultimi anni, essendosi consolidato un maggiore interesse verso i fenomeni carsici nelle aree evaporitiche, è cresciuta la consapevolezza sulla loro importanza naturalistico-ambientale e culturale, così come nei tempi precedenti era già avvenuto per le più note aree carsiche in rocce carbonatiche.

Questi ambienti hanno infatti attirato la curiosità di studiosi, naturalisti, ambientalisti ed amministratori pubblici, divenendo oggetto di interventi rivolti alla loro tutela e valorizzazione, quali l'istituzione di specifici Parchi e Riserve naturali.

Le motivazioni che inducono a considerare le rocce evaporitiche, ed i fenomeni geomorfologici ad esse associati, meritevoli di tutela e valorizzazione culturale sono molteplici e tra questi citiamo i seguenti:

- relativa «rarità» delle aree carsiche in rocce evaporitiche nel contesto del nostro Paese e più ancora nel quadro dell'Europa e del Mediterraneo;

- singolarità dei paesaggi, che talora comprendono una grande varietà di forme distinguibili sia sulla base dei meccanismi genetici, sia per gli aspetti dimensionali, tali da renderli un mosaico e un caleidoscopico insieme, dove si riconoscono sovrapposizioni e penetrazioni che esprimono la complessa dinamica ambientale in atto;

- presenza di particolari associazioni di organismi vegetali ed animali, che conferiscono a questi ambienti caratteristiche uniche;

- presenza di elementi di rilevante interesse geomorfologico, tra cui veri e propri monumenti naturali, in forma di grotte, grandi conche chiuse, valli cieche con inghiottitoi, campi di Karren che talora comprendono forme esclusive legate a tipi specifici di roccia, come le «bolle» dei gessi;

- evidenza nel paesaggio di segni che espri-

mono la storia del rapporto uomo-ambiente e l'utilizzo delle risorse; tra questi segni ci sono anche testimonianze archeologiche come, ad esempio, necropoli scavate nelle pareti gessose. Tuttavia sarebbe sbagliato focalizzare la propria attenzione soltanto su alcune peculiarità di questi ambienti, che vanno invece considerati nella loro complessità. Gli interventi volti alla tutela ambientale vanno inquadrati in un contesto che partendo dal particolare giunga al generale.

Gli approcci possibili sono i seguenti:

- individuazione di geositi e biositi;
- individuazione di geo-ecosistemi;
- creazione di ecomusei.

Per «geosito» si intende un elemento «geologico in senso lato» e pertanto anche geomorfologico, speleologico, ecc., di rilevante interesse dal punto di vista del paesaggio naturale e/o della storia geologica, geomorfologica ed ambientale di un determinato territorio. Tale elemento, inserito nel contesto della litosfera, deve essere accessibile ad eventuali visitatori e/o studiosi. Alcuni geositi sono veri e propri monumenti naturali in grado di offrire a realtà locali particolari possibilità di sviluppo, anche economico; altri invece, pur non possedendo requisiti di spettacolarità, rappresentano contenitori di informazioni paleo-ambientali, o elementi significativi per la storia della ricerca e della scoperta della natura da parte dell'uomo. I biositi sono analoghi ai geositi ma sono relativi ad aspetti particolari della biosfera.

Per geo-ecosistema si intende un sistema naturale complesso caratterizzato da una sua struttura, una sua «composizione ed una sua dinamica, strettamente correlate tra di loro. Nel caso dei geo-ecosistemi carsici la struttura fondamentale è rappresentata dalla roccia solubile con la sua conformazione geologica e geomorfologica. Nella sua composizione entra anche l'acqua, l'atmosfera, il suolo e la porzione di biosfera che si trova ospitata nello stesso geo-sistema. I principali motori del sistema sono da un lato il flusso di energia radiante proveniente dal Sole e dall'altro l'acqua che interagisce con l'atmosfera, il suolo e la biosfera e che nel tempo modifica le carat-

teristiche del geo-ecosistema.

Per ecomuseo si intende un «sistema territoriale ed ambientale» composto da elementi sia naturali, sia antropici, nel quale si possono riconoscere con evidenza aspetti caratteristici della storia del rapporto uomo-ambiente. Tali aspetti devono configurarsi come motivi unificanti nel contesto dell'ambiente, del paesaggio e della cultura della popolazione dello stesso territorio, in grado di stimolare processi di apprendimento nell'ambito della relativa unità geografica. Pertanto «ecomuseo» può essere un «geo-ecosistema» complesso o un sistema di «geo-ecosistemi», visti dal punto di vista della storia del rapporto uomo-ambiente e della stratificazione dei segni di questa storia nel paesaggio, ed infine anche geo-ecosistema nella cui dinamica l'uomo abbia assunto un ruolo fondamentale. La tutela degli ambienti nelle rocce evaporitiche, implica il concetto di «difesa dei relativi ambienti» nei confronti di tutte le minacce e gli interventi che potrebbero in qualche modo alterarne in modo grave o irreversibile i caratteri e la dinamica.

Per fare questo è indispensabile individuare strategie di sostegno ad attività economiche tradizionali che trovano la loro espressione nell'ambiente e nel paesaggio, e nel contempo promuovere altre attività che si integrino con le precedenti senza comprometterne gli equilibri e la dinamica ambientale e causare una perdita significativa di elementi del patrimonio naturale, paesaggistico e culturale.

In un'ottica operativa si può procedere con diversi tipi di interventi, senza tuttavia mai perdere la visione d'insieme.

Se si ritiene che solo certe aree siano meritevoli di protezione è corretto procedere alla costituzione di Riserve naturali relative a geositi o biositi appositamente individuati, meritevoli di valorizzazione dai punti di vista della ricerca scientifica e del turismo scolastico e culturale.

Se si intende, invece, focalizzare l'attenzione verso gli aspetti sistemici di un'unità geografica più ampia si può procedere alla costituzione di un Parco naturale, il quale può essere relativo ad un gruppo montuoso, ad un bacino o fluviale o lacustre, o a un qualsiasi

altro geo-ecosistema meritevole di valorizzazione soprattutto dai punti di vista naturalistici ed ambientali.

Infine, quando si individuano come principali motivi di interesse aspetti del rapporto uomo-ambiente e dell'uso delle risorse, si può procedere alla promozione di ecomusei, valorizzando il patrimonio ambientale, paesaggistico e culturale nell'ottica di uno sviluppo sostenibile. Questi tre tipi di approccio alla tutela e promozione del patrimonio naturalistico, ambientale e culturale, non si escludono a vicenda. Così un parco può essere costituito da un sistema di riserve rappresentate da geositi e biositi, oppure, in un parco possono essere individuate riserve meritevoli di piani ambientali specifici. Un Parco naturale può anche essere parte o coincidere in tutto o parzialmente con un eco-museo.

In ogni caso, punto fondamentale da tenere sempre presente nella strategia di intervento e di pianificazione di queste aree è quello del coinvolgimento della popolazione che deve diventare la vera protagonista della gestione della aree protette.

### **Le Aree Carsiche nelle Evaporiti in Italia - Un patrimonio da tutelare e valorizzare**

Senza dubbio le aree italiane nelle evaporiti sono molto varie dai punti di vista geologico, geomorfologico ed ambientale. La varietà di formazioni evaporitiche che vanno dal Paleozoico al Cenozoico ed i diversi contesti morfotettonici ed ambientali in cui queste formazioni sono inserite conferiscono all'insieme di queste aree un interesse eccezionale dai punti di vista naturalistico e paesaggistico e della storia del rapporto uomo-ambiente. È possibile individuare numerosi geositi, geo-ecosistemi ed ecomusei meritevoli di specifici progetti di tutela e di valorizzazione.

Il quadro attuale degli interventi di tutela del patrimonio carsico in rocce evaporitiche nel territorio italiano presenta notevoli differenze tra le diverse regioni. In primo luogo può certamente affermarsi che gli interventi di tutela di maggiore rilievo insistono in quelle aree in cui i fenomeni risultano più diffusi

e maggiormente conosciuti, sia dai ricercatori che dagli speleologi e dai naturalisti in senso lato. Preliminarmente bisogna distinguere gli strumenti normativi di tutela dei fenomeni carsici nelle evaporiti in due differenti categorie:

- strumenti di tutela indiretti;
- strumenti di tutela diretti.

Nel primo gruppo vanno inseriti tutti quegli atti normativi (leggi, direttive, decreti, ordinanze...) di ambito comunitario, nazionale e/o locale, che pur non riguardando le aree evaporitiche consentono una loro tutela perché rivolti a beni naturali e culturali ad esse associati. Al riguardo si possono citare:

- la direttiva europea Habitat (n° 92/43 CEE) e relativi atti di recepimento nazionali. Tale norma consente l'individuazione di una serie di Siti di Importanza Comunitaria (S.I.C.) finalizzati alla salvaguardia di particolari habitat e di specie animali e vegetali ad essi connessi. In Italia sono stati individuati 2523 siti (D.M. 3/4/2000), tra i quali numerosi comprendono aree evaporitiche. Per quanto riguarda questa particolare normativa di tutela si evidenzia che tra gli habitat di interesse sono ricomprese le "steppe gessose", "le grotte non ancora sfruttate a livello turistico" oppure specie animali quali i "chiroteri";

- le norme nazionali in materia di tutela dei beni ambientali e culturali (ora riunite nel testo unico del D.Lgs. 29/10/1999, n. 490), che tramite specifici "vincoli" permettono la salvaguardia di emergenze di particolare pregio paesaggistico e/o di siti e reperti archeologici spesso presenti all'interno di aree e grotte in rocce gessose;

- l'istituzione di Parchi naturali, Nazionali o Regionali, all'interno dei quali sono comprese aree carsiche in rocce evaporitiche, che pertanto godono di regimi di salvaguardia previsti per la tutela dell'ambiente naturale nella sua interezza.

Gli strumenti normativi di tutela diretti sono quelli appositamente individuati per la specifica salvaguardia di emergenze carsiche e naturalistiche in rocce evaporitiche. Tali atti normativi sono riconducibili prevalentemente all'istituzione di appositi Parchi e Riserve



naturali a livello regionale, presenti esclusivamente nelle regioni Emilia Romagna e Sicilia.

Di seguito si propone una tabella esemplificativa dei diversi interventi di tutela che riguardano aree evaporitiche del territorio italiano.

### **Ipotesi di nuovi interventi e considerazioni conclusive**

Nelle pagine precedenti sono state affrontate le motivazioni e le metodologie che permettono una adeguata salvaguardia delle aree carsiche in rocce evaporitiche, con particolare riguardo alla specifica situazione italiana.

Lo stato attuale degli interventi di tutela di tali aree risulta ancora frammentario considerato che, salvo casi eccezionali, questi interessano per la maggior parte singoli geositi, spesso di limitate estensioni. Sulla base di tale considerazione sarebbe pertanto necessario che la problematica della tutela delle aree car-

siche evaporitiche venisse affrontata in un'ottica di sistema, con l'individuazione di una rete di aree protette. Queste potrebbero essere finalizzate da un lato alla salvaguardia delle emergenze di maggiore valenza naturalistica, scientifica e ambientale, dall'altro allo sviluppo di attività a basso impatto in aree tradizionalmente depresse dal punto di vista economico, specie se ubicate nelle regioni meridionali e in particolare in Sicilia. Dagli strumenti di tutela potrebbero derivare infatti significativi incentivi per la creazione di circuiti turistici dedicati alla conoscenza integrata degli ambienti naturali (nelle componenti biotiche e abiotiche), delle emergenze storico-archeologiche, dell'agricoltura tradizionale e delle attività minerarie legate allo sfruttamento dello zolfo e dei sali, sviluppatesi negli ultimi due secoli. Per quanto riguarda lo specifico caso della Sicilia, che possiede la maggiore estensione di affioramenti evaporitici dell'intero Paese (oltre 1000 km<sup>2</sup>) e la più vasta

<b>Regione</b>	<b>Sito</b>	<b>Tipo di tutela</b>
Emilia - Romagna	Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa	Parco naturale regionale
Emilia - Romagna	Onferno	Riserva naturale regionale
Emilia - Romagna	Valle del Secchia	Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano
Emilia - Romagna	Vena del Gesso	Sito di Importanza Comunitaria e proposta di Parco naturale regionale
Emilia - Romagna	Gessi Reggiani	Sito di Importanza Comunitaria
Toscana	Gessi di Sassalbo	Sistema Regionale delle Aree Protette
Umbria	Gessaie di Cenerente	Area di particolare interesse geologico nel Piano Urbanistico Territoriale
Abruzzo	Gessi di Gessopalena	Sito di Importanza Comunitaria
Abruzzo	Gessi di Lentella	Sito di Importanza Comunitaria
Molise	Affioramenti S. Valentino e Bolognano	Inseriti nel Parco Nazionale della Majella
Sicilia	Grotta di Sant'Angelo Muxaro	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Contrada Scaleri	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Lago Sfondato	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Monte Conca	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Lago Soprano	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Grotta di Entella	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Serre di Ciminna	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Grotta di Santa Ninfa	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Lago Preola e Gorgi Tondi	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Lago di Pergusa	Riserva Naturale Regionale
Sicilia	Grotta del Vecchiuzzo	Inserita nel Parco Regionale delle Madonie
Sardegna	Area di Ghisciera Mala	Sito di Importanza Comunitaria Parco geominerario

Nota bene: all'interno dei Parchi e delle Riserve Naturali sono stati individuati numerosi Siti di importanza comunitaria.

gamma di forme carsiche superficiali e sotterranee situate in un contesto climatico ed ambientale tipicamente mediterraneo, potrebbe realisticamente ipotizzarsi la creazione di un vero e proprio *Parco delle evaporiti* che possiederebbe tutti i requisiti per essere poi proposto sia come elemento del *World Heritage list* dell'UNESCO, sia come riserva della biosfera. Particolare attenzione dovrà essere posta in futuro alla rete europea destinata alla tutela della biodiversità continentale, ossia la Rete Natura 2000, prevista dalla Direttiva Habitat n° 92/43 CEE e costituita dall'insieme dei Siti di interesse comunitario (SIC) e delle Zone di protezione speciale (ZPS). La costituzione - tutt'ora in corso - di questo importante sistema dovrebbe consentire di dare maggiore forza ed organicità alle politiche di tutela e valorizzazione delle emergenze ambientali, pur nel rispetto delle peculiarità e specificità locali. L'Unione Europea riserva infatti particolare attenzione alle aree in cui si sono individuate significative presenze di habitat e specie animali e vegetali ritenute di interesse comunitario. Occorre dunque ricordare che buona parte delle aree carsiche gessose italiane ricade all'interno di Siti di importanza comunitaria proprio perché in tali aree troviamo habitat e specie animali di importanza internazionale (si pensi ad esempio ai Chiroteri troglodili). Per la tutela della biodiversità europea è stato anche predisposto uno apposito strumento finanziario denominato "*Life Natura*" grazie al quale è possibile realizzare progetti di conservazione nell'ambito della Rete Natura 2000. In Emilia-Romagna sono già stati finanziati due i progetti *Life Natura* per la tutela di habitat e specie animali presenti in aree gessose (Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa, Riserva Naturale di Onferno). Certamente nei prossimi anni anche altre aree gessose verranno interessate da questo tipo di progetti; è particolarmente auspicabile che più aree carsiche vengano interessate dallo stesso progetto per dare maggiore risalto al tema della "Rete" e sviluppare proficue collaborazioni e *partnership* tra tutti i possibili interessati (Enti di gestione di aree protette,

Enti locali, Gruppi speleologici, Università, Associazioni, ...). La tipologia di interventi che sarà possibile realizzare nell'ambito di tali progetti è estremamente varia: protezione delle cavità carsiche, realizzazione di programmi di monitoraggio, stipula di affitti/convenzione con le proprietà, acquisizioni di aree di particolare pregio, etc. Dal momento che, come sopra ricordato, la gran parte delle aree gessose nazionali ricade all'interno di Siti di importanza comunitaria, sarà quindi possibile e opportuno utilizzare anche il "*Life Natura*" per raggiungere, preferibilmente con un pieno coinvolgimento delle comunità locali, i ben noti obiettivi di conservazione e valorizzazione.

## Bibliografia

- CASTIGLIONI B., SAURO U., 2002 – *Paesaggi e geosistemi carsici: proposte metodologiche per una didattica dell'ambiente*. Scritti in ricordo di Giovanna Brunetta. Dipartimento di Geografia «G. Morandini», Università di Padova, pp. 51-67.
- CUCCHI F. (a cura di), 1990 - *Preliminary map of the impact of man on karstic environments in Italy*. Istituto di Geografia e Oceanografia dell'Università di Messina. (carta diffusa in poche copie).
- FERRARESE E., MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2002 - *Solution and re-crystallization processes and associated landforms in gypsum outcrops of Sicily*. *Geomorphology*, 49, 2002, pp. 25-43.
- GAMS I., NICOD J., SAURO U., 1993 - *Environmental changes and human impact in the mediterranean Karst of France, Italy and Dinaric Region*. *Catena suppl.* 25, pp. 59-98.
- MACALUSO, T., MADONIA, G., PALMERI, A., SAURO, U., 2001 - *Atlante dei Karren nelle evaporiti della Sicilia (Atlas of the Karren in the evaporitic rocks of Sicily)*. Quaderni del Museo Geologico "G.G. Gemmellaro", 5, Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università degli Studi di Palermo, 143 pp.
- PANZICA LA MANNA M., 1989 – *Il Piano regionale dei parchi e delle riserve naturali come strumento per la salvaguardia del patrimonio carsico e speleologico della Sicilia*. Atti XV Congresso Naz. di Speleologia, 1987, Castellana Grotte, pp. 1067-1074.
- SAURO U., GRANDGIRARD V., 1997 - *Geotopes and their management: results of the discussion on "Geotopes"*. *Proceedings 12th Intern. Congr. Speleol.*, 1997, Switzzeland, v. 6, pp. 109-110.
- SAURO U., 1999 - *Towards a preliminary model of a Karst Geo-Ecosystem: the example of the Venetian Fore-Alps*. *Karst 99, Etudes de géographie physique, suppl. n° 28*, caged, Université de Provence, pp. 165-170.