Regione Emilia-Romagna

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

LE EVAPORITI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE PATRIMONIO DELL'UMANITA'

Sintesi multidisciplinare



A cura di
Piero Lucci e Stefano Lugli

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II - vol. 45
2024

La scienza è fatta di dati come una casa è fatta di pietre.
Ma un ammasso di dati non è scienza,
più di quanto un mucchio di pietre sia una casa.

Henri Poincaré

Dati nuovi, raccolti con sistemi vecchi, sotto la guida di vecchie teorie, raramente portano a qualche sostanziale revisione del pensiero.
La storia ci insegna che le teorie vengono sconfitte da teorie rivali, non che le ortodossie durano in eterno.

Stephen Jay Gould

La responsabilità di quanto affermato nei testi è dei singoli autori.

In copertina: Grotta risorgente del Rio Basino, Vena del Gesso romagnola (foto P. Lucci).

ISBN: 978-88-946820-8-3

FSRER editore

Finito di stampare nel mese di agosto 2024

RegioneEmilia-Romagna

Federazione Speleologica Regionale
dell'Emilia-Romagna

LE EVAPORITI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE PATRIMONIO DELL'UMANITA'

Sintesi multidisciplinare

A cura di
Piero Lucci e Stefano Lugli

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II - vol. 45
2024

INDICE

Barbara Lori, Gordana Beltram, Massimiliano Costa, Piero Lucci
Presentazioni pag. 7

Mauro Generali, Marco Pizziolo
Inquadramento territoriale pag. 13

I - Ambiente

Stefano Lugli
Il valore universale delle evaporiti e del carsismo dell'Appennino settentrionale pag. 27

Stefano Lugli, Vinicio Manzi, Marco Roveri
Geologia dei gessi triassici e dei gessi messiniani pag. 31

Jo De Waele, Paolo Forti
Il fenomeno carsico nei gessi pag. 45

Stefano Lugli
Il carsismo nei gessi triassici, i nuovi studi e le nuove scoperte pag. 89

Federico Cendron, Massimo Ercolani, Piero Lucci, Alberto Martini, Luca Pisani
I sistemi carsici nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale pag. 103

Marco Sami, Saverio Bartolini Lucenti, Gabriele Nenzioni, Lorenzo Rook
Fossili e gesso: paleontologia delle evaporiti dell'Appennino settentrionale pag. 165

Ettore Lopo, Martina Cappelletti
Primi studi microbiologici delle grotte nei gessi messiniani emiliano-romagnoli pag. 191

Alessandro Alessandrini, Sergio Montanari
La flora delle evaporiti dell'Appennino settentrionale pag. 199

Massimiliano Costa
La fauna delle grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale pag. 213

David Bianco
Pipistrelli dei gessi dell'Emilia pag. 259

Massimo Bertozzi
Pipistrelli dei gessi della Romagna pag. 285

II - Umanità e ambiente

Monica Miari
La presenza umana nei gessi emiliano-romagnoli. L'età pre e protostorica pag. 309

Chiara Guarnieri
La presenza umana nei gessi emiliano-romagnoli. L'età romana e il *lapis specularis* pag. 335

Stefano Piastra
La presenza umana nei gessi emiliano-romagnoli. Dal Medioevo a oggi pag. 357

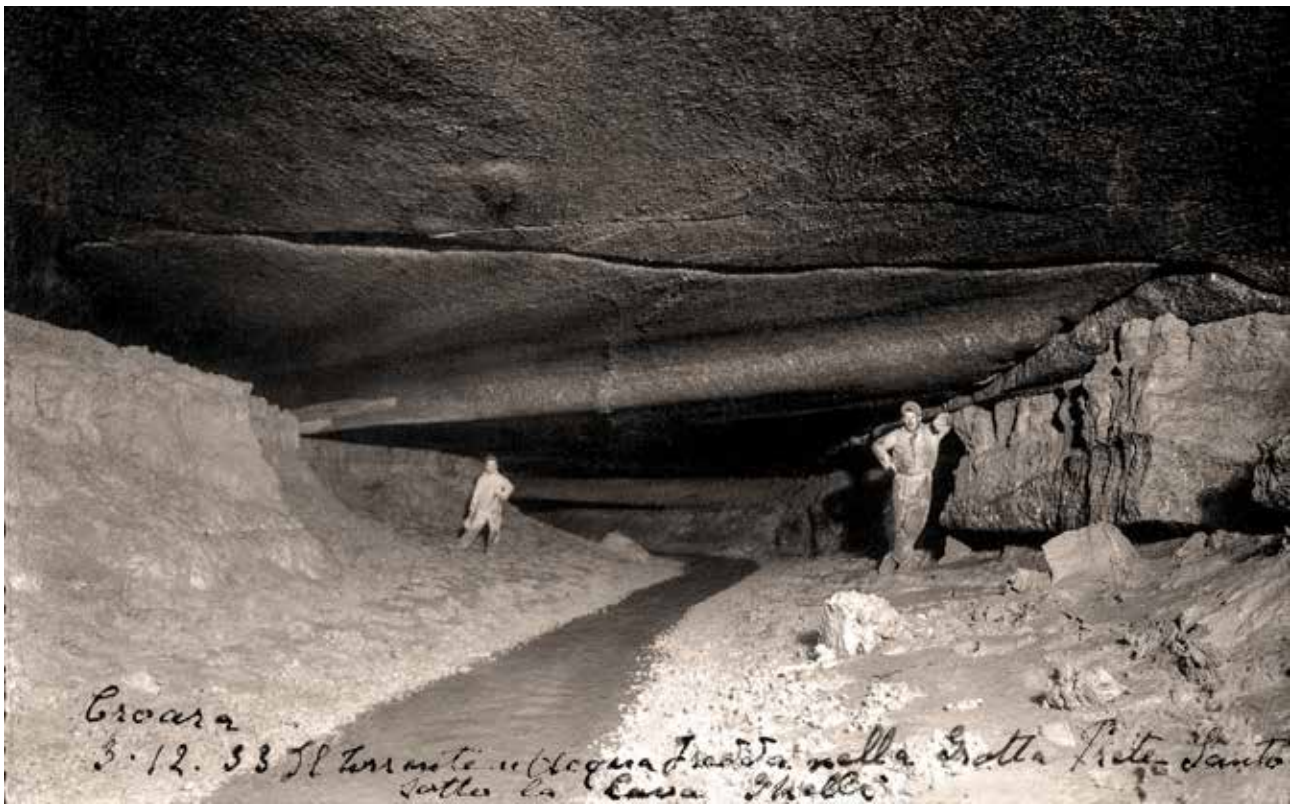
Stefano Lugli
Il gesso del sito UNESCO nell'arte pag. 377

Stefano Piastra
La storia degli studi nei gessi emiliano-romagnoli (XV-XIX secolo). Un primato mondiale pag. 389

Mauro Chiesi, Massimo Ercolani, Paolo Forti, Paolo Grimandi, Piero Lucci
Storia della speleologia nelle evaporiti dell'Emilia-Romagna (XX e XXI secolo) pag. 423

Luciano Bentini (†), Mauro Chiesi, Massimo Ercolani,
William Formella (†), Paolo Forti, Paolo Grimandi, Piero Lucci
L'attività estrattiva nei gessi dell'Emilia-Romagna pag. 455

Massimiliano Costa, Giovanna Daniele, Massimo Ercolani,
Monica Palazzini Cerquetella, Marco Pizziolo
Otto anni da un'idea, la storia della candidatura del sito seriale
"Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale" a Patrimonio dell'Umanità pag. 483



Risorgente dell'Acquafredda nei Gessi bolognesi. Luigi Fantini (fondatore del Gruppo Speleologico Bolognese) e il figlio Mario il 3 dicembre 1933 nelle suggestive anse della Grotta, tronco terminale del Sistema Acquafredda - Spipola, attualmente rilevato per oltre 10 Km. Giorgio Trebbi, fra il 1903 e il 1918, vi condusse un approfondito studio, pubblicato nel 1924. All'inizio del XX secolo, le attività estrattive non avevano ancora interrotto la continuità del Sistema e Trebbi poté risalire la Risorgente fino al sifone di contatto con la Grotta della Spipola, con cui si concludeva la Grotta del Prete Santo, forzato nel 1933 (foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).



1934. Luigi Fantini e Giovanni Mornig nella grande sala del "Buco del Noce", nei Gessi di Brisighella (Vena del Gesso romagnola) (foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

Presentazioni

Quando il 19 settembre 2023, a Riyad in Arabia Saudita, il *World Heritage Commitee* dell'Unesco proclamò l'ingresso del "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale" nella lista del Patrimonio mondiale, ricordo perfettamente il sentimento diffuso di felicità, emozione e orgoglio nella nostra delegazione e di tanti che, da lontano, ci seguivano attraverso la diretta. Conseguimmo un risultato eccezionale, perché eccezionale è il valore universalmente riconosciuto a questo nostro bene seriale che custodisce sette siti dell'Appennino emiliano romagnolo. Si tratta di sette meraviglie di morfologie carsiche, grotte e sorgenti, entrate ufficialmente nella grande famiglia mondiale Unesco al fianco dei blasonati siti naturali come le Isole Eolie, le Dolomiti e l'Etna. Se ciò che sembrava impossibile è divenuto possibile il merito è da ascrivere a un robusto e convinto lavoro di squadra, partito nel 2016, che ha consentito di ottenere questo prestigioso riconoscimento. La mia prima considerazione vuole dunque sottolineare l'idea antica, e quanto mai attuale, che quando si promuove uno sforzo congiunto per un obiettivo grande, quando c'è un lavoro di squadra vero, quando intelligenze diverse convergono verso un unico obiettivo, per quanto possa apparire ambiziosa o fors'anche irraggiungibile, la sfida la si può vincere.
La naturale conseguenza è che una squadra (vincente) deve evolvere, deve saper trasformarsi in un *network* (permanente). Sarebbe illogico crogiolarsi sul successo ottenuto un anno fa senza investire in nuova progettualità per il nostro sito seriale. In altre parole, il riconoscimento Unesco non va certo inteso come il punto terminale di una bella avventura bensì come il punto di partenza per un rinnovato impegno comune. In questo senso la Regione Emilia-Romagna è in prima linea, quale soggetto cui è affidata la *governance* del sistema, per valorizzare i preziosi luoghi, ma anche il tessuto diffuso di esperienze maturate in questi anni tra amministratori comunali e provinciali, amministratori di Enti Parco, ricercatori universitari, professionisti e imprese del territorio, associazioni di promozione sociale e culturale, e tanti appassionati. "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale" è il sesto sito naturale italiano, il secondo emiliano-romagnolo dopo le Faggete vetuste casentinesi, che entra dalla porta principale nella grande famiglia Unesco grazie al grande valore geologico, paleontologico, biologico, archeologico e ovviamente ambientale-cultuale. A partire da questa consapevolezza è nostro compito allargare il *network*, rafforzarlo, dotarlo di risorse economiche e vivacità progettuali. La cooperazione tra tutti i soggetti coinvolti sarà il fattore decisivo.
La terza considerazione riguarda l'*heritage* e la promozione. Questo bene seriale, che attraversa la nostra regione dalle prime colline reggiane passando per i Gessi bolognesi fino a Onferno sul confine con le Marche, è un'eredità geologica da tutelare e conservare nel migliore dei modi, e al contempo da far conoscere in Italia e nel mondo. Lo dobbiamo fare con la politica di piccoli passi costanti e delle grandi ambizioni, aumentando la conoscenza di queste grotte agli emiliano romagnoli, ma anche al mondo scientifico internazionale suscitando la curiosità e l'interesse, favorendo una comunicazione che sfrutti tutti i linguaggi, dalla contemporaneità alla scienza. Dobbiamo riuscire a raccontare l'eccezionalità di questi luoghi, frutto di una combinazione unica di fattori geologici e climatici che coesistono nel nostro territorio.
La difesa dell'equilibrio ambientale degli ecosistemi epigei ed ipogei, la protezione e la conservazione dei geositi e del paesaggio geologico dei Gessi significa prendersi cura del nostro territorio e valorizzarne le specificità e le tante biodiversità che su di esso convivono. Non ultima la valorizzazione degli aspetti storici, culturali e sociali, il lavoro dell'Uomo nel corso dei secoli, dai primi studi geologici e scoperte archeologiche ai giorni nostri. Sostenibilità è anche creare le condizioni per una fruizione sempre più attenta e responsabile delle nostre terre, e in parallelo promuovere una fruizione di studio scientifico e di ricettività diffusa che possa anche favorire le economie locali. Non sarà un turismo dei grandi numeri, ma la presenza di chi ama conoscere, studiare e scoprire luoghi ancora poco conosciuti e che tanto hanno da offrire in termini di paesaggi e biodiversità. La bellezza salverà il mondo, scriveva Dostoevskij, e noi vogliamo raccontare al mondo questa nostra grande bellezza.

Barbara Lori

Assessore alla Programmazione territoriale, Edilizia, Politiche abitative, Parchi e forestazione, Pari opportunità, Cooperazione internazionale allo sviluppo della Regione Emilia-Romagna

RegioneEmilia-Romagna

The book before us describes a region in the Northern Apennines in Italy, a karst area, similar, yet different to the karst I was most familiar with before coming to visit this area for the first time in 2022. Most karst areas in the world appear in sedimentary carbonate rocks, limestones and dolostones. Originally the term *karst or kras*, comes from my homeland, the area "Kras/Il Carso" situated inland of the North-East Adriatic coast. Almost half of Slovenia is in carbonate rocks and Postjna is one of the oldest and key research centres of karstology worldwide.

But in the Northern Apennines karst phenomena developed in another type of rock, in evaporite deposits. There are a number of areas in the world where karst developed in evaporite rocks and evaporitic karst is more extensive, nevertheless the areas in the Northern Apennines are the first and best studied sites worldwide that have attracted scholars since the 16th century. It is the area that has been excessively studies from the geological, mineralogical, morphological, hydrological and biological point of view and an outline of all this knowledge and data is summarised in this publication to give the reader an overview of the natural values and richness hidden underground or exposed on the surface. The World Heritage Committee has recognised its global significance and the area has been inscribed on the UNESCO World Heritage List in 2023 as a serial natural property.

The present book provides an outline of all the main characteristics of this World Heritage Serial Site in evaporitic rocks. The seven components of the serial site are relatively small but together they represent an excellent example of epigenic gypsum karst that has been well preserved and can be easily reached since it is situated in the hinterland of big towns from Parma to Bologna and Rimini. Being visited, described, researched and studied during the last 400 years the area is not just the cradle of evaporite karst science and knowledge, but also the best described and easily accessible.

Geologically speaking the book brings us back to two distinct periods in Earth's history that are important for the development and formation of the Northern Apennines, from over 200 million years ago to about 6 million years ago, through the Messimian Salinity Crises, and up to present times. The two different periods are nowadays represented in two different types of gypsum settings, the outcrops of the Secchia valley (Trias) and the Messinian gypsum reflected in the Apennines' lower Eastern sites from *Bassa collina reggiana* in the North-West to the *Evaporiti di San* Leo and *Gessi di Oferno* in the South-East of the North Apennine mountain chain, and particularly the remarkable outcrop of Vena del Gesso Romagnola.

At relatively short distances we can experience many different characteristics of the gypsum karst areas on the surface (dolines, blind valleys) and underground (caves). Visiting the different sites I was most impressed with the diversity and richness of some typical karst phenomena in gypsum, like the large conical gypsum forms at Grotta di Onferno or the vertical dissolution features of Buco delle candele at Gessi bolognesi and especially by very particular characteristics of the gypsum caves. They are so numerous (over 1000 registered with a length of over 100 kilometers) as a result and combination of different factors, complexity and intensity of processes, including 11.5 km long Spipola-Aquafreda-Prete Santo cave system. When entering this underground world, I experienced new characteristics and peculiarities of a gypsum karst caves, with glittering and sparkling walls of gypsum crystals, *mammeloni*, different microforms and much, much more as described in the following chapters.

The complex evolution of the area is perfectly captured in the chapters of this book to reflect the richness and diversity of gypsum karst from the geological, geomorphological, hydrological, paleontological and biological point of view as well as its relationship to humans. The bond between humans and nature is remarkably represented in the archaeological sites as well as the use of the minerals and rocks as building material. The human presence in the area reviled in the archaeological finds from the Copper Age burial grounds or the use of gypsum crystals *lapis specularis* for windows during the Roman times, as well as the use of gypsum for mortar and plaster till present.

Inscription of the Evaporitic Karst and Caves of the Northern Apennines on the UNESCO World Heritage List, is a privilege but also a responsibility and an obligation for safeguarding its attributes and its integrity, improving its management and to guarantee its protection. The key attributes contributed to the inscription of these areas to the global world heritage, but all the additional values, including its biodiversity and endemicity are also significant.

I wish the reader to enjoy the journey through the natural beauties of this World Heritage serial property, to discover and explore step by step its characteristics and attributes, to learn how to appreciate and respect our global world heritage and to understand that we are all responsible to safeguard it for present and future generations.

Gordana Beltram

IUCN WCPA Caves and Karst Working Group Member

Dopo la geniale intuizione del prof. Paolo Forti di candidare fenomeni carsici nei gessi dell'Emilia-Romagna al riconoscimento di Patrimonio dell'Umanità UNESCO, nel corso del 2017 un gruppo di lavoro informale, coordinato dallo stesso Paolo Forti, ha redatto la proposta tecnica grazie alla quale la proposta del sito "Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Emilia-Romagna" è stata inclusa ad inizio 2018 nella *Tentative List* italiana dei beni da candidare. a Patrimonio dell'Umanità dell'UNESCO.
Nell'attesa che il sito venisse selezionato per la candidatura all'UNESCO, occorreva approntare il dossier di candidatura, per la cui predisposizione la Regione ha deciso di istituire un gruppo di lavoro tecnico-scientifico. Nel corso degli incontri che hanno preceduto la nomina formale, il prof. Paolo Forti dichiarò di voler rinunciare al naturale ruolo di coordinatore e propose che fossi io a svolgere questa delicata funzione. La proposta mi lasciò stupito, ma mi riempì di orgoglio, soprattutto per la profonda stima che ho nei confronti di chi l'ha avanzata! Fortunatamente, la dott.ssa Giovanna Daniele accettò di ricoprire la funzione di vicepresidente; le sue doti sono state fondamentali nel proseguimento dei lavori.
Il gruppo è stato formalmente istituito dalla Regione nel luglio 2018 ed era costituito da 25 componenti, tra professori universitari, funzionari della Soprintendenza e dell'IBC, tecnici della Regione e dei tre Enti Parco, speleologi della Federazione Speleologica Regionale. Il gruppo decise di organizzarsi in un comitato redazionale di coordinamento: iniziò, così, la redazione del dossier, portata a termine, in modo assolutamente gratuito e con grande passione, in un tempo decisamente breve. Il gruppo ha svolto un lavoro eccellente, tanto che i contenuti scientifici del dossier saranno considerati in modo decisamente positivo dai valutatori dell'*International Union for Conservation of Nature* (IUCN).
Non dimenticherò mai le notti passate a scrivere i testi dei capitoli dedicati alla biologia e a tradurre in inglese le parti di chi aveva consegnato i proprio elaborati in italiano. Si era deciso di lavorare gratuitamente e non sarebbe stato corretto, da parte mia, farlo in orario di ufficio. Tuttavia, l'entusiasmo, la passione e l'orgoglio di fare qualcosa di così importante, mi hanno permesso di restare sveglio fino alle tre di notte per tanti giorni consecutivi, andando poi regolarmente negli uffici del Parco della Vena del Gesso Romagnola la mattina successiva.
Il ruolo del gruppo è culminato nel corso del sopralluogo di campo svolto dalla dott.ssa Gordana Beltram, per conto di IUCN, dal 7 al 14 novembre 2022. Una settimana memorabile, durante la quale i membri del comitato redazionale hanno accompagnato la valutatrice a visitare le diverse aree del sito seriale e quasi tutti i componenti del gruppo di lavoro l'hanno incontrata, per partecipare alla presentazione dei valori di EKCNA.
Il momento più straordinario, però, è stato il 19 settembre 2023 a Riyadh, quando, durante la 45° Conferenza UNESCO, è stato proclamato il riconoscimento del "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale" a Patrimonio Mondiale dell'Umanità. In questa occasione il gruppo di lavoro era rappresentato da me a dal prof. Stefano Lugli, che ha condotto il processo di candidatura dal fondamentale punto di vista geologico.
Qualcuno, povero di spirito e gonfio d'invidia per il risultato ottenuto, nel corso di una delle tante difficili riunioni con una parte, piccola, delle comunità locali che si è dichiarata contraria all'indomani della candidatura, ha inveito dicendo che avevamo sperperato denaro pubblico. Quando ho risposto dicendo che era probabilmente la prima candidatura a costo zero, a fronte dei costi milionari delle altre, perché tutto il gruppo di lavoro aveva operato gratuitamente, mi ha detto: "Peggio per voi, chi ve lo ha chiesto? Chi ve l'ha fatto fare?". Lui, una risposta non la meritava, ma la risposta c'è: l'amore per la nostra terra.

Massimiliano Costa

Presidente del Comitato Tecnico-Scientifico
per la redazione del dossier di candidatura

EKCNA
EVAPORITIC
KARST AND
CAVES OF
NORTHERN
APENNINES

Sono trascorsi centoventi anni dal giorno in cui quattro studenti di Scienze Naturali dell'Università di Bologna danno vita alla *Società Italiana di Speleologia* e iniziano ad esplorare le grotte in rocce evaporitiche (e quindi nel gesso) della nostra Regione.
Naturalmente, da quel giorno ormai lontano, tragici eventi globali hanno più volte interrotto le esplorazioni degli speleologi, e tuttavia non v'è dubbio che anche il lavoro pionieristico dei quattro studenti bolognesi ha idealmente contribuito al felice esito della candidatura UNESCO.
Da oltre un secolo, gli speleologi esplorano le grotte dell'Emilia-Romagna, ne riportano la topografia e tracciano i percorsi ipogei delle acque. Individuano poi i tanti motivi di interesse (solo parzialmente compendiati in questo volume) che fanno dei fenomeni carsici in rocce evaporitiche degli ambienti unici, e quindi assolutamente degni di essere studiati, nonchè salvaguardati.
Per far questo, è d'obbligo coinvolgere studiosi di molteplici discipline, spesso, in apparenza, distanti dal mondo chiuso e buio delle grotte, poichè le cavità naturali in rocce evaporitiche, hanno caratteristiche peculiari ed irripetibili che le differenziano dalle più diffuse (e indubbiamente più grandi e spettacolari) grotte in rocce calcaree. Infatti, la dissoluzione della roccia ad opera dell'acqua avviene in modo sostanzialemente diverso, inoltre l'evoluzione delle grotte in rocce evaporitiche è assai più veloce. Esse nascono, si sviluppano (e spesso si distruggono) nel corso di poche migliaia di anni. La loro evoluzione è così rapida da essere percepita, in alcuni casi, nel breve istante di un'esistenza umana. Ma in questo periodo di tempo, geologicamente brevissimo, nelle grotte si formano riempimenti, speleotemi e morfologie uniche, che sono preziose testimonianze degli eventi geologici, del clima, della vita e della presenza umana e, dunque, del passato più recente del nostro Pianeta.
Non sorprende quindi che, a suo tempo, la IUCN abbia sottolineato, nel dossier dedicato ai fenomeni carsici mondiali, l'esigenza di inserire, tra i siti UNESCO, il carsismo e le grotte in rocce evaporitiche. Opportunità tempestivamente colta dal prof. Paolo Forti (Università di Bologna) che, da subito, l'ha condivisa con la nostra Federazione.
Il successo della candidatura UNESCO si deve quindi, in primo luogo, alle eccezionali caratteristiche dei fenomeni carsici dell'Emilia-Romagna e, di conseguenza, all'alta qualità di studi e scoperte che la nostra comunità speleologica ha condiviso con l'Area Geologia Sismica e Suoli della Regione Emilia-Romagna e con le massime istituzioni culturali regionali.
Resta purtroppo aperta una questione urgente: la cava di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) sta distruggendo due tra i più importanti e studiati sistemi carsici in roccia gessosa del Pianeta.
Porre fine alla distruzione di questi eccezionali ambienti ipogei è compito prioritario che non riguarda solo gli speleologi, poichè, anche qui, si misura la volontà di ciascuno di noi di confrontarsi (su piccola scala?) con i problemi derivati dallo sconsiderato sfruttameno del (non solamente nostro) Pianeta.

Piero Lucci
Presidente della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

FSRER



Anni trenta del secolo scorso: Giovanni Mornig all'ingresso della Grotta del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola) fotografato da Luigi Fantini. È forse la foto più iconica mai scattata in una grotta dell'Appennino settentrionale.



Dicembre 1936: Grotta del Farneto (Gessi bolognesi), Sala del Trono: il rilevamento topografico del piano superiore della cavità (foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

Inquadramento territoriale

Mauro Generali, Marco Pizziolo
(Area Geologia Sismica e Suoli della Regione Emilia-Romagna)

Il Patrimonio dell'Umanità UNESCO denominato EKCNA (*Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines*), è un sito seriale composto da sette Siti componenti (*Component Sites* - CS). Ogni zona è caratterizzata da un'area detta "*core*" (o "*World Heritage*" - il patrimonio UNESCO vero e proprio), e un'area "*buffer*", ovvero un'area di rispetto, posta attorno all'area "*core*" ma, anch'essa, sovrapposta ad aree già oggetto di altri tipi di tutele (regionali, nazionali o europee). A sua volta, il sito CS 5 è suddiviso in tre sotto-aree *core*, non contigue fra loro ma racchiuse da un'unica area *buffer*.

I Siti componenti sono denominati nel modo seguente:

CS 1 Alta Valle Secchia
CS 2 Bassa Collina Reggiana
CS 3 Gessi di Zola Predosa
CS 4 Gessi Bolognesi
CS 5 Vena del Gesso Romagnola
  a. Monte Penzola
  b. Monte del Casino
  c. Monte Mauro
CS 6 Evaporiti di San Leo
CS 7 Gessi di Onferno

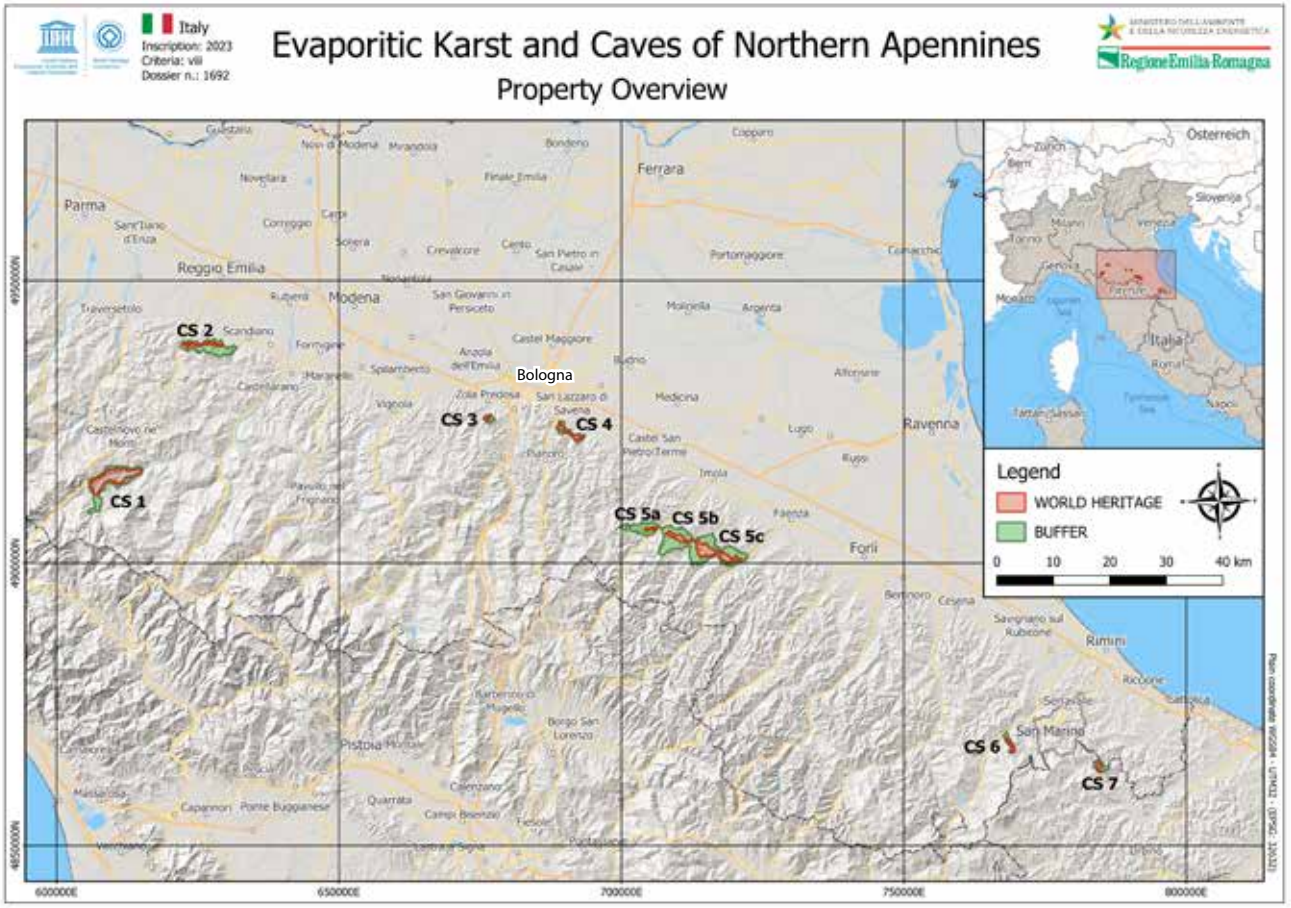


Fig. 1 – Ubicazione dei 7 Siti componenti (CS).

Geograficamente le diverse aree occupano il basso o medio Appennino emiliano e romagnolo, ad eccezione dei gessi triassici dell'Alta Valle Secchia che sono collocati nel settore di media montagna.
Di seguito, per ogni area, sono riportate le superfici delle aree *core* e *buffer* ed i dati statistici delle quote s.l.m. per ciascuna di esse.

CS	Nome	CS sub	Zona	Area (ha)	Perim (Km)	Quota media (m s.l.m.)	Quota minima (m s.l.m.)	Quota massima (m s.l.m.)
1	**Alta Valle Secchia**		**core**	1596.0	36.5	590	410	893
			buffer	1292.3	92.7	699	405	932
2	**Bassa Collina Reggiana**		**core**	273.7	22.5	307	195	416
			buffer	1384.8	65.2	328	116	526
3	**Gessi di Zola Predosa**		**core**	57.3	4.9	228	146	362
			buffer	127.7	14.7	305	131	443
4	**Gessi Bolognesi**		**core**	237.2	18.2	204	78	287
			buffer	325.1	40.2	183	71	285
5	**Vena del Gesso Romagnola**	**5a - Monte Penzola**	**core**	69.9	7.4	246	92	402
		5b - Monte del Casino	**core**	281.4	22.1	307	91	476
		5c - Monte Mauro	**core**	961.8	33.6	306	93	512
			buffer	4774.8	166.8	239	72	568
6	**Evaporiti di San Leo**		**core**	119.3	7.3	401	193	634
			buffer	165.0	20.9	359	173	651
7	**Gessi di Onferno**		**core**	84.5	4.8	313	196	481
			buffer	274.8	16.6	317	184	550

Tab. 1 – Tabella di sintesi dei principali parametri geometrici dei diversi Siti componenti, con distinzione fra area *core* (*World Heritage*) e area *buffer*.

La seguente tabella riporta l'ulteriore suddivisione delle aree (espresse in ettari (ha)), suddivise per Provincia e Comune.

Territorio		*Siti componenti*							
Provincia	Comune	CS 1 Alta Valle Secchia	CS 2 Bassa Collina Reggiana	CS 3 Gessi di Zola Predosa	CS 4 Gessi Bolognesi	CS 5 Vena del Gesso Romagnola	CS 6 Evaporiti di San Leo	CS 7 Gessi di Onferno	Totali
Reggio Emilia (RE)	Albinea		977.1						**977.1**
	Castelnovo ne' Monti	714.2							**714.2**
	Scandiano		212.6						**212.6**
	Ventasso	838.4							**838.4**
	Vezzano sul Crostolo		313.6						**313.6**
	Viano		155.1						**155.1**
	Villa Minozzo	1335.7							**1335.7**
	Totale Reggio Emilia	**2888.3**	**1658.4**						**4546.8**
Bologna (BO)	Borgo Tossignano					1562.4			**1562.4**
	Casalfiumanese					266.9			**266.9**
	Fontanelice					438.6			**438.6**
	Pianoro				86.3				**86.3**
	San Lazzaro di Savena				476.0				**476.0**
	Sasso Marconi			53.6					**53.6**
	Zola Predosa			131.4					**131.4**
	Totale Bologna			**185.1**	**562.3**	**2267.9**			**3015.3**
Ravenna (RA)	Brisighella					1854.5			**1854.5**
	Casola Valsenio					980.5			**980.5**
	Riolo Terme					985.0			**985.0**
	Totale Ravenna					**3820.0**			**3820.0**
Rimini (RN)	Gemmano							359.1	**359.1**
	Novafeltria						2.6		**2.6**
	San Leo						281.8		**281.8**
	Sassofeltrio							0.1	**0.1**
	Totale Rimini						**284.3**	**359.2**	**643.6**
Totale per Sito componente		***2888.3***	***1658.4***	***185.1***	***562.3***	***6087.9***	***284.3***	***359.2***	***12025.6***

Tab. 2 – Tabella di sintesi delle superfici dei sette Siti componenti, espresse in ettari (ha), suddivise per Provincia e Comune.

Di seguito le cartografie topografiche dei singoli Siti Componenti.

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

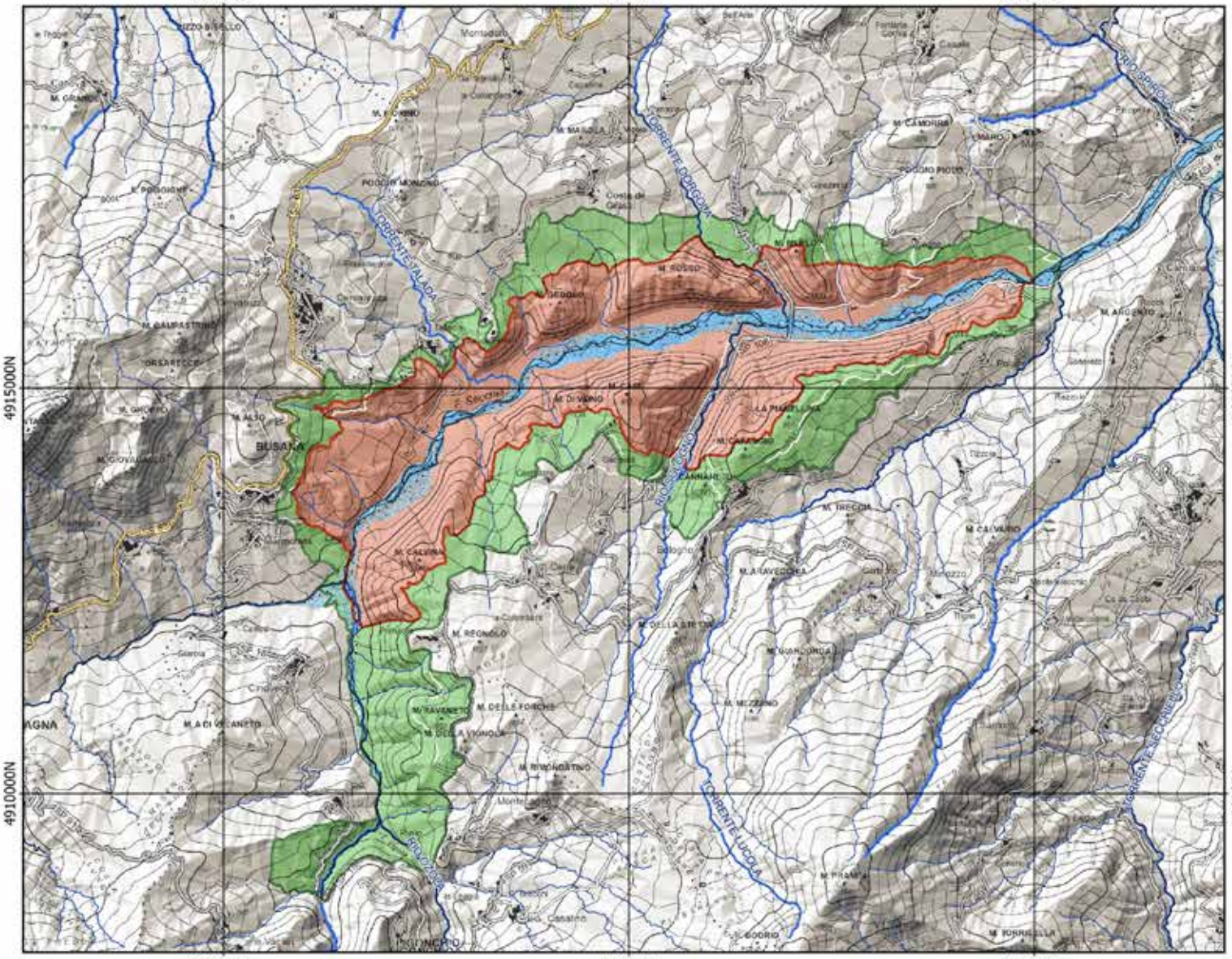
Component Site n.1 - Alta Valle Secchia

Table n° 1 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Regione Emilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692


605000E
610000E
615000E
4915000N
4910000N
BUSANA
M. CAVARNA
M. RONCHETO
M. RAVENETO
M. RINCHIATINO
M. PRAMPA
M. TORRICELLA
M. GORIO
M. CAMORRA
M. ROSSO
M. ARGENTO
M. TRECCA
M. CAVALINO
M. GIOVALLASCO
M. GAUDASTRINO
M. GRUPPO
M. ALTO
M. REGNOLO
M. DELLE FORCHE
M. DELLA VIGNOLA
M. RAVEDORA
M. DELLA STELLA
M. GIANCONDA
M. MEZZANO
M. CA' VALINO
M. DI VANO
LA PIANELLONA
TORRENTE DORGOLA
TORRENTE ITALBA
TORRENTE LUCOLA
RIO SPIRONE
RIO CANALE
RIO SECCHIO
RIO SECCHIELLO
RIO CANNAIE
RIO CASALINO
RIO CASTAGNO
RIO CAMPOLUNGO
RIO CAMPOLUNGHINO
RIO CAMPOLUNGHINO
RIO CAMPOLUNGHIN

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

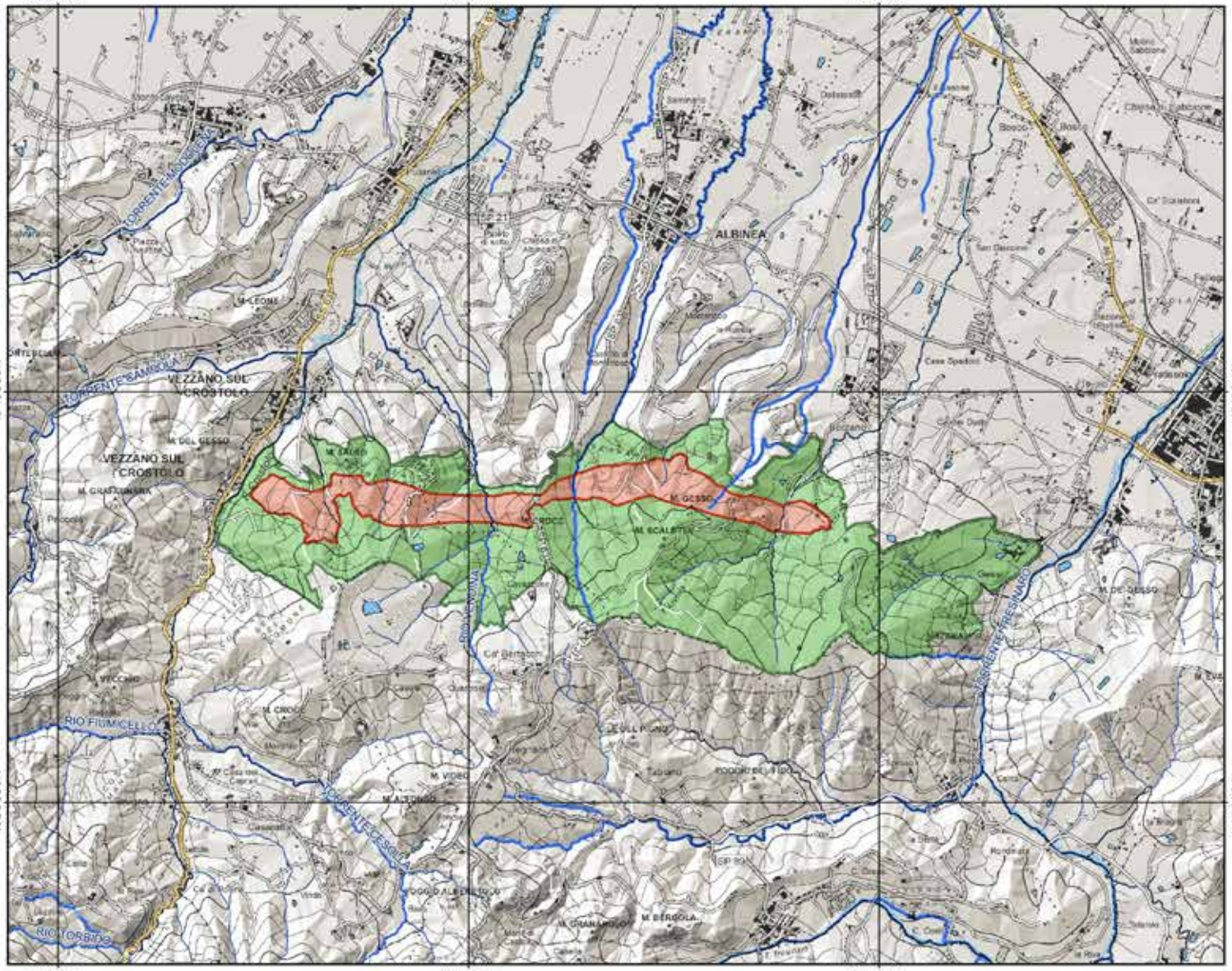
Component Site n.2 - Bassa Collina Reggiana

Table n° 2 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

RegioneEmilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

- WORLD HERITAGE
- BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

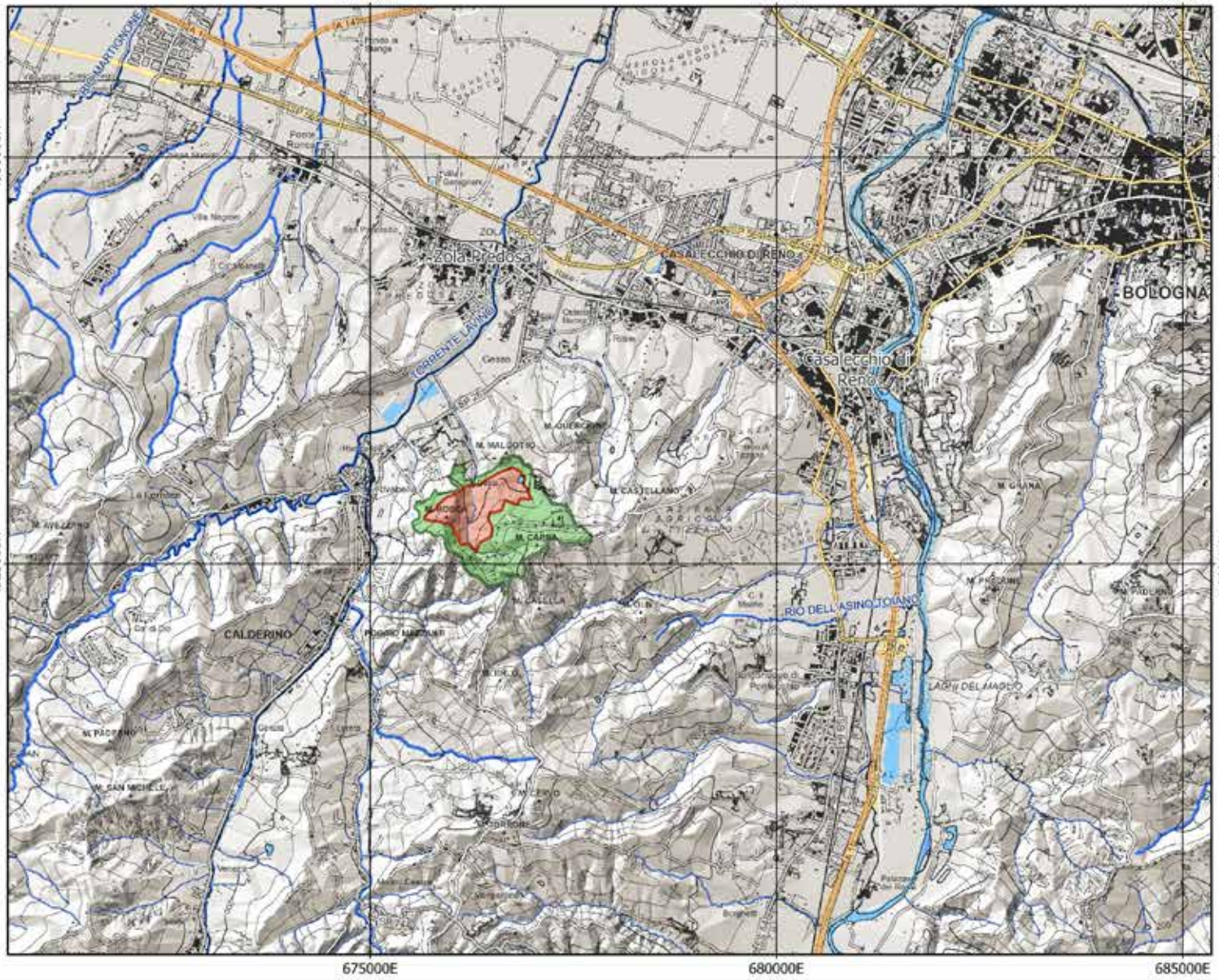
Component Site n.3 - Gessi di Zola Predosa

Table n° 3 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

RegioneEmilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

WORLD HERITAGE

BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

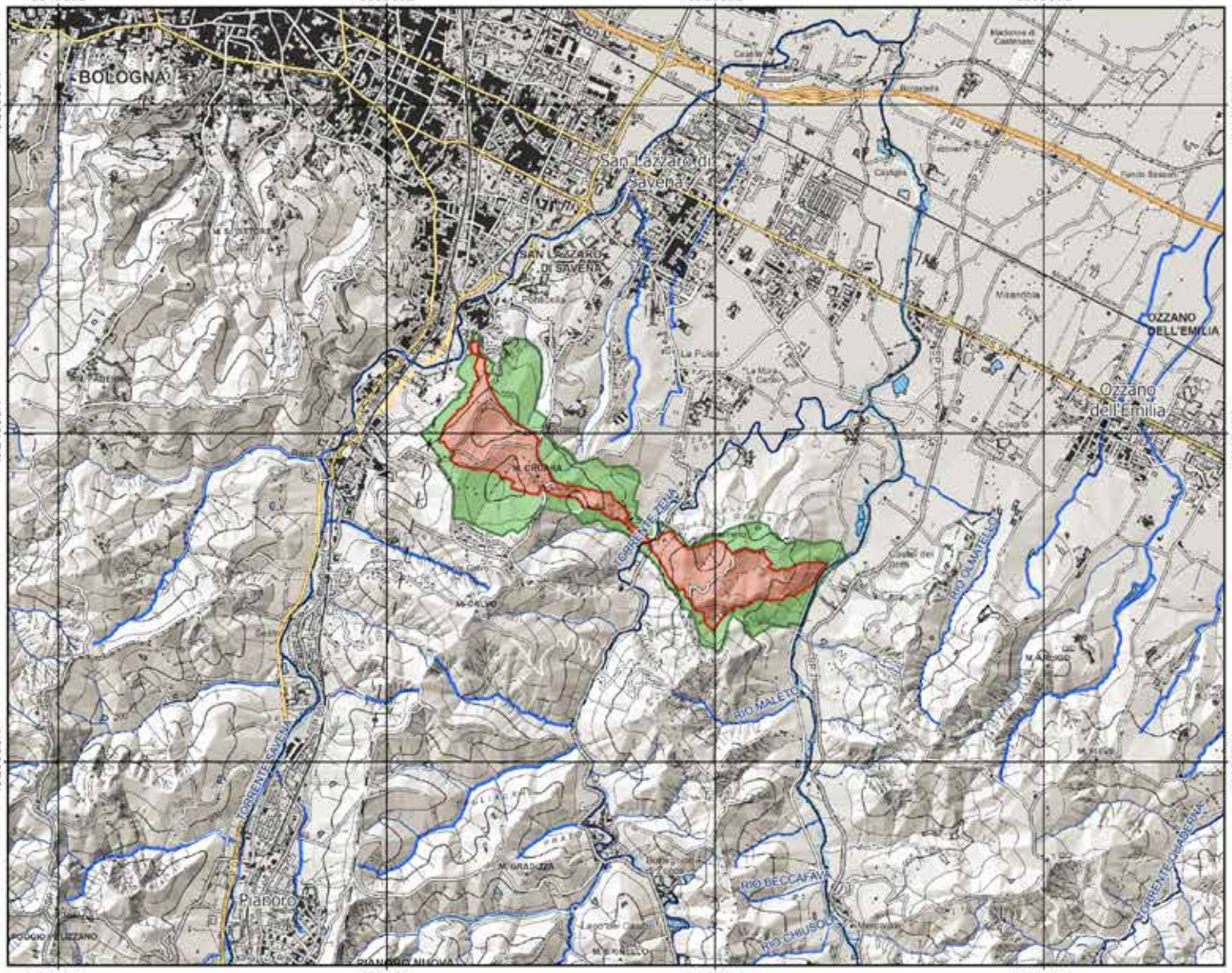
Component Site n.4 - Gessi Bolognesi

Table n° 4 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

RegioneEmilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

- WORLD HERITAGE
- BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

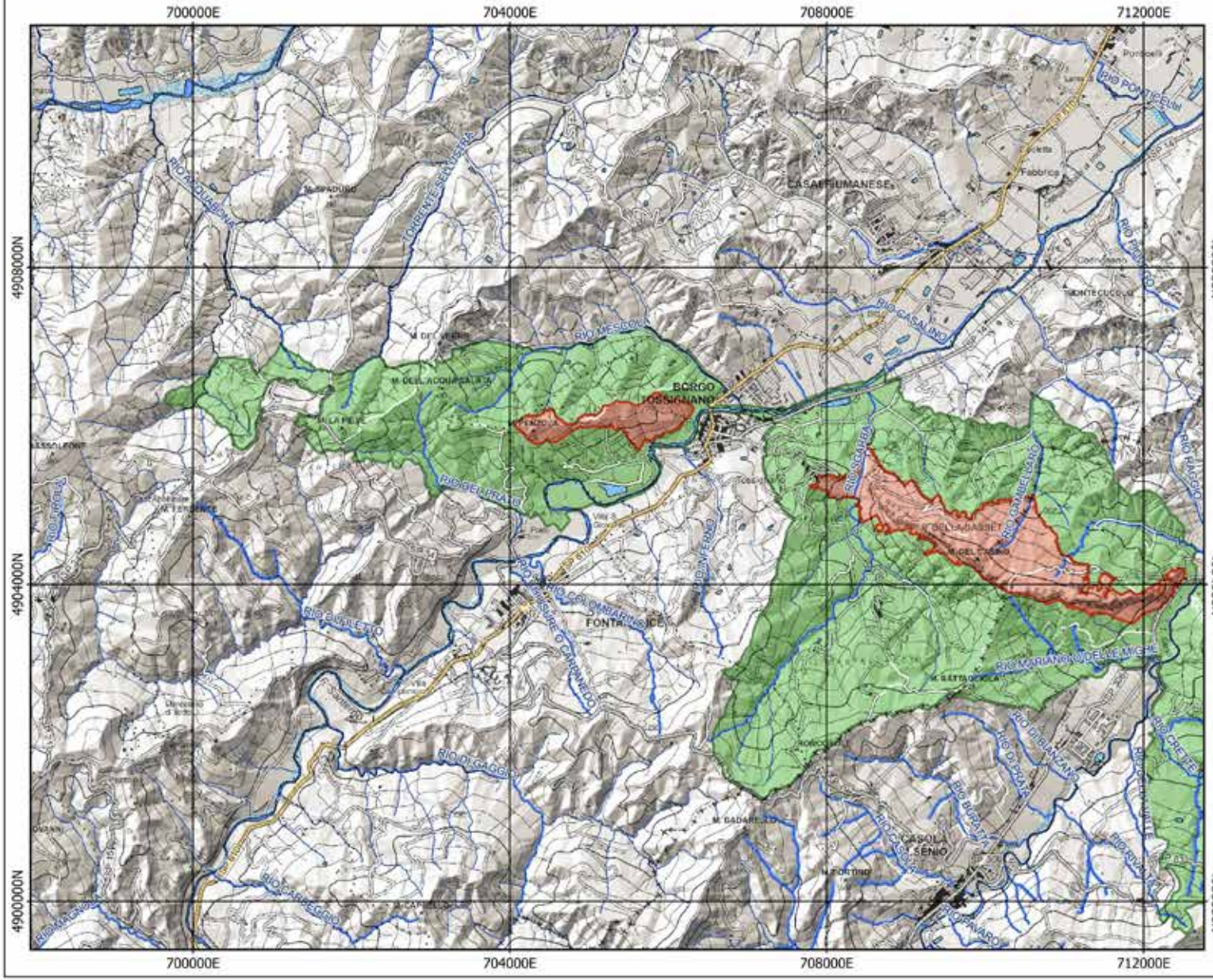
Component Site n.5a - Vena del Gesso Romagnola - Monte Penzola

Table n° 5 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Regione Emilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

- WORLD HERITAGE
- BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

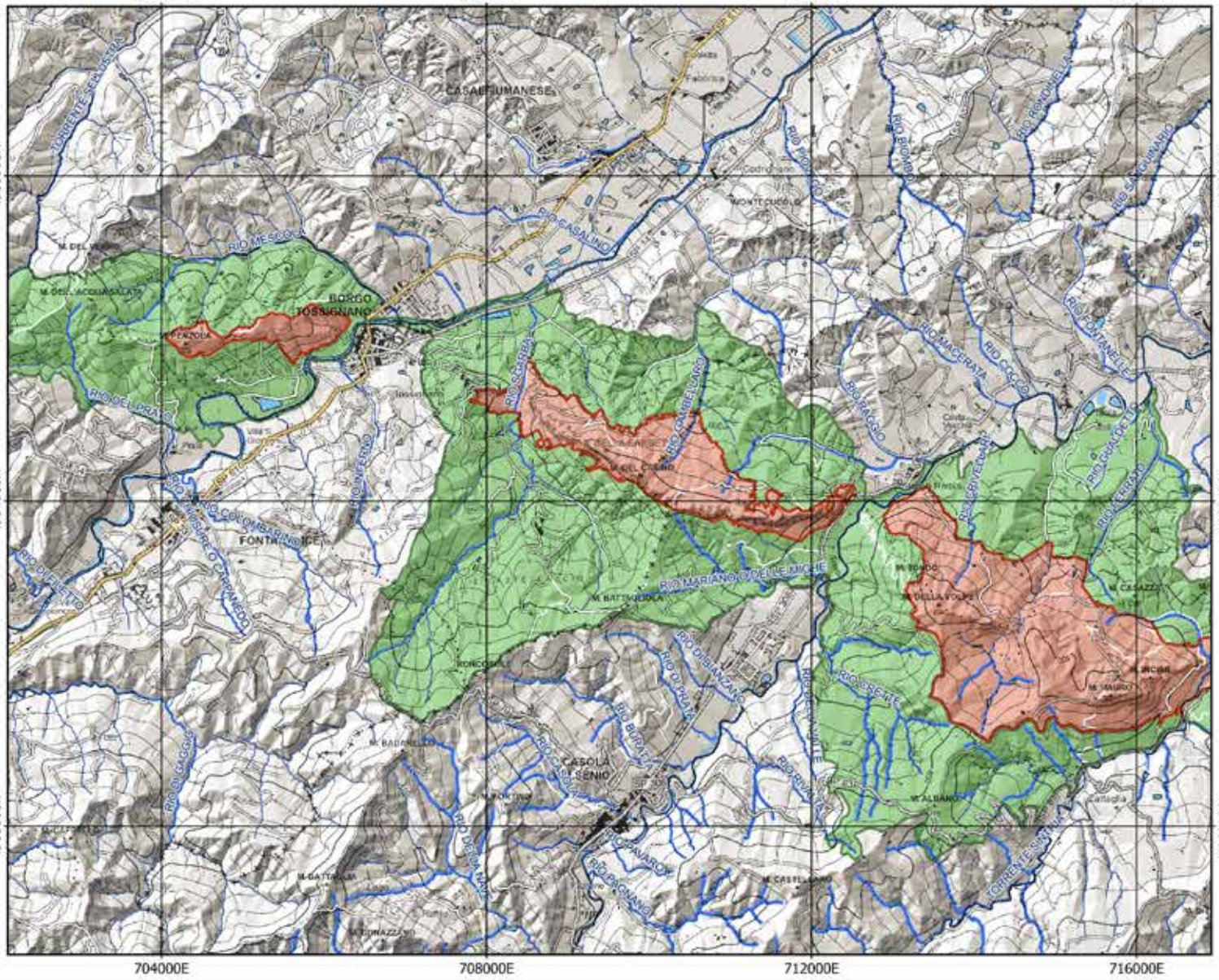
Component Site n.5b - Vena del Gesso Romagnola - Monte del Casino

Table n° 6 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Regione Emilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

- WORLD HERITAGE
- BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

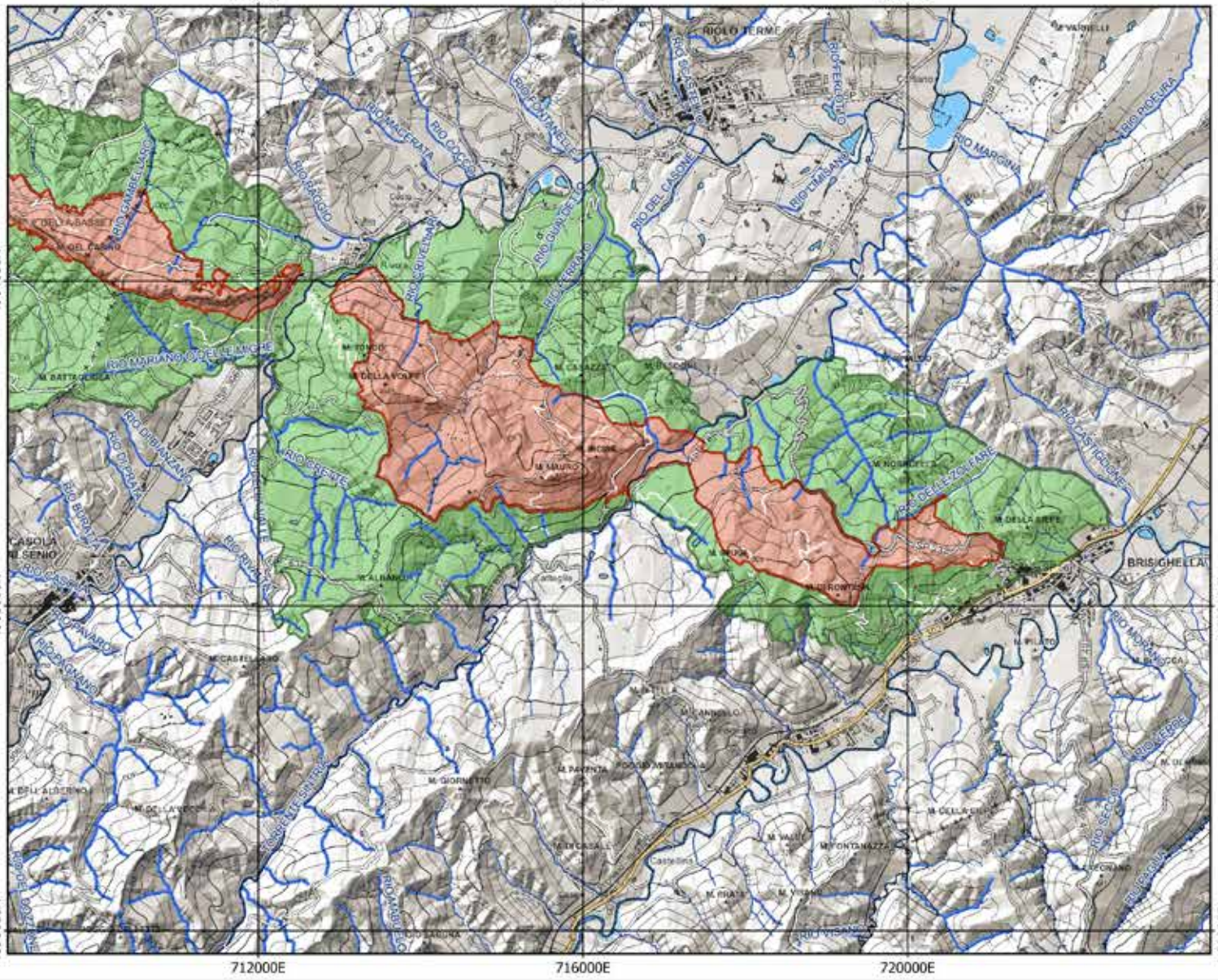
Component Site n.5c - Vena del Gesso Romagnola - Monte Mauro

Table n° 7 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Regione Emilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692


712000E
716000E
720000E
4904000N
4900000N
4896000N
RIO MARGINA
RIO PIOEURA
RIO CASONE
RIO MACERATA
RIO GESSO
RIO GAMBELLARO
RIO MARIANO DELLE MACINE
RIO DI MANZANO
RIO DI RONTANA
RIO GESSETE
RIO CASTIGLIANE
RIO DEGLI EZZI FARE
RIO DI ROMAGNANO
RIO DI MONTE TONDO
RIO DI MONTE MAURO
RIO DI MONTE CASTELLACCIO
RIO DI MONTE ROSSO
RIO DI MONTE PENNA
RIO DI MONTE CAMPANELLO
RIO DI MONTE CAMPANELLO
RIO DI MONTE CAMPANELLO

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

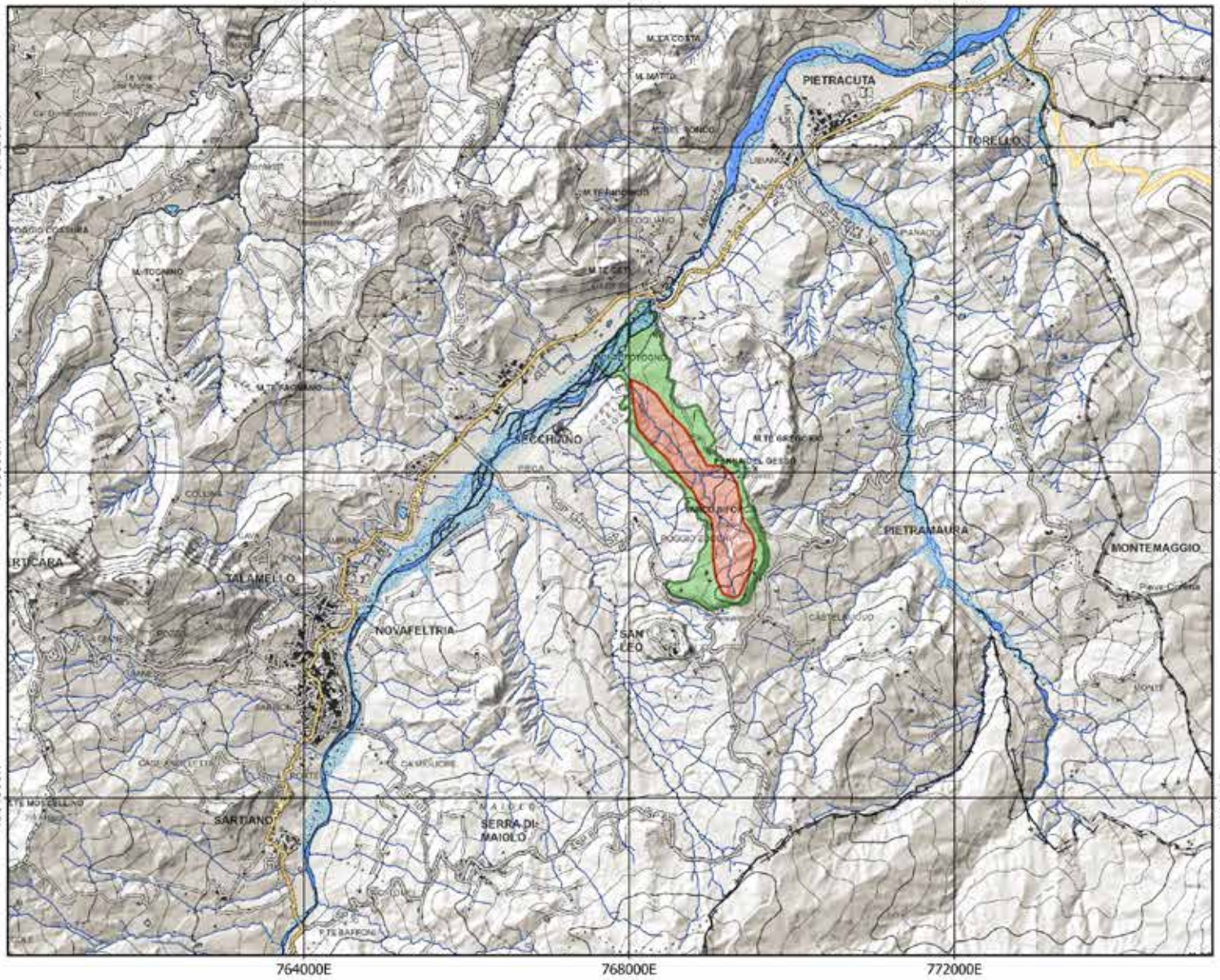
Component Site n.6 - Evaporiti di San Leo

Table n° 8 of 9

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

RegioneEmilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

- WORLD HERITAGE
- BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines

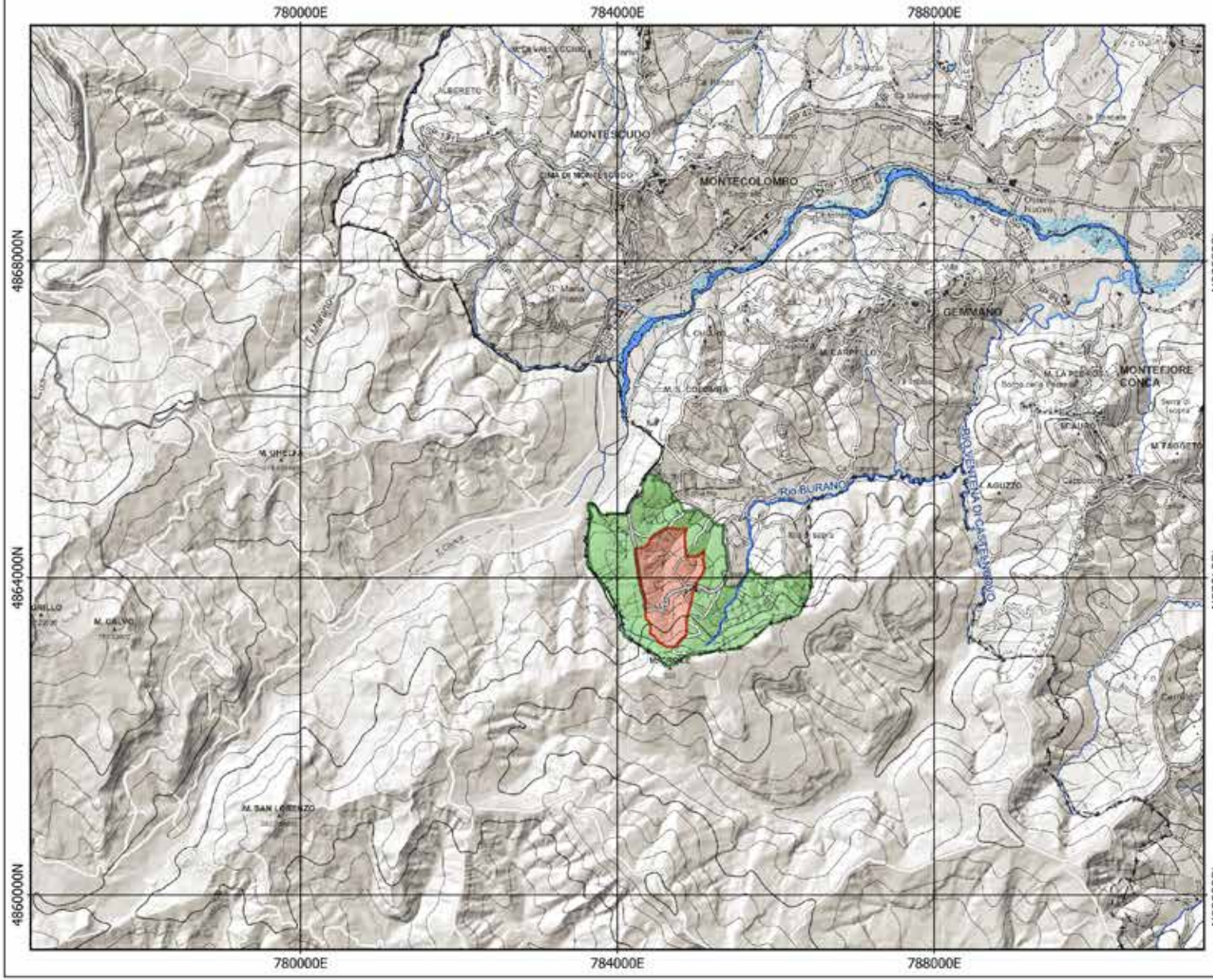
Component Site n.7 - Gessi di Onferno

Table n° 9 of 9

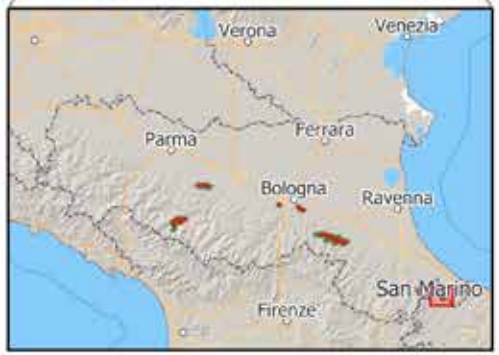
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

RegioneEmilia-Romagna

Italy
Inscription: 2023
Criteria: viii
Dossier n.: 1692







Legend

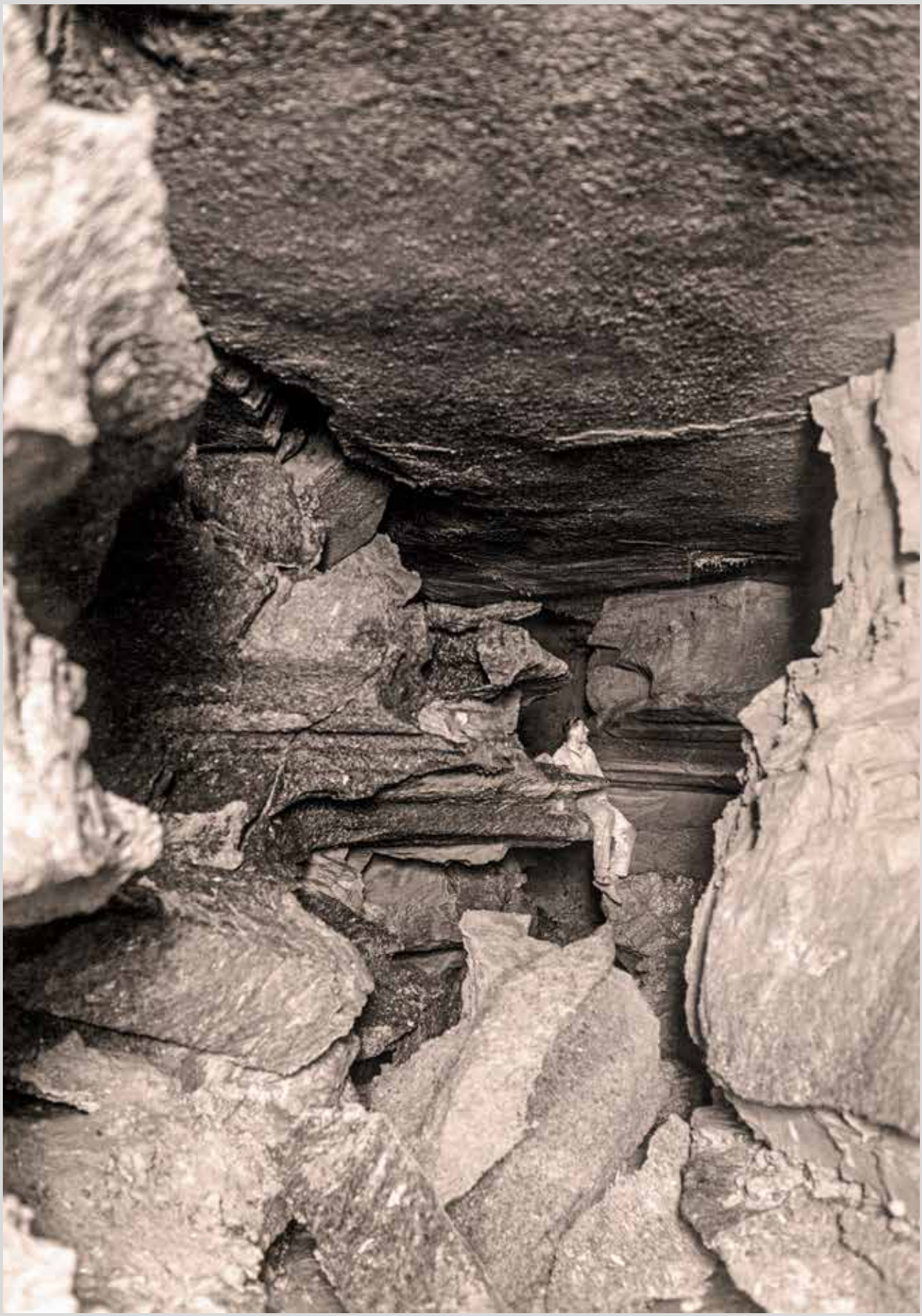
WORLD HERITAGE

BUFFER

0 1 2 3 4 km

Plain coordinate WGS84 - UTM32 - (EPSG: 32632)

I
Ambiente



Gesso di Zola Predosa, 1933. Il meandro della grotta scoperta dal Gruppo Speleologico Bolognese e intitolata a Michele Gortani (foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Il valore universale delle evaporiti e del carsismo dell'Appennino settentrionale

Stefano Lugli[1]

Riassunto
Il nuovo sito UNESCO rappresenta l'esempio più completo, straordinario e facilmente accessibile di fenomeni carsici nelle rocce gessose in condizioni di clima umido subtropicale. Riunisce le aree più studiate al mondo fin dal XVI secolo per quanto riguarda l'idrogeologia, la mineralogia e la speleologia nelle evaporiti. In seguito alla complessa relazione tra evoluzione geologica e clima umido subtropicale, il sito ospita diverse fasi della evoluzione dei minerali evaporitici e molti speleotemi e minerali del tutto peculiari. Le oltre 900 grotte, con uno sviluppo totale di oltre 100 km, sono disseminate in un'area relativamente ristretta, incluse la grotta in gesso più profonda del mondo, la grotta epigenetica più lunga del mondo e le sorgenti carsiche salate con la portata maggiore d'Europa. Molte grotte sono state oggetto di frequentazione umana fin dalla preistoria e sono diventate aree di estrazione del *lapis specularis*, gli splendidi cristalli trasparenti utilizzati dai Romani al posto del vetro.

Parole chiave: Patrimonio mondiale, grotte, carsismo, evaporiti, Unesco.

Abstract
The new UNESCO site represents the most comprehensive, extraordinary and easily accessible example of karst phenomena in gypsum rocks under humid subtropical climate. It brings together the most studied areas in the world since the 16th century in the field of hydrogeology, mineralogy and speleology in evaporites. As a result of the complex relationship between geologic evolution and the humid subtropical climate, the site is home to several stages of evaporitic mineral evolution and many peculiar speleothems and minerals. The more than 900 caves, with a total development of more than 100 km, are scattered over a relatively small area, including the world's deepest gypsum cave, the world's longest epigenetic cave, and salt karst springs with the largest flow in Europe. Many of the caves have been the subject of human frequentation since prehistoric times and became mining areas for lapis specularis, the beautiful transparent crystals used by the Romans instead of glass.

Ketwords: *World heritage list, caves, karst, evaporite, Unesco.*

La lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO contiene numerosi siti dove sono presenti grotte, più di 140, comprese quelle artificiali, in 71 paesi del mondo. La maggior parte delle grotte carsiche dichiarate Patrimonio dell'Umanità si aprono in rocce calcaree e molte sono siti culturali, che ospitano forme di arte rupestre scolpita o dipinta.

Fino al 19 settembre 2023, nella lista UNESCO non esisteva alcun sito carsico nelle rocce evaporitiche, quelle rocce cioè deposte per evaporazione dell'acque di mare: i gessi e il salgemma.

Sono queste rocce estremamente particolari così come estremamente particolari sono le grotte che le attraversano. Il nuovo sito viene quindi a colmare un vuoto importante nella lista UNESCO, vuoto che l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (International Union for the Conservation of Nature, IUCN), aveva segnalato e ribadito.

Ma perché i nostri gessi e le nostre grotte sono esempi straordinari (Aa.Vv. 2022), degni di essere considerati patrimonio dell'Umanità?

Il primo aspetto che contribuisce al valore universale del carsismo nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale è l'altissimo livello di conoscenza scientifica. Le esplorazioni e le scoperte avvenute in quest'area, descritte in pubblicazioni speleologiche pionieristiche, sono considerate pietre miliari nello sviluppo delle geoscienze. I fenomeni di dissoluzione e i numerosi minerali di grotta sono stati descritti nell'Appennino settentrionale addirittura a partire dal XVI secolo. Il loro studio ha contribuito a formare le basi della nomenclatura internazionale del carsismo nelle evapo-

[1] Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Via Campi 103, 41125 Modena (MO); stefano.lugli@unimore.it

riti, utilizzata in tutto il mondo fino ai giorni nostri.
In una fascia di ridotta estensione, costituita da scarpate verticali che emergono dalle argille circostanti, è possibile studiare l'evoluzione dei depositi evaporitici triassici e miocenici, con la stessa facilità di accesso che ha favorito la loro esplorazione fin dall'epoca pre-scientifica.
Nel nuovo sito UNESCO troviamo più di 900 grotte per uno sviluppo complessivo di circa 90 km, la grotta in gesso più profonda del mondo, il sistema di Monte Caldina che raggiunge 265 m di profondità, la grotta epigenetica più lunga del mondo, il sistema Acquafredda-Spipola-Prete Santo, che raggiunge 11,5 km di lunghezza e la più grande sorgente carsica salata d'Europa, le Fonti di Poiano, con portata media di 400 L/s.
I fenomeni carsici e le grotte del nuovo sito UNESCO si sono sviluppati in due unità geologiche evaporitiche, le Evaporiti di Burano risalenti al Triassico superiore (216-203 milioni di anni fa) nella zona del crinale appenninico e la Formazione Gessoso-solfifera del Messiniano (Miocene, 5,96-5,60 milioni di anni fa) nella fascia collinare. La deposizione di queste rocce rappresenta due fasi importanti nella storia del nostro pianeta: la disgregazione del supercontinente Pangea oltre 200 milioni di anni fa e la catastrofe ecologica che ha interessato il Mar Mediterraneo quasi 6 milioni di anni fa.
Nei gessi del Messiniano riusciamo ancora a leggere la storia della loro deposizione nell'acqua di mare, mentre i gessi triassici e quelli messiniani della Romagna orientale portano i segni di complesse trasformazioni dei minerali avvenute successivamente. A causa dell'aumento di temperatura in profondità, i cristalli primari di gesso, come la selenite, si trasformano in anidrite e poi di nuovo in gesso in affioramento, formando l'alabastro gessoso, roccia microcristallina dal caratteristico colore biancastro.
Evoluzione simile, anche se molto più intensa e tormentata, hanno avuto i gessi triassici della Formazione di Burano nel Parco nazionale dell'Appennino tosco-emiliano. Nella figura vediamo il confronto tra l'evoluzione geologica dei gessi Triassici della Val Secchia e quella dei gessi messiniani della Vena del Gesso in Emilia e nella Romagna orientale.
A causa di dei complessi fenomeni geologici, nelle due aree appenniniche i gessi hanno sviluppato ca-

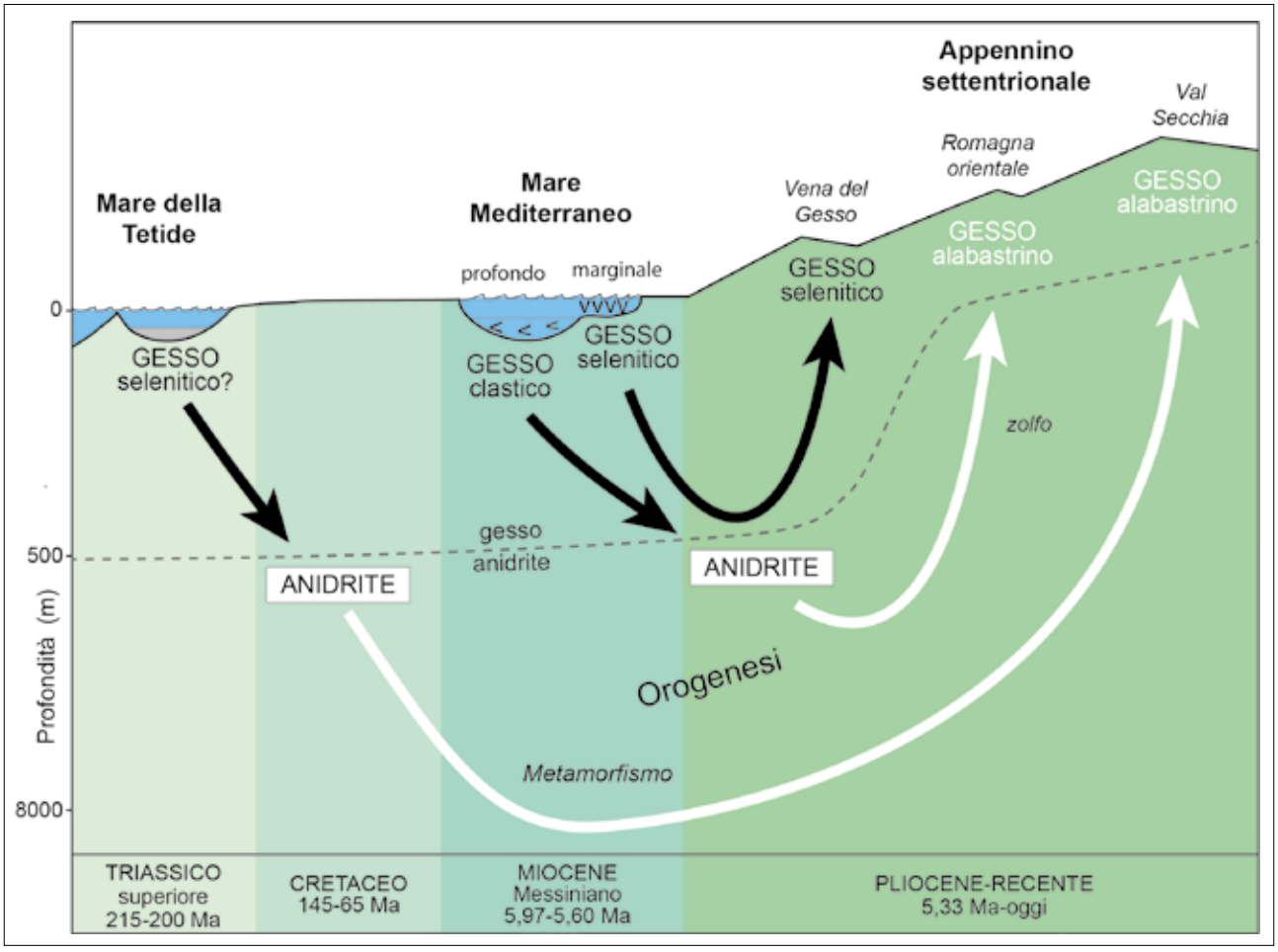


Fig. 1 – La storia geologica della deposizione, seppellimento ed esumazione dei gessi messiniani a confronto con quella dei gessi triassici.

ratteristiche carsiche completamente diverse. Il gesso del Triassico superiore è stato interessato da forti deformazioni che contribuiscono a determinare spettacolari processi geologici in rapida evoluzione, come la formazione di enormi fratture, le doline di sfondamento, le frane per crollo, l'apertura di nuove grotte e la scomparsa di vecchi sistemi carsici. Questi fenomeni si sviluppano con una rapidità non riscontrabile in nessuna altra area carsica del mondo.

Le grotte nelle evaporiti appaiono piuttosto spoglie rispetto a quelle nel calcare, il gesso infatti presenta una bassa tendenza a formare concrezioni come stalattiti e stalagmiti, così caratteristiche delle grotte più conosciute. È questo uno degli aspetti più affascinanti di questo tipo di grotte: le pareti appaiono lisce e spoglie, raramente decorate da concrezioni. E così le pareti dei condotti delle grotte nei gessi messiniani scintillano a causa dei milioni di cristalli geminati a coda di rondine, lunghi fino alcuni metri, i cui piani di sfaldatura brillano come specchietti alla luce portata dai visitatori. Nelle grotte dei gessi triassici e nei gessi alabastrini messiniani (Evaporiti di San Leo, Rimini) le pareti dei condotti appaiono invece candide. Anche questo è un aspetto veramente affascinante, portando la luce nel regno del buio eterno le rocce risplendono bianche come la neve, e in alcuni casi luccicano come fossero rivestite da granuli di zucchero.

Le grotte nelle rocce evaporitiche triassiche sono praticamente prive di resti fossili e di resti archeologici, a causa della rapidissima evoluzione dei condotti anche per crollo, ma le rocce gessose messiniane conservano un significato paleontologico molto importante, sia a livello deposizionale, per lo sviluppo di sistemi paleocarsici di età intra-messiniana nei Gessi di Zola Predosa e della Vena del Gesso romagnola, con abbondanti resti di iene, mastodonti, antilopi, scimmie, coccodrilli, sia per fasi carsiche successive di età pleistocenica, caratterizzate da resti di bisonti, megaceri, marmotte, tassi, caprioli, lupi e altri animali rinvenuti all'interno di un paleo-inghiottitoio (Gessi bolognesi).

Le grotte dei gessi messiniani videro anche una stabile frequentazione umana a partire dal tardo Neolitico-inizio Età del Rame e furono poi sfruttate per cavare gli spettacolari cristalli di gesso trasparenti, il *lapis specularis*, utilizzati dai Romani come sostituti del vetro nelle finestre.

Queste caratteristiche eccezionali e uniche sono splendidamente esposte e facilmente leggibili nelle colline e nelle aree di crinale dell'Appennino settentrionale. Si tratta di un vero e proprio museo geologico a cielo aperto che attraversa il territorio della regione Emilia-Romagna. Ma non un museo statico e immutabile, qui possiamo vedere con i nostri occhi processi geologici in atto, in rapidissima evoluzione, anzi la più rapida evoluzione esistente sul nostro pianeta. Un esempio veramente straordinario, un esempio universale, di come le rocce, le grotte e il paesaggio del nostro pianeta siano in continuo mutamento.

Bibliografia

Aa.Vv. 2022, *Nomination Dossier – Proposal of the 'Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines' for inscription on the UNESCO Natural world heritage list*. Regione-Emilia Romagna, Bologna.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Geologia dei gessi triassici e dei gessi messiniani

Stefano Lugli[1], Vinicio Manzi[2], Marco Roveri[3]

Riassunto

I gessi triassici della Val Secchia appartengono alla Formazione evaporitica di Burano, una successione di età tardo triassica di spessore fino a 2200 m costituita da alternanze di gesso-anidrite, dolomie e salgemma. Le evaporiti hanno subito complesse modificazioni indotte dal seppellimento, da eventi termici e da profonde deformazioni tettoniche in conseguenza della orogenesi appenninica, durante la quale hanno rappresentato il principale livello di scollamento di potenti successioni sedimentarie e sono state coinvolte in fenomeni di diapirismo. La storia geologica delle evaporiti si è sviluppata nelle seguenti fasi: a) deposizione prevalente di gesso nel Triassico superiore; b) disidratazione del gesso a formare anidrite durante il seppellimento (Cretaceo); c) rifluimento sin-tettonico delle anidriti, brecciatura delle dolomie e crescita dei quarzi neri in condizioni di seppellimento profondo durante lo sviluppo del complesso metamorfico apuano (Oligocene-Miocene): d) formazione idrotermale e metasomatica di magnesite; e) dissoluzione di salgemma con formazione di potenti mega-brecce residuali; f) gessificazione completa dell'anidrite in condizioni di affioramento; g) dissoluzione dei solfati in condizioni di affioramento con produzione di brecce di dolomie vacuolari (Calcare Cavernoso). I gessi messiniani appartengono alla Formazione Gessoso-solfifera deposta nella prima fase della crisi di salinità del Messiniano, la catastrofe geologica che ha coinvolto il bacino del Mediterraneo tra 5,97 e 5,33 milioni di anni fa. I gessi messiniani sono organizzati in 16 strati separati da sottili livelli di argilla durante le fasi climatiche aride governate dai cicli astronomici della precessione degli equinozi. I cristalli gessosi sono stati deposti per crescita competitiva, presentano morfologie a "ferro di lancia" o "coda di rondine" e possono raggiungere alcuni metri di lunghezza. Durante la crescita hanno inglobato e fossilizzato batteri. Gli affioramenti dei gessi messiniani sono il risultato della giustapposizione e accavallamento di blocchi di enormi dimensioni, risultato di frane sottomarine innescati dalla fase tettonica intra-messiniana.

Parole chiave: Formazione evaporitica di Burano, Triassico, Appennino settentrionale, anidrite, gesso, salgemma, Messiniano, Formazione Gessoso-solfifera, selenite.

Abstract

The Upper Triassic Burano Evaporite Formation from the Secchia River Valley is an up to 2200 m-thick sequence composed of meter-to decameter-scale interbeds of gypsum-anhydrite and dolostones with minor halite. The deposit has been affected by a complex array of post-depositional modifications, thermal events and large-scale evaporite dissolution. The modifications are intense because these rocks were the main detachment horizon during the formation of the Northern Apennines chain. The phases of the geologic history of the Burano Evaporites are: (a) prevalent deposition of gypsum in the Upper Triassic; (b) gypsum dehydration at burial conditions to form anhydrite (Cretaceous); (c) syn-tectonic flow of anhydrite rocks, brecciation of dolostones and growth of quartz euhedra at deep burial conditions during the development of the Oligocene-Miocene Apuane metamorphic complex; (d) hydrothermal and metasomatic formation of magnesite; (e) sub-surface dissolution of halite to form thick residual mega-breccias; (f) complete gypsification of anhydrite at sub-surface conditions; and (g) evaporite dissolution at surface exposure producing vuggy dolostone breccias (Calcare cavernoso). The Messinian Gypsum is part of the Gessos-solfifera Formation deposited during the first phase of the Messinian salinity crisis, the geologic catastrophe that involved the Mediterranean basin between 5.97 and 5.33 million years ago. The gypsum sequence is organized in 16 beds separated by thin clay layers deposited during arid climatic phases governed by the astronomical cycles of the precession of the equinoxes. The gypsum crystals were deposited by competitive growth, exhibit "arrow head" or "swallowtail" morphologies, and can reach several meters in length. The crystals incorporated and fossilized bacteria during their growth. The Messinian Gypsum outcrops are the result of the juxtaposition and overlapping of huge blocks, the result of submarine landslides triggered by the intra-Messinian tectonic phase.

Keywords: *Burano Evaporite Formation; Triassic; Northern Apennines; anhydrite, gypsum, salt, Messinian, Gessoso-solfifera Formation, selenite.*

[1] Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Via Campi 103, 41125 Modena (MO); stefano.lugli@unimore.it

[2] Università di Parma, Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Parco Area delle Scienze 157/A, 43124 Parma (PR); vinicio.manzi@unipr.it

[3] Università di Parma, Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Parco Area delle Scienze 157/A, 43124 Parma (PR); marco.roveri@unipr.it

Geologia dei gessi triassici

Nell'antico mare della Tetide

I gessi triassici della Val Secchia fanno parte della Formazione evaporitica di Burano (fig. 1), una successione di età tardo triassica presente in Toscana, Umbria, Emilia e nel sottosuolo dell'Italia centrale.

In Toscana le evaporiti si trovano alla base di una sequenza carbonatico-clastica di età mesozoica di oltre 2 km di spessore, la Successione Toscana. A quel tempo tutti i continenti erano riuniti a formare il supercontinente Pangea. Quando la Pangea cominciò a frammentarsi per dal luogo alle masse continentali come le conosciamo oggi, il mare della Tetide fece ingresso all'interno del sistema di fosse tettoniche che separarono i continenti. Si aprirono una serie di bacini che migravano verso ovest, dove avveniva la deposizione di evaporiti negli ambienti marini costieri poco profondi. La deposizione di evaporiti avvenne prima in Grecia nel Permiano, poi si spostò attraverso l'odierna Croazia, l'Italia, la Francia e la Spagna e terminò nel Cretaceo nel Golfo del Messico, tra il Nord America e l'Africa.

Le rocce

La sequenza evaporitica è costituita da una alternanza a scala metrica e decametrica di rocce gessoso-anidritiche e dolomie, con locali accumuli di salgemma, per uno spessore totale che raggiunge 2200 m (Colombetti, Zerilli 1987).

Le rocce carbonatiche sono rappresentate da dolomie massive di colore grigio plumbeo. La notevole attitudine delle rocce solfatiche allo scorrimento in regime sub-fluidale ha determinato il completo smembramento degli strati carbonatici, che spesso si rinvengono come frammenti immersi in una matrice solfatica (fig. 2).

Le rocce gessose ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) hanno aspetto alabastrino, di colore bianco o grigio e sono costituite da cristalli microscopici (fig. 3) o più raramente da aggregati di cristalli centimetrici a disposizione casuale. Le rocce gessose prevalgono in affioramento, ma sono praticamente assenti nel sottosuolo, e presentano caratteristiche riconducibili direttamente o indirettamente a gessificazione di una preesistente roccia anidritica.

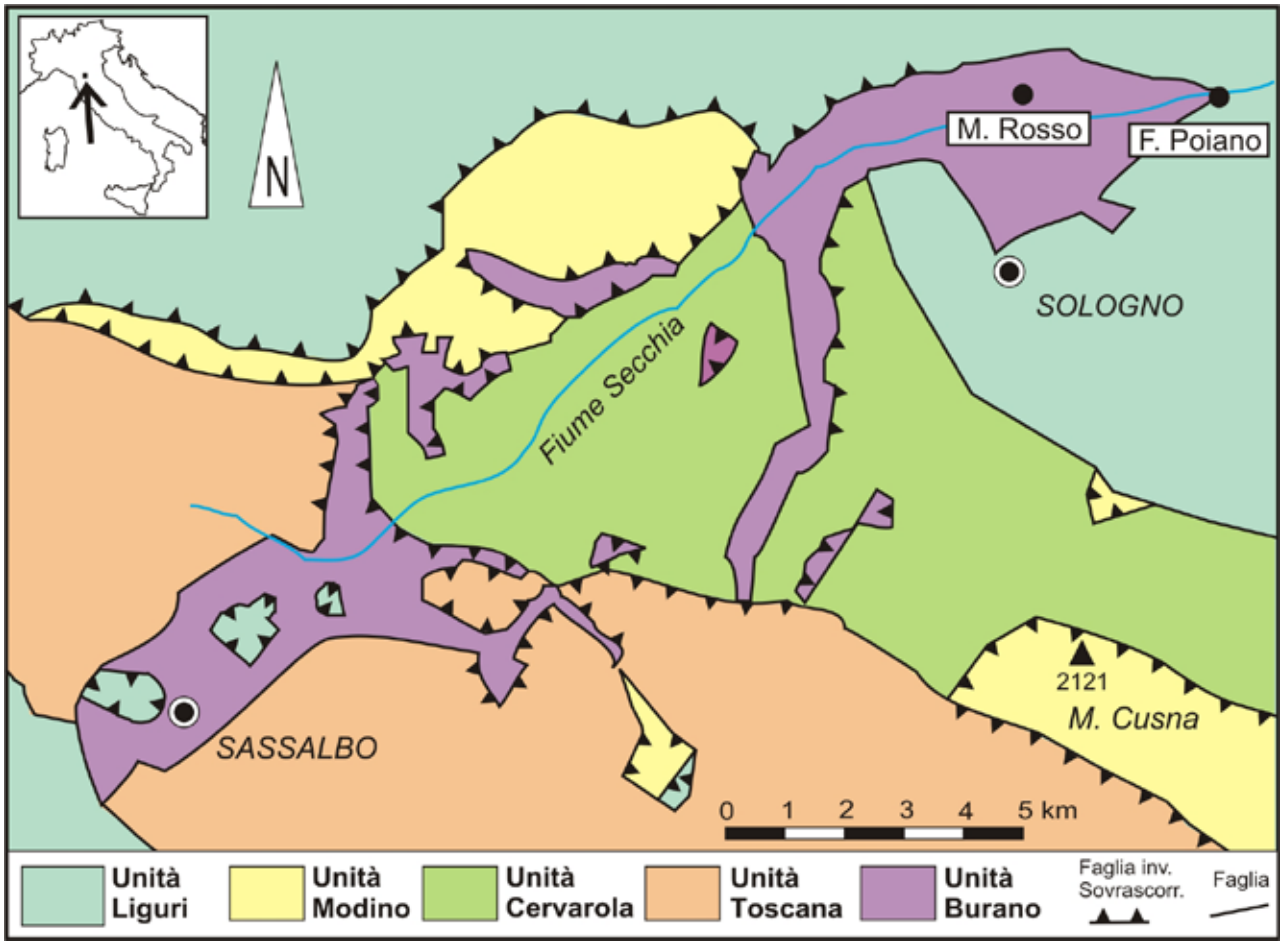


Fig. 1 – Schema geologico della Formazione evaporitica di Burano nella valle del Fiume Secchia tra Sassalbo (Fivizzano, MC) e le Fonti di Poiano (Villa Minozzo, RE) (Lugli 2009).



Fig. 2 – Livelli dolomitici (nero) intensamente frammentati all'interno di una roccia gessosa derivante da idratazione di anidrite. I livelli dolomitici più sottili siano stati completamente frantumati fino alla scala dei singoli componenti cristallini. Notare i fenomeni di rifluimento del materiale solfatico ad occupare gli spazi i frammento carbonatici. Rio Torbido (RE)(Foto S. Lugli).

Le rocce anidritiche ($CaSO_4$) prevalgono in profondità, come evidenziato dai carotaggi, dove il gesso non è presente, ma sono rare in affioramento (circa il 5 % rispetto al gesso). L'aspetto è generalmente saccaroide, mentre il colore è grigio o bianco. Contengono fini laminazioni marcate da sottili livelli di frammenti dolomitici che formano pieghe a strettissimo raggio, spesso ripiegate, o completamente sradicate. Le rocce anidritiche si rinvengono a contatto con quelle gessose attraverso netti fronti di gessificazione (fig. 3).

I rapporti tra le rocce gessose e quelle anidritiche sono legati alle sorprendenti attitudini dei minerali evaporitici a riorganizzarsi o a trasformarsi anche in seguito a minime variazioni delle condizioni ambientali e in particolare della temperatura. Già a temperature superiori a 52°C, in certe condizioni, il gesso può trasformarsi in anidrite. Ne consegue che il gesso è stabile sulla superficie terrestre, mentre l'anidrite è stabile in profondità (dove le temperature geotermiche superano 52°C) e a sua volta viene idratata a gesso dalle acque meteoriche in affioramento (fig. 3). Durante la formazione delle catene montuose si verificano le condizioni per le trasformazioni dei solfati in una sequenza ciclica: gesso (deposizione dal mare) → anidrite (seppellimento) → gesso (esumazione e affioramento).

Il seppellimento, e la formazione dell'anidrite

Le complesse strutture delle tormentate e ripiegate rocce della Val Secchia sono legate in gran parte al ciclo dei solfati e cominciano con la trasformazione gesso → anidrite che si verifica durante il seppellimento (fig. 4). Tale fenomeno è provocato dall'aumento geotermico della temperatura e può verificarsi già a 600 m di profondità quando i gessi sono sepolti da altri sedimenti (considerando la temperatura di transizione di 52°C e gradiente geotermico normale) con la liberazione dell'acqua di cristallizzazione del gesso. Il volume occupato dall'acqua liberata e dall'anidrite è circa il 9 % superiore a quello del gesso di partenza, ma il volume solido dell'anidrite, una volta dispersa l'acqua, risulta inferiore di circa il 38 % rispetto a quello del gesso iniziale (Shearman 1985). La perdita di volume produce la prima deformazione dei sedimenti solfatici.

La Formazione di Burano potrebbe aver raggiunto le

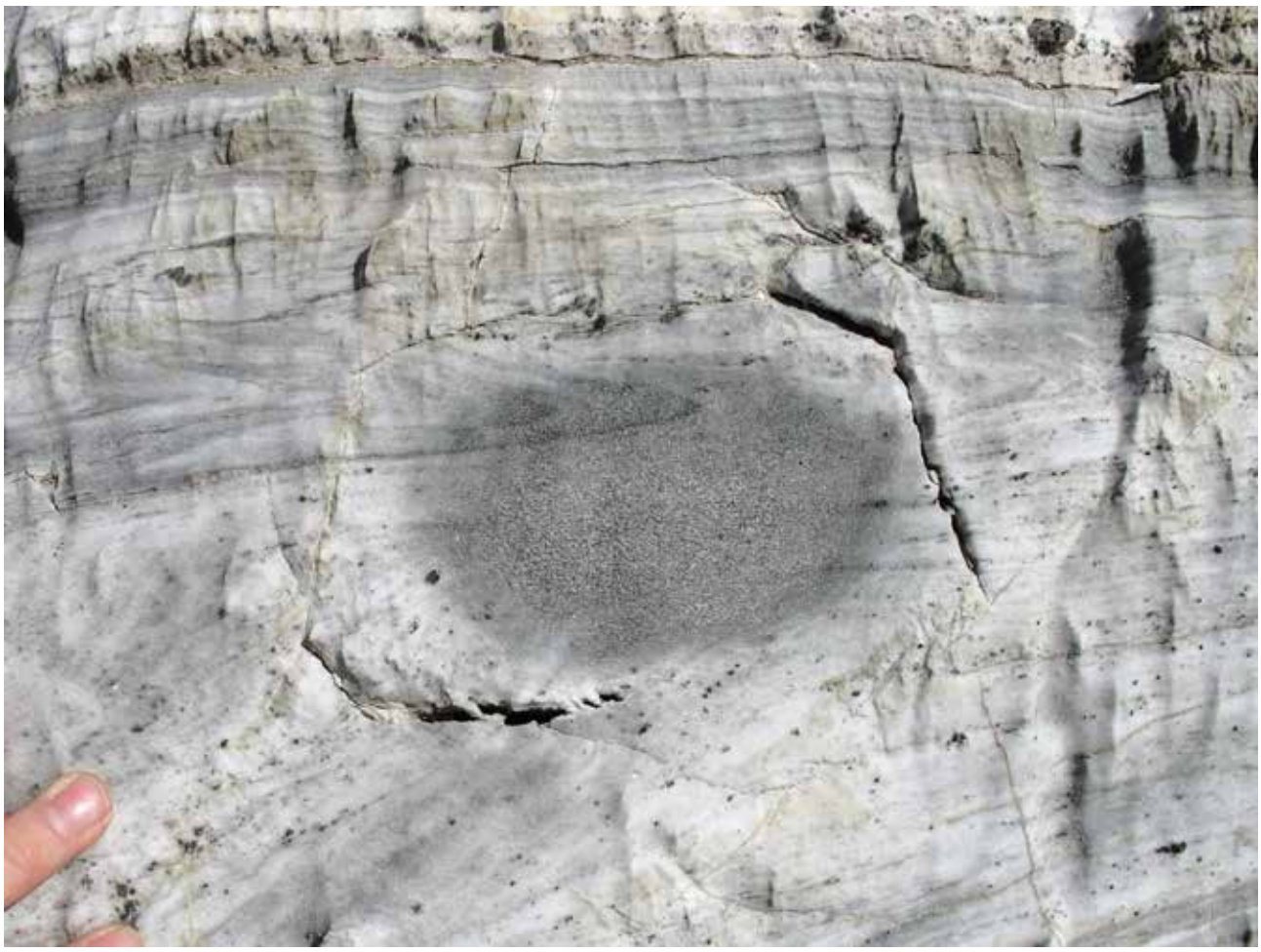


Fig. 3 – Roccia anidritica (grigia) in via di trasformazione in gesso alabastrino (bianco), la separazione è un netto fronte di gessificazione. Le sottili stratificazioni dell'anidrite continuano senza dislocazioni attraverso il fronte di gessificazione, indicando che il fenomeno non avviene con aumento di volume della roccia. Le laminazioni sono in realtà pieghe a strettissimo raggio (al centro) evidenziate da minuscoli frammenti di roccia dolomitica frantumati dal rifluimento tettonico dell'anidrite. Sassalbo (MC) (foto S. Lugli).

profondità di seppellimento necessarie alla disidratazione del gesso durante il Cretaceo (fig. 4).

La deformazione delle rocce

Le evaporiti sono state deposte alla base della Successione Toscana per poi essere oggetto di una complessa serie di modificazioni post-deposizionali indotte dal seppellimento, da eventi termici, e da profonde deformazioni tettoniche (Lugli 2001).

La presenza dei gessi sia alla base della Falda Toscana (a Sassalbo e al Passo del Cerreto), sia all'interno delle Unità alloctone nel versante emiliano dell'Appenino (Val Secchia) ha generato un vivace dibattito tra gli studiosi (fig. 1, Plesi *et alii* 2000, Bonini *et alii* 2013 e bibliografia inclusa). Infatti i gessi della Val Secchia formano delle scaglie sradicate che sovrastano le Arenarie del Cervarola e sono inglobate nel mélange basale di Monte Modino. Questo indica che l'unità evaporitica è stata smembrata e traslata dal Dominio Toscano Interno verso la zona esterna padano-adriatica.

L'ipotesi più accreditata è che le evaporiti, oltre a rappresentare il livello di scollamento della Falda Toscana, abbiano perforato quest'ultima formando strutture diapiriche che sono poi state recise e inglobate nelle Unità alloctone (Unità Ligure e Subligure) durante la loro traslazione verso le zone esterne (Val Secchia).

I quarzi neri e la magnesite

Nella Formazione Evaporitica di Burano sono presenti cristalli di quarzo che possono raggiungere fino a 5 cm di lunghezza. Si tratta di cristalli neri, biterminati, composti dal prisma e dai due romboedri fondamentali (Bertolani 1949) a formare una bipiramide esagonale. Si rinvengono all'interno di rocce gessose e anidritiche, oppure negli accumuli residuali di dissoluzione carsica delle rocce.

I quarzi sono elementi di notevole interesse per la

ricostruzione della storia geologica dei gessi triassici perché durante la crescita hanno inglobato e sigillato i minerali delle rocce, permettendone la preservazione da successivi fenomeni di ricristallizzazione e dissoluzione. I quarzi contengono esclusivamente anidrite, mentre il gesso non è mai presente. Ciò dimostra che le rocce gessose oggi prevalenti in affioramento, devono la loro origine esclusivamente alla idratazione di originarie rocce anidritiche da parte delle acque meteoriche superficiali.
La magnesite ($MgCO_3$) è presente in cristalli centimetrici di forma lenticolare e in alcuni casi si è formata a spese della dolomite, fenomeno che può avvenire a temperature di alcune centinaia di gradi (Lugli *et alii* 2002, Lugli 2009);
La composizione isotopica e le analisi delle inclusioni fluide per le magnesiti e i quarzi idiomorfi della Val di Secchia indicano che la Formazione evaporitica di Burano è stata interessata da eventi termici con temperature relativamente elevate, oltre 300-400°C. Queste caratteristiche suggeriscono che le evaporiti siano state coinvolte nell'evento termico che ha creato il nucleo metamorfico apuano, quando si sono formati i famosi marmi di Carrara.

Esumazione e gessificazione dell'anidrite

Successivamente al seppellimento profondo, le ulteriori complesse fasi dell'orogenesi appenninica hanno determinato l'esumazione delle rocce evaporitiche, che nella Val Secchia si trovano in condizioni di affioramento. In superficie, le temperature relativamente basse (<52°C), l'anidrite non è più stabile e si idrata in gesso per l'azione delle acque meteoriche e di falda. La gessificazione dell'anidrite dovrebbe essere accom-

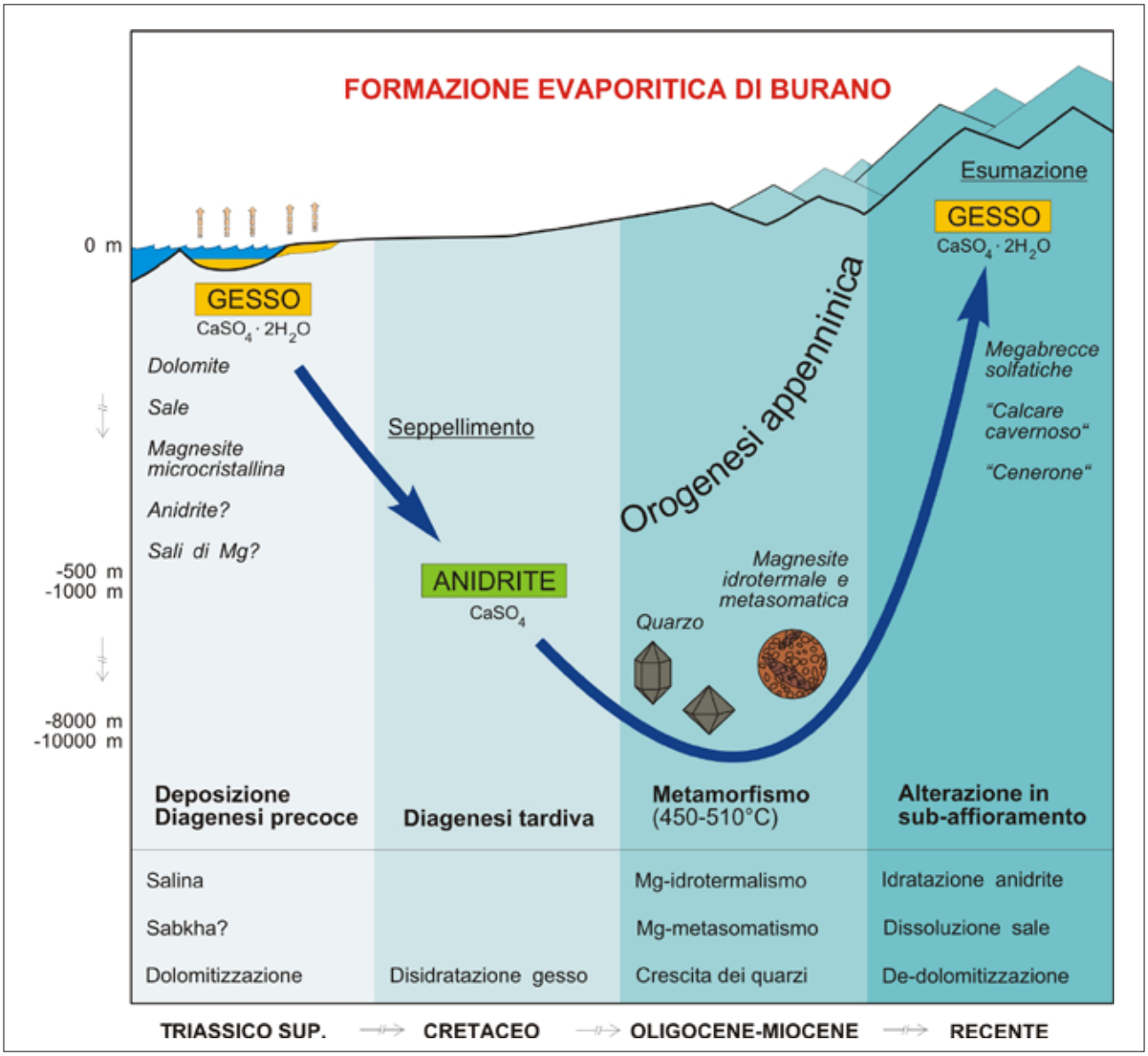


Fig. 4 – Ricostruzione della storia geologica della Formazione evaporitica di Burano della Val Secchia (da Lugli 2001 e 2009).

pagnata da un aumento del volume totale occupato dalla roccia. Il volume della cella elementare del gesso è, infatti, sensibilmente maggiore di quello dell'anidrite. In realtà, in certe condizioni l'idratazione dell'anidrite può verificarsi senza alcun aumento significativo del volume totale della roccia.

Il fenomeno si verifica in due fasi. Nella prima fase l'idratazione è parziale in condizioni di sub-affioramento, quando l'acqua meteorica comincia a permeare il deposito evaporitico. L'idratazione periferica dei cristalli di anidrite, in seguito all'aumento di volume locale, riduce drasticamente la porosità delle rocce, impedendo ulteriori ingressioni di fluidi meteorici. I processi di gessificazione si fermano fino a quando il deposito non giunge in condizioni di affioramento, dove si realizza l'invasione carsica da parte delle acque meteoriche lungo giunti di strato e nuove fratture. In tali condizioni l'idratazione dell'anidrite procede velocemente attraverso la migrazione di fronti netti, mentre i solfati in eccesso prodotti vengono direttamente asportati dai fluidi gessificanti. In questo modo non si verifichino significativi aumenti di volume della roccia. La prova che non si verificano aumenti di volume totale delle rocce in seguito alla gessificazione viene dalla osservazione che i delicati piani di stratificazione delle anidriti non vengono dislocati quando sono attraversati dai fronti di gessificazione, ma proseguono indisturbati nelle rocce gessose (fig. 4).

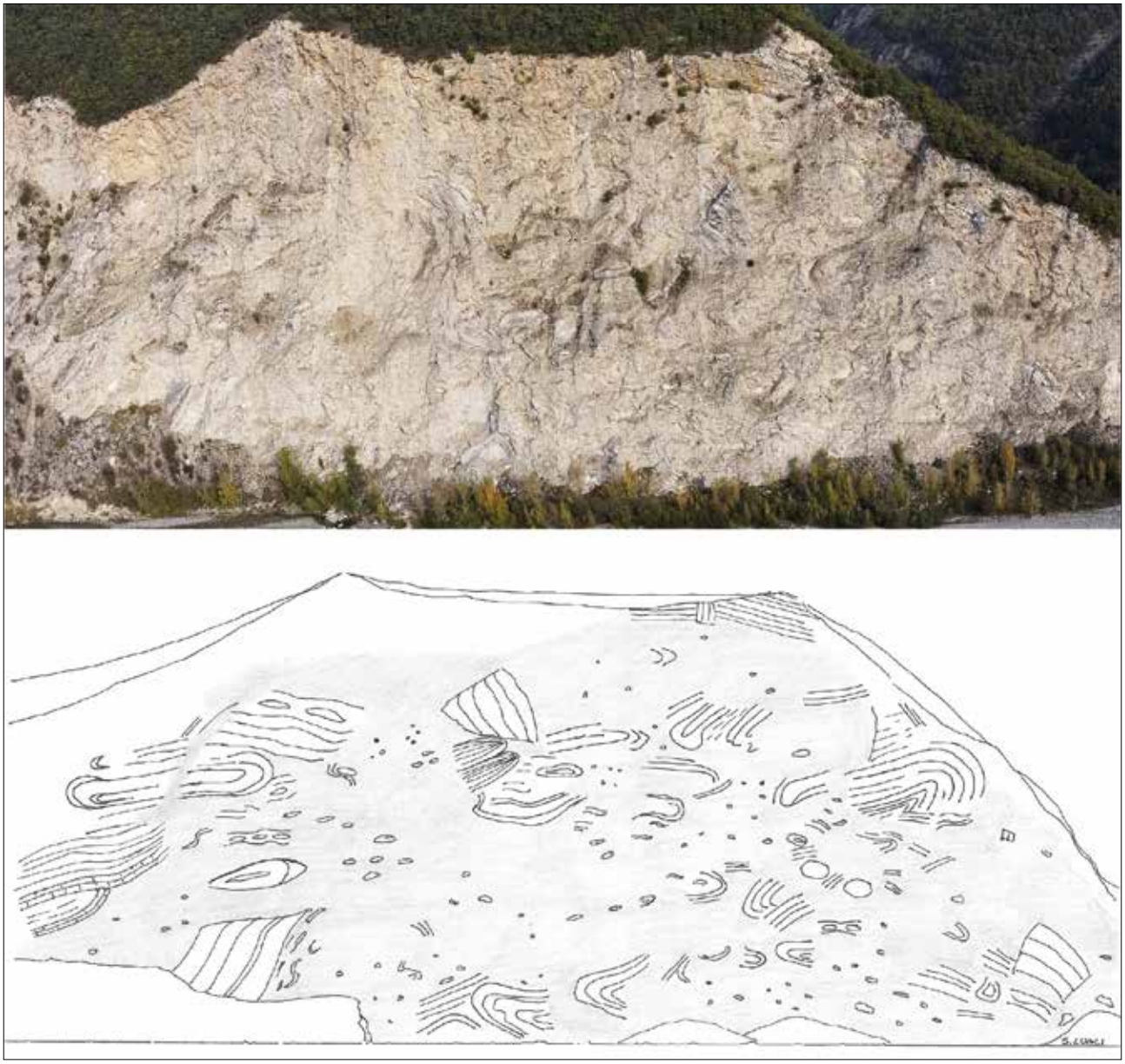


Fig. 5 – La parte orientale della scarpata di M. Rosso come appare oggi (foto aerea P. Lucci) e in un rilievo delle strutture deformative eseguito a terra dall'autore nel 1993. Si riconoscono pacchi di strati deformati immersi in una matrice di gesso a grandi cristalli (grigio) formata per dissoluzione di salgemma. Alcune pieghe e pacchi di strati non sono oggi più riconoscibili a causa dei frequenti crolli. La scarpata raggiunge in questo punto 150 m di altezza sopra il fondo valle Secchia mentre il salgemma si trova a partire da 60 m di profondità sotto l'alveo.

Questi fenomeni sono alla base dello sviluppo e dell'evoluzione degli straordinari fenomeni carsici che nella Val Secchia formano le anse ipogee (Malavolti 1949; Lugli 1993; Lugli *et alii* 2004), condotti carsici mai descritti in nessuna altra parte del nostro pianeta.

Il salgemmma e le megabrecce solfatiche

Altro effetto dell'esumazione delle evaporiti è la dissoluzione attiva del salgemma da parte delle acque di falda e di quelle meteoriche. Il salgemma rappresenta infatti il minerale più solubile tra quelli presenti nelle evaporiti di Burano. La rimozione del salgemma per dissoluzione può lasciare tracce leggibili che consentono di riconoscere l'originaria presenza del sale anche nelle zone dove è ormai scomparso. Una di queste tracce è la presenza di brecce residuali (Lugli 1997) costituite da potenti successioni di megabrecce solfatiche. L'esempio più spettacolare è rappresentato dalla scarpata di Monte Rosso dove sono esposti almeno 200 metri di spessore di megabrecce lungo un tratto di 2 km bagnato dal Fiume Secchia (fig. 5).

Si tratta di lembi di strati di rocce solfatiche e dolomitiche intensamente tettonizzate. Gli strati sono intensamente deformati, piegati anche a grande scala, troncati e giustapposti in una matrice costituita da gesso in cristalli di taglia centimetrica. Gli inclusi anidritici presenti all'interno dei cristalli gessosi nella matrice indicano che essa era originariamente costituita da anidrite. Il fatto che i grandi blocchi siano costituiti da rocce solfatiche e carbonatiche deformate, mentre la matrice gessosa non presenta indizi di deformazione, implica che le megabrecce si siano formate in condizioni post-tettoniche.

Megabrecce solfatiche di questo tipo possono formarsi in seguito alla dissoluzione di grandi quantità di sale originariamente intercalato alle rocce anidritiche e dolomitiche (*cap rock*). Oggi il salgemma si trova alla profondità di 60 m (Colombetti, Fazzini 1985) e il carico salino delle Fonti di Poiano, che si trovano al margine più orientale degli affioramenti evaporitici, dimostra che il salgemma è attivamente disciolto in profondità.

Altro indizio dell'originaria presenza di sale sono impronte di cristalli cubici di cristalli di salgemma a Monte Rosso e al Passo del Cerreto (Lugli, Parea 1997).

Il fatto che le megabrecce per dissoluzione di salgemma si trovino esclusivamente sul fronte degli affioramenti evaporitici è giustificato dalla maggiore mobilità tettonica del salgemma rispetto alle rocce solfatiche. Infatti, il cloruro di sodio tende a rifluire, formando strutture diapiriche, e a migrare al fronte delle falde scollate a formare le cosiddette *salt-cored anticline* (anticlinali con nucleo di sale).

Il Calcare cavernoso

Ulteriore effetto delle trasformazioni che possono avvenire in condizioni di affioramento è la formazione del Calcare cavernoso: una breccia a clasti dolomitici e cemento calcitico contenente numerosi vuoti e vacuoli, localmente chiamata *caprone* (fig. 6).

L'origine della roccia e legata al rifluimento e la dissoluzione dei livelli solfatici con formazione di brecce dolomitiche a clasti grossolani di forma sferoidale o a spigoli vivi cementati da calcite. In condizioni di affioramento gran parte dei clasti possono essere totalmente o parzialmete calcitizzati (de-dolomitizzati) e rimossi per dissoluzione, producendo rocce dall'aspetto spugnoso, ricco di vacuoli. La formazione delle cellette e dei vacuoli del Calcare Cavernoso non dipende quindi dalla dissoluzione di originari clasti di gesso, ma dalla disintegrazione per de-dolomitizzazione di clasti di dolomie.

Geologia dei gessi messiniani

Il Mediterraneo sconvolto: la crisi di salinità messiniana

La crisi di salinità messiniana è l'evento più drammatico della storia del Mare Mediterraneo (fig. 7). Una vera e propria catastrofe ecologica provocò la scomparsa di quasi tutte le forme di vita quando, tra 5.97 e 5.33 milioni di anni fa (Messiniano, Miocene superiore), il nostro mare si trasformò in una di enorme salina. Lo spostamento della placca Africana verso quella Euro-asiatica provocò un restringimento dello stretto di Gibilterra e la salinità aumentò drasticamente fino alla cristallizzazione dei minerali evaporitici. Nelle ultime fasi della crisi le acque estremamente salate furono sostituite da acque dolci e salmastre e il nostro mare diventò un vero e proprio "Lago mare". Le condizioni anomale della crisi, prima iperaline e poi iposaline, si protrassero per 640 mila anni (Roveri *et alii* 2014) secondo il seguente schema, attraverso tre fasi principali:

- nella fase 1 (5.970.000–5.600.000 di anni fa) si sono formati i gessi Inferiori Primari (*Primary Lower Gypsum*), costituiti da cristalli di selenite cresciuti sul fondo, esclusivamente in acque poco profonde (meno di 200 m di profondità; Lugli *et alii* 2010), mentre nei bacini più profondi avveniva la deposizione di argille eusiniche e di carbonato.
- con la fase 2 (5.600.000- 5.530.000 di anni fa) le zone di acque poco profonde furono sottoposte a erosione lungo la superficie erosiva messiniana (MES) con formazione di gesso clastico dell'unità dei gessi Inferiori Risedimentati (*Resedimented Lower Gypsum*) derivata dalla erosione e risedimentazione dei gessi Inferiori Primari; la deposizione evaporitica primaria migra nelle parti più profonde del bacino formando i depo-



Fig. 6 – Il Calcare cavernoso (*caprone*) è una breccia formata esclusivamente dalla cementazione di frammenti di rocce dolomitiche. L'aspetto cavernoso non dipende dalla dissoluzione di frammenti di gesso ma dalla disgregazione dei clasti dolomitici che hanno subito il fenomeno della de-dolomitizzazione (foto S. Lugli).

siti di sale (come in Sicilia, in Toscana e Cipro; Lugli *et alii* 1999; Roveri *et alii* 2008; Manzi *et alii* 2016);
- nella fase 3 (5.530.000-5.330.000 di anni fa) si verificò la deposizione di una nuova unità evaporitica, i gessi Primari Superiori (Upper Gypsum) sia in acqua poco profonda (selenite) che in profondità (gesso clastico e cumuliti di gesso laminato) in Sicilia, Cipro e Grecia, mentre in Spagna e nell'Appennino settentrionale si depongono sedimenti fluvio-deltizi (Formazione a Colombacci, Bassetti *et alii* 2004).

I gessi messiniani del sito UNESCO appartengono all'unità dei gessi Inferiori Primari della Formazione Gessoso-solfifera e si deposero nella prima fase della crisi, tra 5.97 e 5.60 milioni di anni fa nelle aree marginali poco profonde del Mediterraneo, simili a lagune (fig. 7). Nei confini del sito seriale non sono presenti le altre unità evaporitiche sopra descritte.

I gessi e i parametri astronomici

Uno degli aspetti che salta subito all'occhio osservando i gessi messiniani è l'organizzazione in spessi strati separati da sottili livelli di argilla (fig. 8). Sono 16 in tutto gli strati di gesso, i due cicli basali affiorano raramente, sono i più sottili e sono costituiti da cristalli giganti di selenite, fino a più di 1,5 m di lunghezza. Il 3°, 4° e 5° cicli sono i più spessi, fino a 30 m, e contengono selenite massiva e selenite bandata. La parte superiore della formazione, dal ciclo 6° al 16°, è invece caratterizzata da strati più sottili (spessore medio 15 m) costituiti alla base da selenite massiva seguita dalla selenite bandata e infine dalla selenite ramificata (fig. 9).

I gessi si sono formati nelle fasi climatiche aride della crisi di salinità, quando la forte evaporazione dell'acqua marina permetteva la cristallizzazione dei minerali evaporitici. L'argilla che separa gli strati gessosi rappresenta invece le fasi climatiche umide, quando piogge intense provocavano il trasporto delle particelle più fini dalle aree emerse dentro al bacino. Durante le fasi umide i gessi non si formavano perché l'evaporazione non era sufficiente. È questo uno dei casi più spettacolari e meglio studiati al mondo di sedimen-

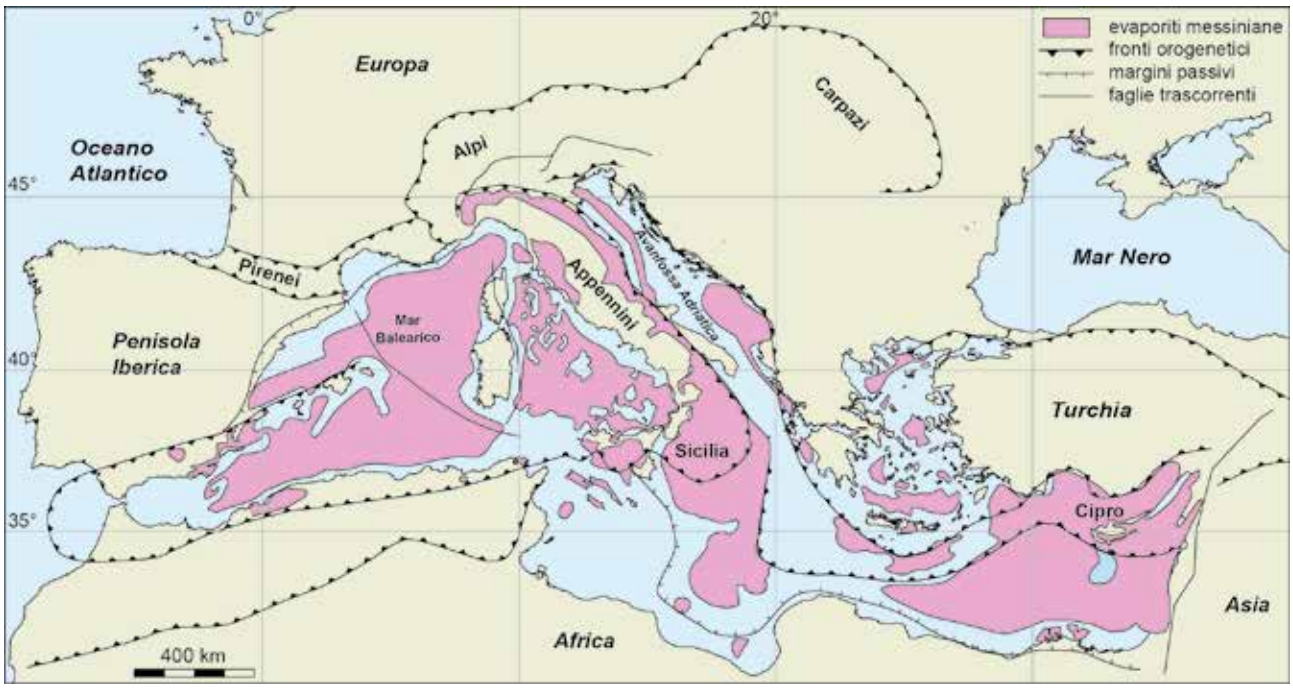


Fig. 7 - Distribuzione delle evaporiti nel bacino del Mediterraneo in seguito della crisi di salinità messiniana che sconvolse in nostro mare tra 5.970.000 e 5.330.000 anni fa (semplificato da Roveri *et alii* 2014).



Fig. 8 – La Vena del Gesso nella Riva di San Biagio vista dal castello di Tossignano mostra l'organizzazione delle 16 bancate di gesso separate da strati di argilla. (foto S. Lugli).

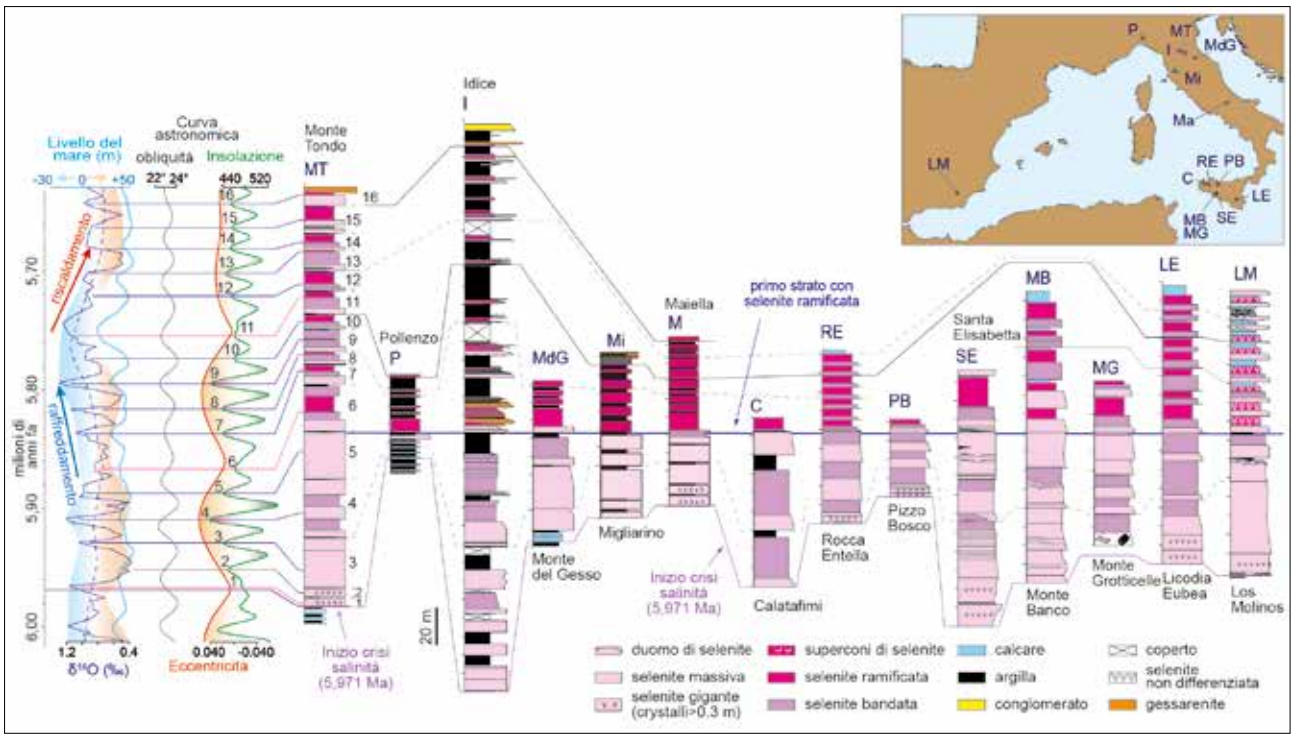


Fig. 9 – Nel sito UNESCO i 16 strati gessosi e le argille che li separano sono stati deposti in seguito alle variazioni climatiche naturali causate del fenomeno astronomico della precessione degli equinozi descritte dalla curva dell'insolazione (semplificato da Lugli *et alii* 2010).

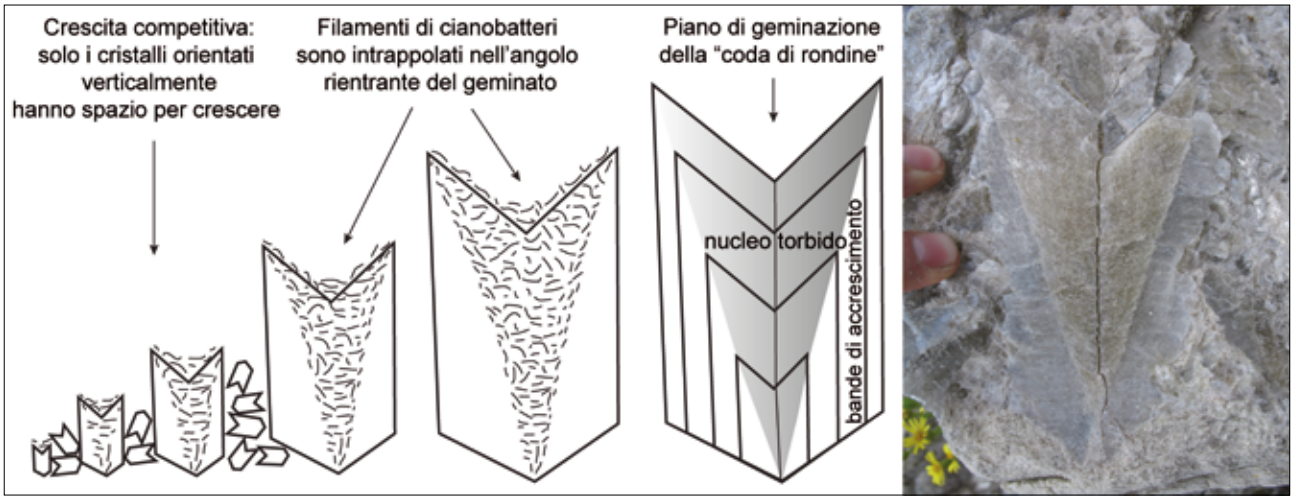


Fig. 10 - Crescita verticale competitiva dei cristalli di gesso geminati a coda di rondine. Il nucleo torbido dei cristalli include filamenti di cianobatteri intrappolati durante la crescita (modificato da Lugli *et alii* 2010).

tazione influenzata dalle variazioni climatiche provocate da cause astronomiche naturali (Lugli *et alii* 2010). Le perturbazioni dei parametri orbitali del nostro pianeta provocate dall'interferenza degli altri corpi celesti, cambiano nel tempo l'intensità dell'energia solare (insolazione) che raggiunge la superficie terrestre. Tra i cicli climatici, i cosiddetti cicli di Milankovitch, è la precessione degli equinozi ad aver regolato la deposizione dei gessi e delle argille. Ciascuna coppia di strati costituita da gesso e argilla registra quindi la deposizione avvenuta nell'arco di circa 21.000 anni (Lugli *et alii* 2010). Ne consegue che i 16 strati della Vena del Gesso, per uno spessore totale di oltre 200 m, sono stati deposti in circa 340.000 anni (fig. 9).

Cristalli straordinari

I cristalli di Gesso messiniano presentano numerosi aspetti straordinari. Primo tra questi è la notevole dimensione che per i cristalli degli strati basali supera

il metro e potrebbero anche raggiungere 4 metri di lunghezza (Lugli 2019).
La morfologia cristallina più diffusa è quella cosiddetta a "ferro di lancia" o "coda di rondine", costituita da cristalli geminati (formati cioè dall'unione di due diversi cristalli) che possono raggiungere anche alcuni decimetri di lunghezza (fig. 10). La disposizione dei cristalli, descritta da Mottura (1871), indica che questi si formarono verticalmente, con la punta orientata verso il fondale e l'angolo rientrante in alto. Il fatto che nelle bancate gessose tutti i cristalli abbiano la stessa disposizione verticale può essere spiegata con la competizione per lo spazio che ha favorito solo la crescita dei nuclei che erano orientati verso l'alto, l'unico spazio libero possibile. Tutti gli altri cristalli orientati casualmente prima o poi terminarono la loro crescita contro quelli orientati verticalmente, che risultarono quindi i "vincitori" della competizione (Lugli *et alii* 2010, fig. 10).
Oltre ai cristalli a coda di rondine, sono presenti anche lunghi cristalli monoclini non geminati, diritti o leggermente ricurvi. I primi due banconi della successione sono costituiti esclusivamente da cristalli di questo tipo, che possono raggiungere dimensioni fino a oltre quatto metri (selenite gigante) a Monte Mauro (Lugli 2019a).
La modalità di crescita di cristalli ha creato anche altre forme caratteristiche. I primi cristalli che si formavano tendevano ad affondare nel fango sottostante, formando strutture sedimentarie da carico di forma conica chiamate coni di nucleazione (fig. 11). Questi, che prendono il nome di "mammelloni" nei soffitti delle sale di crollo delle grotte quando lo strato inferiore è stato asportato, raggiungono dimensioni straordinarie come quello della grotta di Onferno che misura 4,90 m di diametro basale e 2,15 m di altezza, il più grande mammellone del mondo (Lugli 2022 e bibliografia inclusa).
I cristalli di selenite sono semitrasparenti ma la zona centrale è torbida, ricca di filamenti di organismi che vivevano sul fondo del bacino e venivano intrappolati durante la crescita (fig. 10). È questo un caso eccezionale di fossilizzazione in gesso di cianobatteri (Panieri *et alii* 2010) e/o di batteri solfuro-ossidanti (Dela Pierre *et alii* 2015). L'ottimo stato di preservazione della materia organica ha permesso di analizzare il

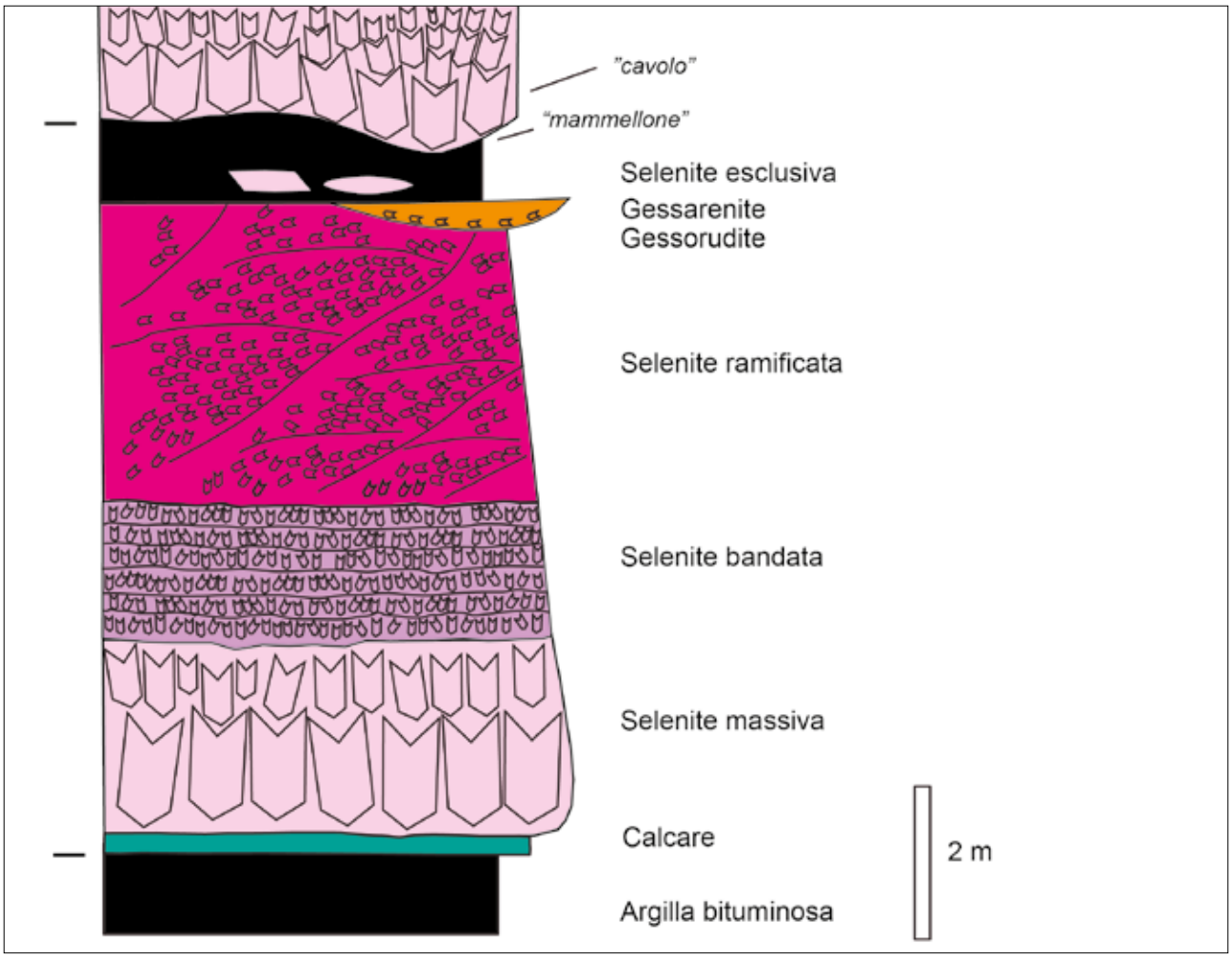


Fig. 11 – Colonna stratigrafica con i diversi sedimenti e varietà di selenite negli strati dei gessi messiniani (modificato da Lugli *et alii* 2010).

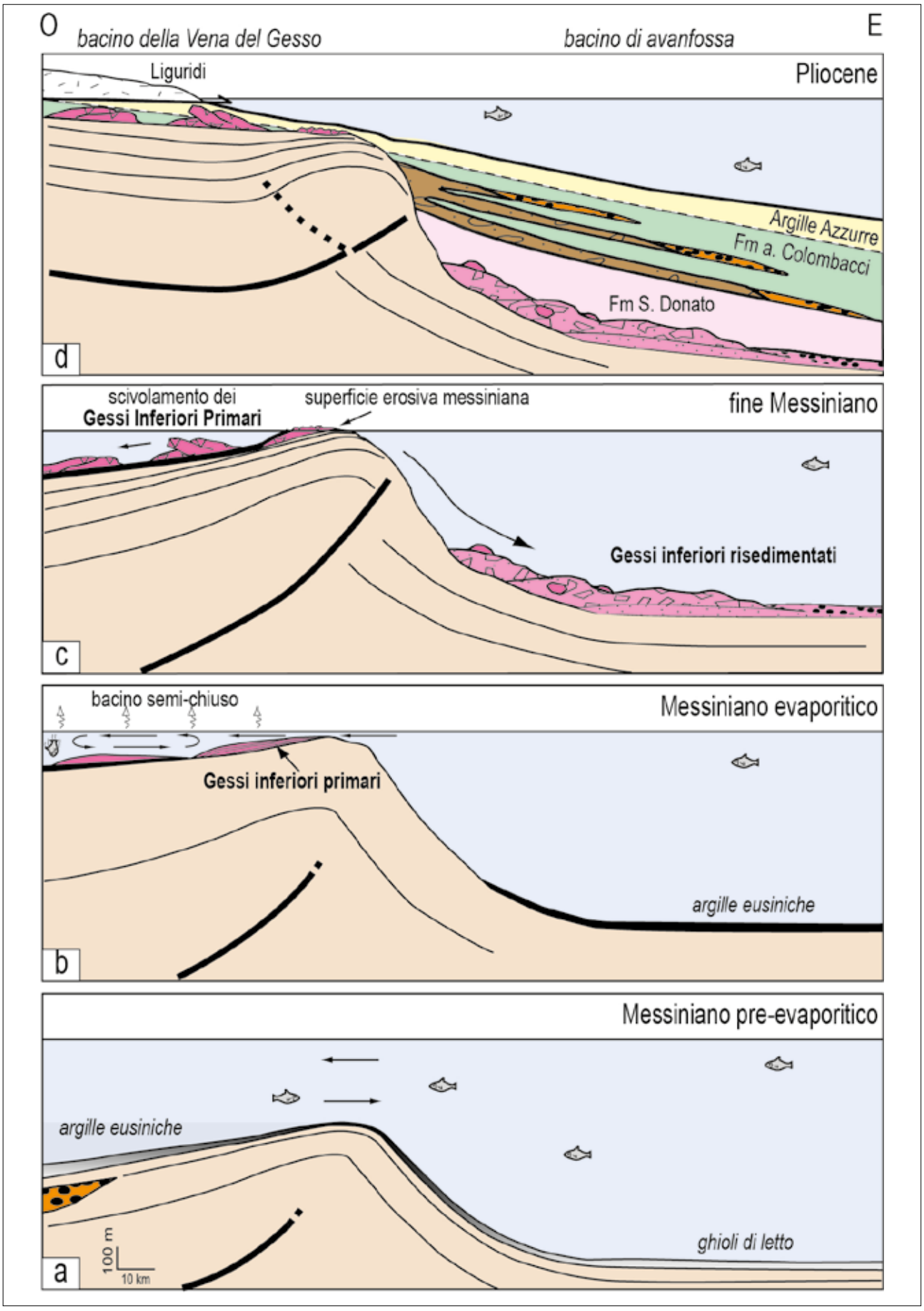


Fig. 11 – Colonna stratigrafica con i diversi sedimenti e varietà di selenite negli strati dei gessi messiniani (modificato da Lugli *et alii* 2010).

materiale genetico dei cianobatteri, il più antico esempio fino ad oggi mai rilevato. Solo questi microrganismi e pochi altri erano in grado di sopravvivere alle elevate salinità del Mediterraneo durante la crisi di salinità, poco meno di sei milioni di anni fa.
La proprietà mineralogica dei cristalli di gesso di essere separati lungo piani perfettamente lisci e regolari (piani di sfaldatura) fu sfruttata dai Romani per suddividere facilmente i cristalli in lastrine sottilissime, per utilizzarle nelle finestre al posto dei vetri, il famoso *lapis specularis* di origine secondaria formato all'interno di fratture (Lugli 2019b).

Le frane sottomarine

Gran parte degli affioramenti dei gessi messiniani è caratterizzata da deformazioni estensionali e compressive (Marabini, Vai 1985), che hanno isolato blocchi gessosi ruotati di dimensioni enormi, grandi quanto intere montagne. Alle faglie sono associati sovrascorrimenti poco profondi che non interessano le formazioni geologiche sovrastanti e sottostanti, ma si propagano da una superficie di scollamento localizzata alla base dei gessi, a contatto con le unità argillose sottostanti. Queste deformazioni in passato attribuite a "tettonica compressiva tangenziale" (o "pellicolare") lungo faglie orientate verso nord-est (Marabini, Vai 1985; Montanari *et alii* 2007) appaiono in realtà il frutto di scivolamento dei grandi blocchi indotto in enormi frane sottomarine innescate dalla fase tettonica intramessiniana (fig. 12), Roveri *et alii* 2003), così come in altre aree del Mediterraneo, dalla Sicilia a Cipro (Manzi *et alii* 2005, Manzi *et alii* 2016) e Israele (Lugli *et alii* 2013).

Bibliografia

M.A. Bassetti, V. Manzi, S. Lugli, M. Roveri, A. Longinelli, F. Ricci Lucchi, M. Barbieri 2004, *Paleoenvironmental significance of Messinian post-evaporitic lacustrine carbonates in the Northern Apennines, Italy*, (Sedimentary Geology 172), pp. 1-18.

M. Bertolani 1949, *Rocce e minerali dell'alta Valle del Secchia*, in *Studio sulla formazione gessoso-calcarea dell'alta Valle del Secchia*, (Memorie Comitato Scientifico Centrale, CAI Modena, I), pp. 2-70.

L. Bonini, C. Montomoli, P.C. Pertusati 2013, *Le evaporiti triassiche di Sassalbo e della Val Secchia (Appennino-Tosco-Emiliano): dati geometrici e cinematici*, (Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A, 120), pp. 5-23.

A. Colombetti, P. Fazzini 1986, *Il salgemma nella formazione dei gessi triassici di Burano (Villaminozzo, RE)*, (Le Grotte d'Italia (4) XII, 1984/85), pp. 209-219.

A. Colombetti, A. Zerilli 1987, *Prime valutazioni dello spessore dei gessi triassici mediante sondaggi elettrici verticali nella Valle del F. Secchia (Villa Minozzo- R.E.)*, (Memorie della Società Geologica Italiana, 39), pp. 83-90.

F. Dela Pierre, M. Natalicchio, S. Ferrando, R. Giustetto, D. Birgel, G. Carnevale, S. Gier, F. Lozar, D. Marabello, J. Peckmann 2015, *Are the large filamentous microfossils preserved in Messinian gypsum colorless sulfide-oxidizing bacteria*? (Geology 43, 10), pp. 855-858.

S. Lugli 1993**,** *Considerazioni geologiche sulla genesi delle cavità ad "ansa ipogea" nelle evaporiti triassiche dell'alta val di Secchia*, (Atti XVI Congresso Nazionale di Speleologia, Le Grotte D'Italia (4) XVI) pp. 257-266.

S. Lugli 1997, *Megabrecce solfatiche nella Formazione di Burano dell'alta val di Secchia (Trias sup., RE): cap rock da dissoluzione di salgemma*, Riassunti 1° Forum Italiano di Scienze della Terra, Geoitalia 1997, Bellaria (Rimini), 5-9 ottobre 1997, fascicolo 2, pp. 36-38.

S. Lugli 2001, *Timing of post-depositional events in the Burano Formation of the Secchia Valley (Upper Triassic, northern Apennines), clues from gypsum-anhydrite transitions and carbonate metasomatism* (Sedimentary Geology, 140/1-2) pp. 107-122.

S. Lugli 2009, *La storia geologica dei gessi triassici della Val Secchia*, in M. Chiesi , P. Forti (a cura di), *Il progetto Trias*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, 22), Bologna, pp. 25-36.

S. Lugli 2019a, *I grandi cristalli di gesso di Monte Mauro, quasi un primato mondiale*, in M. Costa, P Lucci. e S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Monte Mauro, studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, v. 34), pp. 45-48.

S. Lugli 2019b, *Il gesso in natura e nell'arte*, in D. Gulli S. Lugli, R. Ruggieri, R. Ferlisi (a cura di) (*GeoArcheoGypsum2019, Geologia e archeologia del gesso: dal lapis specularis alla scagliola*), Palermo, Regione siciliana, pp. 17-31.

S. Lugli 2022, *Ex cava Spes, dentro e fuori la Vena del gesso*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Tossignano, studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, 40), pp. 25-28.

S. Lugli, G.C. Parea 1997, *Halite cube casts in the Triassic sandstones from The Upper Secchia River*

valley (Northern Apennines, Italy): environmental interpretation, (Accademia Nazionale di Scienze Lettere e Arti di Modena, Collana di Studi, 15, Miscellanea Geologica), pp. 341-351.

S. Lugli, M. Domenichini, C. Catellani 2004, *Peculiar karstic features in the Upper Triassic sulphate evaporites from the Secchia Valley (Northern Apennines, Italy)*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 16, Istituto Italiano di Speleologia), Bologna, pp. 95-102.

S. Lugli, G. Morteani, D. Blamart 2002, *Petrographic, REE, fluid inclusion and stable isotope study of the magnesite from the Upper Triassic Burano Evaporites (Secchia Valley, northern Apennines): contributions from sedimentary, hydrothermal and metasomatic sources*, (Mineralium Deposita, 37), pp. 480-494.

V. Manzi, S. Lugli, F. Ricci Lucchi, M. Roveri 2005, *Deep-water clastic evaporites deposition in the Messinian Adriatic foredeep (Northern Apennines, Italy): did the Mediterranean ever dry out?*, (Sedimentology 52), pp. 875-902.

V. Manzi, S. Lugli, M. Roveri, F. Dela Pierre, R. Gennari, F. Lozar, M. Natalicchio, B.C. Schreiber, M. Taviani, E. Turco 2016, *The Messinian salinity crisis in Cyprus: a further step towards a new stratigraphic framework for Eastern Mediterranean*, (Basin Research), pp. 1-30.

S. Marabini, G.B. Vai 1985, *Analisi di* facies *e macrotettonica della Vena del Gesso in Romagna*, (Bollettino della Società Geologica Italiana 104), pp. 21-42.

D. Montanari, C. Del Ventisette, M. Bonini, F. Sani 2007, *Passive-roof thrusting in the Messinian Vena del Gesso Basin (Northern Apennines, Italy): constraints from field data and analogue models*, (Geological Journal 42, 5), pp. 455-476.

S. Lugli, B.C. Schreiber, B. Triberti 1999, *Giant polygons in the Realmonte mine (Agrigento, Sicily): evidence for the desiccation of a Messinian halite basin*, "Journal of Sedimentary Research" 69, pp. 764-771.

G. Panieri, S. Lugli, V. Manzi, M. Roveri, B.C. Schreiber, K.A. Palinska 2010, *Ribosomal RNA gene fragments from fossilized cyanobacteria identified in primary gypsum from the late Miocene, Italy*, (Geobiology 8), pp. 101-111.

G. Plesi, S. Chicchi, G. Daniele, S. Palandri 2000, *La struttura dell'alto Appennino reggiano-parmense fra Valditacca, il Passo di Pradarena e il M. Ventasso*, (Bollettino della Società Geologica Italiana, 119), pp. 267-296.

M. Roveri, R. Flecker, W. Krijgsman, J. Lofi, S. Lugli, V. Manzi, F.J. Sierro, A. Bertini, A. Camerlenghi, G. De Lange, R. Govers, F.J. Hilgen, C. Hübscher, P.TH Meijer, M. Stoica 2014, *The Messinian Salinity Crisis: past and future of a great challenge for marine sciences*, (Marine Geology, 349), pp. 113-125.

M. Roveri, V. Manzi, F. Ricci Lucchi, S. Rogledi 2003, *Sedimentary and tectonic evolution of the Vena del Gesso basin (Northern Apennines, Italy): Implications for the onset of the Messinian salinity crisis*, (Geological Society of America Bulletin 115, 4), pp. 387-405.

M. Roveri, S. Lugli, V. Manzi, R. Gennari 2008, *Large-scale mass wasting processes in the Messinian Ciminna Basin (northern Sicily)*, (Geoacta 7), pp. 45-62.

D.J. Shearman 1985, *Syndepositional and late diagenetic alteration of primary gypsum to anhydrite*, in B.C. Schreiber (Ed.), *Sixth International Symposium on Salt*, vol. 1, Salt Institute, pp. 41-55.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Il fenomeno carsico nei gessi

Jo De Waele[1], Paolo Forti[2]

Riassunto
Le aree carsiche nelle evaporiti dell'Emilia Romagna, pur rappresentando meno del 1% del territorio regionale, sono state oggetto di esplorazioni e studi da oltre 4 secoli, e risultano essere quelle più studiate al mondo. Tali studi hanno permesso di evidenziare come il carsismo nei gessi si esplichi con meccanismi a volte del tutto peculiari che, conseguentemente, portano allo sviluppo di forme epigee ed ipogee e di depositi fisici e chimici assolutamente caratteristici, che vengono qui brevemente descritti. Infine, in questi ultimi anni, è stato possibile dimostrare come i fenomeni carsici nelle evaporiti abbiano delle caratteristiche che permettono di utilizzarli in importanti campi di studio quali quelli che riguardano le ricostruzioni paleoclimatiche e paleoambientali. Inoltre, le grotte in gesso, a differenza di quelle in calcare, si sono dimostrate essere anche una efficiente trappola per la CO_2 anche per periodi che eccedono di molto il tempo di sopravvivenza di questo tipo di cavità

Parole chiave: Carsismo nelle evaporiti, speleogenesi, morfologie epigee ed ipogee, depositi chimici e fisici.

Abstract
The karst areas in evaporites of Emilia Romagna, although representing less than 1% of the regional territory, have been the subject of exploration and study for over 4 centuries, and are today the most studied gypsum karst areas in the world. These studies have made it possible to highlight how gypsum karst develops through mechanisms that are rather unique, leading to the development of characteristic epigean and hypogean forms as well as physical and chemical deposits. All these aspects are briefly described here. Finally, in recent years, it has been possible to demonstrate how the gypsum karst phenomena have characteristics that allow them to be used in important research fields such as paleoclimatic and paelo-environmental reconstructions. Furthermore, gypsum caves, unlike limestone ones, have also proven to be an efficient CO_2 trap for periods that greatly exceed the survival time of this type of cavity.

Keywords: *Karst in evaporites, speleogenesis, epigean and hypogean morphologies, chemical and physical deposits.*

Introduzione

Gli affioramenti gessosi dell'Emilia-Romagna rappresentano meno dell'1% del territorio regionale e sono costituiti da due differenti formazioni: le gessi-anidriti triassiche, localizzate nell'alta Val Secchia in provincia di Reggio Emilia, e i gessi messiniani, distribuiti lungo la fascia pedeappenninica che da Reggio Emilia giunge fino a Rimini e al confine con la Regione Marche.
Tutti questi affioramenti sono caratterizzati da una notevole presenza di fenomeni carsici sia epigei che ipogei, e non va dimenticato che essi attualmente ospitano la grotta in gesso più profonda del mondo (-265 m nel Sistema carsico di Monte Caldina, nelle Evaporiti triassiche dell'alta Val Secchia), ed una delle grotte epigeniche più lunghe (Sistema Carsico Spipola-Acquafredda nei Gessi bolognesi che supera gli 11 km di sviluppo) (Lucci, Rossi 2011).
Grazie alla loro "evidenza morfologica", sono stati oggetto di studio da parte di ricercatori e scienziati già dal XVII secolo (Bottegari nel 1612, Aldrovandi nel 1648, Vallisneri nel 1715, Laghi nel 1806 e Santagata nel 1835), quindi molto prima che, nel mondo, si iniziasse a parlare in maniera puntuale di speleologia e/o fenomeni carsici.
Più recentemente, a partire dalla fine della seconda guerra mondiale, mentre in tutto il resto del mondo il carsismo nelle evaporiti veniva ancora considerato un fenomeno di minore importanza (Forti, Rabbi 1983), secondario rispetto al più noto e studiato carsismo presente nei calcari, gli speleologi e i ricercatori dell'Emilia-Romagna hanno, invece, portato avanti studi sistematici sui gessi regionali, ricerche queste ul-

[1] Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (BIGEA), Università di Bologna; Istituto Italiano di Speleologia; jo.dewaele@unibo.it

[2] Istituto Italiano di Speleologia; Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese; Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; paolo.forti@unibo.it

time che ne hanno evidenziato sempre di più la loro importanza e unicità.
Nonostante che affioramenti di rocce gessose di età anche molto differenti tra loro siano presenti in svariate zone del nostro pianeta, ancora oggi solo pochissime di queste sono state oggetto di studi specifici. I fenomeni carsici nei gessi dell'Emilia-Romagna non solo sono stati i primi, in assoluto, ad essere stati osservati, ma sono anche quelli che, ad oggi, sono i meglio studiati al mondo, tanto che negli ultimi anni sono stati pubblicati alcuni lavori di sintesi sulla speleogenesi nei gessi (Lucci, Rossi 2011; De Waele *et alii* 2017; Calaforra, Forti 2021) ed in particolare su quelli dell'Emilia Romagna (Columbu *et alii* 2015, 2017) che sono stati la fonte principale per la stesura di questo lavoro.
Qui di seguito verranno brevemente analizzate le principali caratteristiche morfologiche e genetiche del fenomeno carsico superficiale e profondo nei gessi regionali rispetto a quelle presenti in altre litologie (innanzitutto, ma non solo, carbonatiche) e verranno descritti i loro depositi fisici e chimici peculiari. Infine si accennerà brevemente ai campi di ricerca climatica, paleoclimatica, paleoambientale e di contrasto al riscaldamento globale in cui lo studio delle cavità naturali in gesso può dare un contributo significativo.

Le caratteristiche chimico-fisiche e petrografiche specifiche della roccia gessosa come fattore condizionante lo sviluppo del carsismo

Dal punto di vista del comportamento chimico, il gesso è un sale, la cui solubilità in acqua (per dissociazione e senza l'intervento di acidi) è intermedia tra quella del calcare in acque leggermente acidule e del salgemma in acqua piovana: la sua solubilità è di 1-2 ordini di grandezza maggiore del calcare e di quasi altrettanto minore rispetto al salgemma (tab. 1).
Il processo di dissoluzione del gesso comprende due fasi: (i) il rilascio delle specie chimiche disciolte dalla superficie del minerale (governata, cioè, dalla reazione chimica); e (ii) la loro diffusione nella soluzione attraverso lo strato limite di diffusione (il *Diffusion Boundary Layer*, o DBL, in inglese, in altre parole il trasporto delle specie disciolte dalla superficie del minerale al solvente). La cinetica del processo di dissoluzione globale è sempre controllata dalla fase più lenta, ovvero dalla reazione superficiale (cinetica controllata dalla reazione chimica) oppure dal trasporto del materiale disciolto lontano dalla superficie del minerale (cinetica controllata dal trasporto). La velocità di dissoluzione in quest'ultimo regime (cioè, condizionata dal trasporto delle specie disciolte) è fortemente influenzata dalle condizioni idrodinamiche. Elevate velocità del flusso e turbolenza contribuiscono a ridurre lo spessore dello strato limite di diffusione, accelerando quindi la dissoluzione.
Dove la velocità di reazione chimica sulla superficie minerale è estremamente elevata, come accade con minerali ad alta solubilità come il salgemma, la cinetica del processo di dissoluzione è controllata dal trasporto che ne è il fattore limitante. Laddove la reazione superficiale è più lenta del trasporto diffusivo, la dissoluzione è controllata dalla cinetica dalla reazione chimica. Esiste un caso intermedio di cinetica mista, in cui la velocità di dissoluzione varia a seconda dello stato di saturazione della soluzione. È questo il caso del gesso. Con acque molto sottosature in gesso, la reazione chimica è molto più veloce, ed il fattore limitante diventa la diffusione degli ioni dallo strato limite alla soluzione ed il loro trasporto. Vicino all'equilibrio, la reazione chimica superficiale diventa più lenta del trasporto diffusivo e il regime cambia da controllato dal trasporto a controllato dalla reazione chimica. Simile al calcare, quindi, la marcata diminuzione del tasso di dissoluzione vicino a saturazione consente all'acqua di allargare condotti e discontinuità su distanze molto maggiori di quelle previsto dai modelli che presuppongono una cinetica controllata soltanto dal trasporto (fig. 1).
La roccia gessosa presenta poi una variabilità di grana cristallina (da millimetrica a metrica) di gran lunga maggiore se paragonata a quella delle altre principali rocce carsificabili (calcare, dolomia, salgemma) che invece presentano grana essenzialmente microcristallina. Infine, il gesso ha una durezza molto bassa (2 sulla scala di Mohs, contro i 3 della calcite), ed ha una

Minerale	Grana cristallina	Durezza (scala di Mohs)	Solubilità (g/l)	Evoluzione carsica (anni)
Silice amorfa	assente	5,5-6	0,117	10^{5-7}
Calcite	millimetrica	3	0,3	10^{4-6}
Gesso	millimetrica-metrica	2	2,6	10^{2-4}
Salgemma	millimetrica-decimetrica	2,5	424	10^{1-2}

Tab. 1 – Caratteristiche chimico-fisiche del Salgemma, del Gesso, della Calcite e della Silice. La solubilità si riferisce ad acqua pura a 25°C, pH 7 e 1 atm di pressione atmosferica, e 5% in volume di CO_2 (tipico di molti suoli).

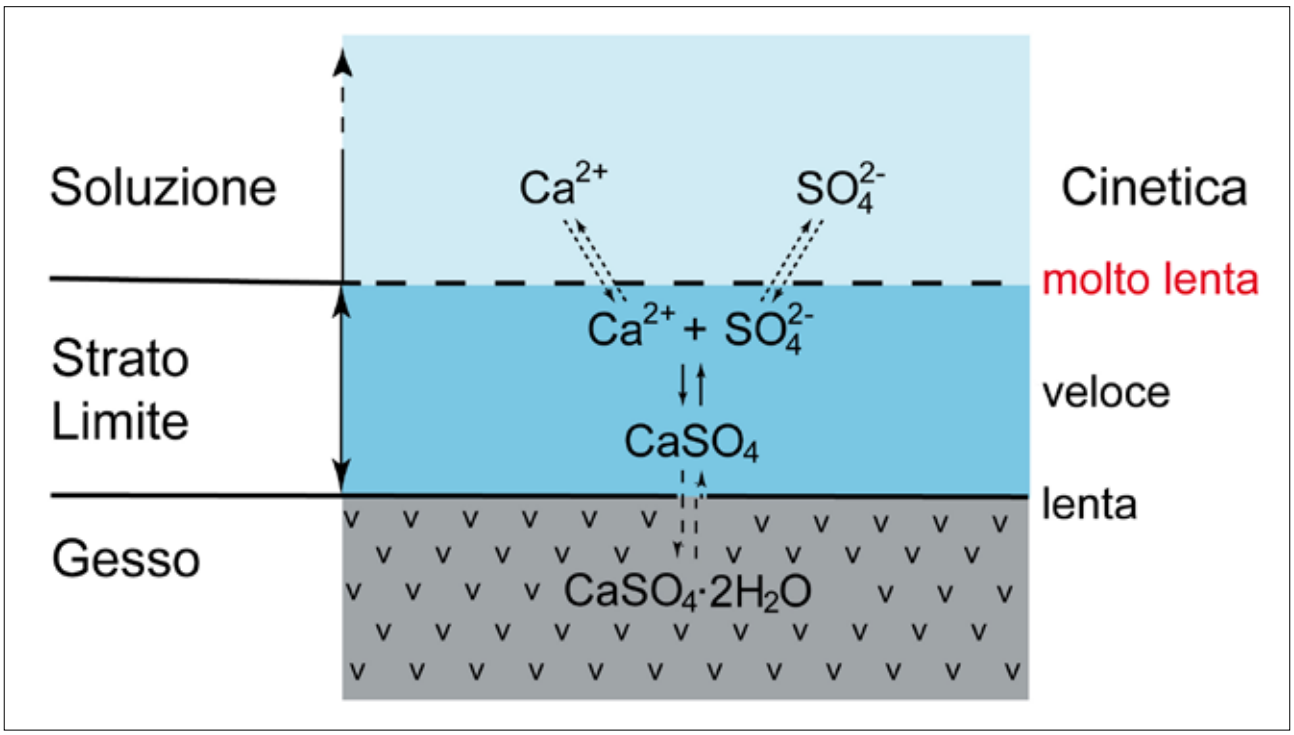


Fig. 1 – I tre stadi della solubilizzazione del gesso: per primo avviene il passaggio delle molecole di $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ nello strato limite dove, velocemente, si ha la scissione in ioni Ca^{2+} e SO_4^{2-}, che poi migrano verso il centro della soluzione. Il terzo stadio è estremamente lento e quindi è quello che controlla la cinetica della reazione globale. Pertanto, in assenza di moto turbolento che rimescoli lo strato limite con il corpo della soluzione la dissoluzione del gesso è praticamente inibita (da Calaforra, Forti 2021).

permeabilità molto bassa (porosità di 0-5%, rispetto al 5-20% delle rocce carbonatiche non carsificate).
In ultimo, soprattutto i gessi messiniani, ma a volte anche quelli di altre ere geologiche, risultano intercalati a interstrati anche potenti di materiale argilloso che possono condizionare, in maniera anche preponderante, lo sviluppo delle gallerie di drenaggio sotterraneo.

Il paesaggio carsico superficiale

A prescindere dall'età delle formazioni affioranti e indipendentemente dalla loro situazione strutturale, tessiturale e della grana cristallina, a grande scala il paesaggio delle evaporiti dell'Emilia-Romagna è caratterizzato dal fatto che esse, pur avendo un'elevata solubilità e suscettibilità all'erosione, si trovano costantemente in posizione più rilevata rispetto alle formazioni di letto e di tetto (inversione del rilievo). Questo avviene perché, in ambiente carsico, l'elevata permeabilità secondaria (per fratturazione e carsismo) delle rocce rende il flusso idrico superficiale molto scarso e temporaneo. L'erosione superficiale si esplicita quindi maggiormente sulle formazioni limitrofe, in prevalenza di natura pelitico-argillosa, che vengono "consumate" ad una velocità molto più elevata di quella delle evaporiti, che invece vengono erose prevalentemente lungo vie sotterranee.

Un esempio particolarmente evidente di questo processo è rappresentato dalle dorsali dei gessi messiniani della Vena del Gesso romagnola, che, per diversi chilometri, svettano sulle marne tortoniane di letto e sulle argille plioceniche di tetto.
Anche le Evaporiti triassiche dell'alta Val Secchia risultano morfologicamente in rilievo rispetto alle formazioni limitrofe, ma questo è dovuto non solo all'inversione del rilievo ma anche al fatto che esse sono state soggette, in passato, a fenomeni di sollevamento e traslazione.

Le macroforme

Nelle aree evaporitiche della regione sono molto comuni le associazioni tra forme fluviali e carsiche (fig. 2), indotte dalla progressiva transizione tra una rete idrografica superficiale, sviluppatasi nei litotipi non carsificabili di letto e di tetto, e una di tipo ipogeo all'interno dei gessi messiniani. La combinazione di questi processi porta all'evoluzione, a monte del massiccio solubile, di grandi "valli cieche" che terminano, al contatto con i gessi, con uno o più inghiottitoi attraverso i quali l'acqua inizia il suo percorso sotterraneo. Le maggiori valli cieche dell'Emilia-Romagna sono quelle dell'Acquafredda nei Gessi bolognesi e quella del Rio Stella nella Vena del Gesso romagnola.

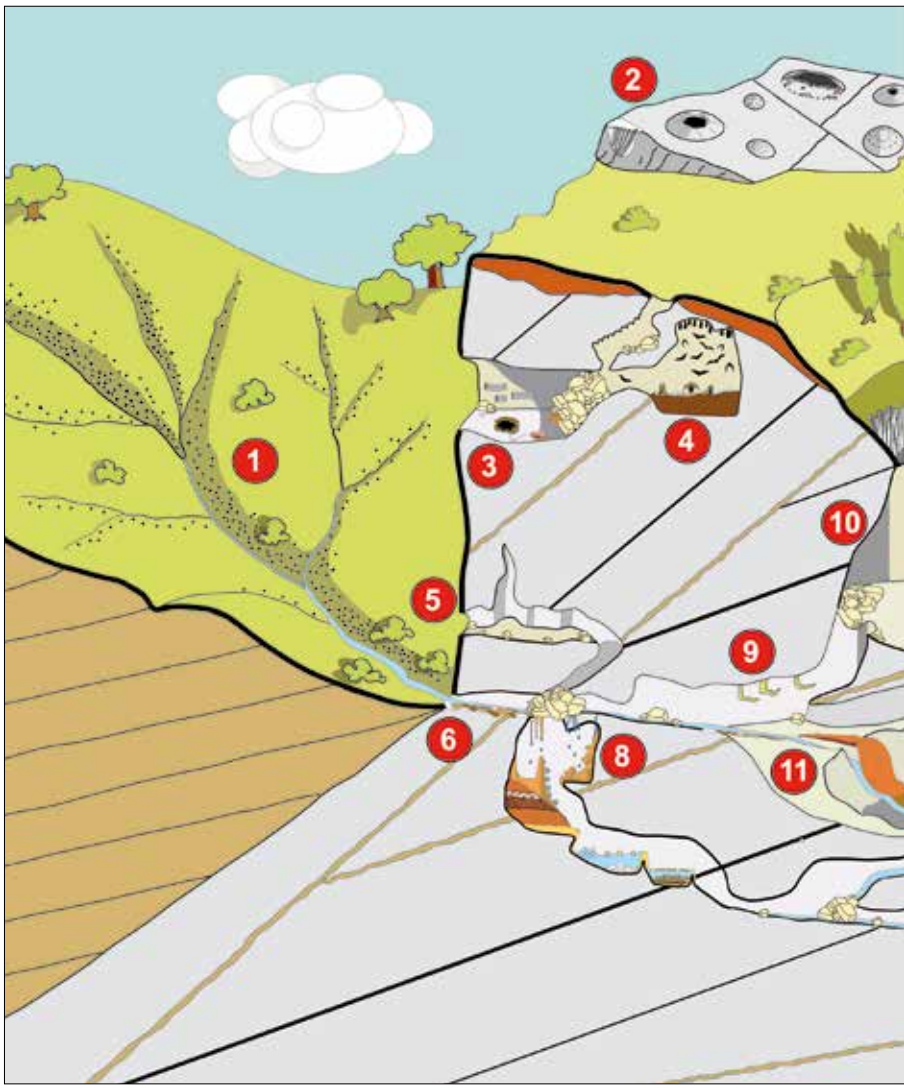


Fig. 2 – Principali forme carsiche epigee ed ipogee dei gessi messiniani dell'Emilia Romagna: 1) Valle cieca; 2) Karren e bolle di scollamento; 3) Depositi archeologici e paleontologici; 4) ecosistemi sotterranei; 5) Inghiottitoio fossile; 6) Inghiottitoio attivo; 7) Dolina; 8) Concrezionamento carbonatico per dissoluzione incongruente; 9) Stalattiti di gesso curve; 10) Pozzo a campana con lama di calcite; 11) Dolina interna; 12) Gallerie paragenetiche; 13) Mineralizzazioni complesse 14) Cristallizzazioni di gesso; 15) Banchi di gesso affioranti ed esposti agli agenti meteorici; 16) Fenomeni graviclastici e suoli poligonali; 17) Condotta lungo il livello di base; 18) Soffitto a mammelloni; 19) Laminatoio o galleria di interstrato; 20) Dolina di crollo; 21) Erosioni a candela; 22) Risorgente con canyon residuale (roofless cave); 23) Infiorescenze gessose su massi isolati.

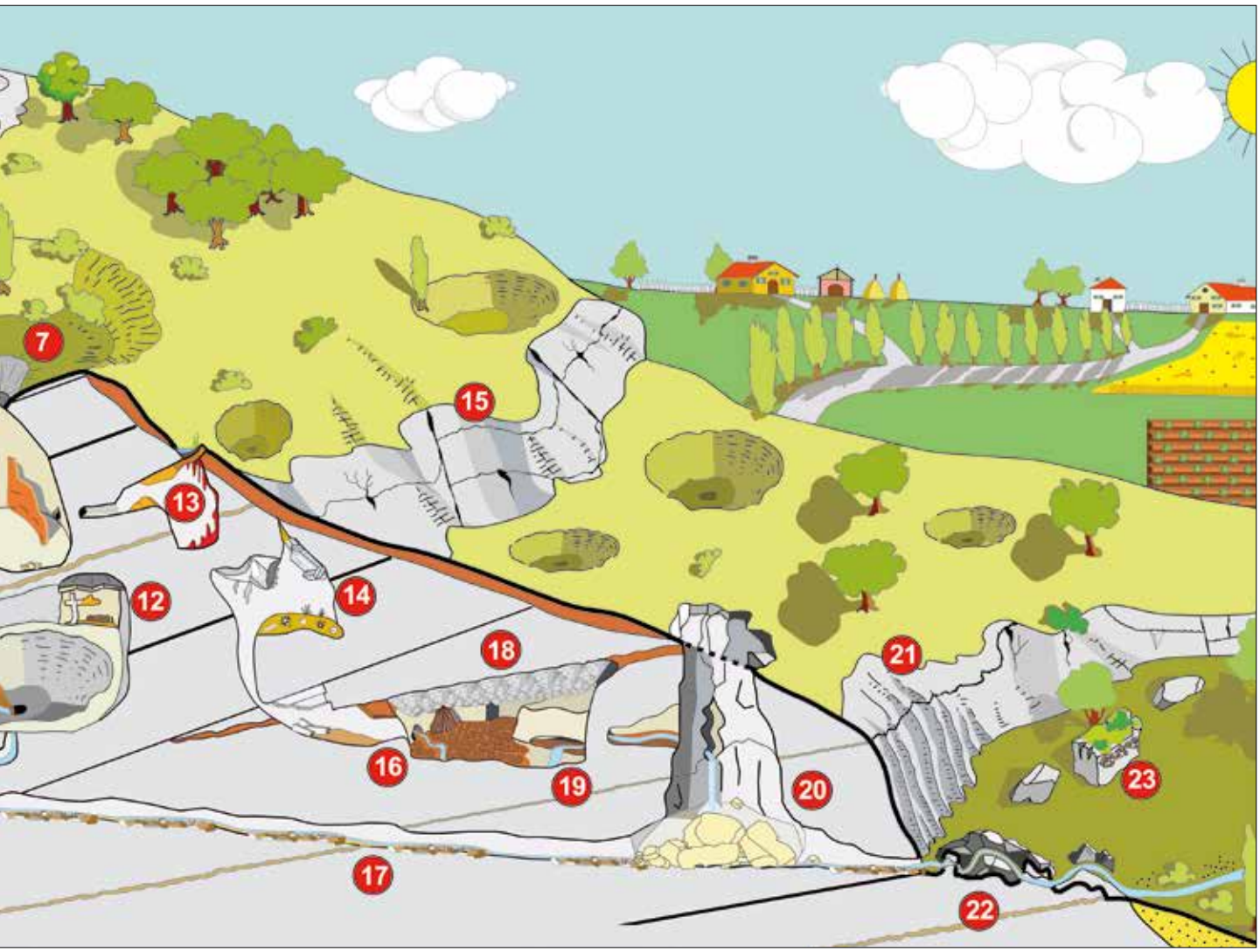
A valle della formazione carsificabile, poi, spesso sono presenti risorgenti che danno luogo a valli fluviali più o meno sviluppate (valli chiuse). In generale sono forme molto meno ampie delle "valli cieche" anche se possono talvolta originare, all'interno delle evaporiti, grandiosi fenomeni di erosione regressiva con la formazione di veri e propri piccoli canyon (per esempio, la forra del Rio Basino).

Nelle Evaporiti triassiche le valli cieche e le valli chiuse sono in generale molto meno sviluppate sia perché la carsificazione profonda, in questa formazione, è frenata in parte dalla complessità strutturale e litologica e dalla presenza di rocce anidritiche, sia per le dimensioni più frammentate degli affioramenti.

L'altra forma carsica di grande dimensione assai diffusa è la dolina, depressione imbutiforme endoreica prodotta dalla dissoluzione superficiale della roccia ad opera delle acque di precipitazione meteorica. Spesso al fondo delle doline si trovano inghiottitoi attivi che assorbono tutta l'acqua piovana che vi si raccoglie e che danno a volte accesso a cavità sotterranee. La superficie e la profondità delle doline sono molto variabili: da pochi metri di diametro e di profondità a valori molto prossimi ai 500 metri di larghezza e i 100 di profondità (Dolina della Spipola nei Gessi bolognesi). All'interno di quelle di maggiori dimensioni spesso si osservano doline accessorie più piccole che si sono formate nelle zone in cui il drenaggio sotterraneo è facilitato dalla presenza di elementi tettonici e/o strutturali.

Pur raggiungendo dimensioni ragguardevoli, la quasi totalità delle forme carsiche oggi visibili nelle evaporiti regionali sono di genesi piuttosto recente: infatti la loro evoluzione è iniziata solamente nel tardo Quaternario (dal Pleistocene medio (o Chibaniano) in poi, ovvero da circa 700 mila anni fa in poi) quando l'affiorare di queste formazioni ha permesso l'inizio dei processi dissolutivi.

Soltanto in una zona della Vena del Gesso romagnola (Cava del Monticino a Brisighella) e presso Zola Predosa (la Cava che ha intercettato la Grotta Michele Gortani) sono state scoperte evidenze morfologiche ipogee e epigee di un'emersione intramessiniana



(tra 5,60 e 5,33 milioni di anni fa), peraltro già ben documentata in altre aree del Mediterraneo, che ha permesso l'evoluzione di un carsismo non solo embrionale ma, nel caso di Zola Predosa anche già ben sviluppato (De Waele, Pasini 2013). Oltre al fatto che la quasi totalità delle forme carsiche delle evaporiti dell'Emilia-Romagna sono molto giovani, anche il loro tempo di persistenza sarà abbastanza breve: è stato infatti sperimentalmente dimostrato che la degradazione delle formazioni gessose direttamente esposte alle precipitazioni meteoriche consuma quasi 1 mm di gesso ogni anno, per cui affioramenti di spessore di 100 m o poco più possono teoricamente scomparire nell'arco di 100.000 anni.

Le mesoforme e le microforme

Nelle aree carsiche gessose dell'Emilia-Romagna esistono varie forme di dissoluzione con dimensioni da centimetriche a metriche che, in parte, dipendono anche dalla "grana cristallina" del gesso. Nei gessi saccaroidi, sia messiniani che triassici, la grana cristallina è inferiore al millimetro e quindi vi si sviluppano tutta una serie di *karren*, di crateri da pioggia, di pinnacoli etc. molto simili per forma, dimensione e genesi alle analoghe morfologie che si formano in rocce calcaree: l'unica differenza è la loro molto maggiore velocità di sviluppo, data la più elevata solubilità del gesso.
Negli affioramenti messiniani, però, la grana cristallina è molto più spesso centimetrica o pluricentimetrica e, conseguentemente, le piccole forme come i karren sono molto rare perché la dissoluzione lungo i piani infracristallini disarticola la roccia stessa permettendo il distacco progressivo di singoli cristalli.
Nei gessi messiniani è, invece, abbastanza comune un altro tipo di forma che può raggiungere anche i 10 m di sviluppo, alcuni metri di profondità e fino a 20 o 30 cm di spessore: sono le candele, solchi sub-verticali che si sviluppano attorno agli imbocchi degli inghiottitoi in cui l'acqua viene veicolata in modo concentrato. Queste forme si sviluppano non solo per dissoluzione ma anche e soprattutto per erosione dato che l'acqua vi scorre all'interno con alta energia cinetica.

Sono ben sviluppate oltre che sui bordi della Dolina della Spipola nel Bolognese, ove furono descritte già da Capellini nel 1876, soprattutto nel Centro Visite Carnè del Parco della Vena del Gesso romagnola. La loro evoluzione è rapidissima e il loro approfondimento può arrivare anche a 10-20 cm/anno.

Nei gessi messiniani a grana cristallina centimetrica si può anche sviluppare un altro tipo di forma del tutto peculiare: i tumuli o "bolle di scollamento" (Calaforra, Pulido Bosch 1999). Si tratta di rigonfiamenti sferoidali o, più di frequentemente, ellissoidali che interessano lo strato superficiale del gesso quando questo è esposto in giacitura suborizzontale e il suo spessore non supera i 50-60 cm. L'evoluzione dei tumuli è dovuta al progressivo aumento della superficie dello strato a seguito dei processi di deformazione causati sia da fenomeni di dilatazione termica sia da processi di locale dissoluzione-ricristallizzazione degli individui cristallini di gesso. In seguito a ciò, lo strato superiore si distacca sempre più da quello sottostante dando origine ad una vera e propria cavità che può raggiungere anche vari metri di diametro ed il metro di altezza. La loro evoluzione è abbastanza rapida e il tempo di loro persistenza si ritiene non superi il secolo.

Se poi lo spessore dello strato di gesso superficiale è di pochi centimetri, lo stesso meccanismo può dare origine ad altre forme, le "dorsali di compressione" rilievi di pochi centimetri che si sviluppano linearmente anche per alcuni metri in corrispondenza di fratture che interessano lo strato superficiale (Ferrarese *et alii* 2003).

Sempre negli affioramenti delle evaporiti messiniane, la presenza di cristalli di gesso di dimensioni centimetriche, ha permesso lo sviluppo di nanoforme (da pochi millimetri a pochi decimi di millimetro) assolutamente peculiari, la cui evoluzione, pur sempre indotta dalla dissoluzione, invece che dalla direzione del flusso idrico, è completamente controllata dalla struttura cristallina (fig. 3) per cui esse variano in funzione alla disposizione della faccia del cristallo esposta all'azione delle acque meteoriche.

Infine una delle cose che maggiormente differenzia il carsismo nei gessi emiliano-romagnoli da quello nei calcari è lo sviluppo molto ridotto delle forme sottocutanee (piccole morfologie di dissoluzione che si formano in corrispondenza dell'interfaccia tra la roccia e il manto detritico di copertura). Nei gessi i *Rundkarren*, infatti, possono svilupparsi solamente se al contatto tra la roccia gessosa e la copertura sovrastante è possibile un flusso idrico sufficientemente rapido da permettere fenomeni di turbolenza che inducano il rimescolamento dello strato limite, e di conseguenza la dissoluzione.

Il fenomeno carsico profondo nei gessi rispetto a quello in altre litologie

In tutto il mondo i fenomeni carsici nelle evaporiti sono ancora oggi generalmente considerati meno sviluppati e conseguentemente di minor interesse scientifico rispetto a quelli caratteristici del carsismo classico nelle rocce carbonatiche. Basti pensare che fino agli anni '80 del secolo scorso si riteneva che i fenomeni che si sviluppavano nelle evaporiti non dovevano essere considerati dei veri e propri fenomeni carsici, ma solo delle manifestazioni minori: erano infatti inseriti nella categoria dei fenomeni "paracarsici" cioè "simili", ma non uguali, a quelli presenti nelle formazioni carbonatiche.

Grazie soprattutto agli studi e alle ricerche portate avanti dagli speleologi dell'Emilia-Romagna a partire dalla seconda metà del 1900, e poco più tardi da speleologi Russi (Klimchouk *et alii* 1996) e Spagnoli (Calaforra 1998) è stato possibile evidenziare l'importanza del fenomeno carsico nei gessi. Comunque oggigiorno possiamo affermare che il carsismo profondo che si sviluppa nei gessi è sì in generale meno complesso di quello nei calcari ma, come vedremo più avanti, permette l'evoluzione di forme e depositi assolutamente peculiari.

Le principali differenze nella speleogenesi delle evaporiti solfate rispetto a quella nelle rocce carbonatiche sono legate sia alle rispettive caratteristiche petrografico-strutturali e idrogeologiche, sia alle differenze nella chimica e nella cinetica della loro dissoluzione, queste ultime, a loro volta, fortemente condizionate dal clima dell'area in cui i fenomeni carsici si sviluppano.

In generale le grotte in gesso possono essere suddivise, sulla base della loro genesi ed evoluzione idrogeologica, in diversi tipi caratterizzati da specifici *pattern* quali: 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 e alimentati da apporti idrici laterali o da formazioni geologiche sottostanti: questo tipo di situazione è particolarmente presente negli affioramenti gessosi dell'Ucraina, dove ha permesso lo sviluppo di gigantesche grotte labirintiche con sviluppi di centinaia di chilometri (Klimchouk 2019), e nelle anidriti della Germania (Kempe 1996), con la formazione di vuoti per lo più di modesta entità, labirintiche oppure composte da cavità isolate. Grotte con questo tipo di genesi sono del tutto assenti in Emilia-Romagna, dove tutte le cavità in gesso attualmente note (pozzi verticali e grotte di attraversamento) si sono sviluppate in formazioni gessose quasi del tutto prive di copertura e

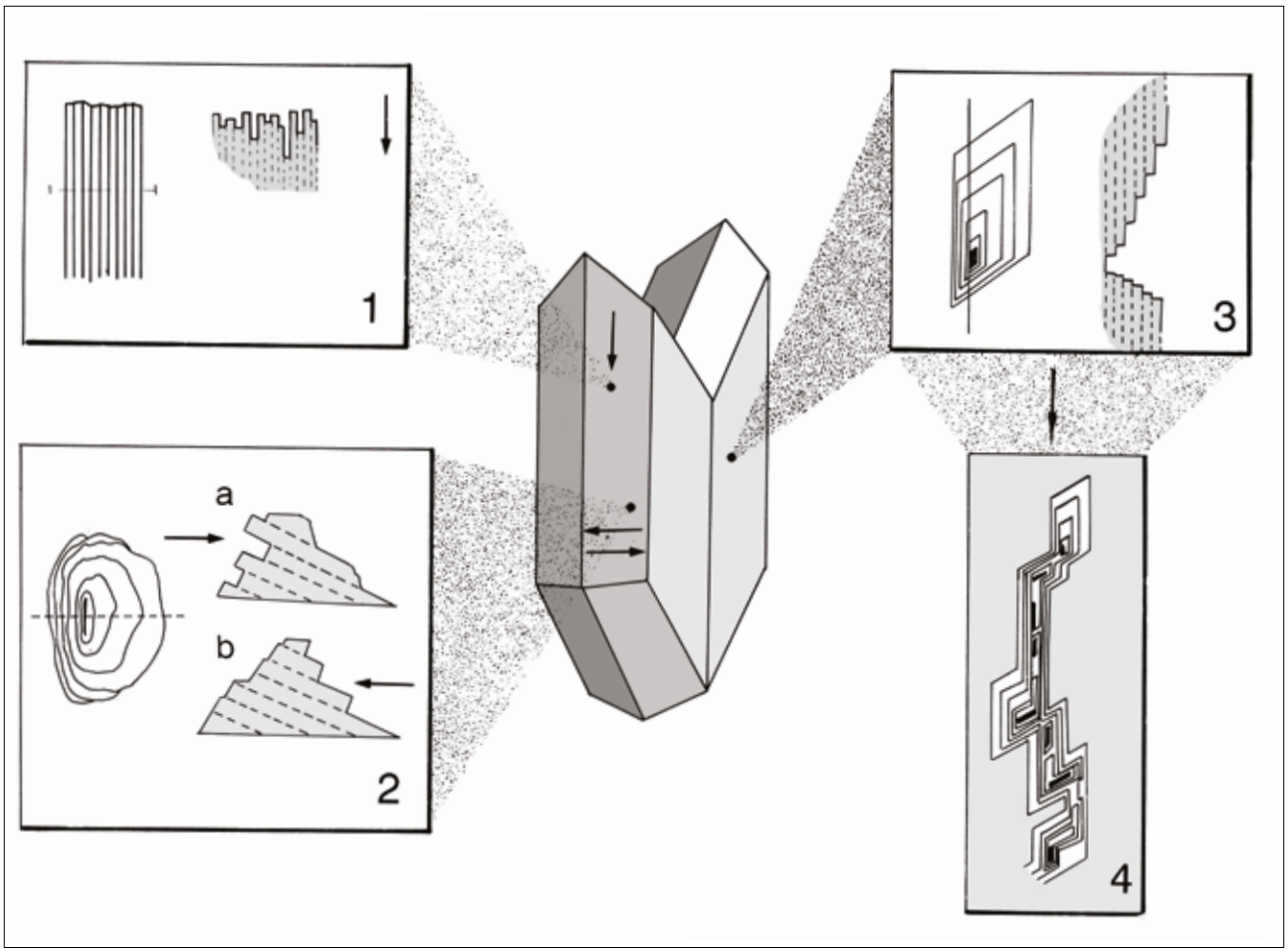


Fig. 3 – Nanoforme a controllo cristallografico che si sviluppano sulle varie facce di un geminato di gesso (da Forti 1996).

la loro evoluzione è sempre avvenuta nella zona insatura (vadosa) o, al limite, epifreatica, per cui le forme sviluppate sono state condizionate esclusivamente dal tipo di flusso idrico possibile in tali condizioni.

L'idrodinamica: fattore condizionante la speleogenesi

Le rocce gessose, in particolare quelle macrocristalline (le tipiche seleniti messiniane), sono scarsamente permeabili per porosità, di conseguenza l'infiltrazione e la circolazione idrica ipogea possono avvenire quasi esclusivamente lungo specifici lineamenti strutturali (fratture, faglie o piani di interstrato). Le relazioni tra situazioni strutturali e carsificazione profonda sono ben evidenti se si osservano le morfologie di alcune gallerie basse e larghe, chiamate comunemente laminatoi, sviluppatesi in corrispondenza di un interstrato pelitico lungo la direzione di strato, oppure se si raffrontano le direzioni di sviluppo delle cavità con le principali direttrici tettoniche e strutturali dell'area. Una grotta in cui la genesi tettonico-strutturale è rimasta evidentissima è la Grotta Secca nel Bolognese, la cui evoluzione è stata condizionata esclusivamente dal rilascio tensionale della parete gessosa subverticale che caratterizza la Valle cieca di Ronzana. Tuttavia, analizzando in dettaglio molte grotte nell'area bolognese l'impronta ed il controllo strutturale sul carsismo rimane spesso assai evidente (Pisani *et alii* 2019).

L'elevata solubilità dei gessi e la loro facile erodibilità ad opera di flussi canalizzati fanno sì che l'evoluzione dei condotti sotterranei 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. Contemporaneamente 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 deposizione di gesso secondario che si forma per evaporazione di soluzioni sature durante periodi di scarsa piovosità. Per questi

motivi, l'evoluzione speleogenetica risulta intensa e rapidissima lungo le linee di drenaggio principali e quasi nulla nel resto della massa gessosa.
Le grotte, che così si sviluppano, possono essere classificate dal punto di vista idrogeologico come una rete di drenaggio a primario fortemente dominante, costituita da un'unica condotta principale, con scorrimento rapido delle acque simile a quello di un fiume esterno, nella quale confluiscono pochi e brevi affluenti. In pratica le grotte in gesso risultano essere costituite da lunghi tratti di gallerie suborizzontali, sviluppatesi a livello della superficie piezometrica locale, raccordati da pozzi verticali alle aree o ai punti di infiltrazione.
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 idrico 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 di frequente, 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.
È stato possibile calcolare la velocità con cui il sistema ipogeo si è ricreato un profilo di equilibrio dopo un repentino abbassamento del livello di base nel Sistema carsico Spipola-Acquafredda nei Gessi bolognesi. Infatti, dopo che una vicina cava di gesso, con i propri lavori, aveva abbassato di 10 m il livello piezometrico presso la risorgente, si era attivato un processo di erosione regressiva che nell'arco di un ventennio ha portato alla completa fossilizzazione di oltre 500 m della condotta principale. Ciò prova che in questa cavità, dal punto del nuovo recapito verso l'interno dell'acquifero carsico, si è sviluppato un nuovo collettore in grado di smaltire fino a circa 200 l/s ad una velocità media di arretramento di circa 50 m/anno.
La totalità dei sistemi carsici nelle evaporiti della regione si è pertanto sviluppata con caratteristiche di acquiferi ipogei non confinati; in tali condizioni le grotte evidenziano una differenza fondamentale rispetto alle omologhe presenti in rocce calcaree, costituita dalla ridottissima circolazione idrica nella zona freatica e quindi dallo scarso sviluppo di vuoti carsici al di sotto del livello piezometrico. Questa scarsa carsificazione nella zona satura è dovuta anche al fatto che nei gessi, al contrario che nei calcari, sono pochi e scarsamente efficienti i meccanismi speleogenetici in grado di favorire un allargamento considerevole delle fratture originarie nella zona satura dell'acquifero ove le acque scorrono molto lentamente.

Meccanismi speleogenetici

La solubilità del gesso (o dell'anidrite), soprattutto in ambienti profondi, può aumentare sostanzialmente per alcuni fattori: (i) la presenza di altri sali, che diminuiscono l'attività degli ioni calcio e solfato, (ii) riduzione anaerobica dei solfati in presenza di materia organica, (iii) dedolomitizzazione e contemporanea precipitazione di calcite, che diminuisce gli ioni Ca^{2+} e aumenta gli ioni Mg^{2+} nella soluzione e (iv) l'aumento della pressione litostatica con conversione di gesso in anidrite e il rilascio di molecole d'acqua che aumentano la pressione idrostatica e portano in soluzione il solfato.
L'effetto sale è la conseguenza diretta dell'aumento delle sostanze ioniche in soluzione e causa una progressiva diminuzione dell'attività ionica e pertanto un aumento della solubilità: in pratica tale meccanismo è efficace soprattutto in presenza di un'alta concentrazione di sali solubili (quali il cloruro di sodio) e, in Emilia-Romagna, anche se teoricamente presente in tutte le grotte, risulta praticamente attivo esclusivamente nel sistema carsico che alimenta le Fonti di Poiano.
La riduzione dei solfati a solfuri può essere attiva solo nella zona satura (freatica) e riveste sicuramente una maggiore importanza per lo sviluppo del carsismo nei gessi. Qualora infatti 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 della roccia gessosa con conseguente allargamento dei meati esistenti. Questo meccanismo è di particolare importanza per l'ampliamento delle fratture e delle discontinuità presenti al di sotto della superficie piezometrica e che diventeranno via preferenziale del flusso idrico quando il livello di base si abbasserà. Una conferma diretta della reale efficacia di questo meccanismo si è avuta in una grotta di Monte Mauro (gessi romagnoli) dove una grande frattura con le pareti di gesso corroso si presenta in parte ricoperta da quarzo scheletrico.
Il processo di dedolomitizzazione associato alla dissoluzione del gesso può essere descritto dalla reazione:
dolomite $[MgCa(CO_3)_2]$ + gesso $[CaSO_4 \cdot 2H_2O] \rightarrow$ 2 calcite $[CaCO_3]$ + Mg^{2+}_{aq} + $SO_4^{2-}{}_{aq}$ + $2H_2O$
Questa reazione determina il mantenimento delle condizioni sottosature delle acque sotterranee rispetto al gesso, contribuendo a mantenere la dissoluzione di questo solfato. In pratica, il processo di dedolomitizzazione consuma ioni calcio derivati dalla dissoluzione del gesso, convertendo la dolomite in calcite.

Inoltre, questo processo comporta una perdita netta di massa solida che può portare allo sviluppo di porosità secondaria. Questo meccanismo lento può dare qualche contributo allo sviluppo del carsismo del gesso in falde acquifere con condizioni di flusso lento e con acque sotterranee quasi sature rispetto al gesso.
La dedolomitizzazione, assieme ad altri processi che coinvolgono direttamente altre sostanze tamponanti oltre al sistema acido carbonico e carbonato di magnesio (acidi deboli e loro sali con elementi alcalini e alcalino-terrosi), sono poi fondamentali nel processo di dissoluzione incongruente del gesso che porta alla formazione delle grandi concrezioni di calcite presenti nelle grotte dell'Emilia Romagna, e non solo, di cui si parlerà diffusamente più avanti.
Di particolare interesse dal punto di vista speleogenetico è la cinetica di solubilità e dissoluzione del gesso in condizioni superficiali (epigeniche), poiché questa è la situazione più comune per la formazione di grotte nelle evaporiti. La cinetica di dissoluzione del gesso è più lenta rispetto a quella che avviene nei carbonati. La dissoluzione del carbonato in condizioni di pH normali è controllata principalmente dalla reazione relativamente lenta all'interfaccia roccia-acqua (cinetica controllata dalla reazione chimica), che è il fattore limitante rispetto al trasferimento rapido degli ioni alla soluzione attraverso lo strato limite di diffusione.
Il gesso è invece caratterizzato da una cinetica mista, in cui il fattore limitante varia a seconda dello stato di saturazione della soluzione. Il gesso si dissocia rapidamente nell'acqua e il fattore limitante è il trasporto diffusivo attraverso lo strato limite (cinetica controllata dal trasporto). Tuttavia, vicino all'equilibrio (stato di saturazione ~ 0,9), la reazione chimica superficiale diventa più lenta del trasporto diffusivo e il regime passa da controllato dal trasporto a controllato dalla reazione chimica. Nella fase controllata dal trasporto, che è responsabile per la maggior parte della dissoluzione del gesso, lo spessore dello strato limite di diffusione è il fattore determinante: più diventa sottile, più velocemente il gesso si dissolve. Lo spessore dello strato limite dipende principalmente dalla velocità e dal regime del flusso, con una dipendenza lineare tra la velocità di dissoluzione e velocità del flusso in condizioni di flusso laminare e una rottura dello strato limite in condizioni turbolente, accompagnata da un aumento significativo della velocità di dissoluzione. Di conseguenza, le grotte nel gesso si formano preferibilmente laddove le condizioni consentono all'acqua di defluire velocemente, come avviene in presenza di forti gradienti idraulici, larghezze delle fessure iniziali relativamente grandi e produzione limitata di materiale insolubile che tende a ostruire le aperture allargate dalla dissoluzione. È necessario fare una distinzione tra condizioni epigeniche (non confinate), in cui il flusso dell'acqua è veloce e avviene su lunghe distanze, e la condizione confinata, tipiche della speleogenesi artesiana (da iniezione basale), dove il flusso è molto più lento e percorre breve lunghezze (lo spessore dello strato).
In contesti epigenici, la relazione diretta tra velocità del flusso e velocità di dissoluzione provoca la selezione di percorsi di flusso più favorevoli, una "selezione" che è molto più pronunciata nel gesso che nei calcari. Inizialmente, i percorsi di flusso più grandi si allargano molto più velocemente di quelli più piccoli, raggiungendo molto rapidamente la selezione del percorso favorito, ed una volta selezionato, il *feedback* positivo (il condotto riceve più acqua, si allarga di più, può contenere ancora più acqua, ecc.) diventa ancora più pronunciato. Perciò, in ambienti epigenici carsici nel gesso, dove le velocità di flusso possono essere elevate, le grotte tendono ad essere caratterizzate da semplici sviluppi (lineari) che collegano punti di ricarica (ruscelli che spariscono sottoterra, grandi doline) ai punti di recapito (sorgenti). Una dissoluzione significativa avviene laddove l'acqua inizialmente entra in contatto con il gesso. Nella zona vadosa (percolazione), le poche fessure verticali vengono rapidamente allargate dalle acque che vi circolano, che danno così luogo a pozzi verticali (generalmente chiamati pozzi "a campana" o fusoidi). La trasmissione del flusso d'acqua al livello di base (ad esempio, la sorgente nella Valle più vicina) avviene per lo più in prossimità della tavola d'acqua, poiché è qui che il flusso raggiunge le maggiori velocità. Questo spiega perché le gallerie freatiche sono molto rare e, se ci sono, sono tipicamente molto superficiali e legate alle condizioni strutturali locali.
Vicino alla tavola d'acqua, la maggior parte dell'allargamento dei condotti avviene durante eventi di flusso elevato (ad esempio, piene) attraverso una combinazione di dissoluzione da parte di acque alluvionali che scorrono rapidamente in grado di mantenere la sottosaturazione su distanze più lunghe, ed erosione meccanica potenziata dai sedimenti trascinati e favorita dall'elevata erodibilità del gesso. Le dimensioni dei pochi "condotti vincitori" generalmente riflettono la portata massima degli eventi di piena che li hanno creati, ma altri processi come i crolli, spesso, non consentono a queste condotte di sopravvivere per lunghi tempi.
Poiché le successioni evaporitiche quasi sempre contengono alternanze di gesso ed interstrati insolubili (cioè marne o argille), o sono ricoperti da sedimenti clastici a grana fine (siltiti e argille), i corsi d'acqua delle grotte spesso seguono questi contatti litologici. Il carsismo può avvenire in un'unica fase, con acqua che

entra nella roccia evaporitica solubile, raggiunge rapidamente il livello di base ed esce alla sorgente. Questi sistemi carsici semplici sono talvolta caratterizzati da un fiume sotterraneo che scorre su unità sottostanti meno solubili e meno permeabili (come carbonati, marne, argille). Questi sistemi di grotte mostrano generalmente una pianta piuttosto semplice, con andamenti lineari e scarsamente ramificati spesso fortemente influenzati da fattori stratigrafici e/o strutturali. Spesso i sistemi di grotte sono multilivello. Il miglior esempio di tali sistemi di grotte è il Re Tiberio nel Parco Regionale della Vena del Gesso romagnola, formatosi durante gli ultimi 130 mila anni, con lo sviluppo di un nuovo livello della grotta principalmente alla fine di un periodo freddo, e invece speleogenesi molto limitata e qualche deposizione di speleotemi di calcite durante i periodi più caldi (Columbu *et alii* 2015). Questa evoluzione delle grotte nei gessi controllata dal clima, abbinata a episodica incisione valliva, formazione di terrazzamenti fluviali ed episodi antigravitativi (paragenetici) nelle grotte precedentemente scavate, ha contribuito alla comprensione dell'evoluzione del paesaggio in questa regione dell'Appennino (Columbu *et alii* 2017).

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 dell'erosione meccanica, resa ancora più efficace da vari fattori quali: la scarsa tenacità della roccia gessosa; l'abbondante presenza nelle acque di particelle fini (sabbia, argilla), in buona parte provenienti dallo smantellamento degli strati marnoso-argillosi intercalati tra i banchi di gesso, ma derivati anche 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 e improvvise piene, ecc. Non deve quindi meravigliare che molte delle principali morfologie presenti nelle grotte in gesso risultino, parzialmente o totalmente, di chiara origine erosiva (*scallops*, meandri, pozzi cascata, laminatoi, le gallerie triangolari ecc.)

La dissoluzione per condensazione è un meccanismo attivo solo nelle zone aerate delle grotte e si esplica o perché l'aria calda esterna, entrando in grotta e raffreddandosi, diviene sovrasatura di umidità che condensa sui soffitti e sulle pareti aggettanti delle cavità, oppure per evaporazione dalla superficie di laghi e fiumi sotterranei. Anche se la carsificazione indotta dalla condensazione può divenire, in particolari climi, il processo speleogenetico principale, questo non è tale per i gessi dell'Emilia-Romagna: infatti una valutazione quantitativa ha dimostrato che questo meccanismo influisce sempre per meno del 10% del fenomeno complessivo. Tale processo può tuttavia portare localmente allo sviluppo di forme assolutamente peculiari quali i soffitti a cupole di condensazione (per esempio nella Sala Gotica della Grotta del Re Tiberio nella Vena del Gesso romagnola) o, sulle pareti aggettanti, di megacuspidi e megacreste dovute ai moti convettivi dell'aria calda e umida che condensa. Queste ultime forme risultano meglio sviluppate nei gessi microcristallini in quanto in quelli macrocristallini la dissoluzione infragranulare tende a disarticolare la roccia impedendo a queste forme ondulate di svilupparsi.

Le principali morfologie delle grotte in gesso

Normalmente le morfologie che si osservano all'interno delle grotte evaporitiche sono del tutto simili a quelle presenti nelle grotte carbonatiche di tutto il mondo, anche se, a volte, risultano più rare, come nel caso degli *scallops*, o più comuni, come i canali di volta, le gallerie antigravitative (paragenetiche) e i pendenti. Questo dipende dal fatto che i fattori fondamentali che controllano in modo spesso antitetico l'evoluzione di alcune morfologie sono vari e riguardano sia le caratteristiche della roccia gessosa (l'elevata solubilità, facile erodibilità, e grana cristallina medio-grande), sia quelle dell'acqua che scorre in contatto con la superficie rocciosa (flusso laminare o turbolento).

Le anse ipogee

Sono l'unica forma carsica sotterranea del tutto peculiare dei gessi dell'Emilia-Romagna e si è sviluppata esclusivamente nelle evaporiti triassiche dell'Alta Val di Secchia. In quest'area, infatti, le continue deformazioni, assieme alla presenza di anidrite che idratandosi (diventando gesso) aumenta di volume, ostacolano la carsificazione profonda (sigillando di fatto le fratture preesistenti) hanno quindi permesso che la speleogenesi si sviluppasse quasi esclusivamente nelle zone in cui il rilascio tensionale permetteva l'apertura di fessure in cui l'acqua poteva insinuarsi ed esplicare il suo effetto carsogeno, quindi lungo i fianchi vallivi (fig. 4). Pertanto in questa formazione, e solamente in essa, si formano cavità "epidermiche" a pochi metri dall'esterno, che si sviluppano parallelamente al versante stesso anche per centinaia di metri e che sono state chiamate "anse ipogee". Va poi notato il fatto che nell'Alta Val di Secchia, data la prevalenza di questo tipo di cavità epidermiche, la formazione di grandi valli cieche e valli chiuse è praticamente impedita: questo fatto permette quindi all'erosione fluviale superficiale di agire più facilmente sull'intero affioramento riportando la quasi totalità del drenaggio all'esterno.

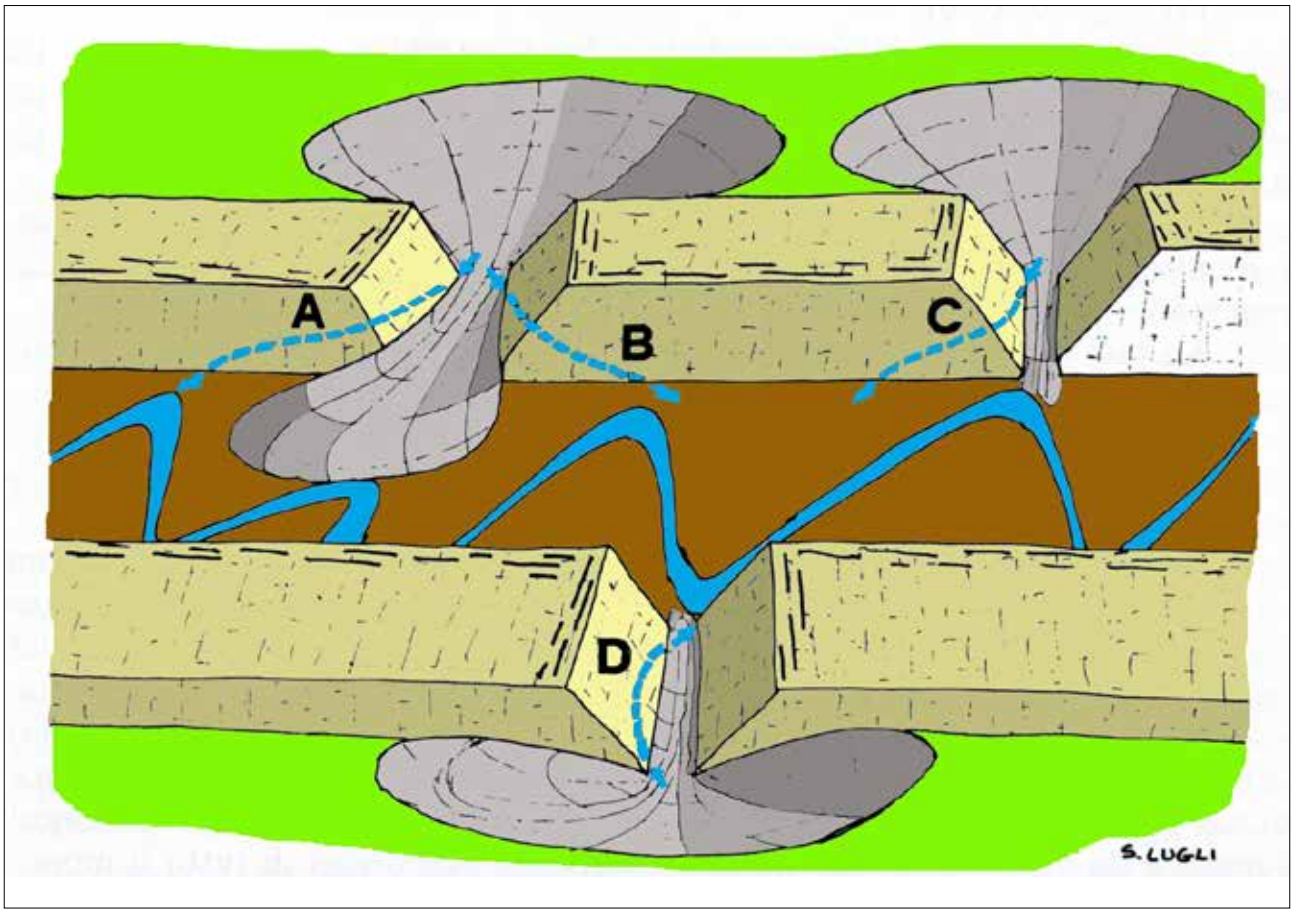


Fig. 4 – Schema dell'evoluzione delle anse ipogee che si sviluppano negli affioramenti delle gesso-anidriti triassiche dell'alta Valle del Secchia (da Lugli et alii 2004).

Scallops, megacuspidi e megacreste

Un esempio perfetto della competizione tra fattori condizionanti lo sviluppo di una stessa forma è fornito dagli *scallops* che si formano per flussi turbolenti dei fiumi sotterranei e delle megacuspidi e megacreste che si formano per flussi d'aria calda e umida, con condensazione del vapore acqueo sulle pareti aggettanti e conseguente flusso laminare.

I normali *scallops* sono del tutto assenti nei gessi messiniani a grana cristallina centimetrica mentre sono comuni nel gesso microcristallino dell'Alta Val di Secchia e nel gesso balatino (alabastrino) della Romagna orientale. Pertanto è evidente che la loro maggiore o minore presenza dipende esclusivamente dalla grana cristallina e questo è facilmente spiegabile perché la notevole energia cinetica richiesta all'acqua che li dovrebbe formare, quando esplica la sua azione sui cristalli centimetrici, ne causa rapidamente la disarticolazione e, quindi, ne asporta frammenti anche grossolani, impedendo così lo sviluppo compiuto degli *scallops*.

Controprova di questo fatto è data dalla presenza praticamente ubiquitaria delle megacuspidi e megacreste che si formano lungo le pareti aggettanti per condensazione e susseguente eventuale movimento gravitativo capillare del film d'acqua, fenomeno quest'ultimo che asporta la roccia per dissoluzione ma non è in grado di erodere meccanicamente la roccia. Quindi, le megacuspidi e megacreste, a differenza dei normali *scallops*, sono in grado di svilupparsi su pareti con ogni dimensione di grana cristallina, anche se si formano con maggiore facilità nei litotipi a grana fine.

Canali di volta ed altre forme antigravitative (paragenetiche)

I canali di volta sono incisioni curvilinee, dalla caratteristica forma ad "U" rovesciata e con il soffitto spesso orizzontale, talvolta ondulato, che si osservano sulle volte di gallerie suborizzontali e che si sviluppano in maniera generalmente indipendente dagli elementi strutturali presenti (piani di stratificazione, fratture ecc.). Pur essendo anche presenti nelle grotte in calcare, risultano essere molto più sviluppati in quelle gessose. Per questo fatto tra i primi posti in cui sono state studiati (negli anni '60) sono stati i Gessi bolognesi (Pasini 2009).

La loro genesi è indotta dalla presenza di acqua, che scorrendo con moto lento, tende a depositare tutto il carico solido di particelle molto fini che trasporta in sospensione. In tal modo il pavimento della galleria viene protetta da ogni ulteriore dissoluzione e/o erosione e l'acqua, a seguito del progressivo aumento dello spessore dei sedimenti depositati, 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: è pertanto normale che i canali di volta, nella loro evoluzione, possano mostrare allargamenti e/o restringimenti.
Se il processo antigravitativo si prolunga nel tempo, il canale di volta può svilupparsi in altezza anche per molti metri dando luogo a forme che, una volta svuotate dai sedimenti, sono molto simili ai normali canyon gravitativi. A causa della bassa energia del flusso idrico durante la formazione dei canali di volta è abbastanza comune che l'acqua divaghi creando nello stesso luogo più forme meandrizzanti, tutte 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 in seguito ad un aumento dell'energia dell'acqua (in genere causato da un abbassamento del livello di base) che innesca un ciclo erosivo classico (gravitativo) il quale può svuotare, in parte o del tutto, i canali di volta dai sedimenti fini che li obliteravano. Se poi le condizioni idrodinamiche erosive si mantengono nel tempo, la galleria antigravitativa tende a trasformarsi, nella sua sezione inferiore, in un vero e proprio canyon gravitativo del tutto analogo a quelli presenti nelle grotte in calcare. Nella trasformazione da galleria antigravitativa a canyon gravitativo, però, la sinuosità e la direzione di sviluppo non rimane del tutto casuale, come avviene costantemente nelle forme antigravitative classiche, ma progressivamente viene controllata dalla situazione strutturale locale. Questo fatto fornisce quindi un criterio di riferimento per discriminare tra loro queste due forme che, in certi casi, potrebbero risultare indistinguibili (Lauritzen, Lauritsen 1995).

Pozzi cascata
Queste forme, comuni anche nelle grotte in calcare, sono praticamente quasi il solo tipo di pozzo esistente nei gessi a causa proprio della velocità del processo carsico al loro interno. Nei gessi, infatti, pur essendo il processo speleogenetico di norma abbastanza rapido per permettere alle principali gallerie drenanti di mantenersi in equilibrio con il livello di base carsico locale, quando l'abbassamento di quest'ultimo è tanto repentino da impedire ai fiumi sotterranei di mantenere condizioni di flusso in equilibrio, allora in brevissimo tempo si formano i pozzi cascata. Si tratta di morfologie che si sviluppano lungo elementi strutturali subverticali a causa dell'erosione esercitata dall'acqua che vi precipita dentro. Essi spesso collegano direttamente gli inghiottitoi al livello di base o raccordano fra di loro differenti tratti di gallerie suborizzontali, testimonianze di antichi livelli. Di norma sono "campaniformi", cioè a pianta subcircolare, con dimensioni che aumentano con la profondità.

Laminatoi, mammelloni, gallerie a sezione triangolare e sale di crollo
I laminatoi sono forme assolutamente peculiari dei gessi messiniani e si sviluppano nelle zone in cui gli stress tettonici hanno deformato, e quindi "scollato", strati gessosi (una particolare superficie di debolezza è rappresentata dagli interstrati marnoso-argillosi frequenti nei gessi messiniani), senza causarne però una intensa fratturazione. Seguono spesso la direzione dello strato, e quindi hanno una pendenza molto lieve. 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 questi casi l'azione del fiume sotterraneo ha indotto la sola erosione di parte dello strato marnoso-argilloso un tempo intercalato tra i due banchi. Sovente, quando l'erosione fluviale giunge ad interessare anche una parte del tetto del banco inferiore di gesso, si possono formare meandri più o meno larghi e profondi.
Nei gessi messiniani, poi, si osserva che la volta dei laminatoi o anche dei saloni di crollo, in cui è esposta la porzione basale del banco gessoso superiore, può presentarsi non liscia ma con tozze protuberanze (comunemente note come "mammelloni") di forma conica e di dimensioni variabili (da pochi decimetri a oltre 2 m di diametro). Il vertice di questi coni, verso cui convergono i cristalli di gesso che li compongono, è rivolto verso il basso. Non si tratta di forme carsiche ma di forme sin-sedimentarie riesumate dall'erosione. La loro origine 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 più mammelloni si saldano assieme dando così origine ad un continuo piano di sedimentazione prima ondulato, poi orizzontale.
Infine l'evoluzione graviclastica dei laminatoi può por-

tare alla formazione di caratteristiche gallerie sempre con il soffitto piatto ma a sezione trasversale 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 soprastante, mentre quello crollato va a costituire le pareti inclinate verso l'interno della galleria triangolare.
Un'altra morfologia 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 fratture ed interstrati, 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. Un bel esempio di queste sale è dato dal Salone Giordani, nella Grotta della Spipola nei Gessi bolognesi.

I riempimenti di grotta

Le grotte in gesso sono in generale caratterizzate dall'abbondante presenza di depositi fisici sia fini (argilla, silt) di provenienza in parte autoctona, sia grossolani di origine essenzialmente alloctona, mentre sono decisamente povere di depositi chimici (mineralizzazioni e speleotemi), che mostrano una variabilità composizionale molto minore rispetto alle grotte in calcare. Pertanto, in tutto il mondo sono davvero pochi gli studi sistematici su questo aspetto delle grotte in gesso, ricerche, queste, che si sono intensificate soprattutto in questi ultimi decenni.
La situazione per quel che riguarda le grotte in gesso dell'Emilia Romagna è, almeno in parte, differente innanzitutto perché alcuni studi pionieristici sono stati effettuati già nei secoli passati e, soprattutto a partire dalla metà del XX secolo, l'interesse almeno verso i loro speleotemi peculiari è stata molto maggiore.

I depositi fisici

In molte grotte dell'Emilia-Romagna, e soprattutto nelle cavità dei gessi messiniani, si trovano 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 essi si sono sedimentati. Questi depositi fisici, testimonianze di passati eventi di alluvionamento torrentizio dei materiali erosi dalle formazioni limitrofe a quelle evaporitiche, si presentano verticalmente incisi dalle acque degli stessi torrenti che, in tempi precedenti, li avevano depositati fino ad occludere totalmente i vuoti carsici.
La natura petrografica dei clasti presenti costituisce la diretta testimonianza delle litologie affioranti nei bacini imbriferi da cui provenivano i torrenti che hanno sedimentato all'interno delle grotte tale materiale detritico: pur con distribuzioni percentuali diverse, risultano ben rappresentate la componente carbonatica e quella arenacea. A queste, che talora raggiungono percentuali considerevoli, si affiancano frammenti di speleotemi, quasi sempre di natura calcitica, il cui distacco è stato favorito dalla dissoluzione del supporto gessoso a cui erano ancorate. 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 provenienza umbro-marchigiana. Tali clasti, trasportati al mare da torrenti, sarebbero poi stati movimentati da correnti di riva verso l'interno dell'antico Golfo Padano dove, commisti ai sedimenti fluviali proveniente dall'Appennino emiliano-romagnolo, avrebbero contribuito alla formazione delle coperture alluvionali tardo-plioceniche e quaternarie che, a luoghi, ancora sovrastano la formazione gessosa messiniana (Lucci, Rossi 2011).
Datazioni U/Th di concrezioni carbonatiche che coprono questi sedimenti indicano spesso età corrispondenti a fasi calde (Columbu *et alii* 2017). Verso la fine di fasi climatiche fredde, quando i versanti dei fiumi a monte degli affioramenti gessosi erano più spogli dalla vegetazione, frane e abbondante dilavamento introducevano grandi quantità di sedimenti all'interno dei sistemi carsici in formazione. Queste introduzioni di ingenti quantità di sedimenti causava anche l'evoluzione antigravitativa di molte delle gallerie percorse da questi torrenti.

I depositi chimici

I depositi chimici secondari sono in generale poco comuni nelle grotte in gesso di tutto il mondo ed è a causa di ciò che sono scarsi non solo gli studi in cui se ne discute la genesi ma anche quelli che ne danno anche soltanto semplici descrizioni. Comunque, la presenza di depositi chimici sviluppatisi all'interno di grotte in gesso nell'Emilia Romagna era nota sin dall'antichità (Aldrovandi 1648; Laghi 1806; Santagata 1835). Tuttavia, quando dalla metà del secolo scorso sono iniziati studi specifici sui minerali di grotta (Hill, Forti 1997), le cavità nel gesso sono state quasi del tutto trascurate. A quel tempo, infatti, nessuna concrezione particolare e solo 5 minerali (calcite, epsomite, gesso, ghiaccio e mirabilite) erano stati osservati

in cavità nel gesso.
La scarsa variabilità nella composizione chimica e la dimensione generalmente piccola dei depositi secondari delle grotte in gesso rispetto alle analoghe formazioni presenti nelle cavità naturali in altri litotipi (calcare certo, ma anche dolomia e, in parte, silice) hanno fatto sì che, fino a mezzo secolo fa, non ci fosse nessuna pubblicazione generale sui minerali secondari presenti nelle cavità naturali gessose del nostro pianeta. Fortunatamente negli ultimi 50 anni alcune delle aree carsiche nei gessi, tra cui anche quelle dell'Emilia-Romagna, hanno iniziato ad essere indagate in dettaglio e gli studi effettuati hanno dimostrato che queste grotte possono ospitare, e spesso ospitano, depositi chimici interessanti, sia dal punto di vista morfologico che genetico (Forti 1996) (fig. 5).
Grazie soprattutto alle ricerche e agli studi effettuati in Italia in generale e nella Regione Emilia-Romagna in particolare (Forti 1996, 2017) adesso si è consapevoli che queste cavità possono ospitare concrezioni uniche e anche nuovi minerali di grotta, anche se comunque in quantità almeno di un ordine di grandezza inferiore rispetto alle altre cavità naturali del pianeta.
Oggigiorno le grotte in gesso mondiali ospitano 27 minerali secondari, di cui 4 esclusivi di questi ambienti (uno osservato solo nelle grotte dell'Emilia-Romagna) e 5 concrezioni peculiari di gesso e/o di calcite (di cui due osservate nella nostra regione). Rimanendo all'interno della Regione Emilia-Romagna va notato che le grotte nelle evaporiti triassiche sono molto più povere di depositi chimici rispetto a quelle nei gessi messiniani in quanto estremamente fratturate e soggette a continui crolli. Gli unici speleotemi di una certa dimensione che in esse possono svilupparsi si trovano lungo il letto dei fiumi sotterranei, dove si formano spessi crostoni stalagmitici di calcite. Nelle grotte dei gessi messiniani, invece, esistono abbastanza frequenti concrezionamenti calcarei e solfatici mentre, come anche nelle evaporiti triassiche, sono comunque rari gli altri minerali secondari.

Le concrezioni

La presenza di concrezioni all'interno delle grotte in gesso era stata già documentata alcune centinaia di anni addietro da Ulisse Aldrovandi nel suo *Musaeum Metallicum* (1648), dove era stata descritta una stalattite di calcite da lui campionata in una grotta (non specificata) nei pressi di Bologna (Aldrovandi 1648). Nelle grotte in gesso possono trovarsi essenzialmente due tipi di concrezioni, quelle in carbonato di calcio e quelle di gesso: dato che i meccanismi genetici che portano allo sviluppo di questi due tipi di speleotemi sono del tutto diversi si è deciso di trattarli separatamente.

Gli speleotemi di carbonato di calcio

Le concrezioni di calcite sono abbastanza comuni nelle grotte in gesso e il loro sviluppo relativo è strettamente correlato non solo al clima dell'area geografica in cui si trovano, ma soprattutto allo sviluppo della

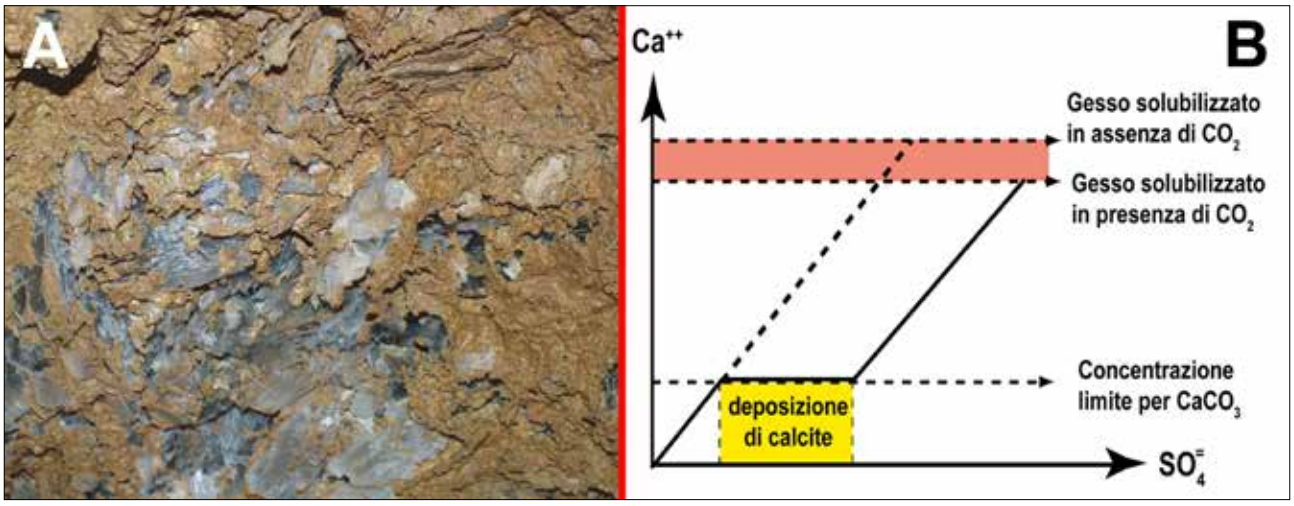
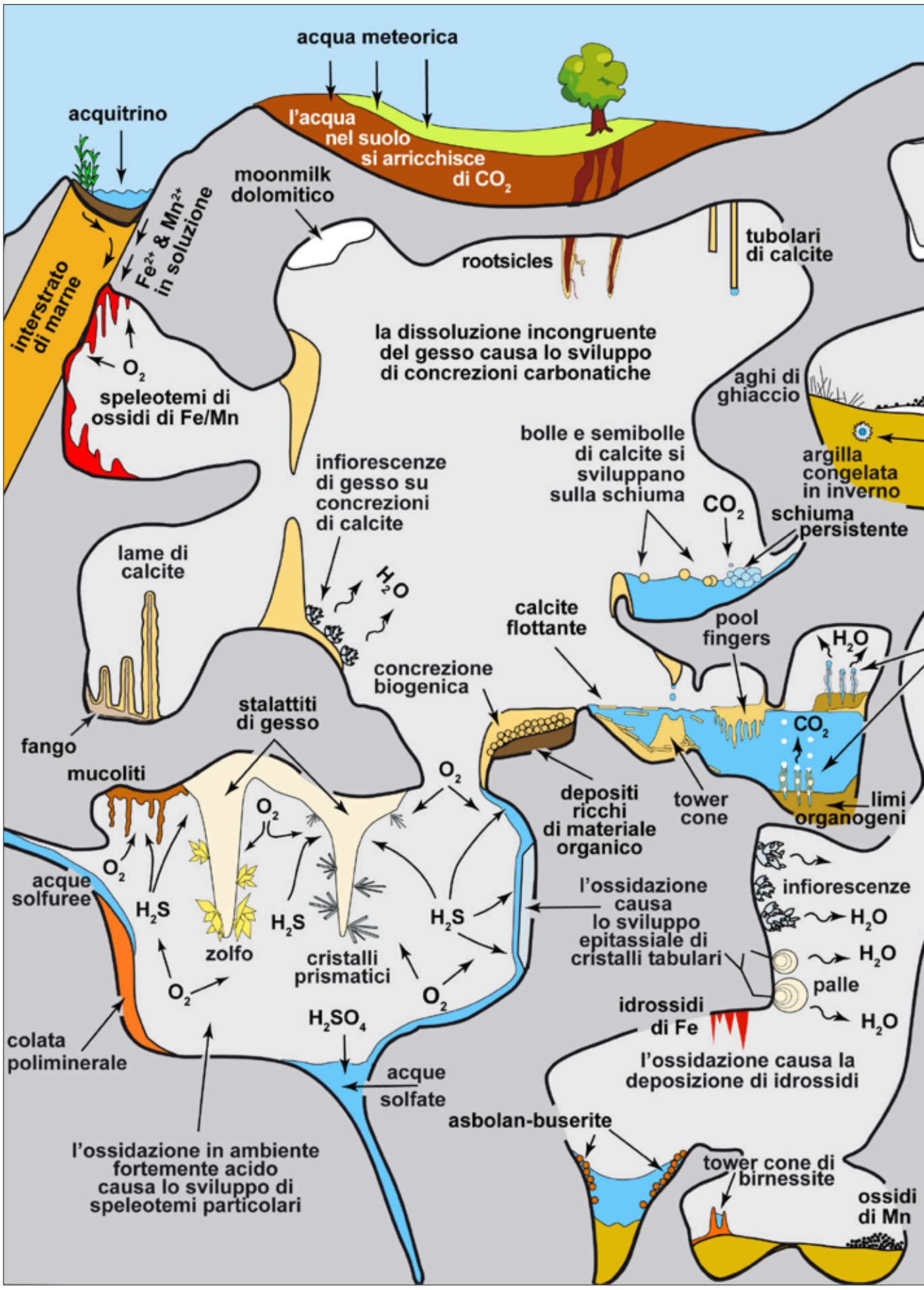
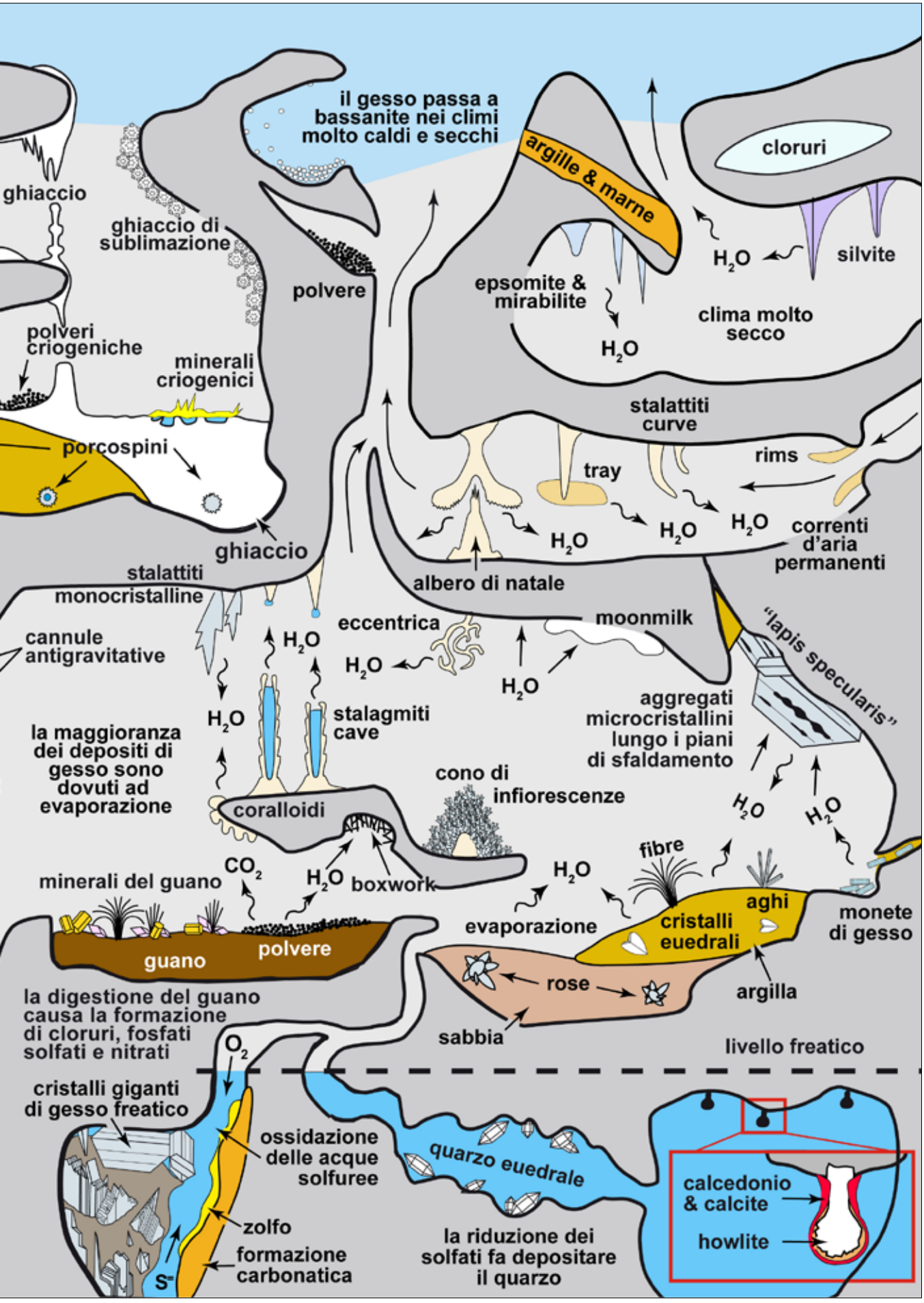


Fig. 5 – A: Grotta Novella (gessi Bolognesi) particolare del masso di gesso su cui lo stillicidio provoca contemporaneamente la rapida dissoluzione dei cristalli di gesso e la contemporanea formazione di sottili croste di calcite (Foto Paolo Forti); B: schema semplificato del meccanismo della dissoluzione incongruente del solfato di calcio che è alla base della formazione delle concrezioni di calcite all'interno delle grotte in gesso dell'Emilia-Romagna (da Calaforra & Forti 2021): nella solubilizzazione semplice la concentrazione ionica della soluzione è necessariamente stechiometricamente uguale a quella della sostanza che si scioglie ($[Ca^{2+}] = [SO_4^{=}]$) mentre durante la dissoluzione incongruente lo ione in comune con la sostanza che precipita ($[Ca^{2+}]$) non modifica la sua concentrazione nella soluzione mentre la concentrazione dell'altro ($[SO_4^{=}]$) continua ad aumentare.

vegetazione in superficie (Calaforra *et alii* 2008; Columbu *et alii* 2015): il massimo sviluppo si riscontra nelle zone temperate continentali e tropicali umide, mentre le concrezioni carbonatiche diminuiscono rapidamente andando verso climi freddi e caldo-aridi.
Il meccanismo di formazione di queste concrezioni è poi del tutto differente da quello che genera gli analoghi depositi nelle grotte in calcare, che notoriamente si sviluppano per la diffusione della CO_2 nell'atmosfera di grotta, con conseguente precipitazione del $CaCO_3$ che già aveva saturato la soluzione durante la percolazione delle acque meteoriche all'interno del massiccio carbonatico. Questo dipende dal fatto che nelle grotte in gesso la semplice diffusione della CO_2 nell'atmosfera di grotta spesso ha un effetto molto limitato sul concrezionamento, perché quasi tutte le aree carsiche gessose regionali sono affioranti e quindi, per le acque di percolazione, è quasi impossibile arricchirsi in maniera notevole in calcite durante l'attraversamento del sottile strato di humus che generalmente ricopre la formazione gessosa. Le acque che provengono dalle formazioni adiacenti, d'altro canto, possono talvolta sciogliere del carbonato prima di giungere a contatto con i gessi.
Precedentemente, nel paragrafo dei processi speleogenetici, si è già accennato alla dedolomitizzazione, ossia la dissoluzione incongruente, della dolomite, che permette la deposizione di calcite con un contemporaneo aumento della solubilizzazione del gesso a qualunque latitudine. La dolomite, così come la calcite, si trova infatti negli interstrati argillosi-marnosi dei gessi emiliano-romagnoli e in alcuni casi viene anche portato nelle grotte, come solidi fini in sospensione, dai fiumi che vi entrano dalle zone di ricarica meridionali. La dedolomitizzazione si basa sul fatto che la dolomite, in contatto con un'acqua estremamente ricca in Ca^{2+} e SO_4^{2-}, cede Mg^{2+} alla soluzione e si trasforma in calcite. Questo processo abbassa la concentrazione di Ca^{2+} in soluzione, inducendo quindi la soluzione di ulteriore gesso. È anche possibile che, quando nell'acqua satura in gesso entra una minima parte di anidride carbonica (dall'atmosfera di grotta, per esempio), immediatamente precipita la calcite, sottraendo nuovamente Ca^{2+} alla soluzione residua che, anche in questo caso, porterà in soluzione altro gesso. Comunque solo questi processi difficilmente potrebbe spiegare la dimensione effettiva dei concrezionamento carbonatico nelle grotte dell'Emilia Romagna e soprattutto non può assolutamente giustificare la chiara proporzionalità esistente tra copertura vegetale e dimensione effettiva delle concrezioni di calcite all'interno delle grotte in gesso.
Il processo che permette quindi lo sviluppo di grandi concrezioni di calcite è del tutto simile alla dedolomitizzazione, che comunque rimane attiva, ma coinvolge anche altri elementi oltre che il magnesio (in particolare il sodio e il potassio che, essendo metalli alcalini in presenza di acidi deboli come l'acido carbonico sviluppano per idrolisi un effetto tamponante addirittura maggiore) e può essere genericamente indicato come "dissoluzione incongruente del gesso". Inoltre ci sono altre sostanze organiche, disciolte o trasportate dalle acque di percolazione, come gli acidi umici e acidi fulvici, la cui notevole presenza nelle grotte gessose dell'ER è testimoniata dalla accesa colorazione marron-rossiccia esibita dalle concrezioni di carbonato di calcio che si sviluppano al loro interno: questi acidi sono ancora più deboli dell'acido carbonico e quindi possono sviluppare effetti tamponanti paragonabili se non maggiori a quelli dovuti all'acido carbonico. Infine anche la presenza di argille ricche in sodio e potassio possono concorrere al mantenimento del pH della soluzione in un intervallo molto vicino alla neutralità contrastando così l'effetto acidificante della CO_2. Questo processo globale, che come si è visto è molto più complesso della semplice dedolomitizzazione e comporta anche un ruolo attivo del materiale organico proveniente dal suolo, continua fintantoché è disponibile CO_2 libera e il pH non cala troppo relativamente al valore della neutralità (pH 7): in pratica di mano in mano che la calcite precipita, nuovo gesso si scioglie (da qui il nome appunto dato all'insieme di questi processi del tutto analoghi tra loro di "dissoluzione incongruente del gesso" perché si scioglie una sostanza e ne precipita una differente: il carbonato di calcio) (fig. 6).
Grazie al meccanismo appena descritto, gli speleotemi di calcite normalmente crescono molto più velocemente nelle grotte in gesso che nelle grotte in calcare. Misure sperimentali, effettuate su concrezioni delle grotte bolognesi, hanno infatti mostrato velocità medie di accrescimento anche di 1 mm/anno. Tale rapidità è un'evidente conseguenza diretta dell'efficienza del processo di dissoluzione incongruente del gesso (Dalmonte *et alii* 2003).
Se, come già accennato, nella maggioranza dei casi la diffusione della CO_2 dall'acqua all'atmosfera in una grotta in gesso è poco efficace per la formazione di concrezioni carbonatiche, va comunque ricordato che il processo inverso, e cioè la diffusione dall'atmosfera di grotta ad una soluzione satura di gesso, può invece produrre la formazione di depositi calcarei, come nel

Fig. 6 (nella pagine successive) – Schema generale che raggruppa tutti i depositi chimici secondari attualmente noti nelle grotte in gesso del mondo e che dimostra quanto fosse errata la convinzione che tali cavità fossero poco interessanti da questo punto di vista (da Calaforra, Forti 2021).


acqua meteorica
acquitrino
l'acqua nel suolo si arricchisce di CO_2
moonmilk dolomitico
Fe^{2+} & Mn^{2+} in soluzione
interstrato di marne
rootsicles
tubolari di calcite
la dissoluzione incongruente del gesso causa lo sviluppo di concrezioni carbonatiche
O_2
speleotemi di ossidi di Fe/Mn
aghi di ghiaccio
argilla congelata in inverno
bolle e semibolle di calcite si sviluppano sulla schiuma
CO_2
schiuma persistente
infiorescenze di gesso su concrezioni di calcite
lame di calcite
H_2O
calcite flottante
pool fingers
concrezione biogenica
stalattiti di gesso
fango
mucoliti
depositi ricchi di materiale organico
tower cone
limi organogeni
acque solfuree
H_2S
zolfo
cristalli prismatici
l'ossidazione causa lo sviluppo epitassiale di cristalli tabulari
infiorescenze
palle
idrossidi di Fe
H_2SO_4
colata poliminerale
acque solfate
l'ossidazione causa la deposizione di idrossidi
asbolan-buserite
l'ossidazione in ambiente fortemente acido causa lo sviluppo di speleotemi particolari
tower cone di birnessite
ossidi di Mn


il gesso passa a bassanite nei climi molto caldi e secchi
argille & marne
cloruri
ghiaccio
ghiaccio di sublimazione
polvere
H_2O
silvite
epsomite & mirabilite
clima molto secco
H_2O
polveri criogeniche
minerali criogenici
stalattiti curve
porcospini
rims
tray
H_2O
H_2O
H_2O
correnti d'aria permanenti
ghiaccio
albero di natale
stalattiti monocristalline
moonmilk
eccentrica
"lapis specularis"
cannule antigravitative
H_2O
H_2O
H_2O
aggregati microcristallini lungo i piani di sfaldamento
H_2O
stalagmiti cave
la maggioranza dei depositi di gesso sono dovuti ad evaporazione
cono di infiorescenze
coralloidi
H_2O
H_2O
fibre
CO_2
H_2O
boxwork
H_2O
minerali del guano
aghi
evaporazione
cristalli euedrali
monete di gesso
guano
polvere
rose
argilla
la digestione del guano causa la formazione di cloruri, fosfati solfati e nitrati
sabbia
livello freatico
O_2
cristalli giganti di gesso freatico
ossidazione delle acque solfuree
quarzo euedrale
calcedonio & calcite
howlite
zolfo
formazione carbonatica
$S^=$
la riduzione dei solfati fa depositare il quarzo

caso dello sviluppo di calcite flottante, che verrà trattato più avanti.
Altri speleotemi dovuti alla dissoluzione incongruente sono i letti di concrezione, spesso presenti lungo le gallerie principali ove scorre un torrente sotterraneo; in questi casi il concrezionamento carbonatico può avvenire anche a diversi chilometri dal punto d'ingresso delle acque nel massiccio gessoso. Ciò è possibile dal meccanismo di "dissoluzione incongruente del gesso" e la continua formazione di CO_2 ad opera della progressiva decomposizione (ossidazione) dei materiali organici (foglie, frustoli di legno, acidi umici e fulvici) fluitati all'interno del sistema carsico. Infine un altro processo, possibile in condizioni climatiche particolari, permette lo sviluppo di speleotemi carbonatici: esso e legato alla combinata azione della dissoluzione incongruente e della diffusione della CO_2 dall'atmosfera di grotta verso la soluzione già satura di solfato di calcio. Le condizioni favorevoli affinché questo avvenga sono di forte carenza idrica, per cui pozze d'acqua anche vaste, a causa di una prolungata mancanza di alimentazione, possono totalmente evaporare. In queste condizioni le acque interstiziali, presenti all'interno della roccia gessosa, sono costrette per capillarità a riaffiorare ed evaporare a loro volta. Per il continuo processo di dissoluzione incongruente e di diffusione nella soluzione dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera di grotta, si formano calcite flottante e *moonmilk* carbonatico quasi puri.

Infine, un'ultima caratteristica che talora rende differenti le concrezioni di calcite delle grotte in gesso è costituita dalla 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 che può arrivare a marcare un singolo evento piovoso o una serie ripetuta di eventi analoghi ravvicinati nel tempo. Nelle cavità sviluppate vicino alla superficie esterna, infatti, può succedere che un singolo evento di pioggia possa indurre lo sviluppo di una nuova lamina di accrescimento invece che causare, come normalmente avviene nelle grotte in calcare, l'ingrossamento della lamina precedente. Questo dipende dal fatto che nelle grotte in gesso epidermiche la percolazione delle acque di precipitazione meteorica è molto rapida e quindi il flusso a livello delle concrezioni di calcite si interrompe poche ore o pochi giorni dopo la fine dell'evento piovoso (fig. 7). A questo punto, se l'intervallo di tempo prima della pioggia successiva è abbastanza lungo, la superficie esterna dello speleotema può asciugarsi completamente e quindi un nuovo apporto d'acqua causa lo sviluppo di una nuova banda di accrescimento. Questo è esattamente quello che è accaduto alla concrezione che si è formata sopra un filo di nylon abbandonato per circa 20 anni sopra una colata attiva nell'Inghiottitoio dell'Acquafredda (Gessi bolognesi), la cui analisi ha evidenziato la presenza di oltre 500 lamine (fig. 7B).

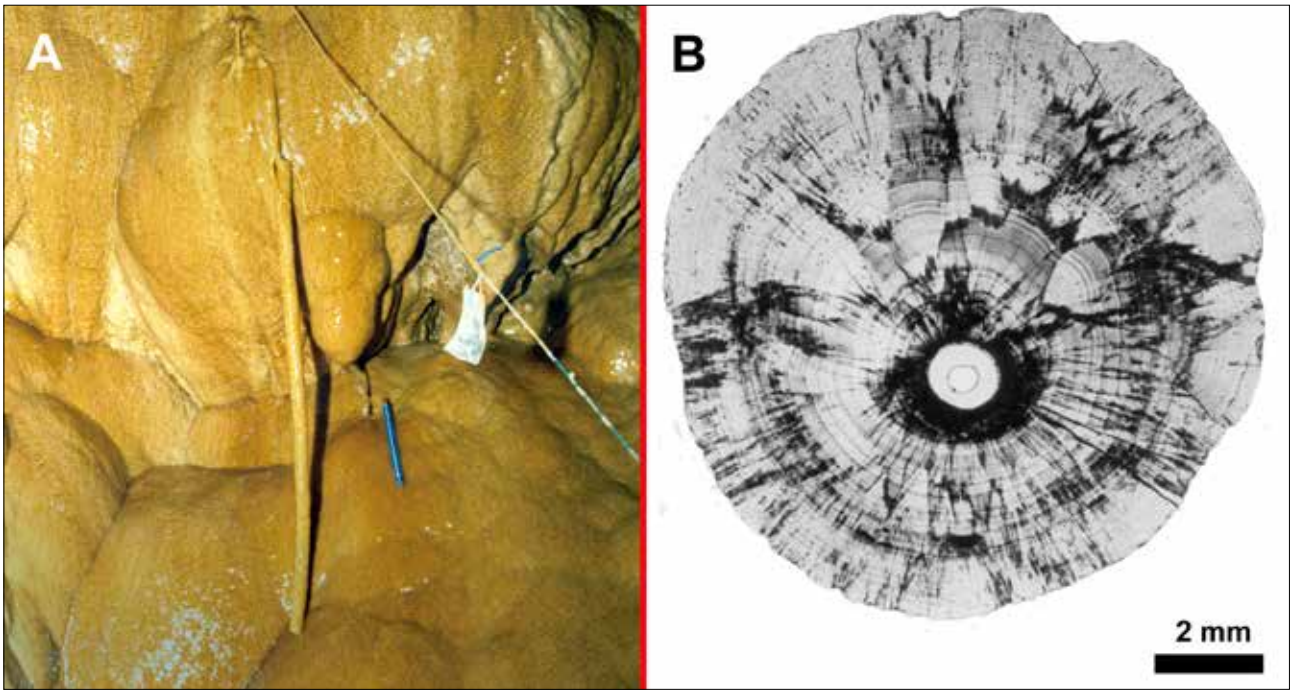


Fig. 7 – Inghiottitoio dell'Acquafredda (gessi Bolognesi): A) la concrezione sviluppatasi nell'arco di 20 anni su un filo di nylon utilizzato per il rilievo (Foto: Mariangela Cazzoli); B) al microscopio la sezione sottile della concrezione ha evidenziato la presenza di oltre 500 bande di accrescimento che sono state perfettamente correlate con i principali eventi piovosi occorsi nell'area in quel periodo (Foto P. Ferrieri) (da Calaforra, Forti 2021).

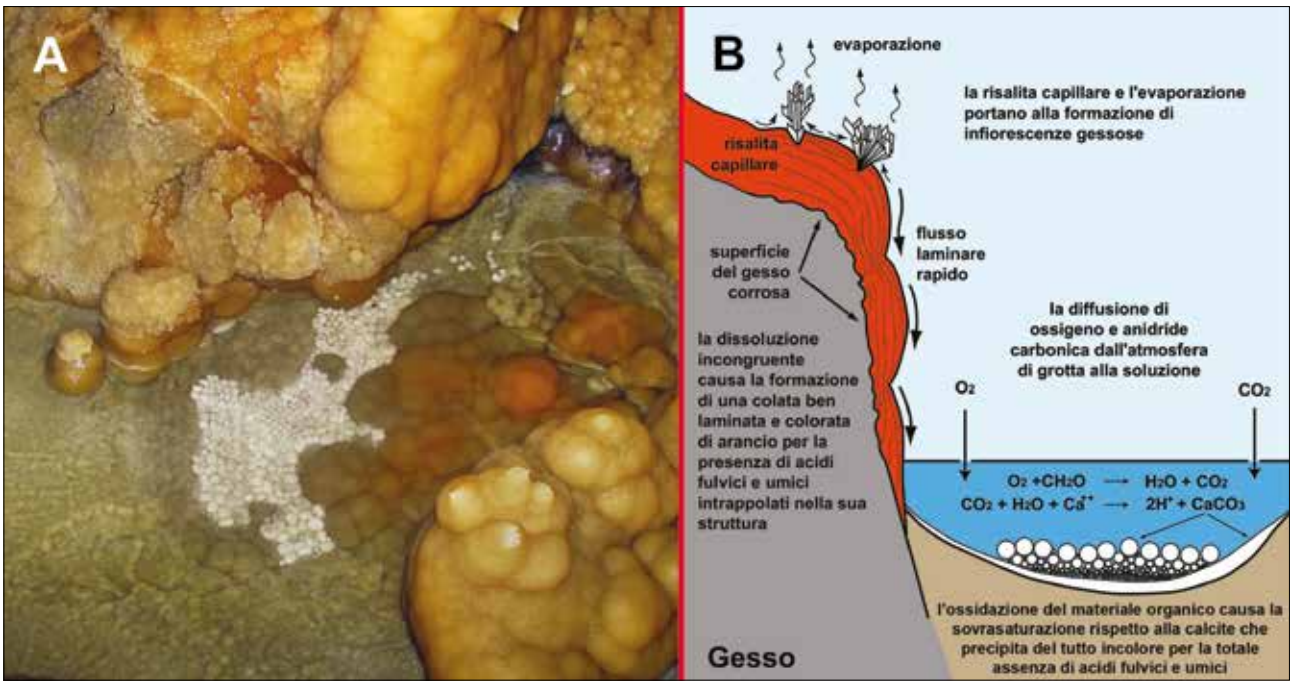


Fig. 8 – A) le pisoliti bianche nella Grotta Risorgente del Rio Basino, nella Vena del Gesso romagnola (Foto P. Lucci); B) lo schema evolutivo delle stesse, basato sulla lenta ossidazione del materiale organico trasportato dalle acque che, dopo aver accresciuto la colata, alimentano la vaschetta (da Forti, Lucci 2010, modificata).

Data poi l'epidermicità di molte delle grotte gessose, l'evoluzione degli speleotemi di calcite è strettamente controllata dal regime delle acque di alimentazione, che può fare sì che una stessa pioggia possa indurre processi opposti sulle concrezioni normalmente attive presenti in grotte che si aprono nella stessa area. È stato infatti dimostrato sperimentalmente (Dalmonte *et alii* 2003) che mentre alcuni speleotemi rimanevano attivi, altri subivano invece una parziale corrosione. Questo fenomeno è comunque ristretto a quelle concrezioni che si sviluppano molto vicino alla superficie esterna (da 1-2 metri ad un massimo di 10-15 al di sotto), mentre quelle che si trovano più in profondo non sono in alcun modo interessate dalla corrosione temporanea. Questo accade perché, durante i forti temporali, il contatto tra la roccia gessosa e l'acqua di infiltrazione rapida è molto breve e pertanto la reazione di solubilizzazione è poco efficiente e non riesce quindi a raggiungere la saturazione rispetto alla calcite. Questo fa sì che l'acqua ancora aggressiva rispetto al $CaCO_3$ quando arriva in contatto con la concrezione calcitica, la corrode parzialmente.

La corrosione degli speleotemi carbonatici, in questo caso generalizzata, può avvenire anche durante i lunghi periodi di siccità, quando si attiva il fenomeno della condensazione direttamente sulla superficie delle concrezioni di calcite. Quanto appena detto è confermato dal fatto che la porzione della concrezione che si sta corrodendo ha perso la sua colorazione marron-rossiccia, che invece è ancora ben presente nella sua parte superiore. Tale colorazione è infatti data dalla presenza di acidi umici e fulvici intrappolati nella struttura cristallina della calcite (altrimenti incolore). Questi acidi organici, quando vengono in contatto con l'atmosfera di grotta, sono rapidamente ossidati con liberazione di CO_2 che da un lato contribuisce ad aumentare la corrosione della concrezione, e dall'altro causa la scomparsa della colorazione marron-rossiccia. Un altro esempio classico di questo fenomeno è dato dalla formazione di pisoliti bianche (fig. 8) cresciute sopra una colata giallo-rossiccia del Sistema Carsico del Rio Stella-Rio Basino nei gessi romagnoli. In questo caso va poi notato che il processo di ossidazione degli acidi umici è stato sicuramente molto efficiente grazie alla turbolenza dell'acqua, che gocciolava esattamente sulle pisoliti bianche della vaschetta, e che ha quindi permesso una maggiore ossigenazione esattamente in quel punto, mentre allontanandosi progressivamente dal punto di impatto si possono osservare pisoliti debolmente giallastre e via via concrezioni sempre più colorate di giallo-rossiccio.

Nei gessi le concrezioni di calcite più comuni sono le stalattiti, le colate, le concrezioni da splash e le pisoliti: di solito questi speleotemi non mostrano alcuna differenza morfologica da quelli che si sviluppano in grotte carbonatiche. Esistono tuttavia alcune concrezioni che, per forma e/o meccanismo genetico, sono del tutto peculiari dell'ambiente gessoso, e che quindi,

almeno sino ad oggi, sono state osservate esclusivamente in questo ambiente: in particolare nelle grotte in gesso dell'Emilia-Romagna si possono osservare le "lame di calcite", le bolle, un tipo di calcite flottante, e le concrezioni su radici o "*rootsicles*"
Lo sviluppo di tutti questi particolari speleotemi, che verrà qui di seguito brevemente discusso, è controllato dal rapporto esistente tra la solubilità della calcite e quella del gesso, ma solo una (le "lame di calcite") si formano come conseguenza diretta della dissoluzione incongruente, mentre le altre sono il risultato dell'aumento locale della concentrazione dell'anidride carbonica disciolta.

Le lame di calcite
La dissoluzione incongruente è responsabile della formazione non soltanto, come già detto, della stragrande maggioranza delle "normali" concrezioni di calcite che si osservano nelle grotte in gesso, ma anche di particolari e a volte grandiose croste di concrezione carbonatica quasi completamente distaccate dalla parete di gesso, che risulta essere fortemente disciolta tanto che queste "lame di calcite", come erano state chiamate dagli speleologi bolognesi nei primi anni '60 del secolo scorso, sono ancora ancorate alla roccia gessosa esclusivamente in pochissimi punti. Una curiosa loro caratteristica è poi quella di presentare sempre al loro

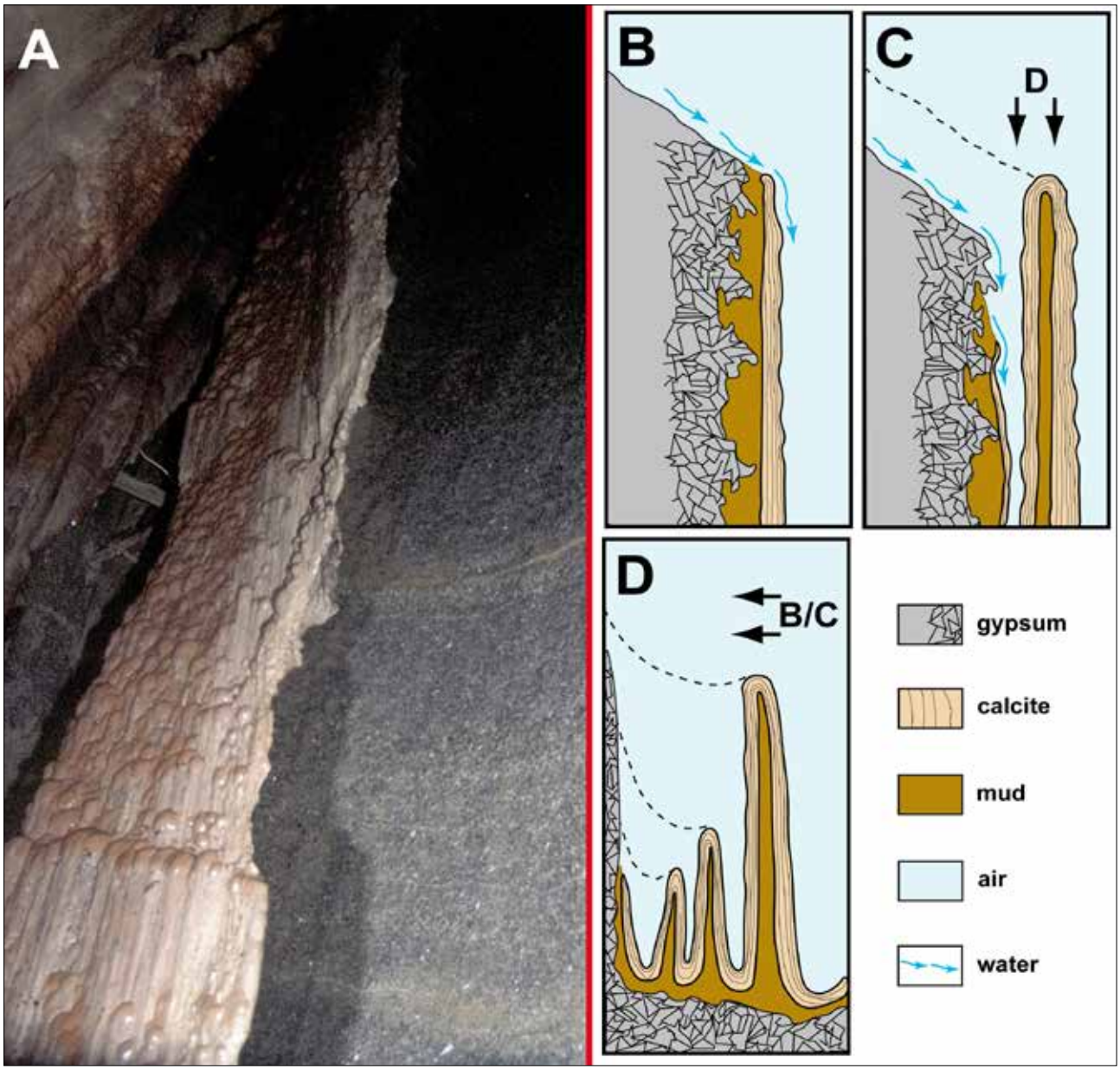


Fig. 9 – A) La grande lama della Grotta Novella: la dissoluzione progressiva della parete di gesso su cui originariamente aveva iniziato a formarsi ha causato un arretramento della parete di quasi due metri (Foto Sandro Mandini); B) il flusso idrico causa la dissoluzione incongruente del gesso e la deposizione del calcite, mentre il fango rimane intrappolato tra lama e parete di gesso; C) l'arretramento progressivo della parete causa l'evoluzione di una nuova lama di calcite; La prosecuzione del processo porta allo sviluppo di una serie di lame subparallele (da Calaforra, Forti 2013)

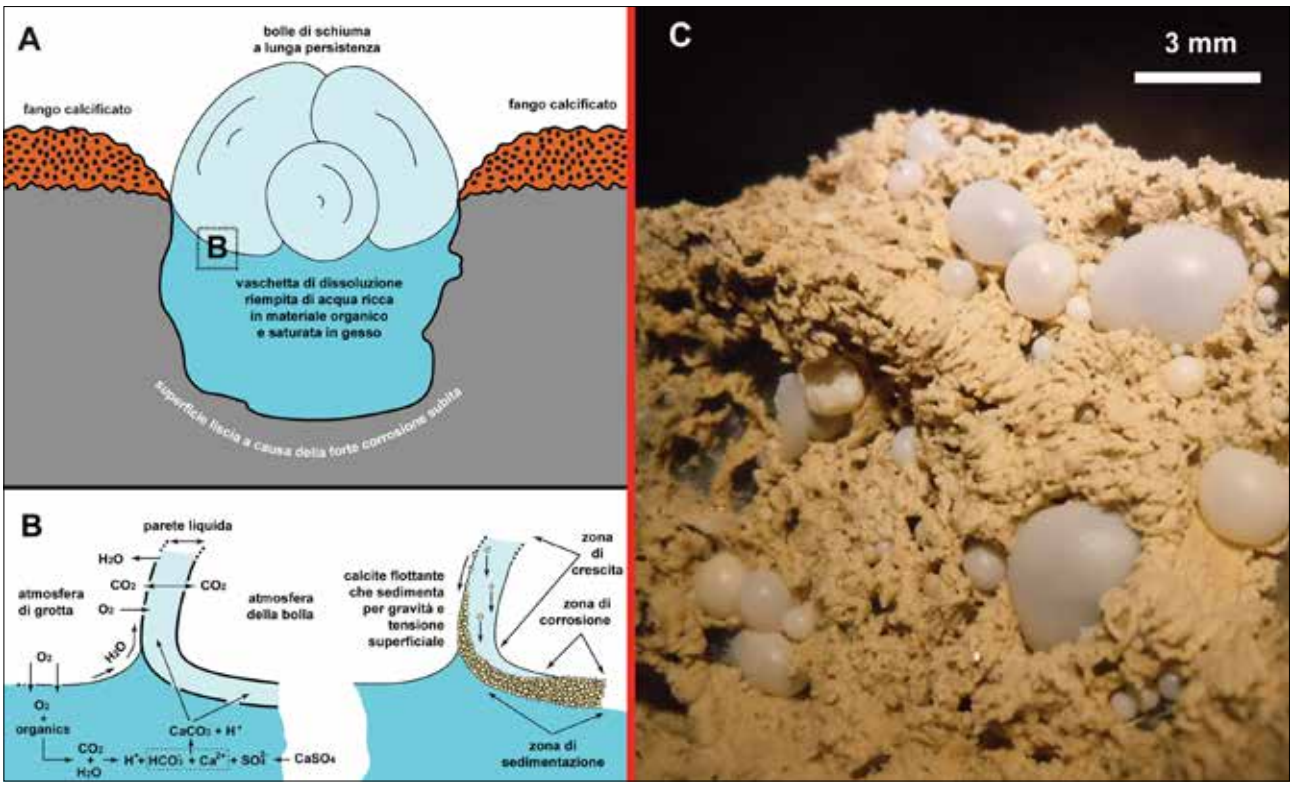


Fig. 10 – A) formazione di bolle di schiuma stazionarie all'interno di piccole vaschette piene di fango; B) precipitazione e accumulo della calcite all'interno del film d'acqua; C) Abisso Morning particolare di alcune vaschette piene di bolle di calcite (foto D. del Borgo).

interno un sottile strato di fango (Forti, Rabbi 1981). Successivamente lame del tutto analoghe a quelle del bolognese sono state scoperte anche nelle grotte del diapiro gessoso di Punta Alegre a Cuba e a Sorbas in Spagna. La più grande di queste "lame di gesso" (alta 14 m, larga fino a 3 metri, ma spessa appena 10 cm) è stata scoperta all'interno della Grotta Novella nei Gessi bolognesi (fig. 9).

La loro formazione inizia quando un'acqua ancora sottosatura rispetto al gesso fluisce lentamente sopra una parete subverticale: ovviamente il gesso viene solubilizzato ma le particelle argillose, assieme a altri minerali un tempo inglobati nella formazione evaporitica, se non solubilizzati, non possono essere presi in sospensione dalla soluzione per mancanza di energia cinetica sufficiente e quindi rimangono attaccate alla superficie del gesso stesso. La dissoluzione incongruente resa possibile dalla presenza di tutti gli elementi tamponanti che mantengono il pH della soluzione a valori molto vicini alla neutralità permette che la calcite si depositi al di sopra del gesso e della pellicola argillosa (fig. 9B) (Forti, Rabbi 1981). Continuando a procedere la dissoluzione del gesso, e quindi l'arretramento della parete, ad un certo punto l'acqua riesce ad infilarsi tra la parete stessa e lo strato di fango permettendo quindi la deposizione del carbonato di calcio anche sull'altro lato dello strato sottile di argilla: in pratica inizia la formazione di una vera e propria lama di calcite che progressivamente si allontanerà dalla parete di gesso (fig. 9C). Lo stesso processo si può ripetere varie volte cosicché si ottengono una serie di sottili bande di calcite tutte subparallele le une alle altre (fig. 9D).

Le bolle di calcite

Questo tipo di speleotema è stato osservato di recente e attualmente sembra ristretto a due sole grotte dei gessi romagnoli: la Grotta Grande dei Crivellari e l'Abisso Mornig. Si tratta di piccole, e spesso quasi perfettamente sferiche, concrezioni di calcite con un diametro che varia da 2 ad un massimo di 8-9 mm. La loro principale caratteristica è che, al di sotto della crosta di calcite microcristallina (dallo spessore costante di circa 1 mm), sono del tutto vuote.

In ambedue le cavità dove sono state osservate, le bolle si sono sviluppate su dei piccoli blocchi di gesso che vengono sommersi dalle piene occasionali del torrente sotterraneo, con conseguente sviluppo di piccoli alveoli da dissoluzione ed erosione sulla loro superficie superiore. Quando le acque di piena si ritirano lasciano poi su tali massi un sottile strato di fango argilloso-siltoso molto ricco di materiale organico che funge da substrato per lo sviluppo delle bolle di calcite (fig. 10). Data la loro fragilità, comunque le bolle di calci-

te sono speleotemi effimeri destinati a durare giusto nell'intervallo tra una piena e quella successiva, dato che l'energia di quest'ultima è più che sufficiente a distruggerle.
La loro genesi è controllata dalla presenza del fango ricco di materia organica e contenente anche piccole quantità di sali tamponanti (di magnesio innazitutto, ma anche di sodio e di potassio e dell'acqua anch'essa contenente materia organica): una bolla stazionaria di schiuma si sviluppa esclusivamente all'interno di uno dei tanti alveoli che caratterizzano la superficie del masso di gesso. Solamente all'interno delle depressioni è infatti possibile che si formi una bolla stazionaria, mentre dove il fango è sub-orizzontale si assiste solo alla deposizione di crosticine di carbonato di calcio conseguenti al meccanismo di dissoluzione incongruente. Infine, la calcificazione avviene anche all'interno del fango stesso che quindi viene parzialmente trasformato in concrezione carbonatica.
Lo sviluppo delle bolle comincia non appena il livello dell'acqua del torrente sotterraneo scende al di sotto dell'alveolo consentendo così all'ossigeno dell'atmosfera di iniziare ad ossidare la materia organica dell'acqua residua (fig. 11A) e quella presente nelle eventuali tracce di fango al fondo della depressione. L'ossidazione del materiale organico dentro ognuna di queste piccole vaschette produce infatti una bolla persistente che contiene un'atmosfera ricca in CO_2. L'acqua satura di gesso induce la dissoluzione incongruente con formazione di calcite grazie alla presenza in soluzione di ioni Mg^{2+}, Na^{+} e K^{+} che, come già detto, fungono da agenti tamponanti, permettendo quindi la formazione di microcristalli di calcite lungo la superficie della bolla stessa e la dissoluzione di ulteriore gesso (fig. 10B). Il processo continua fintantoché vi è acqua all'interno della vaschetta, dopodiché la concrezione diventa inattiva in attesa di essere distrutta da una nuova piena del fiume sotterraneo.

Calciti flottanti con gesso
Sono presenti esclusivamente in alcune grotte dell'Emilia-Romagna e sono un particolare tipo di calcite flottante, che si forma nelle pozze d'acqua originariamente riempite da una soluzione satura di gesso quando vengono sottoposte a prolungata evaporazione senza nessuna alimentazione. L'analisi mineralogica e chimica ha infatti dimostrato che queste calciti flottanti sono essenzialmente costituite per oltre l'80-90% di carbonato di calcio mentre il gesso rappresenta una frazione che non supera mai il 20%.
Il meccanismo che porta alla formazione del carbonato di calcio a spese di una soluzione satura di gesso è dovuto al fatto che la dolomite presente, assieme agli altri agenti tamponanti, nei sedimenti (fango) si trasforma in calcite, sottraendo Ca^{2+} alla soluzione, e inducendo la dissoluzione di gesso: in questo modo anche se il processo di evaporazione continua, la soluzione rimane quasi costantemente leggermente sottosatura o al massimo satura rispetto al gesso, che quindi riesce a precipitare solo durante periodi particolari, quando l'evaporazione può avvenire in grotta (fenomeno quest'ultimo che può manifestarsi nei periodi più freddi dell'inverno). La calcite invece si deposita perché si ha una costante trasformazione della dolomite (fig. 11), con conseguente precipitazione della calcite al contatto tra la fase liquida e quella aerea perché è la zona in cui, a causa della concomitante evaporazione, la concentrazione ionica è maggiore. Cristalli di gesso di neoformazione si formano invece all'interno del fango al fondo della vaschetta perché in quest'area l'effetto della diffusione della CO_2 è nullo e quindi anche una lieve sovrasaturazione rispetto al gesso è sufficiente a farlo precipitare.

Rootsicles (pseudo-stalattiti su radici)
Non esiste un nome italiano per questo tipo di concrezione che si sviluppa sugli apparati radicali che riescono a bucare il soffitto di una grotta e quindi si ricoprono di concrezione carbonatica. In generale si può parlare di pseudo-stalattiti (dato che non possiedono un canalicolo interno di alimentazione) e, nel caso si sviluppino su radichette ad andamento irregolare, esse possono somigliare a eccentriche (fig. 20). Potrebbe sembrare strano, ma questo speleotema di calcite si sviluppa più facilmente nelle grotte gessose piuttosto che in quelle calcaree e questo perché in ambiente gessoso la dissoluzione incongruente delle poche particelle di dolomite (che provengono dal suolo e dagli interstrati marnosi), e la concomitante presenza di sostanze tamponanti agiscono concordemente per facilitare la precipitazione della calcite. In ambito carbonatico, invece, l'effetto è esattamente quello opposto, dato che l'aumento della CO_2 nella soluzione, per l'attività biologica svolta dalle radici, diminuisce l'eventuale sovrasaturazione rispetto al carbonato di calcio e questo fenomeno è ovviamente massimo al contatto della superficie esterna delle radici medesime, dove dovrebbe proprio iniziare a depositarsi la calcite.

Gli speleotemi di gesso
Gli speleotemi gessosi, rispetto agli omologhi in calcite, hanno evidenti differenze morfologiche dovute al loro diverso meccanismo genetico, cioè alla sovrasaturazione per evaporazione. Le stalattiti di questa natura, rispetto a quelle fatte da calcite, sono sempre più contorte e bitorzolute, spesso ramificate, e il loro accrescimento, nella maggioranza dei casi, dipende

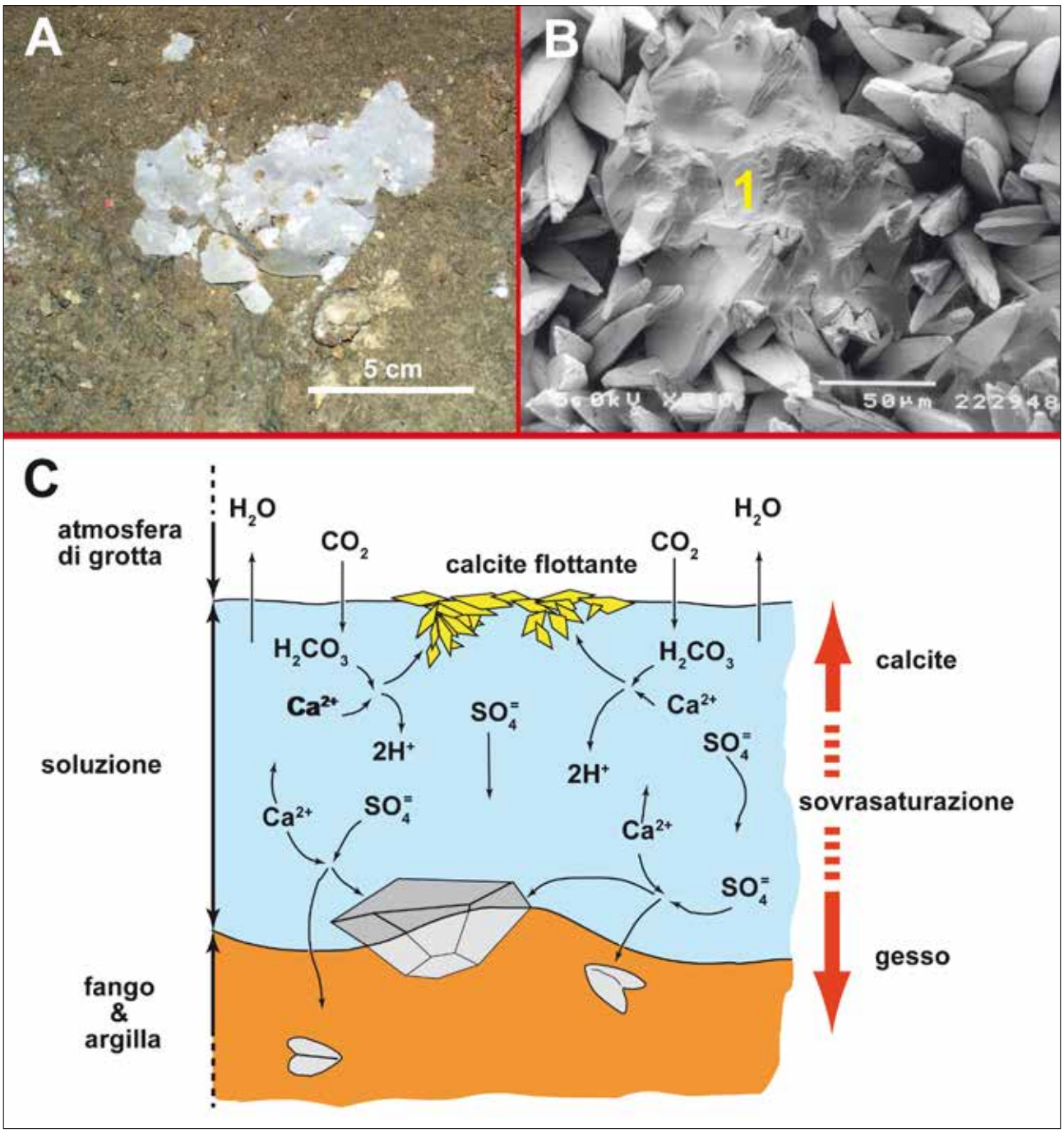


Fig. 11 – Grotta della Spipola, Salone del Fango (Gessi bolognesi): A) crosticine di calcite flottante depositatesi al fondo della vaschetta di fango completamente prosciugata (Foto: Paolo Forti); B) immagine al microscopio elettronico che evidenza come la calcite flottante sia composta essenzialmente da cristalli scalenoedrici che, però, presentano piccoli e rari ammassi di gesso che li hanno parzialmente inglobati (1) (Foto Paolo Ferrieri); C) reazione chimiche che rendono possibile lo sviluppo di queste calciti flottanti che al loro interno ospitano anche piccoli depositi di gesso secondario mentre il gesso preferibilmente si deposita all'interno del fango di fondo dove la concentrazione di CO_2 è minore (da Forti 2003 modificata).

esclusivamente dall'acqua di percolazione superficiale e non dall'alimentazione attraverso un canalicolo centrale che è quasi sempre assente, oppure, in parte se non del tutto, occluso.

L'effetto delle correnti d'aria permanenti sull'evoluzione dei due diversi tipi di speleotemi è poi inverso: nel caso di stalattiti di calcite infatti, si osserverà una loro deflessione nella direzione del vento a seguito dello spostamento meccanico in quella direzione della goccia d'acqua di stillicidio, ed alla creazione, nella parte a Valle della concrezione (sottovento), di una zona a bassa pressione, e quindi un luogo dove il degassamento della CO_2 è agevolato. Per le stalattiti di gesso l'effetto sarà invece esattamente l'opposto in quanto gli

speleotemi risulteranno deflessi controvento perché in quella direzione (nella parte sopravvento, colpita dalla corrente d'aria) risulta massima l'evaporazione.
Se le stalattiti di gesso sono abbastanza comuni nelle grotte dell'Emilia-Romagna, le stalagmiti risultano invece molto rare. Questa scarsa frequenza è imputabile ad una causa essenzialmente climatica: infatti nei climi temperati italiani caratterizzati da una piovosità discreta, è oggettivamente più facile lo sviluppo, invece di stalagmiti, di infiorescenze e forme coralloidi, mentre nelle zone più aride, quali quelle di Sorbas (Spagna) o del Nuovo Messico (USA), le stalagmiti sono frequenti come le stalattiti.
Il fatto che l'evaporazione sia il meccanismo genetico dominante per l'evoluzione dei vari tipi di concrezioni di gesso spiega perché alcuni tipi di speleotemi, comuni in rocce calcaree, siano invece molto rari in quelle solfatiche e viceversa. Il gesso infatti costituisce, con estrema difficoltà, il *moonmilk*. Ciò spiega perché questo tipo di deposito gessoso è stato segnalato, per grotte sviluppate nei gessi, sino ad oggi solo nella Grotta Calindri nel Bolognese. Al contrario, i cristalli di gesso, da microscopici ad oltre un metro di lunghezza, costituiscono i più comuni depositi secondari e si possono presentare come singoli individui o, più comunemente, come druse parietali.

Le mineralizzazioni secondarie

Ad eccezione di calcite, gesso e ghiaccio, fino al 1970 soltanto un altro minerale di neoformazione (l'epsomite) era stato identificato in una grotta della nostra regione, e questo quasi due secoli prima. L'assenza di segnalazioni di minerali secondari era imputabile sia al fatto che nessun speleologo o ricercatore, fino a quegli anni, si era occupato a fondo dell'argomento, sia alla radicata convinzione che le grotte in gesso fossero, in genere, povere in 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 $Na_2SO_4.10H_2O$. Successivamente, sempre in Emilia-Romagna, furono iniziate ricerche mirate al fenomeno della minerogenesi in grotta sia nei gessi messiniani che in quelli triassici.
In base alle attuali conoscenze, che sono tuttavia ancora disomogenee all'interno del territorio regionale, appare chiaramente evidente che l'ambiente carsico gessoso è povero di minerali se confrontato con la ricchezza mineralogica nelle grotte in altre litologie. Nonostante questa minore ricchezza e una oggettiva scarsità delle ricerche finora effettuate nelle cavità gessose della regione, attualmente sono già noti 20 minerali differenti (brochantite, brushite, calcite, apatite ricca in carbonato, cloromagnesite, devillina, dolomite, epsomite, ematite, gesso, ghiaccio, goethite, lepidocrocite, limonite, mirabilite, opale, ossidi-idrossidi di ferro e manganese, penninite, quarzo).

I cristalli di gesso

I cristalli di gesso di neoformazione con dimensioni medie che variano tra meno di un centimetro e 10 centimetri di lunghezza sono senza alcun dubbio i depositi secondari più comuni delle grotte in gesso ad ogni latitudine e in ogni tipo di clima del nostro pianeta. Spesso si rinvengono come depositi sciolti all'interno di sedimenti fini, anche se più spesso formano druse sulle pareti e sulle concrezioni di calcite (quando presenti).
I più grandi di questi cristalli (spesso lenticolari geminati a ferro di lancia o coda di rondine) possono a volta raggiungere dimensioni di 1-2 metri. La loro genesi e successivo sviluppo avviene essenzialmente nei climi temperati umidi (come quelli dell'Italia, Spagna e Ucraina), dove all'interno degli interstrati sabbioso-argilloso-marnosi l'acqua satura di gesso si muove lentamente per capillarità. La lenta evaporazione causa quindi una sovrasaturazione molto bassa che favorisce l'accrescimento di pochi cristalli anziché la genesi di nuovi nuclei cristallini (Cortellucci *et alii* 2023). È stato sperimentalmente provato che la forma cristallina che assume il gesso di neoformazione (lenticolare o prismatico) e il fatto che sia un cristallo singolo o un geminato è controllato principalmente dall'energia di cristallizzazione, che ovviamente dipende dal grado di sovrasaturazione della soluzione madre (fig. 12A).
Quando la sovrasaturazione è estremamente bassa si sviluppano solo cristalli tabulari (fig. 12B), ma se la sovrasaturazione è alta, aumenta anche l'energia di cristallizzazione e quindi si possono formare i lenticolari, spesso geminati a ferro di lancia o a coda di rondine (fig. 12D) e infine un ulteriore aumento della sovrasaturazione porta alla deposizione di cristalli prismatici (fig. 12C). I meccanismi evolutivi possono essere differenti, anche se quello di gran lunga più comune è la sovrasaturazione indotta dall'evaporazione.

La sericolite

La sericolite è la varietà di gesso meno nota e, storicamente, è stata anche l'ultima ad essere segnalata, mentre invece è abbastanza comune all'interno delle grotte dei gessi in regione. La sericolite è una varietà di gesso fibroso, caratterizzata da fasci di cristalli aciculari molto sottili (1 mm o anche meno) ed estremamente allungati (fino ad oltre 50 cm), che conferiscono al minerale un aspetto traslucido, perlaceo, tanto

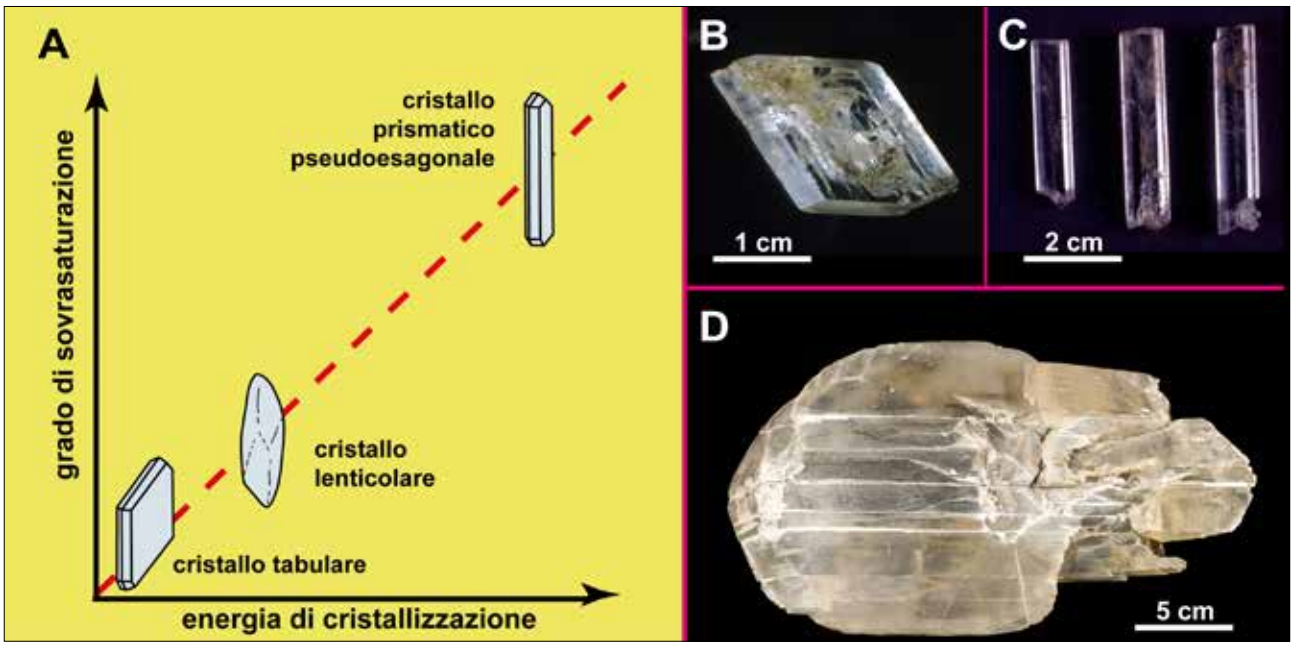


Fig. 12 – A) Energia di cristallizzazione e cristalli di gesso risultanti (da Forti, Lucci, 2016, modificata); B) Grotta del Tempio (gessi Bolognesi) monocristallo tabulare; C) Grotta Novella (gessi Bolognesi): cristalli prismatici; D) Grotta del Tempio (gessi Bolognesi): cristallo lenticolare geminato a coda di rondine (Foto P. Forti).

che, ai primi del 1800, la sericolite veniva soprattutto utilizzata per realizzare collane o altri gioielli dove sostituiva le perle naturali, molto più costose (fig. 13).
Nelle grotte in gesso la sericolite si sviluppa esclusivamente all'interno di fratture o interstrati della roccia gessosa quando i due lembi di quest'ultime sono in movimento relativo (tettonico o gravitativo) l'una rispetto all'altra, movimento che spesso è facilitato da piccoli interstrati argillosi che fungono da lubrificante. È necessario che all'interno di queste discontinuità circoli acqua (fig. 13C1) che, dopo aver solubilizzato la roccia, deposita il gesso secondario per lenta evaporazione (fig. 13C2). Per questo motivo l'asse di allungamento dei cristalli fibrosi della sericolite (lunghi anche parecchi centimetri, ma spessi solo meno di un millimetro) è sempre parallelo al movimento relativo dei due lembi della frattura entro cui si sta depositando (fig. 13C3 e D).

Le infiorescenze gessose

La forma di aggregato di gran lunga più comune nelle grotte in gesso di tutto il mondo è rappresentata dalle infiorescenze (aggregati di cristalli di gesso spesso lenticolari con dimensioni che variano da 1-2 mm a dieci volte maggiori). Il loro sviluppo è generalmente molto veloce e la loro genesi è dovuta all'evaporazione da sottili film d'acqua che vengono lentamente attirati dalla capillarità verso punti prominenti sia delle pareti di roccia che degli speleotemi. Questo processo è analogo a quanto avviene per i coralloidi in grotte carbonatiche, soltanto che la deposizione avviene con maggiore rapidità. Le infiorescenze gessose sono molto sensibili alle correnti d'aria, che possono influenzare il movimento capillare delle acque che le alimentano. In generale, infatti le infiorescenze si sviluppano controvento, dato che in quella direzione è massima l'evaporazione.
Un altro tipo del tutto particolare di infiorescenze gessose (limitato alle sole grotte attive in ambiente temperato umido e tropicale) è quello che permette lo sviluppo di aggregati cristallini di gesso sopra le concrezioni attive di carbonato di calcio (fig. 14.2) e questo avviene ad opera della stessa acqua di alimentazione.
La cosa interessante è che, in questo caso, le infiorescenze gessose si sviluppano anche se l'acqua di alimentazione viene contestualmente impoverita di Ca^{2+} a causa della concomitante precipitazione del carbonato di calcio, cosa che avrebbe, almeno in teoria, dovuto impedire alla soluzione di diventare sovrasatura rispetto al gesso. La spiegazione di questo fenomeno (illustrato in fig. 14.1) è fornita dal fatto che la composizione chimica delle soluzioni che alimentano rispettivamente le concrezioni di calcite e le infiorescenze di gesso sono differenti tra loro. La prima, infatti, scorre rapidamente, mentre solo una sua minima parte è continuamente trasportata dalla capillarità su punti prominenti dove evapora diventando così sovrasatura rispetto al gesso (fig. 14.1, B1).
Lo studio di queste particolari infiorescenze che si

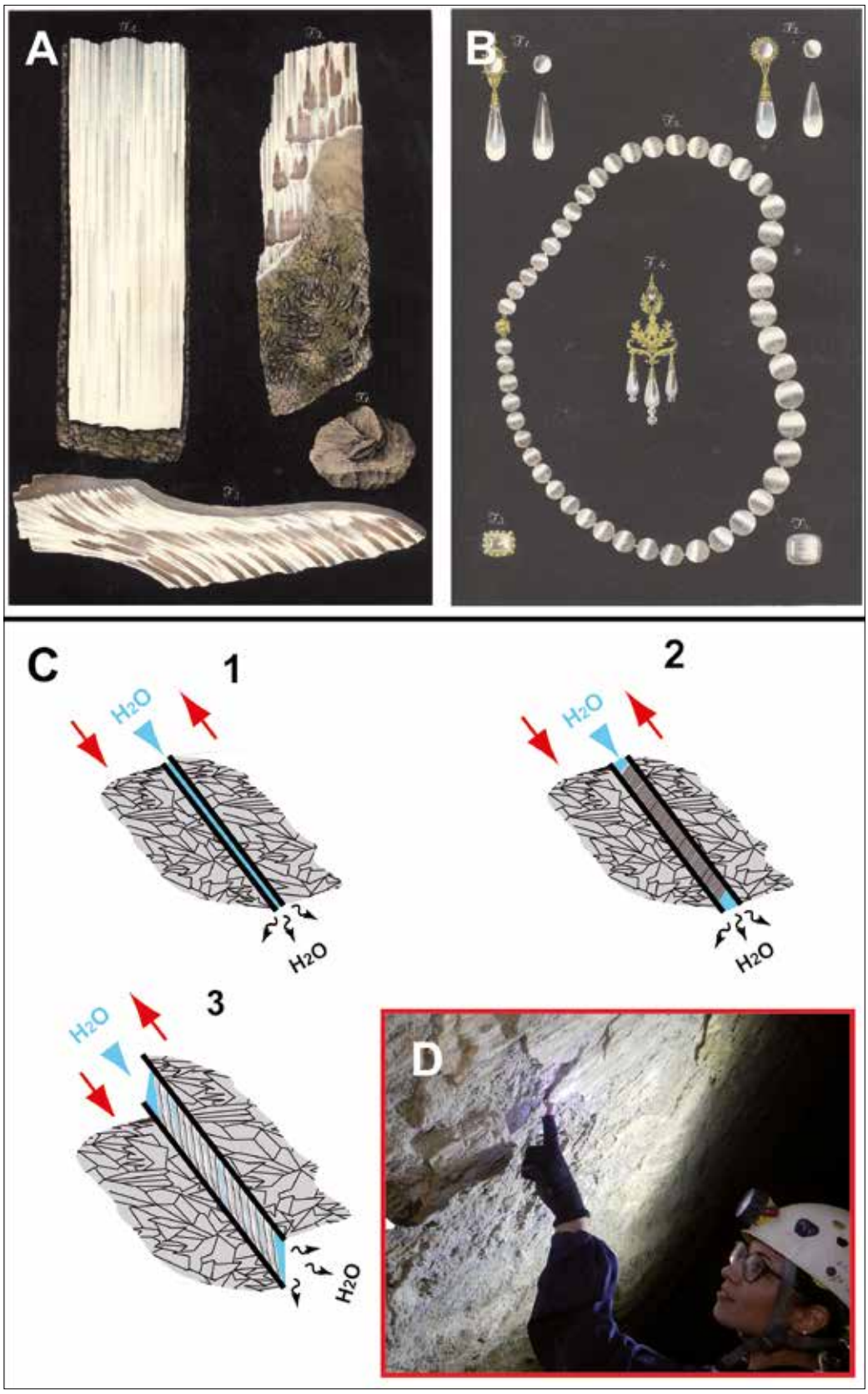


Fig. 13 – A) Tavola raffigurante campioni di sericolite provenienti dalle cavità naturali di Monte Rocca (Zola Predosa, Bologna) (da Santagata 1836); B) differenti gioielli realizzati con la sericolite di Monte Rocca (Da Santagata 1836); C) Meccanismo di formazione della sericolite: l'acqua che scorre all'interno della frattura (1) solubilizza il gesso e quindi, per lenta evaporazione, deposita il gesso sotto forma di sottili fibre, perpendicolari ai due lembi di roccia (2), che il progressivo lento scivolamento di un lembo rispetto all'altro fa sì che si allunghino e tendano progressivamente a divenire parallele alla direzione del movimento stesso (3); D) sericolite che si è sviluppata all'interno di un piano di faglia e quindi è stata messa in evidenza dalla caduta della porzione rocciosa a destra (Foto M. Vattano).

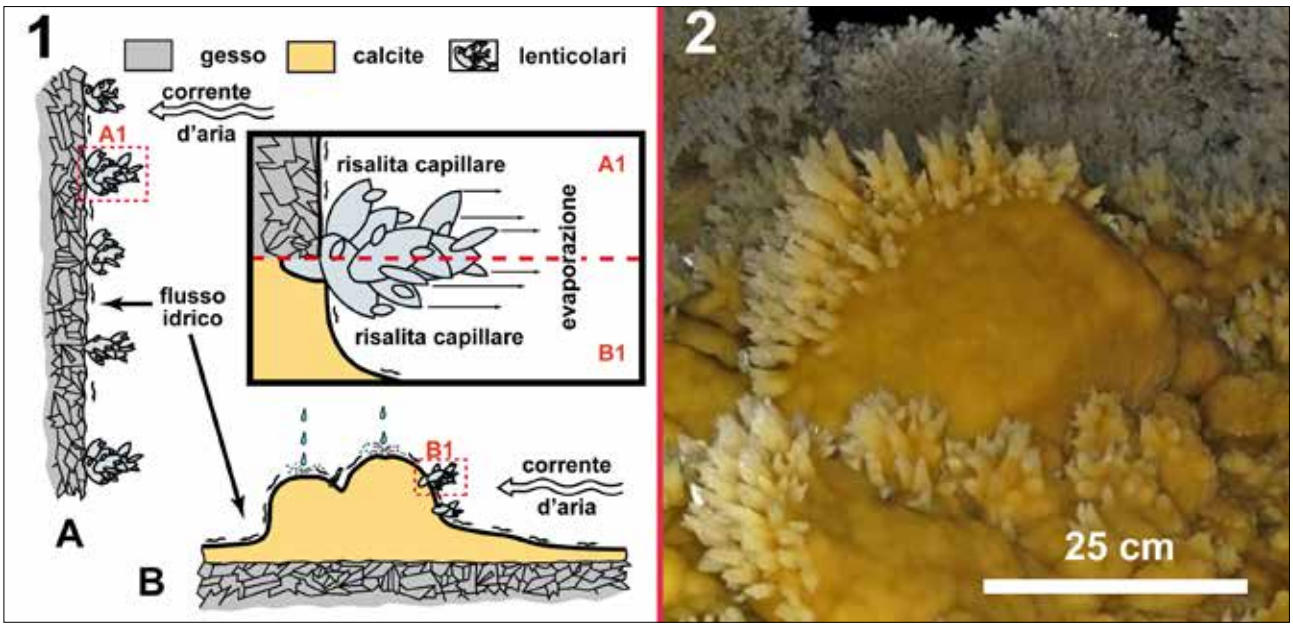


Fig. 14 – 1) lo sviluppo dei coralloidi è sempre indotto da risalita capillare ed evaporazione che permette alla soluzione, originariamente sottosatura rispetto al gesso, di diventarne invece progressivamente sovrasatura; 2) Grotta sorgente del Rio Basino (Vena del Gesso romagnola): infiorescenze su concrezione di calcite (Foto P. Lucci).

sviluppano sopra le concrezioni attive di carbonato di calcio, ed in particolare il fatto che i processi che portano alla deposizione simultanea dei due minerali sono differenti (degassamento per il carbonato di calcio ed evaporazione per il gesso) hanno reso possibile l'effettuazione di osservazioni paleoclimatiche e paleoambientali di cui si parlerà più avanti.

I cristalli di gesso peculiari

Nella grande varietà di cristalli che si sviluppano nelle grotte in gesso ce ne sono alcuni assolutamente peculiari (spesso anche dal punto di vista genetico) (tab. 2).

Gli aggregati microcristallini lungo i piani di sfaldamento principali

Molto spesso quando in grotta sono esposti gruppi di grandi cristalli di gesso, questi presentano degli aggregati microcristallini secondari di colore bianco candido (fig. 15A), che si sviluppano esattamente lungo i piani di sfaldamento principali (010) che si erano leggermente divaricati, come conseguenza di rilascio tensionale.

Questi aggregati microcristallini si sviluppano perché durante i periodi umidi la condensazione avviene più facilmente all'interno delle strette fessure formatesi lungo i piani di sfaldamento (fig. 15 B-D) piuttosto che sulla superficie esterna e piatta del cristallo. Il gesso non si dissolve sulle superfici cristalline piane, perché la superfice risulta estremamente liscia e del tutto priva di porosità, facendo sì che lo strato limite sia molto sottile e limitando nel contempo il trasporto, quindi inibendo la solubilizzazione del gesso. L'acqua che si trova ad intimo contatto con il gesso nelle fessure intracristallini e tra i cristalli è invece in grado di portare in soluzione il minerale, diventando rapidamente satura. Quando, durante periodi in cui la condensazione diminuisce, l'umidità relativa dell'atmosfera di grotta cala sotto il 100% (in particolare in zone con correnti d'aria fredda e secca), predomina l'evaporazione, richiamando per capillarità l'acqua satura dalle zone più profonde delle spaccature stesse. Questo processo fa sì che il gesso microcristallino si

Tipo di cristalli	Meccanismo genetico
Aggregati microcristallini lungo i piani di sfaldamento (naturali) e su graffiti (incisioni antropiche)	Condensazione accentuata all'interno di strette fessurazioni, quindi risalita capillare ed evaporazione
Cristalli prismatici su stalattiti di gesso	Ossidazione del H_2S dove non è possibile un tamponamento dell'acidità
Monete di gesso trasparente	Lenta evaporazione ed impedimento sterico

Tab 2 – Cristalli di gesso peculiari e loro meccanismo genetico (per le citazioni ai lavori originali si veda Calaforra, Forti 2021).

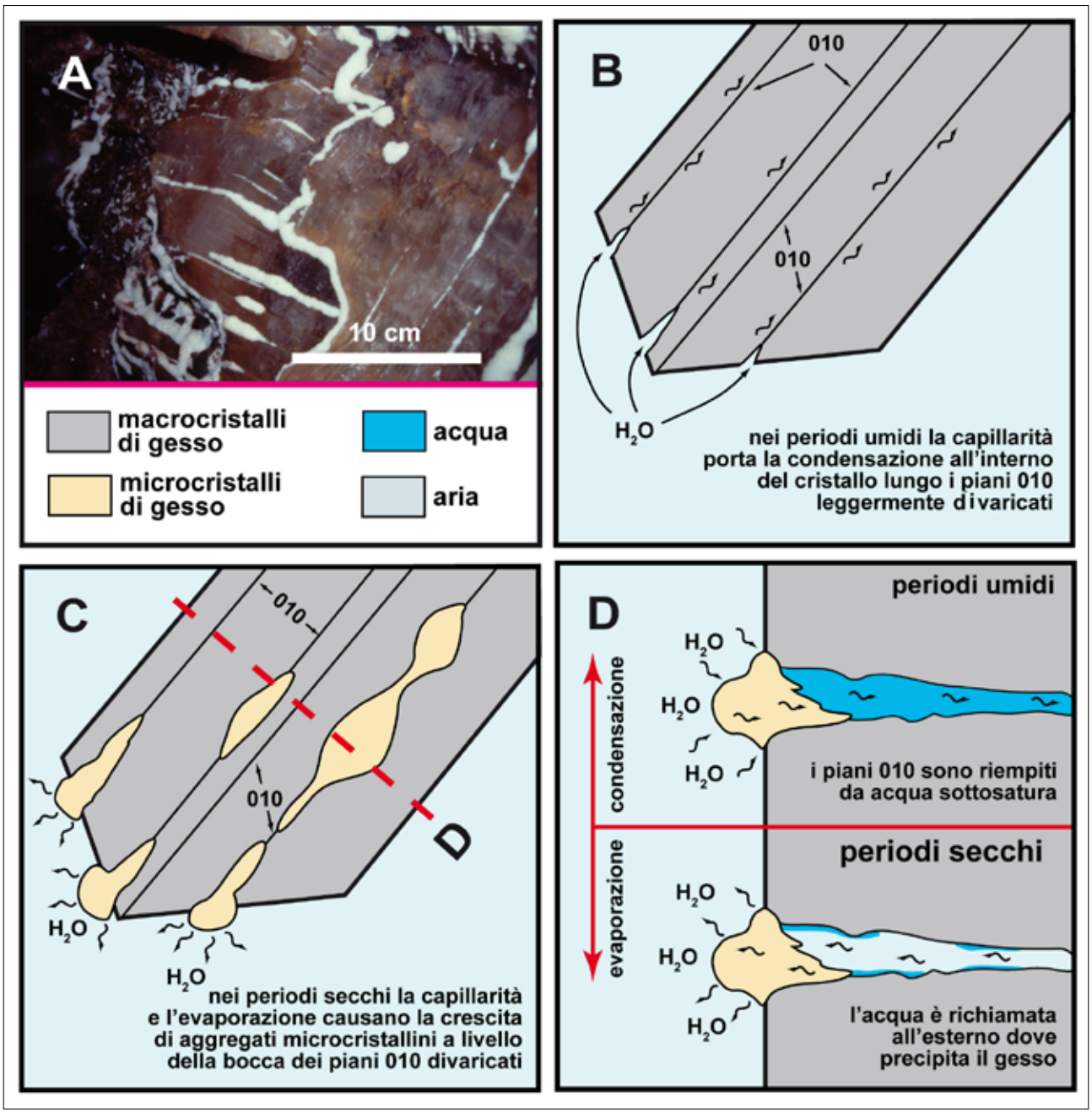


Fig. 15 – A) Grotta del Re Tiberio (Vena del gesso romagnola): grandi cristalli di gesso con candidi aggregati microcristallini che si sono sviluppati lungo i piani di sfaldamento 010 e quelli di contatto intercristallini (Foto P. Lucci); B-C-D movimenti dell'acqua controllati dai processi di condensazione-capillarità ed evaporazione e la conseguente evoluzione degli aggregati (da Calaforra, Forti 2021).

depositi esclusivamente all'imbocco di queste fenditure, dando così luogo alla formazione di aggregati Bianchi disposti esattamente lungo il piano di sfaldamento (fig. 15C-D).

In realtà la formazione degli aggregati microcristallini appena descritti non è limitata solo ai piani di sfaldamento principali dei grandi cristalli di gesso ma è diffusa anche alle pareti di roccia su cui sono esposti cristalli di taglia media (5-10 cm) e, più raramente, anche piccola (2-5 cm). In questo caso, però non sono i piani di sfaldamento le discontinuità lungo cui gli aggregati si sviluppano, ma i piani di contatto tra i differenti cristalli che compongono la roccia, soprattutto quando al loro interno vi sono sottili veli di argilla che possono favorire l'accumulo di acqua di condensazione e/o di flusso superficiale.

Anche le incisioni prodotte da un oggetto acuminato su una parete liscia di gesso creano un ambiente ideale in cui si attiva la condensazione quando l'atmosfera di grotta è satura di umidità (fig. 16.3A). Come nel caso precedentemente descritto, anche questa soluzione arricchita di solfato di calcio, risale per capillarità ver-

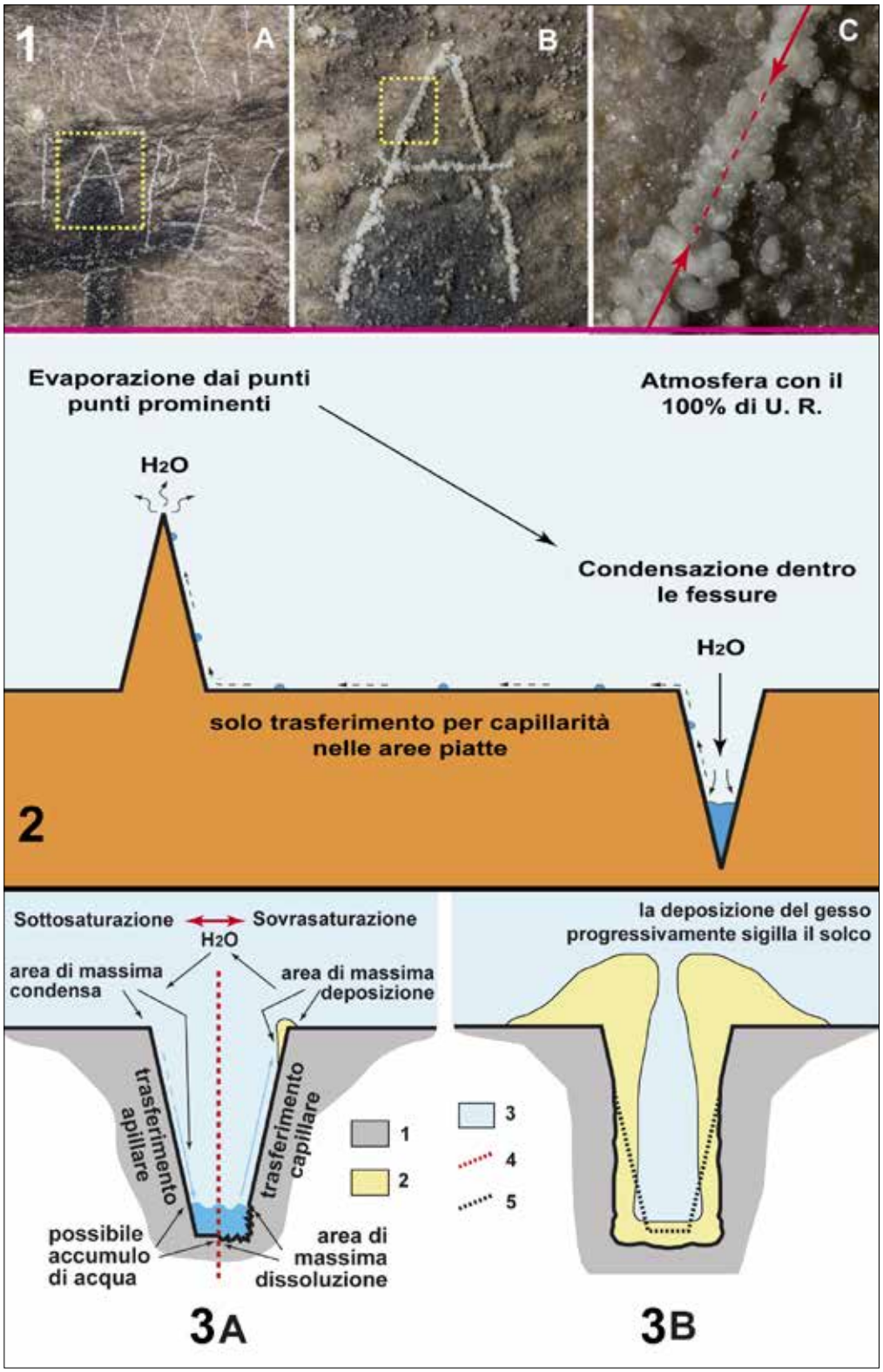


Fig. 16 – Grotta di Re Tiberio (gessi Romagnoli): 1: A) graffiti lungo la galleria principale; B) ingrandimento dell'area riquadrata in giallo di A; C: ingrandimento dell'area riquadrata di giallo in B dove è possibile notare le due infiorescenze di neoformazione: la linea tratteggiata rossa indica dove l'infiorescenza attuale presenta ancora un avvallamento che marca l'originale presenza del solco dovuto al graffito (Foto P. Lucci); 2) su una superfice, in contatto con un'atmosfera saturata di vapor acqueo, vi sono luoghi in cui l'evaporazione e la condensazione sono attive contemporaneamente, mantenendo così invariata la concentrazione di umidità relativa (da Badino et al., 2011, modificato); 3A) sezione schematica di un solco con evidenziati i processi che avvengono rispettivamente durante la condensazione e la successiva evaporazione: 1) roccia gessosa; 2) gesso di neoformazione 3) atmosfera di grotta; 4) passaggio da condensazione (a sinistra) a condensazione (destra); 5) sezione originaria del solco. B: la deposizione del gesso tende progressivamente a sigillare il solco originario (da Forti *et alii* 2019, modificato).

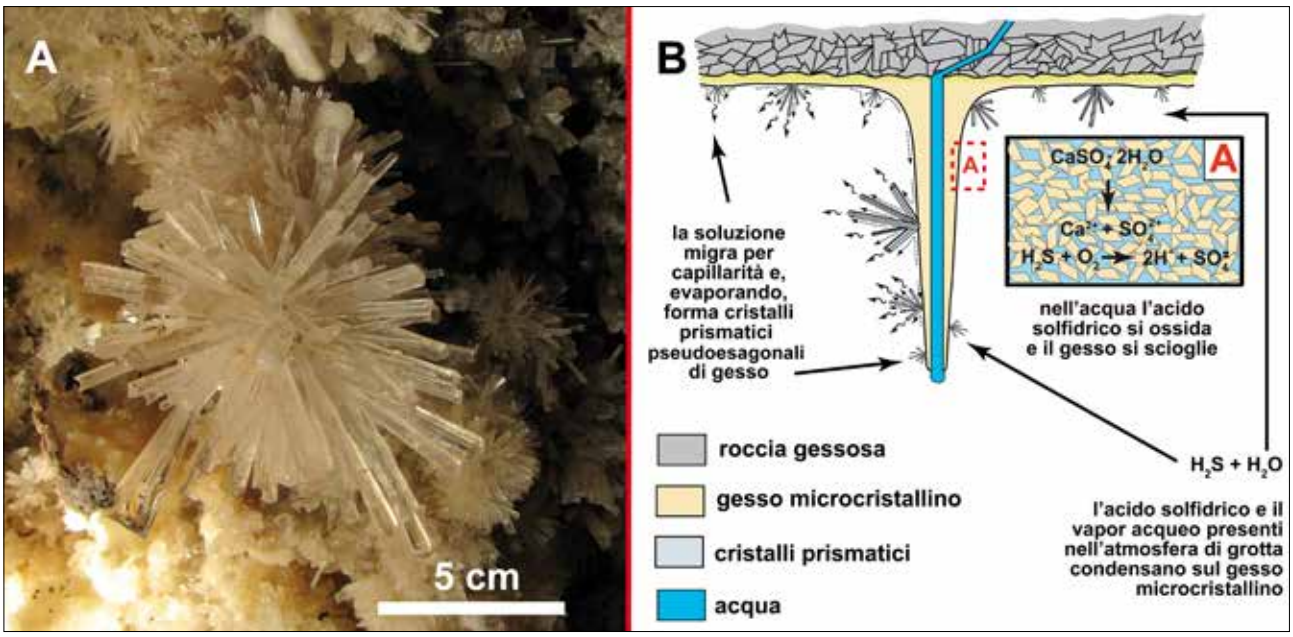


Fig. 17 – A) Grotta della Befana (gessi Emiliani): particolare dei prismatici di gesso cresciuti su una stalattite sempre di gesso (Foto: Piero Lucci); B) Meccanismo che ha permesso la formazione dei cristalli prismatici (da Calaforra & Forti 2021).

so il bordo superiore dell'incisione dove evapora formando un deposito prominente rispetto alla superficie planare della parete di gesso. In questo modo si innesca un processo autocatalitico che in breve tempo porta alla formazione di due depositi lineari lungo i due bordi dell'incisione (fig. 16.3B), che però presto si saldano tra loro formando un'unica infiorescenza che sigilla l'incisione stessa.

Il fenomeno della condensazione/evaporazione in condizioni di saturazione rispetto al vapore acqueo è attivo anche se le incisioni sono abbastanza ampie (fino a qualche cm). Questo fatto è ben dimostrato all'interno delle grotte in gesso che sono state oggetto di estrazione del *lapis specularis* al tempo dei romani: nel caso della Grotta della Lucerna nei gessi romagnoli, infatti, le profonde e centimetriche incisioni delle pareti di gesso causate dai picconi utilizzati per l'estrazione dei grandi cristalli, nell'arco di quasi due millenni sono state completamente ricoperte da uno spesso strato di infiorescenze. Questo particolare fenomeno è presente e attivo anche in ambiente carbonatico, ma per la minore solubilità della calcite è molto meno efficace; al contrario in ambiente gessoso, le incisioni prodotte sono molto più profonde (il gesso è molto più tenero della calcite) e inoltre, data l'elevata solubilità del solfato di calcio, la quantità di gesso che va in soluzione è maggiore. Pertanto, questo meccanismo (fig. 16.1) nelle grotte in gesso è molto efficiente, tanto da permettere lo sviluppo di infiorescenze di gesso in un breve lasso tempo (pochi anni).

I cristalli prismatici sopra stalattiti di gesso

Come già precedentemente detto, lo sviluppo delle infiorescenze di gesso sia sulle pareti di roccia gessosa sia sulle concrezioni di carbonato di calcio è abbastanza comune nelle grotte delle aree caratterizzate da un clima temperato umido. Tuttavia, fino a poco tempo addietro, non vi erano state segnalazioni di cristalli di gesso euedrali cresciuti su stalattiti di gesso. Recentemente, però, geminati pseudo-esagonali allungati (comunemente chiamati dagli speleologi "prismatici") sono stati documentati in due grotte dell'Emilia-Romagna.

Dato che, come già accennato precedentemente, i cristalli prismatici, per potersi sviluppare, richiedono un'energia di cristallizzazione più alta di quella necessaria ai lenticolari (fig. 12), è evidente che il meccanismo che sovrintende lo sviluppo di questi cristalli deve essere differente da quello che permette lo sviluppo delle normali infiorescenze costituite appunto da lenticolari. Ambedue le grotte, in cui sono stati osservati i prismatici (fig. 17A), ospitano al loro interno piccole scaturigini di acqua solfurea anche se le stalattiti, che si trovano molto vicine alla superficie esterna, vengono alimentate esclusivamente, e per periodi di tempo limitati agli eventi piovosi, da acqua di infiltrazione meteorica.

Ed è probabilmente proprio la combinazione dell'alimentazione saltuaria delle stalattiti con la presenza costante di acqua solfurea, che scorre sotto di loro, ad aver permesso lo sviluppo dei cristalli prismatici (fig. 17B). Durante i periodi secchi, che sono relativamen-

te lunghi, la condensazione di acqua e la diffusione di H_2S in essa sulla superficie delle stalattiti di gesso innesca, infatti, l'ossidazione di questo gas ad acido solforico senza che possa intervenire una sua rapida diluizione o addirittura dilavamento ad opera di un flusso di alimentazione meteorica attivo sulla superfice esterna delle stalattiti. Pertanto l'evaporazione, anche se scarsa, non fa altro che aumentare la concentrazione dello ione solfato (sotto forma di H_2SO_4) e quindi si realizza una condizione di sovrasaturazione più alta del normale, con conseguente formazione di cristalli prismatici invece che di normali lenticolari.

Le monete di gesso

È l'ultima scoperta effettuata all'interno della Grotta del Re Tiberio e, almeno per ora, questi particolari cristalli di gesso sono esclusivi di tale cavità. Nella galleria iniziale, ai piedi di una piccola frattura riempita di argilla, sono stati osservati dei particolari cristalli di gesso a forma cilindrica fortemente schiacciata, tanto da ricordare la forma di monete (Fig. 18.1).

Le "monete" si sono chiaramente sviluppate all'interno dell'argilla, molto imbibita d'acqua e quindi assai plastica, presente nella frattura. Prima di parlare della loro genesi va innanzitutto notato che la forma perfettamente circolare della loro circonferenza, anche se non certo comune, è quella che teoricamente ci si deve aspettare per cristalli lenticolari cresciuti senza interferenze e condizionamenti da parte dell'ambiente esterno. I due fattori principali che ne hanno permesso la genesi e lo sviluppo sono i seguenti: i) bassa sovrasaturazione dovuta alla lenta evaporazio-

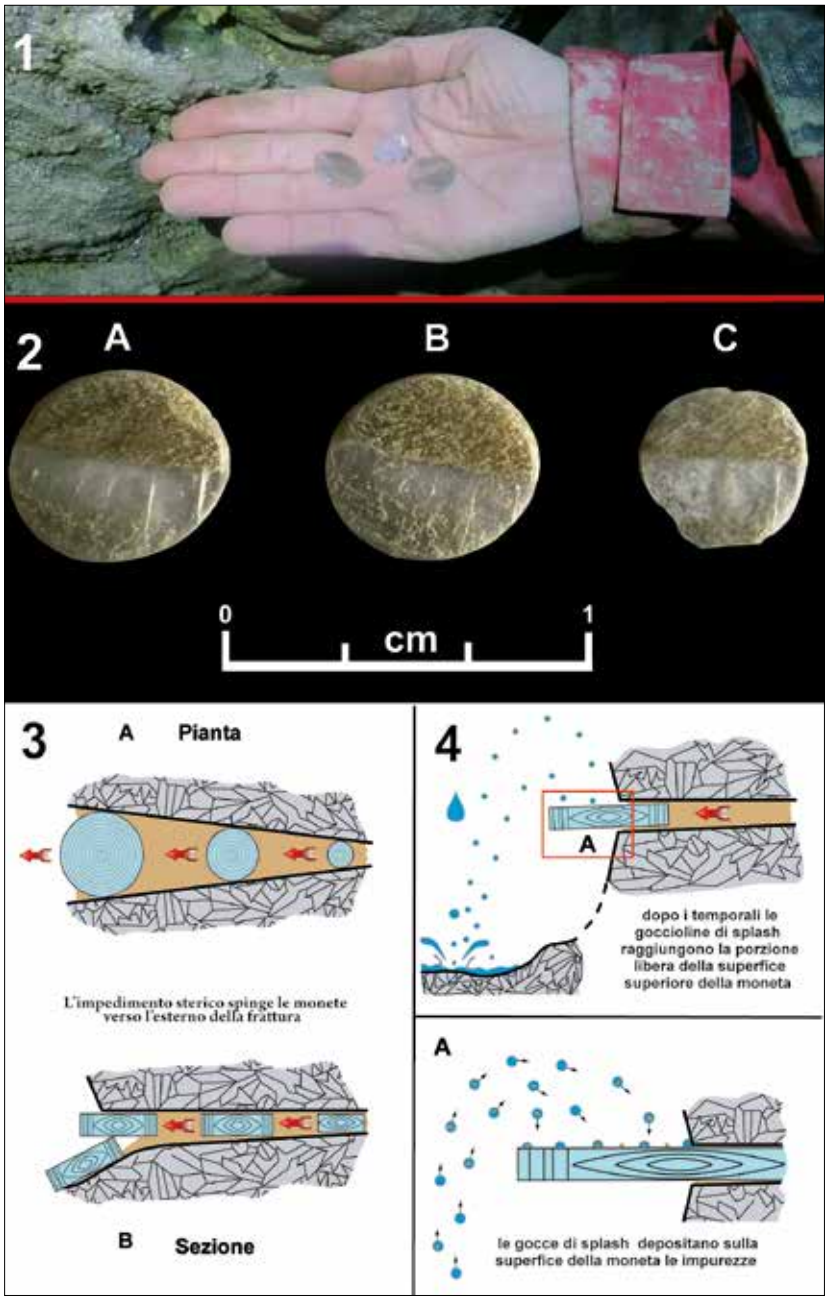


Fig. 18 – 1) Grotta del Re Tiberio (gessi Romagnoli): le "monete di *lapis specularis*" appena estratte dal piede della fenditura in cui si erano sviluppate (Foto M. Ercolani); 2) dettaglio delle tre monete (A: Φ 16,5-18 mm; B: Φ 16x17 mm; C: Φ 14x14 mm), che evidenziano come la metà della loro superficie superiore sia parzialmente costituita da molti piccoli granuli di impurezze, mentre l'altra metà ne evidenzia molto meno (Foto M. Ercolani); 3) Rappresentazione schematica della migrazione delle "monete di lapis" all'interno della frattura (A) e del loro successivo accumulo fuori dalla frattura (B) a seguito delle spinte dovute all'impedimento sterico; 4) Le piccole gocce, che si formano per l'impatto dello stillicidio al suolo, raggiungono la superfice della moneta esposta fuori dalla frattura in cui si era sviluppata (da Calaforra, Forti 2021).

ne dell'acqua intrappolata nel riempimento di argilla; ii) impedimento sterico causato dalla geometria delle pareti della frattura.
Durante questo processo la moneta di gesso non si è potuta saldare alle pareti con cui era venuta in contatto perché le nuove molecole di gesso avrebbero dovuto avere una diversa orientazione rispetto a quelle del cristallo stesso, ma questo non era compatibile con l'accrescimento per epitassia. Sempre l'impedimento sterico ha causato la lenta estrusione delle monete dalla fessura di mano in mano che aumentavano di diametro (fig. 18.3A): in questo caso la lubrificazione favorita dalla presenza di argilla quasi liquefatta ha chiaramente facilitato il processo. Quando poi le monete erano fuoriuscite per oltre la metà dalla frattura in cui si erano sviluppate cadevano per gravità impilandosi al piede della frattura stessa (fig. 18.3B).

Gli altri minerali secondari di grotta dei gessi dell'Emilia-Romagna

Attualmente le grotte in gesso e anidrite di tutto il mondo ospitano solamente 33 minerali di grotta più tre tipi di composti amorfi, numero che è inferiore di oltre un ordine di grandezza rispetto a quello dei minerali secondari che sono stati osservati negli altri tipi di cavità (siano esse grotte in rocce carbonatiche, in basalti o in altri, più rari, litotipi). Il motivo di questa scarsa variabilità composizionale che si riscontra nelle grotte solfatiche è dovuto innanzitutto a due fattori: i) la roccia gessosa è in generale assai pura; 2) le grotte sono essenzialmente epidermiche e spesso i loro bacini di alimentazione sono piccoli e generalmente impostati su formazioni impermeabili di scarsa variabilità mineralogica.
Detto questo però, le cavità in gesso ospitano anche alcuni minerali molto rari: in particolare sei di essi sono esclusivi di questo ambiente e due di questi sono stati osservati in grotte dell'Emilia Romagna.
Il gruppo degli ossidi-idrossidi è quello che contiene il maggior numero di minerali (5: ematite, ghiaccio, goethite, jarosite, lepidocrocite) seguito dai solfati con 4 (celestina, epsomite, gesso, e mirabilite), dai silicati con 3 (clinocloro, ancora oggi esclusivo di una grotta dell'Alta Val di Secchia, opale e quarzo), dai carbonati con 2 (calcite, dolomite), per finire con un alogenuro (la cloromagnesite, rinvenuto soltanto in una grotta dei Gessi bolognesi) ed un elemento nativo (lo zolfo). Di seguito descriviamo alcuni dei minerali più interessanti nell'ambiente di gesso.

Gli ossidi di ferro e manganese

Gli ossidi-idrossidi di Fe e Mn, spesso amorfi o poco cristallini, sono molto comuni nelle grotte in gesso dove formano normalmente sottili croste sia sopra concrezioni attive che direttamente sulla roccia gessosa. I meccanismi di formazione di questi depositi, normalmente poco appariscenti, possono variare da grotta a grotta.
Nella Grotta Novella nei Gessi bolognesi gli ossidi-idrossidi di Fe e Mn sono presenti come sottili croste superficiali o anche come piccoli strati all'interno delle colate di carbonato di calcio. Quest'ultimo deriva dalla dissoluzione incongruente, oltreché dalla percolazione di acque contenente tracce di $CaCO_3$ disciolta. L'origine degli ossidi di Fe e Mn, invece, è stata fatta risalire all'azione di disboscamenti massivi e/o incendi successivi che periodicamente (negli ultimi secoli) hanno distrutto i boschi sopra le grotte. Le ceneri ricche di Fe e Mn hanno reagito con le acque di precipitazione meteorica all'interno del suolo pedologico ricco in sostanze organiche che, ossidandosi, riducono il Ferro e il Manganese a ioni bivalenti, i cui sali sono molto solubili. La percolazione ha portato quindi questi ioni all'interno della grotta, dove però immediatamente sono stati ossidati, con conseguente formazione di croste nere.
Nella Grotta Pelagalli (Gessi bolognesi), in una piccola saletta sviluppatasi al contatto con un potente interstrato marnoso, si sono sviluppate stalattiti rosse e stalagmiti rosso-brune (fig. 19A) in cui i livelli ad ossidi-idrossidi di Fe e Mn sono largamente prevalenti. Queste concrezioni sono anche le uniche, fino ad oggi note, in cui sono stati trovati ben tre differenti minerali di ferro ben cristallizzati: ematite, goethite e lepidocrocite.
L'evoluzione di queste concrezioni (fig. 19B) è stata controllata dai parametri ambientali davvero poco comuni che possono essere sintetizzati come segue: i) presenza in superficie di una piccola pozza d'acqua permanente, tipo marcita, al cui fondo si erano realizzate condizioni fortemente riducenti che quindi permettevano concentrazioni alte di Fe^{2+} e Mn^{2+} in soluzione, ii) la presenza, sotto questa pozza, di un interstrato subverticale di argille e marne che la metteva in collegamento capillare diretto con l'ambiente di grotta in cui si sono sviluppate le concrezioni, permettendo così alla soluzione ricca in Fe^{2+} e Mn^{2+} di raggiungere il vuoto senza subire ossidazione e; iii) il clima relativamente secco e caldo della grotta che ha permesso una rapida ossidazione degli ioni rispettivamente a Fe^{3+} e $Mn^{4+/6+}$, con conseguente deposizione dei relativi ossidi-idrossidi.

I carbonati

Il terzo gruppo per numero di minerali è quello dei carbonati, dove oltre alla calcite, estremamente comune nelle grotte degli ambienti temperati umidi (per dissoluzione incongruente), vi è anche la stessa

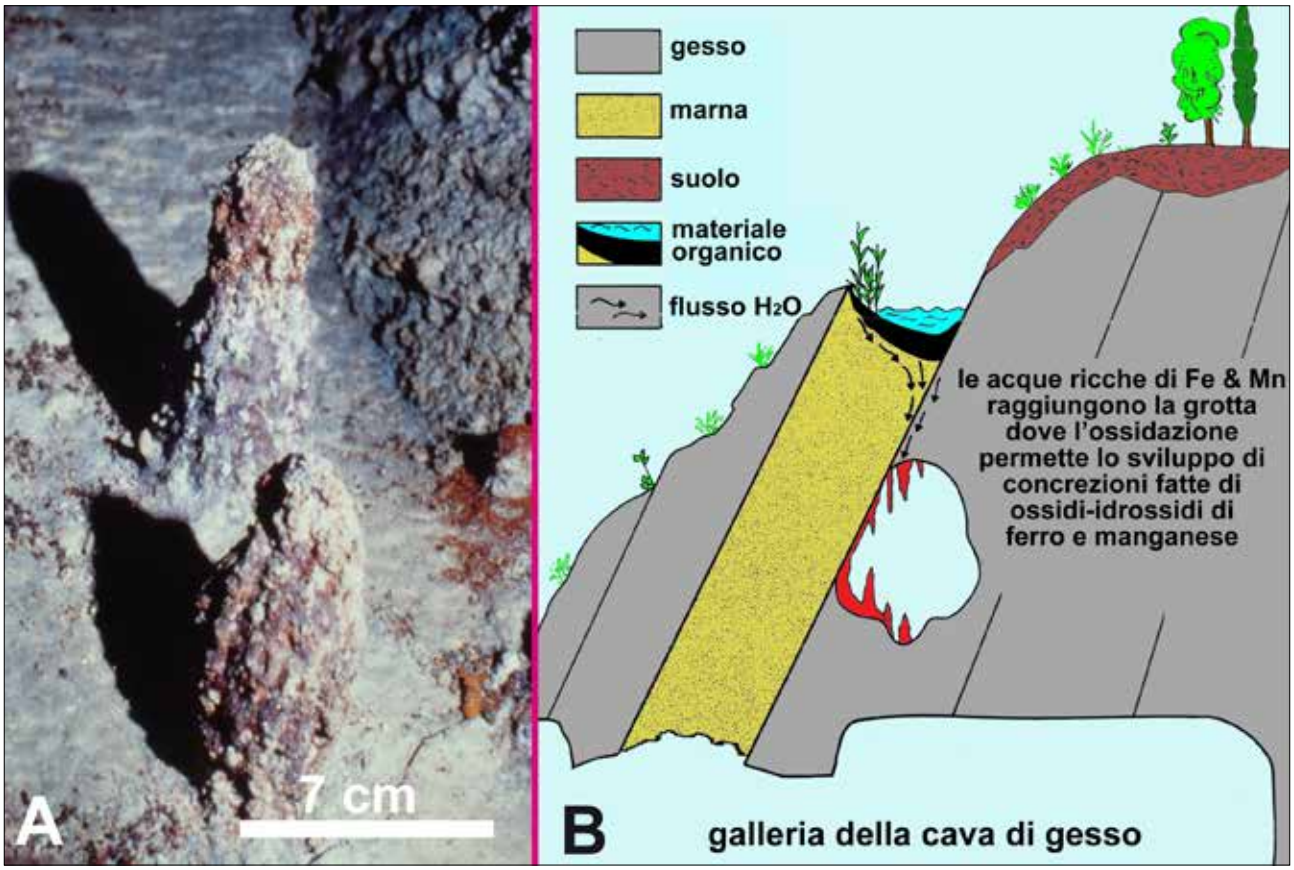


Fig. 19 – Grotta Pelagalli (gessi Bolognesi): A) due delle stalattiti a prevalenza di Fe e Mn (Foto P. Forti); B) le condizioni al contorno che hanno permesso la deposizione di queste concrezioni polimineralli (da Calaforra, Forti 2021).

dolomite. Quest'ultimo minerale, praticamente puro, è stato osservato per la prima volta come piccoli depositi di moonmilk bianco-grigiastro (fig. 20A) sulle pareti di una galleria a non molta distanza dall'ingresso della Grotta della Spipola nei Gessi bolognesi. Un'analisi al microscopio elettronico ha dimostrato come questo moonmilk fosse costituito da minuscoli cristallini sub-euedrali di dolomite.
Il magnesio, necessario alla formazione di questo minerale, deriva dagli interstrati marnosi-argillosi presenti nella formazione gessosa, il calcio dalla dissoluzione del gesso, e infine la HCO_3^- dalla diffusione della CO_2 dall'atmosfera al film d'acqua sulla parete gessosa. La genesi del moonmilk è stata chiaramente indotta da un periodo di siccità eccezionale, che ha causato un forte abbassamento dell'umidità relativa nella galleria in questione, tanto da richiamare per capillarità soluzioni intrappolate, da un lungo tempo, nei piani di contatto tra i vari cristalli di gesso, e causarne l'evaporazione totale. Non appena però, con le prime piogge, si sono riinstaurate le condizioni di normale umidità relativa, e quindi di flusso laminare di acqua sulle pareti, tutti i depositi di dolomite sono stati ridisciolti o comunque dilavati.
Un secondo ritrovamento è avvenuto, più recentemente, nel sistema carsico Rio Stella-Rio Basino (Vena del Gesso romagnola) all'interno di ammassi pulverulenti biancastri (fig. 20B) che si trovano su massi di crollo lungo il torrente a pochi metri dall'ingresso del Rio Basino (Forti, Lucci 2010).
In questo caso la dolomite non era pura come nella Spipola, ma risultava essere un componente minoritario della polvere formata quasi totalmente da strutture di microorganismi. In questo caso, quindi, la genesi della dolomite sembra essere stata mediata da attività batterica. Lo ione calcio proviene dall'ambiente gessoso, mentre lo ione magnesio dal dilavamento degli interstrati marnoso-argillosi. Anche nel caso del Rio Basino i depositi pulverulenti con dolomite non sono permanenti, essendo distrutti ogniqualvolta il fiume sotterraneo va in piena.

I solfati

Oltre ovviamente al gesso, altri 3 solfati sono stati segnalati come minerali di grotta in ambiente gessoso: la celestina, l'epsomite e la mirabilite.
L'epsomite e la mirabilite sono minerali stagionali che si sviluppano nel pieno dell'inverno in molte grotte

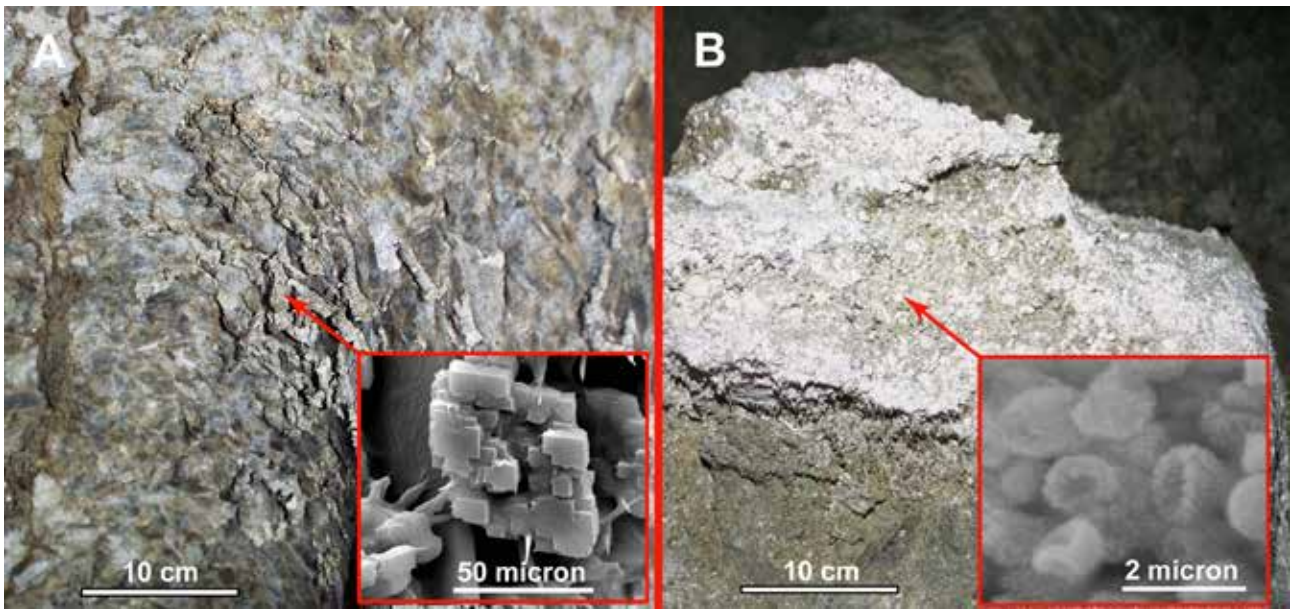


Fig. 20 – A) Grotta della Spipola: la condotta in cui si sono formate masse di moonmilk dolomitico durante un periodo di estrema siccità (Foto: Paolo Forti) nel riquadro l'immagine al SEM dei cristalli di dolomite; B) Grotta del Rio Basino: uno dei massi ricoperti dalla polvere bianca in cui si e sviluppata la dolomite (Foto: P. Lucci) nell'immagine al SEM delle colonie di batteri responsabili per la deposizione della dolomite (Foto: P. Ferrieri).

dei Gessi bolognesi. L'epsomite, noto come minerale delle grotte bolognesi da tempo (Laghi 1806), forma fibre bianche traslucide molto sottili (meno di 0,1 mm) estremamente allungate (fino a 10-15 cm) che si sviluppano sulle superfici esposte degli interstrati argillosi-limosi o direttamente sul suolo fangoso delle grotte, dove è presente lo ione magnesio necessario alla sua formazione. Le fibre di epsomite, minerale estremamente solubile, spariscono non appena l'umidità relativa dell'atmosfera di grotta aumenta all'inizio della primavera.
La mirabilite spesso si trova associata all'epsomite anche se è molto meno comune, a causa della sua molto maggiore facilità di passare in soluzione. È infatti un composto altamente deliquescente (in grado cioè di assorbire l'acqua direttamente dall'atmosfera) e pertanto la sua presenza è limitata a un periodo molto freddo ed estremamente breve in cui l'umidità relativa nell'aria scende sotto all'80%.
Questo minerale è stato segnalato nella Grotta Michele Gortani nei Gessi di Zola Predosa: come nel caso del magnesio per l'epsomite, lo ione sodio necessario alla sua formazione proviene dagli interstrati marnosi argillosi, oltre che da aerosol marini.

I cloruri

L'unico cloruro osservato nelle grotte dell'Emilia-Romagna è la cloromagnesite, che fu scoperta all'interno del Buco dei Buoi nei Gessi bolognesi, dove è presente come cristalli submillimetrici associata a epsomite largamente prevalente e, come quest'ultima, è solamente un minerale stagionale.
La sua genesi va ricondotta all'evaporazione totale di piccoli volumi d'acqua che affiorano per capillarità dai depositi argillosi marnosi dove sono presenti in traccia gli elementi che ne rendono possibile la formazione.

I fosfati

Sino ad oggi l'unico fosfato segnalato nelle grotte in gesso è la brushite, che forma ammassi lenticolari di materiale terroso giallastro all'interno di grossi depositi di guano non attuali, ma risalenti a un tempo passato non meglio precisato nelle prime sale della Grotta del Prete Santo.
Molti dei fosfati attualmente conosciuti come minerali di grotta (come del resto anche alcuni dei solfati, nitrati e cloruri), derivano direttamente dalle reazioni biologiche di mineralizzazione del guano (in genere di pipistrelli) che avvengono all'interno degli accumuli dello stesso, quasi senza alcun contributo da parte dell'ambiente della grotta in cui si trovano. È quindi praticamente certo che, nelle grotte in gesso, esistono molti altri fosfati che attendono solo di essere scoperti!

I silicati

Sono tre i silicati attualmente conosciuti per le grotte in gesso dell'Emilia-Romagna: l'opale, il quarzo e il clinocloro.
L'opale è presente come piccole crosticine botrioidali disperse all'interno degli ossidi-idrossidi di Fe/Mn che

hanno dato luogo a stalattiti e stalagmiti polimineralinella Grotta Pelagalli al Farneto (Gessi bolognesi) (fig. 19A): la sua genesi è stata indotta dall'abbassamento del pH durante le complesse reazioni biologiche che hanno causato l'alternanza di livelli di minerali di ferro e manganese a livelli di gesso o di calcite.

Il ritrovamento, forse più curioso, di silice amorfa è però avvenuto all'interno della Grotta Calindri, sempre nei Gessi bolognesi. Questa cavità è nota soprattutto per le frequentazioni umane durante la preistoria. Nella stessa sala "archeologica" sono presenti dei focolari, il cui fondo ovviamente è stato completamente alterato in maniera molto intensa dal fuoco. In particolare, alla base di uno di essi è presente una porzione di gesso molto alterato che, pur conservando quasi intatta la struttura cristallina originale, presenta una lucentezza opalescente vitrea (fig. 21) e, soprattutto, una durezza assolutamente inaspettata: non solo non è possibile scalfirlo con l'unghia ma addirittura una punta d'acciaio lo fa con molta difficoltà.

Una sua sezione verticale ha permesso di evidenziare come l'alterazione abbia interessato la roccia gessosa per circa 15-20 mm di spessore e che la colorazione bianco lattea parta immediatamente sopra il gesso non alterato ma, a circa 1 mm dalla superficie esterna, si interrompa bruscamente e l'ultimo millimetro circa di roccia sia costituito da un sottile strato compatto di gesso macrocristallino, quasi perfettamente trasparente. In tutto il campione, la sola fase cristallina presente è quella del gesso, mentre al microscopio elettronico è stato possibile evidenziare come l'intervallo bianco latteo sia costituito da gesso pseudomorfo su anidrite, e la parte più esterna e trasparente sia costituita da gesso macrocristallino. Quest'ultimo, però, ha inglobato piccole lamelle con superficie botrioidale e fratture da disidratazione, chiaramente riferibili a silice amorfa (opale).

L'evoluzione di questo gesso, dalle caratteristiche morfologiche e fisiche del tutto particolari, è iniziato dall'azione termica esercitata dal fuoco, che ha causato la "cottura" dello stesso, inducendone una disidratazione totale, per uno spessore di almeno 2 cm, con conseguente formazione di una polvere incoerente di cristallini di anidrite. Una volta abbandonato il focolare, la condensazione ha avviato un lento processo di ri-idratazione dell'anidrite che, progressivamente, si è trasformata in gesso, mantenendo però quasi inalterata la sua struttura, formando quello che si definisce un "gesso pseudomorfo su anidrite". Sopra il gesso cotto, però, vi erano anche residui di cenere e frustuli di carbone che, in contatto con l'acqua di condensa e/o di stillicidio, hanno ovviamente dato luogo a soluzioni leggermente basiche, che hanno solubilizzato una certa quantità di silice dai sedimenti argillosi ubiquitari in quell'area. Fintantoché le soluzioni si sono mantenute basiche, la presenza di silice in soluzione non ha causato alcun problema al processo di idratazione dell'anidrite, ma quando tutta la cenere è stata dilavata, e quindi il pH della soluzione è ritornato neutro, la silice in eccesso ha iniziato a precipitare, forman-

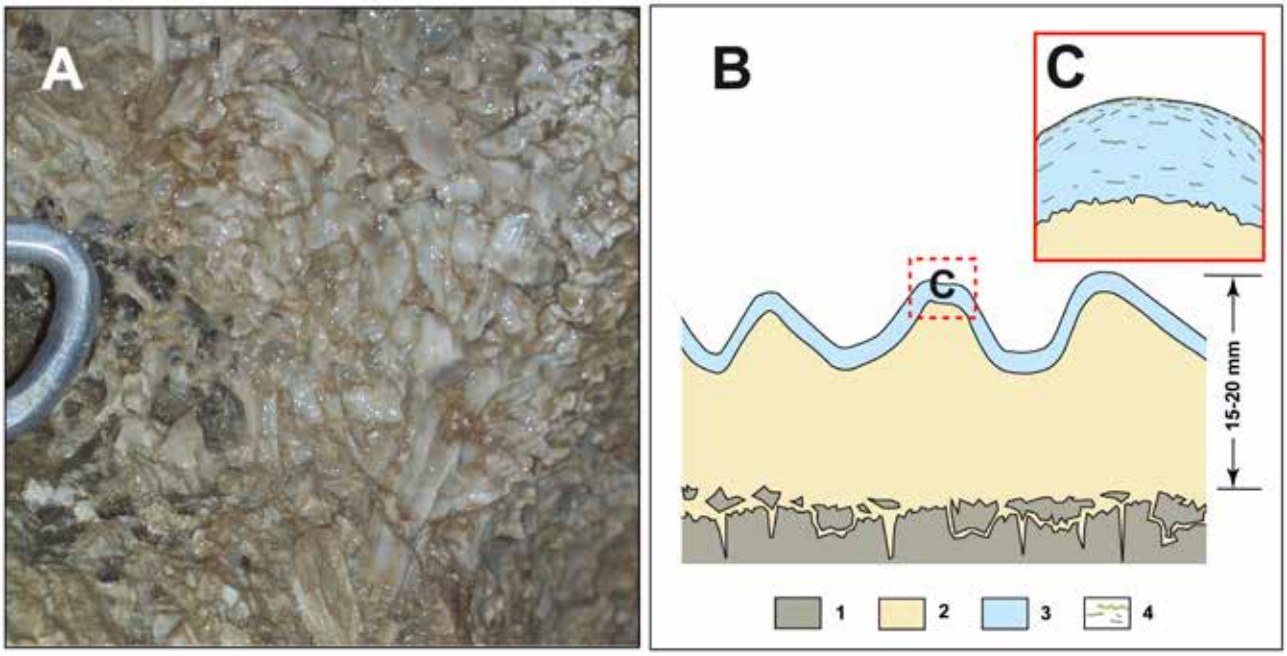


Fig. 21 – Grotta Serafino Calindri (gessi Bolognesi): particolare del gesso opalescente al fondo del focolare (Foto Paolo Forti); B) sezione schematica del gesso opalescente per evidenziarne la porzione inalterata (1)su cui si trova uno strato di 1,5-2 cm di gesso pseudomorfo su anidrite (2) alla cui sommità si e sviluppato un livello di 0,5-1 mm di gesso macrocristallino ialino (3) in cui sono presenti, soprattutto verso la sommità, , sottili lamelle di silice amorfa (4), queste ultime responsabili dell'anomala durezza di questo gesso. (da Calaforra, Forti 2021),

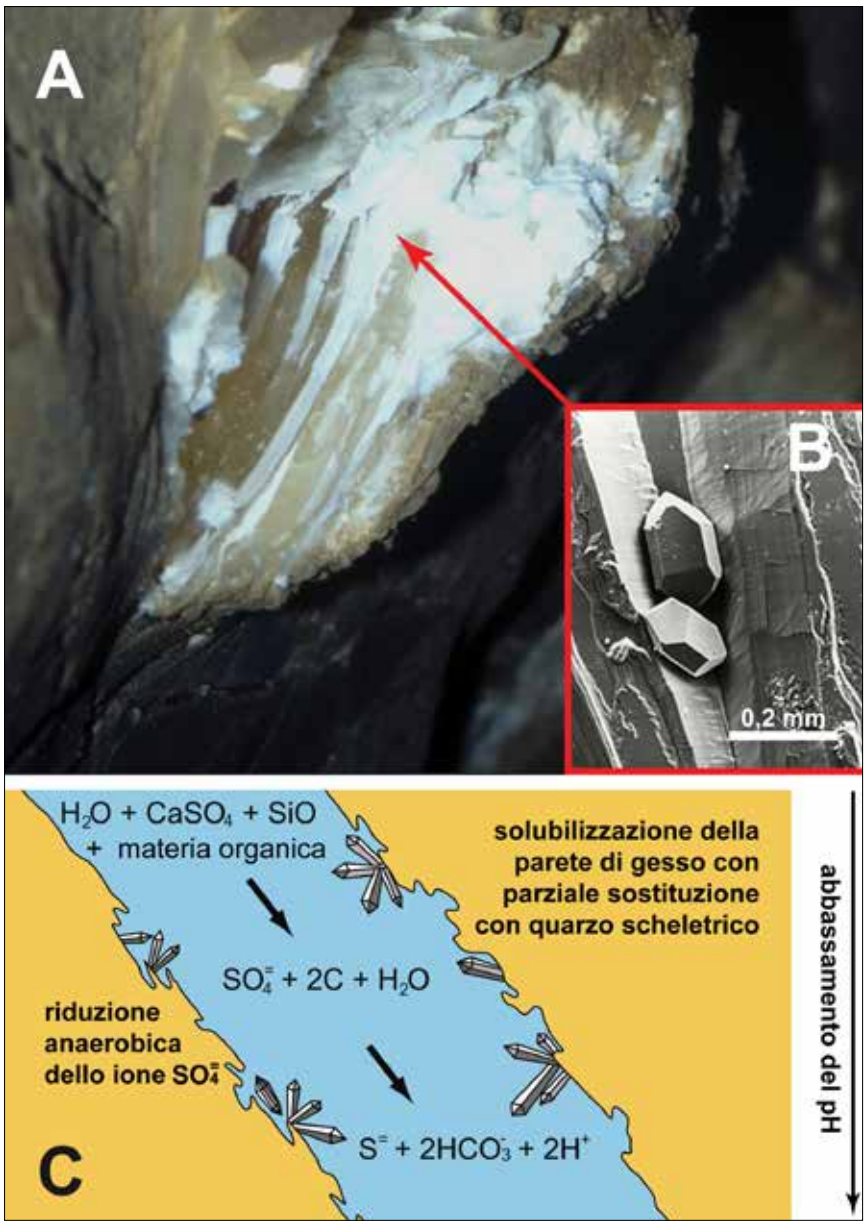


Fig. 22 – A) Grotta Carlo Azzali (Vena del Gesso romagnola):grande cristallo di gesso parzialmente ridisciolto con contemporanea deposizione di aggregati di quarzo euedrale (Foto P. Forti); B) immagine al microscopio elettronico di una coppia di cristalli di quarzo che sono cresciuti sopra quello di gesso parzialmente ridisciolto (Foto: Paolo Ferrieri); C) meccanismo genetico che ha permesso la formazione dei cristalli di quarzo sopra i cristalli di gesso in dissoluzione (da Calaforra, Forti 2021).

do sottili crosticine che venivano progressivamente inglobate nel gesso, conferendo a questa superficie la durezza eccezionale riscontrata.
Infine, cristalli euedrali millimetrici di quarzo, spesso aggregati in strutture scheletriche (fig. 22 A e B), sono stati trovati a ricoprire parzialmente dei grandi cristalli di gesso parzialmente ridisciolti all'interno della Grotta Carlo Azzali nella Vena del Gesso romagnola. La cosa notevole è che lo sviluppo di questo quarzo è avvenuto a bassa temperatura (sicuramente inferiore ai 40-50°C), perché il gesso sottostante non è stato minimamente trasformato in anidrite, che è la fase stabile per il solfato di calcio oltre quelle temperature. In questo caso la SiO_2 necessaria derivava probabilmente dall'alterazione della selce, presente in molti dei depositi sedimentari all'interno delle grotte e provenienti dalle litologie che si trovano a monte degli affioramenti gessosi, mentre la deposizione del quarzo invece al posto del più comune opale è stata spiegata come conseguenza della riduzione anaerobica, in ambiente totalmente sommerso, dei solfati in soluzione ad opera di acque di percolazione lenta, ricche in materiale organico (fig. 22C). L'ossidazione della materia organica, a spese degli ioni solfati che si riducono, produce infatti una grande quantità di anidride carbonica e H_2S, abbassano il pH costringendo quindi la silice a precipitare in forma di cristalli di quarzo euedrali. Nel contempo la riduzione dei solfati a solfuri, oltre a contribuire anch'essa ad abbassare il pH, causa una sottosaturazione rispetto al gesso che quindi viene disciolto.

Lo zolfo

Lo zolfo è il solo elemento nativo presente come minerale secondario nelle grotte in gesso. Questo elemento si forma soprattutto in grotte nel gesso all'in-

terno delle quali affiorano acque con H_2S (fig. 23). In generale, l'ossidazione di questo gas porta alla formazione di acido solforico: nelle grotte in calcare il conseguente aumento di acidità viene neutralizzato dalla reazione tra questo acido e la roccia carbonatica con produzione di gesso e CO_2. La situazione è ovviamente differente nelle grotte in gesso, dove la neutralizzazione dell'eccesso di acidità non è possibile: in queste condizioni, anche una concentrazione di acido solfidrico relativamente bassa è sufficiente a causare la formazione di acido solforico, la cui concentrazione aumenta a tal punto da causare un pH talmento basso da indurre lo sviluppo di zolfo elementare.

Lo zolfo, tuttavia, è stato rinvenuto anche in grotte gessose in cui non vi è assolutamente traccia di acqua solfurea: in queste cavità naturali, infatti, la produzione di acido solfidrico può avvenire quando si realizzano condizioni anossiche in soluzione sature di gesso e ricche di materiale organico, che si ossida a spese dello ione solfato che si riduce.

Recentemente, lo zolfo è stato trovato all'interno della Grotta della Befana nella Vena del Gesso romagnola, dove è presente non solo come polvere direttamente sulla roccia gessosa, ma anche come cristalli euedrali submillimetrici che si sono sviluppati su coralloidi e stalattiti di gesso. A differenza delle altre grotte, nel caso della Grotta della Befana la formazione dello zolfo cristallino non è avvenuta all'interno dell'acqua solfurea (che qui affiora nella grotta) ma direttamente sulla roccia gessosa e sulle concrezioni. In pratica l'H_2S, essendo un composto volatile, è passato dall'acqua all'atmosfera per condensare poi direttamente sulle superfici di gesso, dove è stato ossidato. In questo modo, vista l'impossibilità di diluizione dell'H_2SO_4, il pH è sceso rapidamente a valori tali da causare la deposizione del solo zolfo elementare, che, data la lentezza del fenomeno, ha formato cristalli sub-euedrali (fig. 24).

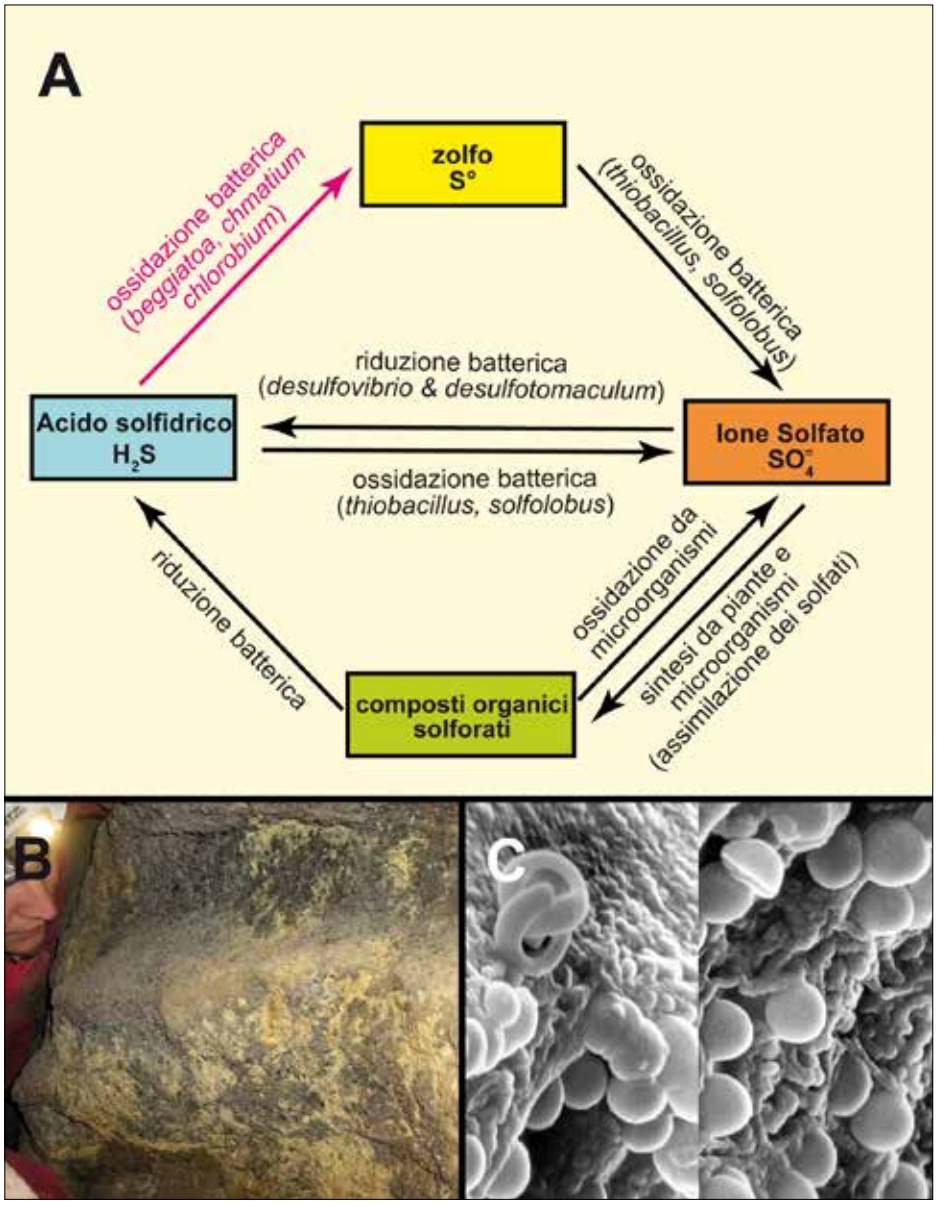


Fig. 23 – A) In natura il ciclo dello zolfo è basato su reazioni di ossidoriduzione controllata da microorganismi specifici: in rosso la reazione di ossidazione che permette la formazione di zolfo elementare in grotta; B) Grotta della Casupola (gessi Bolognesi): polveri gialle di zolfo che si formano sulla parete si gesso del meandro dello zolfo (Foto M. Dondi); C) immagini al microscopio elettronico dei microorganismi che hanno reso possibile lo sviluppo dello zolfo per ossidazione dell'acido sofidrico (Foto P. Ferrieri) (da Calaforra, Forti 2011, modificato)

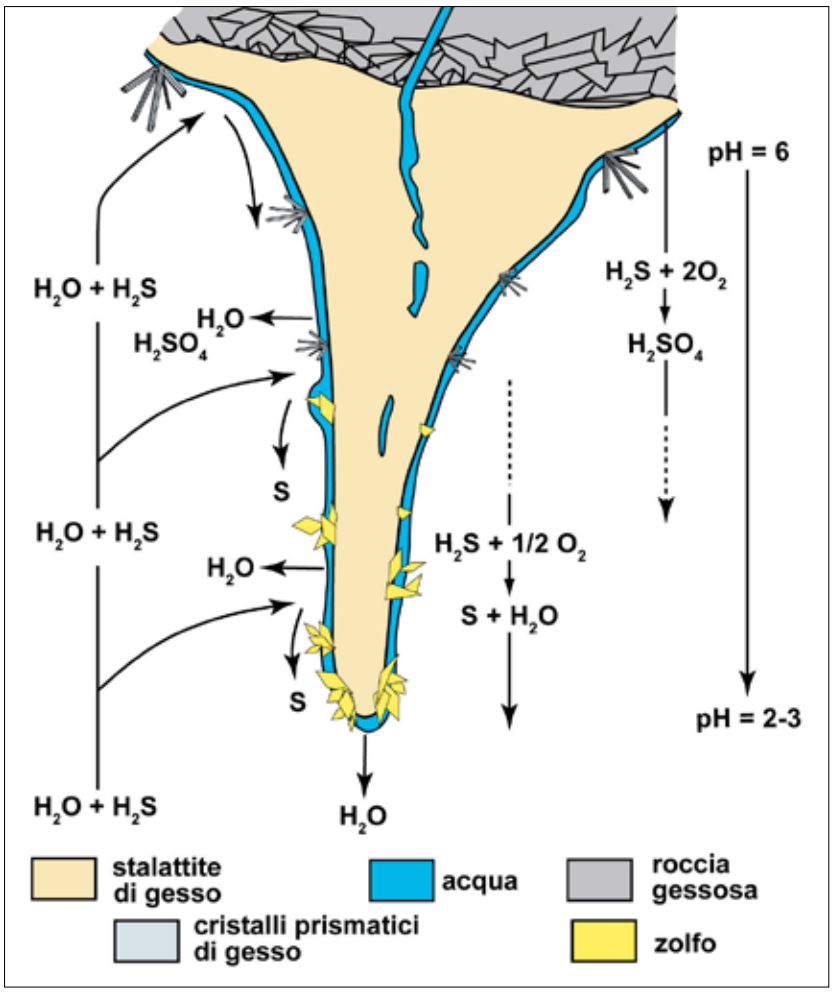


Fig. 24 – Meccanismo genetico che porta alla formazione di piccoli cristalli euedrali di zolfo cristallino sopra stalattiti di gesso (Da Calaforra, Forti 2021 modificato).

Il fenomeno carsico nei gessi e la ricerca scientifica globale

Grazie allo studio sistematico portato avanti negli ultimi 3 decenni sulle grotte in gesso della nostra regione, è stato possibile evidenziare come queste cavità possano svolgere un ruolo estremamente importante anche in ambiti ben più vasti della semplice speleogenesi o geomorfologia carsica. In particolare è stato possibile dimostrare come le cavità naturali in gesso, grazie alle loro peculiari caratteristiche, possano fornire dati sperimentali in tre differenti campi di particolare interesse globale: il riscaldamento globale, le ricostruzioni paleoclimatiche e l'evoluzione del paesaggio.

Le grotte in gesso: l'unica trappola carsica per CO_2 efficiente nel lungo periodo

Negli ultimi anni si è discusso molto sulle possibilità di rallentare il riscaldamento climatico globale cercando di diminuire il rilascio in atmosfera dei gas serra, tra cui il principale è l'anidride carbonica. Una delle varie possibilità per diminuire le emissioni di CO_2 è quello di cercare efficienti trappole per questo gas, trappole che devono però essere in grado di trattenere, se non per sempre, almeno per un tempo ragionevolmente lungo questo gas in modo che non concorra all'innalzamento della temperatura globale del nostro pianeta. Le grotte in calcare non sono in grado di farlo, nonostante che l'anidride carbonica sia direttamente coinvolta nella reazione carsica: infatti se si considera il sistema nella sua interezza, considerato che la reazione carsica può procedere indifferentemente in un senso o nell'altro, praticamente tutta l'anidride carbonica che viene consumata per creare le grotte (portando in soluzione il carbonato di calcio), viene inevitabilmente restituita all'atmosfera nel momento in cui si deposita nuovamente il calcare (concrezioni, travertini, rocce calcaree negli oceani).

Un discorso diverso è invece la formazione di speleotemi carbonatici nelle grotte in gesso, nel quale, come si è visto nel paragrafo dei meccanismi speleogenetici, oltre alla dissoluzione incongruente della dolomite, anche e soprattutto la CO_2 atmosferica in grotta gioca un ruolo attivo. Almeno nelle aree temperate e tropicali umide, la dissoluzione incongruente del gesso con precipitazione di calcite trasforma una parte della CO_2 presente nelle acque di percolazione in calcite, sfruttando gli ioni calcio dal gesso che passa in soluzione.

Pertanto una parte delle concrezioni di calcite che si sviluppano per dissoluzione incongruente all'interno delle cavità naturali, altro non sarebbero che le trappole minerali in cui è stata racchiusa una parte della CO_2 prodotta dai processi biogenici a livello del suolo. Anche se resta da confermare quantitativamente questo meccanismo dal punto di vista chimico, il fatto stesso che le concrezioni di calcite si sviluppino maggiormente in climi caldi ed umidi (quando circola più CO_2) sia del passato che del presente indicherebbe che questo processo sia attivo in natura. Il problema chimico da risolvere è il fatto che la semplice introduzione della CO_2 nell'acqua fa abbassare il pH, rendendole quindi acide e inibendo (se non rendendo addirittura impossibile) la precipitazione della calcite. Infatti il semplice degassamento della CO_2 nell'atmosfera di grotta, pur innalzando drasticamente il pH della soluzione, non basterebbe tuttavia a neutralizzare completamente l'acidità residua. Ma il sistema grotta è sempre molto più complesso, e al suo interno facilmente si realizzano meccanismi che possono innalzare il pH. Assolutamente comune è infatti la presenza di altri ioni nella soluzione, soprattutto quelli atti ad inibire l'acidità (come il sodio, il potassio, e il magnesio) che danno luogo a efficienti composti tamponanti in associazione con la CO_2 disciolta. Inoltre nelle grotte in gesso ci sono sempre argille, che possono sequestrare ioni H^+ liberando contestualmente nella soluzione ioni K^+, Na^+ e altri ioni metallici che si combinano a loro volta con la CO_2 disciolta, contribuendo così al tamponamento della soluzione vicino alla neutralità. Infine nelle acque di infiltrazione sono presenti grandi quantità di acidi organici deboli, tra tutti gli acidi umici e fulvici, la cui presenza è dimostrata anche dalla particolare intensa colorazione delle concrezioni di calcite nelle grotte nei gessi. Anche questi acidi deboli possono esplicitare, in coppia con gli ioni alcalini e alcalini terrosi presenti in soluzione, un effetto tamponante importante.

La cosa fondamentale è che le concrezioni di calcite che così si formano possono permanere tali per un tempo piuttosto lungo che, come è stato sperimentalmente dimostrato nell'area carsica dei Gessi bolognesi, può superare anche di centinaia di migliaia di anni quello di esistenza non solo delle grotte in cui i depositi di calcite si sono formati, ma anche dell'intera formazione al cui interno si era sviluppata la grotta. In quest'area infatti non è infrequente osservare nelle valli cieche a monte dei sistemi carsici la presenza di frammenti anche grossi di antiche concrezioni di calcite che un tempo si trovavano all'interno di cavità che, assieme a tutto lo spessore del gesso che le ospitava, sono state completamente smantellate dall'erosione.

Le grotte in gesso come record del cambiamento climatico a medio e lungo termine

Come si è visto precedentemente, i processi che permettono lo sviluppo dei due depositi chimici principali ($CaCO_3$ e $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) nelle grotte in gesso sono totalmente differenti (dissoluzione incongruente per il carbonato di calcio ed evaporazione per il solfato di calcio), che pertanto risentono in maniera del tutto diversa delle condizioni climatiche e/o ambientali che caratterizzano l'area in cui si aprono queste cavità.

Se si considerano infatti due aree italiane in cui le grotte sono sviluppate in formazioni praticamente identiche (gessi messiniani), mentre il clima è leggermente differente (Emilia-Romagna, con clima temperato umido, e Sicilia, con clima temperato secco e temperature medie superiori a Bologna di 3-4°C), l'effetto sulla formazione delle croste carbonatiche sopra il gesso per dissoluzione incongruente è molto differente. In pratica nelle grotte del bolognese queste concrezioni sono molto diffuse, mentre nei gessi siciliani lo sono molto meno. Inoltre, mentre nei Gessi bolognesi il processo è attivo per tutto l'anno, in Sicilia, nei periodi secchi, l'evaporazione è sufficientemente elevata tanto da permettere in alcuni casi lo sviluppo di gesso secondario esattamente nel punto dove prima si sviluppavano le croste di calcite (fig. 25).

Considerando poi che aree carsiche gessose sono presenti in praticamente tutte le fasce climatiche del mondo, sfruttando proprio la forte dipendenza climatica dei depositi di calcite e gesso è stato possibile elaborare un modello generico per la ricostruzione delle variazioni che hanno caratterizzato il clima di una data area gessosa (fig. 26).

Tale modello si basa sull'analisi del rapporto quantitativo esistente tra concrezioni carbonatiche e gessose che si trovano all'interno delle cavità: infatti questo, almeno in linea teorica, è una diretta conseguenza del clima al momento della loro deposizione e quindi una loro variazione nel tempo indica con chiarezza una modificazione marcata del clima stesso (Calaforra *et alii* 2008).

Le grotte in gesso in rapporto all'evoluzione del paesaggio

Come già accennato nel paragrafo relativo alle caratteristiche intrinseche della roccia gessosa, l'evoluzione delle forme carsiche nei gessi è circa 100 volte più rapida rispetto a quello che accade nelle rocce carbonatiche, e 100 volte meno rapida dello sviluppo di forme di dissoluzione nel salgemma. In queste ultime, le grotte e le loro modificazioni registrano eventi singoli su scale temporali di dieci o cento anni, ma raramente queste cavità sopravvivono per qualche decina di migliaia di anni. Nelle grotte scavate nelle

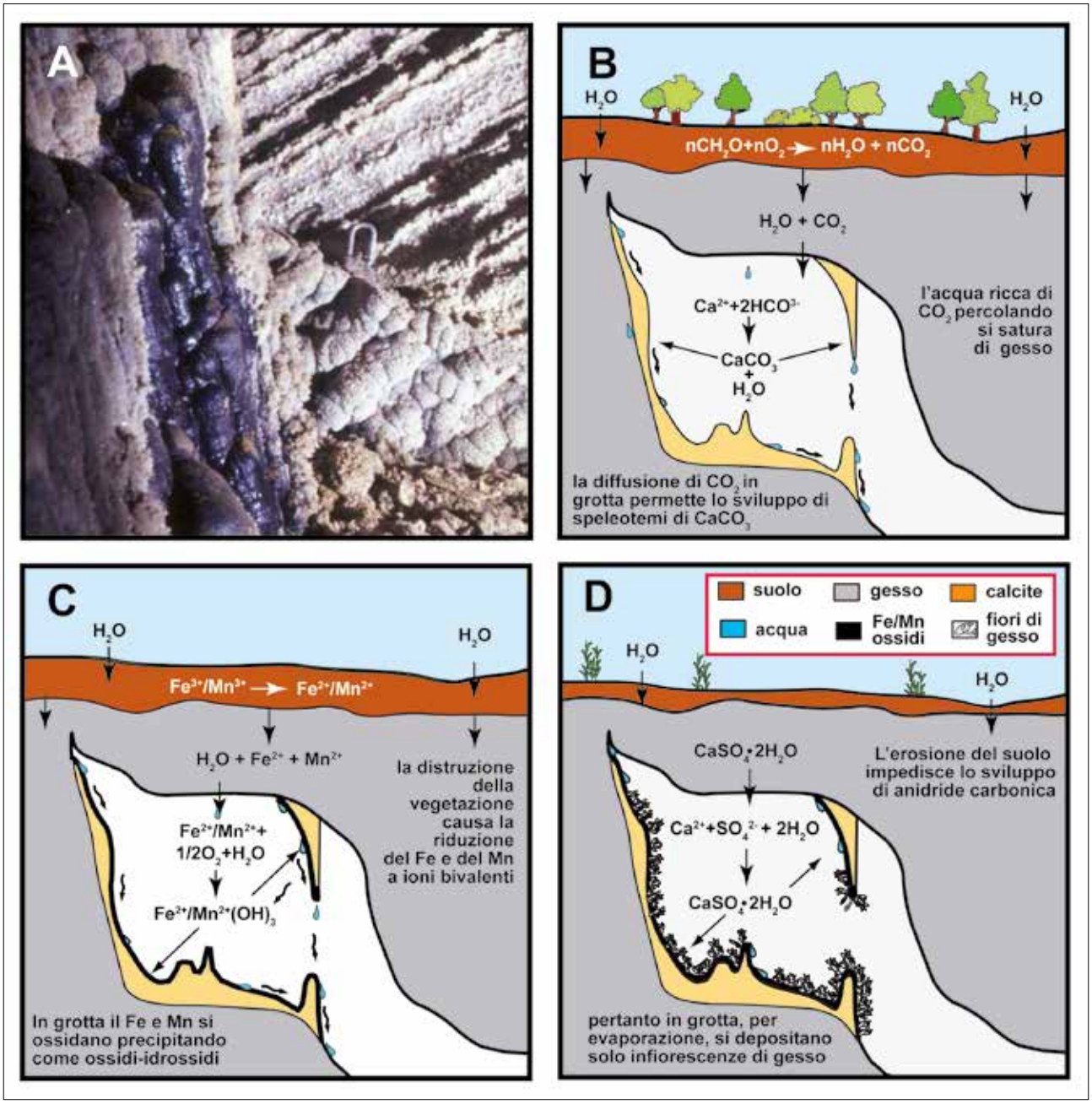


Fig. 25 – A: Grotta di Entella (Sicilia): colata di carbonato di calcio ricoperta da un sottile livello di ossidi-idrossidi di Ferro e Manganese su cui si sono sviluppate delle infiorescenze gessose attualmente in parziale ridissoluzione (Foto: Paolo Forti); B: la copertura arborea ha permesso lo sviluppo di una grande concrezione di carbonato di calcio; C) il taglio del bosco e la conseguente scomparsa o alterazione del suolo pedologico ha permesso la migrazione del Fe e Mn all'interno della grotta dove si sono ossidati formando lo strato nero sulla colata; D: Attualmente, dato il perdurare di scarsa copertura vegetale, l'evaporazione fa crescere uno strato di infiorescenze gessose sullo speleotema (da Calaforra, Forti 2021).

rocce carbonatiche, d'altro canto, le modificazioni avvengono su scale temporali di diverse migliaia di anni. Queste grotte sono quindi in grado di registrare variazioni ambientali importanti come il passaggio tra un glaciale ed un interglaciale, e possono talvolta essere capaci di tenere testimonianze frammentarie su un lasso di tempo anche di qualche milione di anni, così come la loro sopravvivenza nel paesaggio in costante evoluzione (una grotta attiva e profonda molto tempo fa potrà essere riesumata dall'erosione milioni di anni dopo la sua formazione).

Le grotte nei gessi sono intermedie tra queste, e sono quindi capaci di registrare variazioni ambientali su una scala temporale secolare e fino ad alcune centinaia di migliaia di anni. Nelle gallerie delle grotte scavate nei gessi sono visibili sedimenti fluviali che riempiono

solchi di erosione laterale, che possono rappresentare delle finestre temporali anche di solo qualche secolo. L'insieme dei vari livelli di gallerie sovrapposte, invece, indicano periodi di formazione che abbracciano cambiamenti climatici tra cicli caldi ed umidi e cicli freddi e secchi. Particolarmente nell'Appennino settentrionale, il sollevamento della catena (che ha tassi di sollevamento nell'ordine dei 0,3 mm/anno) induce i fiumi ad incidere verticalmente, o allargare i loro alvei generando terrazzi fluviali. Tali variazioni nel paesaggio trovano riscontro nello sviluppo del reticolo carsico, che può stare al passo di queste modificazioni, creando gallerie suborizzontali, pozzi, e concrezioni. In pratica le grotte nei gessi, ed il loro record speleogenetico e sedimentologico, possono integrare il record geologico superficiale, consentendo ai geologi di ricostruire l'evoluzione del paesaggio con maggiore dettaglio (Chiarini *et alii* 2024; Columbu *et alii* 2015, 2017).
Teoricamente il gesso esposto viene portato in soluzione dalla pioggia producendo un abbassamento della superficie nell'ordine di 1 mm all'anno (viene portato via un metro di gesso ogni mille anni), limitando quindi la sopravvivenza delle forme ipogee (grotte). Tuttavia, quando il gesso è coperto anche soltanto da un sottile strato di suolo o sedimento, la degradazione del gesso (e la sua soluzione) sono molto rallentati. Tant'è vero che sono state trovate grotte antiche di 5 milioni di anni, riempite da sedimenti, sia nella Vena del Gesso romagnola (la Cava del Monticino), sia nel Bolognese (Zola Predosa) (De Waele, Pasini 2013). Sono la testimonianza di brevi cicli carsici che sono avvenute durante il Messiniano, quando le evaporiti appena depositate furono esposte agli agenti atmosferici per un breve lasso di tempo (qualche migliaio di anni), consentendo la formazione di piccoli inghiottitoi (Monticino), ma anche importanti sistemi carsici (Zola Predosa).
Tuttavia, l'erosione delle rocce di gesso inevitabilmente porta allo scoperto le antiche grotte e le loro concrezioni carbonatiche. Questo spiega il ritrovamento, in mezzo al bosco, o a Sud delle dorsali di gesso (dove il gesso ormai è stato completamente smantellato dall'erosione), di grossi frammenti di concrezioni carbonatiche laminate (in maggioranza residui di colata o crostoni stalagmitici) (fig. 27). La loro datazione ha permesso di accertare che il carsismo Quaternario nei gessi abbia avuto inizio almeno 600 mila anni fa, sia nel Bolognese che nella Vena del Gesso.

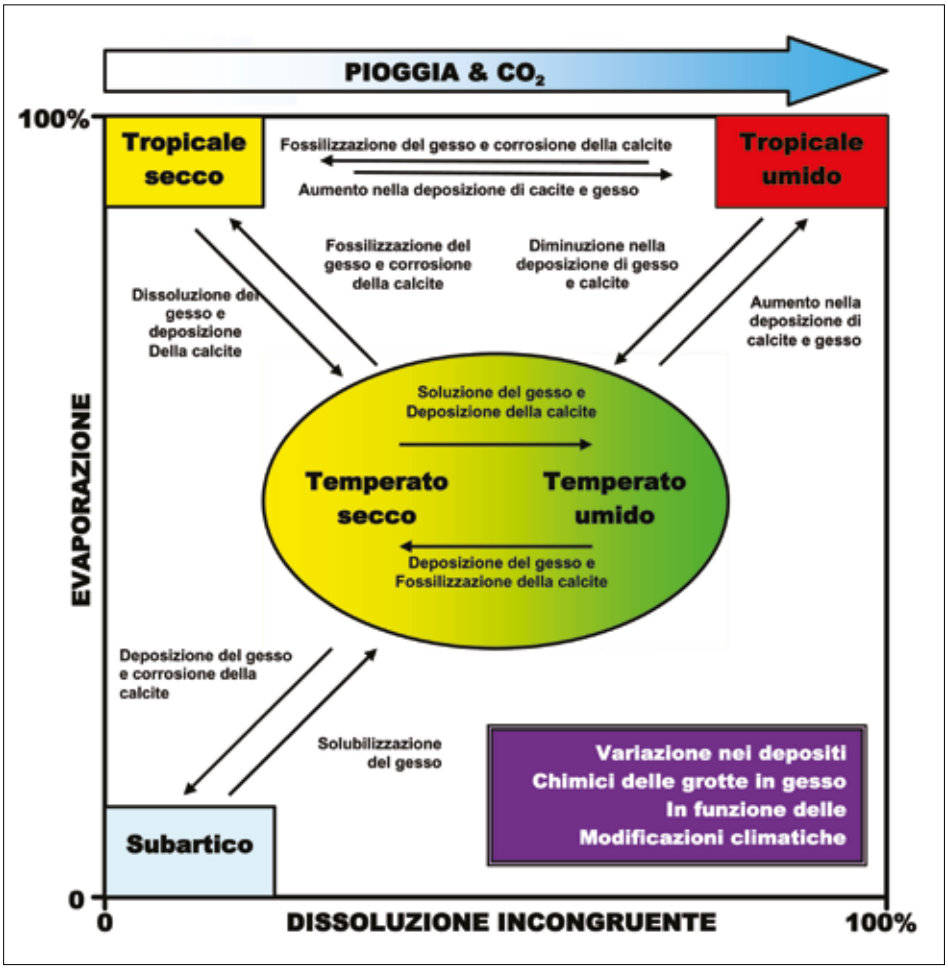


Fig. 26 – Schema riassuntivo delle variazioni percentuali nelle concrezioni di gesso e di calcite indotte dal clima dell'area (da Calaforra, Forti 1999, modificata).



Fig. 27 – Frammento di una concrezione di calcite trovata in mezzo al bosco nella zona di Ca' Monti (Vena del Gesso Romagnola), cresciuta in una grotta nel gesso, ormai completamente smantellata, circa 350 mila anni fa (Foto E. Ponti).

Conclusioni

Anche se sicuramente non completamente esaustivo, questo articolo sulle conoscenze attuali sui fenomeni carsici nelle evaporiti regionali ha permesso di evidenziare come esse siano molto più complesse di quanto ritenuto in un passato anche non troppo lontano. Inoltre è stato dimostrato come i processi che ne permettono lo sviluppo sono quasi sempre molto differenti da quelli attivi nelle grotte in altri litotipi: questo ha fatto sì che l'ambiente carsico dei gessi e delle anidriti ospiti sia concrezioni che mineralizzazioni peculiari, e, qualche volta, unici.

Bibliografia

U. Aldrovandi 1648, *Musaeum Metallicum*. Ferronius, Bologna, pp. 767-768.

G. Badino, J.M. Calaforra Chordi, P. Forti, P. Garofalo, L. Sanna 2011, *The presentday genesis and evolution of cave minerals inside the Ojo de la Reina cave (Naica Mine, Mexico).* "International Journal of Speleology" 40 (2), pp. 125-131.

C. Bottegari 1612, *Relazione di un suo viaggio all'acqua salata di Minozzo in quel di Reggio (di-Modena)*. Documento XII in "Libro di Canto e di Liuto".

J.M. Calaforra 1998, *Karstología de yesos*. Monografías Ciencia y Tecnología, Universidad de Almeria, 3, 389 p.

J. M. Calaforra, A. Pulido-Bosch 1999, *Genesis and evolution of gypsum tumuli*. "Earth Surface Processes and Landforms", v. 24(10), pp. 919-930.

J.M. Calaforra, P. Forti 1999, *May the speleothems developing in gypsum karst be considered paleoclimatic indicators?* Book of Abstracts INQUA, Durban, South Africa, pp. 35-36.

J.M. Calaforra, P. Forti 2021, *Speleotemi peculiari dei gessi e delle anidriti*. "Memoria dell'Istituto Italiano di Speleologia", v. 36, 140 p.

J.M. Calaforra, P. Forti, A. Fernandez-Cortes 2008, *Speleothems in gypsum caves and their paleoclimatological significance.* "Environmental geology", v.53, pp. 1099-1105.

V. Chiarini, A. Columbu, L. Pisani, J. De Waele 2024, *EvolGyps - evoluzione del paesaggio nei gessi bolognesi e romagnoli.* "Memorie Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 46".

A. Columbu, J. De Waele, P. Forti, P. Montagna, V. Picotti, E. Pons-Branchu, J.C. Hellstrom, P. Bajo, R.N. Drysdale 2015, *Gypsum caves as indicators of climate-driven river incision and aggradation in a rapidly uplifting region*, "Geology", v. 43(6), pp. 539-542.

A. Columbu, V. Chiarini, J. De Waele, R.N. Drysdale, J. Woodhead, J.C. Hellstrom, P. Forti 2017, *Late quaternary speleogenesis and landscape evolution in the northern Apennine evaporite areas,* "Earth Surface Processes and Landforms", v. 42(10), pp. 1447-1459.

A. Cotellucci**,** L. Pellegrino, E. Costa, M. Bruno, F. Dela Pierre, D. Aquilano, E. Destefanis, L. Pastero 2023, *Effect of different evaporation rates on gypsum habit: mineralogical implications for natural gypsum deposits.* "Cryst. Growth Des.". v. 23(12), pp. 9094–9102**.**

C. Dalmonte, P. Forti, S. Piancastelli 2003, *The evolution of carbonate speleothems in gypsum caves as indicators of microclimatic variations: new data from the Parco dei gessi caves (Bologna, Italy).* "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", v.16, pp. 65-82.

J. De Waele, G. Pasini 2013, *Intra-messinian gypsum palaeokarst in the Northern Apennines and its palaeogeographic implications*, "Terra Nova", v. 25 (3), pp. 199-205.

J. De Waele., P. Forti., A. Rossi 2011, *Il carsismo nelle evaporiti dell'Emilia-Romagna.* "Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna", Ed. Regione Emilia-Romagna, Pendragon, Bologna, pp. 25-59.

J. De Waele, L. Piccini, A. Columbu, G. Madonia, M. Vattano, C. Calligaris, I.M. D'Angeli, M. Parise, M. Chiesi, M. Sivelli, B. Vigna, L. Zini, V. Chiarini, F. Sauro, R.N. Drysdale, P. Forti 2017, *Evaporite karst in Italy: a review.* "International Journal of Speleology", v. 46 (2), pp. 137-168.

F. Ferrarese, T. Macaluso, G. Madonia, A. Palmeri, U. Sauro 2003, *Solution and recrystallisation processes and associated landforms in gypsum outcrops of Sicily*. "Geomorphology", v. 49(1-2), pp. 25-43.

P. Forti 1996, *Speleothems and Cave Minerals in Gypsum caves*. "International Journal of Speleology", v. 25(3/4), pp. 91-104.

P. Forti 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 19° Congresso Nazionale di Speleologia", Bologna, pp. 115-126.

P. Forti 2017, *Chemical deposits in evaporite caves: an overview*. "International Journal of Speleology", v. 46(2), pp. 109-135.

P. Forti, M.Ercolani, P. Lucci 2019 *Un tipo di infiorescenza gessosa della Vena del Gesso di origine antropogenica ancora non descritto* in Costa M., Lucci P., Piastra S. (Eds.) *I Gessi di Monte Mauro - studio multidisciplinare di un'area carsica nella vena del gesso romagnola* Memorie Istituto Italiano di Speleologia, 34, pp. 297-308.

P. Forti, P. Lucci 2010, *Le concrezioni e le mineralizzazioni del Sistema Carsico Rio Stella-Rio Basino (Vena del Gesso romagnola)*. "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", v.23, pp. 151-168.

P. Forti, P. Lucci, 2016, *Come si sviluppano i cristalli prismatici di gesso sulle stalattiti?* "Memorie Istituto Italiano di Speleologia", 29, pp. 113-118.

P. Forti, E. Rabbi 1981, *The role of CO_2 in gypsum speleogenesis: I° contribution.* "International Journal of Speleology", v. 11, pp. 207-218.

C.A. Hill, P. Forti P. 1997, *Cave minerals of the world* (2nd ed.*)*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, pp. 1-463.

S. Kempe 1996, *Gypsum karst of Germany*. "International Journal of Speleology", v. 25(3), pp. 209-224.

A.B. Klimchouk 2019, *Ukraine giant gypsum caves*. In: W.B. White, D.C. Culver, T. Pipan (Eds.), "Encyclopedia of caves", Academic Press, New York, pp. 1082-1088.

A.B. Klimchouk, P. Forti, A. Cooper 1996, *Gypsum karst of the world: a brief overview*. "International Journal of Speleology", v. 25 (3), pp. 159-181.

T. Laghi 1806, *Di un nuovo sale fossile scoperto nel bolognese*, "Memorie Istituto Nazionale Italiano", v. 1 (1), pp. 19-26.

S.E. Lauritzen, Å Lauritsen 1995, *Differential diagnosis of paragenetic and vadose canyons*. "Cave and Karst Science", v. 21, pp. 55–59.

P. Lucci, A. Rossi 2011, *Speleologia e Geositi carsici in Emilia-Romagna*. Pendragon, Bologna, 447 pp.

S. Lugli, M. Domenichini, C. Catellani 2004, *Peculiar karstic features in the Upper Triassic sulphate evaporites from the Secchia Valley (Northern Apennines, Italy)*. "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", v.16, pp. 95-102.

G. Pasini 2009, *A terminological matter: paragenesis, antigravitative erosion or antigravitational erosion?* "International Journal of Speleology", v. 38(2), pp. 129-138.

L. Pisani, M. Antonellini, J. De Waele 2019, *Structural control on epigenic gypsum caves: evidences from Messinian evaporites (Northern Apennines, Italy)*. "Geomorphology", v. 332, pp. 170-186.

A. Santagata 1835, *Iter ad montem vulgo della Rocca*. In: Bertoloni A. (a cura di), *Commentarius de Mandragoris*, Bologna, Typ. Emygdii ab Ulmo et J. Tiocchi, pp. 371-392.

A. Vallisneri 1715, *Lezione accademica intorno all'origine delle fontane*. Gabriello Ertz, Venezia.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Il carsismo nei gessi triassici, i nuovi studi e le nuove scoperte

Stefano Lugli[1]

Riassunto
Gesso, anidrite e salgemma rendono l'alta Valle del Fiume Secchia uno straordinario luogo per geodiversità e complessità di evoluzione del paesaggio e del carsismo. Non esistono al mondo rocce carsiche con evoluzione così drammaticamente veloce come in Val Secchia. I nuovi studi hanno evidenziato la presenza di enormi fratture di rilascio dei versanti orientate parallelamente alle valli, elemento strutturale sul quale si innesta la circolazione carsica e le frane per crollo che solcano i versanti delle Fonti di Poiano e del Tanone grande della Gacciolina. Nuovi studi isotopici hanno dimostrato che l'alimentazione delle Fonti di Poiano è derivante principalmente dalla circolazione idrica in sub-alveo del Fiume Secchia che innesca il fenomeno della subsidenza, con tassi di abbassamento che raggiungono quasi 2 cm all'anno e apertura di doline periodicamente riempite di ghiaia dalle piene del fiume. Le sviluppo delle anse ipogee, circolazione carsica unica al mondo, è legato alla complessa interazione tra l'inghiottimento lungo fratture di rilascio dei versanti, l'idratazione dell'anidrite in profondità, la cattura dei flussi sotterranei lungo fratture ortogonali nei casi in cui la risorgenza è ostacolata da corpi di frana per colata dalle argille retrostanti i gessi e dalla presenza di terrazzi fluviali.

Parole chiave: anse ipogee, carsismo, gesso, anidrite, salgemma.

Abstract
Gypsum, anhydrite, and salt make the upper Secchia River Valley an extraordinary place for geodiversity and complexity of landscape and karst evolution. There are no karst rocks in the world with such dramatically fast evolution as in the Secchia Valley. New studies have shown the presence of huge slope-release fractures oriented parallel to the valleys, a structural element triggering karst circulation and collapse rockfall along the slopes of the Poiano Springs and Tanone grande della Gacciolina cave. New isotopic studies have shown that the source of the Poiano salt Springs is mainly derived from the deep river bed water circulation of the Secchia River, which induce subsidence with rates reaching almost 2 cm per year and the opening of sinkholes periodically filled with gravel by river floods. The development of the hypogean bends, the only example in the world, is related to the complex interaction between sinking along slope-release fractures, hydration of anhydrite at depth, and capture of subsurface flows along orthogonal fractures if the resurgence is hindered by mudslide fans sliding from the shales behind the gypsum outcrops and the presence of river terraces.

Keywords: *hypogen bends, evaporite karst, gypsum, anhydrite, salt.*

Rocce e paesaggi carsici straordinari

La presenza di gesso, anidrite e salgemma rendono l'alta valle del Fiume Secchia uno straordinario luogo per quanto riguarda la geodiversità e la complessa evoluzione del fenomeno e del paesaggio carsico. Le rocce evaporitiche e il carsismo della Val Secchia hanno attirato l'interesse degli studiosi in tempi relativamente recenti rispetto agli altri gessi dell'Appennino settentrionale che costituiscono il nuovo sito seriale UNESCO (Aa.Vv. 2022; Lugli *et alii* 2022). Le esplorazioni e gli studi scientifici hanno subito un notevole impulso solo nel secondo dopoguerra a partire dal pionieristico lavoro di Malavolti 1949 e poi Colombetti e Fazzini 1976 e 1986; Forti *et alii* 1988; Lugli 1993; Chiesi, Forti 2009, 2010; Ronchetti *et alii* 2023.

La geodiversità associata alle condizioni climatiche della zona del crinale appenninico hanno determinato lo sviluppo di carsismo completamente diverso rispetto alla fascia collinare dove si trovano i gessi messiniani. È questo uno dei punti di forza del sito seriale UNESCO, seriale proprio perchè racchiude una varietà notevole di spettacolari attributi geologici e carsici. Tra questi spicca sicuramente la possibilità di osservare processi geologici in rapidissima evoluzione (Lugli 2024).

[1] Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Via Campi 103, 41125 Modena (MO); stefano.lugli@unimore.it

Le grotte nei gessi si sviluppano più velocemente di quelle nei calcari, dato che il gesso è un minerale più solubile della calcite in acqua. Ma nei gessi del Val Secchia nell'Appennino reggiano le grotte evolvono ancora più velocemente che in altre parti del mondo, soprattutto a causa dei crolli. La roccia evaporitica triassica è fortemente instabile perché profondamente deformata e smembrata da una serie di complessi processi geologici. Deposto nell'antico mare della Tetide oltre 200 milioni di anni fa per evaporazione in un sistema di lagune costiere, il gesso ha subito una prima importante trasformazione durante il seppellimento quando, a causa dell'aumento di temperatura in profondità si è completamente disidratato formando anidrite. Questa prima trasformazione si è realizzata con una significativa diminuzione di volume a causa della liberazione dell'acqua di cristallizzazione del gesso.
Con il procedere del seppellimento a vari chilometri di profondità, durante l'evoluzione della catena appenninica, l'anidrite ha agito come livello di scollamento delle falde in accavallamento e in particolare della Falda toscana. Tornata ad affiorare in superficie come conseguenza dell'orogenesi appenninica, alle deformazioni tettoniche si è sommata la ancora più rapida dissoluzione del salgemma nel sottosuolo. La rimozione del salgemma ha scompaginato ulteriormente gli strati in enormi blocchi giustapposti formando un "cappellaccio" di dissoluzione (*cap rock*, Lugli 2001, 2009), che in termini tecnici si può definire come una vera e propria megabreccia. Questa megabreccia affiora in modo spettacolare nella scarpata di Monte Rosso, muta testimone della tormentata storia geologica delle evaporiti.
Le vie di penetrazione delle acque in profondità e lo sviluppo delle grotte sono legate alla presenza di spettacolari discontinuità che tagliano i gessi sotto forma di grandi fratture. La rapida dissoluzione delle rocce forma enormi cavità nel sottosuolo che ben presto provocano il collasso delle masse di roccia sovrastanti, già frammentate e attraversate da fratture, formando enormi frane.
Le caratteristiche descritte hanno contribuito a creare uno straordinario esempio di evoluzione carsica, unico al mondo.

Le grandi fratture

La possibilità di disporre di immagini aeree opportunamente orientate attraverso le riprese da drone ha determinato la recentissima scoperta delle enormi fratture di cui si supponeva l'esistenza sulla base di considerazioni geologiche e sulla base dall'analisi delle mappe dello sviluppo delle grotte (Lugli 1993). Si tratta non tanto di fratture tettoniche, legate ai movimenti delle faglie, ma di fratture verticale di rilascio dei versanti parallele allo sviluppo delle principali incisioni vallive che solvano i gessi. L'origine di queste discontinuità è dovuta alla rapida decompressione della massa rocciosa connessa al veloce approfondimento delle valli. Le fratture e l'erosione al piede esercitata dai corsi d'acqua provocano il collasso o il ribaltamento dei prismi di roccia isolati dalle fratture più esterne, che vengono immediatamente sostituite da nuove fratture di rilascio parallele a formare delle vere e proprie gradinate. In questo modo le scarpate verticali arretrano sempre più e la valle del Secchia mantiene la caratteristica sezione a forma di U, che diventa sempre più ampia.
Le fratture verticali rappresentano le vie principali attraverso cui si sviluppano le anse ipogee, le principali grotte della zona, ma solo recentemente, e per la prima volta, è stato possibile visualizzare direttamente il gigantesco sviluppo di queste discontinuità che tagliano i gessi.
La più spettacolare è l'enorme frattura che corre parallelamente allo sviluppo della valle del Secchia per più di 1 km di lunghezza su Monte Rosso. Essa costituisce l'elemento strutturale sul quale è impostata la spettacolare scarpata bagnata dal Fiume Secchia (fig. 1). Nel lato occidentale della scarpata sono visibili anche altre fratture parallele alla principale che formano una vera e propria gradinata Nel lato più orientale della scarpata, dove sono presenti diverse cavità verticali denominate pozzi di M. Rosso, la frattura principale è suddivisa in vari lembi, probabilmente perché grandi volumi di roccia sono già precipitati nell'alveo del Secchia in passato e il detrito è stata completamente asportato dal fiume.
Analoga situazione strutturale è presente anche lungo la valle del Torrente Sologno, dove una enorme frattura corre sulla parete occidentale di Monte Cafaggio e intercetta il letto del torrente proprio in corrispondenza dell'inghiottitoio del sistema carsico dei Tanoni (fig. 2). A partire da questo punto la valle del torrente rimane in secca e viene occupata dal flusso delle acque soltanto in occasione di forti piogge. È questa la discontinuità principale che ha determinato la formazione della grotta più lunga della Val Secchia. Le acque, una volta penetrate nelle viscere di M. Cafaggio grazie alla frattura non ritornano nell'alveo del Sologno, ma scendendo a valle vengono catturate dal sistema di fratture ortogonali sviluppate parallelamente alla valle del Secchia e che trova sua spettacolare espressione nella scarpata della dolina del Tanone grande della Gacciolina. Percorso un lungo tratto lungo il sistema di fratture parallelo al Secchia, vengono finalmente a risorgenza a monte delle Fonti di Poiano.
Anche sull'altro lato della valle del Torrente Sologno,



Fig. 1 – Immagine aerea della suggestiva parete verticale dei gessi Triassici a Monte Rosso, attraversata da una gigantesca frattura che forma una gradinata verso ovest. Sul lato est si aprono i pozzi e l'ansa ipogea di M. Rosso. Sullo sfondo lo spettacolare prisma roccioso delle calcareniti mioceniche della Pietra di Bismantova (foto P. Lucci).

in sinistra idrografica, è visibile la corrispondente frattura parallela già evidenziata dall'orientazione e sviluppo dei pozzi di Monte Carù e che ha formato la risorgente del Mulino della Gacciola, ancora una volta per cattura delle acque da parte delle fratture orientate parallelamente al Secchia (fig. 2). Questa volta però la cattura porta le acque verso ovest in apparente contropendenza rispetto alla valle del Secchia (Lugli *et alii* 2004). Naturalmente l'acqua della risorgente non scorrere verso monte, verso l'alto, le pendenze sono rispettate dato che la risorgente nel fondovalle Secchia si trova ad una quota leggermen-

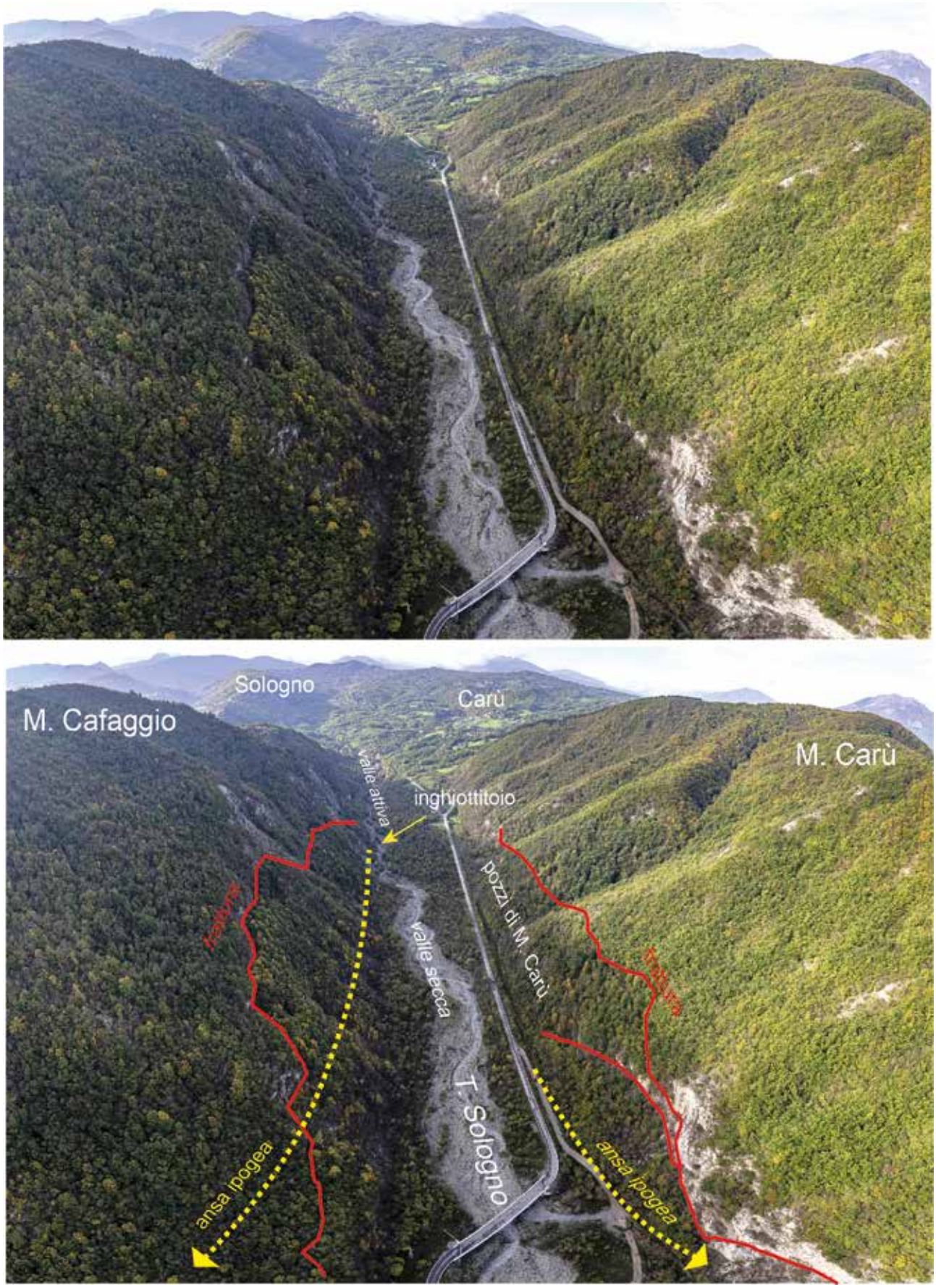


Fig. 2 – Il nastro argenteo delle acque del Torrente Sologno si interrompe nel punto in cui una enorme frattura interseca la valle. Le acque vengono qui totalmente inghiottite lasciando la valle in secca se non durante forti piogge. Gli affioramenti gessosi sono tagliati da due sistemi di fratture che hanno determinato lo sviluppo dell'ansa ipogea dei Tanoni (a sinistra) e dei pozzi di M. Carù e dell'ansa ipogea del Mulino della Gacciola, a destra (foto aerea P. Lucci).

te più bassa rispetto al fondovalle Sologno dove avviene l'inghiottimento.
Una gradinata di frattura con sviluppo parallelo al corso del Secchia è presente anche nell'affioramento delle fonti di Poiano (fig. 3).
È proprio lungo queste enormi fratture, e in particolare ai margini, che si sviluppano estese frane per crollo, come vedremo nel prossimo paragrafo.

Le grandi frane e il diapirismo

Le scenografiche pareti gessose verticali della Valle del Secchia Monte Rosso e Monte Merlo sono continuamente solcate da nuovi crolli, l'ultimo di grandi proporzioni è avvenuto in seguito alle forti piogge di fine giugno 2024 (fig. 4). A franare per collasso o ribaltamento sono prismi di roccia isolati dalla parete dalle fratture verticali di rilascio dei versanti. La frane



Fig. 3 – Immagine aerea delle Fonti di Poiano scattata il 10/12/2023. Ad oltre un anno dalla caduta della frana la nicchia di distacco continua ad arretrare con nuovi crolli lungo il bordo del sistema di fratture a gradinata parallele alla valle del Secchia. Ben visibile anche l'area di distacco della frana del 1942 (a sinistra) e altre aree franate precedentemente (a sinistra) (foto P. Lucci).

per crollo sono rivelate, oltre che per le strie di polvere di roccia che appaiono lungo le pareti, anche dai dati satellitari grezzi dell'*European Ground Motion Service* (EGMS), pubblicamente disponibili (https://egms.land.copernicus.eu/), che indicano perdita di materiale dalla cima e dalla scarpata di M. Rosso con valori di abbassamento verticale che superano in media 8 mm all'anno (fig. 5).

Un altro dato rilevabile dalle misure satellitari esclude il fenomeno del diapirismo, la risalita cioè del livello del suolo a causa di movimenti verticali dovuti alla presenza di salgemma nel sottosuolo ipotizzato in passato (Chiesi, Forti 2009). Le uniche zone in sollevamento rilevabili sono riconducibili alla migrazione di barre ghiaiose lungo il fiume o alle aree di accumulo delle frane per colata delle argille circostanti i gessi. Probabilmente il diapirismo era in atto in epoche remote, da migliaia a centinaia di migliaia di anni fa, prima che gli enormi spessori di salgemma fossero quasi totalmente disciolti.

La frana del Tanone grande della Gacciolina

La velocità di evoluzione dei versanti è ancora più drammatica in corrispondenza degli ingressi e degli inghiottitoi, dove le pareti gessose franano continuamente. E così alcune grotte scompaiono, come il Tanone di Secchia, oggi ufficialmente estinto, e questo è il destino che toccherà in un futuro più o meno prossimo anche al suggestivo ingresso del Tanone grande della Gacciolina, modellato da recenti crolli. Il nucleo della spettacolare piega di dolomia e gesso che torreggia sulla parete sopra all'ingresso si sta progressivamente disgregando, solcato da fratture verticali parallele alla parete stessa, e fa precipitare enormi massi sull'ingresso. La nicchia di distacco sta progressivamente arretrando e importanti volumi del detrito di falda parzialmente cementato che si trova ad est dell'ingresso si trovano oggi ampiamente in aggetto per mancanza di sostegno al piede, prima o poi crolleranno rovinosamente.



Fig. 4 – L'ultimo grande crollo nella parete di Monte Rosso di fine giugno 2024 è probabilmente il più esteso degli ultimi 40 anni almeno. Il nuovo cono di detrito di frana al piede della scarpata ha occupato in parte il ramo attivo del sistema a canali intrecciati del Fiume Secchia e verrà presto asportato per dissoluzione e erosione (foto P. Lucci).

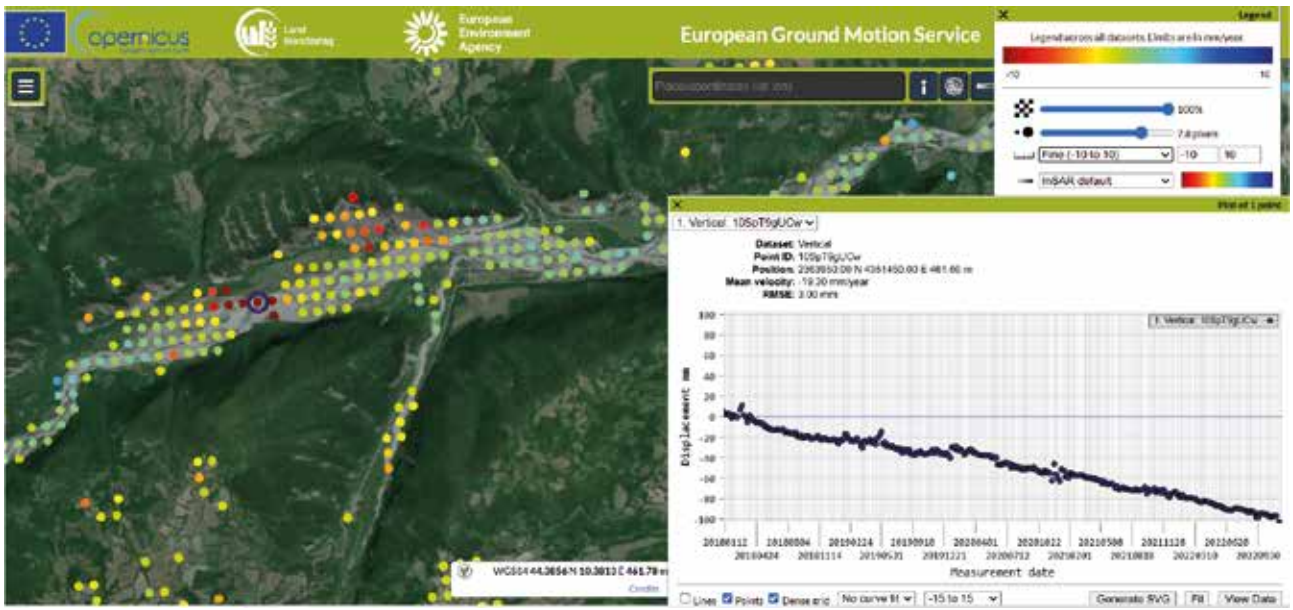


Fig. 5 – Immagine delle deformazioni del suolo nell'area dei gessi Triassici. In giallo e rosso le aree in abbassamento. Le uniche aree in sollevamento (azzurro) sono legate alla migrazione di barre di ghiaia e alle zone di accumulo delle frane per colata che scendono nella valle dalle argille retrostanti i gessi. Il grafico mostra il punto di massima subsidenza nei pressi della dolina di fig. 5 e 6. Anche l'area nei pressi dell'inghiottitoio del Torrente Sologno si sta abbassando al ritmo di 4,4 mm/anno. Interferometria Radar ad Apertura Sintetica (InSAR) dell'*European Ground Motion Service* (EGMS).

Le riprese con il drone (in collaborazione con T. Santagata) hanno dimostrato che anche il lato occidentale del pendio è già ampiamente distaccato da fratture verticali parallele alla valle, preludio di imminente collasso o ribaltamento di un volume notevole di roccia. Doveroso è quindi il richiamo agli aspetti della sicurezza per i visitatori che devono rimanere a distanza, senza scendere dall'orlo della dolina. Lo stesso vale per gli speleologi che possono accedere al sistema carsico utilizzando il relativamente meno instabile ingresso del Tanone piccolo della Gacciolina.

La frana delle Fonti di Poiano

Le Fonti di Poiano con la portata media di 400 litri al secondo sono la risorgente carsica salata più importante d'Europa. Raccolgono gran parte delle acque di infiltrazione carsica negli affioramenti gessosi che qui sono costrette ad emergere perché a valle, anche nel sottosuolo, sono presenti solo rocce argillose praticamente impermeabili.

Il 2 ottobre 2022 si è verificato un crollo della parete rocciosa in corrispondenza di una delle bocche maggiori, quella occidentale. I massi crollati hanno travolto due ponticelli in legno del percorso di visita e il flusso d'acqua ha allagato temporaneamente la zona immediatamente circostante. Oggi l'acqua emerge direttamente attraverso i massi del nuovo corpo di frana, mentre la nicchia di distacco arretra progressivamente con nuovi crolli localizzati, formando una nuova scarpata.

In realtà tutte le scaturigini attraversavano i massi di numerosi corpi di frana multipli dovuti a crolli precedenti, di cui il più esteso, avvenuto nel 1942, aveva ricoperto le due bocche orientali formando un'unica scaturigine (Malavolti 1949).

I nostri rilievi hanno messo in luce come anche qui il pendio sia solcato da una gradinata di fratture parallele allo sviluppo della valle (orientate E-O). Una di queste era stata esplorata con uno scavo condotto dallo Speleo GAM Mezzano che aveva consentito di individuare, ad alcuni metri di profondità, l'emersione del corso ipogeo delle acque dalla parete di roccia viva, ma senza alcuna possibilità di prosecuzione verso monte a causa del flusso impetuoso delle acque.

La nuova scarpata formatasi con l'ultimo crollo si raccorda con la cicatrice di altri crolli precedenti ed è ben visibile nelle foto da drone (fig. 3).

Anche la frana delle Fonti di Poiano è parte della naturale evoluzione delle rocce evaporitiche profondamente deformate e smembrate da complessi processi geologici. Risulta evidente come un nuovo percorso di visita debba tener conto delle possibili traiettorie balistiche di nuovi crolli, che avverranno sicuramente nel tempo e che potrebbero interessare tutto il pendio. Così come le grotte scompaiono, o sono in procinto di scomparire, allo stesso modo nuove grotte si aprono per poi richiudersi, come la Grotta della frana sopra le Sorgenti di Poiano, apertasi in seguito alla frana del 1942 e oggi estinta (Lugli *et alii* 2022).



Fig. 6 – L'evoluzione della dolina nel letto del Fiume Secchia. Nel 2016 erano presenti tre bocche principali, poi riunite a formare un'unica cavità imbutiforme nel 2022, raggiunta da un ramo del fiume nel 2023 (Foto S. Lugli in alto e S. Bergianti in basso).

Le doline nell'alveo del Secchia

Nelle ghiaie del letto del fiume Secchia periodicamente appaiono e scompaiono alcune doline. Una in particolare si trova nella zona in prossimità della confluenza con Rio Vei, a poco più di 2 km a monte del ponte della Pianellina su di una barra di ghiaia allagata dall'acqua soltanto durante le piene (fig. 6). Grazie alla collaborazione del Gruppo Speleologico e Paletnologico Gaetano Chierici (GSPGC) e della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia–Romagna (FSRER) è stato possibile monitorarne l'evoluzione della dolina sia sul posto che utilizzando voli con il drone. I nostri sopralluoghi avevano messo in luce nel 2016 tre inghiottitoi principali che, nell'ottobre 2022, risultarono fusi in un'unica cavità imbutiforme più grande e più profonda, dove erano rimasti intrappolati i tronchi di tre alberi trascinati dalla corrente di piena (fig. 6). Nel novembre 2023 la dolina appariva allagata a causa dello spostamento di un ramo attivo del sistema a canali intrecciati che la lambiva direttamente (fig. 6). In quel periodo le Fonti di Poiano hanno registrato un significativo aumento di portata, forse da mettere in relazione a collassi nel sottosuolo o all'apertura di nuovi condotti nella circolazione carsica al di sotto dell'alveo. La recente installazione da parte della Regione Emilia-Romagna di uno strumento per misurare portata e conducibilità in continuo delle acque delle Fonti consentirà di monitorare l'evoluzione futura delle complesse relazione tra subsidenza a monte e portata, oltre che il carico salino, delle fonti.

Con la piena del dicembre 2023 la dolina è state completamente riempite di ghiaia, scomparendo alla vista (fig. 7). Ad oggi non si sono formati nuovi sprofondamenti localizzati nell'area.

La serie di immagini satellitari storiche di Google Earth Pro, disponibili con sufficiente dettaglio a partire dal 2014, dimostrano che un ramo del Secchia aveva raggiunto la dolina almeno nel 2017 mentre le immagini e i resoconti pubblicate da Colombetti, Fazzini 1976 e 1987 e la carta pubblicata da G.U.E.S.C. 1976 dimostrano che la dolina in questione era già attiva quasi cinquanta anni fa ed è stata periodicamente riempita di ghiaia più volte, per poi riaprirsi di nuovo.

Grazie ai dati satellitari EGMS sappiamo che l'area dell'alveo dove si trova la dolina sta sprofondando per un tratto largo quasi un chilometro (fig. 5). I dati grezzi indicano che il punto di massimo abbassamento medio si trova una quota di circa 461 m di altitu-



Fig. 7 – Immagini aeree dell'area di sprofondamento nel letto del Fiume Secchia prima e dopo il cambio di tracciato del ramo principale della corrente del sistema a canali intrecciati. Con la piena del dicembre 2023 la dolina è stata completamente riempita di ghiaia (foto P. Lucci).

dine e ha raggiunto un tasso di subsidenza di 19,30 mm all'anno nel periodo tra gennaio 2018 e dicembre 2022. In quasi 5 anni si è verificato uno sprofondamento totale di poco più di 10 cm.
L'andamento del grafico nel punto di massima subsidenza lascia intuire spostamenti di ghiaia che hanno ricoperto solo parzialmente la zona in sprofondamento in seguito alle piene del marzo 2018, febbraio e maggio 2019 e gennaio 2021, senza che l'apporto sedimentario riuscisse a ripianare il forte abbassamento. Le doline possono quindi riempirsi temporaneamente di ghiaia, ma l'intera area è soggetta ad una subsidenza generalizzata.
Nell'area dove si sta verificando lo sprofondamento lo spessore della ghiaia alluvionale del Secchia è impressionante, raggiunge addirittura 90 m (Colombetti, Fazzini 1987), mentre nel resto della valle la profondità del substrato rocciose si mantiene attorno a 50 m, così come nel tratto terminale della valle del Torrente Sologno (Beretti 2018).
Dove le evaporiti sono più vicini alla superficie e la copertura detritica è più sottile possono formarsi grandi voragini di crollo. Un esempio è quello di Sassalbo (Fivizzano, Massa-Carrara) con l'imponente crollo che nel 2017 ha formato una grande voragine di origine carsica, una dolina per crollo di copertura (*cover collapse sinkhole*).
Per consentire la formazione di doline al di sopra di un materasso di ghiaia alluvionale di così grande spessore deve verificarsi la dissoluzione accelerata di enormi volumi di roccia evaporitica nel sottosuolo, forse in corrispondenza di lenti saline che vengono rapidamente asportate a causa della loro elevata solubilità. Tracce di salgemma erano state rilevate nel carotaggio al di sotto del ponte della Pianellina, dove il materasso alluvionale raggiunge lo spessore di 47 m, intercalati ai gessi tra 90,5 e 100 m di profondità (fondo pozzo; Colombetti, Fazzini 1987).
Considerando che lo spessore anomalo di 50-90 m delle ghiaie nella valle del Secchia si riduce a soli 7 m in corrispondenza del ponte della Gatta, circa 2,5 km a valle delle Fonti, dove il substrato è costituito da argille impermeabili e non da gessi, si riesce ad avere una idea del motivo della notevole portata delle Fonti di Poiano. Esse sono infatti localizzate nel punto della valle dove tutte le acque infiltrate nei gessi e nel sub-alveo del Secchia sono costrette ad emergere in superficie, come vedremo nel prossimo paragrafo.

La circolazione idrica sotterranea e l'alimentazione delle Fonti di Poiano

Tre ipotesi principali sono state formulate sull'origine delle acque salate che sgorgano copiose nelle Fonti di Poiano.
I primi studi di Malavolti 1949 suggerivano una circolazione carsica relativamente superficiale, per infiltrazione delle acque piovane nelle doline del massiccio di M. Cafaggio-M. Pianellina, all'interno del quale si ipotizzava fossero presenti lenti di salgemma.
Secondo Colombetti, Fazzini 1976 e 1986 il contributo principale deriverebbe dal Fiume Secchia attraverso la venuta a giorno della circolazione delle acque nel sub-alveo. Per Forti *et alii* 1988 e Chiesi, Forti 2010 invece l'origine della gran parte delle acque sarebbe da ascrivere a infiltrazione carsica dal Torrente Lucola, come indicato da colorazioni con traccianti chimici.
Grazie all'impulso e al contributo della FSRER, il gruppo di lavoro dell'Università di Modena e Reggio Emilia ha impostato un progetto di revisione dei dati disponibili e una campagna di nuove analisi e misure (responsabile Prof. Francesco Ronchetti) con la collaborazione del GSPGC e del Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, i cui risultati sono stati pubblicato recentemente da Ronchetti *et alii* 2023.
Il punto di partenza del progetto è stata l'osservazione da parte dello Speleo GAM Mezzano che il flusso idrico del Torrente Lucola appare limitato rispetto a quella delle Fonti di Poiano e che lungo tutta la valle non sono visibili perdite di portata significative. Date queste osservazioni, sono state misurate sistematicamente le portate dei corsi d'acqua e la loro composizione isotopica ($\delta^{18}O$, $\delta^{2}H$ e trizio) per tracciare i flussi negli acquiferi del sottosuolo. Tutti i corsi d'acqua che solcano il bacino imbrifero della Val Secchia presentano una composizione isotopica diversa, consentendo di identificare e calcolare i possibili contributi che ciascuno fornisce ad alimentare le sorgenti carsiche delle Fonti di Poiano.
Le misure di portata effettuate lungo tutto il corso del Lucola hanno permesso di escludere perdite per infiltrazione. Le portate del Sologno (11-133 L/s, media 24 L/s) e del Lucola (50-195 L/s, media 123 L/s) rappresentano rispettivamente solo il 22% e il 4% della portata media delle Fonti di Poiano (352-768 L/s media 548 L/s).
I risultati delle analisi isotopici dimostrano che l'alimentazione principale delle fonti proviene dal Fiume Secchia (portata media circa 10000 L/s e portata minima circa 1000 L/s alla Gatta) e solo subordinatamente dal Torrente Sologno. Il contributo del Torrente Lucola risulta invece del tutto trascurabile.
I nuovi risultati non escludono che la situazione idrologica possa essere mutata nel tempo, con contributi intermittenti dalle diverse zone di alimentazione, ma l'ipotesi dovrebbe essere verificata. Le frane per colata dei sedimenti argillosi lungo la valle del Torrente Lucola potrebbero aver oggi disconnesso il contributo

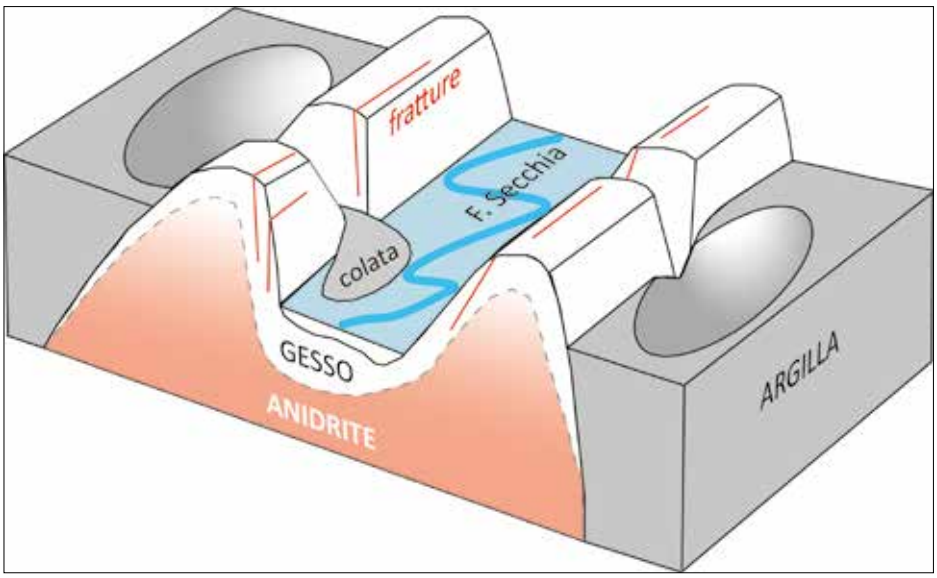


Fig. 8 – Sezione geologica schematica della la valle del Fiume Secchia con gli elementi che influenzano lo sviluppo del carsismo: i nuclei anidritici all'interno dei rilievi, le fascie periferica gessificate dove si formano le grotte, le fratture di rilascio dei versanti e le frane per colata (da Lugli 1993).

idrico lungo quella valle, che a sua volta potrebbe forse riprendere una volta che i corpi di frana venissero eventualmente erosi dal torrente stresso, denudando i gessi e consentendo di nuovo l'inghiottimento delle acque. Altro fattore da considerare potrebbe essere il collasso di cavità nel sottosuolo, molto frequenti come abbiamo visto, che possono disattivare o attivare nuovi percorsi carsici anche in relazione alla sismicità dell'area. I risultati di questo studio, però, indicano anche che le colorazioni con tracciati chimici possono non essere sufficienti a districare situazioni idrologiche complesse.

Riassumendo, possiamo affermare che oggi le Fonti di Poiano ricevono la maggior parte delle acque direttamente dal Fiume Secchia, con un contributo anche dal Torrente Sologno, ma non dal Torrente Lucola. Il principale punto di inghiottimento lungo il Secchia è sicuramente la zona in sprofondamento che si trova a circa 2 km a monte del ponte della Pianellina, quasi di fronte a Rio Vei. Le acque carsiche infiltrate nei gessi e quelle di sub-alveo del Secchia, che si sono arricchite sciogliendo salgemma in profondità, sono costrette ad emergere in superficie nel punto dove i gessi lasciano il posto alle argille impermeabili.

Ma c'è un altro aspetto straordinario del fenomeno carsico nei gessi Triassici, le anse ipogee.

Le anse ipogee, un esempio unico al mondo

Le particolari caratteristiche geologiche dei gessi Triassici hanno determinato lo sviluppo di una tipologia di condotti carsici unica al mondo, le anse ipogee. Descritte per la prima volta da Malavolti 1949 come: «ramo di un corso d'acqua che, penetrato nelle rocce carsiche della sponda, attraverso multipli e piccoli inghiottitoi, forma un condotto che segue, generalmente a piccola distanza, il corso esterno per ritornare ad esso, dopo un percorso di varia lunghezza, mediante una risorgenza solitamente piuttosto ampia».

Il motivo per cui i condotti penetrano solo nel bordo esterno degli ammassi gessosi è duplice. La presenza delle fratture di rilascio è il primo, esse costituiscono percorsi di deflusso preferenziale sia per le acque carsiche che per quelle fluviali. In quest'ultimo caso è sufficiente che un ramo di un corso d'acqua esterno giunga a lambire le pareti gessose per esserne rapidamente inghiottito, come nel caso del Torrente Sologno, il cui letto a valle viene occupato dalle acque soltanto in caso di forti piogge (fig. 2). Il secondo motivo è la presenza dell'anidrite in profondità. I nuclei centrali dei singoli corpi evaporitici sono costituiti da rocce anidritiche in via di gessificazione che presentano scarsa o nulla porosità e vengono «evitati» dai condotti carsici principali. Questi ultimi si localizzano nella fascia più esterna degli affioramenti, dove prevalgono le rocce gessose, più facilmente solubili ed erodibili, e dove un costante approvvigionamento idrico è assicurato dalla vicinanza dei corsi d'acqua e dalla presenza di imponenti fratture di rilascio (Lugli 1993).

A valle la risorgenza delle acque può essere ostacolata o impedita dalla presenza delle estese conoidi di frana per colata delle argille retrostanti i gessi (fig. 8). In tal caso i torrenti sotterranei vengono costretti ad abbandonare le fratture parallele alle incisioni trasversali agli affioramenti evaporitici, per essere catturati da quelle, ad esse ortogonali, parallele alla Valle del F. Secchia. Catture del tutto simili si verificano anche quando la risorgenza nell'alveo di origine è ostacolata dalla presenza di depositi alluvionali (terrazzi e conoidi). Tipici esempi sono il sistema carsico del Tanone Grande della Gacciolina e del Mulino della Gacciola



Fig. 9 – Il salone di crollo Mario Bertolani nel sistema dei Tanoni. Notare l'accumulo di giganteschi blocchi di crollo e le precarie condizioni di stabilità del soffitto, attraversato da numerose fratture aperte. I crolli sono favoriti dalla tipologia di roccia costituita da mega-breccia da dissoluzione di salgemma con numerosi livelli argillosi (color ocra) e nuclei di dolomia insolubile (nero) (foto P. Lucci).

le cui acque, inghiottite lungo la valle del T. Sologno, si riversano nel F. Secchia, aggirando, rispettivamente a valle ed a monte, i lembi relitti del potente deposito fluviale terrazzato da Cà Rabacchi e del Mulino della Gacciola (fig. 2).

Non appena un torrente sotterraneo si è aperto la via dissolvendo le rocce, a causa delle numerose fratture grandi blocchi si staccano dalle pareti e dal soffitto dei condotti per mancanza di sostegno al piede e il torrente li scioglie velocemente lasciando spazio per nuovi crolli. In questo modo si è formata la spettacolare salone intitolato a Mario Bertolani nel sistema carsico dei Tanoni, lungo 100 m, largo 28 m e alto 18 m. Queste grandi cavità sono da mettere in relazione agli incroci di fratture e alla presenza di litologie evaporitiche particolarmente ricche in livelli argillosi, che favoriscono i distacchi di blocchi dalle pareti e dal soffitto (fig. 9).

Non esistono al mondo altre rocce carsiche che presentino una evoluzione così complessa e drammaticamente veloce come in Val Secchia.

Bibliografia

Aa.Vv. 2022, *Nomination Dossier – Proposal of the 'Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines' for inscription on the UNESCO Natural world heritage list*. Emilia-Romagna Region, Bologna.

P. Beretti 2018, *Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica, in: Progettazione esecutiva per la sistemazione e messa in sicurezza del ponte sul Rio Sologno. Al km 8+500, della S.P. 108 "Castelnovo né Monti – Bondolo – Carù", in comune di Villa Minozzo (RE)*, Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia.

M. Chiesi, P. Forti 2009, *Il progetto Trias: studi e ricerche sulle evaporiti triassiche dell'alta Val di Secchia e sull'acquifero carsico di Poiano*, in M. Chiesi e P. Forti (a cura di) *Il progetto Trias*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, 22), Bologna, pp. 69-98.

M. Chiesi, J. De Waele, P. Forti 2010, *Origin and*

evolution of a salty gypsum/anhydrite karst spring: the case of Poiano (Northern Apennines, Italy), (Hydrogeology Journal, 18, 5) pp. 1111-1124.

A. Colombetti, P. Fazzini 1976, *L'alimentazione e l'origine della sorgente salso-solfata di Poiano (Reggio Emilia). Fenomeni di dissoluzione nella valle del Fiume Secchia*, (Bollettino della Società Geologica Italiana, 95), pp. 403-421.

A. Colombetti, P. Fazzini 1987, *Idrogeologia carsica nella formazione di Burano nell'Alta Valle del Fiume Secchia* (Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 118), pp. 93-113.

P. Forti, F. Francavilla, E. Prata, E. Rabbi 1988, *Idrochimica ed idrogeologia della formazione evaporitica triassica dell'alta Val di Secchia con particolare riguardo alle Fonti di Poiano,* in: *L'area carsica dell'alta Val di Secchia, studio interdisciplinare dei caratteri ambientali*, Regione Emilia-Romagna - Studi e documentazioni, 42, p. 303.

G.S.U.E.G. 1976, *Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova (Appennino reggiano)*, (Bollettino Servizio Geologico Italiano 97) pp. 107-214.

S. Lugli 1993**,** *Considerazioni geologiche sulla genesi delle cavità ad "ansa ipogea" nelle evaporiti triassiche dell'alta val di Secchia*, (Atti XVI Congresso Nazionale di Speleologia, Le Grotte D'Italia (4) XVI) pp. 257-266.

S. Lugli 2001, *Timing of post-depositional events in the Burano Formation of the Secchia Valley (Upper Triassic, northern Apennines), clues from gypsum-anhydrite transitions and carbonate metasomatism* (Sedimentary Geology, 140/1-2) pp. 107-122.

S. Lugli 2009, *La storia geologica dei gessi triassici della Val Secchia*, in M. Chiesi e P. Forti (a cura di) *Il progetto Trias*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, 22), Bologna, pp. 25-36.

S. Lugli 2024, *"Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale", un nuovo sito UNESCO per l'Italia*, (Geologicamente 13), pp. 18-26.

S. Lugli, M. Domenichini, C. Catellani 2004, *Peculiar karstic features in the Upper Triassic sulphate evaporites from the Secchia Valley (Northern Apennines, Italy)*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 16, Istituto Italiano di Speleologia), Bologna, pp. 95-102.

S. Lugli, M. Costa, P. Forti, S. Piastra, J. De Waele, P. Grimandi, G. Nenzioni, D. Bianco, P. Lucci, A. Curotti, S. Furin 2022, *Geological field trip guidebook, proposal for the 'Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines' for inscription on the UNESCO Natural world heritage list*, Emilia-Romagna Region (ed.), Bologna.

F. Malavolti 1949, *Morfologia carsica del Trias gessoso - calcareo nell'alto valle dei Secchia*, (Memorie Comitato Scientifico Centrale, CAI Modena, I), pp. 129-225.

F. Ronchetti, M. Deiana, S. Lugli, M. Sabattini, V. Critelli, A. Aguzzoli, M. Mussi 2023, *Water isotopes and flow measures for understanding the stream and meteoric recharge contributions to the Poiano evaporite karst spring*, (Hydrogeology Journal), pp. 1-19.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

I sistemi carsici nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale

Federico Cendron[1], Massimo Ercolani[2], Piero Lucci[3], Alberto Martini[4], Luca Pisani[5]

Riassunto
Questo articolo descrive, in sintesi, i principali sistemi carsici che si sviluppano nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale; di essi viene riportata la corrispondente tavola con indicati gli sviluppi planimetrici delle cavità più importanti, nonché le principali vie di circolazione idrica sia ipogea che epigea. Sono pubblicati i rilievi di alcune tra le più note cavità regionali. Per i dati di dettaglio dei sistemi carsici e della totalità delle grotte presenti nel territorio regionale si rimanda alla consultazione dei catasti delle cavità naturali e dei geositi della Regione Emilia-Romagna.

Parole chiave: Sistemi carsici nelle evaporiti, cavità naturali, Regione Emilia-Romagna, idrologia ipogea.

Abstract
The paper describes, in brief, the main karst systems in the evaporites in the Northern Apennines; for each cave, the essay discusses the survey and the water circulation, both underground and open air. More detailed informations regarding the caves in the Emilia-Romagna Region are available in the regional cadastres of natural cavities and geosites.

Keywords: *karst systems in the evaporites, natural cavities, Emilia-Romagna Region, underground hydrology.*

Introduzione

Di seguito è riportata la descrizione sintetica dei principali sistemi carsici che si sviluppano nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale, comprensiva delle aree non inserite nei siti UNESCO. Degli stessi sistemi carsici viene poi riportata la corrispondente tavola con evidenziati gli sviluppi planimetrici delle cavità più importanti, nonché le principali vie di circolazione idrica sia ipogea che epigea. Sono anche pubblicati i rilievi di dettaglio di alcune delle più note cavità nei gessi regionali.
La descrizione dei sistemi carsici fa riferimento a quanto riportato nella pubblicazione dedicata ai geositi carsici regionali, edita dalla Regione Emilia-Romagna e dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (Lucci, Rossi 2011) con i dovuti aggiornamenti, in particolare per quanto riguarda l'area dei Gessi bolognesi del Farneto, compresa tra i Torrenti Zena e Idice, sede, negli ultimi anni, di una serie di eclatanti ed estremamente impegnative esplorazioni speleologiche, ancora ben lungi da considerare concluse e che hanno letteralmente messo in discussione quanto fino a poco tempo fa si conosceva di quest'area.
A seguito degli ultimi studi, anche le sorgenti carsiche di Poiano hanno conosciuto una profonda revisione che ha messo in discussione i precedenti modelli. A tal proposito, ci si limita qui ad un breve *excursus* storico, rinviando, per gli aggiornamenti, a quanto riportato in questo stesso volume (Lugli, *Il carsismo nei gessi triassici, i nuovi studi e le nuove scoperte*).

I catasti della cavità naturali e dei geositi della Regione Emilia-Romagna quali primarie fonti di documentazione sul sito seriale UNESCO

Per quanto riguarda i dati di dettaglio dei sistemi carsici, nonchè della totalità delle grotte presenti nel territorio regionale si rimanda alla consultazione dei catasti delle cavità naturali e dei geositi della Regione Emilia-Romagna.
Il primo è costituito dall'insieme dei rilevamenti to-

[1] Curatore del catasto delle cavità naturali della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese; cepelabs@cepelabs.it

[2] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano-RA; massimoercolani55@gmail.com

[3] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano-RA; pierolucci@libero.it

[4] Regione Emilia-Romagna - Settore Difesa del territorio.

[5] Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Bologna; Centro Italiano di Documentazione Speleologica "Franco Anelli", Società Speleologica Italiana, via Zamboni 67, Bologna; Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; lucapiso94@gmail.com

pografici e dei dati catastali delle grotte presenti in Regione. Attualmente le grotte inserite nel Catasto sono oltre 1.100, per uno sviluppo complessivo di oltre 100 chilometri. Il 90% di queste grotte appartiene ad aree inserite nel sito UNESCO. Questo catasto, ormai in essere da diversi anni e sempre in costate evoluzione, nasce da una stretta sinergia tra Regione Emilia-Romagna e Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna.
L'Area Geologia Sismica e Suoli (AGSS) della Regione Emilia-Romagna acquisisce infatti i dati del Catasto redatti dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna. Quest'ultima ha il compito di mantenere costantemente aggiornati i dati identificativi e geografici, i rilievi topografici e la documentazione fotografica sia delle cavità già a catasto e sia di quelle di nuova scoperta. L'AGSS procede quindi alla strutturazione dei dati georeferenziati e dei dati tabellari per l'integrazione nel sistema informativo della Regione Emilia-Romagna. Per la consultazione è disponibile, a titolo gratuito, un visualizzatore cartografico che permette di navigare all'interno di una mappa interattiva, con strumenti di posizionamento geografico e di interrogazione degli elementi presenti nei vari livelli cartografici che costituiscono la mappa (https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/catasto-cavita-naturali).
Il catasto dei geositi della Regione Emilia-Romagna costituisce un'altra importante fonte di documentazione riguardo le aree componenti il sito UNESCO (fig. 2), qui opportunamente inserite nel più ampio contesto del patrimonio geologico regionale. Per comprendere il senso e lo spirito di questo catasto basta citare quanto riportato nella corrispondente pagina web (https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/geositi-paesaggio-geologico):

> Geosito può essere qualsiasi località, area o territorio, in cui sia definibile un interesse geologico-geomorfologico e pedologico per la conservazione.
>
> Il patrimonio geologico dell'Emilia-Romagna rappresenta la testimonianza della storia geologica e geomorfologica del nostro territorio ed è la base su cui si sono evoluti lo straordinario paesaggio e la ricca biodiversità dell'Emilia-Romagna.
>
> Un importante riconoscimento del valore del patrimonio geologico regionale è stato l'inserimento del sito "Carsismo e Grotte nelle Evaporti dell'Appennino Settentrionale" nella lista dei siti Patrimonio mondiale Unesco (Riyad, Arabia Saudita, 19 settembre 2023).

Infine, non è certo un caso che la Legge Regionale 9/2006 che istituisce i geositi e conseguentemente riconosce il pubblico interesse alla tutela, gestione e valorizzazione del patrimonio geologico, sia la stessa che riconosce e norma i rapporti tra Regione e Federazione Speleologica.

I maggiori sistemi carsici nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale

Complesso carsico di Monte Caldina (tavola 1)

Questo complesso carsico è situato nella valle del Fiume Secchia su un versante di rocce evaporitiche nelle quali la circolazione idrica superficiale è sostituita da cavità di assorbimento a forte pendenza.
Si tratta di una grotta di difficile percorribilità a causa di frequenti crolli interni, passaggi stretti e allagati, pozzi verticali e, non da ultimo, anche soggetta a violente piene che ne provocano periodicamente l'occlusione per sovralluvionamento della risorgente o il collasso degli inghiottitoi di accesso (spesso impercorribili).
Nel quadro dei sistemi carsici presenti nelle evaporiti triassiche dell'Alta valle del Secchia, questo complesso rappresenta, a suo modo, un'eccezione, non rientrando nella tipologia delle anse ipogee, quanto piuttosto nel diffuso schema inghiottitoio-risorgente con significativo dislivello, come normalmente si riscontra nei gessi messiniani. A conferma di ciò, va sottolineato che il complesso carsico di Monte Caldina costituisce la più profonda cavità al mondo in rocce evaporitiche (Aa.Vv. 1988; Chiesi, Forti 2009).

Le anse ipogee in sx Secchia e Monte Rosso (tavola 1)

I rilievi evaporitici ubicati a ovest di Monte Rosso non raggiungono l'imponenza e l'evidenza di quest'ultimo, trattandosi di affioramenti di più modeste dimensioni, tuttavia qui si aprono tre sistemi carsici di notevole sviluppo: Inghiottitoio di Talada/Risorgente di Talada, Inghiottitoio Driss/Risorgente Melli, Inghiottitoio dei Tramonti/Risorgente di Ca' della Ghiaia. Si tratta di tipiche anse ipogee caratterizzate da grandi ambienti di crollo e da corsi d'acqua soggetti a notevoli variazioni stagionali. I tratti prossimi alle risorgenti sono caratterizzati da bassi laminatoi con pendenze minime. Sono frequenti i crolli che spesso impediscono l'accesso a parti delle cavità, così come frequente è la chiusura dei rispettivi inghiottitoi.
Monte Rosso costituisce per morfologia, litologia e dimensioni l'esempio classico degli affioramenti triassici presenti nella vallata del Fiume Secchia. A Sud, a strapiombo sul Fiume Secchia, per circa 2 km si affaccia un'instabile parete verticale alta fino a 200 m e coronata alla sua base da numerose conoidi di falda. Rispettivamente, ad Est, il Rio Vei e, ad Ovest, il Torrente Dorgola, ne delimitano l'allungata dorsale.
Nelle zone poste alle quote maggiori le manifestazio-

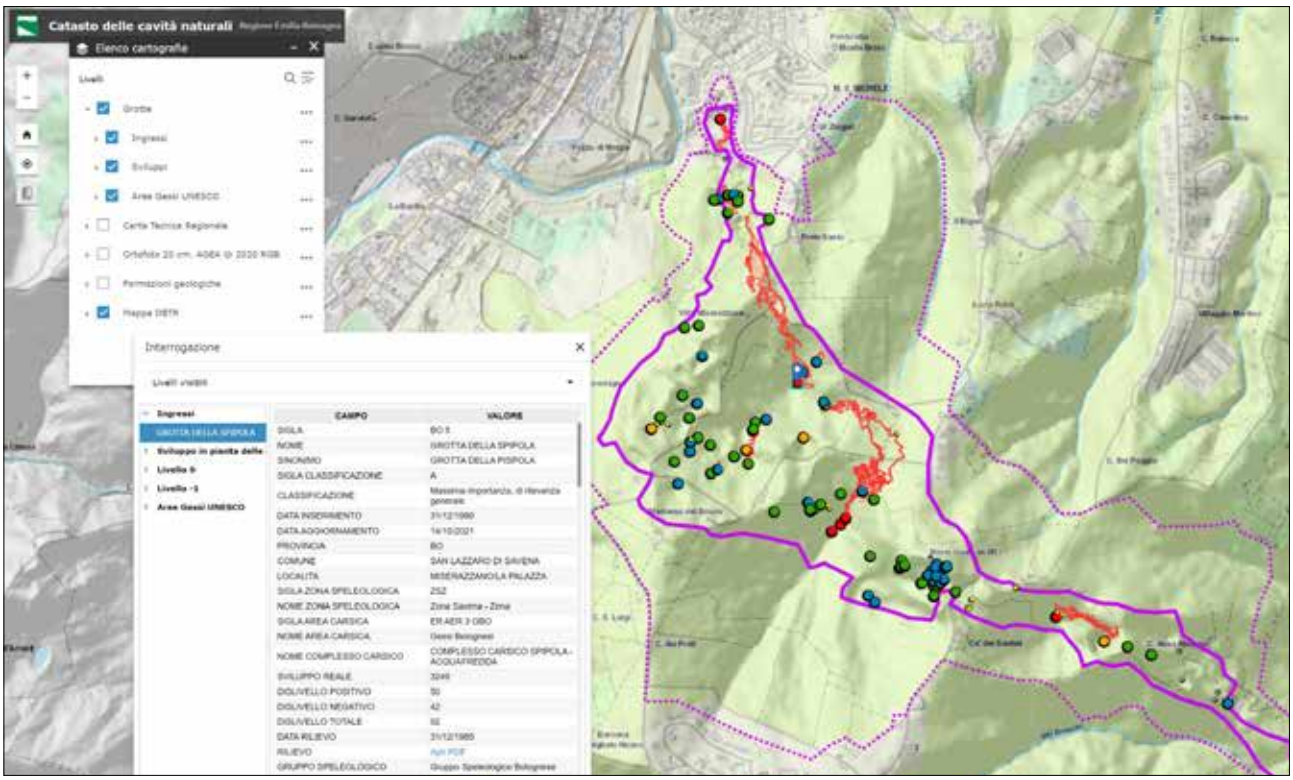




Fig. 1 (sopra) e fig. 2 (sotto) – Due schede tratte rispettivamente dal catasto delle cavità naturali e dal catasto dei geositi della Regione Emilia-Romagna, entrambe riferite ai Gessi bolognesi compresi tra i torrenti Savena e Zena. Nella carta topografica la linea continua di colore viola delimita la "core zone" UNESCO, mentre la linea punteggiata, sempre di colore viola, delimita la corrispondente "buffer zone".

ni carsiche sono in genere di modesta entità: poche le doline a fondo piatto e di scarso sviluppo le cavità, quasi esclusivamente costituite da fratture tettoniche. Lungo le pendici boscate esposte a Nord, sono presenti affioramenti discontinui di gesso e di anidrite su cui si sono formate scanalature e *karren.*

Vere e proprie grotte carsiche, ovvero le tipiche cavità ad "ansa ipogea" si riscontrano solamente alla base della parete Sud. Qui sono presenti le Risorgenti I, II e III del Rio Vei; mentre, direttamente sul Fiume Secchia sgorga la Risorgente di Monte Rosso, cavità attualmente ridotta nel suo sviluppo percorribile, che, per lungo tempo, è stata la grotta di maggior sviluppo della provincia reggiana (Aa.Vv. 1988; Chiesi, Forti 2009; Lugli 1993).

Complesso carsico dei Tanoni della Gacciolina (tavole 1 e 20)

Questo complesso carsico, il più conosciuto tra quelli dell'Alta valle del Secchia, è accessibile attraverso due differenti ingressi, tra cui una dolina di crollo (fig. 3). Percorso da un torrente sotterraneo originato dall'inghiottimento di acque dal Rio di Sologno costituisce una tipica ansa ipogea caratterizzata da una successione di ampie sale di crollo collegate tra loro da laminatoi e passaggi attraverso frane (figg. 17-19, pagg. 439-440, in questo volume).

Di notevolissime dimensioni, nonostante l'assetto caotico delle bancate evaporitiche attraversate, è il salone "Mario Bertolani" con una lunghezza superiore ad 80 m, lungo il suo asse maggiore, ed una altezza di 18 m. (fig. 9, pag. 100, in questo volume). L'attuale risorgente delle acque ipogee, posta ad oltre 3,5 km ad Est del loro punto di assorbimento; recentemente ha subito un repentino spostamento verso valle a causa della occlusione delle originarie polle sorgentizie, rilevate ripetutamente negli anni quaranta e ottanta del secolo scorso, causata dalle opere di sistemazione della strada di fondovalle che le costeggia (Aa.Vv. 1988; Chiesi, Forti 2009; Lugli 1993).

Sorgenti carsiche di Poiano (tavola 1)

Le "Fonti di Poiano" costituiscono la sorgente carsica più copiosa dell'Appennino settentrionale e presentano la peculiare caratteristica di essere sensibilmente salate (fig. 3, pag. 93, in questo volume). Per questo motivo sin dall'inizio del '900 ne sono state studiate l'idrodinamica e l'idrochimica, al fine di giungere ad una accurata ricostruzione del modello del circuito delle loro acque di alimentazione sia dal punto di vista spaziale (cioè dell'area di loro alimentazione e dei loro percorsi sotterranei) che dinamico, per quanto riguarda le variazioni nel tempo della concentrazione di NaCl. Questa sorgente carsica è nota dal 1612 attraverso la descrizione di Cosimo Bottegari, un eclettico compositore fiorentino che intrattenne rapporti e "negozi" con il ducato Estense, il quale redasse un vero e proprio progetto di fattibilità per impiantare in questo luogo una salina. In base alle sue osservazioni appare evidente che a quel tempo la "*fontana salsa*" fosse praticamente satura di sale. Le prime analisi eseguite con metodi scientifici da Pietro Doderlein, professore di storia naturale presso l'Università di Modena, rilevarono, 250 anni dopo, una concentrazione di NaCl ancora elevata ma scesa a 15 gr/l, comunque ancora tale da lasciare sul terreno incrostazioni di sale. Successive analisi, del 1906 di P. Spallanzani che accertarono una salinità di 9,5 gr/l e del 1947 di M. Bertolani di 4 gr/l, rafforzarono l'ipotesi di una progressiva tendenza all'esaurimento del contenuto di NaCl di queste acque. Nell'ultimo quarto di secolo la disponibilità di strumenti di misura ad acquisizione in automatico ha permesso di monitorare la sorgente in continuo per lunghi periodi, affinando considerevolmente le conoscenze (Aa.Vv. 1988; Chiesi, Forti 2009; Chiesi *et alii* 2010; Ronchetti *et alii* 2021; Ronchetti *et alii* 2023; Lugli in questo volume).

Sistema carsico Inghiottitoio di Ca' Speranza-Tana della Mussina di Borzano (tavole 3 e 21)

Sistema di particolare sviluppo ed articolazione che, in superficie, è evidenziato dalla presenza di numerose morfologie carsiche di assorbimento (valli cieche, doline, inghiottitoi) e, in sotterraneo, da cavità percorse da torrenti perenni (fig. 4; vedi anche figg. 14-16, pag. 437, in questo volume).

La notevole estensione di questo complesso, nonostante la limitata ampiezza degli affioramenti gessosi messiniani, è dovuta al particolare sviluppo in senso appenninico del collettore principale che è discordante rispetto agli spartiacque superficiali.

Il recapito del sistema carsico è un'ampia risorgente, la Tana della Mussina di Borzano, la più nota cavità del reggiano, nonchè di particolare interesse paletnologico (Chiesi 2001; Tirabassi *et alii* 2020).

Grotta Michele Gortani (tavole 5 e 22)

Si tratta di un sistema carsico, sviluppatosi all'interno di rocce gessose messiniane, costituito da un livello di base attivo e da numerosi livelli fossili soprastanti. Una delle sue principali caratteristiche interne consiste nell'avere subito, nel tempo, forti alluvionamenti di materiale ghiaioso, sabbioso ed argilloso, successivamente in parte eroso ed asportato. Il torrente sotterraneo è percorribile, verso valle, per quasi tutta la sua lunghezza. In più punti è possibile risalire ai livelli fossili superiori ed osservare molte delle tipiche morfologie carsiche delle grotte nei gessi, quali canali di



Fig. 3 – Il maestoso ingresso del Tanone Grande della Gacciolina, soggetto a frequenti crolli che attestano la veloce evoluzione dei sistemi carsici nelle evaporiti triassiche dell'Alta valle del Secchia (RE). Il senso comune considera frane e crolli fattori negativi del paesaggio montano, stante le conseguenze, spesso catastrofiche, per gli insediamenti umani lì presenti. In verità, si tratta di eventi naturali che rappresentano la normale evoluzione delle aree montane. Nel caso delle evaporiti triassiche la frequenza e l'entità delle modificazioni morfologiche dovute a crolli e collassi sono eccezionali, fattori che quindi sono stati opportunamente sottolineati nella documentazione allegata al *dossier* UNESCO (foto P. Lucci).

volta, concrezioni calcaree, nonché le sovrapposizioni dei tanti livelli di scorrimento del torrente ipogeo. Il tratto finale (in parte crollato negli anni quaranta del secolo scorso) risulta oggi intransitabile anche se permette alle acque ipogee di scorrere fra i blocchi di gesso, fino a raggiungere la risorgente, purtroppo semidistrutta e parzialmente obliterata dal materiale di scarto della vicina cava ora dismessa. Le acque sono infatti convogliate, tramite una canalizzazione artificiale, nel sottostante corso d'acqua. Nel tratto della grotta più vicino all'ingresso, nelle stagioni più fredde, non è raro osservare vasti tappeti costituiti da minuti cristalli grigio-azzurrognoli di mirabilite che ricoprono i depositi clastici (Demaria *et alii* 2012).

Grotta di fianco alla chiesa di Gaibola (tavola 5)

Questa grotta è molto complessa, a sviluppo prevalentemente orizzontale, con numerosi e brevi tratti verticali, che collegano i quattro diversi livelli esistenti.
La grande varietà di morfologie presenti risulta sorprendente, soprattutto se la si paragona con la limitata estensione degli affioramenti in cui la cavità si estende. Ciò è reso possibile sia per la presenza di fitti reticoli di fratture sia per la diffusa azione erosiva delle acque, a sua volta, notevolmente influenzata dalle considerevoli quantità di sedimenti.
Un fattore importante, nella genesi di questa grande varietà di forme, può essere la non-gerarchizzazione delle fratture originarie e dei loro successivi am-

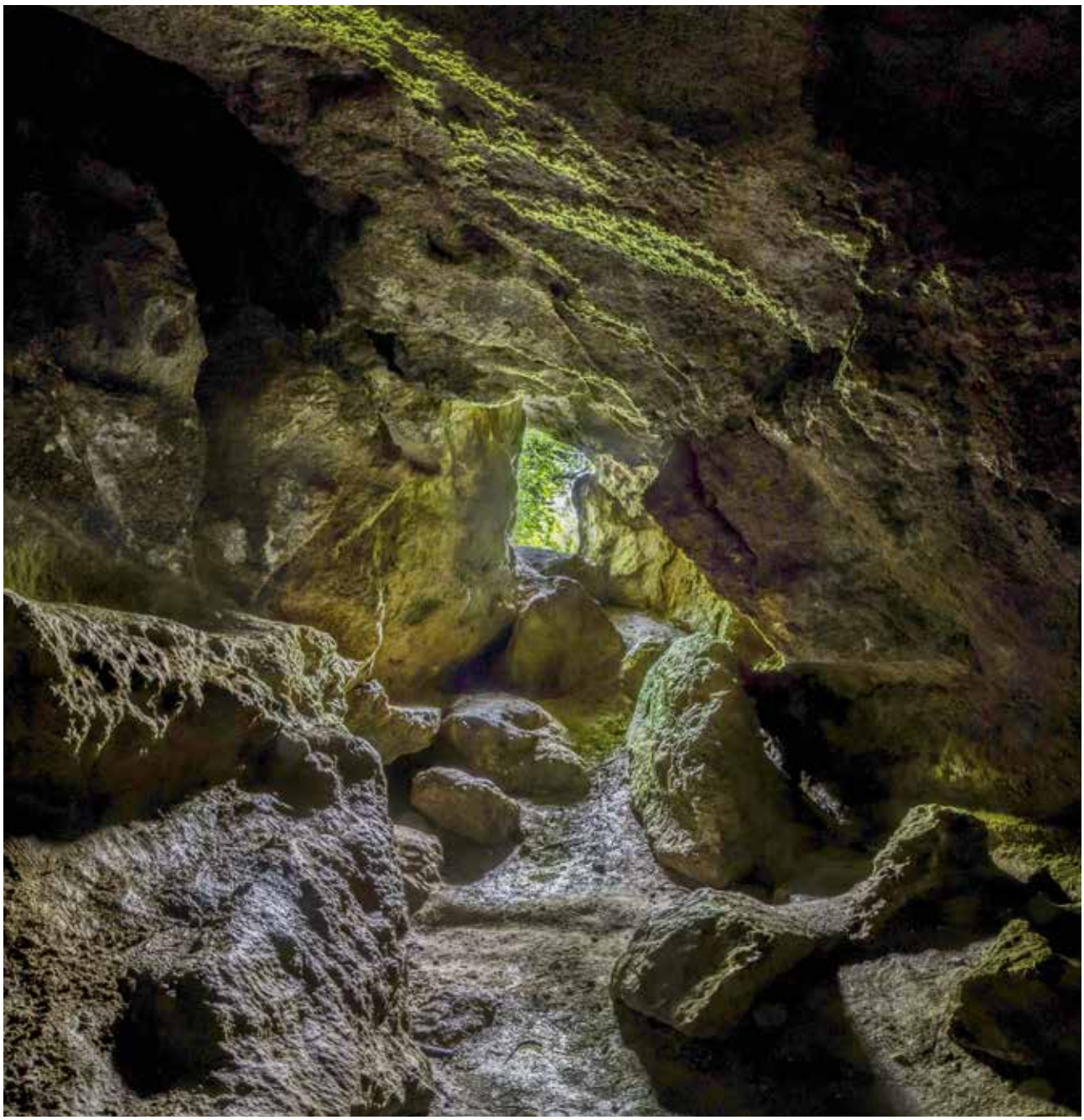


Fig. 4 – L'ambiente iniziale della Tana della Mussina di Borzano di interesse archeologico. Dai primi scavi effettuati negli anni settanta dell'ottocento da Gaetano Chierici sono venuti alla luce innumerevoli materiali fittili e umani che fanno di questo sito uno dei più importanti della preistoria emiliana (foto P. Lucci).

pliamenti; tra le molteplici gallerie presenti, infatti, nessuna è nettamente prevalente, sulle altre, per dimensione, inclinazione o apporto idrico di origine. Questo potrebbe aver permesso uno sviluppo più labirintico, con meandri, cunicoli e gallerie molto vicine tra loro, originatesi, *in primis*, da fratture simili per dimensione e direzione, e, secondariamente, per apporti idrici paragonabili. Numerose e, talvolta, emblematiche risultano essere le morfologie "a canale di volta": in alcuni punti, il variare dei livelli di riempimento ha permesso di lasciare una testimonianza di ben sei piani di alvei incassati, gli uni negli altri, a varie altezze.

La maggior parte degli ambienti relativamente ampi ha, come caratteristica, la presenza del ramo attivo nelle parti inferiori; in tali ambienti, spesso, si notano segni di cedimento dei riempimenti, proprio come se fossero franati. La grotta in questione può essere, allora, interpretata come una successione di questi ambienti, uniti, tra loro, da passaggi angusti, a causa dei riempimenti non asportati (Demaria *et alii* 2012).

Sistema carsico Acquafredda-Spipola (tavole 6 e 23)

La maggior parte dell'area dei gessi messiniani compresa fra il Torrente Savena e lo spartiacque con il Torrente Zena viene drenata da un unico, grande Sistema carsico, denominato Acquafredda-Spipola, cui fanno capo sette grotte principali collegate ed una miriade di cavità minori di cui è stata comunque accertata l'appartenenza al sistema.

Le acque dell'intero bacino, che si dilata dal Palazzo di Monte Calvo, verso Nord-Est., un tempo fluivano lungo il Rio dei Cavalli, superando l'attuale spartiacque costituito dal saliente roccioso di Via Madonna dei Boschi. L'approfondimento della valle ha fatto sì che esse venissero progressivamente drenate dalle fratture facenti capo alla faglia principale sulla quale è allineata la depressione carsica.

Vi sono quindi cavità a pozzo in quota, cavità complesse in cui predominano i fattori tettonici, paleoinghiottoi, punti di assorbimento collocati alla base di doline avventizie ed una miriade di cavità minori, tutte idraulicamente connesse al Sistema Acquafredda-Spipola.

Il sistema inizia il suo percorso sotterraneo nel punto in cui il Rio Acquafredda incontra i primi lembi emersi di gesso, nel punto più profondo della valle cieca, anche se, da monte, riceve gli apporti della Grotta Elena e dalla Grotta del Ragno, che confluiscono in dx del torrente, all'interno della grotta.

La dolina della Spipola è la più ampia depressione carsica dell'area, con i suoi 500 m di larghezza e 90 di profondità. È coronata da una serie di doline avventizie, le più importanti delle quali sono la Buca dei Buoi e la Buca dei Quercioli.

Sul fondo della Dolina della Spipola si apre l'attuale inghiottitoio principale, che dà accesso alla grotta omonima e quindi al settore centrale del sistema carsico Acquafredda-Spipola (fig. 5).

A tutt'oggi il sistema registra uno sviluppo di circa 11 km ed una profondità complessiva di 118 m.

All'interno del sistema carsico, accanto ad una eccezionale varietà di formazioni mammellonari, esposte in corrispondenza dei letti di strato gessosi, sono presenti morfologie di particolare rilevanza, quali i canali di volta, di origine antigravitativa e le grandi sale di crollo. Ospita alcuni tra gli ambienti interni più vasti della Regione (Sala Giorgio Trebbi e Salone Giulio Giordani (fig. 6)).

L'asse principale del sistema è impostato lungo due faglie, che si incrociano in corrispondenza di un cunicolo allagato, lungo 955 m ed interrotto da alcuni ambienti di crollo, che unisce l'Inghiottitoio dell'Acquafredda alla Grotta della Spipola. Si tratta dell'alveo ipogeo del Rio Acquafredda, nel quale confluiscono i contributi di tutte le cavità connesse al Sistema.



Fig. 5 – La dolina interna nella Grotta della Spipola. Essa drena le acque del piano superiore della cavità e le immette nel Torrente Acquafredda (foto G. Agolini).



Fig. 6 – Grotta della Spipola: Il salone Giulio Giordani (foto F. Grazioli).

Il torrente, che ha una portata variabile fra 0,5 e 800 l/s, prosegue poi lungo il piano attivo della Spipola, attraversa la Grotta del Prete Santo, per defluire infine nel Torrente Savena attraverso un condotto artificiale.
Questa cavità costituisce il tronco mediano del Sistema e, grazie ai lavori di adattamento eseguiti fra il 1935 ed il 1936 per potervi condurre visite guidate e salvaguardare la grotta dalle deturpazioni, nel 1994 è stata nuovamente adibita a fruizione pubblica.
Si tratta dell'ultimo lembo di gessi messiniani, che emerge verso Nord in destra del Torrente Savena, ormai circondato dall'abitato della Frazione Ponticella. Nella sezione più depressa ospita i resti dell'ex cava di gesso "Prete Santo", che nel corso della sua attività ha captato le acque dell'intero sistema carsico Acquafredda-Spipola, isolando la Risorgente dell'Acquafredda dal Buco del Prete Santo e dall'intero sistema a monte (Demaria *et alii* 2012; Grimandi *et alii* 2020; Nenzioni, Lenzi 2018).

Valle cieca di Budriolo e sistema carsico Grotta Serafino Calindri-Risorgente dell'Osteriola (tavole 6 e 23)

La Buca di Budriolo è una vasta depressione carsica, occupata a Sud da marne e a Nord ed a Est dai gessi Messiniani. I versanti rocciosi sono fittamente boscati, mentre la porzione a substrato marnoso, pur fortemente acclive, è a terreno nudo ed ancora oggi utilizzata per finalità agricole. Sul fondo della valle cieca sono presenti numerosi punti di assorbimento, tutti drenanti nel sistema carsico Calindri-Osteriola.
Il sistema carsico fa capo al Torrente Zena attraverso una serie di cavità: Buca del Tacchino, Grotta Calindri, Buco dell'Acaciaia e Buco delle Gomme, con risorgenza presso l'Osteriola, in destra del Torrente Zena, di fronte al Farneto. La Grotta Serafino Calindri ospita straordinarie morfologie di carsismo profondo, alti e sinuosi meandri (fig. 7), canali di volta e cospicui concrezionamenti (Demaria *et alii* 2012; Grimandi *et alii* 2020).

Sistema carsico Buca di Ronzana-Complesso Partigiano Modenesi-Grotta del Farneto (tavole 7 e 24)

La depressione carsica di Ronzana costituisce un classico esempio di valle cieca il cui versante meridionale è costituito da marne impermeabili della Formazione del Termina, mentre il fronte Nord è caratterizzato da un imponente affioramento gessoso, in cui sono chiaramente distinguibili le banconate evaporitiche.
Ha una larghezza di circa 700 m ed un dislivello di oltre 100 m. Lungo le pareti della falesia si apre il com-

plesso Grotta Secca-Buco del Fumo, che costituisce la cavità più profonda di tutti i Gessi bolognesi. Una complessa serie di inghiottitoi occupa attualmente il fondo della valle cieca, drenando le acque verso la Dolina dell'Inferno. Tra questi, il più importante è costituito dal Buco del Passero, dallo sviluppo di oltre 400 m, ma oggi occluso da una frana interna.

Fino a qualche anno fa, l'esistenza del sistema carsico Ronzana-Farneto era nota esclusivamente grazie alle colorazioni effettuate negli anni '50 da Luigi Fantini, che, a suo tempo, delinearono la complessità del collettore proveniente dal fondo della valle cieca di Ronzana in direzione della Val di Zena, alla Grotta del Farneto. Nel corso delle esplorazioni più recenti, coadiuvate da nuove indagini idrogeologiche con traccianti, è stato possibile appurare nuovamente il collegamento di questo sistema, oltre a numerose connessioni ai tempi ritenute improbabili. Infatti, le acque inghiottite nella valle cieca di Ronzana vengono alimentate anche dal complesso Grotta del Partigiano-Pozzo dei Modenesi, cavità dallo sviluppo considerevole (circa 4 km) che si apre nella zona centrale della Dolina (fig. 8). Un'altra importante cavità che si collega idraulicamente con il sistema è la Grotta Novella, situata nella adiacente depressione della Dolina di Goibola. Il complesso Partigiano-Modenesi, di recente esplorazione, si arresta in una zona franosa dove le acque si infiltrano in passaggi troppo angusti per essere percorribili. Dopo un percorso ignoto, esse tornano alla luce nei livelli inferiori della Grotta del Farneto.

La Grotta del Farneto consta essenzialmente di diversi livelli sovrapposti, corrispondenti ad altrettante fasi evolutive delle cavità, il cui profilo di equilibrio si è progressivamente adattato all'andamento altimetrico del ricevente esterno: il Torrente Zena. Quello inferiore, attivo, ospita il collettore ipogeo del Sistema che scorre attraverso bassi meandri e numerosi ambienti di crollo. Il livello più elevato, fossile, è di facile percorribilità ed è adibito alle visite turistiche dal Parco dei Gessi bolognesi. Il tracciato si snoda lungo vani creati da cospicue dislocazioni tettoniche, che hanno profondamente mascherato le morfologie carsiche originarie (figg. 21-22, pag. 441, in questo volume). Sono inoltre presenti alcuni tratti intatti della cavità, varie porzioni di condotte antigravitative e, in particolare, i canali di volta sul soffitto della Sala del Trono, evidenti testimonianze del ruolo che la Grotta del Farneto ha avuto quale paleorisorgente del Sistema.

Le acque del sistema ritornano alla luce alla Risorgente del Fontanino, in destra del Torrente Zena (Busi *et alii* 2022; Demaria *et alii* 2012; Grimandi *et alii* 2020).



Fig. 7 – Un meandro nella Grotta Serafino Calindri (foto G. Agolini).

Dolina dell'Inferno, sistema carsico Grotta del Coralupo-Grotta Pelagalli (tavola 7)

La Dolina dell'Inferno è la maggiore dell'area compresa fra i Torrenti Zena ed Idice, con 800 m di larghezza massima e i 160 m di dislivello. I versanti sono normalmente a debole pendenza, salvo quello Nord, molto più acclive. Numerose sono le doline satelliti, prevalentemente a pozzo e ospitanti ingressi di cavità carsiche. La dolina ospita infatti numerose cavità, le più importanti delle quali sono la Grotta del Coralupo, la Grotta il Castello, il Complesso Partigiano-Modenesi, la Grotta della Casupola e il Buco del Bosco ex Fangarezzi.

La Grotta del Coralupo si apre nella sezione più elevata della dolina ed è il principale punto di assorbimento del Sistema carsico Coralupo-Pelagalli, attestato tramite prove idrogeologiche con traccianti.
La Grotta del Coralupo è nota dal 1933: ha uno sviluppo di oltre 700 m ed una profondità di 53; ospita ricchi speleotemi carbonatici e, nella roccia, rare strutture stromatolitiche.
L'ultima sezione nota, a valle del Sistema (versante Zena), è costituita dalla Grotta Carlo Pelagalli, cui si accede attraverso le gallerie dell'ex cava Calgesso, presso il Farneto, che l'hanno intercettata nel 1964. È costituita essenzialmente da un meandro che procede verso monte raggiungendo uno sviluppo di oltre 600 m ed un dislivello di 53 m. La risorgente versa infine le sue acque in destra del Torrente Zena (Demaria *et alii* 2012; Grimandi *et alii* 2020).

Sistema carsico Fondo Dolina Inferno-Grotta Cioni-Ferro di Cavallo (Tavola 7)

L'ultimo sistema carsico della zona del Farneto trova origine nelle zone più depresse della Dolina dell'Inferno. In essa sono presenti numerosi inghiottitoi, tra i quali i più importanti sono: la Grotta della Casupola, l'Inghiottitoio di Fondo dolina dell'Inferno (oggi occluso) e il Buco del Bosco ex-Fangarezzi. Le acque di un collettore sotterraneo si rintracciano unicamente nella Grotta della Casupola dove scorrono in ambienti angusti e stretti fino ad un sifone. Da qui, il collegamento idrogeologico è solo ipotizzato e si dirige verso il Torrente Zena. Nel complesso Grotta S. Cioni-Grotta a Ferro di Cavallo, ubicato nel versante occidentale della dolina, prospiciente al fondovalle, è possibile incontrare nuovamente il torrente sotterraneo, che scorre qui in ambienti più ampi. Dopo un percorso caratterizzato da basse gallerie e zone caratterizzate da frane, il collettore diventa impercorribile e torna a giorno poche decine di metri più a valle, alla Risorgente di Ca' Masetti (Demaria *et alii* 2012; Grimandi *et alii* 2020).

Complesso carsico Grotta della Befana (tavola 9)

La grotta si sviluppa parallelamente alla falesia occidentale della Vena del Gesso. La prima parte è costituita da un susseguirsi di stretti cunicoli fangosi e di brevi pozzi che conducono ad un ampio salone formatosi in corrispondenza di un interstrato, alla base del quale si trova un collettore, percorribile soltanto verso valle, dove si raggiunge una zona con scaturigini sulfuree, avvertibili per il forte odore e per la presenza nell'acqua di depositi di colore nerastro. Si tratta di presenze piuttosto rare nelle grotte della Vena del Gesso. Sulle pareti al di sopra della sorgente sulfurea si sono formate concrezioni con infiorescenze gessose (fig. 9, vedi anche figg. 27-28, pag 446, in questo volume). Più a valle le acque si infiltrano in una stretta condotta non percorribile che costituisce la zona terminale della grotta. Le acque di questo sistema fuoriescono dalla Grotta Silvana Marini e si disperdono tra i detriti del piazzale di manovra della ex cava Paradisa. È presumibile che l'ultima parte della grotta sia stata distrutta da questa cava, prima della sua definitiva chiusura avvenuta all'inizio degli anni venti del secolo scorso (Demaria *et alii* 2012; Lucci, Piastra 2022).

Sistema carsico di Monte del Casino (o di Ca' Siepe) (tavola 10)

Il Sistema Carsico di Monte del Casino è costituito da sette grotte, tre delle quali (Abisso Antonio Lusa, Inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe e Pozzo a Ovest di Ca' Siepe) sono in diretto collegamento fra loro, mentre le altre (Buco II di Ca' Budrio, Inghiottitoio presso Ca' Poggio, Grotta Lanzoni e Risorgente del Rio Gambellaro) lo sono solo idrologicamente.
L'Abisso Antonio Lusa è l'ingresso più alto del complesso carsico. Le sue peculiarità dal punto di vista geologico e morfologico sono legate al fatto che esso è impostato, per un lungo tratto, tra il secondo "sottobanco" ed il primo dei banchi inferiori. La cavità si sviluppa inizialmente nel terzo sottobanco attraversandolo con prevalente andamento verticale e, raggiunto il sottostante secondo sottobanco, segue la medesima immersione ed inclinazione degli strati (30° Nord).
L'Inghiottitoio ad Ovest di Ca' Siepe è la cavità col maggiore sviluppo; ha due ingressi, dai quali hanno origine rami distinti: quello a quota più elevata (m 358 s.l.m.) ha origine nella dolina omonima, quello

Fig. 8 (nella pagina a fianco) – Il cosiddetto "Pozzo della giunzione" nel sistema carsico Partigiano Modenesi (foto F. Grazioli).



Fig. 9 – Grotta della Befana. Concrezioni che si sviluppano in una zona sovrastante la sorgente solfurea (foto F. Grazioli).

inferiore (m 267 s.l.m.) nella dolina di Ca' Calvana. In corrispondenza della confluenza delle acque, che percorrono i due rami, vi è un terzo importante apporto idrico.

L'Inghiottitoio presso Ca' Poggio. Si apre a q. 268 slm in una dolina, impostata su una faglia trasversale, posta a nord della Risorgente del Rio Gambellaro. La presenza di intercalazioni argillose, distanziate tra loro tra i 7 ed i 10 metri ed evidenziate dall'ablazione, fa ritenere che questa cavità si sviluppi fra i banchi superiori, tutti di modesto spessore, almeno inizialmente seguendo la giacitura degli stessi (sempre 30° Nord), per svilupparsi poi verticalmente e con un andamento elicoidale. Il rigagnolo che percorre la grotta confluisce nella Risorgente del Rio Gambellaro in una zona ancora inesplorata posta a monte dei sifoni.

La Grotta Lanzoni si apre a m 259 s.l.m. sul pendio nord della dolina dell'Inghiottitoio presso Ca' Poggio. Questa cavità si sviluppa lungo la stessa frattura, in corrispondenza della quale si è formato l'Inghiottitoio presso Ca' Poggio.

La Risorgente del Rio Gambellaro. Si apre a m 173 s.l.m. Questa risorgente rappresenta il collettore idrico di tutte le cavità presenti nell'area. Dalla risorgente le acque raggiungono il Torrente Santerno dopo un percorso subaereo di circa 4 km. Alla base della parete di faglia del Gambellaro, che in alcuni punti supera i 40 metri di altezza, si sviluppa una forra fossile che incide trasversalmente tutto il rilievo montuoso, essa inizia a poche decine di metri dal crinale e termina a fianco dell'ingresso principale della grotta (Lucci, Piastra 2022).

Sistema carsico del Re Tiberio (tavole 11 e 26)

Il sistema carsico del Re Tiberio, che raggiunge uno sviluppo spaziale complessivo delle grotte che di esso fanno parte di circa 6.300 m e un dislivello di 223 m, è da considerare tra i maggiori della Regione.

La cavità assorbente ubicata più a monte è l'Abisso Mezzano (quota d'ingresso m 340 s.l.m.), intercettato con ingenti mutilazioni, come avviene in altre grotte dello stesso sistema, da una galleria della cava di gesso di Monte Tondo che ora ne drena le acque. Il tracciante (fluoresceina) immesso in un collettore secondario, non intercettato dall'attività estrattiva, ha consentito di confermare la connessione dell'Abisso con le altre grotte facenti parte del complesso.

Della Grotta del Re Tiberio, il cui ingresso "preistorico" si apre a q. 173, era conosciuto da molto tempo soltanto il ramo fossile che si sviluppa con andamento sub-orizzontale per 330 m (fig. 10). L'Abisso Cinquan-

ta si apre invece su un gradone del fronte di cava ed il suo ingresso dal 1996 è stato arretrato di circa 10 metri dal prosieguo dell'attività estrattiva.
Nella Grotta del Re Tiberio sono ben evidenti 4 livelli di gallerie carsiche, di cui 3 sono ormai fossili ed interessati soltanto da acque di stillicidio. Il ramo attivo, di pochi metri più elevato rispetto al Torrente Senio, è percorso da un corso d'acqua perenne purtroppo intercettato, nel tratto terminale, da una galleria di cava. Il ramo fossile "storico" della Grotta del Re Tiberio si sviluppa nel VI banco della Formazione evaporitica fino a raggiungere nelle sue parti più elevate la base del VII; mentre i livelli sottostanti attraversano i banchi inferiori: sicuramente il V e forse il IV.
L'Abisso Cinquanta, dallo sviluppo complesso ed articolato, è caratterizzato da lunghe gallerie sub-orizzontali, in cui sono presenti potenti riempimenti di sedimenti alluvionali, sovrapposte su più livelli e collegate fra loro da pozzi o da stretti e profondi canyons non sempre percorribili. Lo sviluppo delle morfologie è riconducibile fondamentalmente a giunti di strato e a discontinuità tettoniche costituite da fratture e diaclasi: i primi hanno avuto un ruolo fondamentale nella genesi delle ampie gallerie, che sono impostate lungo di essi; le seconde hanno favorito invece le morfologie gravitazionali rappresentate dai pozzi e dai canyons, essendo state tali linee disgiuntive sedi privilegiate dalla circolazione delle acque sotterranee che, abbassandosi progressivamente, hanno raggiunto il loro attuale livello di base.
Come è stato appurato, utilizzando dei traccianti, risulta idrologicamente collegata alla Grotta del Re Tiberio, rispetto al quale si apre poco a monte, anche la Grotta dei Tre Anelli. Questa cavità è caratterizzata di una successione di pozzi intervallati da brevi condotte sub-orizzontali (fig. 26, pag. 445, in questo volume); fa eccezione il ramo di Nord Ovest, pressoché sub-orizzontale, purtroppo in gran parte devastato dalle intersezioni con le gallerie di cava. Anche in questa grotta hanno avuto un ruolo importante nella sua evoluzione speleogenetica, oltre che le ampie diaclasi, anche i giunti di stratificazione che qua coincidono pressoché costantemente con i soffitti appiattiti delle gallerie (Ercolani *et alii* 2013; Ercolani *et alii* 2022).

Sistema carsico dei Crivellari (tavola 11)

Si tratta di un vasto sistema carsico adiacente a quello del Re Tiberio, ma idrologicamente autonomo.
Comprende varie cavità, non tutte collegate fisicamente tra loro, ma sviluppate lungo un unico collettore. La Risorgente a NW di Ca' Boschetti sembra rappresentare il punto di "troppo pieno" dell'intero sistema. In condizioni di portata "normale" è probabile che le acque vengano drenate direttamente nel Torrente Senio da due polle individuate nel suo alveo in sponda destra, circa 30 m a monte dalla risorgente stessa.
Subito a Nord Est della vicina Cava di Monte Tondo è stata individuata una faglia estensiva longitudinale, battezzata "Faglia Scarabelli". Da sottolineare che il Sistema carsico dei Crivellari attraversa la faglia in un punto non ancora individuato. Comunque, questa dislocazione non sembra condizionare in modo determinante i sistemi ipogei di Monte Tondo. Infatti a Sud e parallelamente ad essa si sviluppa quello del Re Tiberio col quale non sembra interferire se non, forse, confinandolo, mentre a Nord, pur intersecando quello dei Crivellari tra la Grotta Grande dei Crivellari e la Buca Romagna, prevalgono una o più delle linee disgiuntive trasversali lungo cui tali cavità si sviluppano.
Complessivamente il Sistema carico dei Crivellari presenta numerose ed allarmanti problematiche di natura ambientale. Infatti un tratto del ramo attivo della "Buca Romagna" è stato intercettato dalle gallerie della cava di Monte Tondo. La presenza di una porcilaia, ora dimessa, ma attiva fino agli anni sessanta del secolo scorso, ha immesso un'abbondante quantità di liquami, in parte ancora presenti nei sedimenti del torrente. Le doline nei pressi della località "Crivellari" sono state a loro volta utilizzate in passato quali discariche urbane. La "Grotta tre di Ca' Boschetti" è stata destinata per lungo tempo a discarica di fitofarmaci ad elevata tossicità. Un'operazione di bonifica condotta dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna ha permesso di asportare gran parte del materiale tossico, che rischiava di finire nel Torrente Senio. Infine, la piccola Grotta Enrica è stata occlusa artificialmente da lavori non autorizzati di sistemazione agricola per cui, attualmente, non è accessibile (Ercolani *et alii* 2013; Ercolani *et alii* 2022).

Sistema carsico Inghiottitoio del Rio Stella-Grotta Risorgente del Rio Basino-Abisso Luciano Bentini (tavole 12 e 25)

L'inghiottitoio del Rio Stella e la Grotta risorgente del Rio Basino costituiscono un grande traforo idrogeologico, di alcuni chilometri di sviluppo.
Inizialmente, le acque del Rio Stella scorrono per alcune centinaia di metri su rocce non carsificabili, fin quando, nel punto più basso della valle cieca, il torrente viene a contatto con la formazione evaporitica in corrispondenza di una vasta frana di grandi blocchi di roccia gessosa. Questa valle cieca, ampia circa 1,5 km^2 è da considerare tra i fenomeni di modellamento morfologico naturale più importanti e significativi dell'intera regione.
Anche il tratto iniziale del percorso sotterraneo del Rio Stella avviene tra enormi massi di frana, e attra-



Fig. 10 – Gli scavi archeologici del 2020 nella "Sala Gotica" della Grotta del Re Tiberio (foto P. Lucci).

versa zone pericolose e caotiche.
È probabile che i grandi ambienti ipogei che seguono, presenti nel tratto più a Ovest di questa grotta, siano impostati su una delle faglie principali che hanno originato il graben di Ca' Faggia.
Più a valle, lungo il torrente sotterraneo, il percorso è caratterizzato da ampi meandri dalle pareti sinuose, larghi fino a qualche metro ed alti, a volte, alcune decine di metri (fig. 11). Lungo uno di questi meandri, a circa trecento metri dalla risorgenza, il Rio Stella-Basino è intercettato, sulla sua destra idrografica, dalle acque provenienti dall'Abisso Luciano Bentini, una cavità costituita da numerosi tratti verticali che precedono grandi gallerie freatiche, percorse da un torrentello che confluisce appunto nel Rio Basino (figg. 23-25, pag. 443, in questo volume).
Dopo un percorso sotterraneo di 1500 metri, il Rio Stella torna a giorno col nome di Rio Basino (fig. 12). Prima di superare l'affioramento gessoso percorre una stretta forra tra massi di crollo, meandri, piccoli canyon, brevi cascate nonché alcuni brevi tratti sotterranei. È quanto resta dell'antico percorso terminale della grotta risorgente. Il limitato spessore della volta gessosa ne ha causato il collasso favorendo un progressivo arretramento, verso monte, della posizione di risorgenza del corso d'acqua (fig. 13).
Lungo tale forra il Rio Basino intercetta, sulla destra idrografica, la Grotta Risorgente SEMPAL. La consistente e perenne portata di tale acquifero fanno ipotizzare che il sistema a monte della risorgente dreni le acque di un bacino al quale, almeno in parte, appartengono le numerose ed ampie doline vicine a Ca' Castellina. Al fondo di una di queste si aprono la Grotta della Colombaia e la Grotta del Pilastrino, uniche cavità di certo in collegamento idrologico con la risorgente in questione.
Infine, il Rio Basino abbandona la formazione gessosa e, dopo un percorso di circa 2 chilometri nella Formazione delle Argille azzurre, confluisce nel Torrente Senio nei pressi della località Isola (Costa *et alii* 2019; Forti, Lucci 2010).

Sistema carsico del Rio Cavinale (tavola 13)

La quasi totalità delle acque drenate dai gessi di Rontana e Castelnuovo confluisce in un unico sistema carsico che attraversa longitudinalmente l'intera formazione. La vastità del bacino imbrifero, che alimenta il complesso carsico della Grotta Risorgente del Rio Cavinale, giustifica perfettamente la portata e la persistenza delle acque risorgive.
L'Abisso Garibaldi è la grotta idrologicamente più a monte dell'intero sistema, pur essendo il suo ingresso ad una quota inferiore rispetto all'Abisso Fantini. Qui il rio giunge al fondo della cavità, a quota 309 m s.l.m. per ricomparire a quota 195 m s.l.m. nell'Abisso Mornig, dopo aver percorso in direzione Nord Ovest un tratto, non esplorato, di circa un chilometro.
Le numerose ed ampie doline, che all'esterno si susseguono senza soluzione di continuità, nei pressi del "Rifugio Carnè" sono sicuramente in collegamento idrologico con il sottostante collettore principale.
L'Abisso Mornig, posto 500 metri a monte della Risorgente del Rio Cavinale, costituisce la più importante struttura idrologica dei gessi di Rontana e Castelnuovo; esso raggiunge il torrente ipogeo principale proveniente dall'Abisso Fantini, nel quale confluiscono due immissari: uno perenne proveniente da Nord Est, che drena presumibilmente le acque degli affioramenti gessosi posti a Nord di Ca' Antesi; l'altro ha origine dalla valle cieca nei pressi di Ca' Piantè.
L'Abisso Peroni, che si apre a S di Ca' Gesso a quota 211 m slm sul fondo di una profonda dolina imbutiforme, raggiunge anch'esso il collettore principale in un tratto compreso tra l'Abisso Mornig e la Grotta Risorgente del Rio Cavinale.
Complessivamente la Grotta Risorgente del Rio Cavinale costituisce il tratto terminale del collettore che

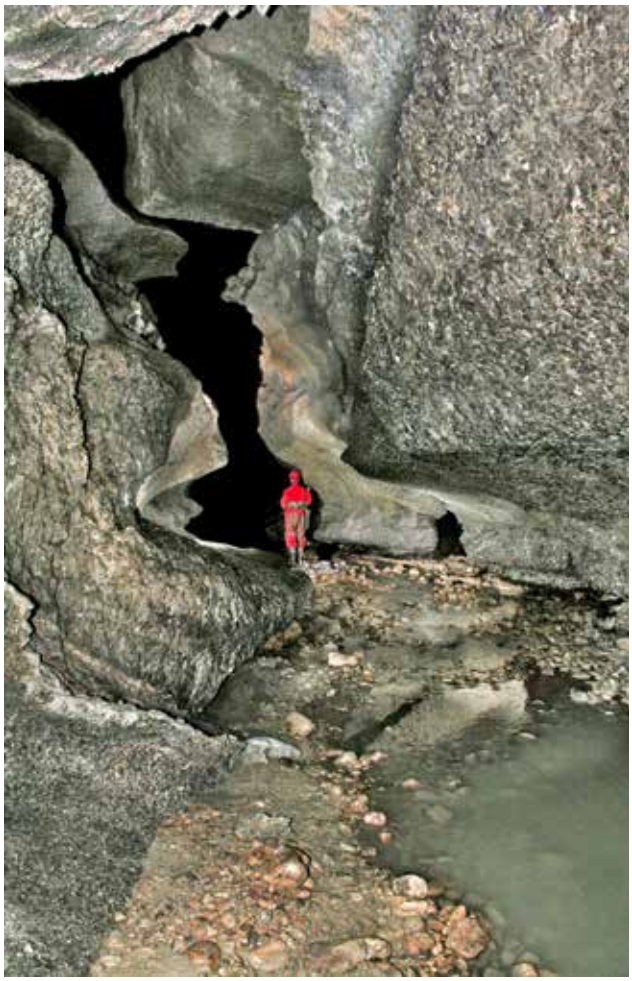


Fig. 11 – Meandro lungo il ramo attivo della Grotta risorgente del Rio Basino (foto P. Lucci).



Fig. 12 – La risorgente del Rio Basino (foto P. Lucci).

drena tutte le acque dei gessi di Rontana e Castelnuovo. Il dislivello del sistema è di 267 metri (Lucci, Piastra 2015).

Sistema carsico della Tanaccia (tavole 14 e 27)

Nel settore della Vena del Gesso subito a ovest della ex cava del Monticino, nel raggio di soli 700 metri vi sono due bacini imbriferi a sé stanti, uno dei quali fa capo alla Tanaccia.

Il bacino di alimentazione del torrente che scorre all'interno della Tanaccia si sviluppa nella Formazione Marnoso-arenacea affiorante tra i gessi di Brisighella e i gessi di Rontana e Castelnuovo.

Indicativi di tale provenienza sono i depositi sabbiosi di cui è ricca la cavità. Le acque meteoriche e di alcune sorgenti vengono catturate e sottratte al Torrente Sintria, collettore cui sarebbero destinate dallo spartiacque esterno, dalle doline Brussi, Biagi e dal Buco I sotto Ca' Varnello; l'importanza drenante di quest'ultimo è notevolmente aumentata negli ultimi anni dopo che, in seguito ad opere "di bonifica", in esso è state fatto confluire il fosso che si immetteva nella dolina Biagi (fig. 14). Attraverso la risorgente di tutto il sistema le acque ipogee raggiungono poi il Rio delle Solfatare e successivamente il Fiume Lamone. Da sottolineare che, mentre il corso d'acqua della Tanaccia è in secca nella stagione estiva, la risorgente è invece perenne in quanto raccoglie le pur scarse acque provenienti dalla soprastante dorsale gessosa.

Per facilitare l'accesso turisitco alla cavità ed aggirare l'instabile frana della "caverna preistorica" iniziale, è stato scavata una galleria artificiale lunga una settantina di metri che raggiunge la grotta subito a monte di tale frana.
Il tratto "turistico" della grotta normalmente percorso è pressoché suborizzontale (fig. 15) ed il torrente che vi scorre ha un corso a meandri. Notevoli sono i fenomeni erosivi presenti lungo tutto il percorso. Da segnalare: la Sala delle Sabbie, ricca di pendenti formatisi in seguito ad erosione anti-gravitativa, nonchè le pareti e la volta dove sono ben riconoscibili i vecchi livelli di scorrimento delle acque.
I Buchi del Torrente Antico, a valle della Grotta della Tanaccia, fanno invece parte di una cavità relitto, ora in gran parte a cielo aperto, un tempo percorsa dalle acque del torrente (Lucci, Piastra 2015).

Sistema carsico Abisso Acquaviva-Grotta Rosa Saviotti-Grotta Giovanni Leoncavallo (tavola 14)

L'Abisso Acquaviva – la cavità posta a quota maggiore - è la classica grotta-inghiottitoio con dolina ad imbuto di non grandi dimensioni e pozzo di ingresso esemplare come morfologia di pozzo a campana, con quinte gessose e pareti levigate dallo scorrere dell'acqua (fig. 16). Dopo altri pozzi ed alcune strettoie si giunge al punto di collegamento con la sottostante grotta Rosa Saviotti. Questa si apre subito a monte della S.P. Limitano-Monticino con un'ampia dolina ormai "rinaturalizzata" da una folta vegetazione, ma alterata, decenni fa, dai lavori di sistemazione della strada. Molti blocchi di gesso sono stati fatti precipitare sul fondo, al punto da stravolgerne la morfologia e chiudere, per diversi anni, l'accesso alla grotta stessa. Il torrentello che percorre la Rosa Saviotti sparisce in un fangoso sifone inaccessibile. Lo si ritrova comunque qualche decina di metri più a valle, lungo il percorso della Grotta Giovanni Leoncavallo. Il ramo a monte di quest'ultima cavità termina infatti a breve distanza dal fondo della Grotta Rosa Saviotti, mentre il ramo a valle chiude in una strettoia dove sparisce l'acqua. La Grotta di Alien, fisicamente collegata è percorsa nel tratto terminale dallo stesso corso d'acqua che, dopo pochi metri, sparisce in im-



Fig. 13 – La forra del Rio Basino (foto P. Lucci).







praticabili fessure. Una serie di disostruzioni ha successivamente consentito il collegamento fisico con la vicina grotta Leoncavallo.
La colorazione delle acque effettuata nella Grotta Rosa Saviotti ha permesso di accertare il loro scorrimento nella Grotta Leoncavallo-Grotta di Alien e di appurare che le stesse vengono a giorno tramite la sorgente sulfurea del sottostante Rio delle Zolfatare, 30 metri a valle della sorgente del complesso carsico della Tanaccia (Lucci, Piastra 2015).

Valle cieca e Tana della Volpe (tavola 14)

La Tana della Volpe costituisce il collettore delle acque superficiali dell'omonima valle cieca. Essa si sviluppa tra gli affioramenti gessosi su cui sorgono la Rocca e il Santuario del Monticino, raggiungendo poi il centro storico di Brisighella. La sua risorgente è ubicata a meno di 50 m dalla Residenza Municipale. Le sue acque vengono ora convogliate direttamente nella rete fognaria pubblica, mentre in passato confluivano nel Rio della Doccia che, come il sub-parallelo Rio della Valle interposto tra il colle della Rocca e quello della Torre dell'Orologio e tombato intorno all'anno 1425, incideva l'ampia conoide di Brisighella (Lucci, Piastra 2015; Rook 2021).

Affioramento gessoso di Montepetra e Grotta al Sasso della Civetta (tavola 16)

La cavità in questione è ubicata in un affioramento gessoso discontinuo (fig. 17), facente capo ai Torrenti Chiusa e Fanantello.
Qui il gesso ha struttura microcristallina con innumerevoli e sovrapposti sottili livelli talora identificabili per la presenza di sottili pellicole di materiali argilloso carbonatico. Ripetute indagini hanno evidenziato una peculiarità distintiva di questo affioramento il quale si presenta costituito da individui di gesso all'interno di molti dei quali sono presenti frammenti fra loro discontinui ma chiaramente appartenenti a cristalli unici di anidrite.
È possibile ipotizzare che quest'ultimo solfato derivi da fasi di disidratazione locale di impalcature cristalline gessose. I termini anidritici sono poi stati a loro volta interessati da fasi di gessificazione che hanno favorito il reciproco allontanamento delle varie parti in cui ogni cristallo veniva suddiviso in funzione delle soluzioni di continuità strutturale dello stesso. È possibile riconoscere, osservando la successione di questi frammenti componenti, l'effettiva dimensione dell'originario individuo di anidrite.
Le grotte di questa zona si sviluppano a pochi metri dalla superficie. La loro formazione è normalmente recente o recentissima. La vicinanza alla superficie fa sì che i frequenti crolli, dovuti alla intrinseca fragilità della roccia ed alla veloce erosione causata dai torrenti che vi scorrono, trasformino velocemente le cavità in forre o canaloni a cielo aperto. Nelle grotte fino ad ora esplorate sono assenti i rami fossili, molto comuni invece risultano essere le sorgenti sulfuree.
In particolare va segnalata la Grotta al Sasso della Civetta che, con 500 metri di sviluppo, è di gran lunga la maggiore della zona. La cavità presenta ampie gallerie di interstato con andamento sub-orizzontale, interessate, in alcuni punti, da recenti crolli.
Il corso d'acqua principale proviene da un piccolo inghiottitoio in cui vengono incanalate artificialmente le acque di alcuni fossi in prossimità della Strada comunale Montepetra. Da segnalare, nei mesi più freddi, la presenza di epsomite nel il tratto iniziale della grotta.
Le pareti della Grotta al Sasso della Civetta sono una finestra aperta sulle strutture deposizionali di rocce particolari, i gessi clastici, deposti da frane sottomarine che hanno in gran parte provocato lo smantellamento di successioni analoghe a quelle della Vena del Gesso romagnola. I gessi clastici non sono comuni nel mondo e per questo motivo non è frequente la possibilità di osservare strutture sedimentarie di origine clastica all'interno di cavità carsiche.
Nella Grotta al Sasso della Civetta sono poi esposte spettacolari strutture sedimentarie e diagenetiche. Le strutture sono presenti in una breve successione costituita da alternanze di gessoruditi, gessareniti, gessolititi e peliti. Si tratta di deformazioni da carico (*load casts*), *megaripples* (increspature da corrente) e noduli a crescita esclusiva (*displacive nodules*). La rarità di queste strutture all'interno di cavità carsiche in evaporiti rende la grotta un ambiente unico a scala internazionale (figg. 30-32, pag. 449, in questo volume). Nonostante ciò, questo relativamente vasto ed assolutamente peculiare affioramento gessoso non è, ad oggi, inserito nelle aree UNESCO, stante la mancanza di norme di protezione ambientale. Tuttavia i siti UNESCO non sono statici ed immutabili, quindi è auspicabile che, in futuro, una volta inserita l'area in zona protetta, questa possa iniziare il non semplice cammino per l'inserimento in area UNESCO (Garberi *et alii* 2016).

Fig. 14 (nella pagina a fianco, in alto) – Salone nella Grotta Biagi (foto P. Lucci).
Fig. 15 (nella pagina a fianco, al centro) – Grotta Tanaccia: la Sala del laghetto (foto P. Lucci).
Fig. 16 (nella pagina a fianco, in basso) – Pozzo nell'Abisso Acquaviva (foto P. Lucci).

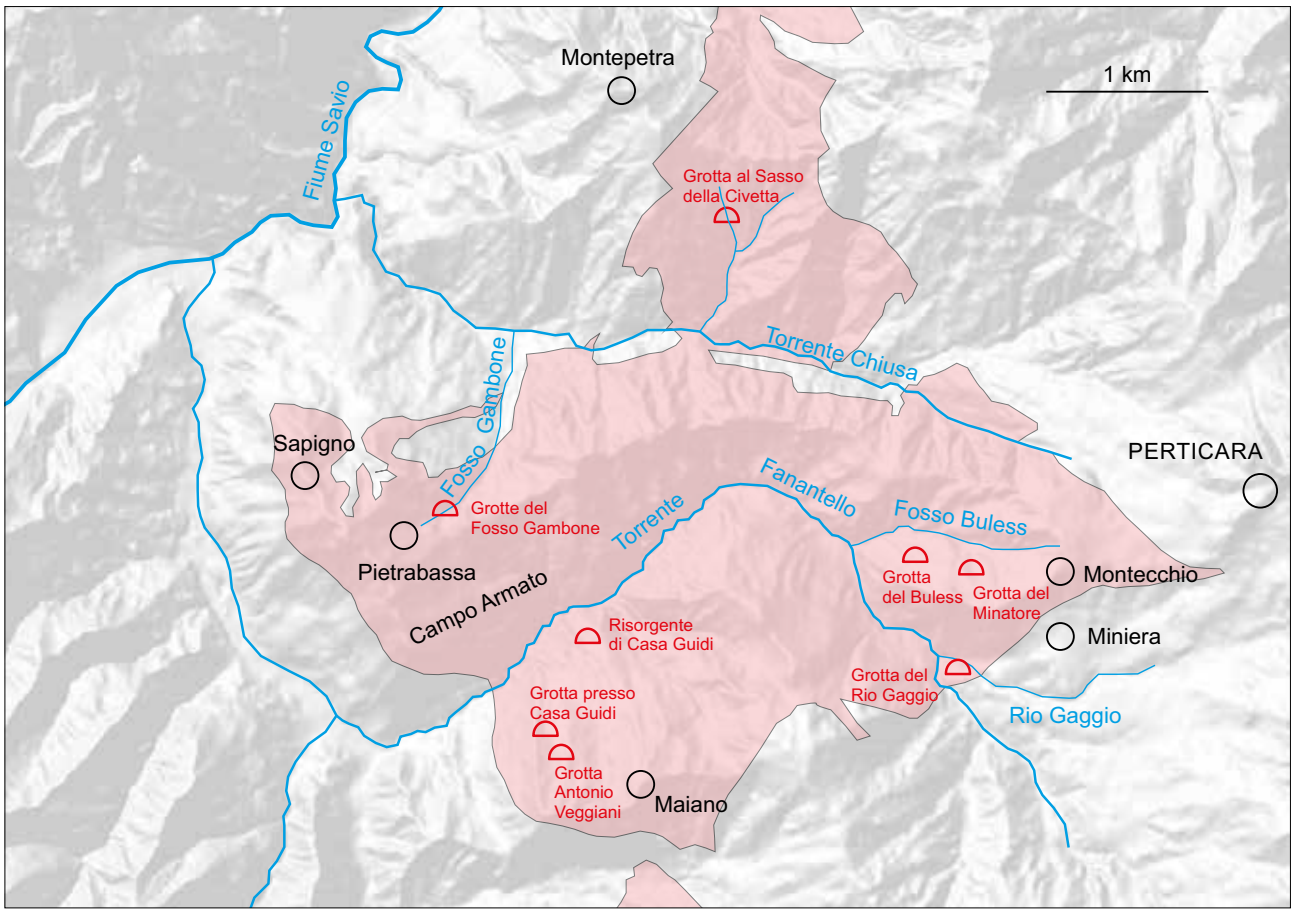


Fig. 17 – L'area carsica dei Torrenti Chiusa e Fanantello (Comuni di Sogliano al Rubicone, Novafeltria e S. Agata Feltria). La delimitazione della Formazione Gessoso-solfifera, in colore rosa, è tratta dalla cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna (modif.). L'affioramento gessoso è però molto discontinuo e più ridotto. Nonostante ciò ha caratteristiche peculiari e meriterebbe quindi di essere inserito nelle aree UNESCO (da Lucci 2016).

Valle e Grotte del Rio Strazzano (tavola 17)

Il Rio Strazzano, affluente di destra del Fiume Marecchia, si sviluppa per buona parte del suo corso negli affioramenti della Formazione Gessoso-Solfifera, all'interno di un bancone di gesso microcristallino (*facies* alabastrina) dando origine ad un fenomeno carsico con caratteristiche geomorfologiche del tutto peculiari.

Parallelamente al corso epigeo, che si svolge per buona parte in ambienti di forra, il corso d'acqua ha generato ampie condotte carsiche che ora costituiscono la via di deflusso preferenziale (figg. 18-20). In corrispondenza dello sviluppo ipogeo, la valle risulta sospesa di circa 1,5 m e pertanto viene interessata da scorrimento idrico solo in occasione di apporti idrici eccezionali, tali da saturare il reticolo ipogeo.

Gli ambienti ipogei sono praticabili per circa 300 m di sviluppo, ma i diversi fenomeni di inghiottimento presenti nell'alveo a monte del sistema carsico noto e l'analisi delle portate in diversi tratti dell'asta fluviale permettono di ipotizzare un drenaggio ipogeo più esteso (Garberi *et alii* 2016).

Ciò è stato recentemente confermato a seguito di una serie di esplorazioni di nuove cavità. Alcune di queste, in velocissima evoluzione, si aprono lungo la forra dove, stagionalmente, nuove grotte si rendono percorribili ed altre scompaiono. Sono poi state individuate alcune risorgenti dove confluiscono le acque drenate dalle numerose ed ampie doline presenti più a monte.

Una nuova cavità, con sviluppo di circa 500 metri, stagionalmente percorsa da un corso d'acqua, è stata esplorata sulla destra idrografica del Rio Strazzano.

Figg. 18-20 (nella pagina a fianco) – Ambienti con morfologie carsiche freatiche nei gessi microcristallini della Grotta del Rio Strazzano (foto P. Lucci).









Fig. 21 – Grotta di Onferno: il più grande mammellone esposto all'interno della cavità (foto P. Lucci).

Grotta di Pasqua di Montescudo (tavola 18)

La cavità, che costituisce un piccolo traforo idrogeologico, si sviluppa all'interno di un limitato ammasso gessoso macrocristallino alloctono, circondato dalle Argille azzurre del Pliocene. Dalla piccola valle chiusa posta a monte provengono le acque che alimentano il corso d'acqua che percorre tutta la cavità.
Tutte le acque convogliate fuoriescono dell'ingresso basso attraverso una piccola polla. La grotta si sviluppa in modo abbastanza complesso su più livelli e con rami laterali. Parte dei meandri e delle gallerie sono attualmente fossili ed interessati da rari stillicidi (Garberi *et alii* 2016).

Grotta di Onferno (tavole 19 e 28)

La Grotta di Onferno si apre in un limitato blocco alloctono di gesso macrocristallino sovrapposto ad Argille grigio-azzurre del Messiniano inferiore.
È una cavità di attraversamento, costituita da un alto meandro percorso da un torrente, con morfologie erosive e potenti depositi di sedimenti litici, sabbiosi e marnosi.
Sono presenti anche due ambienti di dimensioni maggiori (Sala Quarina e Sala del Guano), frequentati da folte colonie di chirotteri.
Nella cavità si possono osservare grandi formazioni mammellonari, tra le maggiori note nei gessi della Regione (fig. 21).
I potenti riempimenti alluvionali di sabbie e ghiaie ed i grandi ciottoli e blocchi arenacei arrotondati, disseminati lungo l'alveo del corso d'acqua ipogeo, testimoniano eventi di piena e quindi portate ricollegabili ad un bacino di alimentazione più vasto rispetto a quello attuale.
L'asse principale della cavità, percorso dal collettore perenne, è attrezzato con un camminamento artificiale finalizzato alla fruizione turistica della grotta (Garberi *et alii* 2016).

Bibliografia

Aa.Vv. 1988, *L'area carsica dell'alta Val di Secchia - Studio interdisciplinare dei caratteri ambientali.* Regione Emilia Romagna.

C. Busi, P. Forti, P. Grimandi (a cura di) 2022, *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 38).

M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2019, *I*

gessi di Monte Mauro. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIV), Faenza.

M. Chiesi (a cura di) 2001*, L'area carsica di Borzano (Albinea-Reggio Emilia*), (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, S. II, vol. XI), Comune di Albinea.

M. Chiesi, P. Forti (a cura di) 2009, *Il Progetto Trias, studi e ricerche sulle evaporiti triassiche dell'alta Val di Secchia e sull'acquifero carsico di Poiano*", Società Speleologica Italiana, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, S. II, vol. XXII, 2009.

M. Chiesi, J. De Waele, P. Forti 2010, *Origin and evolution of a salty gypsum/anhydrite karst spring: the case of Poiano (Northern Apennines, Italy)*, (Hydrogeology Journal, 18, 5) 1111-1124.

D. Demaria, P. Forti, P. Grimandi, G. Agolini (a cura di) 2012, *Le grotte bolognesi*, Gruppo Speleologico Bolognese, Unione Speleologica Bolognese, Bologna.

M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2022, *La Grotta del Re Tiberio. Valori ambientali e valori culturali*. Atti del convegno 26-27 marzo 2022. Museo Civico di Scienze Naturali "Domenico Malmerendi" Faenza (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XLI).

M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di) 2013, *I gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza.

P. Forti, P. Lucci 2010 (a cura di), *Il Progetto Stella-Basino*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIII), Bologna.

M.L. Garberi , P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2016*, gessi e solfi della Romagna orientale*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXI).

P. Grimandi, P. Forti, P. Lucci (a cura di) 2020, *Guida ai fenomeni carsici del Parco Regionale dei Gessi bolognesi*.

P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2015*, I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza.

P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2022*, I gessi di Tossignano. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XL).

P. Lucci, A. Rossi (a cura di) 2011, *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna.

S. Lugli 1993**,** *Considerazioni geologiche sulla genesi delle cavità ad "ansa ipogea" nelle evaporiti triassiche dell'alta val di Secchia*, (Atti XVI Congresso Nazionale di Speleologia, Le Grotte D'Italia (4) XVI) 257-266.

G. Nenzioni, F. Lenzi 2018 (a cura di), *Geopaleontologia dei Gessi bolognesi*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXII).

F. Ronchetti, M. Deiana, S. Lugli, V. Critelli, D. Arosio, M. Mussi, L. Longoni, V. I. Ivanov, M. Taruselli, D. Brambilla, A. Curotti, S. Bergianti, M. Ercolani, B. Sansavini 2021, *Nuove evidenze sulla circolazione idrica sotterranea delle fonti carsiche di Poiano (Appennino reggiano)*.

F. Ronchetti, M. Deiana, S. Lugli, M. Sabattini, V. Critelli, A. Aguzzoli, M. Mussi 2023, *Water isotopes and flow measures for understanding the stream and meteoric recharge contributions to the Poiano evaporite karst spring*, (Hydrogeology Journal), 1-19.

L. Rook (a cura di) 2021, *La fauna messiniana di Cava Monticino (Brisighella, RA)*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 37).

I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi, (a cura di) 2020, *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del Ventunesimo secolo*, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna.

Numero catasto	Nome grotta	Comune/ (Provincia)	Dislivello (metri)	Sviluppo spaziale (metri)
ER RE 219	Complesso carsico di Monte Caldina	Villa Minozzo (RE)	265	1040
ER RE 640	Inghiottioio di Talada	Ventasso (RE)	110	940
ER RE 200/154	Tanone piccolo della Gacciolina/Tanone grande della Gacciolina	Villa Minozzo (RE)	83	1246
ER RE 600	Inghiottitoio dei Tramonti	Ventasso (RE)	83	700
ER RE 871	Risorgente dell'Acqua bianca	Ventasso (RE)	23	698
ER RE 597	Risorgente Mulino della Gacciola	Villa Minozzo (RE)	8	513
ER RE 1000	Inghiottitoio Driss	Ventasso (RE)	75	480
ER RE 244	Risorgente di Ca' della Ghiaia	Ventasso (RE)	25	460

Tab. 1 – Le principali grotte nelle Evaporiti triassiche dell'Alta valle del Secchia.

Numero catasto	Nome grotta	Comune/ (Provincia)	Dislivello (metri)	Sviluppo spaziale (metri)
ER RE 138	Inghiottitoio di Ca' Speranza	Albinea (RE)	75	1200
ER RE 2	Tana della Mussina di Borzano	Albinea (RE)	35	727

Tab. 2 – Le principali grotte nei Gessi del Basso Appennino reggiano.

Numero catasto	Nome grotta	Comune/ (Provincia)	Dislivello (metri)	Sviluppo spaziale (metri)
ER BO 31	Grotta Michele Gortani	Zola Predosa (BO)	45	2185
ER BO 24	Grotta di fianco alla chiesa di Gaibola	Bologna (BO)	33	1350
ER BO 3/ 29/5/275/4	Inghiottitoio dell'Acquafredda/Buco dei Buoi/Grotta della Spipola/Buco del Prete Santo/Risorgente dell'Acquafredda	San Lazzaro di Savena (BO)	114	10915
ER BO 149	Grotta Serafino Calindri	San Lazzaro di Savena (BO)	27	2049
ER BO 287	Grotta Novella	San Lazzaro di Savena (BO)	63	1054
ER BO 67/68	Grotta del Partigiano/Pozzo dei Modenesi	San Lazzaro di Savena (BO)	92	3655
ER BO 7	Grotta del Farneto	San Lazzaro di Savena (BO)	42	1733
ER BO 62	Grotta di Ca' Fornace	San Lazzaro di Savena (BO)	39	714
ER BO 92	Grotta Coralupi	San Lazzaro di Savena (BO)	53	705
ER BO 40/44	Complesso carsico Bosco-Ossobuco	San Lazzaro di Savena (BO)	24	679
ER BO 425	Grotta Carlo Pelagalli	San Lazzaro di Savena (BO)	53	607
ER BO 142	Grotta del Ragno	Pianoro (BO)	43	495

Tab. 3 – Le principali grotte nei Gessi bolognesi.

Numero catasto	Nome grotta	Comune/ (Provincia)	Dislivello (metri)	Sviluppo spaziale (metri)
ER BO 850	Grotta della Befana	Borgo Tossignano (BO)	81	1427
ER RA 470/ 520/365/	Abisso Antonio Lusa/Inghiottitoio a ovest di Ca' Siepe/Pozzo a ovest di Ca' Siepe/ Inghiotttioio di Ca' Calvana	Riolo Terme (RA)	206	5360
ER RA 375/619	Inghiottitoio di Ca' Poggio/Grotta Enio Lanzoni	Riolo Terme (RA)	80	468
ER RA 36/ 826/735	Grotta del Re Tiberio/Abisso Cinquanta/Tre anelli	Riolo Terme (RA)	194	4954
ER RA 725	Abisso Mezzano	Riolo Terme (RA)	139	650
ER RA 734	Buca Romagna	Riolo Terme (RA)	117	1249
ER RA 398	Grotta Grande dei Crivellari	Riolo Terme (RA)	82	589
ER RA 382	Grotta I di Ca' Boschetti	Riolo Terme (RA)	38	800
ER RA 385/372	Inghiottitoio del Rio Stella/Grotta risorgente del Rio Basino	Casola Valsenio, Riolo Terme, Brisighella (RA)	102	4802
ER RA 738	Abisso Luciano Bentini	Brisighella (RA)	202	2541
ER RA 539	Grotta a sud est di Ca' Faggia	Brisighella (RA)	111	266
ER RA 389	Grotta del Pilastrino	Brisighella (RA)	59	417
ER RA 844	Grotta SEMPAL	Brisighella (RA)	61	700
ER RA 737	Abisso Vincanzo Ricciardi	Brisighella (RA)	98	620
ER RA 121/528	Abisso Luigi Fantini/Abisso Garibaldi	Brisighella (RA)	117	1498
ER RA 119/627/457	Abisso Giovanni Mornig/Abisso Primo Peroni/Grotta risorgente del Rio Cavinale	Brisighella (RA)	61	1885
ER RA 116/ 380/114/115	Grotta Biagi/Grotta Brussi/Buco II sotto Ca' Varnello/La Tanaccia/ Buchi del Torrente Antico	Brisighella (RA)	88	2526
ER RA 106/520	Grotta Rosa Saviotti/Abisso Acquaviva	Brisighella (RA)	102	1093
ER RA 757/578	Grotta Giovanni Leoncavallo/Grotta di Alien	Brisighella (RA)	69	871
ER RA 102	Tana della Volpe	Brisighella (RA)	67	1587

Tab. 4 – Le principali grotte nella Vena del Gesso romagnola.

Numero catasto	Nome grotta	Comune/ (Provincia)	Dislivello (metri)	Sviluppo spaziale (metri)
ER FC 857	Grotta al Sasso della Civetta	Sogliano al Rubicone (FC)	42	513
ER RN 862	Grotta di Pasqua di Montescudo	Montescudo-Monte Colombo (RN)	47	1315
ER RN 870	Grotta del Rio Strazzano	San Leo (RN)	22	391
ER RN 1053	RS1-B78	San Leo (RN)	28	502
ER RN 456	Grotta di Onferno	Gemmano (RN)	71	788

Tab. 5 – Le principali grotte nei Gessi della Romagna orientale.

Indice delle tavole

Tavola 1
Evaporiti dell'Alta valle del Secchia (RE)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Paletnologico G. Chierici, Reggio Emilia) pag. 130

Tavola 2
Posizionamento dei Gessi del Basso Appennino reggiano pag. 132

Tavola 3
Gessi del Basso Appennino reggiano
(Rilievo: Gruppo Speleologico Paletnologico G. Chierici, Reggio Emilia) pag. 133

Tavola 4
Posizionamento dei Gessi bolognesi pag. 134

Tavola 5
Gessi di Zola Predosa e Gessi di Gaibola (Gessi bolognesi)
(Rilievo: Bologna Speleologica, Gruppo Speleologico Ferrarese) pag. 135

Tavola 6
Gessi della Croara (Gessi bolognesi)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese) pag. 136

Tavola 7
Gessi del Farneto (Gessi bolognesi)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese) pag. 137

Tavola 8
Posizionamento della Vena del Gesso romagnola pag. 138

Tavola 9
Grotta della Befana (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Ronda Speleologica Imolese CAI) pag. 139

Tavola 10
Sistema carsico Lusa-Ca' Siepe-Gambellaro (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Ronda Speleologica Imolese CAI) pag. 140

Tavola 11
Sistemi carsici del Re Tiberio e Sistema carsico dei Crivellari (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Speleo GAM Mezzano-RA) pag. 141

Tavola 12
Sistema carsico Stella-Basino-Bentini e Sistema carsico SEMPAL (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Gruppo Speleologico Faentino,
Speleo GAM Mezzano-RA, Gruppo Speleologico Ambientalista CAI Ravenna) pag. 142

Tavola 13
Sistema carsico del Rio Cavinale (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Faentino, Speleo GAM Mezzano-RA) pag. 143

Tavola 14
Sistemi carsici dei Gessi di Brisighella (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Faentino) pag. 144

Tavola 15
Posizionamento dei Gessi della Romagna orientale pag. 145

Tavola 16
Sistema carsico del Torrente Chiusa (Gessi della Romagna orientale)
(Rilievo Speleo GAM Mezzano-RA) pag. 146

Tavola 17
Gessi microcristallini del Rio Strazzano (Gessi della Romagna orientale)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese,
Speleo GAM Mezzano-RA, Gruppo Grotte Ariminum CAI Rimini) pag. 147

Tavola 18
Grotta di Pasqua di Montescudo (Gessi della Romagna orientale)
(Rilievo: Ronda Speleologica Imolese CAI) pag. 148

Tavola 19
Grotta di Onferno (Gessi della Romagna orientale)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese) pag. 149

Tavola 20
Sistema carsico dei Tanoni della Gacciolina (Evaporiti dell'Alta valle del Secchia)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Paletnologico G. Chierici, Reggio Emilia) pag. 150

Tavola 21
Tana della Mussina di Borzano (Gessi del Basso Appennino reggiano)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Paletnologico G. Chierici, Reggio Emilia) pag. 152

Tavola 22
Grotta Michele Gortani (Gessi di Zola Predosa)
(Rilievo: Bologna Speleologica) pag. 154

Tavola 23
Sistema carsico Acquafredda, Spipola, Prete Santo e Grotta Serafino Calindri (Gessi bolognesi)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese) pag. 156

Tavola 24
Grotta del Farneto (Gessi bolognesi)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese) pag. 158

Tavola 25
Complesso carsico Stella-Basino (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna) pag. 159

Tavola 26
Grotta del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Speleo GAM Mezzano-RA) pag. 160

Tavola 27
Sistema carsico della Tanaccia (Vena del Gesso romagnola)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Faentino) pag. 162

Tavola 28
Grotta di Onferno (Gessi della Romagna orientale)
(Rilievo: Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese) pag. 164

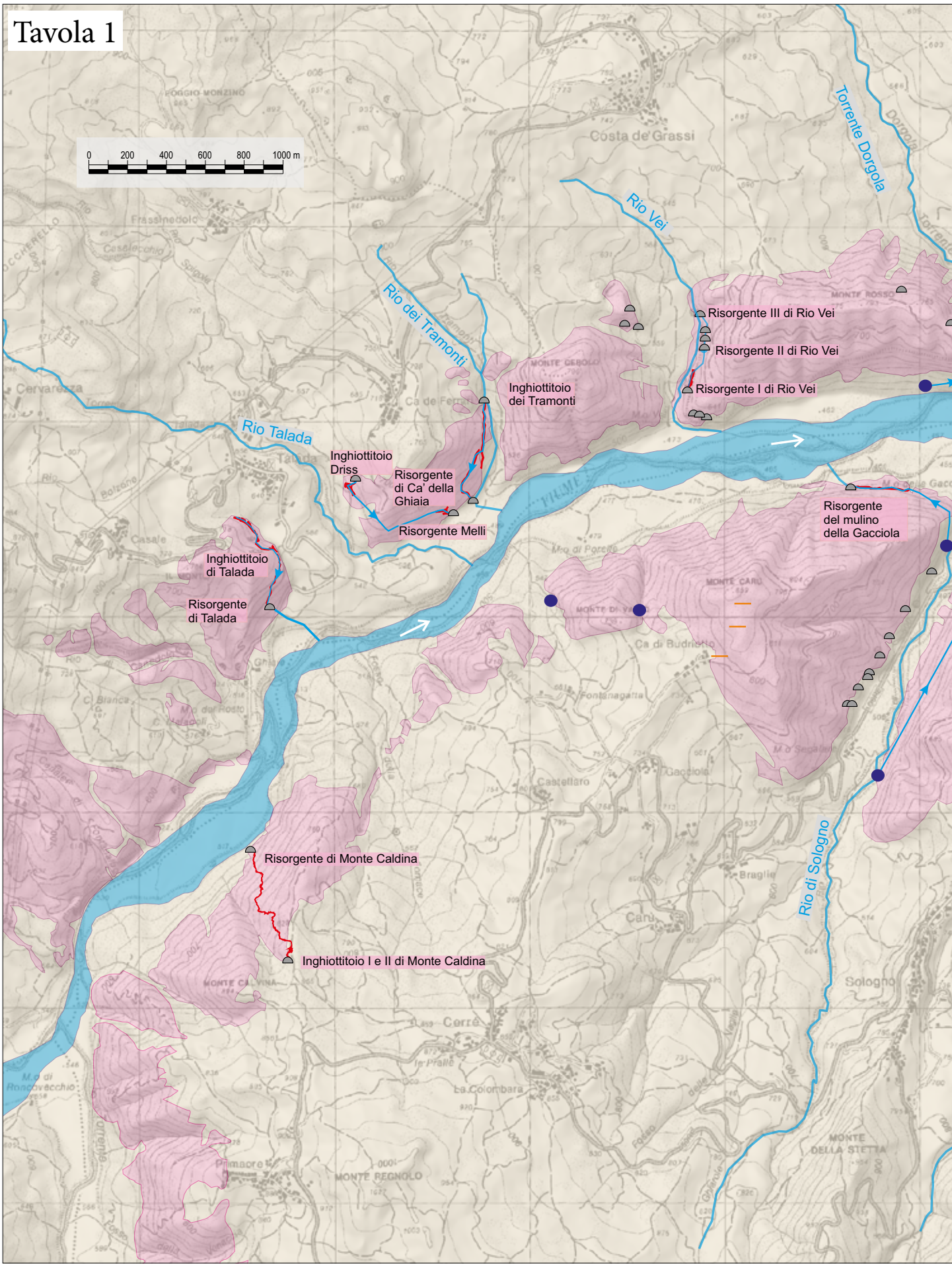
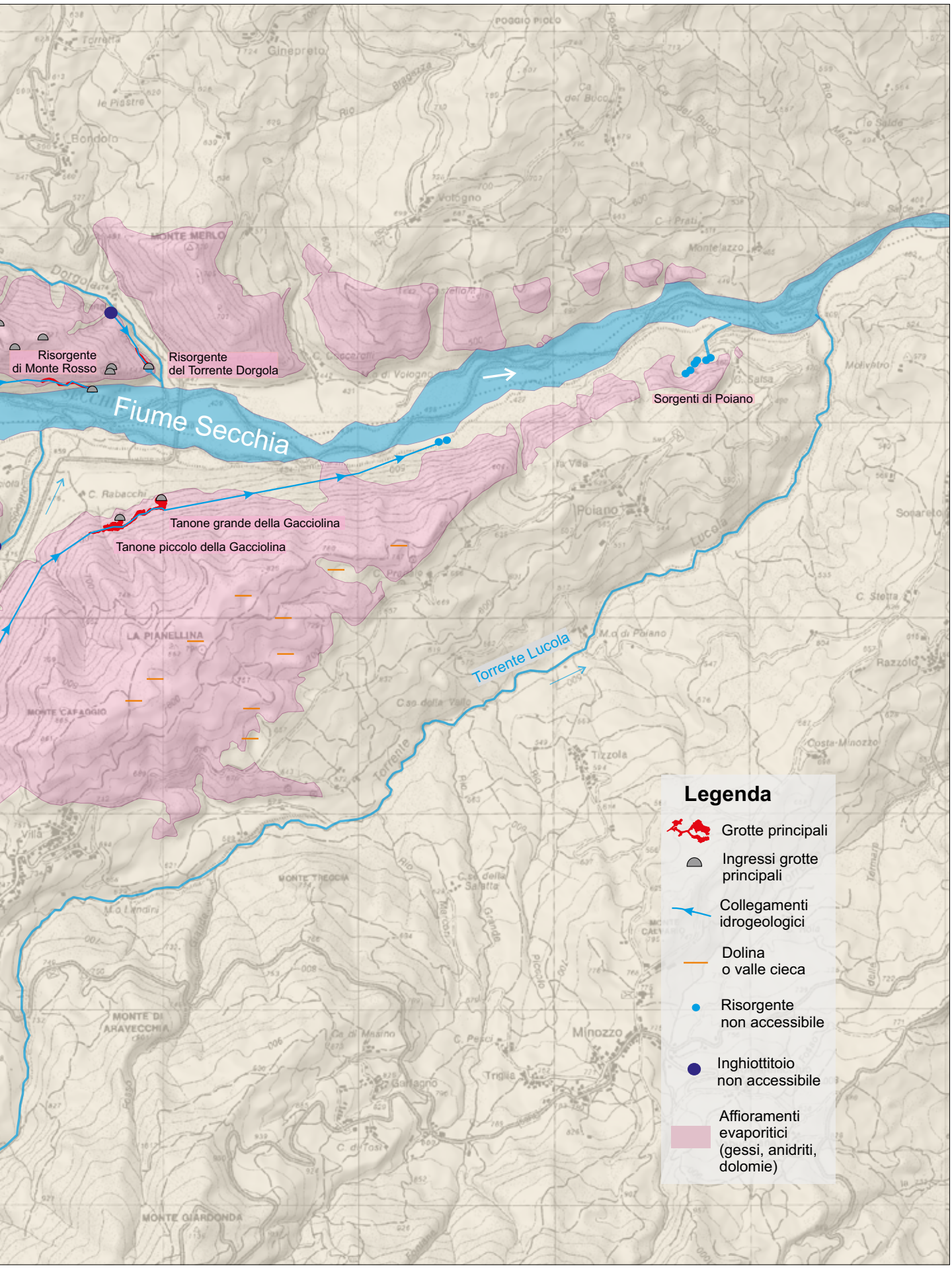


Tavola 1
0 200 400 600 800 1000 m
Costa de' Grassi
Torrente Dorgola
Rio Vei
Rio dei Tramonti
Risorgente III di Rio Vei
Risorgente II di Rio Vei
Risorgente I di Rio Vei
Inghiottitoio dei Tramonti
Rio Talada
Inghiottitoio Driss
Risorgente di Ca' della Ghiaia
Risorgente Melli
Risorgente del mulino della Gacciola
Inghiottitoio di Talada
Risorgente di Talada
Risorgente di Monte Caldina
Inghiottitoio I e II di Monte Caldina
Rio di Sologno
Sologno
Cerré
Primaore
MONTE REGNOLO
MONTE DELLA STETTA


Risorgente
di Monte Rosso
Risorgente
del Torrente Dorgola
Fiume Secchia
Sorgenti di Poiano
Tanone grande della Gacciolina
Tanone piccolo della Gacciolina
Torrente Lucola
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Dolina o valle cieca
Risorgente non accessibile
Inghiottitoio non accessibile
Affioramenti evaporitici (gessi, anidriti, dolomie)

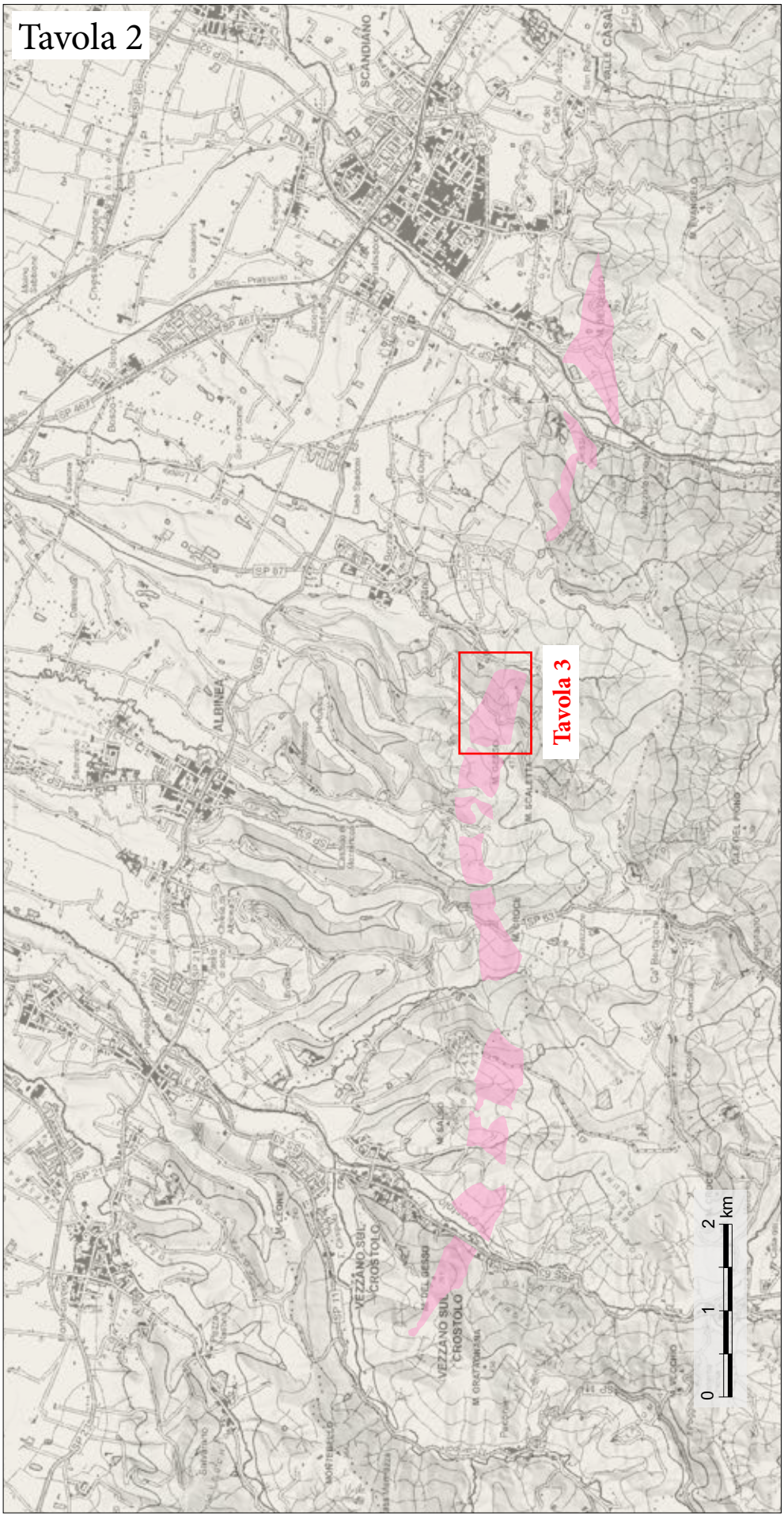


Tavola 2
Tavola 3
SCANDIANO
ALBINEA
VEZZANO SUL CROSTOLO
0
1
2
km

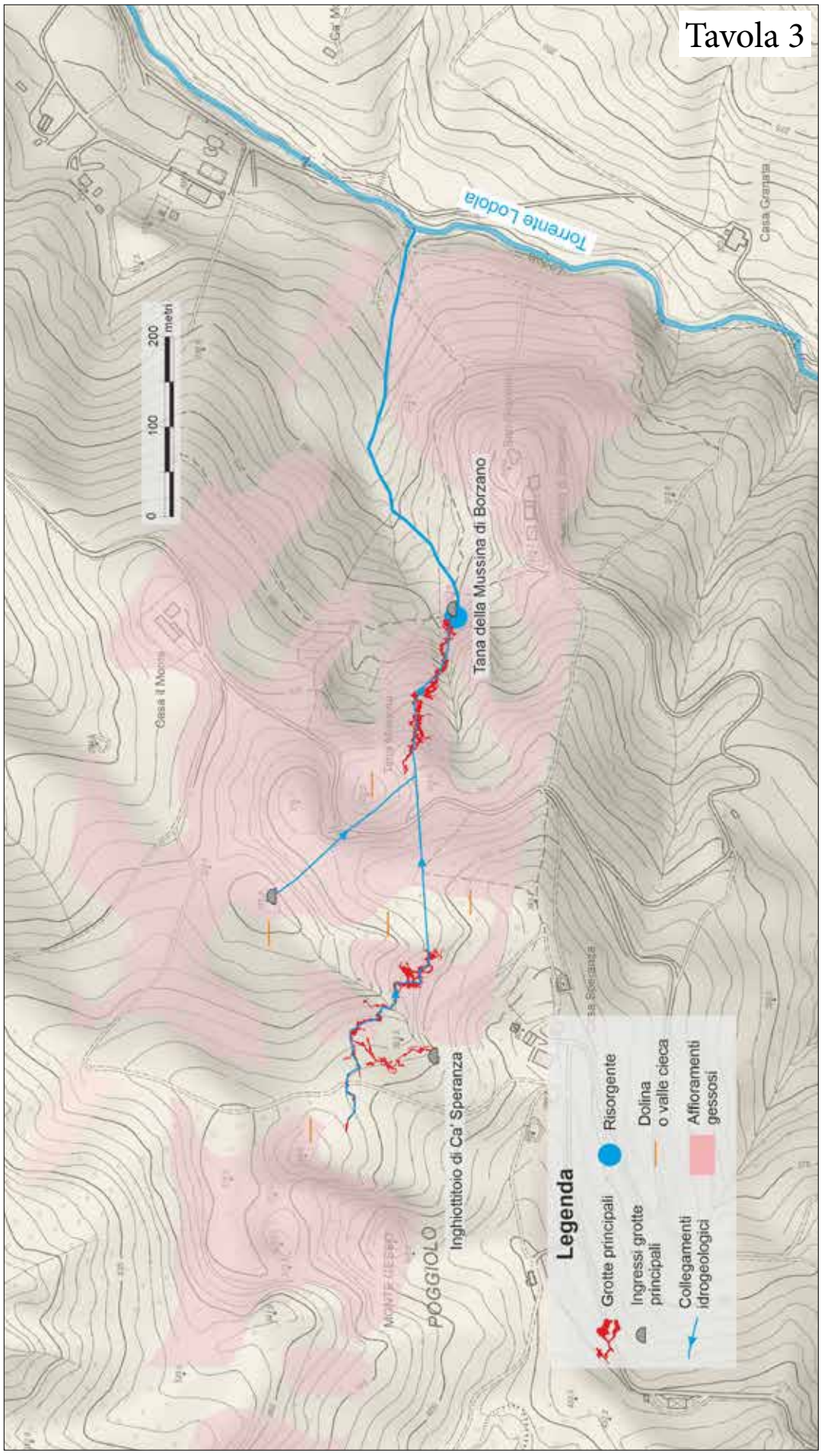


Tavola 3
Torrente Lodola
Tana della Mussina di Borzano
Inghiottitoio di Ca' Speranza
POGGIOLO
Casa il Monte
Casa Granata
0
100
200
metri
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Risorgente
Dolina o valle cieca
Collegamenti idrogeologici
Affioramenti gessosi

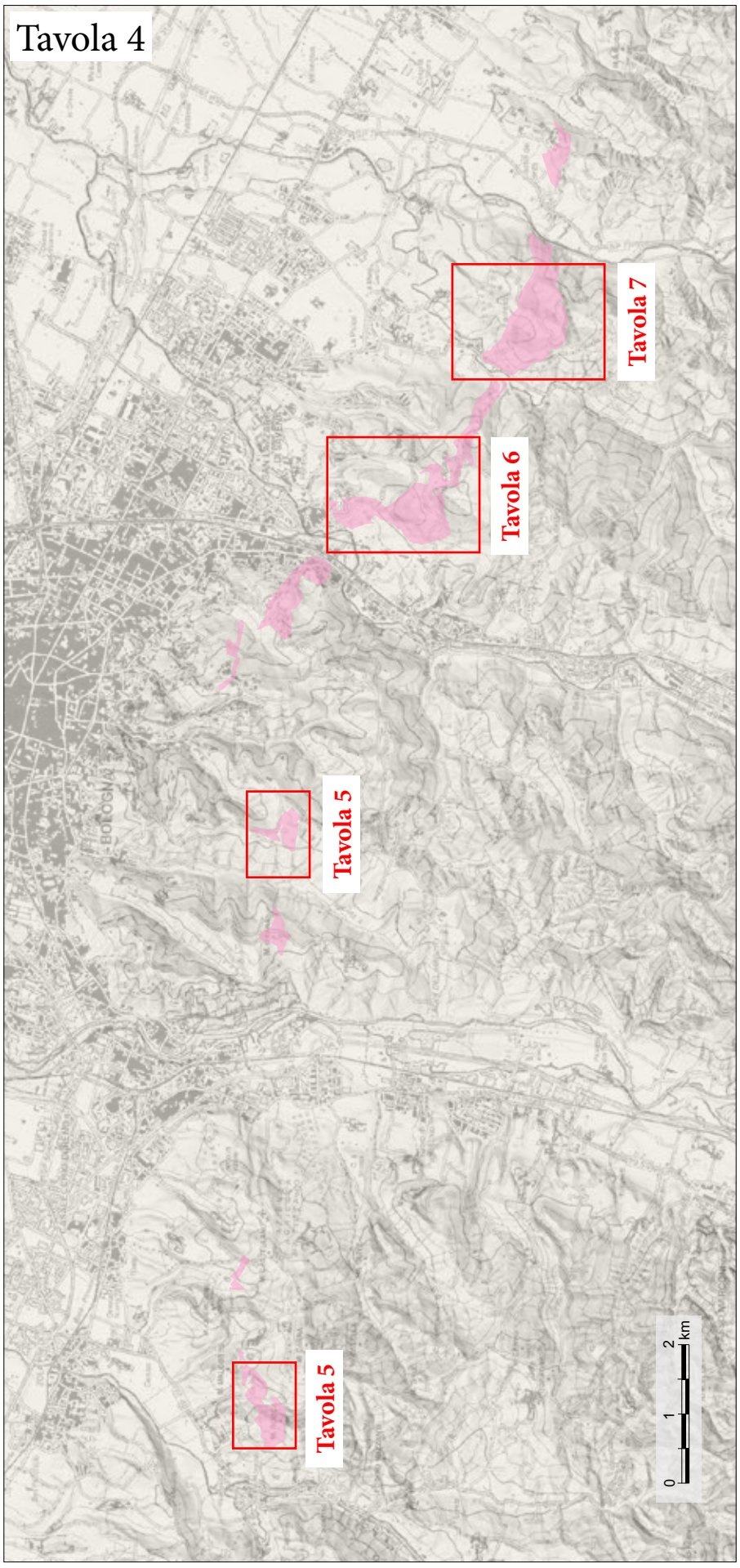
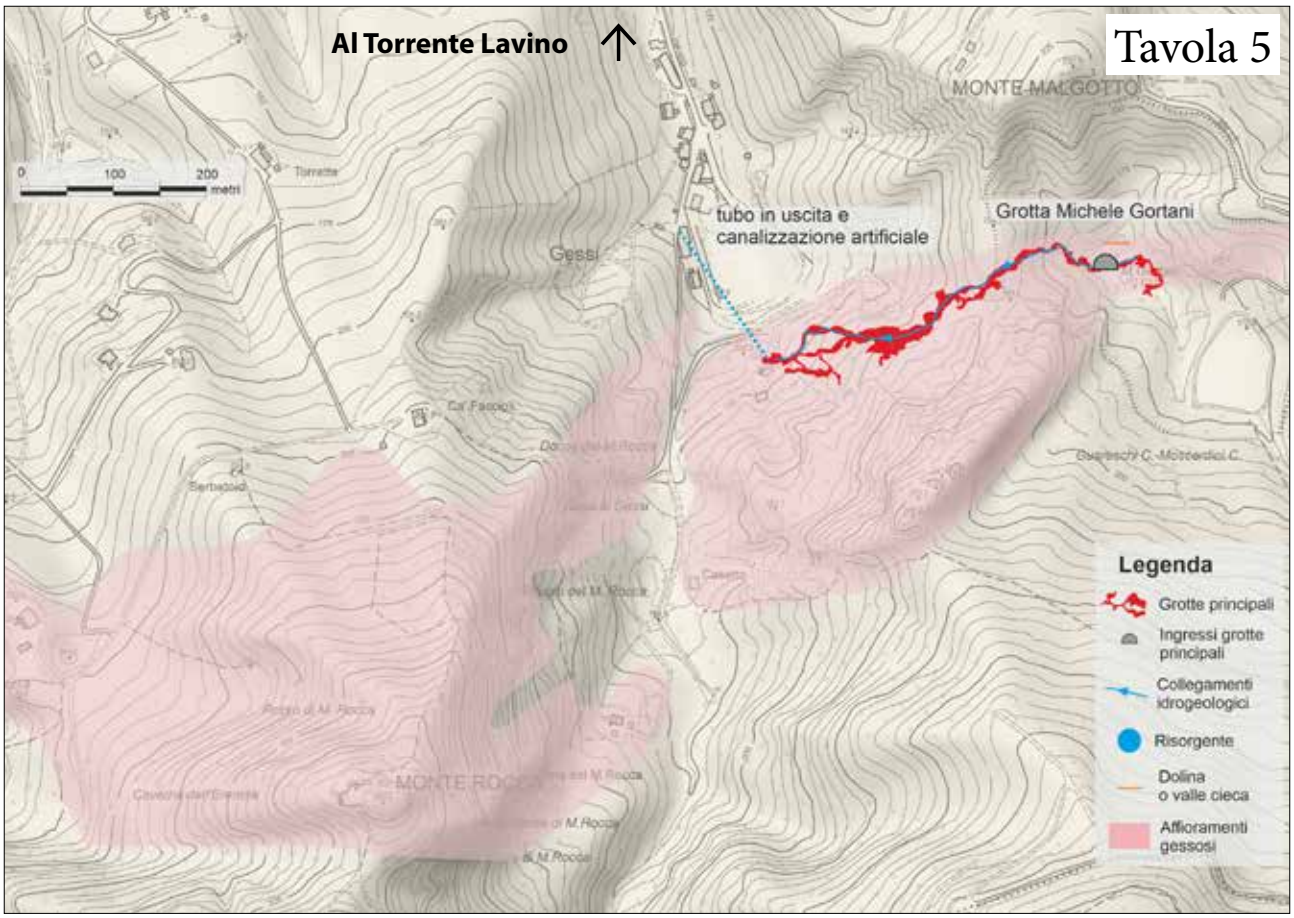
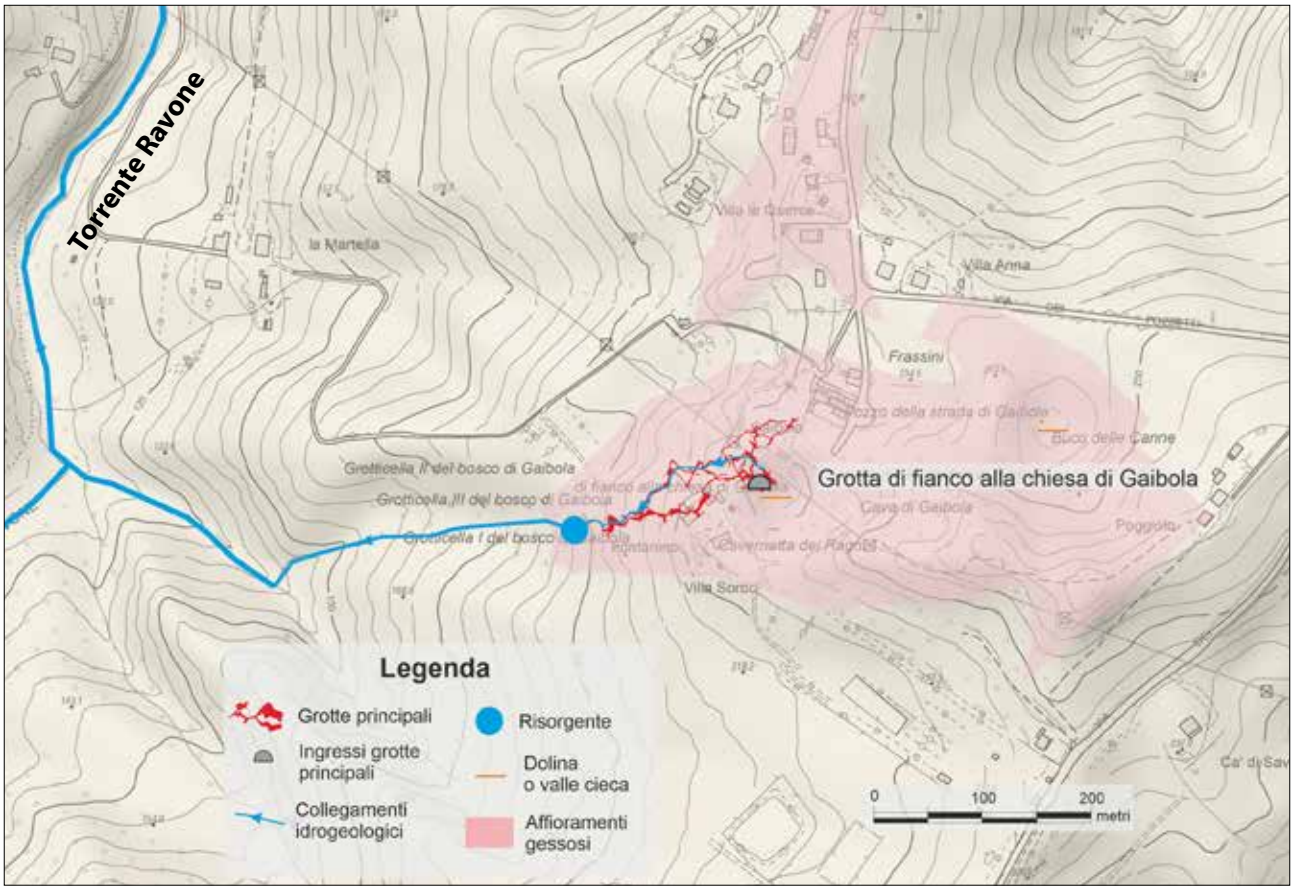


Tavola 4
Tavola 5
Tavola 5
Tavola 6
Tavola 7
0
1
2
km


Al Torrente Lavino
Tavola 5
MONTE MALGOTTO
tubo in uscita e
canalizzazione artificiale
Grotta Michele Gortani
Gessi
MONTE ROCCA
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi


Torrente Ravone
la Martella
Villa Anna
Frassini
Grotta di fianco alla chiesa di Gaibola
Grotticella II del bosco di Gaibola
Grotticella III del bosco di Gaibola
Grotticella I del bosco
Villa Sorco
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi
0
100
200
metri

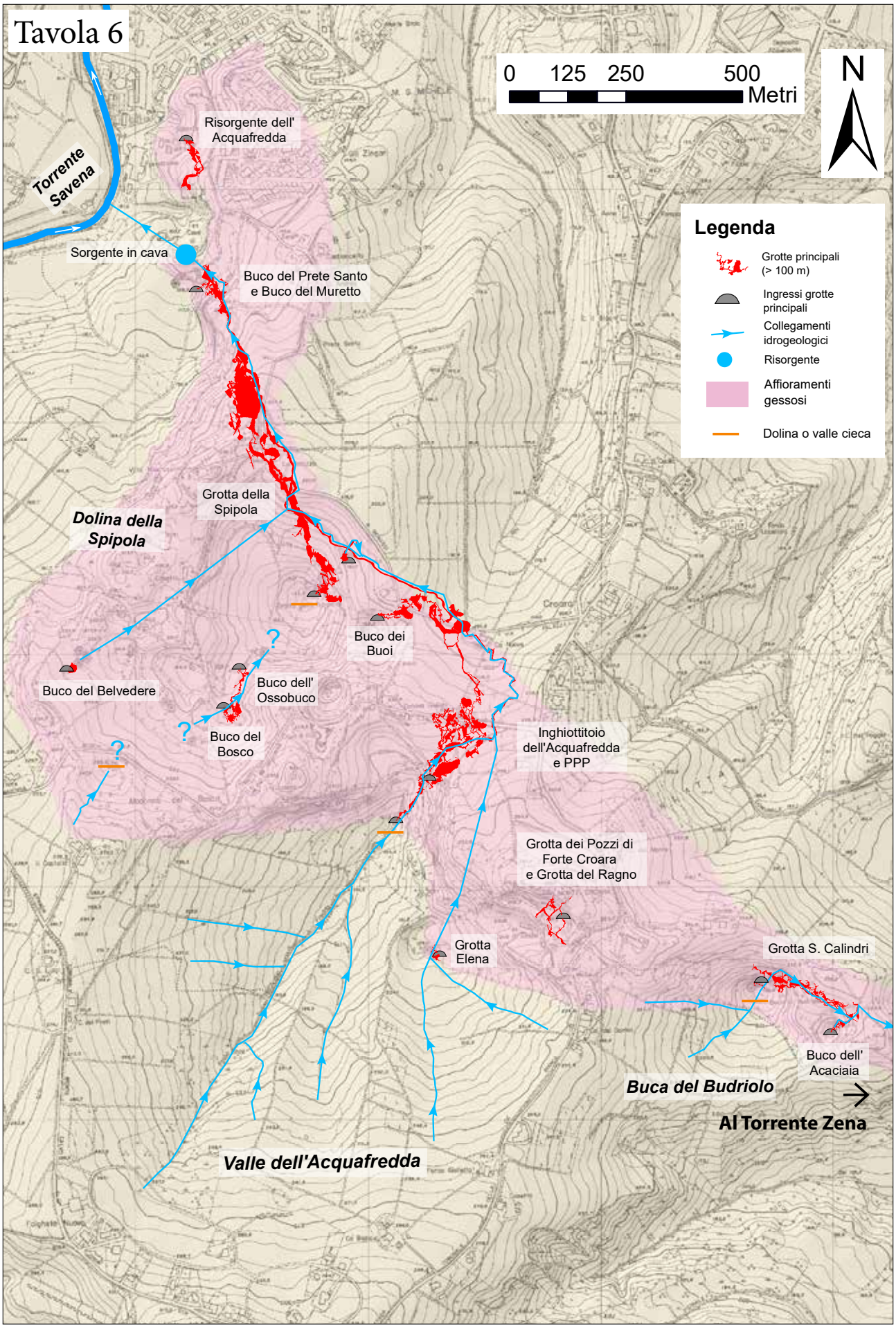


Tavola 6
0 125 250 500
Metri
N
Legenda
Grotte principali (> 100 m)
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Affioramenti gessosi
Dolina o valle cieca
Torrente Savena
Risorgente dell' Acquafredda
Sorgente in cava
Buco del Prete Santo e Buco del Muretto
Grotta della Spipola
Dolina della Spipola
Buco dei Buoi
Buco del Belvedere
Buco dell' Ossobuco
Buco del Bosco
Inghiottitoio dell'Acquafredda e PPP
Grotta dei Pozzi di Forte Croara e Grotta del Ragno
Grotta Elena
Grotta S. Calindri
Buco dell' Acaciaia
Buca del Budriolo
Al Torrente Zena
Valle dell'Acquafredda

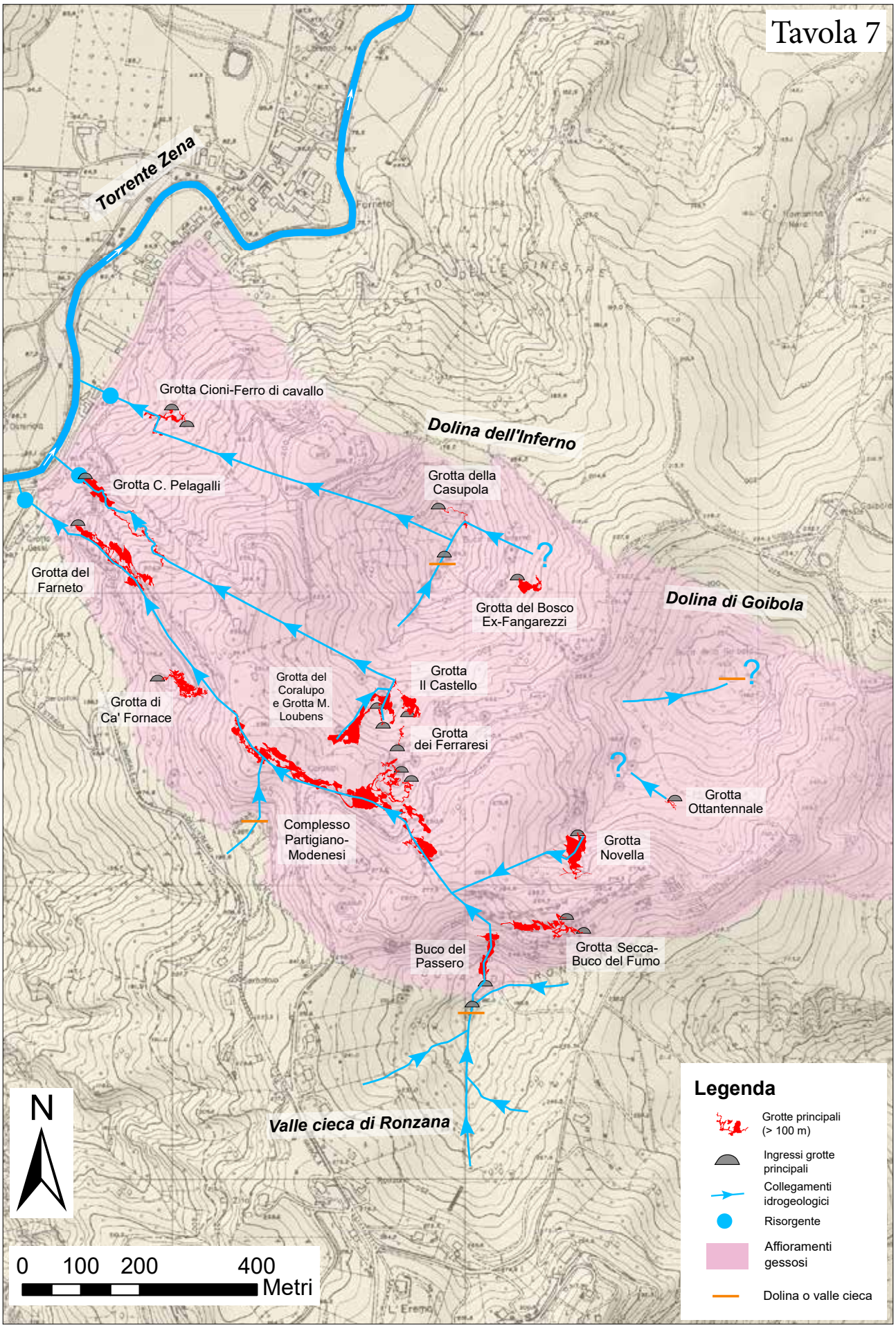


Tavola 7
Torrente Zena
Grotta Cioni-Ferro di cavallo
Dolina dell'Inferno
Grotta C. Pelagalli
Grotta della Casupola
Grotta del Farneto
Grotta del Bosco Ex-Fangarezzi
Dolina di Goibola
Grotta del Coralupo e Grotta M. Loubens
Grotta Il Castello
Grotta di Ca' Fornace
Grotta dei Ferraresi
Grotta Ottantennale
Complesso Partigiano-Modenesi
Grotta Novella
Buco del Passero
Grotta Secca-Buco del Fumo
Valle cieca di Ronzana
N
0 100 200 400 Metri
Legenda
Grotte principali (> 100 m)
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Affioramenti gessosi
Dolina o valle cieca

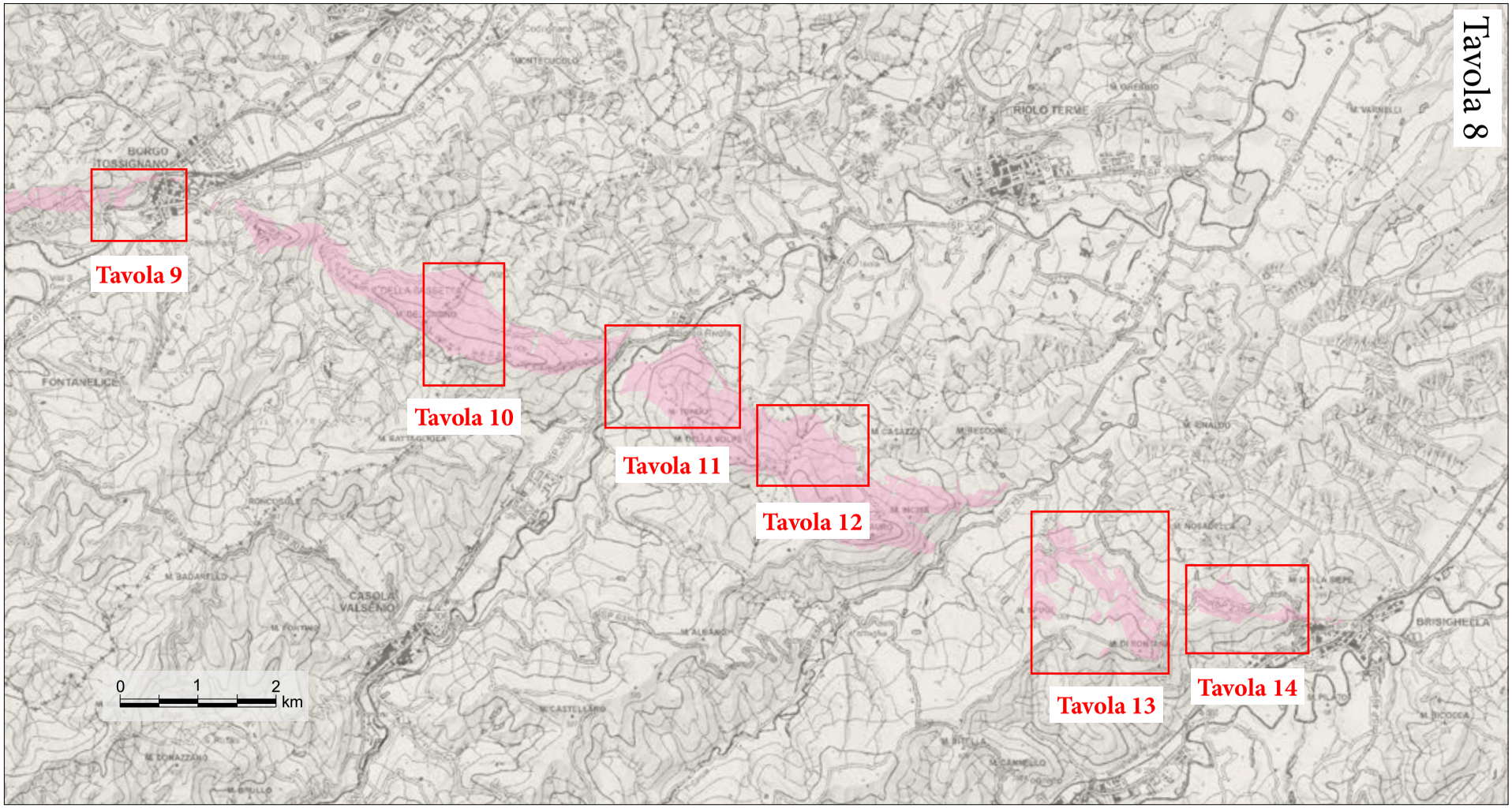


Tavola 8
Tavola 9
Tavola 10
Tavola 11
Tavola 12
Tavola 13
Tavola 14
BORGO TOSSIGNANO
FONTANELICE
CASOLA VALSENIO
RIOLO TERME
BRISIGHELLA
0 1 2 km

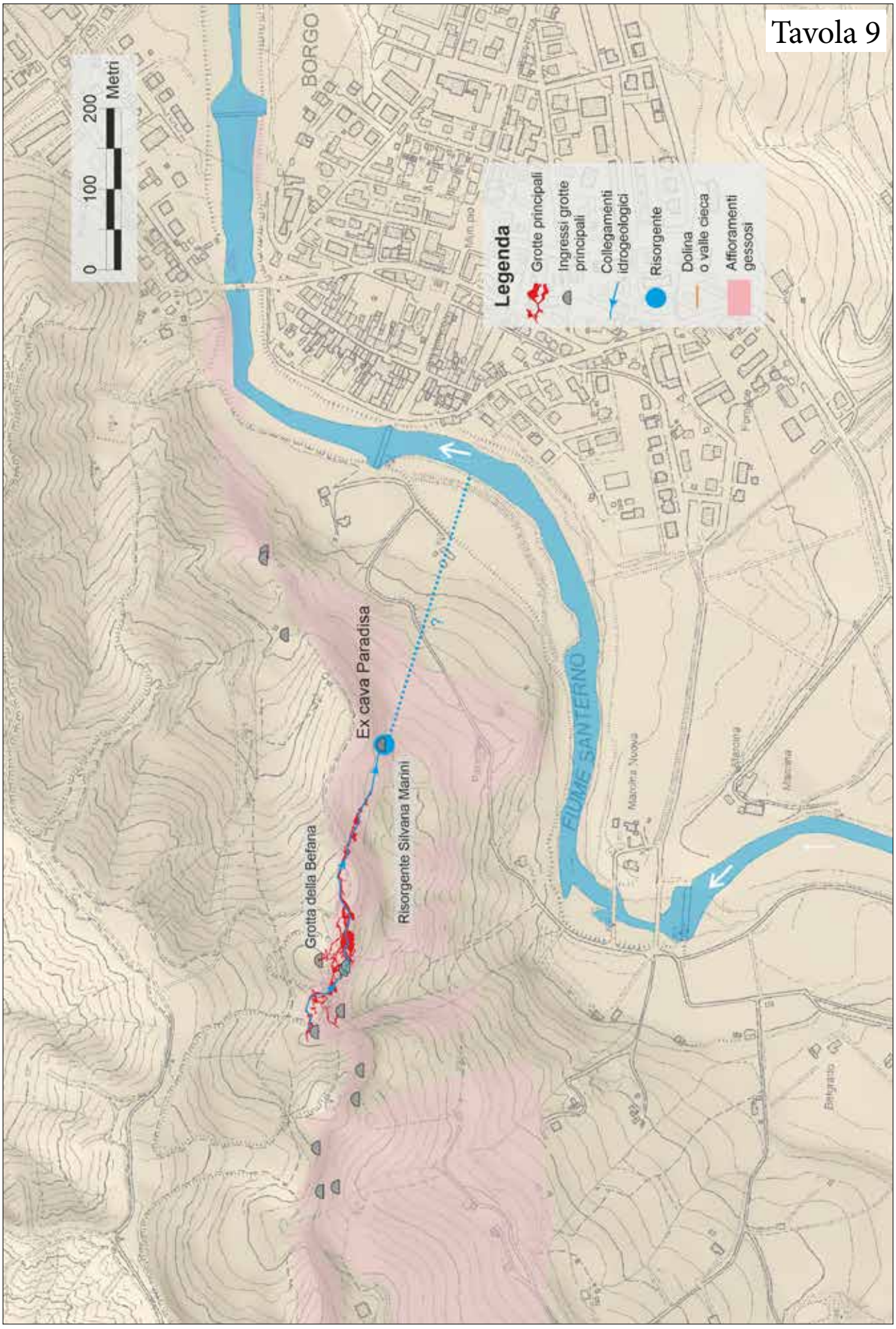


Tavola 9
0
100
200
Metri
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi
BORGO
Ex cava Paradisa
Grotta della Befana
Risorgente Silvana Marini
FIUME SANTERNO
Mariolina Nuova
Marina
Belgrado

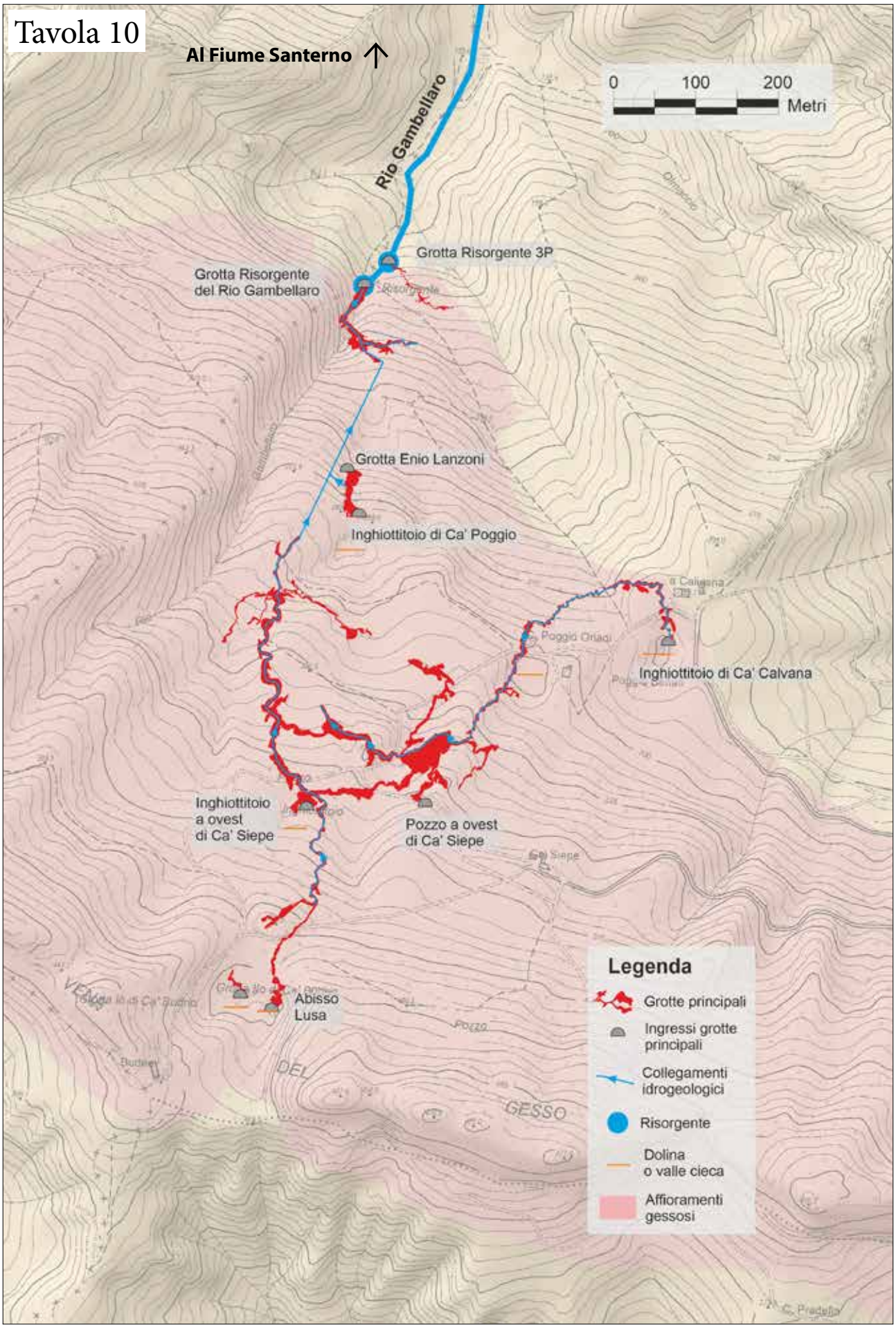


Tavola 10
Al Fiume Santerno
Rio Gambellaro
0
100
200
Metri
Grotta Risorgente 3P
Grotta Risorgente
del Rio Gambellaro
Grotta Enio Lanzoni
Inghiottitoio di Ca' Poggio
Inghiottitoio di Ca' Calvana
Inghiottitoio
a ovest
di Ca' Siepe
Pozzo a ovest
di Ca' Siepe
Abisso
Lusa
DEL
GESSO
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte
principali
Collegamenti
idrogeologici
Risorgente
Dolina
o valle cieca
Affioramenti
gessosi

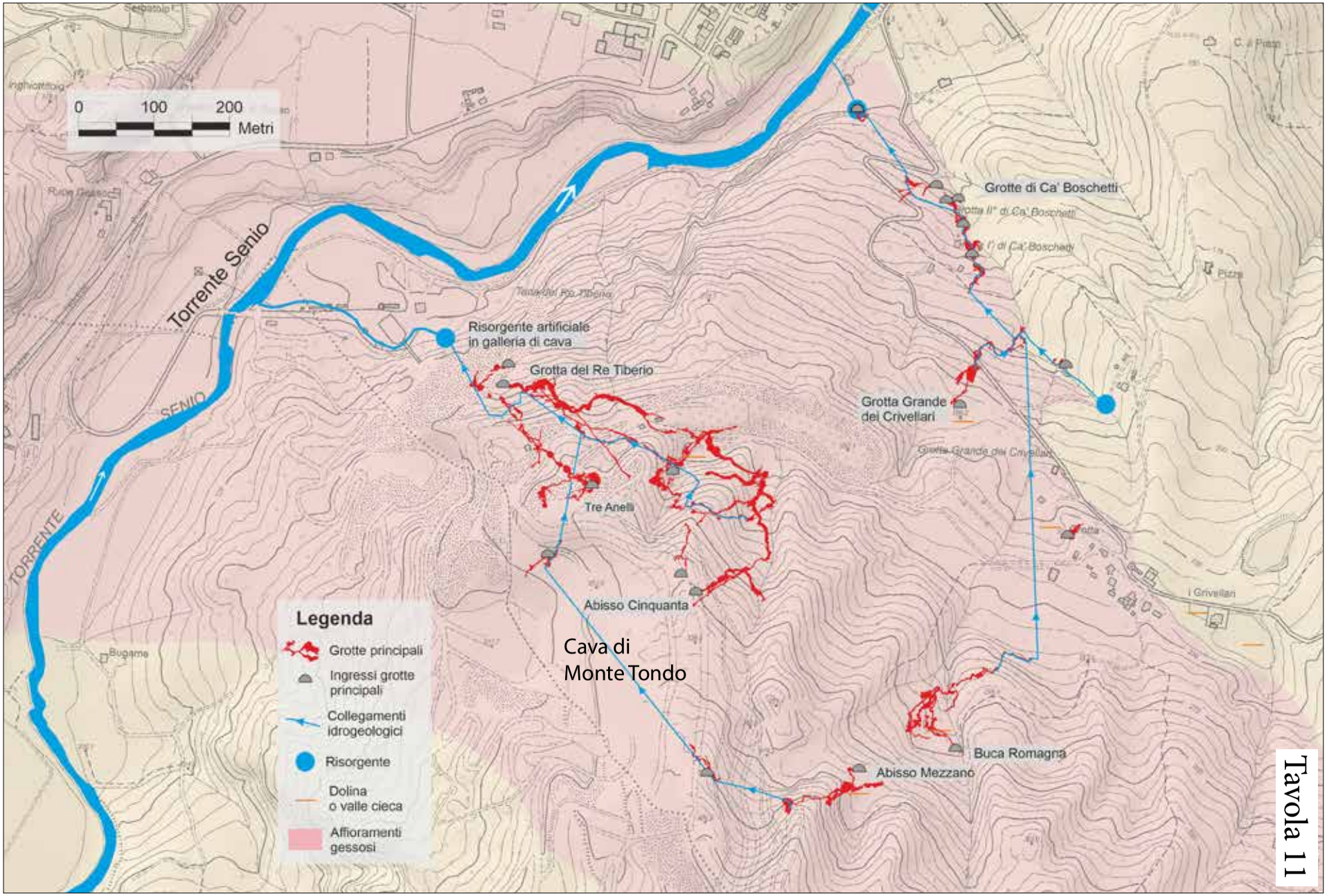

0
100
200
Metri
Torrente Senio
SENIO
TORRENTE
Risorgente artificiale
in galleria di cava
Grotta del Re Tiberio
Tre Anelli
Abisso Cinquanta
Cava di
Monte Tondo
Grotte di Ca' Boschetti
Grotta Grande
dei Crivellari
Buca Romagna
Abisso Mezzano
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte
principali
Collegamenti
idrogeologici
Risorgente
Dolina
o valle cieca
Affioramenti
gessosi

Tavola 11

Tavola 12

Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi
0
100
200
Metri
Al Torrente Senio
Grotta risorgente SEMPAL
Grotta risorgente del Rio Basino
Grotta Lisania
Grotta del Pilastrino
Grotta della Colombaia
Abisso Ravenna
Grotta sotto Ca' Castellina
Abisso Babilonia
Abisso Vincenzo Ricciardi
Abisso Luciano Bentini
GESSO
Inghiottitoio del Rio Stella
Valle cieca del Rio Stella

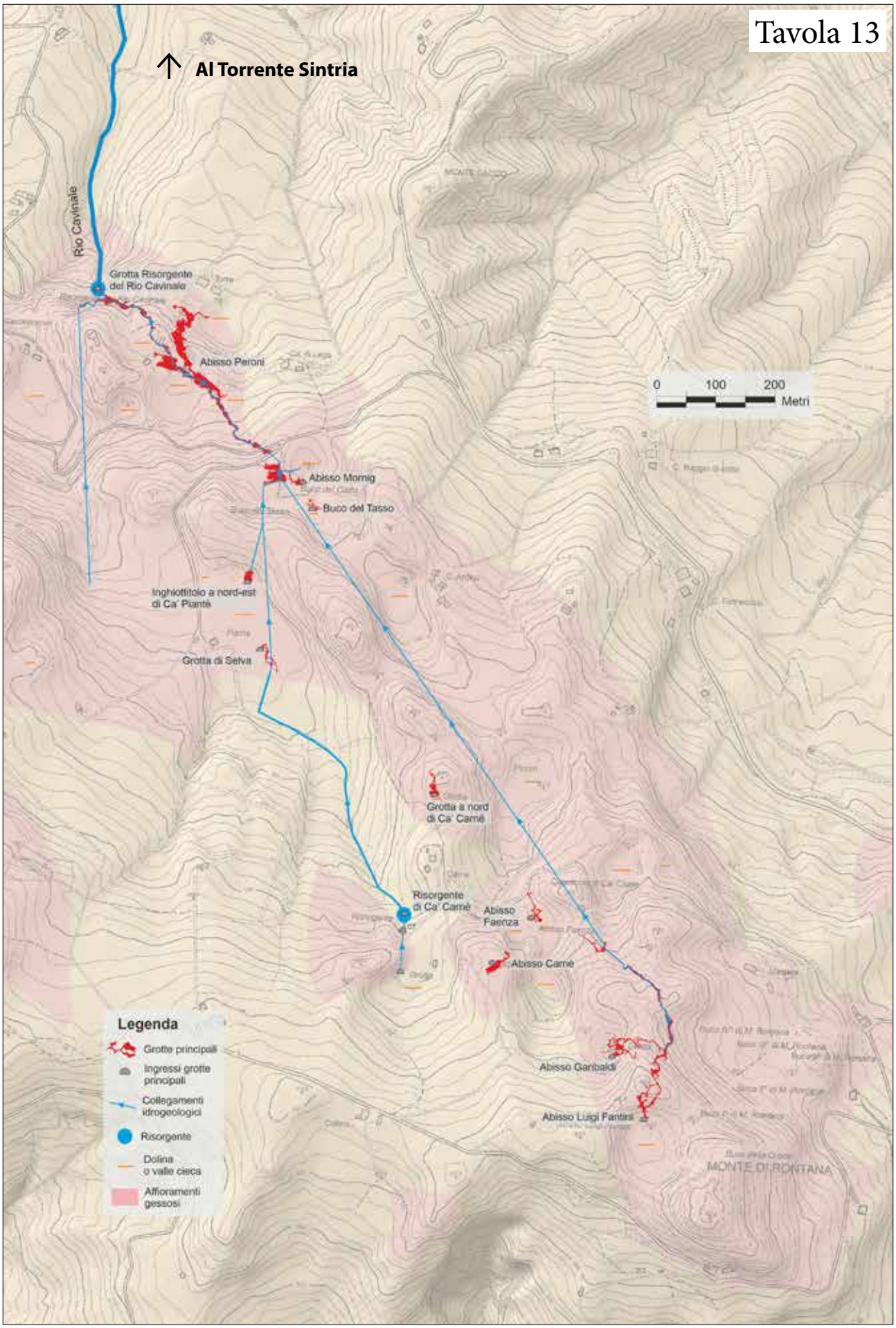


Tavola 13
Al Torrente Sintria
Rio Cavinale
Grotta Risorgente del Rio Cavinale
Abisso Peroni
Abisso Mornig
Buco del Tasso
Inghiottitoio a nord-est di Ca' Piante
Grotta di Selva
Grotta a nord di Ca' Carnè
Risorgente di Ca' Carnè
Abisso Faenza
Abisso Carnè
Abisso Garibaldi
Abisso Luigi Fantini
MONTE DI RONTANA
0 100 200
Metri
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi

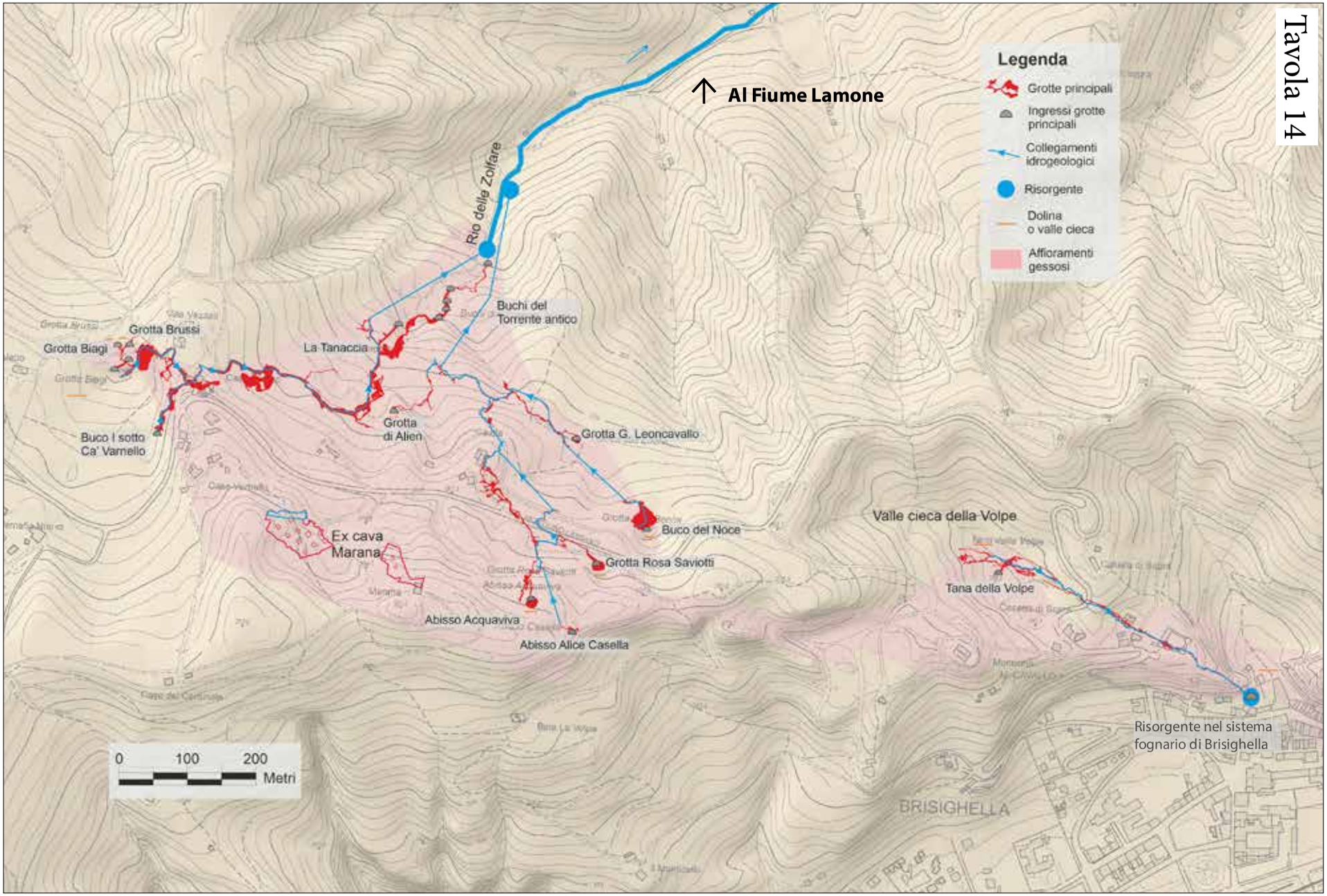


Tavola 14
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi
Al Fiume Lamone
Rio della Zolfare
Buchi del Torrente antico
Grotta Brussi
Grotta Biagi
La Tanaccia
Grotta di Alien
Buco I sotto Ca' Varnello
Grotta G. Leoncavallo
Buco del Noce
Grotta Rosa Saviotti
Ex cava Marana
Abisso Acquaviva
Abisso Alice Casella
Valle cieca della Volpe
Tana della Volpe
Risorgente nel sistema fognario di Brisighella
BRISIGHELLA
0
100
200
Metri

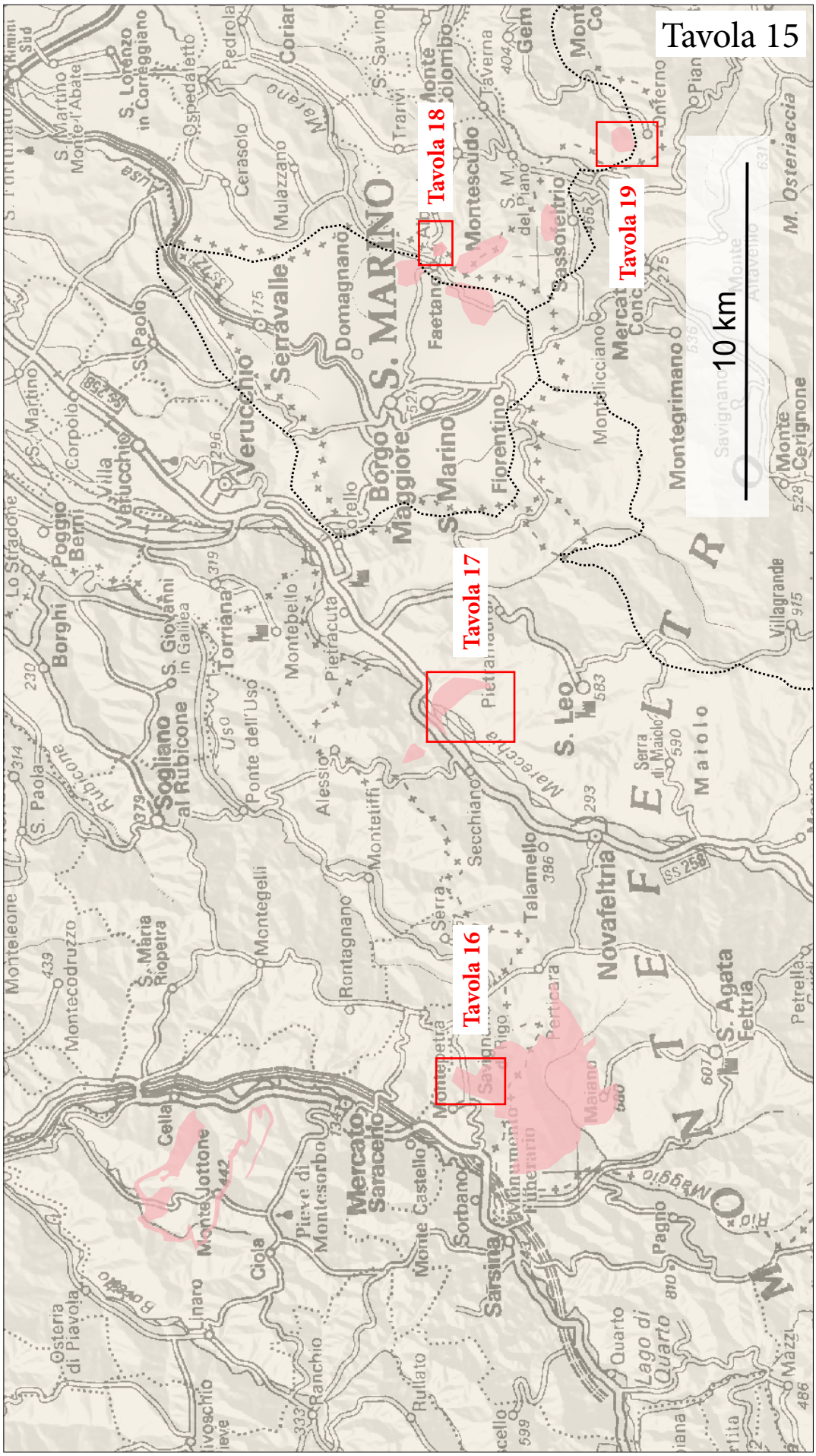


Tavola 15
Tavola 16
Tavola 17
Tavola 18
Tavola 19
10 km
S. MARINO
Montescudo
Borgo Maggiore
S. Marino
Serravalle
Domagnano
Verucchio
Torriana
Sogliano al Rubicone
Montegelli
Mercato Saraceno
Sarsina
Novafeltria
Talamello
S. Leo
Montegrimano
Sassofeltrio
Fiorentino
Faetano
Montecodruzzo
Montelicciano
Villagrande
Monte Cerignone
M. Osteriaccia
Rubicone
Uso
Marecchia
Savignano
Rio Maggio
Lago di Quarto
Quarto
Pagno
Maiano
Perticara
Monte Castello
Sorbano
Monte Jottone
Cella
Ciola
Linaro
Ranchio
Rullato
Osteria di Piavola
Monteleone
S. Paola
Borghi
Poggio Berni
Villa Verucchio
Corpolo
S. Martino
Lo Stradone
Montebello
Pietracuta
Alessio
Montetiffi
Rontagnano
Secchiano
Serra
Pietrarubbia
Maiolo
Serra di Maiolo
Petrella
S. Agata Feltria
Mazzi
Pieve di Montesorbo
Monumento Funerario
Montepetra
Savignano
Rigo
Ponte dell'Uso
Torriana
S. Giovanni in Galilea
S. Maria Riopetra
S. Lorenzo in Correggiano
S. Martino Monte l'Abate
Ospedaletto
Pedrola
Cerasolo
Mulazzano
Coriano
S. Savino
Trarivi
Monte Colombo
Taverna
Gemmano
Montecoparo
Onferno
Pian
Montegrimano
Mercato Conc
S. M. del Piano
Sassofeltrio
Faetano
Fiorentino
Montelicciano
Domagnano
Serravalle
Verucchio
Borgo Maggiore
S. Marino
Montescudo
Mulazzano
Cerasolo
Ospedaletto
Pedrola
Coriano
S. Lorenzo in Correggiano
S. Martino Monte l'Abate
S. Fortunato
Rimini Sud
Marano
Ausa
SS 258
Villa Verucchio
Poggio Berni
Borghi
Lo Stradone
S. Paola
Montecodruzzo
Montegelli
Rontagnano
Montetiffi
Alessio
Pietracuta
Montebello
Torriana
S. Giovanni in Galilea
Sogliano al Rubicone
Rubicone
Uso
Ponte dell'Uso
Secchiano
Serra
Talamello
Novafeltria
S. Leo
Villagrande
Maiolo
Serra di Maiolo
Marecchia
Petrella
S. Agata Feltria
Perticara
Maiano
Savignano
Rigo
Monumento Funerario
Montepetra
Sorbano
Monte Castello
Sarsina
Mercato Saraceno
Pieve di Montesorbo
Cella
Monte Jottone
Ciola
Linaro
Ranchio
Rullato
Osteria di Piavola
Quarto
Lago di Quarto
Pagno
Rio Maggio
Mazzi
Savignano
Monte Cerignone
M. Osteriaccia
Montelicciano
Montegrimano
Mercato Conc
Sassofeltrio
S. M. del Piano
Faetano
Fiorentino
Montescudo
Monte Colombo
Taverna
Gemmano
Montecoparo
Onferno
Pian
Trarivi
S. Savino
Coriano
Pedrola
Ospedaletto
S. Lorenzo in Correggiano
S. Martino Monte l'Abate
S. Fortunato
Rimini Sud
Marano
Ausa
SS 258
Villa Verucchio
Poggio Berni
Borghi
Lo Stradone
S. Paola
Montecodruzzo
Montegelli
Rontagnano
Montetiffi
Alessio
Pietracuta
Montebello
Torriana
S. Giovanni in Galilea
Sogliano al Rubicone
Rubicone
Uso
Ponte dell'Uso
Secchiano
Serra
Talamello
Novafeltria
S. Leo
Villagrande
Maiolo
Serra di Maiolo
Marecchia
Petrella
S. Agata Feltria
Perticara
Maiano
Savignano
Rigo
Monumento Funerario
Montepetra
Sorbano
Monte Castello
Sarsina
Mercato Saraceno
Pieve di Montesorbo
Cella
Monte Jottone
Ciola
Linaro
Ranchio
Rullato
Osteria di Piavola
Quarto
Lago di Quarto
Pagno
Rio Maggio
Mazzi
Savignano
Monte Cerignone
M. Osteriaccia
Montelicciano
Montegrimano
Mercato Conc
Sassofeltrio
S. M. del Piano
Faetano
Fiorentino
Montescudo
Monte Colombo
Taverna
Gemmano
Montecoparo
Onferno
Pian
Trarivi
S. Savino
Coriano
Pedrola
Ospedaletto
S. Lorenzo in Correggiano
S. Martino Monte l'Abate
S. Fortunato
Rimini Sud
Marano
Ausa
SS 258
Villa Verucchio
Poggio Berni
Borghi
Lo Stradone
S. Paola
Montecodruzzo
Montegelli
Rontagnano
Montetiffi
Alessio
Pietracuta
Montebello
Torriana
S. Giovanni in Galilea
Sogliano al Rubicone
Rubicone
Uso
Ponte dell'Uso
Secchiano
Serra
Talamello
Novafeltria
S. Leo
Villagrande
Maiolo
Serra di Maiolo
Marecchia
Petrella
S. Agata Feltria
Perticara
Maiano
Savignano
Rigo
Monumento Funerario
Montepetra
Sorbano
Monte Castello
Sarsina
Mercato Saraceno
Pieve di Montesorbo
Cella
Monte Jottone
Ciola
Linaro
Ranchio
Rullato
Osteria di Piavola
Quarto
Lago di Quarto
Pagno
Rio Maggio
Mazzi

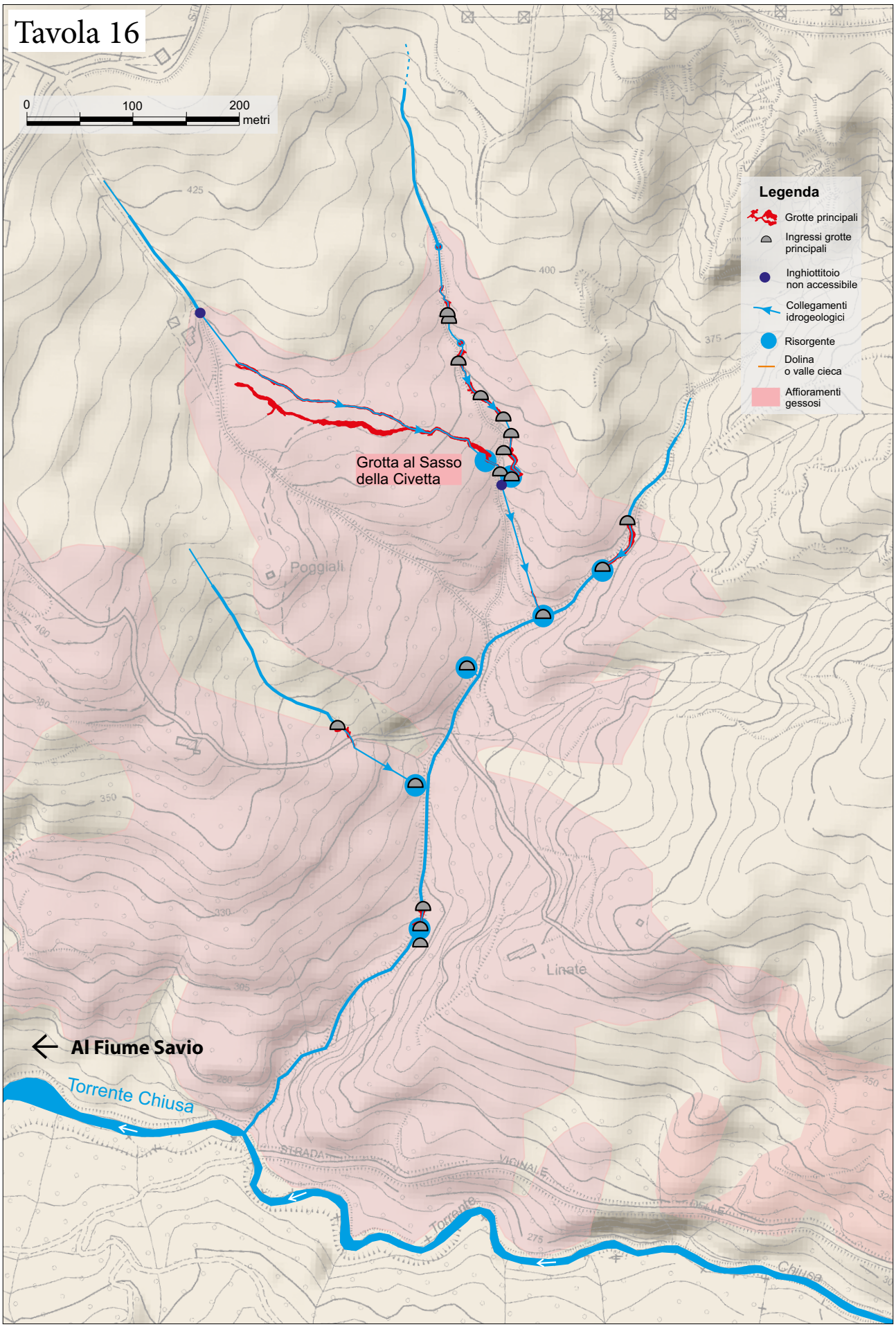


Tavola 16
0
100
200
metri
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Inghiottitoio non accessibile
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi
Grotta al Sasso della Civetta
Poggiali
Linate
Al Fiume Savio
Torrente Chiusa
STRADA
VICINALE
DELLE
Torrente
Chiusa

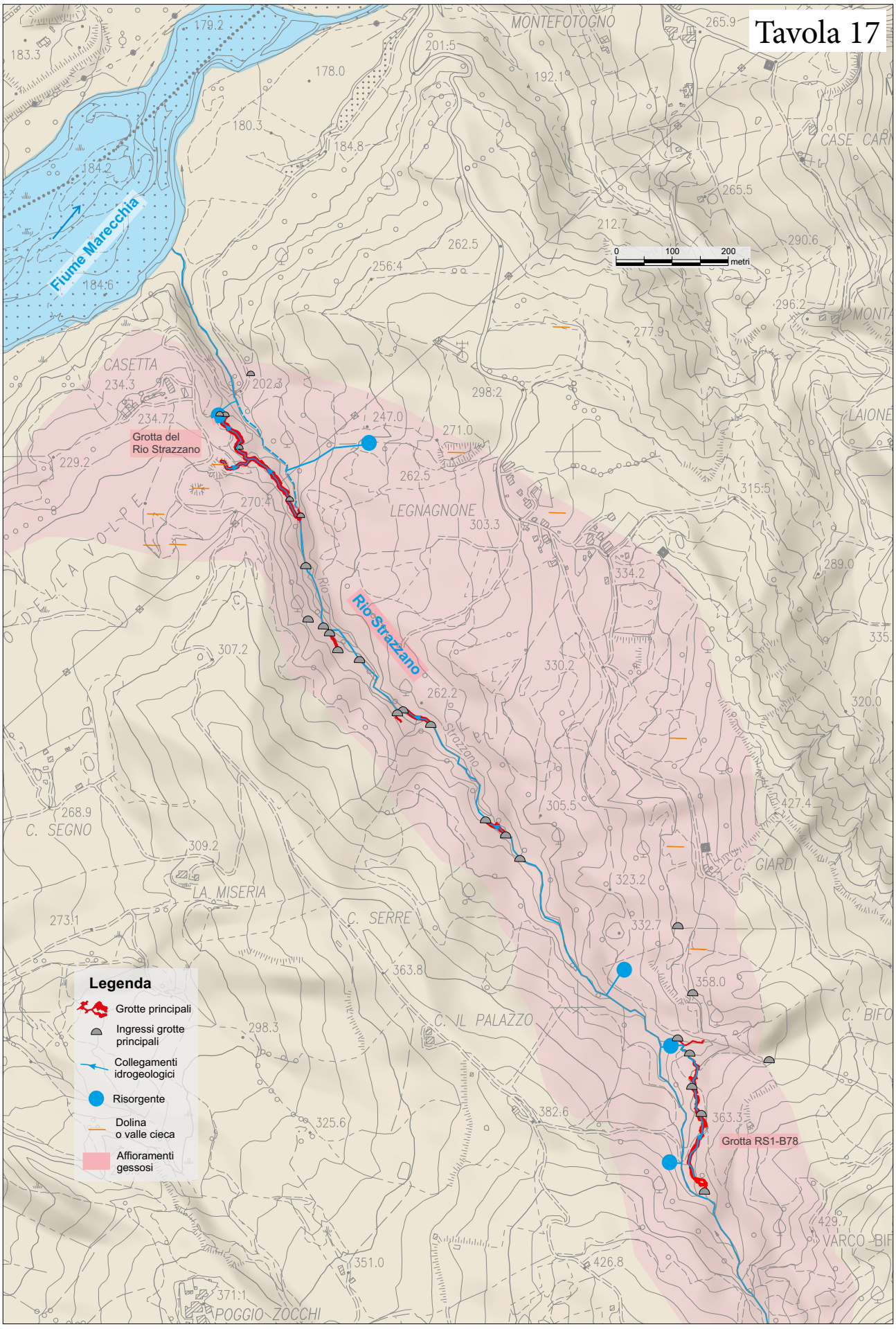


Tavola 17
Fiume Marecchia
Grotta del
Rio Strazzano
Rio Strazzano
Grotta RS1-B78
MONTEFOTOGNO
CASETTA
LEGNAGNONE
C. SEGNO
LA MISERIA
C. SERRE
C. IL PALAZZO
C. GIARDI
POGGIO ZOCCHI
0
100
200
metri
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi

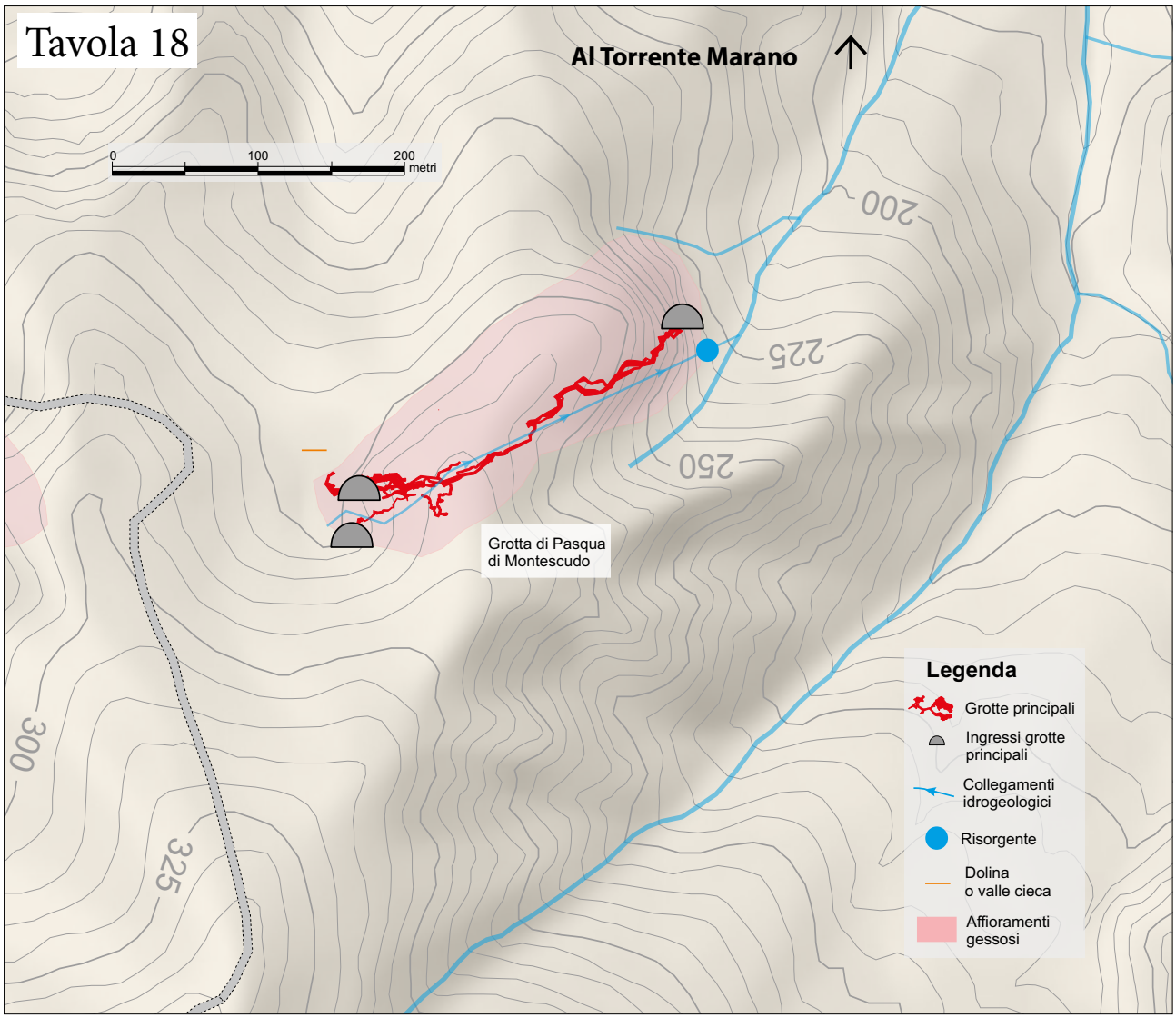


Tavola 18
Al Torrente Marano
0
100
200
metri
200
225
250
300
325
Grotta di Pasqua
di Montescudo
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi

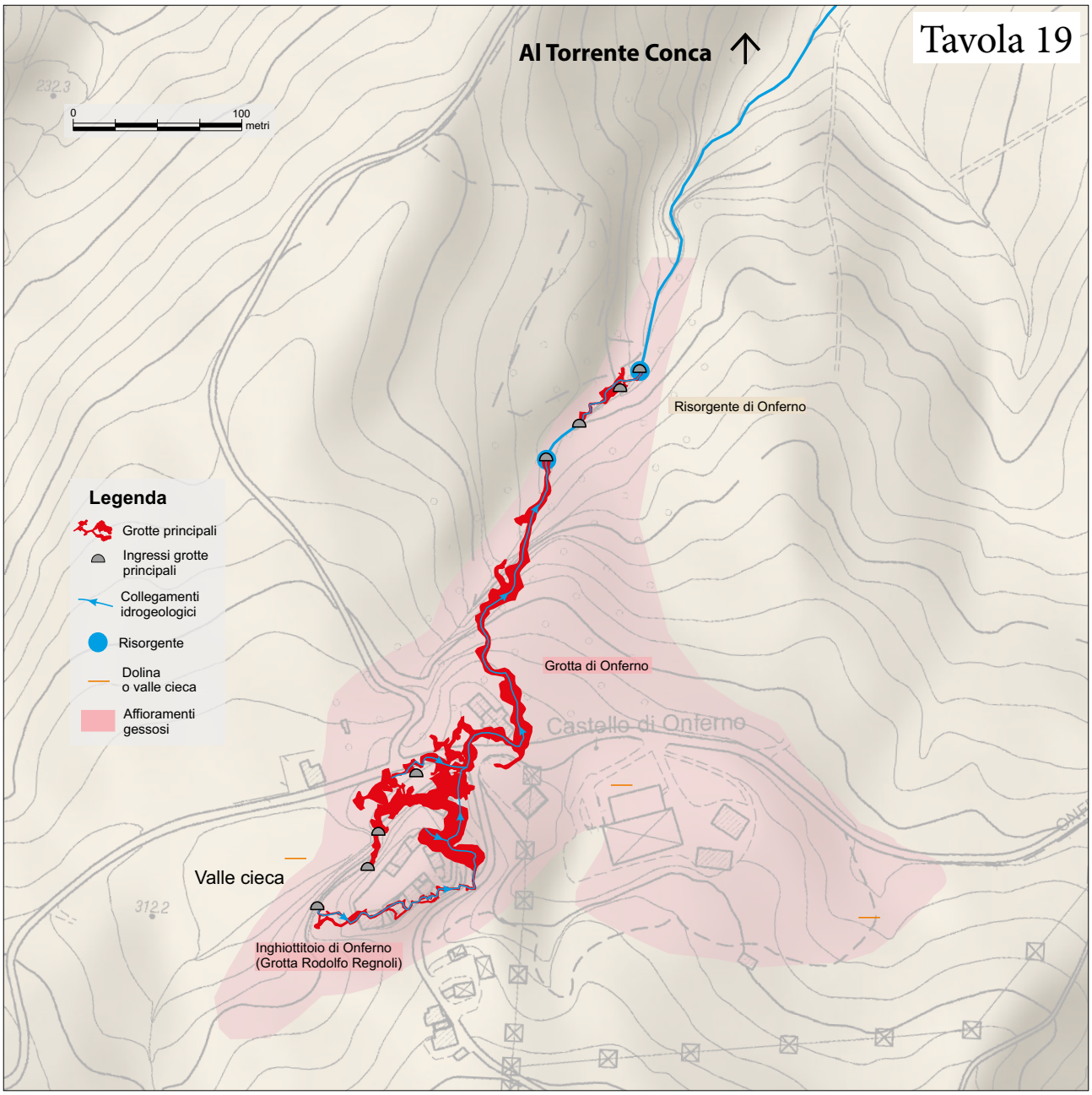
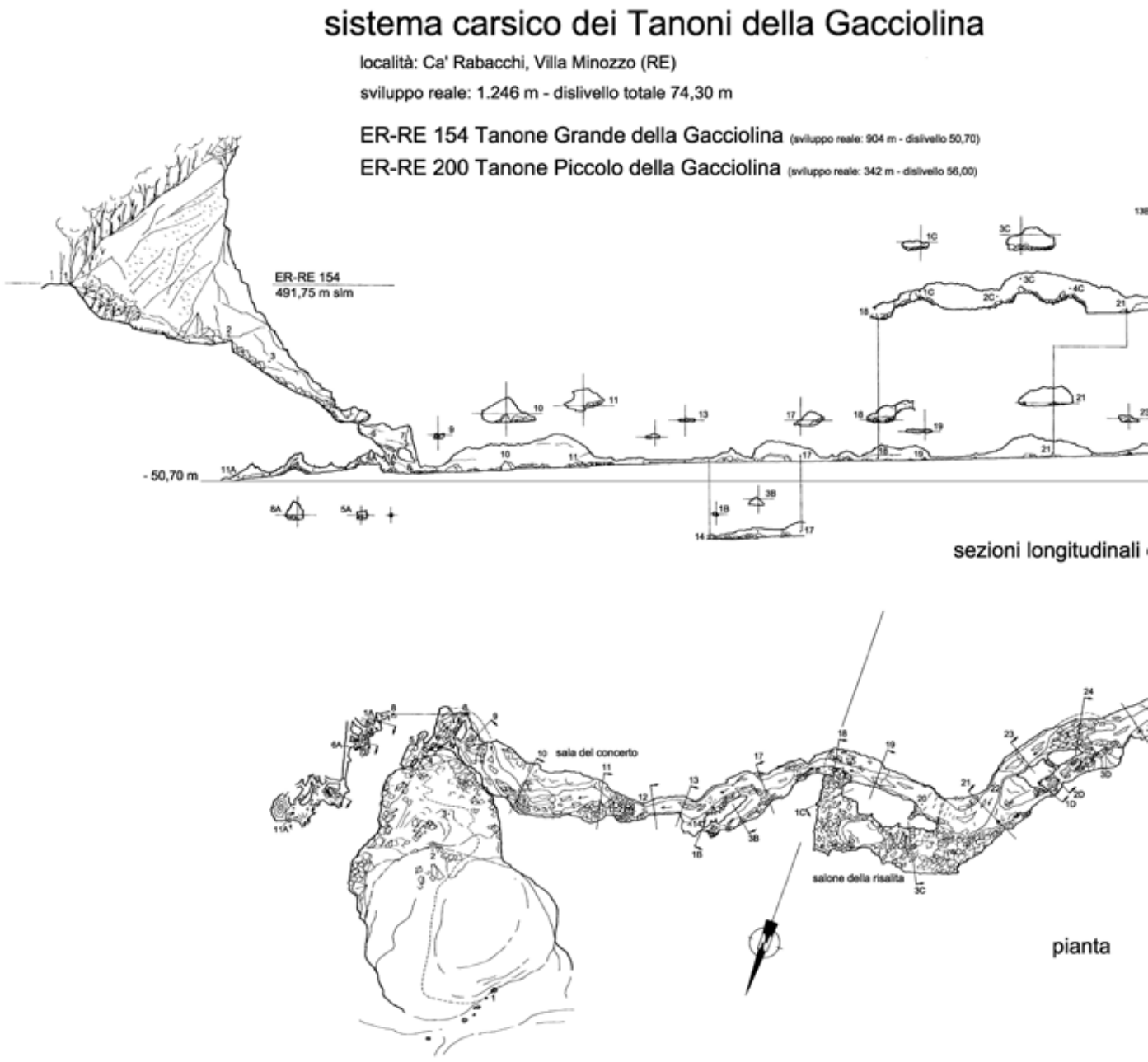
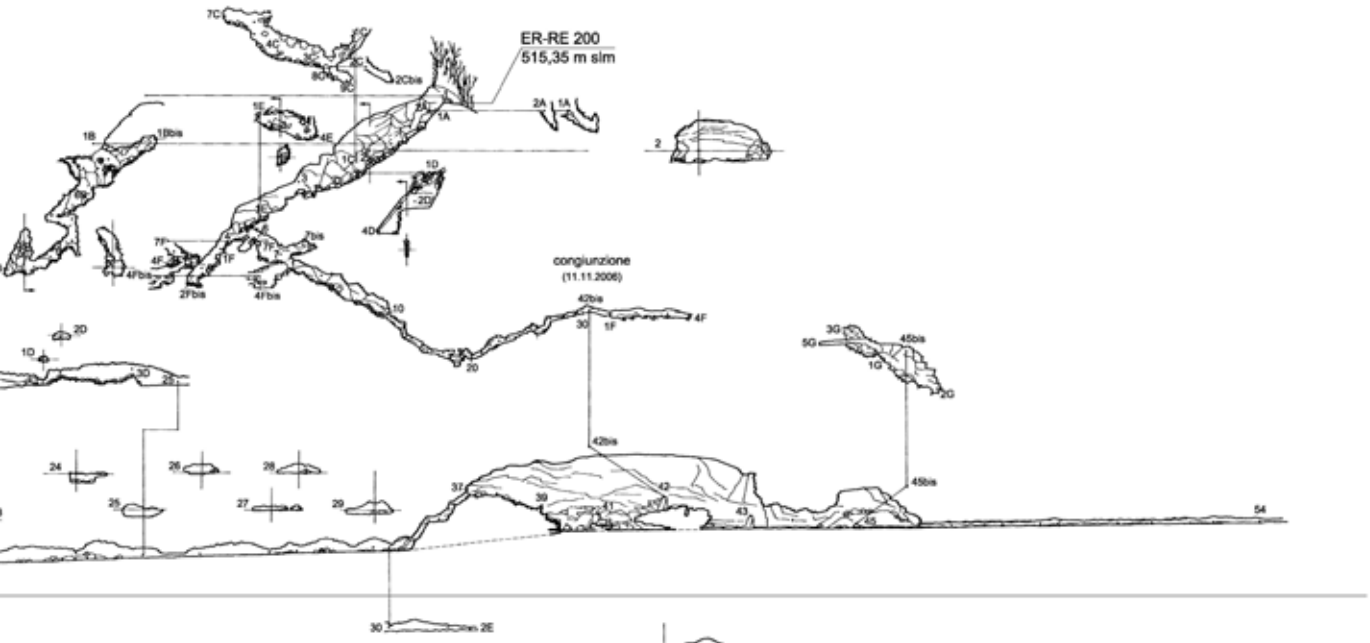


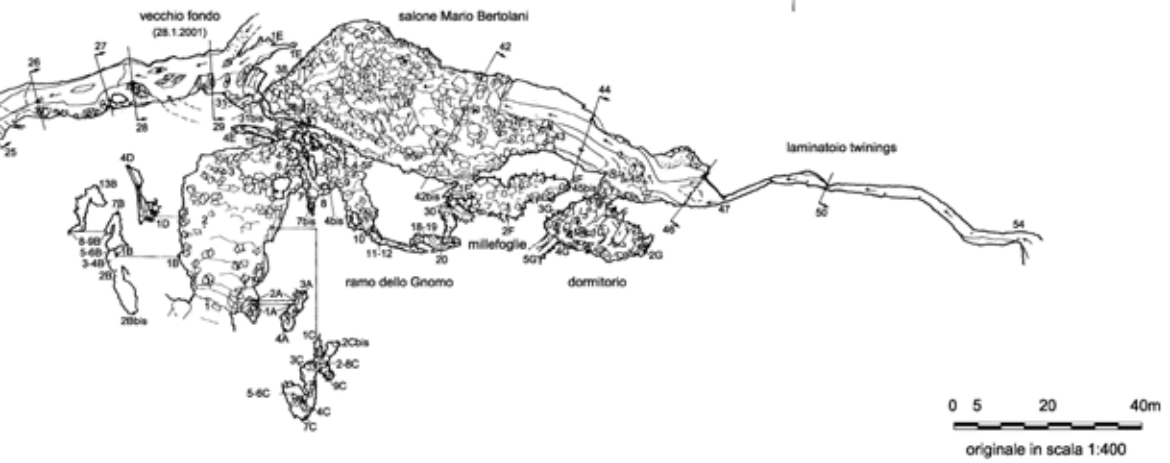
Tavola 19
Al Torrente Conca
0
100
metri
Legenda
Grotte principali
Ingressi grotte principali
Collegamenti idrogeologici
Risorgente
Dolina o valle cieca
Affioramenti gessosi
Risorgente di Onferno
Grotta di Onferno
Castello di Onferno
Valle cieca
Inghiottitoio di Onferno
(Grotta Rodolfo Regnoli)

Tavola 20


sistema carsico dei Tanoni della Gacciolina
località: Ca' Rabacchi, Villa Minozzo (RE)
sviluppo reale: 1.246 m - dislivello totale 74,30 m
ER-RE 154 Tanone Grande della Gacciolina (sviluppo reale: 904 m - dislivello 50,70)
ER-RE 200 Tanone Piccolo della Gacciolina (sviluppo reale: 342 m - dislivello 56,00)
ER-RE 154
491,75 m slm
- 50,70 m
sezioni longitudinali
sala del concerto
salone della risalita
pianta

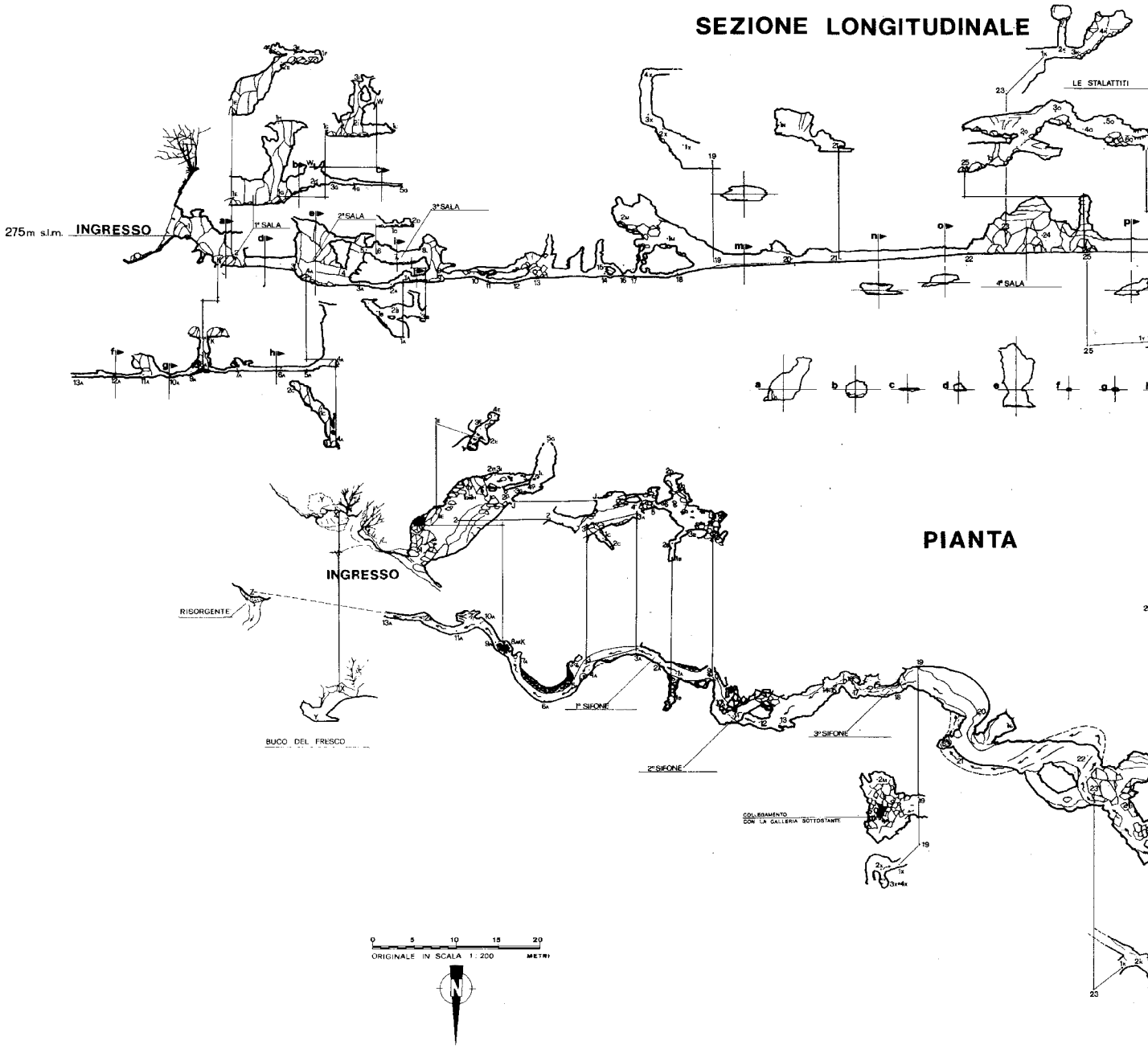


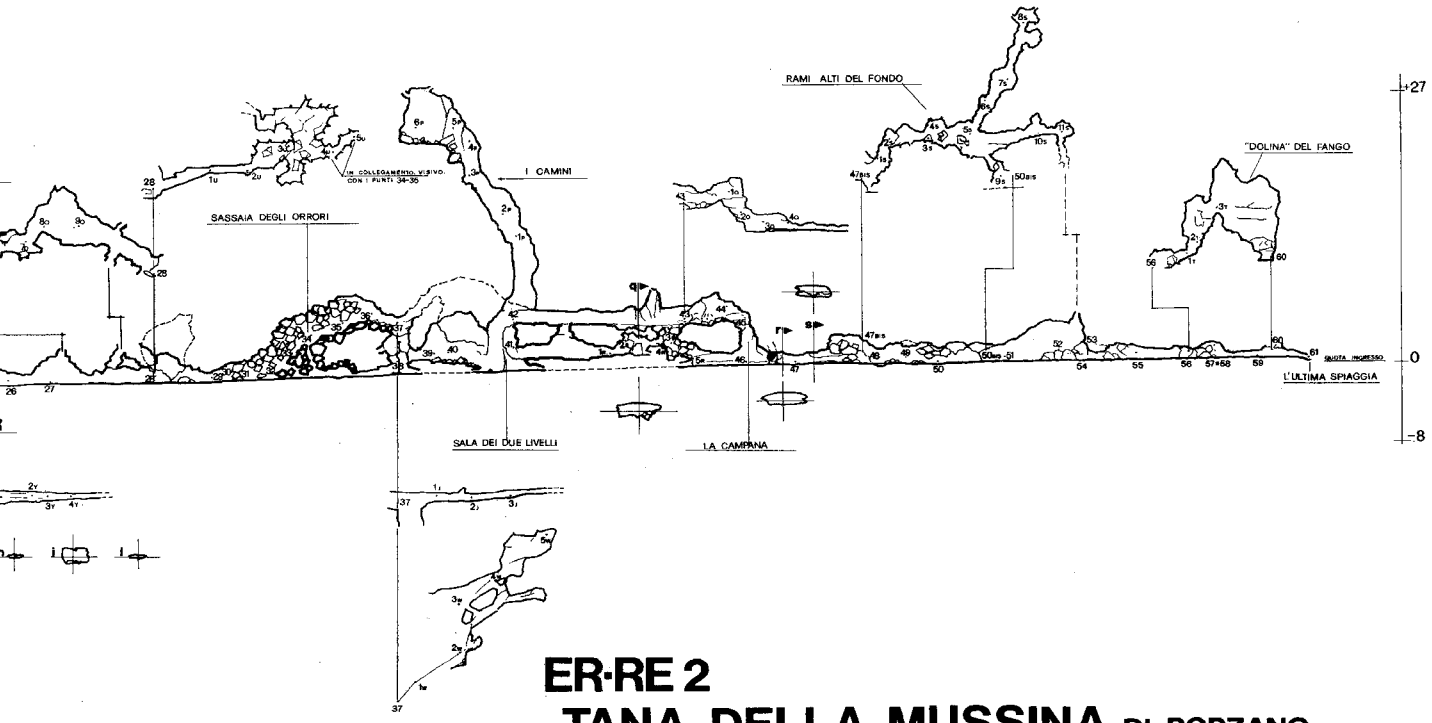
e trasversali



rilievo GSPGC (1984-2008) - disegno: A. Davoli, W. Formella, M. Malvini

Tavola 21


SEZIONE LONGITUDINALE
275m s.l.m.
INGRESSO
1° SALA
2° SALA
3° SALA
4° SALA
LE STALATTITI
PIANTA
INGRESSO
RISORGENTE
BUCO DEL FRESCO
1° SIFONE
2° SIFONE
3° SIFONE
COLLEGAMENTO CON LA GALLERIA SOTTOSTANTE
0 5 10 15 20
ORIGINALE IN SCALA 1:200
METRI
N



ER·RE 2
TANA DELLA MUSSINA DI BORZANO

- **LOC. BORZANO (ALBINEA)**
- **svil. 727** • **disl. -8 +27** • **quota 275 slm**
- **rilievo: G.S.P.G.C. 1983/1998**
- **disegno:** FORMELLA W. CATELLANI C. BARBIERI M.

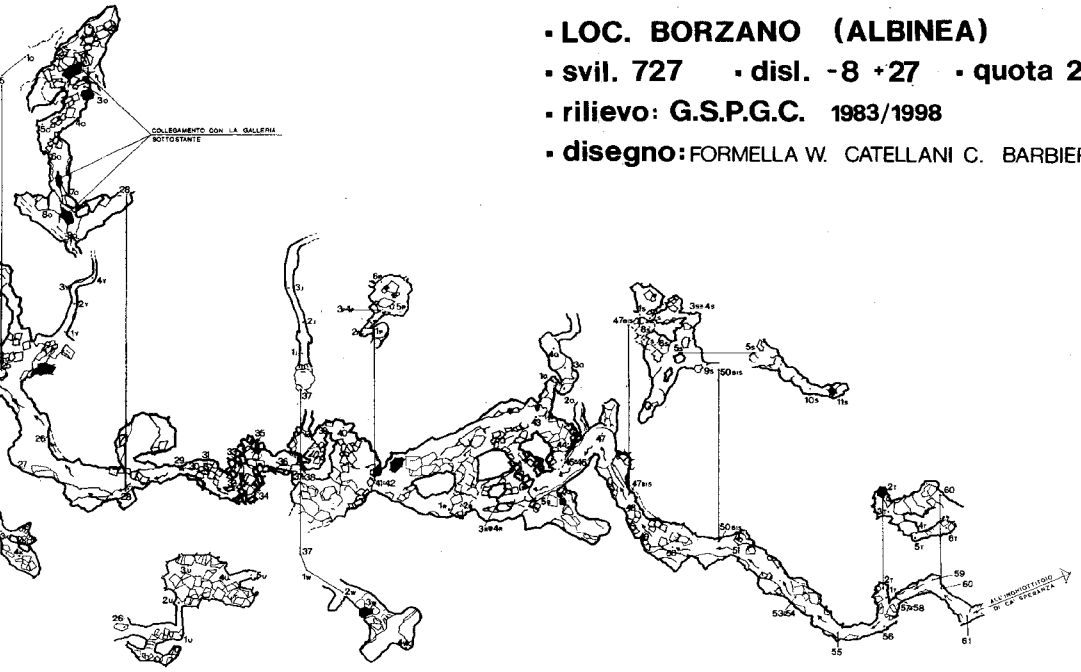
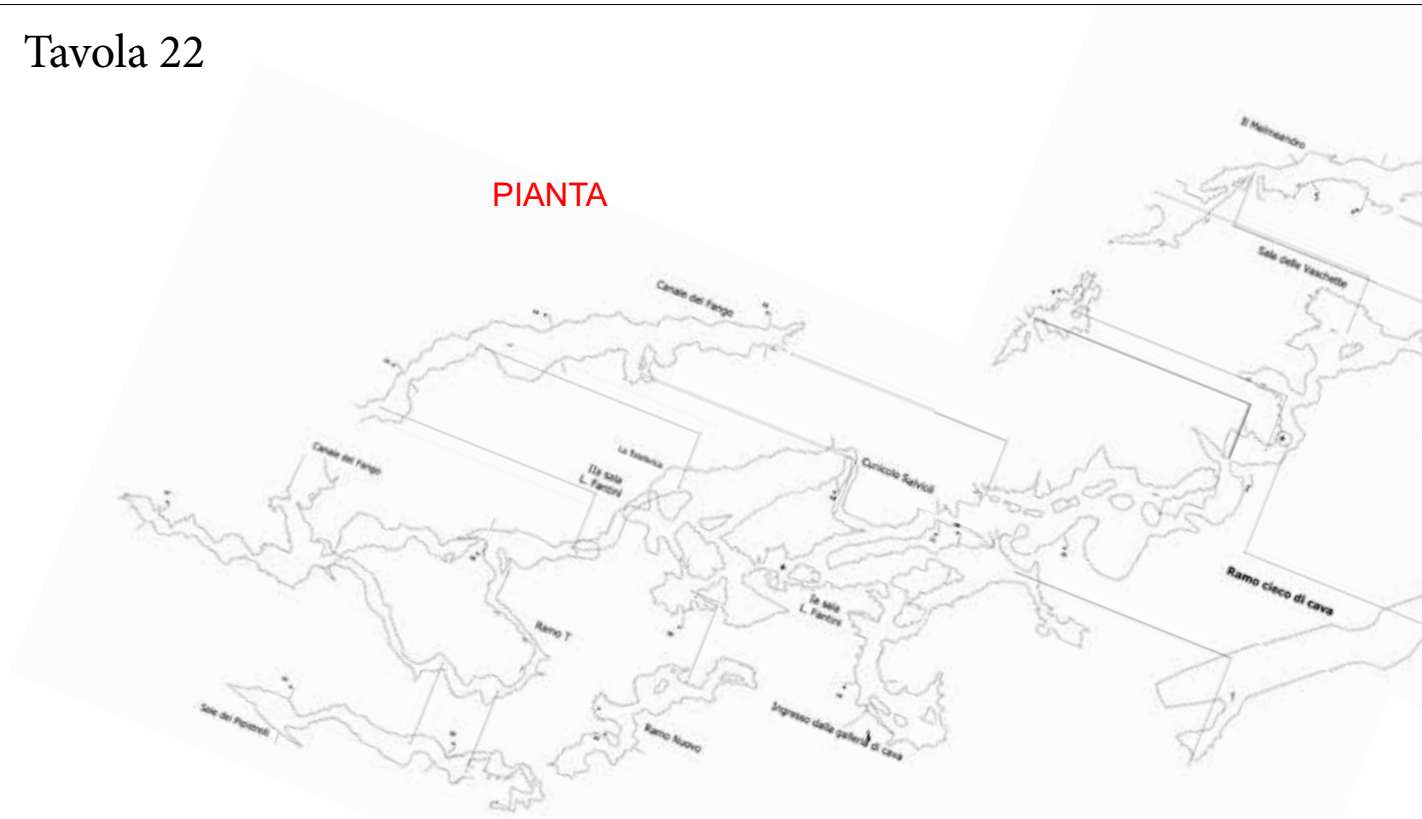
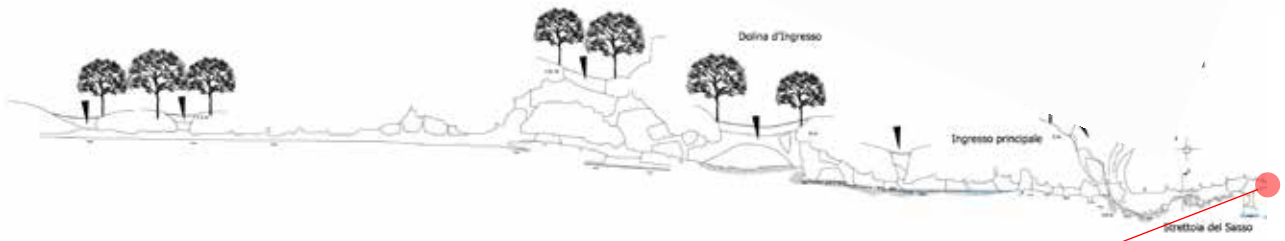


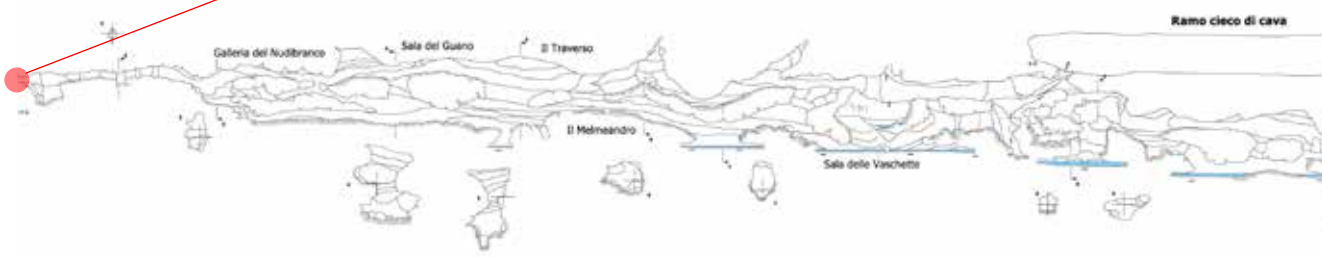
Tavola 22

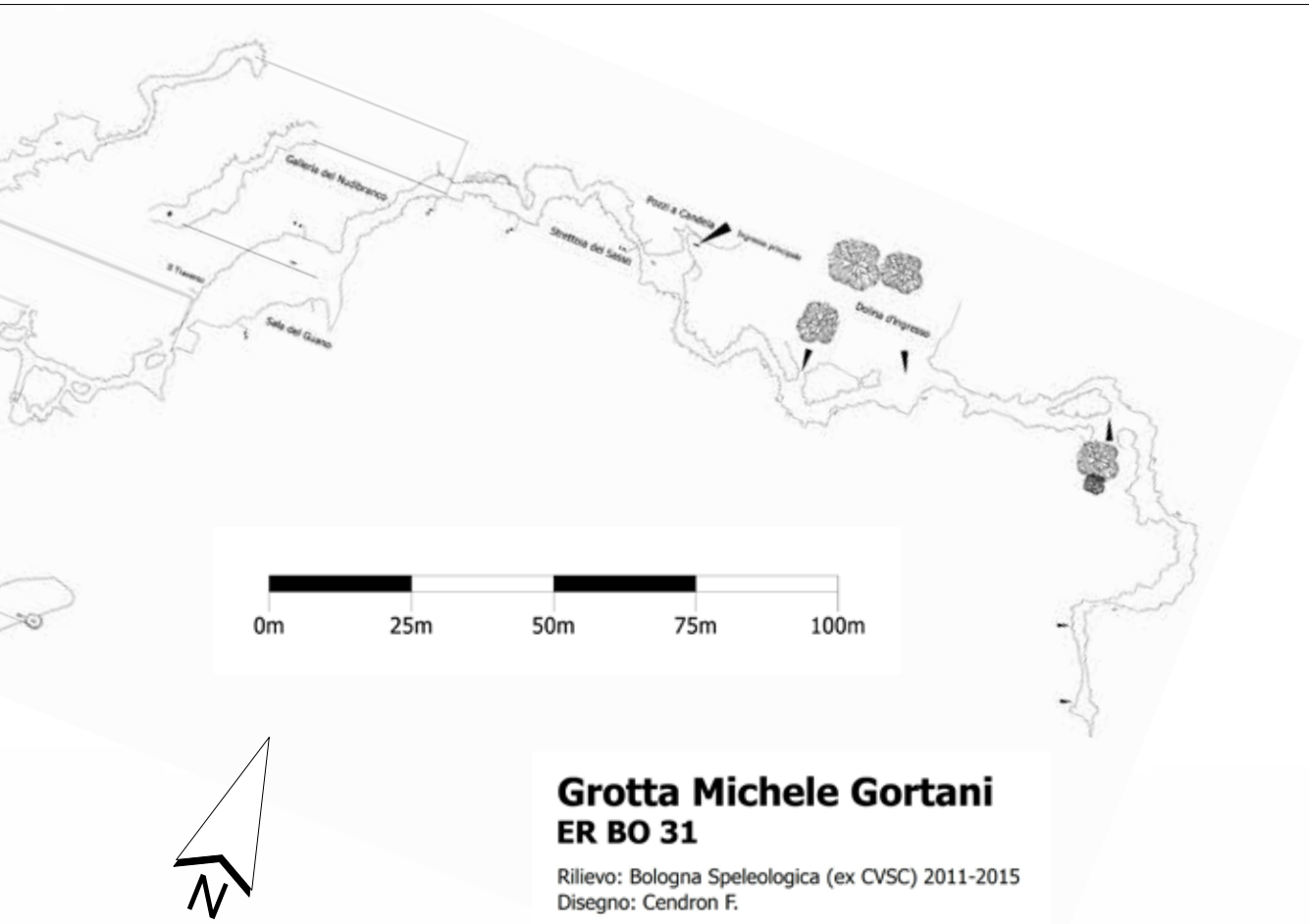
PIANTA





SEZIONE





Grotta Michele Gortani
ER BO 31

Rilievo: Bologna Speleologica (ex CVSC) 2011-2015
Disegno: Cendron F.

Sviluppo spaziale: 2185 m
Sviluppo planimetrico: 1952 m
Dislivello totale: 54 m
Dislivello positivo: 28 m
Dislivello negativo: 26 m

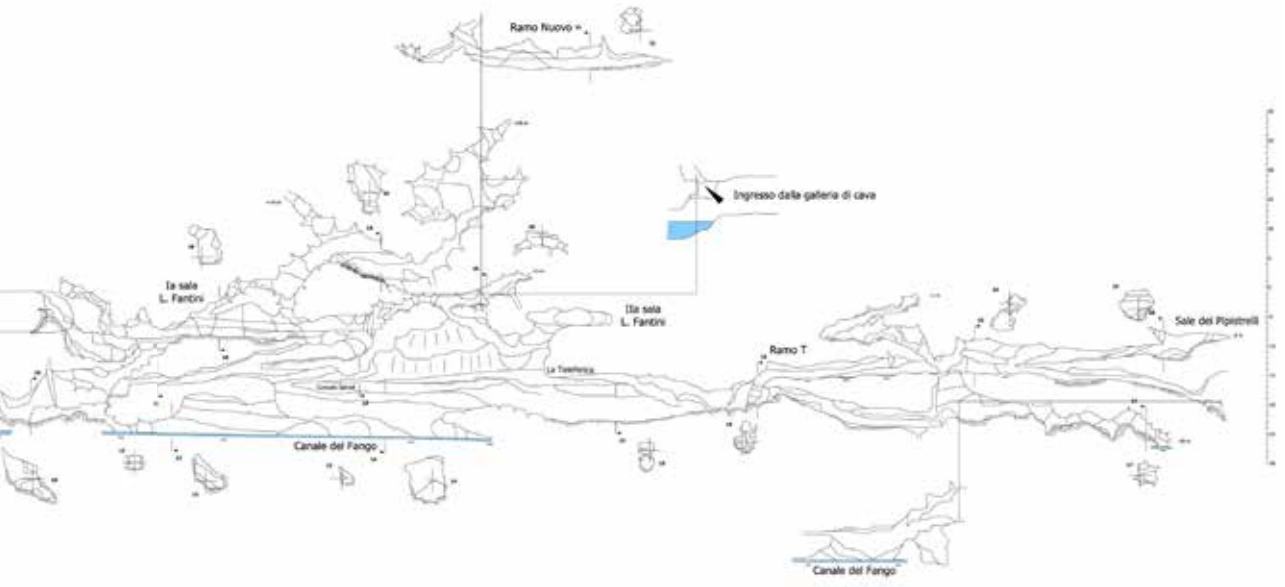
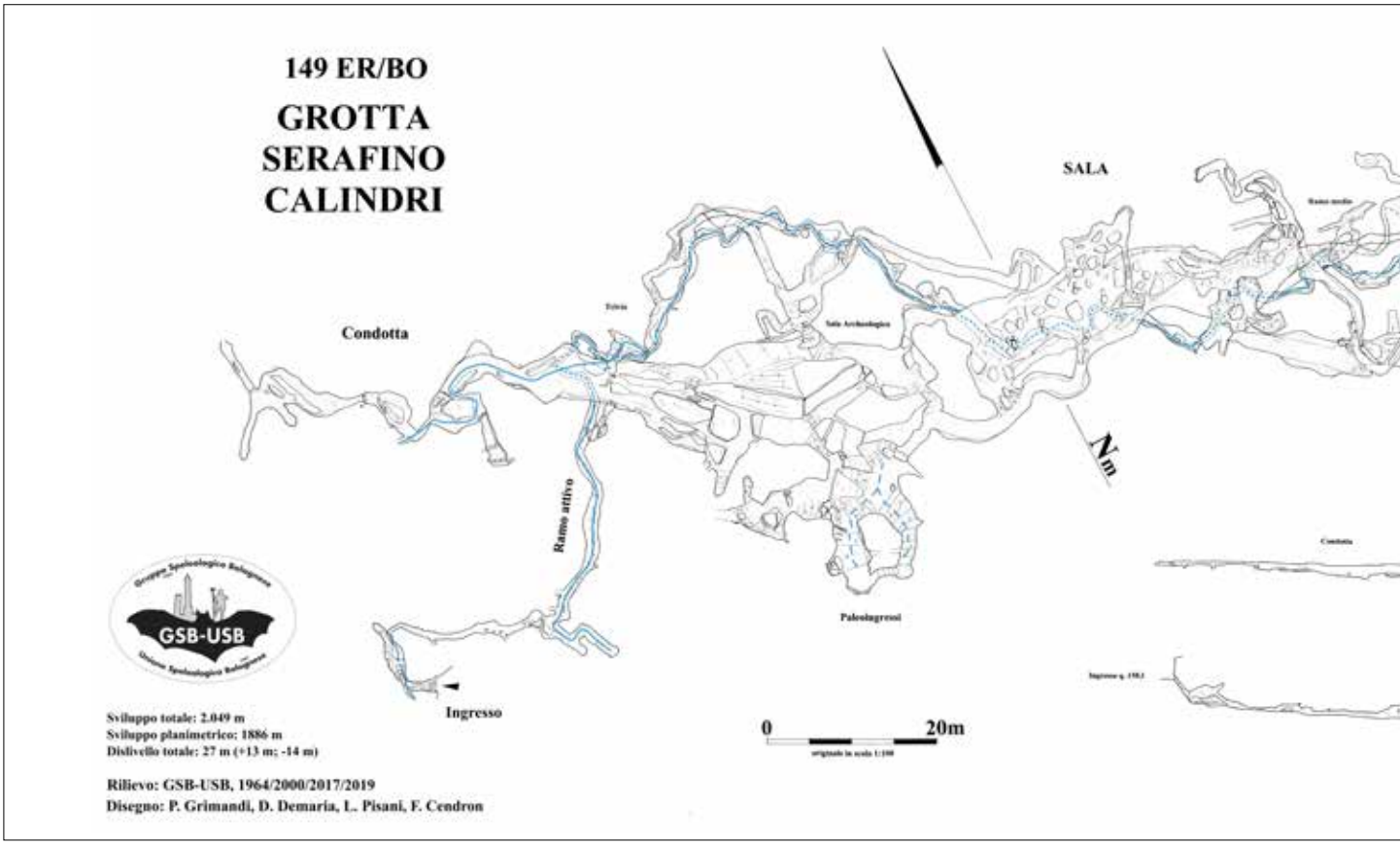


Tavola 23


Sistema Acquafredda - Spipola - Prete Santo
rilievo GSB - USB
Gruppo Speleologico Bolognese
Unione Speleologica Bolognese
GSB-USB
Inghiottitoio dell' Acquafredda
Pozzo presso il Pozzo di S. Antonio (PPP)
Ingresso
Ramo vecchio
Via di frana
1ª Sala
Acquafredda
Sala Jonni
Acquafredda
Sala dimenticata
la staffa
Sala delle radici
Ramo 20 B
Sala Acquafredda
Sala dei Tre
Sala dei Cristalli
Sala Due Scale
Sala del caviale
Sala degli strati a cipolla
Sala della Palladiana
P.P.P. 1987
Sala dei Massi Franati
Rio Nuovo
Sala del Fantasma
Saletta Spipola
Sala del Caos
Rio Croara
Condotta delle Meraviglie
Condotta dei Nabatei
Il Calvario
Sala Floriana
Saletta del Cinturone
Sala Fantini
Sala Trebbi
Buco dei Buoi
Livello Superiore
Ingresso
Confluenza Pozzo delle Pisoliti (?)
Crepa Orsoni
Sala Pala
Sala Gabriella
Ingresso artificiale 1935
Ramo Lugatti - Zuffa
Ramo delle Ossa
Camino Primerano


149 ER/BO
GROTTA
SERAFINO
CALINDRI
SALA
Condotta
Ramo attivo
Paleoingressi
Nm
GSB-USB
Ingresso
0
20m
Sviluppo totale: 2.049 m
Sviluppo planimetrico: 1886 m
Dislivello totale: 27 m (+13 m; -14 m)
Rilievo: GSB-USB, 1964/2000/2017/2019
Disegno: P. Grimandi, D. Demaria, L. Pisani, F. Cendron



Cavità che compongono il Sistema Acquafredda - Spipola - Prete Santo:

Inghiottitoio dell' Acquafredda 3 ER BO 1988/1993 (M. Fabbri, G. Rodolfi)
Risorgente dell' Acquafredda 4 ER BO 1996 (P. Grimandi, D. Demaria)
Grotta della Spipola 5 ER BO 1979/1985 (P. Grimandi, M. Fabbri)
Buco dei Buoi 29 ER BO (F. De Grande, A. Zanna)
Buco del Prete Santo 275 ER BO 1988 (D. Demaria, N. Lembo, G. Longhi)
Pozzo presso il Pozzo di Sant'Antonio 276 ER BO (F. De Grande, A. Zanna)
Buco del Muretto 483 ER BO 1997 (D. Demaria, P. Grimandi, D. Odorici)

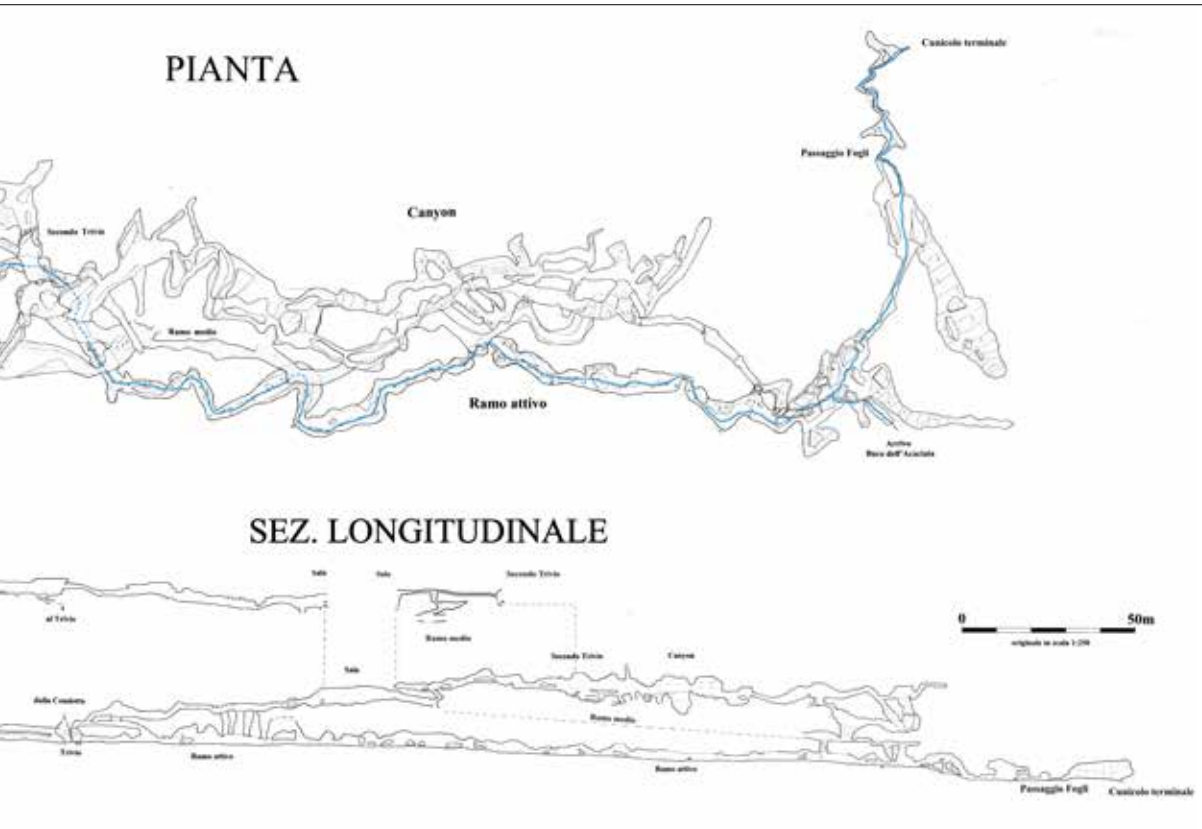
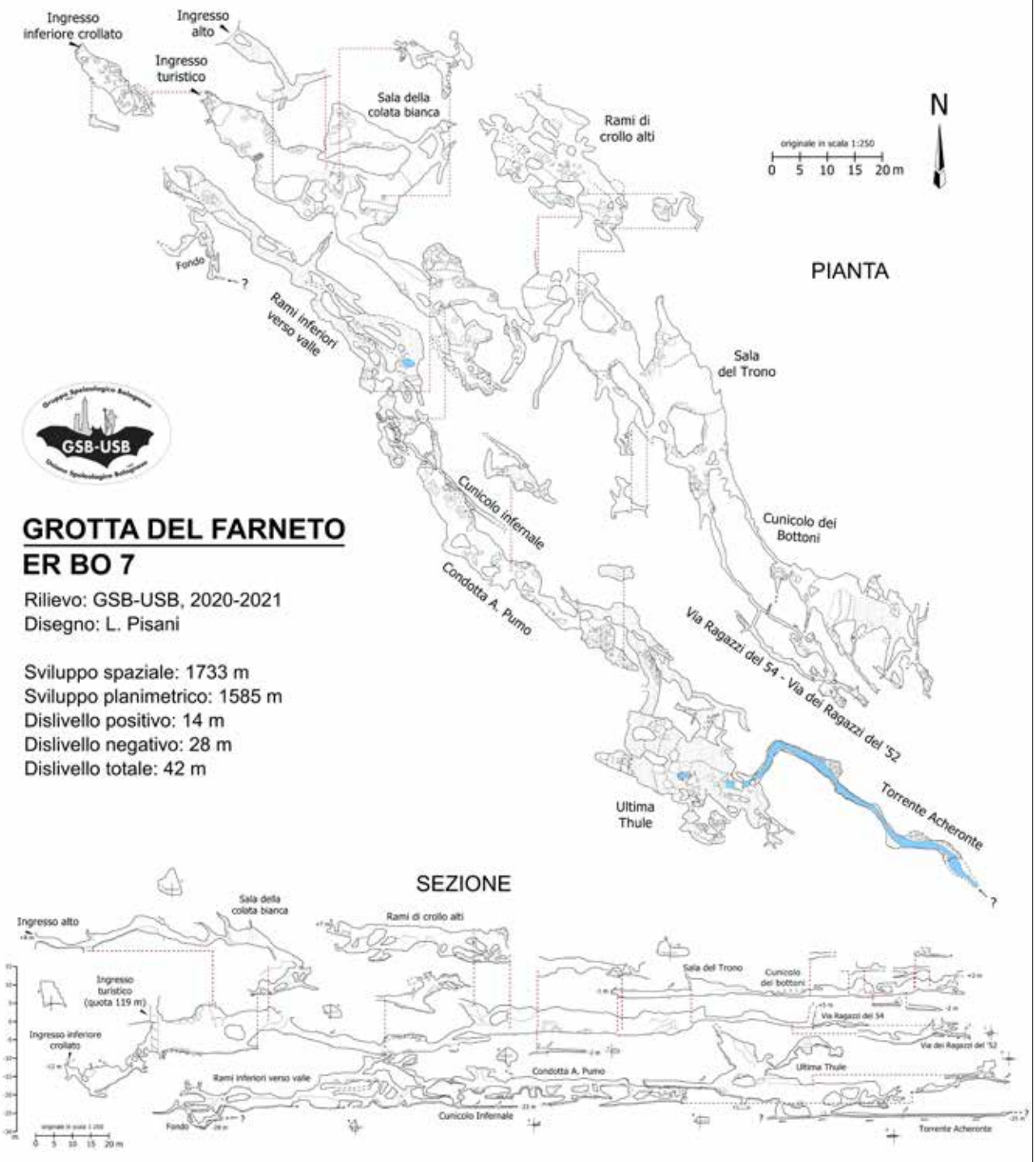
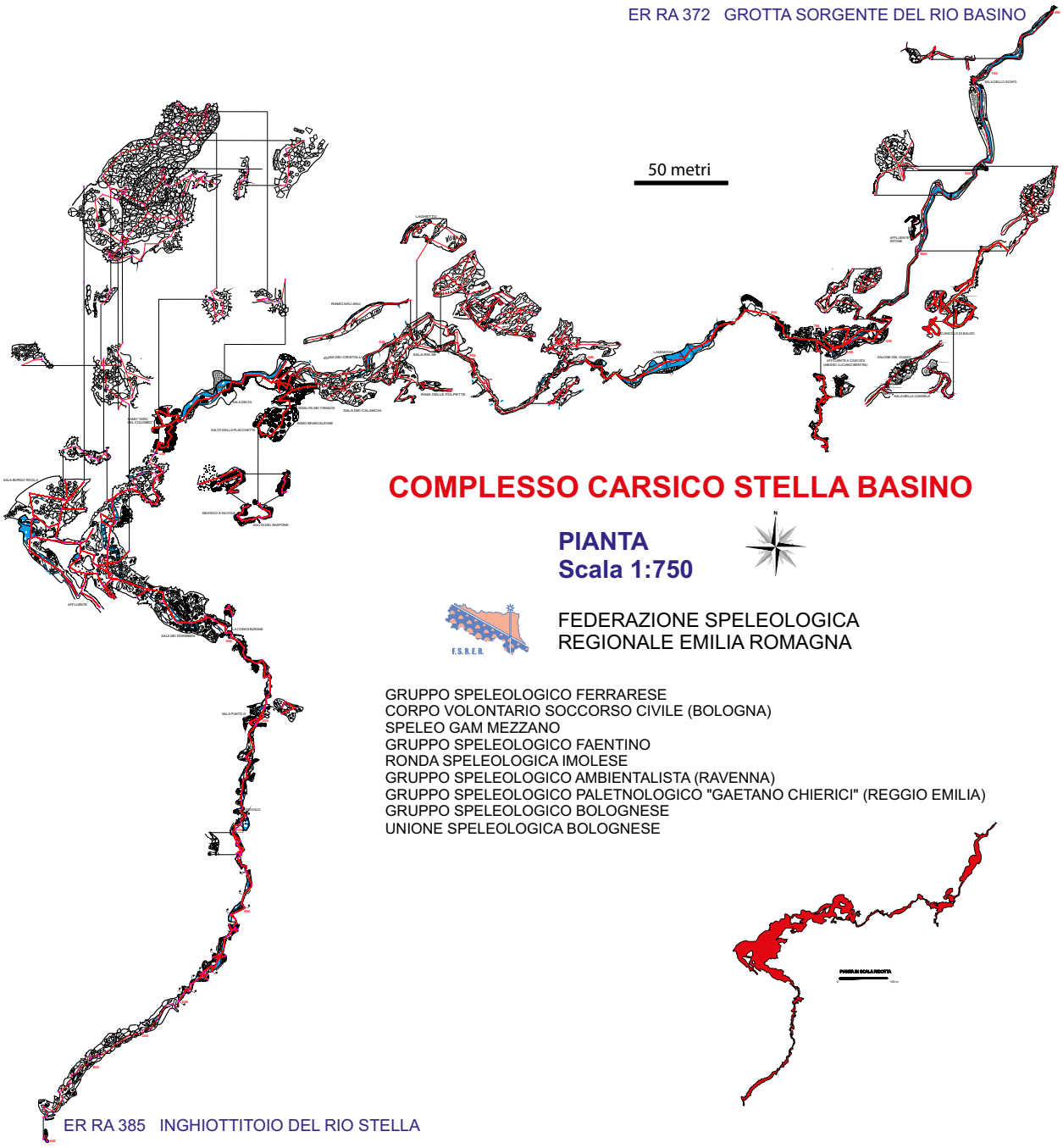


Tavola 24


Ingresso inferiore crollato
Ingresso alto
Ingresso turistico
Sala della colata bianca
Rami di crollo alti
originale in scala 1:250
0 5 10 15 20 m
N
PIANTA
Fondo
Rami inferiori verso valle
Sala del Trono
GSB-USB
GROTTA DEL FARNETO
ER BO 7
Rilievo: GSB-USB, 2020-2021
Disegno: L. Pisani
Sviluppo spaziale: 1733 m
Sviluppo planimetrico: 1585 m
Dislivello positivo: 14 m
Dislivello negativo: 28 m
Dislivello totale: 42 m
Cunicolo infernale
Condotta A. Purno
Cunicolo dei Bottoni
Via Ragazzi del 54 - Via dei Ragazzi del '52
Ultima Thule
Torrente Acheronte
SEZIONE
Ingresso alto
Sala della colata bianca
Rami di crollo alti
Ingresso turistico (quota 119 m)
Ingresso inferiore crollato
Rami inferiori verso valle
Fondo
Cunicolo Infernale
Condotta A. Purno
Sala del Trono
Cunicolo dei bottoni
Via Ragazzi del 54
Via dei Ragazzi del '52
Ultima Thule
Torrente Acheronte

ER RA 372 GROTTA SORGENTE DEL RIO BASINO



COMPLESSO CARSICO STELLA BASINO

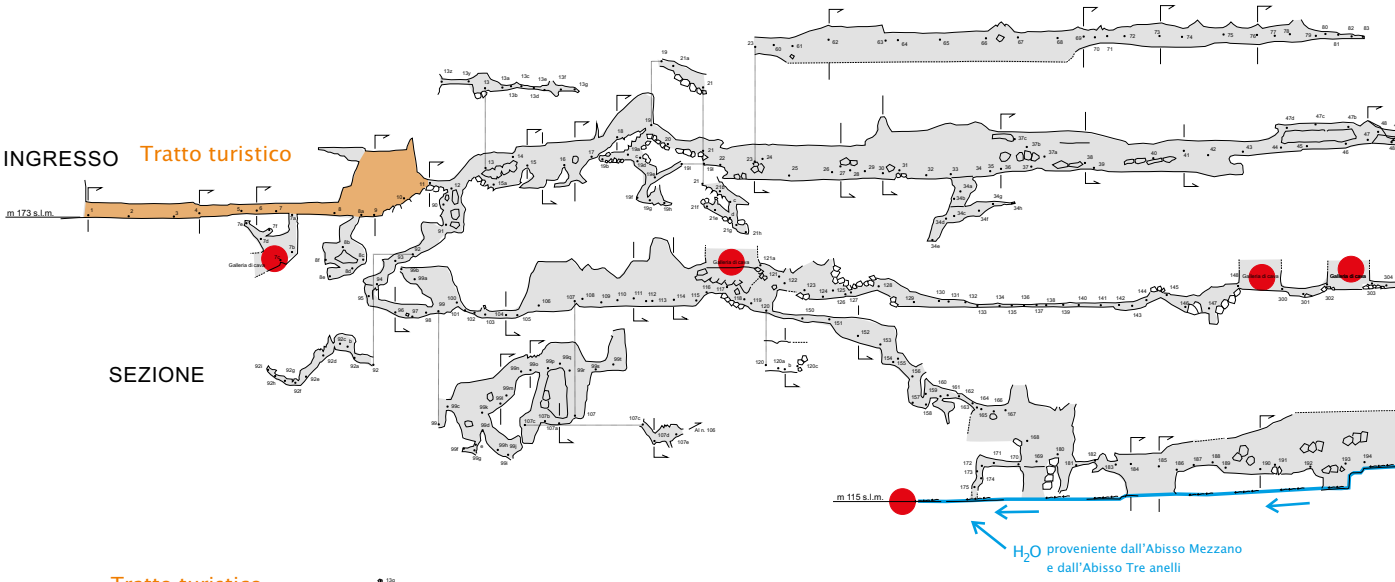
PIANTA
Scala 1:750

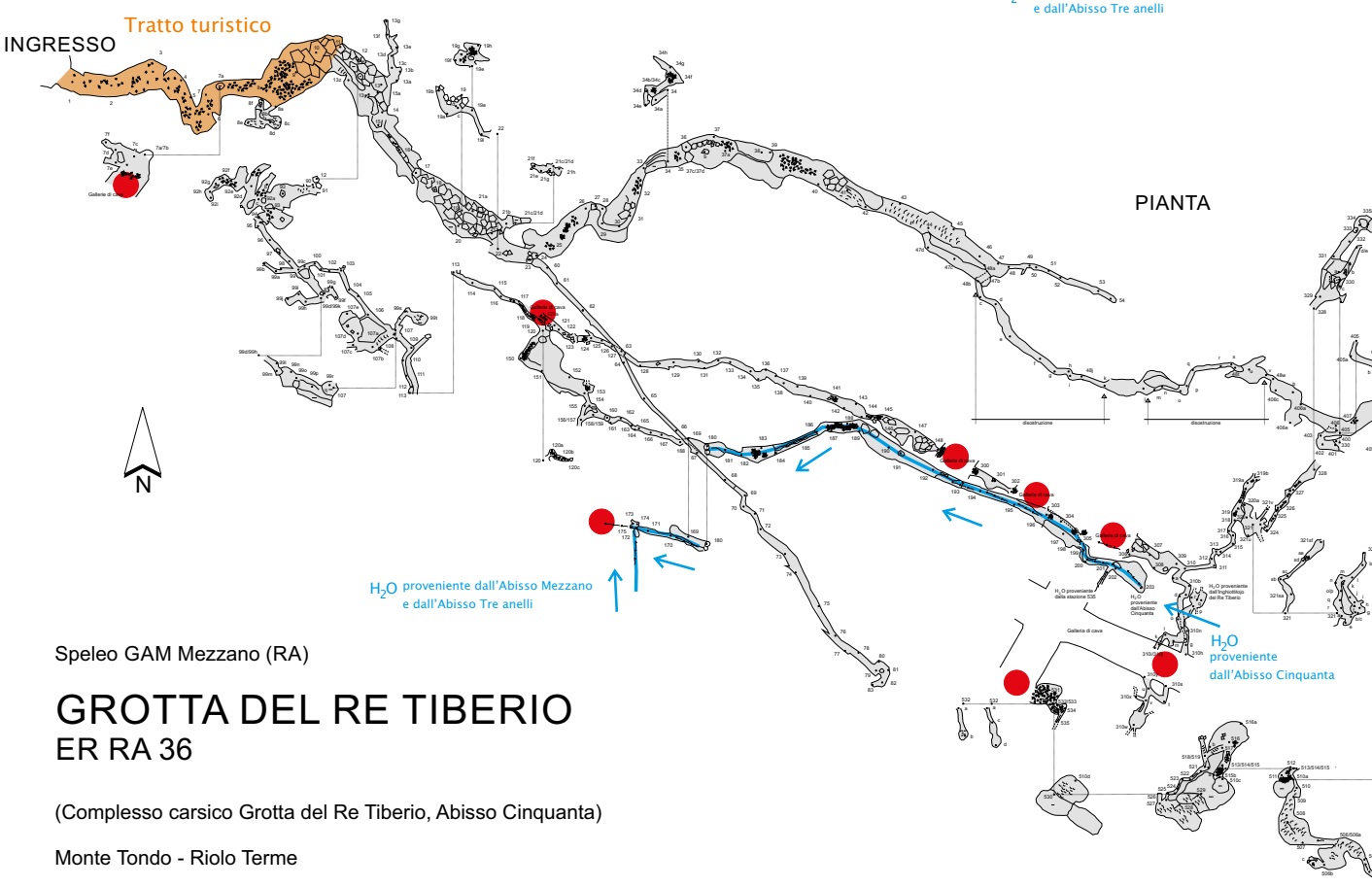
FEDERAZIONE SPELEOLOGICA
REGIONALE EMILIA ROMAGNA

GRUPPO SPELEOLOGICO FERRARESE
CORPO VOLONTARIO SOCCORSO CIVILE (BOLOGNA)
SPELEO GAM MEZZANO
GRUPPO SPELEOLOGICO FAENTINO
RONDA SPELEOLOGICA IMOLESE
GRUPPO SPELEOLOGICO AMBIENTALISTA (RAVENNA)
GRUPPO SPELEOLOGICO PALETNOLOGICO "GAETANO CHIERICI" (REGGIO EMILIA)
GRUPPO SPELEOLOGICO BOLOGNESE
UNIONE SPELEOLOGICA BOLOGNESE

ER RA 385 INGHIOTTITOIO DEL RIO STELLA

Tavola 26





Speleo GAM Mezzano (RA)

GROTTA DEL RE TIBERIO
ER RA 36

(Complesso carsico Grotta del Re Tiberio, Abisso Cinquanta)

Monte Tondo - Riolo Terme

Rilievo, 1994 / 2003: Massimo Ercolani, Piero Lucci, Baldo Sansavini

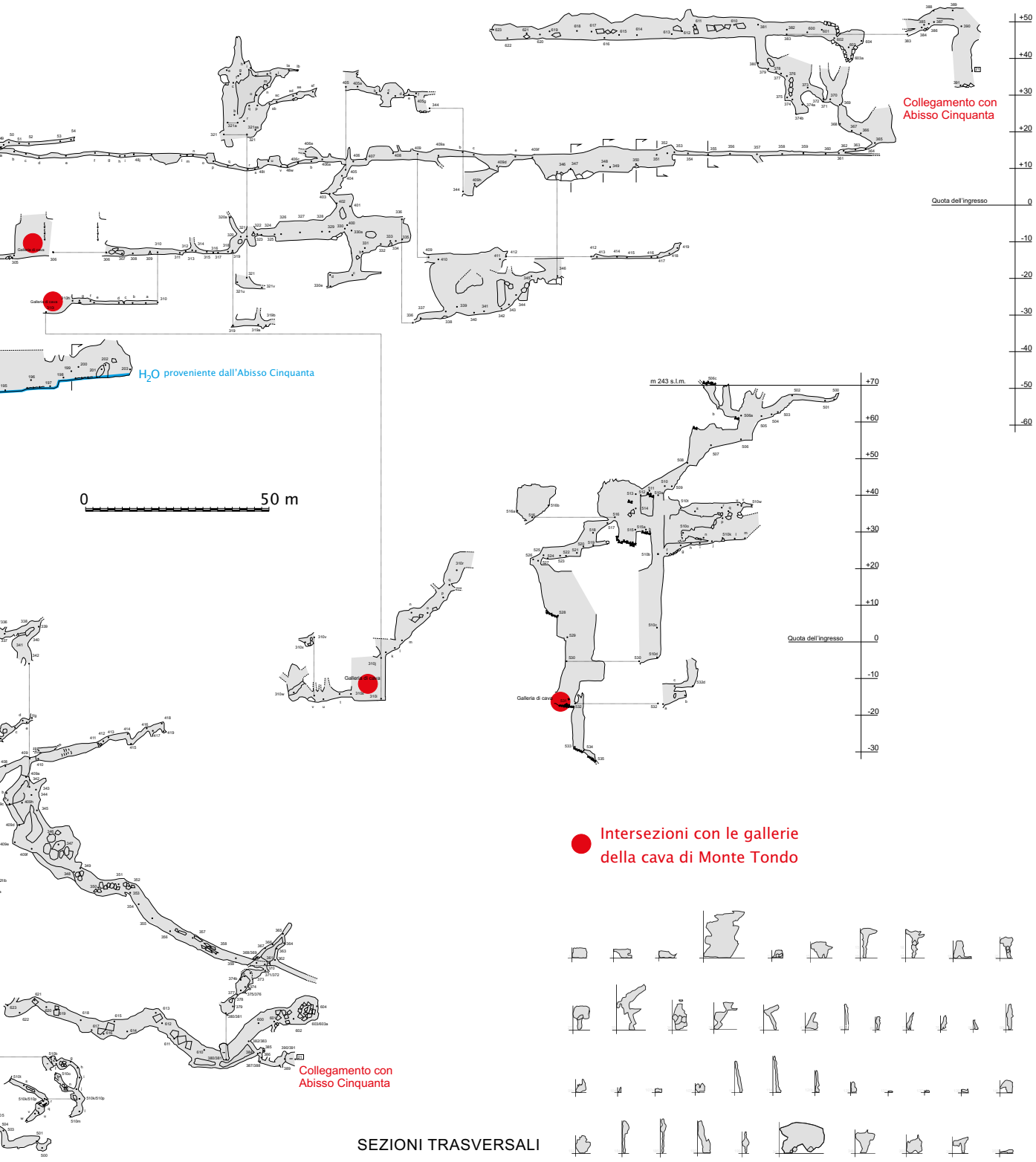

Collegamento con
Abisso Cinquanta
Quota dell'ingresso
+50
+40
+30
+20
+10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
H_2O proveniente dall'Abisso Cinquanta
0
50 m
m 243 s.l.m.
+70
+60
+50
+40
+30
+20
+10
0
-10
-20
-30
Quota dell'ingresso
Galleria di cava
Galleria di cava
Collegamento con
Abisso Cinquanta
Intersezioni con le gallerie
della cava di Monte Tondo
SEZIONI TRASVERSALI

Tavola 27

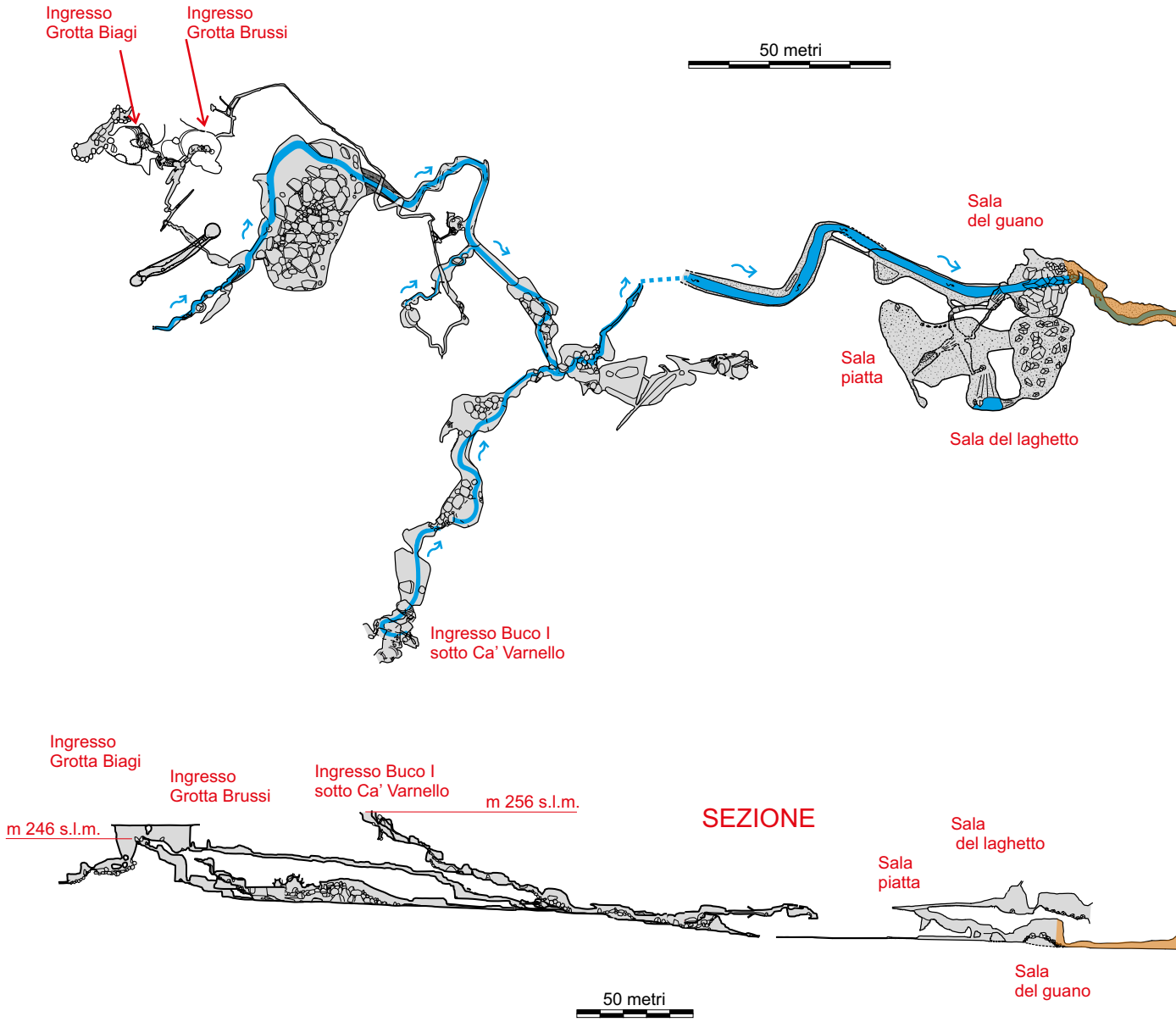
Gruppo Speleologico Faentino

SISTEMA CARSICO DELLA TANACCIA

Gessi di Brisighella (RA)

(Rilievo: 2010-2014)

Grotta Biagi - ER RA 116
Grotta Brussi - ER RA 380
Buco I sotto Ca'Varnello - ER RA 536
La Tanaccia - ER RA 114
Buchi del Torrente Antico - ER RA 115



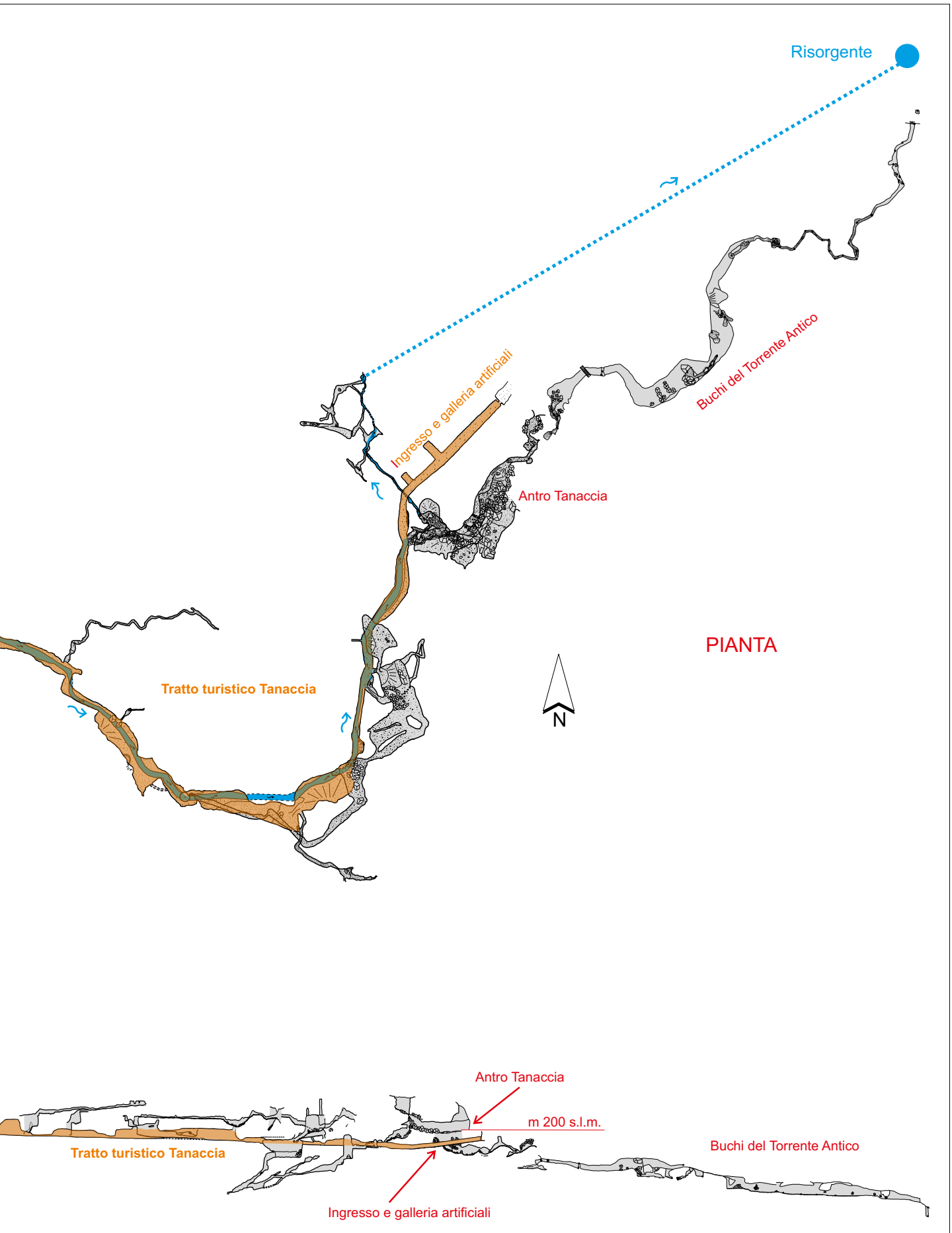
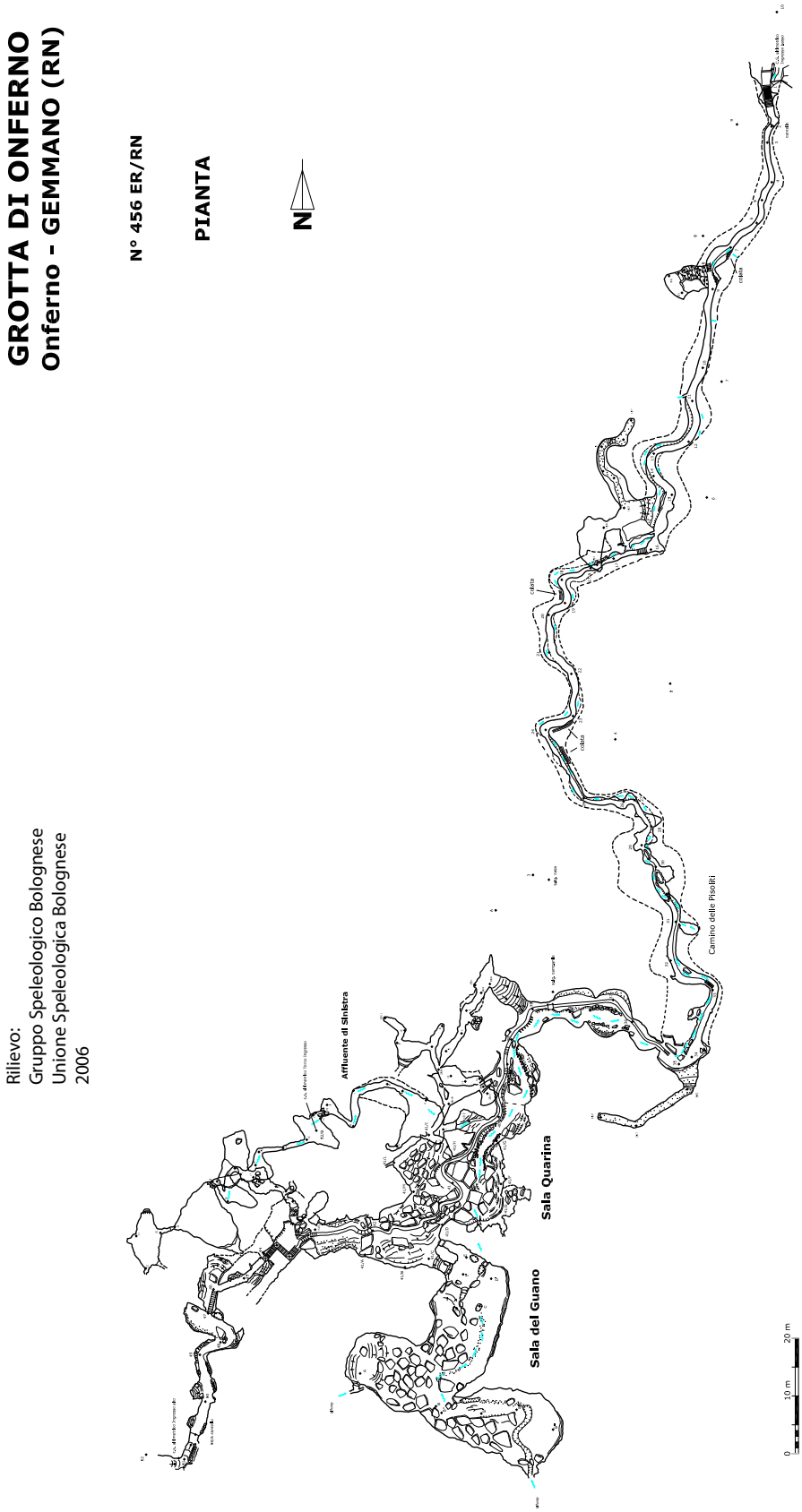

Risorgente
Ingresso e galleria artificiali
Buchi del Torrente Antico
Antro Tanaccia
Tratto turistico Tanaccia
PIANTA
N
Antro Tanaccia
m 200 s.l.m.
Tratto turistico Tanaccia
Buchi del Torrente Antico
Ingresso e galleria artificiali

Tavola 28


GROTTA DI ONFERNO
Onferno - GEMMANO (RN)
N° 456 ER/RN
PIANTA
N
Rilievo:
Gruppo Speleologico Bolognese
Unione Speleologica Bolognese
2006
Affluente di Sinistra
Sala Quarina
Sala del Guano
Camino delle Pisoliti
0
10 m
20 m

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Fossili e gesso: paleontologia delle evaporiti dell'Appennino settentrionale

Marco Sami[1], Saverio Bartolini Lucenti[2], Gabriele Nenzioni[3], Lorenzo Rook[2]

Riassunto
Dal punto di vista paleontologico, i più importanti tra i sette siti che hanno ricevuto il riconoscimento UNESCO sono senza dubbio la Vena del Gesso romagnola ed i Gessi bolognesi. Nella prima sono ben documentate 3 diverse associazioni: i) "calcari a *Lucina*", particolari carbonati metanogenetici (Tortoniano superiore/Messiniano inferiore) caratterizzati da tipiche associazioni di bivalvi specializzati (grandi modiolini e lucinidi più vesicomyidi ecc.); ii) copiose associazioni fossili di vegetali (quasi 90 *taxa* di piante vascolari) e pesci dagli interstrati pelitici messiniani che ricostruiscono la vita durante le fasi umide nel corso del Messiniano evaporitico; iii) una ricca paleofauna a vertebrati continentali (ben 78 *taxa* di anfibi, rettili, uccelli e mammiferi tra cui 5 specie nuove per la Scienza) dai riempimenti di piccole cavità paleocarsiche nella Cava Monticino di Brisighella (Messiniano finale). I Gessi bolognesi hanno invece restituito un interessante insieme di paleofaune terrestri del Pleistocene superiore tra le quali non mancano specie paleoclimaticamente indicative di fasi fredde sia tra gli uccelli (es. il fagiano di monte, *Lyrurus tetrix*) che i mammiferi (es. il ghiottone, *Gulo gulo*).

Parole chiave: fossili, "Calcari a *Lucina*", Formazione Gessoso-solfifera, Formazione a Colombacci, Pleistocene superiore, Vena del Gesso, Gessi bolognesi, Italia.

Abstract
*From a paleontological point of view, the most important of the seven sites within the recently recognized UNESCO area are undoubtedly the "Vena del Gesso romagnola" and the "Gessi bolognesi". In the first, three different associations are well documented: i) "*Lucina *limestones", peculiar methanogenetic carbonates (upper Tortonian/lower Messinian) characterized by typical associations of specialized bivalves (large modiolins and lucinids plus vesicomyids etc.); ii) abundant paleobotanical assemblages (almost 90* taxa *of vascular plants) and fishes from the Messinian pelitic interstrata, allowing to reconstruct life and environments during the humid phases of the evaporitic Messinian; iii) a rich paleofauna of continental vertebrates (78 taxa of amphibians, reptiles, birds and mammals, including 5 new species) from small paleokarst cavities infillings outcropping within the Monticino di Brisighella quarry (latest Messinian). The "Gessi bolognesi" have instead yielded a nice set of Upper Pleistocene terrestrial paleofaunas, among which most noticeable is the occurrence of species that are indicative of cold phases both among birds (e.g. the black grouse,* Lyrurus tetrix*) and mammals (e.g. the wolverine,* Gulo gulo*).*

Keywords: *fossils, "Calcari a* Lucina*", Gessoso-solfifera Formation, Colombacci Formation, Upper Pleistocene, Vena del Gesso, Gessi bolognesi, Italy.*

Introduzione

L'inquadramento geologico delle 7 aree evaporitiche emiliano-romagnole riconosciute come Patrimonio Mondiale dell'Umanità, affrontato nel paragrafo dedicato (Lugli, in questo volume), distingue nettamente le più antiche Evaporiti triassiche dell'alta Val Secchia (RE) dai più recenti gessi messiniani dei rimanenti sei siti (da ovest verso est): Bassa Collina reggiana, Gessi di Zola Predosa, Gessi bolognesi, Vena del Gesso romagnola, Evaporiti di San Leo e Gessi di Onferno. Analizzando tali siti dal punto di vista paleontologico si può innanzitutto osservare come le più antiche Evaporiti triassiche e, in misura minore, le Evaporiti messiniane di San Leo siano completamente prive di fossili a causa delle lunghe e complesse vicissitudini tettoniche e diagenetiche che, in maggiore o minor misura, le hanno interessate; inoltre, ad oggi, né dalle cavità carsiche che le interessano né dai sedimenti

[1] Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza (collaboratore), via Medaglie d'Oro 51, 48018 Faenza (RA); marco.sami@cpn.it

[2] Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, via G. La Pira 4, 50121 Firenze; saverio.bartolinilucenti@unifi.it; lorenzo.rook@unifi.it

[3] Museo della Preistoria "Luigi Donini", via F.lli Canova 49, 4068 San Lazzaro di Savena (BO); gabriele.nenzioni@comune.sanlazzaro.bo.it

stratigraficamente adiacenti sono stati segnalati ritrovamenti paleontologici di rilievo. Per quanto riguarda invece i 5 siti rimanenti, anche se tutti quanti hanno restituito resti fossili quelli paleontologicamente più interessanti - sia per gli ottimi affioramenti che per la lunga tradizione di ricerca - sono senza dubbio i Gessi bolognesi e la Vena del Gesso romagnola. Procedendo in ordine stratigrafico, nella Vena del Gesso è possibile riscontrare testimonianze fossili di forme vissute sia prima della deposizione delle evaporiti messiniane ("calcari a *Lucina*": Tortoniano superiore – Messiniano inferiore), sia durante la loro sedimentazione (interstrati fossiliferi: Messiniano medio-superiore), che nei tempi immediatamente successivi alla loro precoce emersione (paleofauna continentale di Cava Monticino: Messiniano finale). I Gessi bolognesi assumono invece grande rilevanza paleontologica soprattutto per le ricche paleofaune continentali glaciali del Pleistocene superiore. La maggior parte dei fossili rinvenuti nella Vena del Gesso romagnola è conservata presso il Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza (RA) e, in minor misura, nel Museo "G. Scarabelli" di Imola (BO) e nel Museo Geologico di Tossignano (BO), mentre i reperti dai Gessi bolognesi principalmente nel Museo della Preistoria "L. Donini" di S. Lazzaro di Savena (BO).



Fig. 1 – gessi di Monte Mauro: tipico affioramento di "calcari a *Lucina*" con grandi esemplari completi di *Meganodontia hoernea* nei pressi di Co' di Sasso (foto M. Sami).

I "calcari a *Lucina*" (Formazione Ghioli di Letto)

I sedimenti neogenici di mare profondo dell'Appennino settentrionale ospitano, a vari livelli stratigrafici (tra Langhiano e Messiniano inferiore), affioramenti discontinui e assai localizzati di particolari carbonati noti come "calcari a *Lucina*" per la relativa abbondanza di bivalvi fossili, tra i quali spicca per la grande taglia il lucinide *Meganodontia hoernea* (Ricci Lucchi, Vai 1994). Più in particolare, come segnalato già a partire dalla 2° metà del XIX secolo (Manzoni 1876), nel settore orientale della Vena del Gesso attraversato dal Torrente Sintria il passaggio tra le peliti eusiniche della Formazione Ghioli di Letto (Tortoniano superiore/Messiniano inferiore) - che segna la chiusura dei depositi torbiditici di avanfossa della F.ne Marnoso-arenacea - e le soprastanti evaporiti della F.ne Gessoso-solfifera è caratterizzato da numerosi affioramenti di questo tipo (fig. 1).

Dal punto di vista strutturale questi ultimi risultano inglobati alla base delle gigantesche "scaglie" gessose variamente addossate che caratterizzano il complicato assetto geologico di questo tratto di Vena del Gesso in seguito all'evento tettonico intra-messiniano (circa 5.6 Ma = milioni di anni fa). Alcuni affioramenti in particolare sembrerebbero in posizione primaria ed in continuità con le soprastanti evaporiti, precedendo perciò di poco l'insorgenza della "Crisi di salinità messiniana" (Conti *et alii* 2022). Di fatto i "calcari a *Lucina*" sono considerati come gli equivalenti miocenici delle attuali "oasi di mare profondo", particolari ecosistemi che si originano in prossimità di emissioni gassose fredde (*cold seeps*) di metano e idrogeno solforato in ambiente sottomarino anche a grandi profondità (fino a 6000 m nella Fossa del Giappone) (Taviani 1994). In pratica, la migrazione dal sottosuolo di fluidi arricchiti in idrocarburi rifornisce dei consorzi batterici chemiosintetici che, con ruolo di produttori primari, sfruttano l'energia chimica delle venute gassose attuando un'ossidazione anaerobica del metano tramite la riduzione dei solfati presenti nell'acqua di mare: come risultato si ha la produzione di sostanza organica e, secondariamente, anche la precipitazione chimica di carbonati. Si sviluppano così ricche comunità biologiche specializzate che fondano le proprie catene alimentari proprio sulla chemiosintesi attuata dagli stessi batteri i quali, oltre a costituire dense colonie a vita libera, si trovano anche come endosimbionti nelle branchie di vari molluschi bivalvi che vi abbondano (tra i quali per es. proprio i lucinidi). Nello specifico, i "calcari a *Lucina*" affioranti nella Vena del Gesso tra Monte Mauro e M. Rontana (in Comune di

Molluschi fossili - "calcari a *Lucina*" della Vena del Gesso romagnola
BIVALVIA
Acharax doderleini
"Anodontia" mioinflata
Archivesica aharoni
Bathymodiolus moroniae
Idas aff. *tauroparva*
Lucinoma perusina
Meganodontia hoernea
Megaxinus bellardianus
Miltha* (s.l.) *romaniae
Samiolus iohannesbaptistae
GASTROPODA
Calliotropis sp.
Cataegis taurocrassa
Eosipho hoernesi
Homalopoma domeniconii
Hyalogyrina sp.
Laeviphitus sp.
Putzeysia diversii
Thalassonerita megastoma
Turricola sp.

Brisighella, RA) sono, almeno dal punto di vista paleontologico, tra i più studiati d'Italia (si veda tra gli altri Sami, Taviani 2015; Kiel, Taviani 2017; Kiel *et alii* 2023). La malacofauna fossile è caratterizzata da una notevole ricchezza di esemplari ma al contempo risulta estremamente oligotipica (cioè con bassa diversità specifica) poiché, pur annoverando una ventina di specie (tab. 1), quelle veramente abbondanti sono soltanto 3 o 4. Vi predominano i lamellibranchi che comprendono molte forme chemiosimbiontiche o comunque adattate ad ambienti marini più o meno profondi con risalita di fluidi gassosi freddi: tra queste abbondano i lucinidi *Lucinoma perusina*, *Meganodontia hoernea* ed il vesicomyide *Archivesica aharoni* che, in analogia con quanto osservato nelle moderne "oasi di mare profondo", dovevano probabilmente condurre una vita infaunale (infossati nel sedimento) ed essere solfotrofici (sfruttavano cioè batteri solfo-ossidanti) (fig. 2). Al contrario i modiolini come il grande *Bathymodiolus moroniae* o il minuto *Samiolus iohannesbaptistae*, epifaunali (che vivevano sulla superficie),

Tab. 1 (a fianco) – Molluschi fossili dei "calcari a *Lucina*", carbonati metanogenici del Tortoniano superiore/Messiniano inferiore della Vena del Gesso: in grassetto le specie nuove per la Scienza.



Fig. 2 – *Archivesica aharoni,* uno dei *taxa* di bivalvi specializzati dei "calcari a *Lucina*" del Brisighellese (foto M. Sami).



Fig. 3 – Alcuni esemplari di *Bathymodiolus moroniae*, il modiolino più diffuso nei "calcari a *Lucina*" della Vena del Gesso (foto I. Fabbri).

erano quasi certamente metanotrofici per ospitare nelle branchie batteri metano-ossidanti (fig. 3). Analogamente coi *cold seeps* del giorno d'oggi la presenza di una fonte isolata di materia organica, tanto rara alle grandi profondità marine, richiamava anche altri organismi tra i quali i gasteropodi predatori *Thalassonerita megastoma*, *Eosipho hoernesi*, *Homalopoma domeniconii* e *Cataegis taurocrassa* (Kiel, Taviani 2017). L'analisi paleontologica dei "calcari a *Lucina*" della Vena del Gesso, e più in generale dell'Appennino, porta a considerazioni paleoecologiche e paleogeografiche di grande rilievo. Tali malacofaune fossili, infatti, non sembrano avere legami con gli attuali molluschi dei *cold seeps* del Mediterraneo (dove non compaiono né modiolini né lucinidi o vesicomyidi di grande taglia) quanto piuttosto con quelli insediati presso le emissioni di idrocarburi dei vari fondali oceanici. A mo' di esempio ricordiamo: i) la fossile *Thalassonerita megastoma* (fig. 4), ben confrontabile con la moderna *T. naticoides* esclusiva delle risalite profonde di metano del Golfo del Messico e del Mar dei Caraibi; ii) l'iconica *Meganodontia hoernea*, che fa parte di un Genere oggigiorno rappresentato da un'unica specie (*M. acetabulum*) parte delle comunità chemiosimbiotiche al largo di Taiwan; iii) il "mitilo di profondità" *Bathymodiolus moroniae*, che trova un preciso riscontro nelle numerose specie dello stesso Genere diffuse sia nelle sorgenti idrotermali sottomarine che nei *cold seeps* degli Oceani di mezzo mondo (Kiel *et alii* 2023).

Fossili degli interstrati messiniani (F.ne Gessoso-solfifera)

Le evaporiti messiniane assegnate alla Formazione Gessoso-solfifera affiorano, in maniera discontinua, nel basso Appennino emiliano-romagnolo tra Reggiano e Riminese sotto forma di gessi Primari Inferiori (5.97 – 5.60 Ma; Lugli in questo volume). Il contenuto paleontologico della roccia gessosa selenitica è praticamente nullo, con esclusione dei sottili filamenti incrostati da carbonato di calcio ed inglobati nel gesso interpretati come stromatoliti batteriche gessificate (Panieri *et alii* 2008; Dela pierre *et alii* 2015). I fossili consistono principalmente in filliti (resti di foglie) ed ittioliti (resti di pesci) - oltre a rari avanzi di insetti o rarissime tracce di uccelli - e sono conservati esclusivamente nei sottili strati argillosi finemente laminati e ricchi di materiale organico (*sapropel*), di solito con spessore inferiore a 1 m, intercalati agli spessi strati decametrici dei gessi Primari e per questo motivo chiamati interstrati. In base all'interpretazio-

ne che vede la ciclicità della coppia "argilla/selenite" legata a cambiamenti climatici indotti da variazioni di parametri orbitali quali la precessione astronomica (ciclo = 21000 anni circa; Lugli in questo volume), la deposizione argillosa degli interstrati testimonierebbe le fasi climatiche caldo-umide durante le quali la diluizione delle acque nei bacini lagunari costieri impediva la precipitazione chimica delle evaporiti. Benché sporadici resti di ittioliti e filliti (oltre a porzioni di tronchi gessificati) siano segnalati sia nei gessi del basso Reggiano che nei Gessi bolognesi o in quelli della Romagna orientale, i rinvenimenti più cospicui (e maggiormente studiati) sono indubbiamente quelli effettuati nella Vena del Gesso romagnola e, più in particolare, nei giacimenti fossiliferi di Cava Monticino (Brisighella, RA), Monte Tondo (Riolo Terme, RA) e Rio Sgarba (Borgo Tossignano, BO). In questo territorio le prime segnalazioni di fossili negli interstrati si datano alla seconda metà dell'Ottocento e si devono al grande geologo imolese Giuseppe Scarabelli (Scarabelli 1864). Lo studio delle filliti della Vena del Gesso ha permesso di ricostruire una paleoflora messiniana piuttosto rappresentativa delle ricche flore terziarie europee, comprendendo finora quasi una novantina di *taxa* di piante vascolari (ovvero 1 di pteridofite, 13 di gimnosperme e 74 di angiosperme) (Teodoridis *et alii* 2015: Sami & Martinetto 2022) (tab. 2). Tale insieme floristico corrisponde al tipico transetto della vegetazione del Messiniano evaporitico dell'Europa meridionale, caratterizzato da almeno 4 diverse associazioni floristiche e cioè: i) palude costiera (*Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Potamogeton* sp. e varie monocotiledoni graminoidi - Poaceae o Cyperaceae - incluse possibili "canne" ecc.); ii) ambiente ripariale (*Populus, Alnus, Pterocarya, Liquidambar, Sequoia* ecc.); iii) foresta mesofila, l'associazione più ricca e diversificata fra le quattro presenti (*Platanus*, *Ailanthus*, *Engelhardia*, *Magnolia* e diverse Lauraceae quali *Laurophyllum*, *Daphnogene*, *Oreodaphne* ecc.); e infine, iv) bosco di aree rilevate (*Fagus*, *Betula*, *Quercus, Pinus* ecc.) (figg. 5-6). In analogia con le altre flore fossili neogeniche d'Italia emerge l'alto numero di specie "esotiche" scomparse dall'attuale vegetazione europea ma con forme simili tuttora viventi in altri continenti. Tra le Gimnosperme citiamo per esempio le cupressacee *Taiwania* sp. - oggigiorno insediata nelle montagne di Taiwan, Cina sud orientale ed Indocina settentrionale - e *Taxodium dubium*, affine all'attuale "cipresso calvo" degli Stati Uniti sud-orientali (fig. 7). Tra le Angiosperme paleogeograficamente significative ricordiamo fra le altre: i) *Daphnogene polymorpha*, confrontabile con l'odierno genere *Cinnamomum* del Sud Est asiatico; ii) *Trigonobalanopsis rhamnoides*, Fagacea estinta con i parenti più stretti (generi *Trigonobalanus* e *Castanopsis*) che vivono attualmente in Asia sud-orientale (fig. 8); iii) *Eucommia europaea*, un Genere con un'unica specie vivente, *E. ulmoides* o "albero della gomma cinese", endemica dei rilievi della Cina centro-orientale. I dati climatici ottenuti dall'analisi dei macroresti vegetali, in linea con le ricostruzioni basate sulle analisi polliniche effettuate per gli stessi strati (Bertini, 2006), suggeriscono un antico clima di tipo temperato-caldo/sub-tropicale e prevalentemente umido. Per esempio in Teodoridis *et alii* (2015) si ipotizzano per la "Vena del Gesso messiniana" una temperatura media annuale compresa tra 13,8 e 16,5°C, quindi superiore a quella odierna dell'area che per la vicina Riolo Terme è di 13.6°C (dati ARPAE Emilia Romagna, periodo 1990-2015) con probabili precipitazioni annuali di 980-1360 mm/anno, significativamente più abbondanti rispetto a quelle di oggigiorno (es. Riolo Terme = 786 mm/anno). Questi elementi supportano per tali antichi ambienti un tipo vegetazionale vicino all'odierna "Foresta a latifoglie sempreverdi", un consorzio vegetale attualmente diffuso per esempio nei boschi dei rilievi della Cina centro-meridionale in condizioni climatiche temperato-calde (temperatura media 14°-17°C) e umide (precipitazioni annuali superiori ai 1000 mm) (Bertini, Martinetto, 2008).



Fig. 4 – *Thalassonerita megastoma*, "calcari a *Lucina*" della Vena del Gesso: forme simili vivono attualmente nei *cold seeps* profondi del Golfo del Messico (foto M. Sami) (altezza 15 mm).

Paleoflora messiniana della Vena del Gesso romagnola
Acer cf. *integerrimum* (Viviani) Massalongo
Acer cf. *integrilobum* Unger
Acer sp.
Adiantum sp.
Ailanthus pythii (Ung.) Kovar- Eder et Kvacek
Alnus cecropiifolia (Ettingsh.) Berger
Alnus cf. *menzelii* Raniecka-Bobrowska
Bambusa sp.
Berberis cf. *teutonica* (Unger) Kovar-Eder et Kvacek
cf. *Berchemia* sp.
Betula sp.
Buxus pliocaenica Saporta et Marion
Carpinus cf. *betulus* L.
Carpinus cf. *grandis* Ung.
Carpinus cf. *orientalis* Miller (frutto)
Carpolithes sp. 1
Carpolithes sp. 2
Carya sp.
Chamaecyparis sp.
Chaneya cf. *membranosa* (Goeppert) Manchester et Zastawniak
Craigia bronnii (Unger) Kvacek, Buzek et Manchester
cf. *Cryptomeria* sp.
Cupressoconus sp.
Cupressus rhenana (Kilpper) Mai et Velitzelos
Daphnogene polymorpha (A. Braun) Ettingsh.
Dicotylophyllum sp. 1
Dicotylophyllum sp. 4
Dicotylophyllum sp. 5
Dicotylophyllum sp. 6
Dicotylophyllum sp. 7
Dicotylophyllum sp. 8
Engelhardia macroptera (Brongn.) Ung.
Eucommia cf. *europaea* Maedler
Fagus gussoni Massalongo emend. Knobloch et Velitzelos
cf. *Fraxinus* sp.
Gleditsia sp.
cf. *Glyptostrobus* sp.
Hedera sp.
Hydrangea sp.
Laurophyllum cf. *pseudoprinceps* Weyland et Kilpper
Laurophyllum sp. 1
Laurophyllum sp. 2
Leguminosae sp. 1
Leguminosae sp. 2
Leguminosae sp. 3
Leguminosae sp. 4
Liquidambar europaea A. Braun / cf. *L. magniloculata* Czeczott et Skirgiello
cf. *Liquidambar* sp.
Magnolia liblarensis (Krausel et Weyland) Kvacek
Myrica lignitum (Unger) Saporta
Nyssa disseminata Kirchheimer (frutto)
cf. *Nyssa* sp.
Ocotea heerii (Gaudin) Takhtajan
cf. *Photinia* sp.
Phyllites sp.
Pianta *incertae sedis*
Pinus cf. *rigios* (Ung.) Ettingsh.
Pinus paleostrobus Ettingsh.
Pinus sp. (cono)
Pinus sp. (seme)
Platanus leucophylla (Ung.) Knobloch
Poaceae vel Cyperaceae gen. et sp. indet.
Populus latior Al. Braun
Populus sp. (frutto)
Potamogeton sp.
Pterocarya paradisiaca (Unger) Iljinskaya
Pungiphyllum cruciatum (A. Braun) Frankenhauser et Wilde
cf. *Pyracantha* sp.
Quercus kubinyii (Kovats ex ettingsh.) Czeczott vel. *Q. drymeja* Ung.
Quercus mediterranea Ung.
Quercus pseudocastanea Goeppert
Quercus roburoides Gaudin
Quercus sp. (frutto)
cf. *Quercus* spp.
Rosa sp.
Rosaceae Gen. et sp. indet. 1
Rosaceae Gen. et sp. indet. 2
Salix sp.
Sequoia sp.
Taiwania sp.
Taxodium dubium (Sternb.) Heer
Tetraclinis salicornioides (Ung.) Kvacek et Walther
cf. Theaceae Gen. et sp. indet.
Trigonobalanopsis rhamnoides (Rossm.) Kvacek et Walther
Ulmus plurinervia Unger
Zelkova zelkovifolia (Unger) Buzek et Kotlaba

Tab. 2 – Paleoflora dagli interstrati messiniani della Vena del Gesso (modificato da Teodoridis *et alii* 2015).



Fig. 5 – *Laurophyllum* sp., una delle tante Lauracee che nel Neogene d'Europa davano vita alla foresta sub-tropicale a latifoglie sempreverdi (foto M. Sami) (altezza 75 mm).



Fig. 6 – Fillite perfettamente conservata di *Quercus roburoides*, quercia preistorica affine al gruppo delle attuali rovere e roverella (foto M. Sami).



Fig. 7 – *Taxodium dubium*, conifera fossile vicina all'odierno *T. distichum*, il cipresso calvo della Florida (foto M. Sami).



Fig. 8 – La Fagacea estinta *Trigobalanopsis rhamnoides*, (Monte Tondo), un altro elemento di tipo subtropicale (foto M. Sami) (altezza 60 mm).

Benché l'area di Polenta (FC) nei gessi della Romagna orientale non faccia parte dei 7 siti Patrimonio Mondiale dell'Umanità, vale qui la pena ricordare l'interessante paleoflora rinvenutavi agli inizi del secolo scorso dal grande naturalista Pietro Zangheri (Zangheri 1922). Tale insieme, ricco di 47 *taxa* di piante vascolari, corrisponde abbastanza bene alla tipica successione vegetazionale del Messiniano evaporitico pur mostrando una maggiore frequenza di latifoglie decidue rispetto a quelle sempreverdi e coriacee, in apparente contraddizione con le altre associazioni floristiche più o meno coeve quali quelle della non lontana Vena del Gesso romagnola (Teodoridis *et alii* 2016).

Per quanto invece riguarda le ittiofaune è possibile distinguere 2 diverse associazioni (tab. 3): la prima, più antica, è stata recuperata nei cicli evaporitici inferiori (base del III°, circa 5.9 Ma) dell'ex Cava del Monticino (Brisighella) ed è composta in prevalenza da poche forme marine stenoaline (*Sarda* sp. e *Trachurus* sp.), associate ad altre eurialine (Clupeidae indet. e Gobiidae indet.) più un interessante *taxon* dulcicolo come il persico del Nilo *Lates* cf. *niloticus* (Carnevale 2021). Un secondo tipo di associazione, di poco più recente, proviene dai cicli superiori (in prevalenza base del XIII°; circa 5.7 Ma) dell'ex Cava SPES presso Tossignano e dalla Cava di Monte Tondo e ben rappresenta le tipiche ittiofaune del Messiniano evaporitico mediterraneo: caratteristicamente oligotipica, è dominata dalla specie eurialina *Aphanius crassicaudus* che mediamente costituisce il 70% e oltre dell'intera ittiofauna (Landini, Sorbini 1989) (fig. 9). A parte il diffuso *A. crassicaudus*, altri tipici residenti estuarini sono *Gobius ignotus* ed *Atherina boyeri*. Tra questi, diversi esemplari di *A. crassicaudus* e del Gobiidae manifestano un'ipertrofia ossea che comporta un caratteristico ingrossamento scheletrico noto come pachiostosi (fenomeno complesso e senza precisi riscontri con la biologia delle forme attuali) (Bedosti *et alii* 2015). Estremamente rara, ma assai significativa, la segnalazione di specie di acque francamente marine quali leccia (*Lichia* aff. *amia*), sugarello (*Trachurus* sp.) ed un "tonno" del clade più derivato dei Thunnini (Carnevale, Schwarzhans 2022).

Questi dati, per quanto sporadici, sembrano costituire un significativo indizio della persistenza di ambienti marini con salinità normale adiacenti alle lagune della Vena del Gesso anche durante la deposizione dei gessi Primari Inferiori. Un unico esemplare di *Clupeonella* sp., forma affine all'attuale spratto del Mar Nero (*C. cultriventris*), attesta la presenza di pesci eurialini diadromi, in grado cioè di spostarsi tra acque dolci e marine in base alle esigenze del loro ciclo vitale. Complessivamente, da un punto di vista paleogeografico e paleoclimatico i *taxa* più interessanti sono la tilapia *Oreochromis lorenzoi* (fig. 10) e il già citato "persico africano" *Lates* cf. *niloticus*. Entrambe forme dulcicole (seppure eurialine) piuttosto rare, sono un'evidente testimonianza dello scambio faunistico tra le acque interne dell'Africa e le coste settentrionali del Mediterraneo che dovette verificarsi nel corso del Miocene (Carnevale *et alii* 2003; Carnevale 2021). In sintesi, la struttura

A) Ittiofauna messiniana interstrati Vena del Gesso (5.9 Ma ca.)	
Fam. Clupeidae	Clupeidae indet.
Fam. Latidae	*Lates* cf. *niloticus*
Fam. Carangidae	*Trachurus* sp.
Fam. Gobiidae	Gobiidae indet.
Fam. Scombridae	*Sarda* sp.
B) Ittiofauna messiniana interstrati Vena del Gesso (5.7 Ma ca.)	
Fam. Clupeidae	*Clupeonella* sp.
Fam. Atherinidae	*Atherina boyeri*
Fam. Cyprinodontidae	*Aphanius crassicaudus*
Fam. Carangidae	*Lichia* aff. *amia*
	Trachurus sp.
Fam. Gobiidae	*Gobius ignotus*
Fam. Cichlidae	***Oreochromis lorenzoi***
Fam. Latidae	*Lates* cf. *niloticus*
Fam. Scombridae	Thunnini indet.

Tab. 3 – Ittiofauna messiniana dagli interstrati della Vena del Gesso: A) base III° ciclo evaporitico (5.9 Ma ca.), Cava Monticino (Brisighella) ; B) base XIII° ciclo evaporitico (5.7 Ma ca.), cava Monte Tondo (Riolo Terme) e Rio Sgarba (B. Tossignano): in grassetto la specie nuova per la Scienza.



Fig. 9 – *Aphanius crassicaudus*, molto comune nel Messiniano evaporitico d'Italia e simile all'attuale nono (*A. fasciatus*) delle lagune costiere della regione mediterranea (foto M. Sami).



Fig. 10 – La "tilapia del Nilo" *Oreochromis lorenzoi* (olotipo), una specie nuova per la Scienza descritta grazie ai ritrovamenti nella Vena del Gesso presso Tossignano (lunghezza 95 mm) (foto P. Viaggi).

ecologica dell'ittiofauna dell'antico bacino della Vena del Gesso, costituita da residenti salmastri, migranti d'acqua dolce e da superpredatori marini, suggerisce un ambiente con lagune costiere caratterizzate da acque tendenzialmente salmastre ma periodicamente influenzate da apporti sia di origine francamente marina che fluviale: è possibile un confronto con ambienti simili nelle odierne coste mediterranee dell'Africa nord-orientale (fig. 11).

La paleofauna di Cava Monticino (F.ne a Colombacci)

La fauna a vertebrati fine miocenica di Cava Monticino è stata scoperta nel 1985 dall'appassionato naturalista Antonio Benericetti (detto "Tonino"). Negli anni successivi il sito è stato monitorato con attenzione dai Ricercatori del Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza in collaborazione con docenti e studenti dei Dipartimenti di Scienze della Terra delle Università

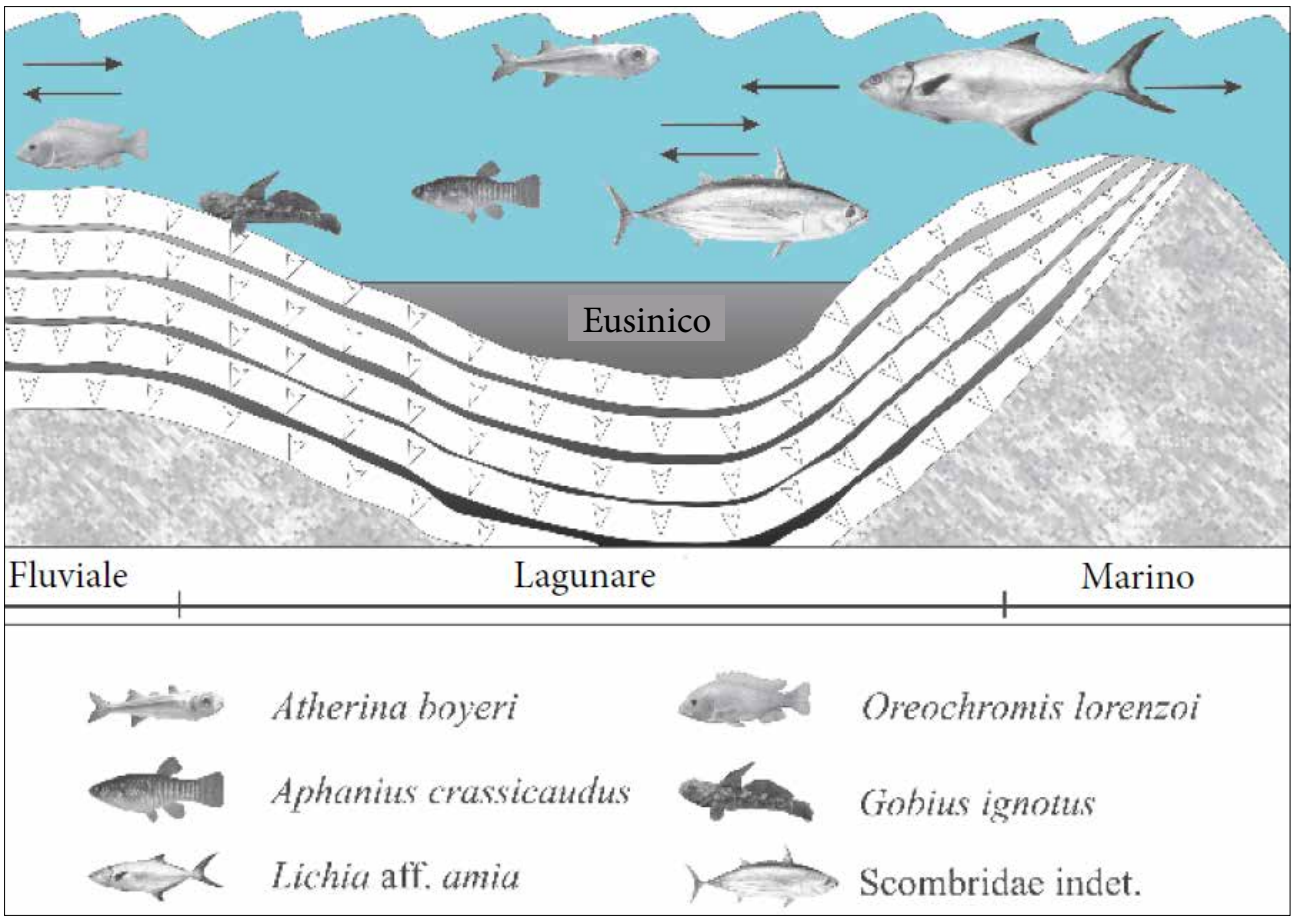


Fig. 11 – Ipotetica struttura ecologica dell'ittiofauna messiniana del bacino evaporitico della Vena del Gesso (modificato da Carnevale *et alii* 2008).

di Bologna e di Firenze (fig. 12). L'assetto geologico di Cava Monticino e la posizione stratigrafica dei depositi che hanno restituito la fauna rappresentano uno straordinario vincolo cronologico per la collocazione temporale di questi fossili. La messa in posto di tali depositi a vertebrati è infatti successiva all'evento tettonico intra-messiniano (circa 5.6 Ma) che ha deformato le unità gessose depostesi nel corso del Messiniano medio e precedente l'ingressione marina del Pliocene inferiore (5.33 Ma) rappresentata dalla F.ne Argille Azzurre. Questi vincoli geologico-stratigrafici permettono di assegnare cronologicamente la paleofauna di Cava Monticino alla parte terminale del Messiniano superiore (fig. 13). Tale ricco insieme è rappresentato sia da mammiferi che da uccelli, rettili, anfibi e pesci (tab. 4). Tra i mammiferi si segnalano ben 5 specie che sono state definite per la prima volta su materiale qui rinvenuto (uno ienide, un canide, un bovide e due roditori). In questo paragrafo riassumeremo brevemente l'abbondante *record* di vertebrati di questo sito: per maggiori dettagli e approfondimenti sul contesto paleobiologico o tafonomico si rimanda alla monografia da poco pubblicata (Rook 2021) o a lavori recenti quali Pandolfi *et alii* (2021a; 2021b), Villa *et alii* (2021), Bartolini-Lucenti *et alii* (2022). Tra i vertebrati fossili di questo giacimento i mammiferi sono la classe più rappresentata, con ben 40 *taxa* appartenenti a 10 ordini.

- Primati: tale ordine è documentato da un'unica specie, *Mesopithecus* cf. *pentelicus*. Imparentato con i colobini attuali, oggi diffusi in Asia orientale e Africa centro-meridionale, *Mesopithecus* era probabilmente una scimmia snella e agile, con coda lunga e faccia corta, e uno stile di vita più terricolo rispetto agli attuali colobini. Altri fossili di questo genere estinto vengono da siti dell'Europa centro-meridionale e dell'Asia minore di età Miocene superiore-Pliocene superiore.
- Proboscidati: due soli resti frammentari di molare e di difesa attestano la presenza di un proboscidato gomfoteride assimilabile ad un "mastodonte", plausibilmente il tetralofodonte *Anancus*, che compare in Europa proprio nel Messiniano. I resti di proboscidati del Miocene superiore dell'Italia, benché rari e sporadici, testimoniano per il nostro Paese il passaggio da una situazione di isola-



Fig. 12 – Anno 1986: una fase degli scavi diretti dai paleontologi dell'Università di Firenze nel giacimento paleontologico della Cava Monticino presso Brisighella, RA (foto M. Sami).

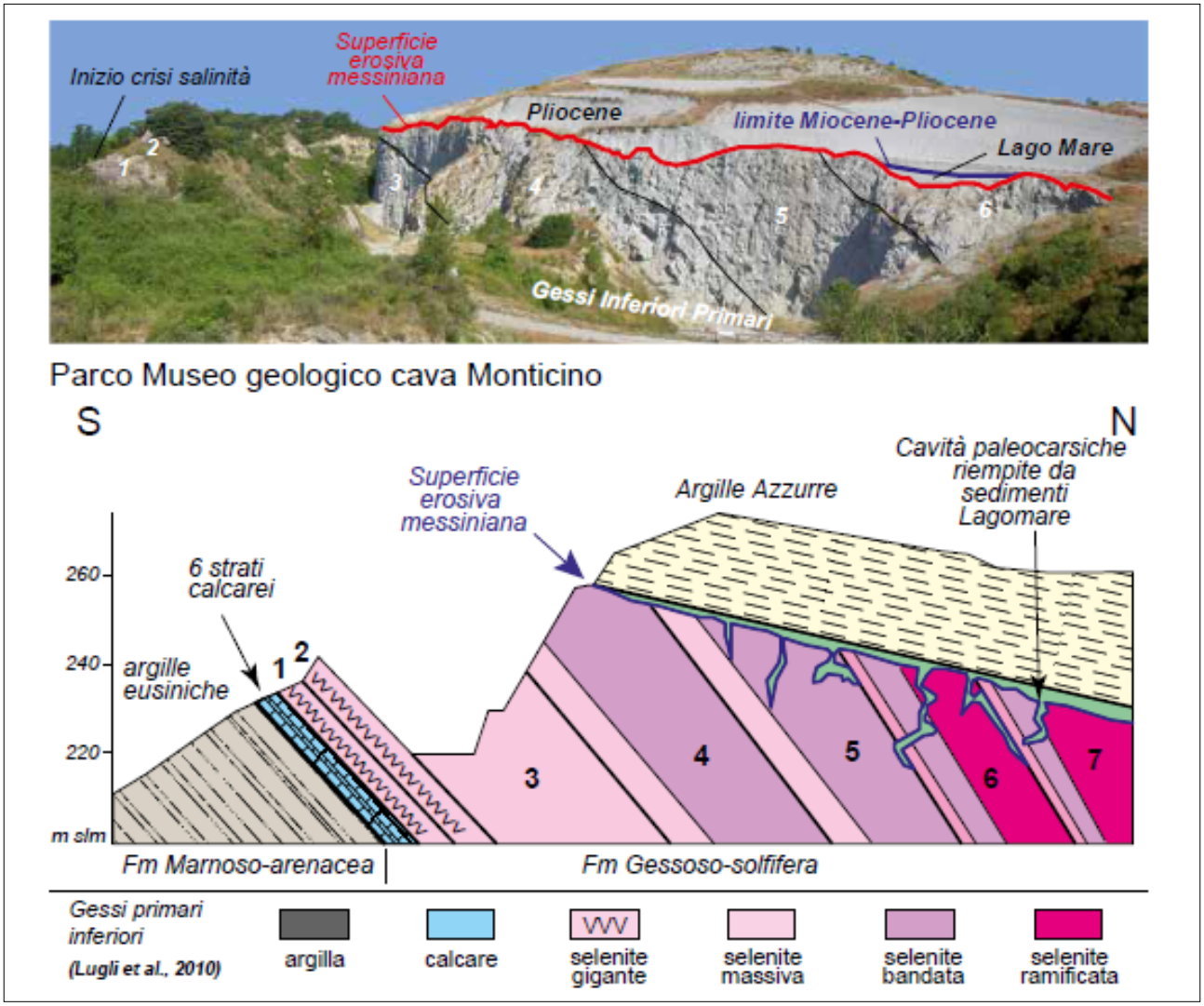


Fig. 13 – Schema stratigrafico del Geoparco di Cava Monticino: in evidenza la discordanza angolare tra evaporiti gessose e sovrastanti depositi post-evaporitici (da Lugli 2015, modificato da Marabini, Vai 1989).

Amphibia	**Anura**	?*Latonia* sp.
		Bufo cf. *bufo*
		Bufotes gr. *viridis*
		Bufonidae indet.
		Hyla sp.
		Pelobates sp.
		?*Pelobates* sp.
		Pelophylax sp.
		Anura indet. 1
		Anura indet. 2
	Urodela	*Lissotriton* sp.
		Urodela indet.
Reptilia	**Testudines**	*Testudo* s.l.
		Mauremys sp.
		Testudines indet.
	Crocodylia	Crocodylia indet.
	Squamata	Agaminae indet.
		Eremiadini indet.
		Lacertidae indet.
		Scincidae indet.
		Ophisaurus sp.
		Pseudopus sp.
		Anguinae indet. (non-*Anguis*)
		Varanus sp.
		Eryx cf. *jaculus*
		Platyceps planicarinatus
		cf. *Paleoheterodon arcuatus*
		Natrix sp.
		Malpolon sp.
		Vipera s.l. (gr. "vipere orientali")
		Vipera sp. 2
		Colubroides indet.
		Squamata indet. 1 (non serpente)
		Squamata indet. 2

Mammalia	**Artiodactyla**	Antilopinae indet. (taglia media)
		Oioceros occidentalis
		Bovinae indet (cf. *Parabos*)
		Pliocervus sp.
		Procapreolus cf. *loczyi*
		Propotamochoerus provincialis
	Carnivora	***Eucyon monticinensis***
		Felis cf. *christoli*
		Lycyaena cf. *chaeretis*
		Plioviverrops faventinus
		Mellivora benfieldi
	Chiroptera	*Megaderma* cf. *mediterraneum*
		Asellia cf. *mariatheresae*
		Hipposideros cf. *vetus*
		Myotis cf. *boyeri*
		Rhinolophus cf. *kowalskii*
		Rhinolophus sp.
	Eulipotyphla	*Mioechinus* sp.
		Parasorex depereti
		cf. *Miosorex desnoyersianus*
		Neomyosorex sp.
	Lagomorpha	cf. *Trischizolagus* sp.
		Prolagus sorbinii
	Perissodactyla	*Hippotherium malpassii*
		Pliorhinus megarhinus
	Primates	*Mesopithecus* cf. *pentelicus*
	Proboscidea	cf. *Anancus* sp.
	Rodentia	*Apocricetus* cf. *barrierei*
		Ruscinomys cf. *lasallei*
		Muscardinus sp.
		Myomimus sp.
		Hystrix depereti
		Apodemus cf. *gudrunae*
		Paraethomys meini
		Stephanomys debruijni
		Centralomys benericettii
		Occitanomys sp.
		Atlantoxerus cf. *rhodius*
		Hylopetes sp.
	Tubulidentata	*Amphyorycteropus* cf. *gaudryi*

Tab. 4 – Lista faunistica completa dei vertebrati continentali tardo-messiniani del giacimento paleontologico di Cava Monticino (seguendo Rook 2021): in grassetto le specie nuove per la Scienza.

mento geografico nel Tortoniano a quella di una piena connessione paleogeografica con l'Europa all'inizio del Messiniano.

- Carnivori: in quanto ad abbondanza di reperti costituiscono il gruppo di gran lunga più numeroso tra i grandi mammiferi e son rappresentati da 5 *taxa* diversi. *Felis* cf. *christoli*, la cui taglia si avvicina a quella delle linci attuali, è uno dei felini di medie dimensioni presenti in diverse località del Miocene superiore-Pliocene inferiore del Vecchio Mondo, ma le sue parentele più strette tra i Felidae sono ancora oggetto di studio. Gli ienidi sono rappresentati da 2 *taxa*: *Lycyaena* cf. *chaeretis*, di grandi dimensioni e con adattamenti ad una dieta parzialmente durofaga e una specie di corporatura esile descritta per le sue peculiarità rispetto alle altre specie eurasiatiche come *Plioviverrops faventinus* (così denominata in onore della città di Faenza) (fig. 14), il *taxon* decisamente più abbondante tra i carnivori. *P. faventinus* aveva dieta onnivora o insettivora e caratteristiche anatomiche abbastanza evolute: questa specie costituisce una delle forme più derivate della linea evolutiva di *Plioviverrops*, un genere diffuso nel tardo Miocene del continente europeo e probabilmente giunto in Italia con provenienza dall'Europa orientale. Interessante è il *record* di un canide di taglia media, *Eucyon monticinensis*, il cui nome specifico fa onore al sito di ritrovamento. La sua presenza dimostra un primo evento di espansione della famiglia dei canidi dal continente americano a quello eurasiatico avvenuta proprio alla fine del Miocene: il piccolo cane di Brisighella è quindi uno dei più antichi rappresentanti europei di tale gruppo. Recentemente questa specie è stata rinvenuta anche nel giacimento coevo di Verduno, in Piemonte, e in alcuni siti spagnoli. Una mandibola frammentaria può essere attribuita all'antenato del tasso del miele attuale, *Mellivora benfieldi*, il cui ritrovamento a Cava Monticino rappresenta la prima (e unica) documentazione fuori dall'Africa per questo genere.
- Tubulidentati: specie forse più "esotica" presente nell'associazione di Cava Monticino è certamente *Amphyorycteropus* cf. *gaudryi*, un mammifero tubulidentato parente dell'attuale oritteropo ("formichiere africano") *Orycteropus afer,* diffuso oggigiorno nell'Africa sud-sahariana e caratterizzato da una dieta costituita quasi esclusivamente da termiti. Tale genere, pur essendo relativamente

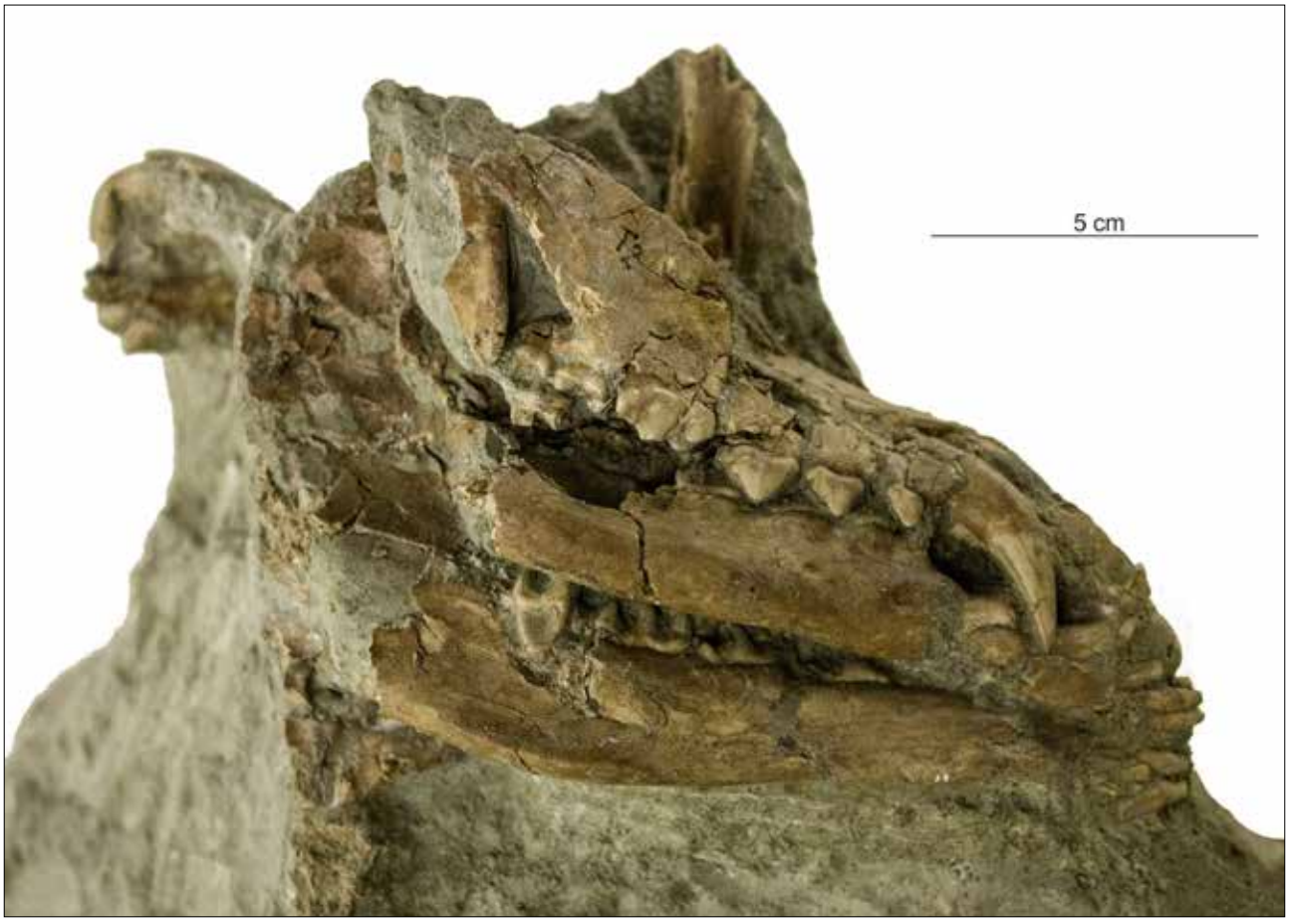


Fig. 14 – Cranio di *Plioviverrops faventinus*, un piccolo ienide estinto descritto per la prima volta per mezzo dei reperti della Cava Monticino (foto P. Lucci).

raro, ha avuto durante il Mio-Pliocene un areale di distribuzione piuttosto ampio alle latitudini mediterranee: il "formichiere" di Brisighella rappresenta in ogni caso la segnalazione più occidentale di questo tubulidentato per il Miocene dell'Eurasia.

- Perissodattili: è un ordine di mammiferi generalmente ben rappresentato nei siti del Miocene superiore ma scarsamente documentato in quelli italiani, perciò anche gli scarsi reperti di Cava Monticino costituiscono comunque una testimonianza importante. I pochi resti di rinoceronte possono essere attribuiti a *Pliorhinus megarhinus*, una forma diffusa in Europa centro-meridionale nel Mio-Pliocene (fig. 15); la sua presenza suggerisce una dispersione di *taxa* dell'Europa orientale verso occidente durante il Messiniano. Anche i reperti fossili di equidi sono scarsi, ma le morfologie dentali sono del tutto simili a quelle rinvenute in altri siti italiani miocenici e quindi attribuibili all'hipparionino *Hippotherium malpassii*. Tali equidi tridattili comparvero in Nord America e giunsero in Eurasia e Africa nel Miocene medio-superiore (circa 12,5 Ma), originando un notevole numero di specie per poi estinguersi nel corso del Pliocene inferiore.
- Artiodattili: sebbene non numerosi, i resti rinvenuti al Monticino sono importanti a livello paleontologico e ascrivibili alle 3 famiglie Suidae, Bovidae e Cervidae. Malgrado la diversità molto bassa in confronto alle coeve faune europee, il bovide meglio rappresentato è l'antilope *Oioceros occidentalis*. Questa specie (descritta per la prima volta sui resti di Cava Monticino) presenta corna dalla superficie solcata e spiralate con torsione in senso antiorario, caratteristica che la rende affine a forme di bovidi del Miocene medio-superiore della regione balcanico-iraniana (fig. 16); i resti di *Oioceros* italiani rappresentano la segnalazione più occidentale del genere (da qui il nome specifico). Sono presenti anche altri 2 bovidi: un *taxon* di grande taglia attribuito alla grossa antilope cf. *Parabos* rientra nei boselafini (gruppo dal quale potrebbero aver avuto origine i bovini moderni come bufali e buoi); un terzo bovide, non meglio identificabile (Antilopinae indet.), è rappresentato da alcuni reperti di taglia intermedia tra i due *taxa* precedenti. I resti di un suide dalle dimensioni di un grosso cinghiale sono stati ascritti alla specie *Propotamochoerus provincialis*, largamente diffusa durante il Miocene superiore d'Europa e di possibile origine asiatica. I reperti riferibili ai cervidi sono limitati a pochi frammenti di denti, ossa e di palco. Essi sono attribuibili a *Procapreolus* cf. *loczyi*, una specie nota in Europa centrale e orientale ma poco conosciuta in Italia, e a *Pliocervus* sp., cervide abbastanza diffuso nei depositi tardo-miocenici europei e italiani. La presenza di questi due *taxa* è caratteristica nelle località attribuite al Messiniano e suggerisce una affinità biogeografica della fauna con quelle dell'Europa centrorientale.
- Roditori: sono di gran lunga la componente più consistente della fauna di Cava Monticino essendo documentati da molte migliaia di piccoli resti fossili attribuibili a 12 specie, due delle quali descritte per la prima volta in questo sito. Le condizioni tafonomiche fanno ritenere che la composizione fossile, per i roditori, corrisponda all'effettiva associazione vivente. I muridi, il gruppo più abbondante, includono *Stephanomys debruijni*, *Centralomys benericettii* (in onore dello scopritore del giacimento di Cava Monticino: "Tonino" Benericetti), *Paraethomys anomalus*, *Occitanomys* sp. e *Apodemus* cf. *gudrunae* (antenato dell'odierno topo selvatico *Apodemus sylvaticus*). I cricetidi invece sono rappresentati da 2 specie, *Cricetus* cf. *barrierei* e *Ruscinomys* cf. *lasallei*, mentre gli sciuridi includono *Atlantoxerus* cf. *rhodius* (scoiattolo terricolo, simile all'attuale xero dell'Atlante) e *Hylopetes* sp. (genere di scoiattoli volanti ancora viventi nel Sudest Asiatico). Tra i gliridi sono stati identificati *Myomimus* sp. (genere vivente in Europa orientale e Asia ed esistito nel Mio-Pleistocene di Grecia e Medio Oriente) e *Muscardinus* sp. (genere tuttora esistente). Il roditore più grande all'interno dell'associazione è *Hystrix depereti*, un istrice preistorico segnalato per la prima volta in giacimenti del Miocene superiore della Grecia e poi rinvenuto in numerosi depositi mio-pliocenici circum-mediterranei (fig. 17). Nel loro complesso, i roditori suggeriscono un ambiente aperto relativamente arido, intervallato da spazi di foresta secca con sottobosco più o meno fitto, con una temperatura annua media di circa 13-14 °C.
- Lagomorfi: la forma più comune è *Trischizolagus*, genere fossile che ha avuto una distribuzione europea orientale-meridionale (e.g., Romania, Grecia.) durante il Mio-Pliocene, probabilmente legato ai leporidi moderni. L'altro lagomorfo è l'ocotonide *Prolagus sorbinii*, parente delle "lepri fischianti" asiatiche attuali.
- Insettivori: i resti della Cava Monticino sono abbondanti e mostrano legami con le contemporanee associazioni europee. La specie più comune è *Parasorex depereti*, un *taxon* diffuso nel Mio-Pliocene dell'Europa antenato dei moderni "ratti lunari" del

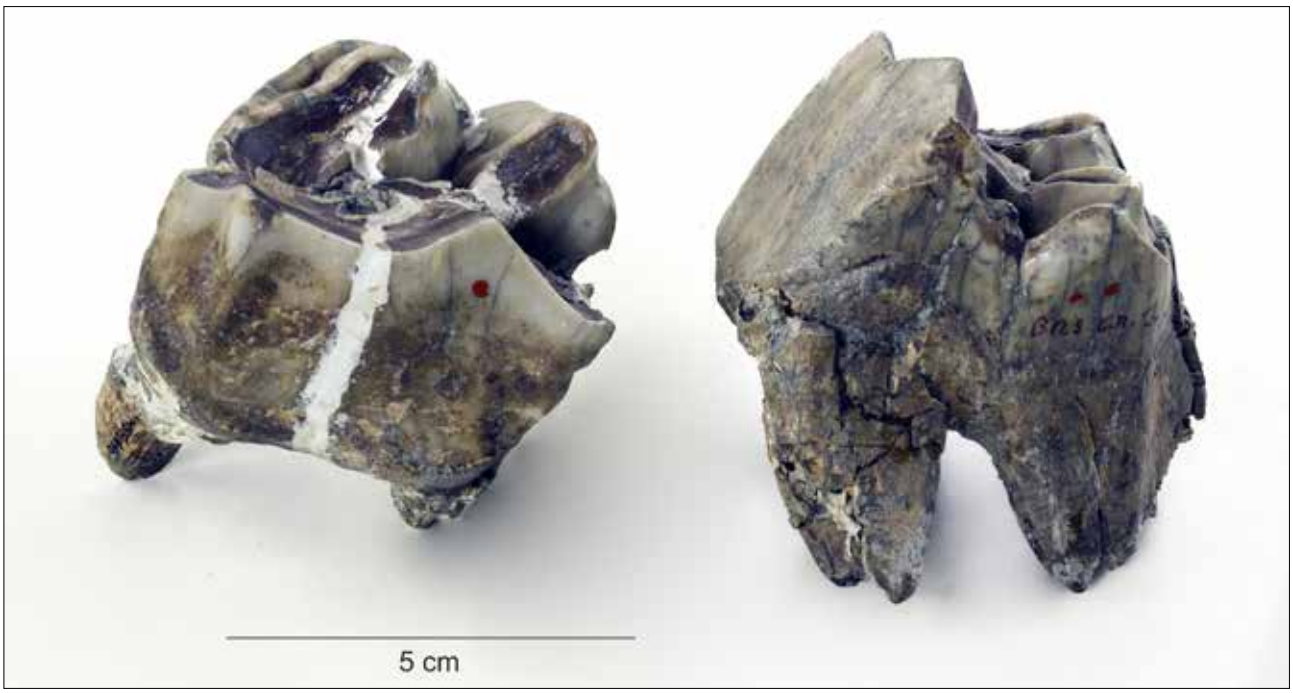


Fig. 15 – Massicci molari superiori del rinoceronte bicorne *Pliorhinus* cf. *megarhinus* (foto P. Lucci).



Fig. 16 – Emimandibola destra di altra specie nuova per la Scienza dalla Cava Monticino: la "antilope caprina" *Oioceros occidentalis* (foto P. Lucci).

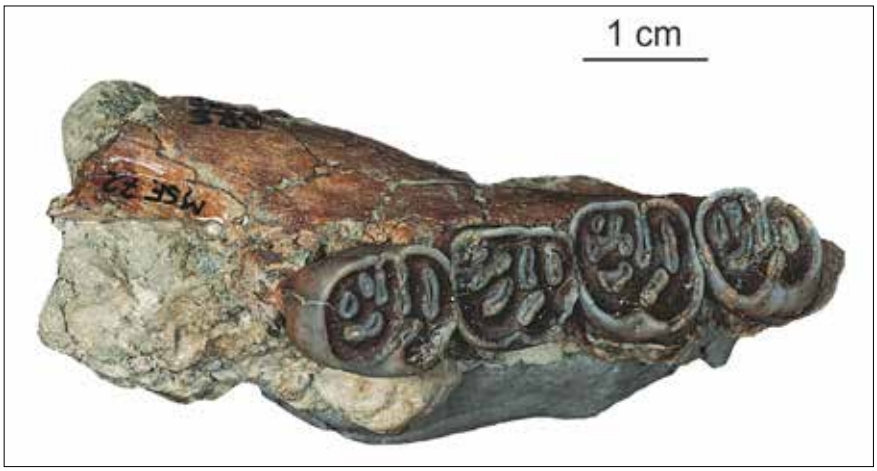


Fig. 17 – *Hystrix depereti*, un istrice messiniano dalla Cava Monticino: mandibola sinistra in vista occlusale (foto P. Lucci).

Sudest Asiatico: come gli altri membri dello stesso genere doveva essere un animale opportunista e probabilmente legato ad un ambiente forestale relativamente caldo e umido. Resti di *Neomyosorex* sp. (un parente dei toporagni), potrebbero suggerire la presenza di specchi d'acqua dolce permanenti. Completano l'associazione pochi frammenti che identificano i due ulteriori insettivori cf. *Miosorex desnoyersianus* e *Mioechinus* sp.

- Chirotteri: per quanto riguarda quest'ordine l'associazione di Cava Monticino è la più ricca del Miocene italiano. La presenza più insolita risulta quella del megadermatide *Megaderma* cf. *mediterraneum*, un pipistrello imparentato con i "falsi vampiri" oggi diffusi a livello tropicale dall'Africa all'Oceania; tale specie è stata presente in Europa centromeridionale dal Miocene medio fino al Pliocene. A questa forma si aggiungono altri 5 *taxa*: *Rhinolophus* cf. *kowalskii*, *Rhinolophus* sp., *Myotis* cf. *boyeri*, e gli ipposideridi *Hipposideros* cf. *vetus* e *Asellia* cf. *mariaetheresae*. La presenza del megadermatide e degli ipposideridi suggerisce un ambiente tropicale-subtropicale, piuttosto arido, con temperature non inferiori ai 14° C.
- Rettili e anfibi: l'erpetofauna di Cava Monticino, molto diversificata, è rappresentata complessivamente da almeno 26 differenti *taxa* (8 anfibi e 18 rettili; tab. 1) includendo urodeli, anuri, testuggini terrestri e palustri, coccodrilli, lucertole, anfisbene e serpenti. Una tale diversità costituisce un caso raro nel quadro delle erpetofaune del Miocene, generalmente molto più povere. Nel complesso, l'associazione presenta affinità afro-asiatiche e include le più antiche testimonianze fossili finora conosciute di alcuni *taxa*, come i boa delle sabbie (appartenenti alla linea evolutiva della specie attuale *Eryx jaculus*) o i serpenti del genere *Malpolon*. Un campione così ampio ci permette anche di fare inferenze di tipo paleoambientale: il quadro che ne emerge rappresenta un ambiente complessivamente caldo, generalmente arido ma con presenza di corpi d'acqua, affioramenti rocciosi e aree con suoli più incoerenti, così come la compresenza di aree aperte che a maggiore copertura vegetale.
- Uccelli: i resti che li documentano sono assai frammentari e appartengono a soli 5 *taxa*. Un tibiotarso di otarda costituisce il *record* più antico finora trovato di questo uccello. La presenza di fasianidi e di otarda indica ambienti aperti e tendenzialmente secchi, anche se i pochi resti non permettono considerazioni più precise.

In generale si sottolinea il grande interesse scientifico della paleofauna di Cava Monticino, in quanto rappresenta un caso unico in particolar modo per la sua ottimale calibrazione cronologica: a livello internazionale sono infatti pochissime le località fossilifere che, oltre ad annoverare sia macro- che microvertebrati, possono contare su una chiara datazione basata su biostratigrafia dei depositi marini, biocronologia continentale a mammiferi, magnetostratigrafia e assetto geologico-tettonico del giacimento. Insomma, un piccolo gioiello paleontologico che va ad arricchire il patrimonio UNESCO delle evaporiti dell'Appennino settentrionale.

Le paleofaune del Pleistocene superiore

In ambito regionale la distribuzione dei depositi faunistici tardo-pleistocenici a macromammiferi è disomogenea e limitata ad alcune aree nel settore centro-orientale (Bologna) e orientale (Brisighella) della Formazione Gessoso-solfifera.

A est di Bologna i giacimenti si ubicano fra i torrenti Savena-Zena: i dati più significativi provengono dai riempimenti sedimentari di 4 diverse cavità paleocarsiche di varia genesi erosiva ed estensione (Cava a Filo, Cava I.E.C.M.E., Grotta Serafino Calindri, Cava Fiorini) che hanno restituito, a più riprese, faune, pollini e industria litica (Nenzioni, Lenzi 2018; Nenzioni *et alii* 2018, 2023). La loro messa in posto è concomitante con pulsazioni climatiche estreme, distribuite in termini di crono-stratigrafia isotopica marina durante gli stadi MIS 3 – MIS 2, che hanno innescato a più riprese significativi episodi di degrado erosivo dei versanti. Gli esiti più rilevanti di questo fenomeno culminano con l'acme dell'Ultimo Massimo Glaciale (UMG o LMG – *Last Glacial Maximum*) e l'inizio del Tardoglaciale.

Scarsi resti di vertebrati fossili grosso modo coevi sono segnalati anche nella parte orientale della Vena del Gesso romagnola tra il torrente Sintria ed il fiume Lamone (Grotta Giovanni Leoncavallo e Grotta Rosa Saviotti e, principalmente, Grotta Risorgente del Rio Cavinale) (Sami, Ghezzo 2015).

Nel loro insieme le paleofaune provengono da depositi a matrice limoso-ghiaiosa, connessi con fenomeni di rimobilitazione e trasporto all'interno dei sistemi carsici ipogei di suoli pertinenti al substrato pleistocenico circostante. L'insieme faunistico è rappresentato da vertebrati appartenenti alle classi dei mammiferi e degli uccelli per un totale di 42 specie. La prima si compone di 33 specie appartenenti a 7 ordini, mentre la seconda conta 9 specie suddivise in 4 ordini (tabb. 5a, 5b).

Il deposito di Cava a Filo, di elevato contenuto paleontologico e palinologico e oggetto di ricerche sistematiche a partire dal 2006, ha restituito lo spettro faunistico più rilevante e sequenziato. Buona parte degli

altri siti, per la genesi formativa dei giacimenti (trasporti anche massivi di riempimento carsico e/o di origine fluvio-carsica) soggetti ad indagini saltuarie o condizionate dai lavori estrattivi di cava, hanno fornito insiemi numericamente limitati o più frammentari, ma di rilevante interesse per l'integrazione del quadro faunistico e cronologico generale.

I reperti a tutt'oggi determinati sono a seguito elencati in ordine tassonomico:

- Carnivori: riuniscono 11 specie, a cominciare dal leopardo *(Panthera* cf. *pardus*) cui viene dubitativamente attribuito il frammento apicale di canino di un individuo adulto dalla Grotta della Risorgente del Rio Cavinale. Il secondo felide identificato nello stesso giacimento corrisponde a una grossa lince (*Lynx* cf. *lynx*), di cui rimane un incisivo superiore. Sottospecie della iena macchiata, la iena delle caverne (*Crocuta crocuta spelaea*), è documentata da un'emimandibola sinistra dalla Grotta Serafino Calindri inquadrabile su base radiocarbonica in un momento di inasprimento climatico dello stadio finale MIS 3 (fig. 18). I resti di lupo (*Canis lupus*), specie cosmopolita ed ecomorfa, provengono in massima parte dalle unità stratigrafiche UMG del sito di Cava a Filo (serie sedimentaria 1), dove attestano la notevole presenza del principale predatore specializzato nella caccia alla megafauna a bisonte delle steppe. Indagini paleogenetiche coordinate dall'Università di Bologna - Laboratorio del DNA antico - Campus di Ravenna hanno analizzato il DNA mitocondriale di 17 reperti mettendo in evidenza che due di questi, datati 25005-24407 e 20161-20577 cal. BP, ricadono nell'aplogruppo canino A, oggi il più diffuso nei cani moderni europei (Ciucani *et alii* 2019; Koupadi *et alii* 2020; Iacovera *et alii* 2021). Le evidenze paleogenetiche in questi lupi del tardo Pleistocene retrodatano di oltre 10000 anni l'insorgenza di questo aplogruppo in Eurasia e aggiungono preziose informazioni sull'origine temporale e spaziale delle linee mitocondriali che potrebbero aver avuto un primo ruolo nella domesticazione del cane. Sempre nell'ambito dei Canidi più rara risulta la volpe, attestata in un'unità stratigrafica tardoglaciale di Cava a Filo. Scarsi reperti di *Ursus spelaeus*, fra cui elementi della dentatura appartenenti sia ad adulti che a esemplari giovanili, provengono dalla Grotta Risorgente del Rio Cavinale (fig. 19). Un canino di *Ursus* sp. dalla Grotta Saviotti rientra invece nella variabilità fra *U. arctos* e *U. spelaeus*. La mandibola di ghiottone (*Gulo gulo*) di Cava Fiorini, riconducibile all'ultimo picco freddo UMG, costituisce una delle rare attestazioni dell'animale a sud del fiume

Mammiferi	**Carnivori**	*Panthera* cf. *pardus*
		Linx linx
		Crocuta crocuta spelaea
		Canis lupus
		Vulpes vulpes
		Ursus sp.
		Ursus spelaeus
		Meles meles
		Gulo gulo
		Mustela erminea
	Perissodattili	*Equus* sp.
		Equus hydruntinus
		Stephanorhinus cf. hemitoechus
	Artiodattili	*Sus scrofa*
		Capreolus capreolus
		Cervus cf. *elaphus*
		Megaloceros giganteus
		Bos primigenius
		Bison priscus
	Roditori	*Marmota marmota*
		Glis glis/Myoxus glis
		Arvicola amphibius
		Microtus agrestis
		Microtus arvalis
		Microtus savii
		Chionomys nivalis
		Clethrionomys glareolus
		Apodemus cf. *sylvaticus*
	Lagomorfi	*Lepus europaeus*
		Lepus timidus
	Insettivori	*Erinaceus europaeus*
		Sorex gr. *araneus*
	Chirotteri	*Plecotus* gr. *auritusaustriacus*

Tab. 5 a – Lista faunistica dei mammiferi del Pleistocene superiore nei Gessi bolognesi e nella Vena del Gesso romagnola.

Uccelli	**Phasianidae**	*Lagopus mutus*
		Alectoris graeca
		Lyrurus tetrix
		Perdix perdix
	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*
	Falconidae	*Falco tinnunculus*
	Corvidae	*Nucifraga caryocatactes*
		Pyrrhocorax graculus
		Corvus cf. corax

Tab. 5 b – Lista faunistica degli Uccelli del Pleistocene superiore nei Gessi bolognesi.



Fig. 18 – Grotta Serafino Calindri: emimandibola sinistra in norma labiale e occlusale della iena delle caverne *Crocuta crocuta spelea* (foto F. Grazioli).



Fig. 19 – Dente canino superiore di orso delle caverne (*Ursus spelaeus)* dalla Grotta Risorgente del Rio Cavinale (Archivio Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza).

Po: attualmente il grande mustelide è diffuso nelle zone artiche a tundra e taiga e nelle zone montuose boscate a clima alpino dell'emisfero boreale (penisola scandinava, stati baltici, Russia settentrionale) (fig. 20). Altri mustelidi presenti sono l'ermellino (*Mustela erminea*) e il tasso (*Meles meles*), quest'ultimo legato ad ambienti a buona copertura arborea o arbustiva. Entrambe le specie sono segnalate nei livelli tardoglaciali di Cava a Filo (Pasini 1969, 1970).

- Perissodattili: elementi della dentatura di equidi (*Equus* sp.), non inquadrabili nello specifico ma rientranti nelle specie wurmiane di grande taglia, provengono dai siti di Cava I.E.C.ME. – inghiottitoio A, Grotta Calindri e Cava Fiorini. Cronologicamente si distribuiscono fra lo *step* centrale MIS 3 e l'ultimo apicale freddo UMG. I resti di asino europeo (*Equus hydruntinus*), rappresentato nel sito di Cava a Filo da elementi della dentatura, sono cospicui nel Tardoglaciale soprattutto nella parte centro-meridionale della Penisola e in minor frequenza nelle zone interne dell'Appennino: sporadiche sono invece le presenze in Italia settentrionale, con l'occorrenza più a nord a Riparo Tagliente (VR). Documentato nella Grotta Risorgente del Rio Cavinale da una falange, il rinoceronte delle steppe o dal naso stretto (S*tephanorhinus* cf. *hemitoechus*), insieme all'affine rinoceronte lanoso (*Coelodonta antiquitatis*) con cui conviveva a partire dal MIS 4, si ricollega a zone aperte di tipo steppico, ricche di bassa vegetazione e a clima temperato.
- Artiodattili: i suidi sono documentati esclusivamente dal cinghiale (*Sus scrofa*), rinvenuto nei soli Gessi bolognesi e attribuibile su base radiocarbonica alla fase iniziale del MIS 2. Fatta eccezione per il cervo nobile (*Cervus elaphus*) della Grotta Risorgente del Rio Cavinale, i cervidi comprendono prevalentemente 2 specie di taglia assai diversa ovvero l'esile capriolo (*Capreolus capreolus*) e l'imponente megacero (*Megaloceros giganteus*), che si caratterizzava per i grandi palchi palmati negli individui di sesso maschile (fig. 21): nel sito di Cava a Filo quest'ultimo è attestato sino al Tardoglaciale, intorno a 17000 anni da oggi. La maggior parte dei bovidi è attribuibile a bisonte delle steppe (*Bison priscus*), molto abbondante nei depositi dei Gessi bolognesi (fig. 22) e solo occasionalmente nei gessi romagnoli (Grotta Saviotti). Nel sito di Cava a Filo, il più importante della penisola italiana per qualità e quantità dei recuperi, risulta ancora ben presente nel pieno Tardoglaciale (Sala 1985, 1987). Nell'ambito dei bovidi si individua anche la presenza, rara o sporadica, dell'uro (*Bos primigenius*).
- Roditori: la marmotta (*Marmota marmota*), sciuride registrato nel Pleistocene superiore in tutto l'arco alpino ed anche a basse altitudini, è segnalata con maggiore frequenza nell'ultimo *step* freddo UMG documentato dai depositi di Cava a Filo, Cava I.E.C.ME. – SIA e Cava Fiorini. Scarsamente rappresentati sono i gliridi, ai quali appartiene il ghiro (*Glis glis*). L'associazione a piccoli mammiferi presente nel deposito di Cava a Filo (11 specie), principalmente nei livelli del Dryas antichissimo (*Oldest Dryas* o Dryas 1), si caratterizza per la bassa biodiversità. Fra i cricetidi, specie prevalente è l'arvicola campestre (*Microtus arvalis*). La presenza, in sottordine, di arvicola acquatica (*Arvicola amphibius*) fa presumere l'esistenza di specchi d'acqua nelle vicinanze del sito. Più sporadica, ma significativa dal punto di vista paleoecologico e paleoclimatico, l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*).
- Lagomorfi: entrambi i leporidi – lepre comune (*Lepus europaeus*) e lepre bianca (*Lepus timidus*) (fig. 23) – provengono dal sito di Cava a Filo. La specie *L. timidus*, in Italia oggi presente con una popolazione ristretta all'arco alpino, durante l'Ultimo Massimo Glaciale e il successivo periodo di miglioramento climatico era distribuita con continuità fra Nord Europa e Asia al di sotto del limite dei ghiacciai.

Il quadro faunistico dei mammiferi è completato da occorrenze isolate di soricidi (toporagno – *Sorex gr. araneus*) e chirotteri (orecchione grigio - *Plecotus gr. auritusaustriacus*).

- Uccelli: solo i depositi dei Gessi bolognesi hanno restituito anche resti di avifauna del Pleistocene superiore. I *taxa* annoverano: fagiano di monte (*Lyrurus tetrix*), pernice bianca (*Lagopus mutus*), starna (*Perdix perdix*), nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), gracchio (*Pyrrhocorax graculus*), gheppio (*Falco tinnunculus*), coturnice (*Alectoris graeca*), corvo (*Corvus* cf. *C. corax*) e aquila reale (*Aquila chrysaetos*). Queste specie si distinguono per la loro diffusione in areali con picchi rocciosi, praterie aride e fredde, ambienti artici o alpini con radi alberi. Nella maggioranza dei casi i resti provengono dalle unità stratigrafiche del primo Tardoglaciale di Cava a Filo, eccetto *A. graeca* (Cava I.E.C.M.E. – ingh.A) e *C.* cf. *corax* (Grotta Calindri) rispettivamente riconducibili come cronologia alle fasi centrali e finali dello stadio isotopico MIS 3.

In conclusione, gli aspetti di interesse offerti dai giacimenti a vertebrati fossili del Pleistocene superiore



Fig. 20 – Mandibola in norma occlusale, labiale destra e labiale sinistra di ghiottone (*Gulo gulo*), Cava Fiorini (foto F. Grazioli).



Fig. 21 – Cava a Filo: emimandibola destra giovanile in norma laterale dell'imponente cervide estinto *Megaloceros giganteus* (foto F. Grazioli).



Fig. 22 – Neurocranio con cavicchie ossee in norma frontale e nucale del bisonte delle steppe (*Bison priscus*), Cava I.E.C.M.E. (foto F. Grazioli).

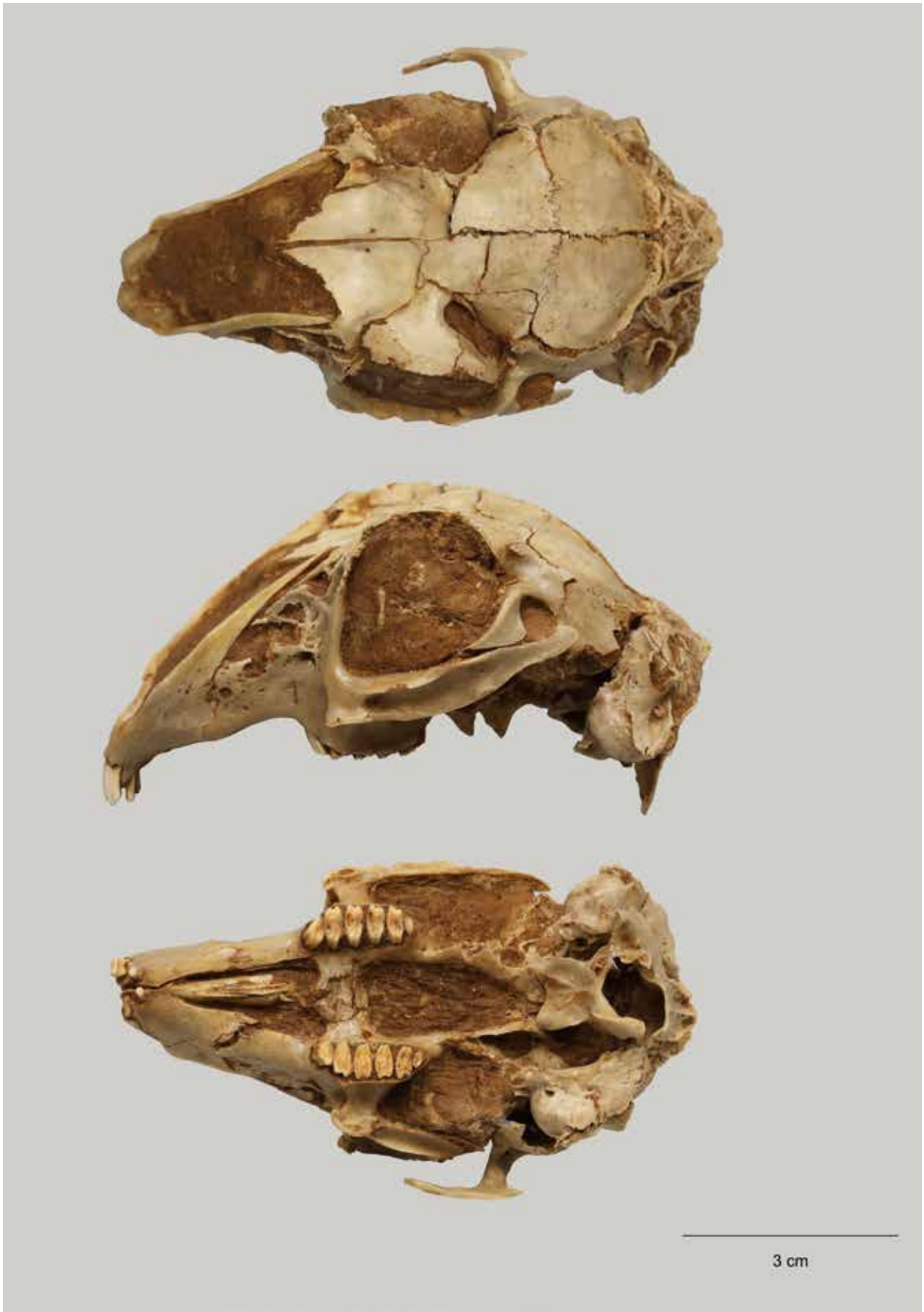


Fig. 23 – Cava a Filo: cranio in norma frontale, laterale e basale di *Lepus timidus*, la lepre bianca presente oggigiorno in Italia soltanto sull'arco alpino (foto F. Grazioli).

dei Gessi bolognesi e della Vena del Gesso romagnola sono molteplici. Si segnala, in primo luogo la varietà del *record* faunistico che, seppure limitato ai soli mammiferi e uccelli, consente una ricostruzione paleoambientale a un buon livello di dettaglio in un arco temporale racchiuso fra la fase centrale del MIS 3 e il MIS 2, con particolare riguardo per gli step evolutivi dell'Ultimo Massimo Glaciale.

La presenza di resti dei grandi carnivori connessi con la predazione, appartenenti a specie non o raramente registrate in territorio regionale come *Panthera* cf. *pardus*, *Lynx* cf. *lynx*, *Ursus spelaeus*, *Crocuta crocuta spelaea* e *Gulo gulo*, unitamente a quanto le indagini sul DNA antico stanno rivelando in merito a *Canis lupus* e al ruolo giocato dalla popolazione italiana nel processo di domesticazione del cane in Europa, costituisce il segnale della rilevanza scientifica di questi giacimenti in uno scenario che va certamente oltre i confini nazionali.

La campagna di ricerche nel sito di Cava a Filo, completata dalle indagini sui pollini fossili contenuti nei sedimenti di tutti i depositi bolognesi e dall'importante serie di datazioni al ^{14}C (25 esami radiometrici) permette di ricostruire in sequenza eventi climatici e paleoambientali racchiusi fra 44000 e circa 14500 anni dal presente (tab. 6).

Filo conduttore faunistico del tardo Pleistocene, il *Bison priscus* (e in misura più limitata il *Megaloceros giganteus*), rimanda alla lunga sussistenza sul margine appenninico di ambienti freddi, aperti, di steppa o

PROVENIENZA REPERTO	MATERIALE ANALIZZATO	DATA ^{14}C	CAL. 2σ BP
CAVA A FILO (Livello l – scavi Pasini 1969)	Carbone	11150 ± 650	**14204 - 14842**
CAVA A FILO FASE DI SEDIMENTAZIONE 3 (US. 100 – scavi 2019)	*Megaloceros giganteus*	14031 ± 75	**17352 - 16859**
CAVA A FILO FASE DI SEDIMENTAZIONE 3 (Livello f – scavi Pasini 1969)	Carbone	15000 ± 150	**18586 - 17890**
CAva I.E.C.M.E. – SIA	*Megaloceros giganteus*	16227± 65	**19842 - 19379**
CAVA A FILO FASE DI SEDIMENTAZIONE 2 (US. 201)	*Megaloceros giganteus*	16900 ± 60	**20577 - 20161**
CAVA FIORINI	*Gulo gulo*	16969± 120	**20786 - 20121**
CAVA FIORINI (CA.FIO1959/01-A)	*Bison priscus*	17018 ± 45	**20695 - 20340**
CAVA A FILO FASE DI SEDIMENTAZIONE 2 (US. 150)	*Bison priscus*	18018 ± 75	**22182 - 21704**
CAVA A FILO FASE DI SEDIMENTAZIONE 1 (US. 167)	Costola (cf. *Bison priscus*)	19434 ± 75	**23750 - 23152**
CAVA A FILO FASE DI SEDIMENTAZIONE 1 (US. 80)	*Bison priscus*	20786 ± 120	**25341 - 24631**
GROTTA SERAFINO CALINDRI (RS area 3)	*Sus scrofa*	22558 ± 150	**27276 - 26456**
GROTTA SERAFINO CALINDRI (SE.CAL 193/06-B) (RM US 4)	Fr. arto (cf. *Bison priscus*)	26757 ± 150	**31147 - 30701**
GROTTA SERAFINO CALINDRI (SE.CAL 193/06-C) (RM US 4)	Fr. arto (cf. *Bison priscus*)	33159 ± 200	**38160 - 36605**
CAVA I.E.C.M.E. (Inghiottitoio A)	*Bison priscus*	39720 ± 360	**44412 - 43100**

Tab. 6 – Serie di datazioni ^{14}C effettuate su campioni provenienti dai siti tardo pleistocenici dei Gessi bolognesi.

steppa-prateria. Particolarmente evidente nel Tardoglaciale l'alternanza nei diagrammi pollinici di *taxa* tipici di boschi freddi e, in misura più discreta nelle zone ripariali, del Querceto: tutto ciò restituisce il quadro di sensibile miglioramento climatico post UMG, noto anche come "Optimum Climatico Pleniglaciale" che si riflette in *habitat* compatibili con specie quali capriolo, cinghiale, volpe, ermellino e tasso.
In assenza di datazioni assolute, le paleofaune della Vena del Gesso romagnola rimangono più genericamente inquadrabili nelle sequenze del Pleistocene superiore. La presenza di *Stephanorhinus* cf. *hemitoechus*, di cui le attuali conoscenze collocano la permanenza sul territorio nazionale fino a circa 41000 anni BP (Pandolfi *et alii* 2017), potrebbe costituire un indizio cronologico per inserire la serie faunistica della Vena del Gesso nelle oscillazioni climatiche, anche temperate, che connotano la fase centrale dello stadio MIS 3, forse sovrapponendosi parzialmente con il contesto di Cava I.E.C.M.E. - Inghiottitoio A. Limitatamente ai carnivori delle grotte romagnole, la sopravvivenza di queste specie nella penisola italiana sino all'acme freddo UMG (centrato intorno a 21000 anni cal BP) non esclude peraltro una loro collocazione entro un termine cronologico più recente che, in via del tutto ipotetica, potrebbe correlarsi cronologicamente con le serie sedimentarie più antiche di Cava a Filo.

Bibliografia

S. Bartolini-Lucenti, J. Madurell-Malapeira, L. Rook 2022, *The carnivorans from Cava Monticino (Faenza, Italy; Messinian) revisited*, "Historical Biology" 34, pp. 1458–1470. https://doi.org/10.1080/08912963.2022.2042806.

N. Bedosti, W. Landini, R. D'Anastasio 2015, *The increase of bony mass in a small Cyprinodontidae from the Messinian deposit of M. Tondo (Ravenna, Italy): palaeoecological implications,* "Atti Società Toscana di Scienze Naturali", Memorie, Serie A, 122, pp. 5-17.

A. Bertini 2006, *The Northern Apennines palynological record as a contribute for the reconstruction of the Messinian palaeoenvironments*, "Sedimentary Geology" 188-189, pp. 235-258.

A. Bertini, E. Martinetto 2008, *Messinian to Zanclean vegetation and climate of Northern and Central Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 47, 2, pp. 105-121.

G. Carnevale, C. Sorbini, W. Landini 2003, *A new species of tilapiine Cichlid from the late Miocene of Central Italy,* "Journal of Vertebrate Paleontology", 23, 3, pp. 508-516.

G. Carnevale, D. Caputo, W. Landini 2008, *A leerfish (Teleostei, Carangidae) from the Messinian evaporite succession of the Vena del Gesso basin (Romagna Apennines, Italy): palaeogeographical and palaeoecological implications,* "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 47, 2, pp. 169-176.

G. Carnevale 2021, *I pesci messiniani di Cava Monticino (Brisighella),* in L. Rook (a cura di), *La fauna messiniana di Cava Monticino (Brisighella, RA)*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", s.II, vol. 37), Bologna pp. 49-54.

G. Carnevale, W. Schwarzhans 2022, *Marine life in the Mediterranean during the Messinian Salinity crisis: a paleoichthyological perspective*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia", 128, 2, pp. 283-324.

M.M. Ciucani, D. Palumbo, M. Galaverni, P. Serventi, E. Fabbri, G. Ravegnini, S. Angelini, E. Maini, D. Persico, R. Caniglia, E. Cilli 2019, *Old wild wolves: ancient DNA survey unveils population dynamics in Late Pleistocene and Holocene Italian remains*, "PeerJ", 7, e6424.

S. Conti, C. Fioroni, P. Serventi, D. Fontana 2022, *Messinian seep-carbonates marking the transition to the evaporite deposits in the Romagna sector of the Northern Apennines (Italy),* "Ital. J. Geosci.", vol. 141 (3), pp. 350-362.

F. Dela pierre, M. Natalicchio, S. Ferrando, R. Giustetto, D. Birgel, G. Carnevale, S. Gier, F. Lozar, D. Marabello, J. Peckmann 2015, *Are the large filamentous microfossils preserved in Messinian gypsum colorless sulfide-oxidizing preserved bacteria?,* "Geology".

R. Iacovera, C. Gardenghi, A. Monticone, F. Fontan, G. Nenzioni, A. Latorre, M.M. Ciucani, P. Reggiani, E. Fabbri, R. Caniglia, N. Mucci, D. Luiselli, B. Demarchi, E. Cilli 2021, *Evidenze paleogenetiche e paleoproteomiche nel deposito di Cava a Filo (Bologna) durante l'Ultimo Massimo Glaciale*, in *Le scienze della preistoria e protostoria: paleoecologia, archeobiologia, applicazioni digitali e archeometria*, LVI Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Ferrara 20-23/10/2021), in press.

S. Kiel, M. Taviani 2017, *Chemosymbiotic bivalves from Miocene methane-seep carbonates in Italy*, "Journal of Paleontology" 91, 3, pp. 1-23.

S. Kiel, M. Sami, M. Taviani 2023, *Mollusks (Gastropoda, Bivalvia) from Miocene cold-seep deposits in northern Italy: revisions and additions*, "European Journal of Taxonomy", 910, pp. 110-160.

K. Koupadi, F. Fontani, M. M. Ciucani, E. Maini, S. De Fanti, M. Cattani, A. Curci, G. Nenzioni, P. Reggiani, A. J. Andrews, S. Sarno, C. Bini, S. Pelotti, R. Caniglia, D. Luiselli, E. Cilli 2020, *Population Dynamics in Italian Canids between the Late Pleistocene and Bronze Age*, "Genes", 11, 1409.

W. Landini, L. Sorbini 1989, *Ichthyofauna of the evaporitic Messinian in the Romagna and Marche regions*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 287-293.

A. Manzoni 1876, *Della posizione stratigrafica del calcare a* Lucina pomum, *Mayer*, in «Bollettino del Regio Comitato Geologico», n. 7, pp. 209-216.

G. Nenzioni, C. Berto, F. Lenzi, M. Marchesini, S. Marvelli, U. Thun Hohenstein 2018, N*uove sequenze cronologico-culturali del Paleolitico superiore e aspetti paleoambientali nel quadro delle conoscenze in ambito emiliano-romagnolo*, in *Archeologia del cambiamento. Modelli, processi, adattamenti nella Preistoria e Protostoria*, LIV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Roma, 23-26 ottobre 2019, in press.

G. Nenzioni, M. Breda, F. Lenzi, M. Marchesini, S. Marvelli, C. Peretto 2023, *New data related to the MIS 3 deposit of the Cava I.E.C.M.E. (Bologna - Italy)*, "Journal of Mediterranean Earth Sciences (JMES)", UniRoma, 15.

G. Nenzioni, F. Lenzi (a cura di), *Geopaleontologia dei Gessi Bolognesi. Nuovi dati sui depositi carsici del Pleistocene Superiore*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, XXXII), pp. 75-89.

L. Pandolfi, P. Boscato, J. Crezzini, M. Gatta, A. Moroni, M. Rolfo, A. Tagliacozzo 2017, *Late Pleistocene last occurences of the narrow-nosed rhinoceros Stephanorhinus hemitoechus (Mammalia, Perissodactyla) in Italy*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia", 123 (2), pp. 177-192.

L. Pandolfi, F. Masini, D.S. Kostopoulos 2021a, *Messinian Italian Bovidae revised: paleobiogeographic and biochronological implications*, "Historical Biology", 33, pp. 3590–3603. https://doi.org/10.1080/08912963.2021.1878513.

L. Pandolfi, F. Masini, D.S. Kostopoulos 2021b, *The latest Miocene small-sized Cervidae from Monticino Quarry (Brisighella, central Italy): paleobiogeographic and biochronological implications*, "Historical Biology" 33, pp. 3368–3374. https://doi.org/10.1080/08912963.2020.1867126.

G. Panieri, S. Lugli, V. Manzi, K. A. Palinska, M. Roveri 2008, *Microbial communities in Messinan evaporite deposits of Vena del Gesso (Northern Apennines, Italy),* "Stratigraphy", vol. 5. (3-4), pp. 343-352.

G. Pasini 1969, *Fauna a mammiferi del Pleistocene Superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso Monte Croara (Bologna),* "Le Grotte d'Italia", (4), II (1968-69), pp. 1-46.

G. Pasini 1970, *Contributo alla conoscenza del tardo Würmiano e del post-Würmiano nei dintorni di Bologna (Italia),* "Giornale di Geologia", 2, XXXVI (1968), pp. 687- 696.

F. Ricci Lucchi, G.B. Vai 1994, *A stratigraphic and tectonofacies framework of the "calcari a* Lucina*" in the Apennine chain, Italy*, "Geo-Marine Letters" 14, pp. 210-218.

L. Rook (ed.) 2021, *La fauna messiniana di Cava Monticino*, (Memorie Dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 37).

B. Sala 1985, *Le faune dell'ultimo glaciale nell'Appennino Emiliano*, in F. Lenzi, G. Nenzioni, C. Peretto (a cura di), *Materiali e documenti per un Museo della Preistoria. S. Lazzaro di Savena e il suo territorio*, Bologna, Nuova Alfa Editoriale, pp. 173-17.

B. Sala 1987, Bison schoetensacki *FREUD. from Isernia la Pineta (Italy) (Early Middle Pleistocene) and revision of the European species of bison*, "Palaeontographia Italica, 74 (1986), pp. 113-170.

M. Sami, V. Teodoridis 2013, *Gli aspetti paleontologici della cava di Monte Tondo: nota preliminare* – In: M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (Eds.): *I Gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*. (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, XXVI), pp. 59-80.

M. Sami, E. Ghezzo 2015, *Mammiferi del Pleistocene Superiore nelle grotte dei Gessi di Brisighella e Rontana*, In P. Lucci, S. Piastra (Eds.) *Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnolo*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 28), pp. 101-112.

M. Sami, M. Taviani 2015, *I calcari a* Lucina *e i Gessi di Rontana*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza, pp. 39-56.

M. Sami, E. Martinetto 2022, *Monte Tondo, gli interstrati fossiliferi e la paleoflora messiniana: un aggiornamento*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Pia-

STRA (a cura di), *La Grotta del Re Tiberio. Valori ambientali e valori culturali* (Atti del Convegno, Faenza 26-27 marzo 2022), (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", s. II, 41), pp. 19-33.

G. SCARABELLI 1864, *Sui gessi di una parte del versante NE dell'Appennino*, *Lettera del Cav. G. Scarabelli Gommi Flaminj al prof. D. Santagata*, Imola.

M. TAVIANI 1994, *The "calcari a* Lucina*" macrofauna reconsidered; deep-sea faunal oases from Miocene-age cold vents in the Romagna Apennines, Italy*, "Geo-Marine Letters" 14, pp. 185-191.

V. TEODORIDIS, Z. KVAČEK, M. SAMI, U. TORSTEN, E. MARTINETTO 2015, *Revision of the Messinian macrofossil floras of Tossignano and Monte Tondo (Romagna Apennines, Italy),* "Acta Mus. Nat. Pragae", Ser. B Hist. Nat., XX (X-X): 1-XX, Praha. ISSN 0036-5343.

V. TEODORIDIS, Z. KVACEK, M. SAMI 2016, *Revisione della flora messiniana di Polenta (Bertinoro) raccolta da Pietro Zangheri*, in M.L. GARBERI, P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), Gessi e solfi della Romagna orientale, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", s. II, 31), pp. 27–52.

A. VILLA, G. CARNEVALE, M. PAVIA, L. ROOK, M. SAMI, Z. SZYNDLAR, M. DELFINO 2021, *An overview on the late Miocene vertebrates from the fissure fillings of Monticino Quarry (Brisighella, Italy), with new data on non-mammalian taxa*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 127, pp. 297–354. https://doi.org/10.13130/2039-4942/15774

P. ZANGHERI 1922, *Un sogno che non è un sogno. A Polenta centomila secoli fa*, "La Riviera Romagnola" (Forlì), 2 n. 22.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano sentitamente il Dr. Loris Bagli e il Dr. Maurizio Scacchetti per le preziose informazioni inerenti la paleontologia degli affioramenti gessosi rispettivamente della Romagna orientale e del basso Appennino reggiano.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Primi studi microbiologici delle grotte nei gessi messiniani emiliano-romagnoli

Ettore Lopo[1], Martina Cappelletti[2]

Riassunto
Lo studio della microbiologia delle grotte interessa discipline che spaziano dall'ecologia alle biotecnologie mediche e industriali, ciononostante, la maggior parte degli studi condotti ad oggi riguardano grotte carbonatiche, mentre poco si sa sulla microbiologia delle grotte che si sviluppano nel gesso. In questo contributo presentiamo i risultati delle prime analisi microbiologiche condotte su due diverse grotte: la Grotta del Buless (ER RN 864), una delle poche cavità presenti in Regione ad essere caratterizzata dalla presenza di una sorgente sulfurea, e La Tanaccia (ER RA 114), una delle grotte più conosciute in Romagna, rappresentativa di molte delle cavità presenti in Regione. Le analisi del DNA microbico hanno mostrato che la Grotta del Buless è dominata da batteri noti per essere in grado di ossidare e ridurre diversi composti dello zolfo, suggerendo che il ciclo dello zolfo può giocare un ruolo centrale nel metabolismo delle comunità microbiche presenti. Diversamente, la Tanaccia è popolata da microrganismi tipicamente associati ad ambienti oligotrofici, ovvero caratterizzati da una scarsa concentrazione di nutrienti organici. Questi risultati suggeriscono che la presenza di zolfo ridotto sia uno dei principali fattori a determinare le differenze fra le comunità microbiche presenti nelle grotte studiate in questo lavoro. Questo lavoro fornisce prime importanti informazioni sulla biodiversità microbica presente nelle grotte di gesso, suggerendo quali potrebbero essere le principali strategie metaboliche adottate dai microrganismi che colonizzano questi particolari ambienti sotterranei.

Parole chiave: Microbiologia nelle grotte, Grotte di gesso, Composti dello zolfo, Comunità microbiche.

Abstract
The study of cave microbiology involves disciplines ranging from ecology to industrial and medical biotechnology. However, the majority of studies that have been conducted so far concern caves in carbonate rocks, while little is known about the microbiology of caves in gypsum. In this paper, we present the results of the first microbiological analyses of two different caves: the Grotta del Buless (ER RN 864), one of the few hollows in the region with a sulphur spring, and La Tanaccia (ER RA 114), which is one of the best known caves in Romagna and exemplifies the nature of many of the hollows found in the region. Microbial DNA analysis has shown that the Grotta del Buless is dominated by bacteria that are known for being capable of reducing and oxidizing sulphur compounds, which suggests that the sulphur cycle might play a central role in the metabolism of the microbial communities found there. In contrast, La Tanaccia is populated by microorganisms typically associated with oligotrophic environments, i.e. places with low nutrient concentrations. The results suggest that the low sulphur level is one of the main reasons behind the differences between the microbial communities in the caves examined in this study. The paper provides important initial information about microbial biodiversity in gypsum caves and suggests what might be the main metabolic strategies utilized by the microorganisms that colonize these distinctive underground environments.

Keywords: *Microbiology in caves, Gypsum caves, Sulphur compounds, Microbial communities.*

Nonostante la microbiologia delle grotte risulti importante in diversi ambiti, la maggior parte degli studi condotti ad oggi riguardano grotte carbonatiche, mentre gli studi condotti sulle grotte di gesso sono ancora scarsi e raramente associati allo studio microbiologico.

Lo scopo di questo contributo è quello di riportare i risultati delle prime analisi finalizzate a studiare la biodiversità microbica presente in due diverse grotte: la Grotta del Buless (ER RN 864), situata nei gessi della Romagna orientale, e La Tanaccia (ER RA 114), situata nel Parco Regionale della Vena del Gesso.

Le grotte sono ambienti isolati, bui e caratterizzati da una scarsa disponibilità di nutrienti rispetto all'ambiente esterno. Queste peculiarità definiscono i principali vincoli ai quali tutte le forme di vita che le popolano devono adattarsi, compresi i microrganismi. Lo studio delle strategie di adattamento messe in atto

[1] Università di Bologna, Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie (FaBiT), Via Irnerio 42, 40126 Bologna (BO); ettore.lopo2@unibo.it
[2] Università di Bologna, Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie (FaBiT), Via Irnerio 42, 20126 Bologna (BO); martina.cappelletti2@unibo.it

dai microrganismi permette di comprendere l'importanza che essi rivestono negli ecosistemi sotterranei e il loro coinvolgimento nella formazione delle concrezioni e delle mineralizzazioni che caratterizzano le grotte.
Tutti gli ecosistemi esposti alla luce solare sono caratterizzati dalla presenza di organismi, come le piante o alcuni batteri, in grado di sfruttare l'energia solare per fissare l'anidride carbonica in carbonio organico, generando nutrienti disponibili per il resto della comunità. Nelle grotte, l'assenza di luce rende impossibili i processi fotosintetici che avvengono in superficie, e la produzione primaria (produzione di composti organici a partire dalla CO_2 presente in atmosfera) coinvolge microrganismi chemiolitotrofi, in grado di sfruttare l'energia chimica derivante dall'ossidazione di composti inorganici ridotti presenti nell'ecosistema (come lo zolfo, i solfuri, i nitiriti, l'idrogeno e il ferro) per fissare la CO_2 in composti organici (Chen *et alii* 2009, Ghezzi *et alii* 2019, d'angeli *et alii* 2019). Sebbene alcuni microrganismi presenti in grotta possano utilizzare come fonte di energia i nutrienti organici derivanti dall'esterno (trasportati dall'acqua, del vento, o da animali), la chemiolitotrofia rende possibile una colonizzazione stabile degli ambienti sotterranei. Il metabolismo degli organismi chemiolitotrofi risulta infatti nella sintesi di molecole che possono essere condivise con altri microrganismi e utilizzati da questi come fonte nutritiva (Barton, Jurado 2007). Questi fenomeni di cooperazione portano alla formazione di comunità microbiche complesse che a loro volta possono rappresentare una fonte nutritiva per altri organismi presenti in grotta, come piccoli invertebrati. Inserendosi alla base della catena alimentare di ecosistemi sotterranei, i microrganismi presenti nelle grotte rivestono un ruolo ecologico di primaria importanza (Roach *et alii* 2011). I rapporti di cooperazione che rendono possibile la formazione delle comunità microbiche nelle grotte possono essere anche accompagnati da relazioni di competizione per le scarse fonti nutritive presenti. Questo può portare alla produzione di molecole antimicrobiche e antifungine il cui studio può sfociare in applicazioni biotecnologiche e biomediche (Zada *et alii* 2021, Ghezzi *et alii* unpublished).
È stato dimostrato che le attività dei microrganismi presenti in grotta possono essere coinvolte nella formazione degli speleotemi (sauro *et alii* 2018). Nonostante la speleogenesi sia guidata principalmente da processi abiotici, il metabolismo microbico può contribuire sia attivamente che passivamente alla formazione di concrezioni e mineralizzazioni. Esempi di contributo attivo alla formazione di speleotemi possono riguardare attività metaboliche di ammonificazione, denitrificazione, riduzione di solfati e ossidazione di solfuri, che possono portare all'aumento della concentrazione dello ione HCO_3^- con conseguente aumento di pH e precipitazione di carbonato di calcio (Riding 2000). Gli ioni carichi positivamente presenti nel substrato (come gli ioni calcio e magnesio) possono inoltre interagire con la superficie delle cellule microbiche cariche negativamente, che fungono così da siti di nucleazione attorno al quale il carbonato può successivamente precipitare (Enyedi *et alii* 2020). Sebbene il ruolo dei microrganismi nella formazione di speleotemi sia supportato da diverse evidenze, il coinvolgimento microbico nella dissoluzione e precipitazione del gesso rimane ad oggi poco studiato.

Inquadramento geologico della Grotta del Buless e della Tanaccia

Gli studi presentati in questo lavoro riguardano la Grotta del Buless (ER RN 864), situata nei gessi della Romagna Orientale, e la grotta Tanaccia (ER RA 114), situata all'interno del Parco della Vena del Gesso. La scelta di effettuare i primi studi microbiologici su queste due cavità deriva dalle peculiarità che le caratterizzano: la Grotta del Buless rappresenta un caso particolare, come descritto in seguito, mentre La Tanaccia presenta caratteristiche simili a molte delle grotte presenti sui gessi Emiliano-Romagnoli, e per questa ragione è stata scelta come grotta rappresentativa delle cavità presenti in Regione.
I gessi della Romagna orientale, diversamente dalle altre aree carsiche presenti in Emilia-Romagna, risultano ricchi di acque solfuree e depositi di zolfo, la cui presenza è testimoniata dalle diverse miniere presenti nella zona. La formazione di tali depositi è stata attribuita all'azione di batteri solforiduttori, microorganismi presenti nel sottosuolo che in presenza di sedimenti organici sono in grado di ridurre il solfato in zolfo elementare. Nella porzione terminale della Grotta del Buless è presente una delle poche sorgenti solfuree ipogee nei gessi dell'Emilia-Romagna. L'acido solfidrico che ne deriva è stato associato alla formazione dei cristalli prismatici di gesso che ricoprono alcune delle pareti e delle concrezioni presenti all'interno della grotta (Forti, Lucci 2016). Sebbene la biodiversità microbica presente in ambienti carsici sulfurei sia già stata studiata in passato (es: grotte di Frasassi), non sono mai stati svolti studi finalizzati a valutare in che modo la presenza di sorgenti solfuree ipogee influenza le comunità microbiche nei gessi Emiliano-Romagnoli.
La Tanaccia è situata all'interno del Parco Regionale della Vena del Gesso ed è una delle grotte più conosciute e studiate della Romagna. La cavità è costituita da un ampio ramo fossile scavato da un torrente che

oggi scorre una decina di metri più in basso (Gruppo Speleologico Faentino, Speleo GAM Mezzano 2015) e diversamente dalla Grotta del Buless non è interessata da sorgenti solfuree. Dati gli elementi che la caratterizzano, La Tanaccia può essere considerata una cavità rappresentativa di molte grotte presenti nei gessi dell'appennino Emiliano-Romagnolo.

I campioni microbiologici raccolti dalle due grotte e le metodiche di studio applicate

Durante le campagne di campionamento (tenutesi a settembre del 2023) sono stati individuati e prelevati in condizioni di sterilità i campioni su cui effettuare le analisi microbiologiche. I campioni raccolti rappresentano i diversi ambienti osservati all'interno della Grotta del Buless e della Tanaccia, e possono essere raggruppati in cinque diverse tipologie: patine colorate, vermicolazioni, cristalli prismatici di gesso, apparenti colonie batteriche e campioni d'acqua (figg. 1-2). All'interno di entrambe le grotte, vicino all'ingresso, sono stati prelevati anche sedimenti privi di patine (o di altri elementi indicativi di attività microbica) da utilizzare come controllo. Il confronto tra le comunità microbiche presenti nei campioni di interesse e nei campioni di controllo ha permesso di distinguere i microrganismi strettamente associati all'ambiente grotta da quelli derivanti dall'esterno per mezzo di correnti d'aria o acqua.

Le prime analisi svolte hanno avuto l'obiettivo di caratterizzare le comunità microbiche presenti all'interno dei diversi campioni in modo da rispondere alle seguenti domande: quali batteri sono presenti all'interno dei campioni prelevati? Ci sono differenze tra le comunità microbiche presenti nella Grotta del Buless e nella Tanaccia? I batteri, data la presenza di gesso, sono coinvolti nel ciclo dello zolfo? Le prime analisi effettuate per rispondere a queste domande si sono basate sull'analisi del DNA. Il DNA estratto da ciascun campione è stato utilizzato per amplificare mediante PCR i geni codificanti l'rRNA 16S, che sono stati successivamente sequenziati. Il gene codificante l'rRNA 16S è il marcatore tassonomico procariotico per eccellenza e la sua analisi permette di identificare i microrganismi presenti all'interno delle comunità microbiche. Questa analisi indica la biodiversità microbica associata ad ogni campione, che a sua volta

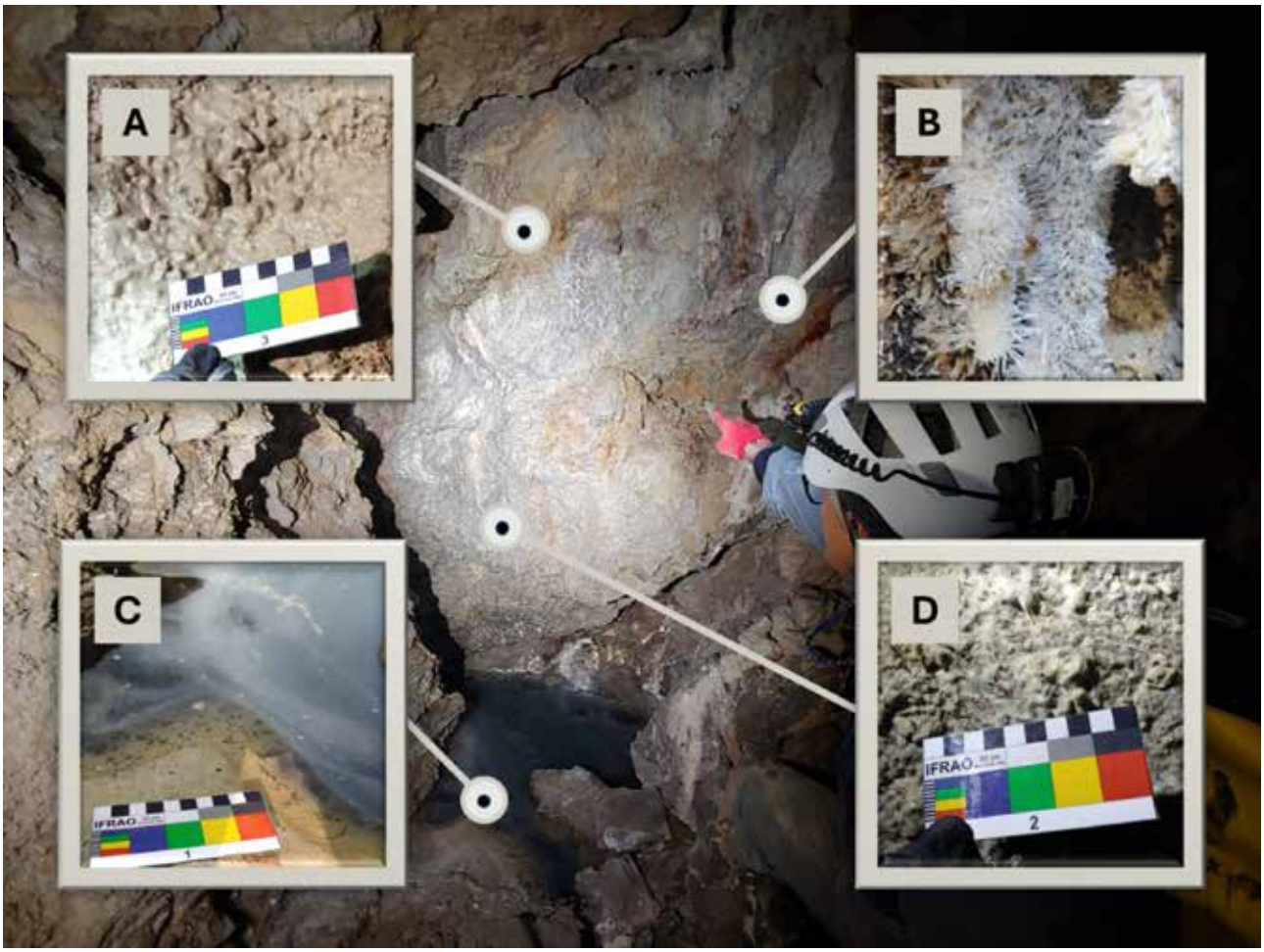


Fig 1 – Esempi di alcuni dei campioni prelevati dalla Grotta del Buless: A) Patina. B) Cristalli di gesso. C) Patina bianca galleggiante. D) Pseudo-vermicolazioni (foto E. Lopo).

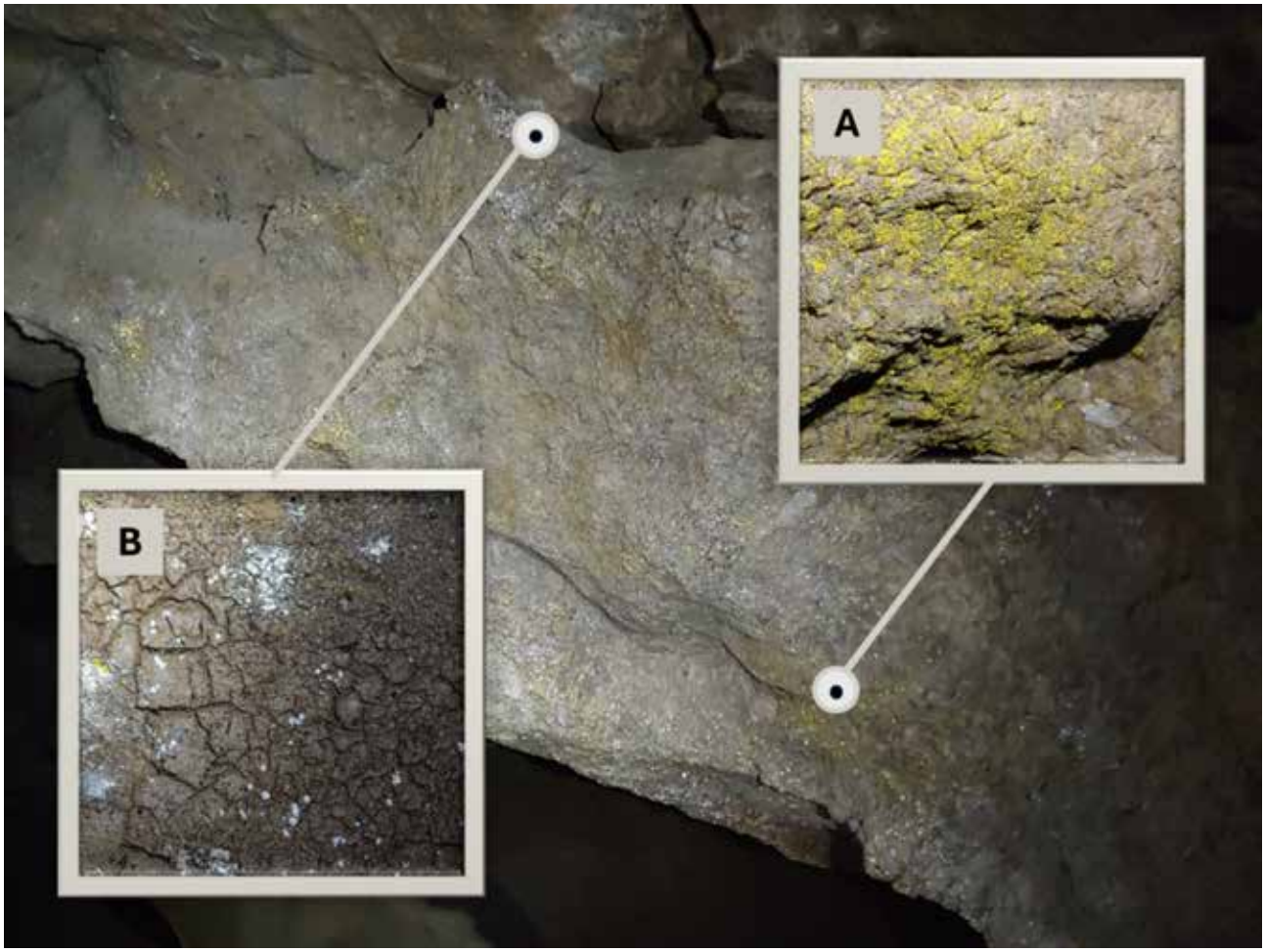


Fig 2 – Esempi di alcuni dei campioni prelevati dalla grotta Tanaccia: A) Colonie gialle. B) Colonie bianche (foto E. Lopo).

fornisce indicazioni riguardo la presenza di determinate funzioni associabili ai microrganismi. Tutte le analisi microbiologiche sono state svolte presso il MEM Lab (*Molecular Environmental Microbiology Lab*) dell'Università di Bologna (https://site.unibo.it/molecular-environmental-microbiology-lab/it).

Microbiologia della Grotta del Buless

Le analisi del DNA microbico hanno messo in luce la presenza di microrganismi noti per essere coinvolti in diverse fasi del ciclo dello zolfo, ovvero batteri solforiduttori e solfossidanti. I batteri solforiduttori sono in grado di utilizzare diversi composti dello zolfo (come lo zolfo elementare, il tiosolfato e gli ioni solfato), generando composti dello zolfo ridotti, come i solfuri. I principali batteri solforiduttori trovati nella Grotta del Buless appartengono ai generi *Geobacter* e *Desulfocapsa* e sono stati riscontrati quasi esclusivamente all'interno di campioni d'acqua e delle patine galleggianti analizzate, dove insieme arrivano a rappresentare fino al 20% delle rispettive comunità microbiche (fig. 3). La grande abbondanza di questi gruppi batterici nella Grotta del Buless potrebbe essere dovuta al fatto che possono usare il solfato disciolto in acqua nella respirazione anaerobica (in assenza di ossigeno), fornendo composti utilizzabili come nutrienti dai batteri solfossidanti (Finster *et alii* 2013, Janssen *et alii* 1996, Caccavo *et alii* 1994).

I batteri solfossidanti, al contrario dei solforiduttori, sono in grado di ossidare composti ridotti dello zolfo generando composti ossidati, come per esempio i solfati. Gruppi diversi di questi batteri sono stati rilevati sia nelle acque che nei restanti campioni. Nelle acque sono stati rilevati principalmente batteri appartenenti ai generi *Sulfurovum*, *Sulfurimonas* e *Thiobacillus*, di cui fanno parte specie chemiolitotrofiche in grado di ossidare lo zolfo elementare e i tiosolfati (Mino *et alii* 2014, Wang *et alii* 2020). I generi *Sulfuriferula, Sulfurifustis* e *Thiomonas* sono invece risultati più abbondanti nei campioni solidi. Anch'essi sono noti per essere in grado di ossidare composti ridotti dello zolfo producendo zolfo elementare o solfato (D'angeli *et alii* 2019). I solfati generati dal metabolismo dei batteri solfossidanti potrebbero favorire la formazione di

cristallizzazioni e concrezioni di gesso.
All'interno di un campione d'acqua, oltre a batteri solforiduttori e solfossidanti, sono stati identificati batteri simbionti di amebe e di altri microrganismi eucariotici, nonché batteri comunemente associati al suolo. Questi includono batteri appartenenti agli ordini *Paracaedibacterales* e *Rickettsiales* e al genere *Flavobacterium*. La presenza di questi microrganismi suggerisce che le comunità microbiche presenti nella Grotta del Buless sono, almeno in parte, influenzate dall'ambiente esterno. Ciò è coerente con le piccole dimensioni della grotta, che facilitano l'ingresso di acqua di percolazione, materia organica e animali.
Sulla base di queste analisi, le comunità microbiche della grotta del Buless possono essere suddivise in due macro-gruppi: quelle presenti all'interno dei campioni d'acqua e quelle che caratterizzano i restanti campioni (ovvero quelli solidi). Il campione di controllo (campione prelevato all'ingresso della grotta, al buio e senza indicazioni di attività microbica) ha mostrato una comunità microbica profondamente diversa rispetto ai campioni interni alla grotta. Questo indica che le comunità microbiche presenti sul gesso, nelle patine, nelle vermicolazioni e nell'acqua della Grotta del Buless sono specifiche dell'ambiente grotta e sono scarsamente influenzate dall'ambiente esterno.

Microbiologia della grotta Tanaccia

Le analisi microbiologiche dei campioni prelevati dalla grotta Tanaccia hanno messo in luce la presenza di batteri coinvolti in diversi processi ecologici e cicli biogeochimici, come l'ossidazione del metano, il ciclo dell'azoto e la fissazione dell'anidride carbonica presente in atmosfera. Le comunità microbiche presenti sulle patine colorate prelevate dal soffitto della Sala Piatta (sala collocata nella parte terminale della grotta) (Fig. 4) sono dominate da batteri appartenenti al taxon WB1-P19 (appartenente alla famiglia *Nitrosococcaceae*), comunemente rilevati all'interno di *moonmilks,* sedimenti e patine presenti in grotta, ma mai isolati in laboratorio e ancora non caratterizzati dal punto di vista funzionale. (Martin-Pozas *et alii* 2023a; Ghezzi *et alii* 2024). Altri batteri abbondanti nelle patine analizzate e noti per essere coinvolti nel ciclo dell'azoto appartengono alle famiglie *Nitrospiraceae, Nitrosomonadaceae e Beijerinckiaceae.* In particolare, i membri di quest'ultimo taxa sono in grado di fissare l'azoto atmosferico (N_2) convertendolo in ioni ammonio (NH_4^+), che possono essere utilizzati come fonte di azoto e di energia da altri microrganismi. Sono stati inoltre identificati batteri metanotrofi appartenenti alle famiglie *Methyloligellaceae* e *Methylomirabilaceae,* in grado di ossidare il metano presente



Fig 3 – Campionamento delle acque dalla Grotta del Buless. La quasi totalità di batteri solforiduttori rilevati in questo studio derivano dalle patine galleggianti e dal sedimento presente sul fondo della pozza mostrata in figura (foto E. Lopo).

in traccia nell'atmosfera. Anche in questo caso, batteri appartenenti alle suddette famiglie sono stati rilevati all'interno grotte prese in considerazione in precedenti studi (Martin-Pozas *et alii* 2022; Ghezzi *et alii* 2024).

Diversamente dalla Grotta del Buless, la presenza di microrganismi noti per essere coinvolti nel ciclo dello zolfo nei campioni della Tanaccia è molto limitata. Batteri solfossidanti appartenenti ai generi *Sulfobacillus* e *Thiomonas*, e batteri solforiduttori, come *Geobacter*, sono stati rilevati all'interno di una pozza d'acqua acida situata su una colata carbonatica e sul sedimento rosso-bruno sottostante (fig. 5), ma sono totalmente assenti all'interno delle diverse patine e colonie microbiche campionate.

L'analisi del DNA microbico estratto dalle colonie bianche e gialle prelevate dalle pareti della grotta (fig. 2) hanno messo in evidenza alcune similitudini e differenze tra i due campioni con diversa colorazione. In entrambi i casi, le colonie batteriche risultano costituite principalmente da attinobatteri appartenenti al genere *Crossiella*, che rappresentando il 50-60% delle rispettive comunità sono risultati i batteri dominanti. La presenza di questi batteri in grotta, messa in evidenza in diversi studi, è stata associata alla fissazione dell'anidride carbonica e a processi di biomineralizzazione del carbonato (Martin-Pozas *et alii* 2023b). Altri attinobatteri presenti all'interno dei campioni analizzati, anche se in minor misura (dallo 0,1% al 2,5% delle comunità, a seconda del campione e del genere di appartenenza), sono *Streptomyces* e *Gaiella*, risultati più abbondanti all'interno delle colonie bianche rispetto alle gialle. L'1-3% dei microrganismi che costituiscono le due tipologie di colonie sono inoltre rappresentati dal genere WB1-P19, lo stesso genere batterico risultato dominante all'interno delle patine della Sala Piatta.

La differente colorazione delle colonie batteriche dei campioni in fig. 2 potrebbe essere data dalla presenza di alcuni proteobatteri appartenenti all'ordine *Xanthomonadales*, che rappresentano circa il 6% dei microrganismi presenti nelle colonie gialle, mentre sono totalmente assenti all'interno delle colonie bianche. Questa evidenza è coerente con altri studi pubblicati in letteratura, in cui i *biofilm* gialli spesso presenti in grotta vengono associati a microrganismi appartenenti all'ordine in questione (Martin-Pozas *et alii* 2023a).

Conclusioni

Nonostante il substrato roccioso in cui si sviluppano La Tanaccia e la Grotta del Buless sia il medesimo (gesso), le prime analisi basate sullo studio del DNA hanno messo in evidenza importanti differenze tra i microrganismi presenti nelle due grotte. La grotta del Buless è dominata da batteri noti per essere coinvolti in varie fasi del ciclo dello zolfo, come per esempio la riduzione dei solfati e l'ossidazione di composti ridotti dello zolfo. Questi microrganismi sono stati probabilmente selezionati in seguito alla presenza di acido solfidrico derivante dalla sorgente sulfurea interna alla grotta, e la loro predominanza suggerisce che il metabolismo associato allo zolfo giochi un ruolo centrale all'interno delle comunità microbiche. Diversamente, le analisi condotte sui campioni prelevati dalla grotta Tanaccia hanno evidenziato la presenza di proteobat-



Fig. 4 – Campionamento delle patine colorate presenti sul soffitto della Sala Piatta della grotta Tanaccia (foto M. Cappelletti).



Fig. 5 – Pozza d'acqua acida al di sopra di una colata carbonatica. Gli unici generi batterici noti per essere coinvolti nel ciclo dello zolfo all'interno della grotta Tanaccia sono stati rilevati esclusivamente all'interno dell'acqua e nel substrato rosso bruno sottostante (foto E. Lopo).

teri e attinobatteri associabili al ciclo dell'azoto e alla fissazione del carbonio, mentre la presenza di batteri solfossidanti e solforiduttori è limitata a un unico sito. Questi risultati suggeriscono che la presenza di zolfo ridotto sia uno dei principali fattori a determinare le differenze fra le comunità microbiche presenti nelle grotte studiate in questo lavoro. Nonostante questo studio abbia finora analizzato solo due grotte di gesso, fornisce prime importanti informazioni sulla biodiversità microbica presente in questi ecosistemi sotterranei, suggerendo quali potrebbero essere le principali strategie metaboliche adottate dai microrganismi che colonizzano questi particolari ambienti sotterranei.

Bibliografia

H.A. Barton, V. Jurado 2007. *What's up down there? Microbial diversity in caves*. "Microbe-American Society for Microbiology", 2(3), pp. 132–138.

F. Caccavo, D.J. Lonergan, D.R. Lovley, M. Davis, J.F. Stolz, M.J McInerney 1994. *Geobacter sulfurreducens sp. nov., a hydrogen-and acetate-oxidizing dissimilatory metal-reducing microorganism*, "Applied and environmental microbiology", *60*(10), 3752-3759.

Y. Chen, L. Wu, R. Boden, A. Hillebrand, D. Kumaresan, H. Moussard, M. Baciu, Y. Lu, C.J. Murrell 2009, *Life without light: microbial diversity and evidence of sulfur-and ammonium-based chemolithotrophy in Movile Cave*. "The ISME journal", *3*(9), pp. 1093-1104.

I. D'Angeli, D. Ghezzi, S. Leuko, A. Firrincieli, M. Parise, A. Fiorucci, B. Vigna, R. Addesso, D. Baldantoni, C. Carbone, A.Z. Miller, V. Jurado, C. Saiz-Jimenez, J. De Waele, M. Cappelletti 2019, *Geomicrobiology of a seawater-influenced active sulfuric acid cave*, "PLoS One", *14*(8), e0220706.

N.T. Enyedi, J. Makk, L. Kótai, B. Berényi, S. Klébert, Z. Sebestyén, Z. Molnar, A.K. Borsodi, S. Leél-Ossy, A. Demény P. Németh 2020. *Cave bacteria-induced amorphous calcium carbonate formation*. "Scientific reports", *10*(1), pp. 8696.

K.W. Finster, K.U. Kjeldsen, M. Kube, R. Reinhardt, M. Mussmann, R. Amann, L. Schreiber 2013, *Complete genome sequence of Desulfocapsa sulfexigens, a marine deltaproteobacterium specialized in disproportionating inorganic sulfur compounds*, "Standards in genomic sciences", *8*, pp. 58-68.

P. Forti, P. Lucci 2016. *Come si sviluppano i cristalli prismatici di gesso sulle stalattiti?*, in M.L. Gamberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *gessi e Solfi della Romagna Orientale*, pp. 157.

D. Ghezzi, F. Sauro, A. Columbu, C. Carbone, P.Y. Hong, F. Vergara, J. De Waele, M. Cappelletti 2021, *Transition from unclassified Ktedonobacterales to Actinobacteria during amorphous silica precipitation in a quartzite cave environment.* "Scientific reports", *11*(1), 3921.

D. Ghezzi, L. Salvi, P.E. Costantini, A. Firrincieli, M. Iorio, E. Lopo, M. Sosio, A.H. Elbanna, Z.G. Khalil, R.J. Capon, J. De Waele, F. Vergara, F. Sauro, M. Cappelletti, *Remote and ancient quartzite caves as a novel source of culturable microbes with biotechnological potential,* submitted to "*Microbiological Research*".

D. Ghezzi, N.T. Jiménez-Morillo, L. Foschi, E. Donini, V. Chiarini, J. De Waele, A.Z. Miller, M. Cappelletti 2024, *The microbiota characterizing huge carbonatic moonmilk structures and its correlation with preserved organic matter,* accepted in "Environmental Microbiome".

Gruppo Speleologico Faentino, Speleo GAM Mezzano 2015. *Le grotte nei Gessi di Rontana, di Brisighella e della Bicocca*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana, studio multidisciplinare di un'area carsica nella vena del gesso romagnola,* pp. 220.

P.H. Janssen, A. Schuhmann, F. Bak, W. Liesack 1996, *Disproportionation of inorganic sulfur compounds by the sulfate-reducing bacterium Desulfocapsa thiozymogenes gen. nov., sp. nov*. "Archives of Microbiology", 166, pp. 184-192.

P. Lucci 2016, *Le grotte nei Gessi della Romagna orientale*, in M.L. Gamberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *Gessi e Solfi della Romagna Orientale*, pp. 72.

T. Martin-Pozas, A. Fernandez-Cortes, S. Cuezva, J.C. Cañaveras, D. Benavente, E. Duarte, C. Saiz-Jimenez, S. Sanchez-Moral, 2023a. *New insights into the structure, microbial diversity and ecology of yellow biofilms in a Paleolithic rock art cave (Pindal Cave, Asturias, Spain)*. "Science of the Total Environment", *897*, 165218.

T. Martin-Pozas, J.L. Gonzalez-Pimentel, V. Jurado, L. Laiz, J. Cañaveras, A. Fernandez-Cortes, S, Cuezva, S. Sanchez-Moral, C. Saiz-Jimenez 2023b, *Crossiella, a rare Actinomycetota genus, abundant in the environment*. "Applied Biosciences", *2*(2), pp. 194-210.

T. Martin-Pozas, S. Cuezva, A. Fernandez-Cortes, J. Cañaveras, D. Benavente, V. Jurado, C. Saiz-Jimenes, I. Janssens, N. seijas, S. Sanchez-Moral 2022, *Role of subterranean microbiota in the carbon cycle and greenhouse gas dynamics,* "Science of the Total Environment", *831*, 154921.

S. Mino, H. Kudo, T. Arai, T. Sawabe, K. Takai, S. Nakagawa 2014. *Sulfurovum aggregans sp. nov., a hydrogen-oxidizing, thiosulfate-reducing chemolithoautotroph within the Epsilonproteobacteria isolated from a deep-sea hydrothermal vent chimney, and an emended description of the genus Sulfurovum*. "International journal of systematic and evolutionary microbiology", *64*(Pt_9), 3195-3201.

R. Riding 2000. *Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial–algal mats and biofilms*. "Sedimentology", *47*, pp. 179-214.

K.A. Roach, M. Tobler, K.O. Winemiller 2011. *Hydrogen sulfide, bacteria, and fish: a unique, subterranean food chain*. "Ecology" *92*(11), pp. 2056-2062.

F. Sauro, M. Cappelletti, D. Ghezzi, A. Columbu, P.Y. Hong, H.M. Zowawi, C. Carbone, L. Piccini, F. Vergara, D. Zannoni, J. De Waele 2018, *Microbial diversity and biosignatures of amorphous silica deposits in orthoquartzite caves*, "Scientific reports", *8*(1), 17569.

S. Wang, L. Jiang, X. Liu, S. Yang, Z. Shao 2020. *Sulfurimonas xiamenensis sp. nov. and Sulfurimonas lithotrophica sp. nov., hydrogen-and sulfur-oxidizing chemolithoautotrophs within the Epsilonproteobacteria isolated from coastal sediments, and an emended description of the genus Sulfurimonas*. "International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology", *70* (4), pp. 2657-2663.

S. Zada, W. Sajjad, M. Rafiq, S. Ali, Z. Hu, H. Wang, R. Cai 2021. *Cave microbes as a potential source of drugs development in the modern era.* "Microbial ecology", pp. 1-14.

www.site.unibo.it/molecular-environmental-microbiology-lab/it

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (FSRER). Si ringraziano Piero Lucci, presidente della FSRER, e il Prof. Jo De Waele (Università di Bologna) per averci fornito indicazioni di natura geologica e speleologica. Si ringraziano anche Katia Poletti e Giulia Alessandrini per il supporto fornito durante le attività di campionamento nelle grotte.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

La flora delle evaporiti dell'Appennino settentrionale

Alessandro Alessandrini[1], Sergio Montanari[2]

Riassunto
Vengono presentati di seguito i principali caratteri della flora legata agli affioramenti evaporitici dell'Emilia-Romagna. L'analisi tratta varie specie notevoli ed interessanti collegate alle particolari morfologie create dal substrato. Successivamente si esaminano le singole porzioni di territorio, evidenziandone gli studi pregressi, le conoscenze attuali e riassumendone brevemente i caratteri di maggiore rilievo.

Parole chiave: Botanica, Flora, specie aliene, specie gipsofile, studi floristici, biodiversità vegetale, Emilia-Romagna, gessi Patrimonio Unesco, Evaporiti Appennino Settentrionale.

Abstract
Details are provided below of the main characteristics of the flora associated with Emilia-Romagna's evaporitic outcrops. There is analysis of various notable and interesting species connected to the distinctive morphological shapes created by the substratum. This is followed by examination of individual pieces of land, with details of previous studies, current knowledge and a short summary of their most significant features.

Keywords: *Botany, Flora, alien species, gypsophilous species, flora studies, plant biodiversity, Emilia-Romagna, UNESCO World Heritage gypsum, Northern Apennines Evaporitic Karst.*

Introduzione

Gli affioramenti evaporitici dell'Appennino Emiliano-Romagnolo costituiscono un elemento caratteristico che si connota anche per la presenza di una notevole diversità vegetale, ed ambienti con elevati livelli di naturalità.

Generalmente con fattori edafici, si intende l'insieme delle condizioni fisiche e chimiche che caratterizzano un substrato e che influenzano la presenza e lo sviluppo della flora e vegetazione. Con questa premessa spesso si parla di flora gipsofila, ovvero legata agli affioramenti gessosi. Sebbene le rocce evaporitiche siano ampiamente diffuse in Europa, esistono studi approfonditi sulla flora gipsofila solo per la Spagna, ove cresce una vegetazione tipica riconosciuta anche a livello europeo con un apposito codice: Habitat 1520* "*Vegetación gipsícola ibérica (Gypsophiletalia)*", estremamente ricca di elementi endemici peninsulare o del Mediterraneo occidentale. Anche le formazioni gipsicole dell'Emilia, nel Bolognese, sono state specificamente studiate ed è stata suo tempo identificata una associazione tipica delle situazione più primitive, *Cladonio-Sedetum hispanici* (Ferrari 1971); associazione caratterizzata da bassa copertura e notevole presenza di licheni e muschi xerofili, che si rinviene anche in altri affioramenti gessosi e la cui effettiva distribuzione geografica resta da accertare.

In Italia i gessi sono presenti, in tutta la penisola, seppure, in parte, con affioramente assai limitati, ma vi sono studi approfonditi solo in alcune aree, soprattutto Sicilia ed Emilia-Romagna. Una recente indagine che tenta di stabilire una prima *checklist* della flora gipsofila italiana (Musarella *et alii* 2018) ha individuato a livello nazione una lista di 31 specie nettamente gipsofile; queste sono concentrate soprattutto al Sud, ed in particolare in Sicilia. Della lista solo una specie, *Cheilanthes persica*, è presente negli affioramenti emiliano-romagnoli. La rara felce in Italia cresce solo su gesso in una ristretta area di Romagna (fig. 1), mentre a livello balcanico ed asiatico utilizza anche altri tipi di substrato.

In definitiva pur essendo presenti specie particolarmente rare, con vegetazioni di notevole interesse, a livello regionale vale quanto hanno già stabilito diversi autori, tra cui in particolare Zangheri (1959), ovvero che "ad eguale latitudine ed uguale altitudine, le piante dei settori rupestri sono selezionate da fattori ambientali o microambientali, dai quali resta quasi

[1] Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna; Alessandro.Alessandrini@regione.emilia-romagna.it
[2] Società per gli Studi Naturalistici della Romagna; pan_48020@yahoo.com

escluso o in subordine la natura chimica della roccia". In particolare molte osservazioni condotte sul nostro Appennino non sembrano differenziare tra affioramenti evaporitici ed affioramenti calcarei che risultato occupati dalle stesse specie. Lo stesso vale per i gessi triassici della medio-alta valle del Secchia.
Il presente lavoro riassume i principali caratteri della flora che insiste nell'area dei gessi Patrimonio Unesco, analizzando le caratteristiche peculiari indotte dalle morfologie tipiche e le presenze più interessanti di ognuno dei siti.

Flora legata alle morfologie del substrato
La vegetazione che insiste sugli affioramenti evaporitici è piuttosto varia, spesso, ove si forma un suolo sufficiente, cresce una buona copertura forestale in stretta continuità con gli altri boschi dell'Appennino. In altre situazioni, si creano delle particolari morfologie scaturite dalle varie forme di erosione derivate dallo scorrimento superficiale o ipogeo delle acque. Queste morfologie aumentano la diversità ambientale e offrono delle peculiari condizioni ecologiche che possono ospitare specie rare o fuori contesto rispetto agli ambienti circostanti. Si crea cioè un mosaico microclimatico che si riflette sulla complessità ambientale e di conseguenza sulla abbondanza di biodiversità.

Affioramenti rocciosi.
Ove affiorano le argille, ad ogni pioggia il terreno viene dilavato lasciando ben poco spazio alla formazione di suolo fertile, dando così spesso luogo ai calanchi. Anche negli affioramenti rocciosi le piogge tendono a dilavare il terreno, eliminando molto del suolo utile per la vegetazione.
La superficie esposta è sottoposta ad una lenta erosione ad opera delle acque meteoriche, che nel caso di ofioliti e calcari è piuttosto contenuta e relativamente uniforme, mentre nei gessi risulta maggiormente variata con forme elaborate e una maggiore presenza di piccoli anfratti. Si tratta di ambienti estremi, con notevoli sbalzi di temperatura e forte siccità estiva o, al contrario, con condizioni fresche, umide e ombrose. In questo contesto sono più frequenti che nei dintorni le specie mediterranee o quelle montane.

Parlando di gessi, la specie più rappresentativa di questi ambienti è *Cheilantes persica* (fig. 1) che in Italia è presente esclusivamente sugli affioramenti rocciosi della Vena del Gesso Romagnola.

Alcuni esempi di specie presenti in tutta la regione, su diversi substrati rocciosi
Interessante è il caso di *Thymus striatus,* (fig. 2) specie tipica degli affioramenti rocciosi che in Emilia (PR, PC) cresce generalmente su ofioliti, nella Vena del Gesso Romagnola (BO, RA) insiste su gessi, e nel Riminese principalmente su calcare.
Simile distribuzione ha *Amelanchier ovalis*, (fig. 3) presente principalmente su ofioliti nel settore emiliano, su gessi nel ravennate e calcare verso il riminese.
Inula spiraeifolia (=*Pentanema spiraeifolium*), cresce con poche stazioni su versanti rocciosi calcarei a Torriana (RN) e Poggio (FC), poi si osserva sui crinali della Vena del Gesso Romagnola, mentre in Emilia non mostra particolari preferenze di substrato.
Echinops ritro, presente solo in Emilia, sia su ofioliti che su gessi triassici.

Alcuni esempi di specie tipiche dei substrati rocciosi, diffusi in regione solo nel settore romagnolo
Teucrium flavum (fig. 4) è presente in buona parte della media valle del Marecchia, verso est si diffonde lungo una stretta fascia collinare che nel forlivese è calcarea (il cosiddetto "Spungone"), e termina nel ravennate nella Vena del Gesso Romagnola.
Anche *Hornungia petraea* (fig. 5) è presente sugli affioramenti rocciosi della media val Marecchia (calcare), poi verso est vi è una stazione nel forlivese a Ceparano (calcare), e termina nel bolognese nella Vena del Gesso Romagnola ed aree limitrofe.
Molto simile a distribuzione di *Pistacia terebinthus* (fig. 6), presente nei versanti aridi rocciosi della media val Marecchia e nella Vena del Gesso Romagnola.
Micromeria juliana (fig. 7), su suoli rocciosi a Tossignano, rinvenuita da Zangheri e tuttora presente. Si tratta di poche microstazioni, che costituiscono le sole località di presenza nel territorio regionale.

Altri esempi relativi al territorio dell'Emilia continentale verranno forniti trattando i gessi triassici.

Fig. 1 (nella pagina accanto, in alto) – *Cheilanthes persica*. Si tratta di una rara una felce che in Italia si osserva esclusivamente in una ristretta area della Vena del Gesso Romagnola. Fu segnalata per la prima volta da Bertoloni nell'800, in seguito ritenuta scomparsa. Solo nel 1980 fu nuovamente rinvenuta, e attualmente rappresenta una delle principali attrattive del parco della Vena del Gesso. Cresce nei dintorni di Monte Mauro unicamente su substrato gessoso roccioso (foto S. Montanari).

Fig. 2 (nella pagina accanto, in basso) – *Thymus striatus*. Si tratta di un piccolo timo strisciante che cresce in ambienti rocciosi e pietraie. L'Emilia-Romagna segna il limite settentrionale di distribuzione; si osserva su gessi nella Vena del Gesso Romagnola (foto S. Montanari).







Fig. 3 - Amelanchier ovalis. è un arbusto montano tipico dei pendii rocciosi, lo si rinviene su vari tipi di substrato compreso i gessi Triassici del Secchia e la Vena del Gesso Romagnola (foto S. Montanari).



Fig.4 – Teucrium flavum. E' un piccolo cespuglio mediterraneo che cresce su rupi e pietraie. In Emilia-Romagna è diffuso nel settore collinare romagnolo, verso est si diffonde lungo una stretta fascia che termina nella Vena del Gesso Romagnola (foto S. Montanari).



Fig.5 – Hornungia petraea. Minuscola pianta effimera che sviluppa precocemente in primavera su affioramenti rocciosi. In Emilia-Romagna è diffuso nel settore collinare romagnolo, verso est si diffonde principalmente nella Vena del Gesso Romagnola (foto S. Montanari).



Fig. 6 - Pistacia terebinthus. Piccolo arbusto termofilo, il terebinto è tipico di pendii aridi e sassosi. In Emilia-Romagna è diffuso nella media val Marecchia su substrati calcarei e gessosi, mentre nella Vena del Gesso Romagnola esclusivamente su gessi (foto S. Montanari).





Fig. 7 - Micromeria juliana. E' una pianta aromatica, localmente diffusa nel settore bolognese della Vena del Gesso Romagnola; già segnalata nel secolo scorso da Zangheri. Cresce principalmente su affioramenti e pietraie gessose, occasionalmente si rinviene anche fuori dei gessi nel settore imolese (foto S. Montanari).

Gole, formazioni a candela e morfologie verticali.
L'erosione delle evaporiti in molti casi può dare luogo a morfologie piuttosto peculiari, con la formazione di profonde gole, erosioni a candela, pareti verticali ed altre simili che sono in grado di creare un microclima locale caratterizzato da poca luce, temperature fresche anche d'estate, e una buona presenza di umidità. In queste condizioni microclimatiche si osservano sovente specie microterme che generalmente si osservano a quote superiori (specie tipiche di faggeta).
Alcuni esempi:
Lamium galeobdolon (= *Lamiastrum galeobdolon*) è una Lamiacea tipica dei sottoboschi umidi montani; in Emilia-Romagna era nota solo con la sottospecie *flavidum* (= *Galeobdolon flavidum*) soprattutto verso il crinale, tuttavia, durante varie escursioni condotte per approfondire le flore dei gessi in Romagna, ci siamo resi conti era presente anche la sottospecie *montanum* (= *Galeobdolon montanum*) (Montanari *et alii* 2015). Nelle gole umide dei Onferno, rio Strazzano e Vena del Gesso Romagnola, si osservano alcune stazioni fra le quote minori in regione.
Monotropa hypophegea (= *Hypopitys hypophegea*) è un'Ericacea parassita tipica dei sottoboschi umidi montani, che ha nei boschi nei pressi di San Leo e della Vena del Gesso Romagnola, le stazioni a quote minori in regione (Montanari *et alii* 2014, Montanari *et alii* 2015).
Oxalis acetosella è una piccola pianta montana, normalmente si osserva in faggeta; presso la Vena del Gesso Romagnola, nella gola del Rio Basino, è presente con una delle stazioni a minor quota in Emilia-Romagna (Bassi 2010).

Grotte e inghiottitoi.
Forse il tratto più peculiare delle erosioni gessose è il grande numero di grotte presenti; ovviamente nelle parti interne, in mancanza di luce non crescono piante, tuttavia nei pressi dell'ingresso vi sono spesso delle particolari condizioni che permettono la presenza di specie interessanti. Si tratta di piccole nicchie protette, in grado di smorzare gli sbalzi termici, o comunque creare un microclima del tutto peculiare. Probabilmente la specie più rappresentativa di questa piccola nicchia è *Asplenium sagittatum* (= *Phyllitis sagittata*) che in Emilia-Romagna era presente con un'unica stazione presso l'ingresso della grotta di Re Tiberio. Questa specie considerata estinta nel primo dopoguerra è ora oggetto di un progetto di reintroduzione nella Vena del Gesso Romagnola.
Presso l'inghiottitoio dell'abisso Casella (RA) sono presenti due diverse specie di felce amanti del clima fresco montano, esse sopravvivono a bassa quota solo grazie alla particolare posizione all'ingresso. Si tratta di *Polystichum aculeatum* e *Polystichum lonchitis*, in particolare quest'ultima ha qui la stazione regionale a minor quota.
Di un certo interesse sono alcune grotte che indirizzano un costante flusso di aria in uscita e che influenzano il breve tratto antistante, riuscendo a smorzare le temperature estreme. Ad esempio di fronte alla grotta Tanaccia, vicino a Brisighella (RA) l'aria fresca mantiene una piccola stazione di *Cardamine impatiens*, specie microterma tipica delle faggete. Altri esempi provengono dal Monte Mauro (RA) e da Onferno (RN) ove alcuni arbusti di *Staphylea pinnata*, rara specie protetta, crescono proprio di fronte a grotte da cui fuoriesce un costante flusso d'aria fresca e umida.

Doline.
Le doline sono strutture di grandi dimensioni che possono creare locali condizioni climatiche, con inversione termica e marcate escursioni giornaliere, tali da influenzare fortemente composizione e struttura della vegetazione.
Sul fondale delle doline sovente si osservano condizioni microterme tipiche delle faggete. Probabilmente la specie più nota che identifica questa situazione è *Isopyrum thalictroides*, (fig. 8) rara Ranuncolacea che cresce in fondo della dolina della Spipola (BO). Un'altro esempio proviene dalla piccola dolina del Gufo, nella Vena del Gesso Romagnola, in grado di ospitare specie tipiche di faggeta come *Fraxinus excelsior*, *Moehringia trinervia*, e *Cardamine impatiens*.

Alta valle Secchia
L'area dei gessi triassici non venne indagata in modo sistematico se non in tempi piuttosto recenti, grazie all'esplorazione di Daria Bertolani Marchetti, che ne dette conto in diversi lavori dedicati rispettivamente ad aspetti preliminari (1947), a flora e vegetazione delle sorgenti salse di Poiano e Primaore (1948), alla descrizione generale della copertura vegetale e all'elenco della flora presente (1949) e a un approfondimento monografico su *Artemisia lanata* (successivamente reidentificata come *A. pedemontana* Balb.), (fig. 9) una delle specie di maggiore importanza rinvenute nell'area (1962). Va sottolineato che in precedenza mancavano dati sulla flora e vegetazione dell'area anche in conseguenza del fatto che era quasi del tutto priva di vie di comunicazione. Negli studi dell'autrice viene comunque presentata una lista ragionata di quasi 450 taxa diversi, per gran parte relativi all'area principale delle evaporiti triassiche.
Già dai primi studi risultò evidente la grande importanza di questo lembo del territorio reggiano, con il rinvenimento di specie mai fino a quel momento trovate in quella provincia, ma in generale per il territo-



Fig. 8- Isopyrum thalictroides. In regione vive in pochissime località; una tra queste si trova sul fondo della dolina della Spipola ove venne rinvenuta da Antonio Bertoloni, che ne segnalò la presenza con la frase: "Legi Bononiae in sylvaticis prope la Crovara alla Buca di Spipla". La sua presenza dimostra che sul fondo delle doline si trova un microclima particolarmente fresco e umido, simile a quello che normalmente si trova a quote notevolmente più elevate. (Foto di Nicola Centurione)



Fig. 9 - Artemisia pedemontana. Fu rinvenuta da Daria Bertolani Marchetti alla fine degli anni '40 del secolo scorso. Vive in ambienti rocciosi e detritici nei gessi triassici, che dimostrano la loro capacità conservativa. Si tratta di un relitto della flora terziaria, in periodi climatici più caldi e aridi dell'attuale. In Italia è estremamente rara, presente solo in poche altre località delle Alpi piemontesi. (Foto di Villiam Morelli)

rio regionale.
La struttura e la complessità litologica e la morfologia rendevano infatti questo territorio molto adatto a conservare relitti floristici di periodi precedenti e comunque a ospitare specie rare o poco diffuse.
Inoltre, poiché il Fiume Secchia attraversa l'area in direzione quasi esattamente est-ovest, si formano una impressionante parete a esposizione meridionale e contemporaneamente un insieme di ambienti a esposizione settentrionale, con la presenza di microclimi opposti ed estremi che ulteriormente conferiscono a questo territorio caratteristiche uniche per l'intero territorio emiliano. Lo stesso alveo del Secchia insieme agli ambienti perifluviali che lo affiancano arricchiscono ulteriormente la diversità ambientale dei luoghi, ospitando ulteriori elementi floristici importanti.
Dopo questo primo gruppo di studi, l'argomento restò poco indagato per alcuni altri decenni, quando venne ripreso da Alessandrini (1988) che, in occasione di un'analisi più complessiva sul valore naturalistico dell'area, stilò un elenco di poco meno di 500 entità floristiche di cui alcune nuove per l'Emilia-Romagna.



Fig. 10 - Ononis rotundifolia. Estremamente rara in Regione e significativamente concentrata nei gessi triassici (una piccola stazione è stata rinvenuta nella media valle dell'Enza sempre nel Reggiano). Vive in fessure delle rosse e cumuli di detriti gessosi e localmente forma popolazioni piuttosto ricche. Venne scoperta da Daria Bertolani Marchetti, che ne comunicò il rinvenimento nel suo lavoro del 1947. (Foto A. Alessandrini)

Di particolare importanza, per l'argomento qui trattato, è il complesso delle sorgenti salse di Poiano, che vanno a formare un'area umida, di recente ricostituita almeno in parte nella sua estensione originaria: si tratta delle risorgenti carsiche di maggiore importanza del territorio regionale che inoltre ospitano specie vegetali piuttosto importanti. Qui trovano condizioni di vita adatte l'idrofita *Zannichellia palustris* e *Carex distans*, entrambe alotolleranti. La presenza di *Triglochin palustris* non è confermata.
Costituiscono eminenze morfologiche di grande evidenza anche i cosiddetti Tanoni (Tanone grande della Gacciolina e Tanone piccolo), oltre ad alcuni di dimensioni minori che generano caratteristiche microclimatiche molto particolari. Qui belle e ricche popolazioni di *Asplenium scolopendrium*.
L'intero territorio, di estensione piuttosto ampia (oltre 19 kmq), grazie alle sue caratteristiche singolari, ospita livelli di naturalità, diversità e rarità molto elevati.
Le indagini sono poi proseguite a cura soprattutto di Giuseppe Branchetti e Villiam Morelli, tanto che attualmente il territorio di maggiore importanza ospita un patrimonio floristico di quasi 800 specie diverse.
Tra i temi di maggiore importanza, oltre al consistente numero di specie estremamente rare in regione, anche i casi di presenza di specie solitamente collocate ad altitudini maggiori (fascia montana e altomontana) e che qui possono vivere grazie alle particolari condizioni microclimatiche.
Per terminare questa breve rassegna va sottolineato che le indagini sulla brioflora (Aleffi *et alii* 2014) hanno evidenziato una forte incidenza di specie boreali e oceaniche. Questa componente assume una particolare importanza per ambienti legati al carsismo.

Alcune specie di particolare importanza

Artemisia pedemontana Balb. (= *A. lanata* Willd.), (fig. 9) Assenzio lanato, Assenzio piemontese - Asteraceae – Rinvenuta da Daria Bertolani Marchetti e oggetto di una pubblicazione ad essa dedicata (Bertolani Marchetti, 1962); è presente in Emilia-Romagna esclusivamente nell'area dei gessi triassici, in ambienti a bassa competizione, nel versante meridionale di M. Rosso e in situazioni simili; anche in Italia risulta estremamente rara, essendo presente in poche altre località piemontesi. Il basso numero cromosomico (2n=16) e l'areale estremamente frammentato fa pensare a una specie molto antica.
Ononis rotundifolia L., (fig. 10) Ononide con foglie rotonde – Fabaceae. NW-Mediterranea, questa specie è presente in Emilia soprattutto in questa area. Vive in ambienti rocciosi aridi su calcari. E' stazione piuttosto disgiunta rispetto alle altre di ambienti prealpini; una ulteriore disgiunzione in Abruzzo.



Fig. 11 - Rhamnus saxatilis. Anche questo è un esempio di specie presente in Emilia-Romagna solo sui gessi triassici, dove vive in ambienti rocciosi su suoli molto poveri. Rinvenuta in diverse località nella porzione meridionale dei gessi da Alessandro Alessandrini (1988). La subsp. infectoria (L.) P. Fourn., distribuita nell'Italia centrale e meridionale, è oggi inclusa nella specie e quindi considerata di scarso valore.

Triglochin palustris L., Giuncastrello alpino – Juncaginaceae. Rinvenuto da Bertolani Marchetti (1949) alle sorgenti di Poiano, è uno degli esempi più notevoli di specie che di norma si trova ad altitudini molto maggiori ma che nell'area dei gessi triassici scende ad altitudini inferiori, trovandosi nelle sorgenti subsalse di Poiano, a poco più di 400 m s.l.m. La sua presenza venne confermata sino alla fine degli anni '80 (Alessandrini, 1988), ma purtroppo non dalle ricerche successive.

Rhamnus saxatilis Jacq., (fig. 11) Ranno spinello – Rhamnaceae. Specie ad areale pontico, di ambienti steppici; è stata rinvenuta in diverse località sempre in ambienti soleggiati e su suoli rocciosi. Si tratta dei soli accertamenti per l'Emilia-Romagna.

Daphne alpina L., (fig. 12) Dafne alpina – Thymeleaceae. Rinvenuta a Monte Rosso, alla base di M. Merlo e nel greto del Secchia presso la risorgente della Gacciola. Questi rinvenimenti permisero di accertare per la prima volta la presenza della specie in Emilia-Romagna, che. in precedenza era stata confusa con *Daphne oleoides* Schreber, relativamente meno rara. Successivamente rinvenuta anche sul Monte Ventasso, sempre nella parte alta della Valle del Secchia.

Helianthemum oelandicum (L.) Dum. Cours. subsp. *italicum* (L.) Ces., Eliantemo italico – Cistaceae. Orofita SW-europea, vive su suoli rocciosi a copertura discontinua di ambienti soleggiati. In Emilia-Romagna vive solo nell'area dei gessi triassici.

Saxifraga callosa Sm (= *Saxifraga lingulata* Bellardi), Sassifraga meridionale – Saxifragaceae. Altra orofita, vive in ambienti rocciosi ad esposizione settentrionale alla base delle pareti della destra idrografica del Secchia. E' un bell'esempio di dealpinizzazione, essendo tipica di altitudini ben più elevate.

Myricaria germanica (L.) Desv., Tamerici alpino – Tamaricaceae. Specie in generale estremamente rara e in diminuzione, legata ad habitat fluviali non compromessi. Venne dapprima rinvenuta nel Secchia di fronte alle sorgenti di Poiano; scomparsa da questa località, è stata rinvenuta più a monte in un lembo del Secchia ancora intatto.

Collina reggiana

I gessi che si allineano nella collina reggiana sono stati studiati dapprima da Macchiati (1888, 1891, 1892) e successivamente da Pasquini (1944). In base alle conoscenze sviluppate nel corso della compilazione delle schede per la Rete Natura 2000, sono stati rinvenuti 8 habitat di interesse tra cui alcuni tipici di ambienti su substrati gessosi. Tra questi possono essere sommariamente descritti gli habitat di rocce calcaree. Sono state riconosciute formazioni a *Juniperus* (communis) su lande calcaree; si tratta di cenosi a copertura più o meno continua caratterizzate dalla presenza di Ginepro e di altri arbusti spesso spinosi; queste cenosi sono interpretabili come stadi secondari derivati dall'abbandono della coltivazione o del pascolo. Le formazioni xerofile calcicole degli *Alysson-Sedion albi*, che fisionomicamente si caratterizzano come pratelli xerotermofili, a copertura discontinua, con vegetazione pioniera di terofite e di succulente, muschi calcifili e licheni. Si rinvengono anche pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica, riferibili a diverse categorie sintassonomiche tutte caratterizzate da flora di fessure su rocce calcaree, sia ad esposizioni soleggiate che di ambienti ombrosi; nelle localizzazioni ombrose, la flora è ricca di *Pteridophyta* (classe *Asplenietea*



Fig. 12 - Daphne alpina. La letteratura floristica dell'Emilia-Romagna contiene numerose segnalazioni di questa specie, che tuttavia vanno riferite a D. oleoides Schreber. La reale presenza di Daphne alpina è stata verificata e documentata da Alessandro Alessandrini che ne ha rinvenute diverse microstazioni nei gessi triassici. E' stata successivamente rinvenuta anche in pochissime altre località dell'alta Valle del Secchia. (Foto A. Alessandrini)

trichomanis).
Sono presenti le tipiche morfologie di ambienti gessosi e quindi le coperture vegetali sono caratterizzate da grande ricchezza ambientale, che si addensa in una superficie piuttosto limitata, grazie alla notevole diversità morfologica dei luoghi.
La flora è molto ricca ed è caratterizzata da una notevole incidenza di specie termofile ed eliofile da una parte e di specie di ambienti umidi e ombrosi dall'altra.
Per l'area denominata "Ca' del Vento, Cà del Lupo, gessi di Borzano" sono note quasi 650 taxa di flora vascolare; tra le più importanti può essere citata *Hippocrepis ciliata*, unica località accertata per la flora regionale.
Va precisato che gran parte di questi habitat sono presenti anche in altre aree trattate in questa sede.

Gessi Bolognesi

I gessi della collina bolognese sono situati tra le valli dell'Idice e del Lavino, anche se i nuclei più estesi si trovano nella parte orientale tra Idice e Savena e nella parte occidentale lungo il Torrente Lavino.
La parte più estesa dell'area carsica è stata istituita a Parco regionale, denominato "dei Gessi bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa", dell'estensione di oltre 3400 ha ricadenti nei comuni di Ozzano dell'Emilia, San Lazzaro di Savena, Pianoro e Bologna.
Sono stati studiati fin dai tempi più antichi dai botanici di Scuola bolognese (Bertoloni, Cocconi) e in particolare da Cobau (1932), che per primo li identificò come oggetto specifico di studio. Ospitano tutta la diversità morfologica degli ambienti carsici, con la flora e la vegetazione che li caratterizzano, nelle più diverse espressioni, andando a costituire un insieme di habitat da quelli più estremi quasi del tutto privi di flora vascolare fino alle situazioni più freschi e ombrosi con ambienti complessi e ricchi di diversità.
Le forme più estreme in senso eliofilo e xerofilo sono a copertura discontinua e caratterizzate da suolo primitivo e quasi del tutto assente; qui si trovano in particolare molte specie a ciclo annuale (terofite), ad habitus xerofitico o con adattamenti particolari a questi ambienti come la crassulenza (*Sedum* sp. pl.; habitat riferibile agli *Alysson-Sedion albi*).
All'altro estremo dal punto di vista ecologico si trovano i fondi delle doline con suoli profondi, molto evoluti e con coperture vegetali complesse, costituite da formazioni forestali dominate da Carpino nero e da altre specie di ambienti ombrosi. Anche lo strato erbaceo è molto ricco e tra le specie di particolare rarità possono essere ricordate *Isopyrum thalocroides* e *Galanthus nivalis*; il primo in Emilia-Romagna è presente con poche stazioni montane, mentre il secondo è un esempio di specie tipicamente legata a condizioni microclimatiche montane. Il fondo delle doline è infatti sede di inversione termica, per cui alcune specie di ambiente montano trovano le condizioni adatte per la loro persistenza sebbene i gessi si trovino nella fascia fitogeografica collinare.
Di notevole importanza anche i lembi di gariga a Camefite (arbusti di taglia nana), con copertura discontinua della vegetazione, ed esposizione mediamente meridionale; tra le specie tipiche possono essere rammentati l'Elicriso, *Artemisia alba*, *Fumana procumbens* e la poacea *Cleistogenes serotina*.
Anche le boscaglie a Roverella, con Orniello e altre eliofile, occupano un posto importante, sebbene piuttosto impoverite e diradate; nelle forme di passaggio tra prati aridi, garighe a Camefite e boscaglie eliofile si trova una fascia discontinua di formazioni di forma

lineare ricchissima di specie mediterranee che a volte raggiungono le loro stazioni più continentali in Emilia; queste cenosi furono a suo tempo indagate da Bertolani Marchetti (1961) e poi da Corbetta (1964, 1967) che per primi ne misero in evidenze il grande valore biogeografico. Tra le specie di maggior importanza possono essere rammentate almeno: *Osyris alba*, *Erica arborea*, *Rosa sempervirens* e *Phillyrea latifolia*.
Allo stato attuale delle conoscenze (oltre alle fonti già citate si vedano anche: Marconi, Centurione 2002; Marconi 2021 e altri inediti) sono quasi 800 le specie vegetali note per l'area del Parco.
Da sottolineare le caratteristiche del popolamento briologico (Aleffi, Silenzi 2000; Aleffi *et alii* 2014), caratterizzato da elevata diversità; molto alto il contingente di specie di climi temperati, mentre di minore incidenza sono le componenti mediterranee, oceaniche e boreali.

Gessi di Zola Predosa

La parte più occidentale della Vena nel Bolognese è costituita da un'area piuttosto limitata, ricadente nel comune di Zola Predosa. Il complesso degli habitat qui presenti costituisce una efficace sintesi di quanto già accennati per l'area gessosa più estesa.
La copertura vegetale è costituita da un mosaico di habitat riconducibili a quanto già accennato.
Le conoscenze sul patrimonio floristico sono molto parziali e preliminari. Va però sottolineato che il botanico ottocentesco Antonio Bertoloni aveva la sua villa proprio sulle colline di Zola per cui diversi rinvenimenti si devono alla sua opera. È da evidenziare che è attivo un piccolo nucleo di esploratori a Zola Predosa, che stanno portando a compimento il censimento della flora degli ambienti su substrato gessoso.
Rispetto al nucleo principale dei Gessi bolognesi è meno incisiva la presenza di specie mediterranee.

Vena del Gesso Romagnola

La Vena del Gesso Romagnola è uno dei principali complessi evaporitici della regione e costituisce una vera e propria fascia collinare che si scosta notevolmente rispetto ai confinanti ambienti; calanchi verso valle, marnoso arenacea verso monte. Le recenti ricerche floristiche condotte in quest'area hanno mostrato una grande diversità, nettamente superiore agli ambienti circostanti. Dati inediti condotti per l'Atlante della Flora della Romagna (Montanari 2016) rivelano come questa sia l'area più ricca di tutta la provincia di Ravenna; nel territorio che gravita attorno al Parco Regionale si stima la presenza di circa 1200 taxa.
La Vena del Gesso è stata uno dei primi territori esplorati botanicamente; già Bertoloni (1833-1854) nella prima "*Flora italica*" cita alcune specie e località, in seguito altri botanici frequentano l'area, e fra questi bisogna ricordare il faentino Ludovico Caldesi. Una svolta importantissima avvenne con Zangheri (1959) che, col quarto volume della sua "Romagna fitogeografica", trattò in modo approfondito lo studio botanico dell'area, riassumendo i dati precedenti e aggiungendone molti originali. Quest'opera è rimasta fondamentale sino ai giorni nostri anche dopo la creazione dell'area protetta, e nonostante i molti botanici che frequentarono l'area. Per giungere ad un aggiornamento complessivo delle checklist floristiche si è dovuto attendere la serie di pubblicazioni riguardanti gli studi multidisciplinari promossi dalla Federazione Speleologica dell'Emilia-Romagna (Bassi 2013; Bassi 2010, S. Bassi, S. Montanari 2015, S. Montanari *et alii* 2019, 2022)
Fra le specie di un certo interesse riconducibili alle morfologie dei gessi ricordiamo: *Amelanchier ovalis* (pero corvino), *Asplenium sagittatum* (asplenio sagittato), *Asplenium scolopendrium* (lingua cervina), *Campanula erinus* (campanula minore), *Cheilanthes persica* (felcetta persiana), *Crepis lacera* (Radiachiella laziale), *Hornungia petraea* (ibridella delle rupi), *Inula spiraeifolia* (inula con foglie di spirea), *Lamium galeobdolon* subsp. *montanum* (ortica mora), *Linum strictum* (Lino minore), *Mercurialis perennis* (mercorella bastarda), *Micromeria juliana* (issopo montano), *Monotropa hypophegea* (Monotropa glabra), *Oxalis acetosella* (Acetosella dei boschi), *Pistacia terebinthus* (terebinto), *Sanicula europaea* (erba fragolina), *Sideritis romana* (Siderite romana), *Staphylea pinnata* (borsolo), *Teucrium flavum* (Camedrio giallo), *Thymus striatus* (Timo bratteato), *Tilia platyphyllos* (tiglio), *Verbascum chaixii* (Verbasco di Chaix).

Onferno e Gessi della Romagna Orientale

Gli affioramenti evaporitici della zona di Onferno e San Leo rientrano in una più vasta area che costituisce uno dei punti di maggiore biodiversità floristica della regione Emilia-Romagna. Molti dati inediti riguardanti l'Atlante della Flora della Romagna stanno evidenziando come la media valle del Marecchia e del Conca abbiano una rilevante presenza floristica, questo grazie al notevole mosaico ambientale e alla forte influenza mediterranea. I gessi in questione pur ospitando molte specie, sono solo una piccola porzione del complesso, e non si discostano di molto dai territori circostanti.
Le conoscenze sulla flora e la vegetazione degli affioramenti gessosi di Onferno sono recenti e riconducibili alle vicende della Riserva Naturale Orientata. I primi studi inediti (Bagli 1992), furono finalizzati all'istituzione dell'area protetta. Successivamente nuove indagini, condotte dall'Università Politecnica delle Mar-

che, Dipartimento Biotecnologie Agrarie e Ambientali hanno portato alla pubblicazione di un volume (Taffetani *et alii* 2005) che include anche l'elenco floristico. L'ultimo studio pubblicato rientra nel volume sui gessi e solfi della Romagna Orientale col capitolo floristico (Montanari *et alii* 2016) in cui vengono indicati elenchi specifici per varie località comprese quelle di Onferno e per la prima volta San Leo.
Fra le specie di un certo interesse riconducibili alle morfologie dei gessi ricordiamo: *Anthericum liliago (Lilioasfodelo maggiore), Arisarum proboscideum* (arisaro codato), *Asplenium scolopendrium* (lingua cervina), *Chaenorhinum minus* subsp. *litorale (linaria adriatica), Campanula erinus* (campanula minore), *Cardamine bulbifera* (dentaria minore), *Dryopteris filix-mas* (Felce maschio), *Geranium nodosum* (geranio nodoso), *Hypericum androsaemum* (erba di San Giovanni arbustiva), *Lamium galeobdolon* subsp. *montanum* (ortica mora), *Mercurialis perennis* (mercorella bastarda), *Sanicula europaea* (erba fragolina), *Smilax aspera* (stracciabraghe), *Staphylea pinnata* (borsolo), *Tilia platyphyllos* (tiglio), *Ulmus glabra* (olmo montano)

Considerazioni finali

Le evaporiti dell'Appennino Emiliano-Romagnolo sono un elemento di assoluto valore naturalistico con presenze botaniche notevolissime; alcune zone sono note e studiate da tempo, mentre altre sono poco conosciute e meriterebbero ulteriori approfondimenti.
Le specie di origine esotica si mantengono a presenze limitate, tra il 4% e 8% in Romagna, concentrate soprattutto in aree antropizzate, coltivi e corsi fluviali, quindi spesso ai margini dei gessi. Tali percentuali sono relativamente basse, e testimoniano il buon grado di naturalità delle aree in questione.
Di un certo interesse è un recente studio condotto sulla flora del sentiero di ingresso alla grotta di Re Tiberio nella Vena del Gesso (Montanari, Alessandrini 2022). I primi rilievi botanici in questo breve percorso risalgono alla metà dell'800 e si è quindi reso possibile il confronto storico con le osservazioni attuali. L'analisi statistica scaturita dai nuovi ingressi mostra *trend* significativi dell'aumento di forme tipiche di ambienti caldi e stressati (terofite) e regressione delle specie con gemme più esposte agli agenti atmosferici (camefite) che tendenzialmente dovrebbero svernare sotto la neve. Il confronto fitogeografico tra le varie sezioni della Vena del Gesso mostra una significativa diminuzione dell'incidenza di specie termofile a distribuzione mediterranea dei diversi contingenti (soprattutto steno- e eurimediterranee), mentre i gessi triassici mostrano una notevole presenza di eurasiatiche e boreali. Una incidenza molto significativa si osserva in tutte le aree indagate di orofite sudeuropee.

Bibliografia

M. Aleffi, A.R. Silenzi, 2000, *Flora briologica degli affioramenti gessosi del Parco Regionale "Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa*" (Emilia Romagna). Arch. Geobot. 6(1), pp. 1-16.

M. Aleffi, G. Pellis, M. Puglisi 2014, *The bryophyte flora of six gypsum outcrops in the Northern Apennines* (Nature 2000 Network, Emilia Romagna Region, Italy). Plant Biosystems, 148, pp. 825-836.

A. Alessandrini 1988, *Note sulla vegetazione e sulla flora della formazione gessoso-calcarea nella medio-alta Valle del Secchia.* In: L'area carsica dell'alta Val Secchia. Regione Emilia-Romagna, Studi e documentazioni, 42: 201-248.

A. Alessandrini, G. Branchetti, 1997, *Flora Reggiana*. Provincia di Reggio Emilia.

L. Bagli 1992, *Lineamenti floristici e vegetazionali della Riserva Naturale Orientata di Onferno (Gemmano - FO)*, studio per la redazione del Piano di Gestione, ined.

S. Bassi 2010, *Flora e vegetazione con particolare riguardo alla forra del Rio Basino*, in P. Forti, P. Lucci (a cura di), *Il progetto Stella-Basino*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIII), Bologna, pp. 173-186.

S. Bassi, S. Montanari 2015, *Flora e vegetazione*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Bologna, pp. 293-322.

S. Bassi 2013, *Flora e vegetazione*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I Gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 257-271.

D. Bertolani Marchetti 1947, *Vegetazione dei gessi dell'alta Valle del Secchia (nota preliminare).* Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 78, pp. 1-8.

D. Bertolani Marchetti 1948, *Vegetazione delle sorgenti salse di Poiano e Primaore nell'alta Valle del Secchia (Appennino emiliano)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena,, 70, pp. 3-9.

D. Bertolani Marchetti 1949, *Aspetti della vegetazione dell'alta Valle del Secchia (Appennino reggiano)*. Mem. Com. Scient. Centr. C.A.I., 1, pp.1-39.

D. Bertolani Marchetti 1961, *Aspetti mediterranei della vegetazione dei Gessi bolognesi*. Atti Soc. Na-

turalisti e Mat. Modena, 92, pp. 152-160.

D. Bertolani Marchetti 1962, *Ricerche fitogeografiche e cariologiche su Artemisia lanata* W. Arch. Bot. e Biogeogr. Ital. (Forlì), 7: 255-261.

Bertoloni 1833-1854, *Flora italica sistens plantas in Italia et in insulis circumstantibus sponte nascentes*, 10 voll., Bologna.

F. Bonafede, D. Marchetti, R. Todeschini, M. Vignodelli 2001, *Atlante delle Pteridofite nella Regione Emilia-Romagna*, Bologna.

R. Cobau 1932, *Su la flora dei "gessi" bolognesi*. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 39, pp. 313-345.

F. Corbetta 1964, *Alcuni aspetti della vegetazione dei Gessi bolognesi.* Nat. & Montagna, 11(1), pp. 30-37.

F. Corbetta 1967, *Infiltrazioni mediterranee nell'Appennino bolognese*. Mitt. Ostalpin-Dinarischen Pflanzensoziol. Arbeitsgem., 7, pp. 129-134.

Ferrari, 1974, *La vegetazione delle rupi gessose di Miserazzano e della Croara (Bologna)*. Not. Fitosoc., 8, pp. 65-74.

L. Macchiati 1888, *Contribuzione alla flora del gesso.* Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 20, pp. 418-422.

L. Macchiati 1891, *Seconda contribuzione alla flora del gesso*. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 23: 171-175.

L. Macchiati 1892, *Terza contribuzione alla flora del gesso*. Bull. Soc. Bot. Ital., 1892(1), pp. 120-122.

G. Marconi 2021, *Trent'anni di studi botanici nel Parco dei gessi*. Natura e Montagna, 2021 (1), pp. 32-38.

G. Marconi, N. Centurione 2002, *La Flora del Parco*, Parco Naturale Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa. 161 pp.

M. Musarella, A. J. Mendoza-Fernández, J. F. Mota, A. Alessandrini, G. Bacchetta, S. Brullo, O. Caldarella, G. Ciaschetti, F. Conti, L. Di Martino, A. Falci, L. Gianguzzi, R. Guarino, A. Manzi, P. Minissale, S. Montanari, S. Pasta, L. Peruzzi, L. Podda, S. Sciandrello, L. Scuderi, A. Troia, G. Spampinato; 2018, *Checklist of gypsophilous vascular flora in Italy*, PhytoKeys 103: 61–82 (10.3897/phytokeys.103.25690).

S. Montanari, G. Faggi, M. Sirotti, E. Contarini, A. Alessandrini 2014, *Aggiornamenti floristici per la Romagna. Seconda serie*. Quad. Studi Nat. Romagna, 40, pp. 1-29.

S. Montanari, F. Bonafede, M. Vignodelli, A. Alessandrini 2015, *Hemionitis, storie intorno alle felci della Vena del Gesso*, Faenza.

S. Montanari, G. Faggi, L. Bagli, M. Sirotti, A. Alessandrini 2015, *Aggiornamenti floristici per la Romagna. Terza serie*. Quad. Studi Nat. Romagna, 42, pp. 9-30.

S. Montanari (a cura di) 2016, *Verso un Atlante Floristico della Romagna*, Quad. Studi Nat. Romagna, 43, pp. 1-37.

S. Montanari, L. Bagli, M. Sirotti, G. Faggi, A. Alessandrini 2016, *Flora dei gessi e Solfi della Romagna Orientale*, in M.L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *Gessi e Solfi della Romagna Orientale*, (Memorie dell'Istituto italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXI), Bologna, pp. 181-219.

S. Montanari, S. Bassi, M. Sirotti, A. Alessandrini, G. Faggi, E. Bugni, A. Zambrini, E. Moretti, I. Vallicelli, G. Stagioni, T. Benericetti 2019, *Checklist della flora vascolare di Monte Mauro*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Monte Mauro. Studiomultidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXIV), Bologna, pp. 343-390.

S. Montanari, A. Zambrini, M. Sirotti, A. Alessandrini, G. Faggi, M. Frascari, E. Bugni, P. Ceroni, R. Antonelli, P. Laghi, G. Stagioni, T. Benericetti, I. Fabbri, M. Costa, L. Polverelli, T. Bruschi, K. Tazzari, G. Bettoli, E. Bertaccini, A. Carnacina 2022, *Flora vascolare della Vena del Gesso ad ovest del torrente Senio*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Tossignano. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XL), Bologna, pp. 259-309.

Moretti 2013, *La vegetazione della Vena del Gesso romagnola*, Faenza.

Taffetani, S. Zitti, D. Scaravelli 2005, *Flora e vegetazione della Riserva Naturale Orientata di Onferno*, Regione Emilia Romagna, Cesena

P. Zangheri 1959, Romagna fitogeografica (IV). *Flora e vegetazione della fascia gessoso-calcarea del basso Appennino romagnolo*. ("Webbia", ristampato anastaticamente da A. Forni, Sala Bolognese, 1976).

P. Zangheri 1966, *Repertorio della flora e fauna vivente e fossile della Romagna*, (Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Memorie Fuori Serie 1), Verona.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

La fauna delle grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale

Massimiliano Costa[1]

Riassunto
Il presente lavoro descrive lo stato delle conoscenze relative alla fauna (Animalia) vivente nelle grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale, comprese quelle incluse nel sito Patrimonio dell'Umanità *Evaporite Karst and Caves in Northern Apennine*. Vengono prese in considerazione soltanto le specie troglobie e troglofile, tralasciando gli animali presenti all'interno delle grotte in modo casuale (troglosseni). Sono note 287 specie; gli elementi di maggiore rilievo sono le 41 specie troglobie o stigobie e le 23 specie eutroglofile o eustigofile, poiché maggiormente legate agli ambienti carsici ipogei. Anche le 19 specie endemiche, di cui 7 esclusive delle grotte nelle evaporiti dell'Emilia-Romagna rivestono notevole interesse. Questi dati confermano il grande valore del bene Patrimonio dell'Umanità anche per la conservazione della biodiversità.

Parole chiave: Biodiversità, ecosistemi sotterranei, fauna ipogea, endemismi, EKCNA, Emilia-Romagna, Italia

Abstract
This work describes the state of knowledge relating to the fauna (Animalia) living in the caves in the evaporites of the Northern Apennines, including those in the World Heritage site Evaporite Karst and Caves in Northern Apennine. Only troglobitic and troglophilic species are taken into consideration, leaving out the animals present inside the caves randomly (trogloxenes). 287 species are known; the most important elements are the 41 troglobitic or stygobitic species and the 23 eutroglophilic or eustigophilous species, because they are more linked to underground karst environments. The 19 endemic species, of which 7 are exclusive to the caves in EKCNA, are also of considerable interest. These data confirm the great value of the World Heritage property also for the conservation of biodiversity.

Keywords: *Biodiversity, subterranean ecosystems, underground fauna, endemics, EKCNA, Emilia-Romagna, Italy*

Introduzione

Il presente lavoro descrive lo stato delle conoscenze relative alla fauna (Animalia) vivente nelle grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale, incluse nel sito Patrimonio dell'Umanità *Evaporite Karst and Caves in Northern Apennine* e, più in generale, in altre evaporiti del medesimo territorio, seppur non riconosciute Patrimonio dell'Umanità.

Vengono prese in considerazione soltanto le specie troglobie, troglofile, eutroglofile (troglofile con adattamenti più spinti verso l'ambiente ipogeo), subtroglofile (che svolgono soltanto una parte del loro ciclo annuale nelle grotte), tralasciando gli animali presenti all'interno delle grotte in modo casuale (troglosseni).

Tra gli acari e i collemboli citati per le grotte dei diversi siti, non sono state considerate le specie muscivore, in quanto evidentemente legate ad ambienti epigei, in cui la luce permette la vita dei muschi. Tra gli insetti, in particolare, sono state considerate anche alcune specie endogee o lapidicole, seppur non spiccatamente troglofile, in quanto viventi stabilmente in uno dei siti carsici più rilevanti e peculiari del sistema, la Forra del Rio Basino. Non sono considerati i chirotteri, oggetto di altri lavori nel presente volume.

L'ecologia delle specie è riportata secondo le seguenti definizioni (Stoch 2009):

"**Troglobi**: organismi che mostrano gli adattamenti più spiccati (morfologici e fisiologici) e compiono all'interno delle grotte il loro intero ciclo vitale.

Troglofili: organismi presenti con regolarità nelle grotte; si distinguono in: **subtroglofili**, che abitano le grotte solo in alcuni periodi del loro ciclo vitale e non presentano particolari adattamenti a questo ambiente e **eutroglofili**, che mostrano una netta preferenza per le grotte e particolari adattamenti pur potendo però vivere e riprodursi anche all'esterno.

[1] Direttore dell'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Delta del Po, Corso Mazzini 200, 44022 Comacchio (FE); Coordinatore del Comitato Tecnico-Scientifico per la candidatura delle *Evaporite Karst and Caves in Northern Apennine* a Patrimonio dell'Umanità; massimilianocosta@parcodeltapo.it

Troglosseni: organismi che si trovano in grotta solo accidentalmente; possono costituire un importante apporto di nutrimento, ma non fanno parte delle comunità sotterranee.
Stigobi: organismi esclusivi dell'ambiente sotterraneo acquatico, in prevalenza ciechi e completamente depigmentati; i troglobi acquatici fanno parte degli stigobi, che includono però anche gli organismi che vivono in acque non carsiche.
Stigofili: organismi che, pur potendosi trovare anche in superficie, prediligono le acque sotterranee ove si riproducono; come per i troglofili distinguiamo i **substigofili** dagli **eustigofili**.
Stigosseni: organismi di superficie occasionali nelle acque sotterranee, ove possono ad esempio essere veicolati dallo stillicidio o dai torrenti attraverso gli inghiottitoi".
Le specie sono elencate in ordine sistematico, con indicazione delle aree di presenza, utilizzando la stessa numerazione delle aree che compongono il sito seriale: 1 Alta Valle del Secchia; 2 Bassa Collina Reggiana; 3 Zola Predosa; 4 Gessi Bolognesi; 5 Vena del Gesso Romagnola; 6 Evaporiti di San Leo; 7 Gessi di Onferno. Per le aree non incluse nel sito Patrimonio dell'Umanità si è utilizzata la seguente classificazione: a) Grotta della Gaibola; b) Gessareniti della Romagna orientale; c) Gessi della Romagna orientale. Per ciascuna specie una breve trattazione evidenzia gli elementi di maggior interesse (specie endemiche, specie minacciate incluse nelle liste rosse IUCN, specie protette).

Elenco delle specie

Dominio **Eukaryota**

Regno **Animalia**

Phylum **Nematoda**

Gen. sp. n.d. – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio di Sologno)

Classe **Enoplea**

Ordine **Dorylaimida**

Famiglia **Dorylaimidae**

Dorylaimus stagnalis (Dujardin, 1845) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Torrente Lucola)

Famiglia **Qudsianematidae**

Epidorylaimus sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Famiglia **Aporcelaimidae**

Aporcelaimellus krygeri (Ditlevsen, 1928) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Aporcelaimellus medius (Andrássy, 2002) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio dei Tramonti, Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Famiglia **Nordiidae**

Enchodelus sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Famiglia **Actinolaimidae**

Paractinolaimus macrolaimus (de Man, 1880) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fiume Secchia)

Famiglia **Alaimidae**

Etamphidelus sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fiume Secchia)

Ordine **Mermithida**

Famiglia **Mermithidae**

Gen. sp. n.d. – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Ordine **Mononchida**

Famiglia **Mononchidae**

Clarkus papillatus (Bastian, 1865) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgive del Tanone)

Mononchus aquaticus (Cotzee, 1968) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fiume Secchia)

Mononchus truncatus (Bastian, 1865) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio dei Tramonti, Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Famiglia **Mylonchulidae**

Mylonchulus sigmaturus (Cobb, 1917) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti)

Ordine **Triplonchida**

Famiglia **Tobrilidae**

Epitobrilus allophysis (Steiner, 1919) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Semitobrilus closlongicaudatus (Gagarin, 1971) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Tobrilus gracilis (Bastian, 1865) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Famiglia **Tripylidae**

Tripyla filicaudata (de Man, 1880) – 1
Specie troglofila ad ampia distribuzione.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone)

Tripyla glomerans (Bastian, 1865) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Tripylina longa (Brzeski, Winiszewska-Slipinska, 1993) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Trischistoma monohystera (de Man, 1880) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Famiglia **Xyalidae**

Theristus vesentiniae (Andrássy, 1962) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Classe **Chromadorea**

Ordine **Plectida**

Famiglia **Plectidae**

Plectus aquatilis (Andrássy, 1985) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane, Fosso delle Fontane, Torrente Lucola, Risorgive del Tanone)

Plectus parietinus (Bastian, 1865) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Plectus sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio di Sologno, Fiume Secchia)

Phylum **Nematomorpha**

Classe **Gordioida**

Ordine **Gordioidea**

Gen. sp. n.d. – b
Specie probabilmente troglofila.
(Fabbi, Lucci 2016: b Grotta del Buless)

Phylum **Mollusca**

Classe **Gastropoda**

Ordine **Littorinimorpha**

Famiglia **Hydrobiidae**

Bythinella opaca (Gallenstein, 1848) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Islamia cfr. *piristoma* (Bodon, Cianfanelli, 2002) - 5
Specie stigobia, endemica dell'Appennino centro-settentrionale.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Islamia sp. - b
Specie stigobia.
(Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente di Casa Guidi)

Ordine **Archaeopulmonata**

Famiglia **Ellobiidae**

Carychium tridentatum (Risso, 1826) – 5, b
Specie troglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta Biagi; Fabbri, Lucci 2016: b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi)

Ordine **Stylommatophora**

Famiglia **Ferussaciidae**

Cecilioides acicula (O.F. Müller, 1774) – 5, b
Specie edafica e troglofila; originaria del Paleartico, ma ampiamente diffusa dalle attività umane.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta Biagi; Fabbri, Lucci 2016: b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless)

Cecilioides sp. – 7, b, c
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, b Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Hohenwartiana hohenwarti (Rossmässler, 1839) – 5, b
Specie che vive sotto rocce e tronchi, ma frequenta anche le grotte come subtroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta Biagi; Fabbri, Lucci 2016: b Grotta al Sasso della Civetta)

Famiglia **Helicidae**

Chilostoma planospira (Lamarck, 1822) – b, c
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente di Casa Guidi, Risorgente a sud di Campo Armato, c Grotta RSM, Inghiottitoio del Fosso di Montegiardino - Risorgente di Rio Marano)

Famiglia **Helicodiscidae**

Lucilla singleyana (Pilsbry, 1889) – b
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta al Sasso della Civetta)

Famiglia **Zonitidae**

Oxychilus cellarius (O. F. Müller, 1774) – 4
Specie eutroglofila predatrice.
(Badini 1967: 4 Grotta del Farneto)

Oxychilus (Oxychilus) draparnaudi (Beck, 1837) – 4, 5
Specie eutroglofila predatrice.
(Fabbri 2013: 5 Grotta Grande dei Crivellari; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Grotta Biagi, Grotta del Monticino; Rivalta 2021: 4)

Oxychilus (Oxychilus) cfr. *meridionalis* (Paulucci, 1881) – 5, 7, b (fig. 1)
Specie eutroglofila predatrice, endemica dell'Appennino centro-settentrionale.
(Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio, Grotta I di Ca' Boschetti; Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta Biagi; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta del Buless, Risorgente di Casa Guidi)

Oxychilus mortilleti (L. Pfeiffer, 1859) - 4
Specie eutroglofila.
(Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto,



Fig. 1 – *Oxychilus* cfr. *meridionalis* (foto F. Grazioli).

Grotta della Spipola, Grotta Gortani *Oxychilus villae*)

Oxychilus (*Oxychilus*) sp. – 3, 4, 5, 7, b
(Fantini 1934: 3 Grotta Gortani, 4 Grotta della Spipola; Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 1999: 4; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 2012: 4; Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Mornig; Rivalta 2022: 4 Grotta del Farneto; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, b Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato)

Famiglia **Clausiliidae**

Cochlodina laminata (Montagu, 1803) – b, c
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta del Buless, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo)

Siciliaria gibbula (Rossmässler, 1836) – 7
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Famiglia **Discidae**

Discus rotundatus (O.F. Müller, 1774) – b
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta al Sasso della Civetta)

Famiglia **Pristilomatidae**

Vitrea cfr. *subrimata* (Reinhardt, 1871) – 6, b
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, b Grotta del Buless)

Vitrea sp. - c
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Phylum **Annelida**

Classe **Polychaeta**

Ordine i.s.

Famiglia **Aeolosomatidae**

Aeolosoma sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio dei Tramonti, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Classe **Clitellata**

Ordine **Classiclitellata**

Famiglia **Lumbricidae**

Gen. sp. n.d. – 6, b
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, b Grotta del Buless, Risorgente di Casa Guidi)

Bimastos rubidus (Savigny in Cuvier, 1826) – 4
Specie subtroglofila.
(Badini 1967: 4 Grotta del Farneto)

Helodrilus (*Eophila*) *alzonae* (Cognetti, 1904) – 4
Specie subtroglofila.
(Sciacchitano 1936: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda)

Lumbricus castaneus (Savigny in Cuvier, 1826) – 4
Specie subtroglofila.
(Sciacchitano 1936: 4 Grotta della Spipola)

Octodrilus lissaensis (Michaelsen, 1891) – 3
Specie subtroglofila.
(Sciacchitano 1936: 3 Grotta Michele Gortani)

Ordine **Arhynchobdellida**

Famiglia **Erpodbellidae**

Trocheta subviridis (Dutrochet, 1817) - 3
Specie stigofila.
(Sciacchitano 1936: 3 Grotta Michele Gortani)

Ordine **Oligochaeta**

Famiglia **Enchytraeidae**

Achaeta sp. – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Tanone Grande della Gacciollina)

Buchholzia sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgive del Tanone)

Cernosvitoviella sp. – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Fosso dei Tramonti, Fiume Secchia)

Enchytraeus buchholzi (Vejdovský, 1878)
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti)

Enchytraeus sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgive del Tanone)

Henlea perpusilla (Friend, 1911) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti)

Henlea sp. – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia)

Marionina argentea (Michaelsen, 1889) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone, Fiume Secchia)

Marionina cfr. argentea (Michaelsen, 1889) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti, Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Marionina sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Gen. sp. n.d. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone, Fiume Secchia)

Famiglia **Haplotaxidae**

Haplotaxis gordioides (Hartmann in Oken, 1819) – 5
Specie stigobia.
(Fabbri 2013: 5 Grotta I di Ca' Boschetti)

Famiglia **Naididae**

Abyssidrillus (*Aberrantidrilus*) sp. – 1
Specie stigobia, nuova per la scienza
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fonti di Poiano)

Chaetogaster diastrophus (Gruithuisen, 1828) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Coralliodrilus sp. – 1
Genere a cui appartengono essenzialmente specie stigobie.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso dei Tramonti)

Epirodrilus cfr. *pygmaeus* (Hrabě, 1935) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fonti di Poiano, Fiume Secchia)

Nais alpina (Sperber, 1948) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Pristina rosea (Piguet, 1906) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane, Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Rhyacodrilus sp. – 1
Al genere appartengono specie stigobie, stigofile e stigossene.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Gen. sp. n.d. – 1
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgente di Ca' della Ghiaia)

Tubifex tubifex (O.F. Müller, 1774) - 1
Specie substigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio dei Tramonti)

Famiglia **Lumbriculidae**

Gen. sp. n.d - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone, Fiume Secchia; Fabbri, Lucci 2016: b Grotta del Buless)

Stylodrilus lemani (Grube, 1879) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti)

Phylum **Arthropoda**

Classe **Arachnida**

Ordine **Palpigradi**

Famiglia **Eukoeneniidae**

Eukoenenia sp. – 5
Genere a cui appartengono specie interstiziali, specie edafiche e specie troglofile o troglobie.
(Onnis 2024: 5 Grotta del Re Tiberio)

Ordine **Scorpiones**

Famiglia **Chactidae**

Euscorpius (*Polythricobothrius*) *italicus* (Herbst, 1800) – 4, 5, 7, c
Specie subtroglofila, che si rinviene comunemente anche in edifici e sotto pietre o tronchi.
(Rivalta 2012: 4 *Euscorpius* sp.; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, c Grotta di Pasqua di Montescudo) (fig. 2)

Ordine **Pseudoscorpiones**

Famiglia **Cheliferidae**

Hysterochelifer tuberculatus (Lucas, 1849) – 5
Specie che si rinviene in molti habitat, come sotto tronchi, cortecce, nelle tane e nidi di animali, ma anche nelle grotte come troglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Risorgente di Ca' Carnè)

Rhacochelifer maculatus (L. Koch, 1873) – 5
Specie lapidicola, che vive anche nelle grotte come troglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Dolina dei Pozzi)

Famiglia **Chthoniidae**

Chthonius microphthalmus (Simon, 1879) – 4
Specie eutroglofila.
(Gardini 1980: 4 Grotta della Spipola, dubbia; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta della Spipola)

Chthonius tenuis (L. Koch, 1873) – 4
Specie che si rinviene in molti habitat, comprese le grotte come troglofila.
(Rivalta 2012: 4 Grotta della Spipola)

Famiglia **Neobisiidae**

Roncus lubricus (L. Koch, 1873) – 5
Specie che si rinviene in molti habitat, comprese le grotte come troglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta del Monticino)

Roncus sp. – b
Specie che si rinviene in molti habitat, comprese le grotte come troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente a sud di Campo Armato)

Ordine **Araneae**

Famiglia **Dysderidae**

Dysdera kollari (Doblika, 1853) – 5
Specie troglofila.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Brignoli 1972: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia: **Nesticidae**

Domitius speluncarum (Pavesi, 1873) – 1
Specie forse troglobia, endemica dell'Appennino Tosco-Ligure-Emiliano.
(Brignoli 1972: 1 Risorgente di Monte Rosso *Nesticus speluncarum*)



Fig. 2 – *Euscorpius italicus* (foto F. Grazioli).



Fig. 3 – *Meta menardi* (foto F. Grazioli).

Kryptonesticus eremita (Simon, 1880) – 1, 3, 4, 5, 6, 7, a, b, c
Specie eutroglofila.
(Dresco 1966: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Brignoli 1971: 4 Grotta della Spipola; Brignoli 1972: 1 Risorgente di Monte Rosso, 3: Grotta Gortani, 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta della Spipola, Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, 5 Grotta del Re Tiberio, a Grotta della Gaibola; Rivalta 1982: 5; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta della Spipola; Rivalta 1999: 4 Grotta della Spipola; Grotta del Re Tiberio; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta I di Ca' Boschetti; Bambini *et alii* 2015: b Risorgente di Casa Guidi; Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Mornig, Buco del Noce, Grotta Biagi, Grotta Risorgente del Rio Cavinale, Tana della Volpe; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato, Risorgente di Casa Guidi, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo)

Nesticus cellulanus (Clerck, 1757) - 4
Specie eutroglofila.
(Badini 1967: 4 Grotta del Farneto)

Nesticus sp. – 2, 4
(Badini 1967: 4 Grotta del Farneto; Brignoli 1972: 2 Tana della Mussina, 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto; Rivalta 2012: 4 Grotta della Spipola, Grotta della Novella, ex-cava Fiorini; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi, Grotta del Farneto)

Famiglia **Pholcidae**

Holocnemus pluchei (Scopoli, 1763) – 5, 7
Specie eutroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta del Monticino; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Pholcus phalangioides (Fuesslin, 1775) – 4, 5
Specie troglofila, che si rinviene anche nelle abitazioni.
(Brignoli 1972: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta del Farneto; Rivalta 1999: 4; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Famiglia: **Pimoidae**

Pimoa rupicola (Simon, 1884) – 5
Specie troglofila, che frequenta occasionalmente anche la lettiera umida dei boschi.
(Fabbri 2013: 5 Grotta I di Ca' Boschetti)

Famiglia: **Tetragnathidae**

Meta menardi (Latreille, 1804) – 2, 4, 5, 6, 7, a, b, c (fig. 3)
Specie eutroglofila.
(Badini 1967: 4 Grotta del Farneto; Brignoli 1971: 4 Grotta del Farneto; Brignoli 1972: 2 Tana della Mussina, 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, a Grotta della Gaibola; Boldreghini,



Fig. 4 – *Tegenaria parietina* (foto F. Grazioli).

Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto, Grotta della Spipola; Rivalta 1999: 4; Rivalta 2012: 4 Buco dei Vinchi; Bambini *et alii* 2015: b Grotte dei gessi di Maiano; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Abisso Mornig, Grotta risorgente del Rio Cavinale; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi)

Meta sp. – 4, 7
(Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 2022: 4 Grotta del Farneto)

Metellina merianae (Scopoli, 1763) – 4, 5, 6, 7, b, c
Specie eutroglofila.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Badini 1967: 4 Grotta del Farneto; Brignoli 1972: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, 5 Grotta del Re Tiberio, a Grotta della Gaibola; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Abisso Mornig, Abisso Luigi Fantini, Buco del Noce, ex-cava Marana, Grotta a nord di Ca' Carnè, Grotta Biagi; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Zoropsidae**

Zoropsis sp. – 5
Genere ad ampia valenza ecologica, che include anche alcune specie troglofile.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Mornig, Grotta a nord di Ca' Carnè)

Famiglia **Agelenidae**

Tegenaria pagana (C.L. Koch, 1840) - 7
Specie eutroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Tegenaria parietina (Fourcroy, 1785) – 4, 5 (fig. 4)
Specie eutroglofila.
(Dresco, Hubert 1969: 5 Grotta del Re Tiberio; Brignoli 1972: 4 Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, 5 Grotta del Re Tiberio; Rivalta 2012: Grotta risorgente dell'Acquafredda; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Grotta del Monticino; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi)

Tegenaria silvestris (L. Koch, 1872) - 5
Specie eutroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta Biagi, Buco del Noce)

Tegenaria tyrrhenica (de Dalmas, 1922) – 6, b
Specie eutroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, b Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato, Risorgente di Casa Guidi)

Tegenaria sp. – 4, 5
(Rivalta 1982: 5 Grotta del Re Tiberio; Rivalta 1999: 4; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Linyphiidae**

Centromerus sp. – b
Specie probabilmente troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente a sud di Campo Armato)

Centromerus paradoxus (Simon, 1884) – 4
Specie troglofila, che si rinviene anche in foreste umide.
(Fantini 1934: 4 Grotta del Farneto; Badini 1967: 4 Grotta del Farneto; Brignoli 1972: 4 Grotta del Farneto; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto)

Porrhomma convexum (Westring, 1851) – 5, b
Specie eutroglofila.
(Bambini *et alii* 2015: b Risorgente di Casa Guidi; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Porrhomma microps (Roewer, 1931) – 2, 4, 5
Specie eutroglofila.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola (*Porrhomma spipolae*); Brignoli 1972: 4 Grotta della Spipola (*Porrhomma spipolae*); Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta della Spipola (*Porrhomma spipolae*); Gasparo 2001: 2 Tana della Mussina; Onnis 2024: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Porrhoma sp. – b
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente a ovest di Rabbiano)

Famiglia **Amaurobiidae**

Amaurobius cfr. *erberi* (Keyserling, 1863) – 3
Specie lapidicola, che si rinviene anche nelle grotte come troglofila.
(Brignoli 1972: 3 Grotta Gortani)

Amaurobius ferox (Walckenaer, 1830) – 5
Specie lapidicola, che si rinviene anche nelle grotte come troglofila.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Brignoli 1972: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio)

Amaurobius sp. - 5
(Rivalta 1982: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio)

Ordine **Ixodida**

Famiglia **Ixodidae**

Ixodes vespertilionis (Koch, 1844) – 2, 4, 5 (fig. 5)
Zecca dei chirotteri, subtroglofila.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Cicolani, Manilla 1980: 2 Grotta della Mussina, Grotta risorgente dell'Acquafredda *Spinturnix vespertilionis*; Boldreghini, Santolini 1994: 4; Fabbri 2013: 5 Grotta I di Ca' Boschetti; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia; Onnis 2024: 5 Grotta della Befana; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi)

Ordine **Mesostigmata**

Gen. e sp. n.d. – 6, 7
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno)

Famiglia **Laelapidae**

Echinonyssus carnifex (C.L. Koch, 1839) – 4
Acaro ematofago che si rinviene anche sui chirotteri, subtroglofilo.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta della Spipola; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta della Spipola *Macronyssus carnifex*)

Famiglia **Ologamasidae**

Euryparasitus emarginatus (Koch, 1839) – 4
Parassita delle tane dei mammiferi, dei nidi degli uccelli, che attacca anche i chirotteri e si rinviene nelle grotte come subtroglofilo.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola; Boldreghini, Santolini 1994: 4 *Euryparasitus terribilis*)

Hypoaspis sp. – 4
Genere non più valido, che non è possibile collocare tassonomicamente non essendo stata definita la specie.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda)

Famiglia **Parasitidae** (fig. 6)

Parasitus loricatus (Wankel, 1861) – 4, 5

Specie troglobia fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, 5 Grotta del Re Tiberio *Parasitus niveus*; Boldreghini, Santolini 1994: 4 *Eugamasus niveus*; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio, cava di Monte Tondo)

Poecilochirus sp. – 5
Genere di acari che compie il proprio ciclo tra gli insetti saprofagi e le carogne di cui essi si nutrono, presente in grotta come subtroglofilo.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Luigi Fantini, Buco del Noce, Grotta a nord di Ca' Carnè)

Famiglia **Macrochelidae**

Geholaspis hortorum (Berlese, 1904) – 4, 5
Specie troglofila che si rinviene in tane di micromammiferi, accumuli di detriti organici, guano e muschi.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola; Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola)

Geholaspis mandibularis (Berlese, 1904) - 5
Specie troglofila e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 5 Grotta del Re Tiberio)

Macrocheles merdarius (Berlese, 1889) - 5
Specie troglofila e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Laelapidae**

Cosmolaelaps miles (Berlese, 1892) - 5
Specie troglofila e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Urodinychidae**

Uroobovella rackei (Oudemans, 1912) – 4, 5
Specie troglobia e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Valle 1954: 4 Grotta della Spipola; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola, 5 Grotta del Re Tiberio *Phaulotrachytes rackei*)

Famiglia **Trematuridae**

Trichouropoda schreiberi (Valle, 1951) – 4, 5
Specie troglobia e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Valle 1951: 4 Grotta del Farneto, 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 5 Grotta del Re Tiberio *Urodinychus schreiberi*)



Fig. 5 – *Ixodes vespertilionis* (foto F. Grazioli).



Fig. 6 – *Parasitidae* sp. n.d. (foto F. Grazioli).

Famiglia **Veigaiidae**

Veigaia nemorensis (Koch, 1839) – 4
Specie troglofila che si rinviene anche in molti altri habitat, come la lettiera dei boschi umidi, muschi, detriti organici in decomposizione.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola)

Veigaia serrata (Willm., 1936) - 4
Specie troglofila che si rinviene anche in molti altri habitat, come la lettiera dei boschi umidi, muschi, detriti organici in decomposizione.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda)

Ordine **Sarcoptiformes**

Famiglia **Carabodidae**

Carabodes (*Carabodes*) *coriaceus* (Koch, 1835) – 4
Specie euriecia, anche troglofila.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola)

Famiglia **Damaeolidae**

Fosseremus laciniatus (Berlese, 1905) - 4
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola *Damaeolus laciniatus*)

Famiglia **Ceratozetidae**

Sphaerozetes piriformis (Nicolet, 1855) – 4
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda)

Ordine **Trombidiformes**

Famiglia **Aturidae**

Kongsbergia sp. – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Famiglia **Bdellidae**

Bdellodes virgulata (Canestrini, Fanzago, 1876) – 4
Specie lapidicola e troglofila.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda *Odontoscirus virgulata*)

Famiglia **Hydryphantidae**

Protzia invalvaris (Piersig, 1898) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Famiglia **Scutacaridae**

Scutacarus plurisetus (Paoli, 1911) - 5
Specie troglofila e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Torrenticolidae**

Atractides sp. – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Torrente Lucola)

Torrenticola sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Famiglia **Feltriidae**

Feltria (*Azugofeltria*) sp. - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Famiglia **Pyemotidae**

Gen. e sp. n.d. – 5
Alla famiglia dei Pyemotidae appartengono soltanto specie troglobie.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Stigmaeidae**

Stigmaeus sp. n.d. - 5
Genere a cui appartengono specie troglobie e fimicole, che si ritrovano sui depositi di guano.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Trombidiidae**

Dimorphothrombium italicum (Berlese, 1910) – 4
Specie subtroglofila.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta della Spipola; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta della Spipola *Microtrombidium italicum*)

Ordine **Oribatida** e **Mesostigmata**

Gen. e sp. n.d. – 6, 7, b
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta del Buless)

Famiglia **Banksinomidae**

Oribella pectinata (Michael, 1885) - 5
Specie troglofila e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Bernini 1980: 5 Grotta del Re Tiberio)

Famiglia **Oppiidae**

Medioppia melisi (Valle, 1949) – 4, 5
Specie troglobia e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano. Endemica della Grotta della Spipola e della Grotta del Re Tiberio.
(Bianchi *et alii* 1950: 4 Grotta della Spipola; Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 4 Grotta della Spipola, 5 Grotta del Re Tiberio; Boldreghini, Santolini 1994: 4

Grotta della Spipola *Oppia melisii*)

Ramusella (Insculptoppia) caporiacci (Valle, 1955) - 5
Specie troglobia e fimicola, che si ritrova sui depositi di guano. Endemica della Grotta del Re Tiberio.
(Valle 1951: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Cicolani, Manilla 1980: 5 Grotta del Re Tiberio *Oppia caporiacci*)

Classe **Copepoda**

Ordine **Cyclopoida**

Famiglia **Cyclopidae**

Acanthocyclops kieferi (Chappuis, 1925) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso dei Tramonti, Risorgente di Ca' della Ghiaia)

Acanthocyclops sp. aff. *orientalis* (Borutzky, 1966) – 1, 2
Specie stigobia.
(Stoch 2001: 2 Tana della Mussina; Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna di Fosso Fontana, Fosso dei Tramonti, Fiume Secchia)

Diacyclops bisetosus (Rehberg, 1880) – 1
Specie substigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Fosso dei Tramonti)

Diacyclops italianus (Kiefer, 1931) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna di Fosso Fontane, Fosso dei Tramonti, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Tanone Grande della Gacciolina, Fiume Secchia)

Diacyclops sp. gr. *languidoides* (Lilljeborg, 1901) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgente di Ca' della Ghiaia)

Diacyclops paolae (Pesce, Galassi, 1987) – 5
Specie stigobia endemica di Emilia-Romagna e Toscana.
(Pesce, Galassi 1987: 5 Pozzo a Brisighella)

Graeteriella (*Graeteriella*) *unisetigera* (Graeter, 1908) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso dei Tramonti, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone)

Megacyclops viridis (Jurine, 1820) – 1
Specie con popolazioni stigobie, stigofila, stigossene, forse separabili tra loro anche dal punto di vista tassonomico, oltre che ecologico.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio di Sologno, Torrente Lucola)

Paracyclops imminutus (Kiefer, 1929) – 1, 2
Specie stigofila.
(Stoch 2001: 2 Tana della Mussina; Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna di Fosso Fontane, Fosso delle Fontane, Fosso dei Tramonti, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone)

Speocyclops sp. - 2
Specie stigobia.
(Stoch 2001: 2 Tana della Mussina)

Speocyclops sp. gr. *infernus* (Kiefer, 1930) - 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Fiume Secchia)

Ordine **Harpacticoida**

Famiglia **Ameiridae**

Nitocrella psammophila (Chappuis, 1955) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgente di Ca' della Ghiaia, Fonti di Poiano, Fiume Secchia)

Famiglia **Canthocamptidae**

Attheyella (*Attheyella*) *crassa* (Sars, 1863) – 1
Specie substigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Fosso dei Tramonti, Torrente Lucola, Fiume Secchia)

Bryocamptus (*Rheocamptus*) *echinatus* (Mrázek, 1893) - 1
Specie substigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane, Torrente Lucola)

Bryocamptus (*Rheocamptus*) *pygmaeus* (Sars, 1863) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Sorgente lungo il Fosso Grande, Torrente Lucola)

Bryocamptus (*Rheocamptus*) *tatrensis* (Minkiewicz, 1916) - 1
Specie substigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane, Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Sorgente lungo il Fosso Grande, Torrente Lucola)

Bryocamptus (*Rheocamptus*) *typhlops* (Mrázek, 1893) – 1
Specie eustigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Elaphoidella pseudophreatica (Sterba, 1956) – 1, 2
Specie stigobia, endemica italiana.
(Stoch 2001: 2 Tana della Mussina; Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso dei Tramonti, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Fiume Secchia)

Epactophanes richardi (Mrázek, 1893) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Torrente Lucola)

Moraria poppei (Mrázek, 1893) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane)

Moraria sp. – 1
Specie stigobia, probabilmente nuova per la scienza.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgente di Ca' della Ghiaia)

Famiglia **Parastenocarididae**

Parastenocaris sp. – 2
Specie stigobia.
(Stoch 2001: 2 Tana della Mussina)

Classe **Ostracoda**

Ordine **Podocopida**

Famiglia **Candonidae**

Candona sp. - 1



Fig. 7 – *Androniscus dentiger* (foto F. Grazioli).

Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio dei Tramonti)

Pseudocandona albicans (Brady, 1864) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Mixtacandona sp. – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane)

Famiglia **Cyprididae**

Psychrodromus olivaceus (Brady, Norman, 1889) - 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Sorgente lungo il Fosso Grande)

Famiglia **Cypridopsidae**

Potamocypris fulva (Brady, 1868) – 1
Specie stigofila.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso dei Tramonti)

Famiglia **Loxonchidae**

Pseudolimnocythere sp. – 1
Specie stigobia nuova per la scienza.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone, Fonti di Poiano, Fiume Secchia)

Classe **Malacostraca**

Ordine **Isopoda**

Famiglia **Asellidae**

Proasellus sp. – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Cisterna Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Torrente Lucola)

Famiglia **Trichoniscidae**

Androniscus (Dentigeroniscus) dentiger (Verhoeff, 1908) – 4, 5, 6, 7, b, c (fig. 7)
Specie eutroglofila, molto abbondante sui depositi di guano e molto diffusa.
(Brian 1938: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta II di Ca' Boschetti; Bambini *et al*ii 2015: b Risorgente di Casa Guidi; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Abisso Luigi Fantini, Abisso Mornig, ex-cava Marana, Grotta Biagi, Grotta del Monticino, Grotta risorgente del Rio Cavinale; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Buco sotto la Cascata, Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato, c Grotta di Pasqua di Montescudo,



Fig. 8 – *Niphargus longicaudatus* (foto F. Grazioli).

Inghiottitoio del Fosso di Montegiardino - Risorgente di Rio Marano; Onnis 2024: 5 La Tanaccia, Grotta sotto Ca' Castellina, Grotta risorgente del Rio Basino, Grotta del Re Tiberio, Grotta inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe, Grotta della Befana; Rivalta 2022: 4 Grotta dell'Anemone Bianca, Grotta della Lepre)

Androniscus sp. – 4, 5
(Rivalta 2012: 4; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi)

Ordine **Amphipoda**

Famiglia **Niphargidae**

Niphargus gruppo *longicaudatus* (A. Costa, 1851) – 5, 7, b, c
Specie stigobia. Endemica della penisola italiana, dalla Romagna verso sud (fig. 8).
(Bassi 1999: 5 Grotte di Rontana e Castelnuovo, *Niphargus* sp.; Contarini 2010: 5 *Niphargus* sp.; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino, *Niphargus* sp.; Fabbri 2013: 5 Grotta I di Ca' Boschetti; Bambini *et al*ii 2015: b Risorgente di Casa Guidi, Grotta Antonio Veggiani *N. montanarius*; Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Luigi Fantini, Buco del Noce, Grotta del Monticino, Risorgente di Ca' Carnè; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, b Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Niphargus poianoi (Karaman, 1988) – 1
Specie stigobia endemica delle Fonti di Poiano
(Stoch *et alii* 2009: 1 Risorgente di Ca' della Ghiaia, Tanone Grande della Gacciolina, Fonti di Poiano)

Niphargus sp. aff. *kochianus* (Bate, 1859) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Rio di Sologno)

Niphargus sp. aff. *puteanus* (Koch, 1836) – 1
Specie stigobia.
(Stoch *et alii* 2009: 1 Fosso delle Fontane, Fosso dei Tramonti, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia)

Niphargus sp. aff. *romuleus* (Vigna-Taglianti, 1968) – 4
Specie stigobia.
(Rivalta 2012: 4 Grotta Novella)

Niphargus cfr. *speziae* (Schellenberg, 1937) – 2, 4
Specie stigobia.
(Stoch 2001: 2 Tana della Mussina; Rivalta 2022: 4 Grotta Novella)

Niphargus sp. – 2, 4, 5, 7, a
Specie stigobia.
(Menozzi 1933: 2 Tana della Mussina; Moscardini 1954: 2 Tana della Mussina; Chiesi 1988: 2 Tana della Mussina; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta Coralupi, Grotta Novella, Grotta del Farneto, Grotta della Spipola, Buco del Belvedere, a Grotta della Gaibola; Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 1999: 4; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Onnis 2024: 5 Grotta sotto Ca' Castellina, Grotta risorgente del Rio Basino, Grotta inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe, Grotta della Befana; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi, Grotta del Farneto)

Classe **Diplopoda**

Ordine **Glomerida**

Famiglia **Glomeridae**

Gen. e sp. n.d. – 5
(Onnis 2024: 5 Grotta sotto Ca' Castellina)

Glomeris sp. - c
Specie probabilmente troglofila.
(Fabbri, Lucci 2015: c Grotta RSM)

Ordine **Julida**

Famiglia **Julidae**

Gen. sp. n.d. – 5, 7, b
(Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Grotta Biagi; Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente a sud di Campo Armato)

Ommatoiulus sabulosus (Linnaeus, 1758) – 4, 5, b
Specie troglofila.
(Manfredi 1932: 4 Grotta della Spipola, Grotta del Farneto; Fabbri, Lucci 2016: b Grotta del Buless; ; dato inedito: 5 La Tanaccia)

Ordine **Callipodida**

Famiglia **Callipodidae**

Callipus sp. – 7, c
Genere a cui appartengono specie troglofile predatrici.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, c Grotta RSM)

Ordine **Polydesmida**

Famiglia **Polydesmidae**

Polydesmus sp. – 3, 5
Genere a cui appartengono specie di habitat diversi, tra cui anche le grotte, come troglofile.
(Manfredi 1932: 3 Grotta Gortani; Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta Biagi)

Classe **Chilopoda**

Ordine **Geophilomorpha**

Famiglia **Himantariidae**

Himantarium gabrielis (Linnaeus 1767) – 4
Specie lapidicola, che si comporta anche come troglofila.
(Manfredi 1932: 4 Grotta della Spipola)

Ordine **Scutigeromorpha**

Famiglia **Scutigeridae**

Scutigera coleoptrata (Linnaeus, 1758) – 5, b (fig. 9)
Specie lapidicola, che vive anche in edifici; si comporta anche come subtroglofila.
(Fabbri 2013: 5 Grotta di Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Grotta del Monticino; Fabbri, Lucci 2016: b Grotta al Sasso della Civetta)

Ordine **Lithobiomorpha**

Famiglia **Lithobiidae**

Eupolybothrus sp. – 5
Specie predatrice subtroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Luigi Fantini)

Lithobius lucifugus (L. Koch, 1862) – 4, 5, 7
Specie predatrice subtroglofila.
(Manfredi 1932: 4 Grotta del Farneto; Manfredi 1940: 5 Grotta del Re Tiberio; Ruffo, Stoch 2005: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Lithobius lapidicola (Meinet, 1872) – 4, 5, b
Specie predatrice subtroglofila.
(Manfredi 1932: 4 Grotta della Spipola; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta della Spipola, Grotta risorgente dell'Acquafredda *Monotarsobius Manfrediae*; Fabbri 2013: 5 Grotta Grande dei Crivellari; Fabbri, Lucci 2016: b Risorgente a sud di Campo Armato)

Lithobius tylopus (Latzel, 1882) - 6
Specie predatrice troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano)

Lithobius sp. – 4, 5
(Boldreghini, Santolini 1994: 4; Fabbri 2013: 5 Abisso Mornig; Onnis 2024: 5 Grotta del Re Tiberio)

Ordine **Scolopendromorpha**

Famiglia **Cryptopidae**

Cryptops sp. – 5
Specie predatrice subtroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Classe **Collembola**

Ordine **Symphypleona**

Famiglia **Arrhopalitidae** (fig. 10)

Arrhopalites pseudoappendices (Rusek, 1967) – 5
Specie troglofila e fimicola, che si nutre di guano.
(Fabbri 2013: 5 Grotta di Re Tiberio, cava di Monte Tondo)

Arrhopalites sp. – 5
Genere a cui appartengono specie troglofile e fimicola, che si nutrono di guano.
(Fabbri 2013: 5 cava di Monte Tondo)

Ordine **Entomobryomorpha**

Famiglia **Entomobryidae**

Lepidocyrtus curvicollis (Bourlet, 1839) – 4, 5, 7
Specie troglofila.
(Rivalta 2011: 4 Grotta della Spipola; Fabbri 2013: 5 Grotta Grande dei Crivellari; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Lepidocyrtus (*Lanocyrtus*) *lanuginosus* (Linnaeus in Gmelin, 1788) - 4 †
Specie troglofila, probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)

Pseudosinella alba (Packard, AS, 1873) - 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)

Pseudosinella duodecimpunctata (Denis, J-R, 1931) - 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)

Pseudosinella sexoculata (Schött, 1902) - 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)



Fig. 9 – *Scutigera coleoptrata* (foto F. Grazioli).



Fig. 10 – *Arrhopalites* sp. (foto F. Grazioli).

Famiglia **Isotomidae**

Folsomia candida (Willem, 1902) – 5
Specie termofila, ruderale e troglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Luigi Fantini)

Proisotoma minuta (Tullberg, 1871) – 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)

Famiglia **Orchesellidae**

Heteromurus (*Heteromurus*) *nitidus* (Templeton, R in Templeton, R, Westwood, JO, 1836) – 4 †, 5, 6, 7, b, c
Specie troglofila, molto comune.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda; Fabbri, Poletti 2015: 5 Buco del Noce; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta al Sasso della Civetta, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Ordine **Poduromorpha**

Famiglia **Hypogastruridae**

Acherontiella cavernicola (Tarsia in Curia, 1941) – 4
Specie eutroglofila e fimicola.
(Rivalta 2022: 4 Grotta del Farneto)

Mesachorutes quadriocellatus (Absolon, 1900) – 4, 5, 7, b
Specie edafica, eutroglofila e fimicola.
(Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta della Spipola *Mesachorutes cionii*; Rivalta 2012: 4 Grotta della Spipola; Fabbri 2013: 5 cava di Monte Tondo; Fabbri, Poletti 2015: 5 Grotta a nord di Ca' Carnè; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, b Grotta al Sasso della Civetta)

Ceratophysella bengtssoni (Ågren, H, 1904) – 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)

Choreutinula inermis (Tullberg, 1871) – 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Boldreghini, Santolini 1994: 4 *Beckerellodes inermis*; Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda)

Acheroxenylla furcata (Fjellberg, A, 1992) - 4
Specie troglofila.
(Rivalta 2011: 4 Risorgente dell'Acquafredda *Beckerellodes lanoginosus furcatus*)

Hypogastrura (*Hypogastrura*) *vernalis* (Carl, J, 1901) – 4 †
Specie edafica e troglofila; probabilmente estinta a livello locale.
(Rivalta 2012: 4 Risorgente dell'Acquafredda *Neogastura vernalis*)

Famiglia **Machilidae**

Trigoniophthalmus alternatus (Silvestri, 1904) – c
Specie subtroglofila, presente nelle parti iniziali delle grotte.
(Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Onychiuridae**

Deuteraphorura pieroluccii (Fanciulli, Fabbri, Carapelli, 2018) - 5
Specie troglobia endemica dei gessi di Brisighella.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 Abisso Luigi Fantini, Buco del Noce)

Deuteraphorura spipolae (Massera, 1949) – 4
Specie troglobia endemica della Grotta della Spipola.
(Dallai, Malatesta 1982: 4 Grotta della Spipola; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta della Spipola *Onychiurus spipolae*)

Deuteraphorura sp. – 5
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia, Grotta risorgente del Rio Basino)

Deuteraphorura ghidinii (Denis, 1938) - 4
Specie troglobia.
(Rivalta 2011: 4 Grotta della Spipola *Oxychiurus fimetarius*)

Onychiurus stillicidii (Schiödte, 1849) – 4
Specie troglobia.
(Rivalta 2011: 4 Grotta della Spipola)

Ordine **Neelipleona**

Famiglia **Neelidae**

Neelus murinus (Folsom J.W., 1896) – 5 (fig. 11)
Specie troglofila.
(Fabbri 2013: 5 cava di Monte Tondo)

Classe **Hexapoda**

Ordine **Ephemeroptera**

Gen. sp. n.d. - 6
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano)

Ordine **Odonata**

Famiglia **Cordulegastridae**

Cordulegaster boltonii (Donovan, 1807) – 5, 6
Specie probabilmente parzialmente troglofila, ritrovata a deporre nella grotta del Rio Strazzano e di cui si sono ritrovate larve nel torrente della Risorgente del Rio Basino.
(Fabbri, Bassi 2015: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano)

Ordine **Orthoptera**

Famiglia **Gryllidae**

Gryllomorpha dalmatina (Ocskay, 1832) – 5, 7
Specie subtroglofila che si rinviene anche in edifici.
(Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Tana della Volpe)

Petaloptila (*Italoptila*) *andreinii* (Capra, 1937) - b
Specie eutroglofila, endemica dell'Appennino.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta del Buless, Risorgente a ovest di Rabbiano)

Gen. e sp. n.d. – 5
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia)

Famiglia **Rhaphidophoridae**

Dolichopoda laetitiae (Minozzi, 1920) – 4, 5, 6, 7, b, c (fig. 12)



Fig. 11 – *Neelus murinus* (foto F. Grazioli).

Specie eutroglofila endemica dell'Appennino centro-settentrionale, dall'Emilia al Lazio. Specie protetta ai sensi della L.R. n. 15/2006
(Baccetti, Capra, 1959: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto, Grotta della Spipola, Grotta Novella; Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno (*Dolichopoda* sp.); Rivalta 1999: 4; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno (*Dolichopoda* sp.); Ruffo, Stoch 2005: Grotta del Re Tiberio; Contarini, 2005: 5; Contarini 2010: 5; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Rivalta 2012: 4 Grotta della Spipola, Grotta del Farneto; Fabbri 2013: Grotta del Re Tiberio, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta II di Ca' Boschetti; Bassi, 1999: 5 Grotta Giovanni Leoncavallo e Grotte di Rontana e Castelnuovo; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Abisso Mornig, ex-cava Marana, Grotta risorgente del Rio Cavinale; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi, Risorgente a ovest di Rabbiano, c Grotta RSM; Pedroni *et alii* 2021: 4 Grotta della Spipola; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi, Grotta Novella, Grotta dell'Anemone Bianca, Grotta della Lepre, Grotta Secca, Grotta del Farneto)

Ordine **Coleoptera**

Famiglia **Leiodidae**

Catops fuliginosus (Erichson, 1837) - 5
Specie subtroglofila.
(Contarini, Mingazzini 1992: La Tanaccia; Contarini 1994: 5; Contarini 2010: 5; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Catops nigricans (Spence, 1813) - 5
Specie subtroglofila.
(Contarini 1994: 5; Contarini 2010: 5; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Choleva (*Cholevopsis*) *garganona* (Reitter, 1913) - 4, 5
Specie troglofila endemica italica.
(Zoia, 1986: 4, 5 Abisso Peroni; Contarini, Mingazzini 1992: 5 Abisso Peroni, Abisso Fantini, Risorgente del Rio Cavinale; Contarini 1994: 5; Bassi 1999: 5 Abisso Peroni, Abisso Fantini, Risorgente del Rio Cavinale; Contarini 2010: 4 Abisso Fantini, 5 Grotta risorgente del Rio Basino, *Choleva convexipennis*)

Choleva (Choleva) sturmi (Brisout de Barneville, 1863) – 2, 5
Specie troglofila.
(Muller 1930: 2 Tana della Mussina; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Contarini, Mingazzini 1992: 5 Abisso Peroni, Abisso Fantini, Abisso Mornig, Risorgente del Rio Cavinale; Contarini 1994: 5; Bassi 1999: 5 Abisso Peroni, Abisso Fantini, Abisso Mornig, Risorgente del Rio Cavinale; Ruffo, Stoch, 2005: 5 Abisso Peroni; Contarini, 2010: 5; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Leptinus testaceus (Müller, P. W. J., 1817) - 5
Specie subtroglofila.
(Contarini 1994: 5; Contarini 2010: 5; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Onnis 2024: 5 Grotta sotto Ca' Castellina)

Nargus (Nargus) badius (Sturm, 1839) – 5, c
Specie subtroglofila.
(Contarini, Mingazzini 1992: 5 Ingresso di cavità e grotte nei pressi di Ca' Carnè; Contarini 1994: 5; Bassi 1999: 5 Ingresso di cavità e grotte nei pressi di Ca' Carnè; Contarini, 2010: 5; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Parabathyscia (Parabathyscia) fiorii (Capra, 1920) - 5
Specie subtroglofila.
(Zoia 1986: 5 Brisighella; Contarini, Mingazzini 1992: 5 La Tanaccia, Grotta di Alien; Contarini 1994: 5; Bassi 1999: 5 La Tanaccia, Grotta di Alien; Contarini 2010: 5; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Parabathyscia sp. – c
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Sciodrepoides watsoni (Spence, 1813) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini 1994: 5; Contarini 2010: 5)

Gen. e sp. n.d. – 5
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia, Grotta risorgente del Rio Basino)

Famiglia **Carabidae**

Anillus florentinus (Dieck, 1869) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini 1994: 5; Contarini, 2010: 5; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Duvalius (*Duvalius*) *guareschii* (Moscardini, 1950) – 1
Specie anoftalma endemica dell'Alto Appennino Emiliano; specie protetta dalla L.R. n. 6/2005.
(Regione 2018: 1 Grotta della Gacciolina)

Laemostenus (*Actenipus*) *latialis* (Leoni, 1907) – 6, 7, b, c
Specie eutroglofila, endemica dell'Appennino centrale.
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta al Sasso della Civetta, c Grotta RSM)

Pterostichus sp. – 5
Specie subtroglofila.
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia)

Pterostichus micans (Heer, 1841) – 5
Specie subtroglofila.
(Onnis 2024: 5 Grotta risorgente del Rio Basino, Grotta del Re Tiberio, Grotta inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe)

Scotodipnus (Scotodipnus) glaber (Baudi di Selve, 1859) – 5
Specie subtroglofila.
(Bassi 1999: 5 Grotte di Rontana e Castelnuovo; Contarini 1994: 5; Contarini, 2010: 5; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Trechus binotatus (Putzeys, 1870) – 5
Specie subtroglofila.
(Onnis 2024: 5 Grotta sotto Ca' Castellina)



Fig. 12 – *Dolichopoda laetitiae* (foto F. Grazioli).

Typhloreicheia mingazzinii (Magrini, Vanni, 1990) – 4, 5
Specie endogea e troglofila, anoftalma, endemica dell'Appennino tosco-romagnolo e bolognese.
(Magrini, Vanni 1990 4; Contarini, 2010 5; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Gen. e sp. n.d. – 5
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia)

Famiglia **Dytiscidae**

Agabus biguttatus (Olivier, 1795) – 5
Specie ritrovata nel rio interno della Tanaccia, dove pare comportarsi da specie stigofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Famiglia **Histeridae**

Gnathoncus nannetensis (Marseul, 1862) – 7
Specie troglofila e fimicola.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Famiglia **Scirtidae**

Elodes minuta (Linnaeus, 1767) – b
Specie troglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Risorgente di Casa Guidi, Risorgente a ovest di Rabbiano)

Gen. sp. n.d. - b
Specie troglofila.
(Bambini *et alii* 2015: b Risorgente di Casa Guidi, Grotta di Casa Guidi, Grotta Antonio Veggiani)

Famiglia **Cryptophagidae**

Cryptophagus sp. - c
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia: **Staphylinidae**

Bisnius parcus (Sharp, 1874) - 7
Specie troglofila esotica, di origine asiatica orientale.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Lathrobium (Glyptomerus) maginii ssp. *mingazzinii* (Bordoni, 1986) - 5
Specie troglofila che si rinviene anche sotto grossi sassi o nelle profonde fessure del suolo, endemica della sola Grotta risorgente del Rio Basino.
(Bordoni 1986: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Contarini 1994: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Contarini 2010: 5 Grotta risorgente del Rio Basino; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Leptomastax hypogea (Pirazzoli, 1855) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini, Mingazzini 1992: 5 Rontana e Castelnuovo, nel fondo di doline e ingresso di grotte; Bassi 1999: 5 Rontana e Castelnuovo, nel fondo di doline e ingresso di grotte; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Machaerites cavernicola (Fiori 1900) – 4
Specie troglofila.
(Muller 1930: 4 Grotta del Farneto)

Oxytelus sp. - 4
Specie subtroglofila.
(Rivalta 2012: 4)

Paramaurops diecki (Saulcy, 1874) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini, Mingazzini 1992: 5 Brisighella; Bassi 1999: 5 Brisighella; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Quedius (Microsaurus) mesomelinus (Marsham, 1802) – 5, 6, 7, c (fig. 13)
Specie troglofila.
(Sangiorgi 1905: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio, Grotta I di Ca' Boschetti; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Tychobythinus gladiator (Reitter, 1884) – 4, 5
Specie subtroglofila.
(Muller 1930: 4 Grotta del Farneto; Fantini 1934: 4 Grotta del Farneto; Badini 1967: 4 Grotta del Farneto; Contarini, Mingazzini 1992: 5 Castelnuovo, Grotta di Alien; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta del Farneto; Bassi 1999: 5 Castelnuovo, Grotta di Alien; Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino, gessi di Castelnuovo, Grotta di Alien)

Vulda (Typhlodes) italica (Sharp, 1873) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini, Mingazzini 1992: 5 Vespignano ingresso di grotte; Bassi 1999: 5 Vespignano ingresso di grotte; Contarini, 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Gen. e sp. n.d. – 5, 6, 7, c
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, c Inghiottitoio del Fosso di Montegiardino - Risorgente di Rio Marano; Onnis 2024: 5 Grotta risorgente del Rio Basino, Grotta inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe)

Famiglia **Teredidae**

Anommatus duodecimstriatus (P.J.W. Müller, 1821) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini, Mingazzini 1992: 5 Buco del Noce; Bassi 1999: 5 Buco del Noce)

Famiglia: **Zopheridae**

Langelandia anophthalma (Aubé, 1842) – 5
Specie subtroglofila.
(Contarini 2010-1: 5 Grotta risorgente del Rio Basino)

Ordine **Diptera**

Famiglia **Anthomyiidae**

Gen. e sp. n.d. – 7
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Famiglia **Limoniidae**

Limonia nubeculosa (Meigen, 1804) – 4, 5, 6, 7, b, c
Specie subtroglofila.
(Rivalta 1999: 4; Rivalta 2012: 4; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta I di



Fig. 13 – *Quedius mesomelinus* (foto F. Grazioli).

Ca' Boschetti, Grotta II di Ca' Boschetti; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Abisso Luigi Fantini, Abisso Mornig, Buco del Noce, ex-cava Marana, Grotta Giovanni Leoncavallo, Grotta del Monticino, Grotta risorgente del Rio Cavinale; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Buco sotto la Cascata, Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato, Risorgente di Casa Guidi, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo, Inghiottitoio del Fosso di Montegiardino - Risorgente di Rio Marano)

Famiglia **Psychodidae**

Psychoda sp. – 5
Specie subtroglofila.
(Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Gen. e sp. n.d. – 7
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Famiglia **Heleomyzidae**

Heteromyza atricornis (Meigen, 1830) – 4, 5, 6, 7, c (fig. 14)
Specie troglofila e fimicola.
(Zangheri 1950: 5 Grotta del Re Tiberio; Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Badini 1967: 4 Grotta del Farneto; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Mycetophilidae**

Gen. e sp. n.d. – 6, b, c
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, b Buco sotto la Cascata, Risorgente di Casa Guidi, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Nycteribiidae**

Nycteribia kolenatii (Theodor, 1954) – 5
Specie subtroglofila ectoparassita dei chirotteri.
(Fabbri 2013: 5 cava di Monte Tondo)

Nycteribia schmidlii ssp. *schmidlii* (Schiner, 1853) – 7, b
Specie subtroglofila ectoparassita dei chirotteri.
(Zangheri 1966-70: b Ugrigno; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Penicillidia conspicua (Speiser, 1901) – 5
Specie subtroglofila ectoparassita dei chirotteri.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio)

Gen. e sp. n.d. - 7
(Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno)



Fig. 14 – *Heteromyza atricornis* (foto F. Grazioli).

Famiglia **Phoridae**

Triphleba antricola (Schmitz, 1918) – 4
Specie troglofila.
(Fantini 1934: 4 Grotta Coralupi; Boldreghini, Santolini 1994: 4 Grotta Coralupi *Triphleba fantinii*; Rivalta 2012: 4 Grotta Coralupi; Rivalta 2022: 4 Grotta Coralupi)

Gen. e sp. n.d. – 6, 7, c
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Scatopsidae**

Gen. e sp. n.d. – 6, c
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Sciaridae**

Gen. e sp. n.d. – 6, 7, b, c
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Sphaeroceridae**

Gen. e sp. n.d. – 6, 7, c
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, 7 Grotta di Onferno, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Tipulidae**

Gen. e sp. n.d. – 7, b
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless)

Ordine **Trichoptera**

Famiglia **Limnephilidae**

Micropterna sequax (McLachlan, 1875) – b
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta al Sasso della Civetta)

Micropterna testacea (Gmelin, 1789) – 7
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Stenophylax permistus (McLachlan, 1895) – 4, 5
Specie subtroglofila.
(Rivalta 2012: 4; Zangheri 1966/70: 5 Rontana, in grotta)

Stenophylax nycterobius (McLachlan, 1875) – 5
Specie subtroglofila.
(Zangheri 1966/70: 5 Rontana, in grotticella).

Stenophylax sequax (McLachlan, 1875) – 4, 5
Specie subtroglofila.
(Rivalta 2012: 4; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Abisso Mornig)

Stenophylax testaceus (Gmelin, 1789) – 4, 7
Specie subtroglofila.
(Rivalta 2012: 4; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno)

Stenophylax sp. – 6, b
(Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, b Risorgente di Casa Guidi)

Famiglia **Polycentropodidae**

Plectrocnemia geniculata (McLachlan, 1871) – b
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi)

Ordine **Lepidoptera**

Famiglia **Tineidae**

Tinea sp. – 7, c
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Famiglia **Alucitidae**

Alucita hexadactyla (Linnaeus, 1758) – 5
Specie subtroglofila.
(Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia, Grotta del Monticino)

Famiglia **Erebidae**

Euplagia quadripunctaria (Poda, 1761) – 5, 7, c (fig. 15)
Specie subtroglofila. Specie protetta in allegato II della direttiva 92/43/CEE e ai sensi della L.R. n. 6/2005.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Scoliopteryx libatrix (Linnaeus, 1758) – 4
Specie subtroglofila.
(Rivalta 2021: 4)

Famiglia **Noctuidae**

Apopestes spectrum (Esper, 1787) – 4, 5, 7
Specie subtroglofila, molto legata alle grotte.
(Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 1999: 4; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 2012: 4; Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 2021: 4)

Catocala dilecta (Hübner, 1808) – 5
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Poletti , 2015: 5 La Tanaccia)

Catocala nupta (Linnaeus, 1767) – c
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Hypena obsitalis (Hübner, 1813) – 5
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Poletti , 2015: 5 La Tanaccia)

Mormo maura (Linnaeus, 1758) – 5, 7, b
Specie subtroglofila, molto legata alle grotte.
(Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio; Fabbri, Poletti , 2015: 5 La Tanaccia, ex-cava Marana; Fabbri, Lucci 2016: 7 Grotta di Onferno, b Grotta al Sasso della Civetta)

Autophila (Autophila) dilucida (Hübner, 1808) – 5
Specie subtroglofila.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Fiumi, Cam-



Fig. 15 – *Euplagia quadripunctaria* (foto F. Grazioli).

poresi 1988: 5 Grotta del Re Tiberio)

Scoliopterix libatrix (Linnaeus, 1758) – 4, 5, 7
Specie subtroglofila.
(Scaravelli 1997: 7 Grotta di Onferno; Bassi 1999: 5 Grotte di Rontana e Castelnuovo; Scaravelli 2001: 7 Grotta di Onferno; Rivalta 2012: 4)

Famiglia **Nymphalidae**

Aglais io (Linnaeus, 1758) – 5
Specie subtroglofila.
(Bassi 1999: 5 Grotte di Rontana e Castelnuovo)

Famiglia **Geometridae**

Camptogramma bilineatum (Linnaeus, 1758) – 5, c
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 ex-cava Marana; Fabbri, Lucci 2016: c Grotta di Pasqua di Montescudo)

Eupithecia distinctaria (Herrich-Schäffer, 1848) – 5
Specie subtroglofila.
(Zangheri 1966/70: 5 Grotta del Re Tiberio; Fiumi, Camporesi 1988: 5 Grotta del Re Tiberio)

Horisme radicaria (La Harpe, 1855) – 5
Specie subtroglofila.
(Fabbri 2013: 5 Grotta del Re Tiberio)

Rheumaptera cervinalis (Scopoli, 1763) – 5
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia)

Triphosa dubitata (Linnaeus, 1758) – 4
Specie subtroglofila.
(Rivalta 1999: 4; Rivalta 2012: 4; Rivalta 2021: 4)

Ordine **Hymenoptera**

Famiglia **Ichneumonidae**

Diphyus quadripunctorius (O.F. Müller, 1776) – 5, 6
Specie subtroglofila.
(Fabbri, Poletti 2015: 5 La Tanaccia; Fabbri, Lucci 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano; Onnis 2024: 5 La Tanaccia)

Phylum **Chordata**

Classe **Amphibia**

Ordine **Caudata**

Famiglia **Plethodontidae**

Speleomantes italicus (Dunn, 1923) – 1, 5, 6 (fig. 16)
Specie troglofila, che vive anche nella lettiera dei boschi freschi e umidi, nelle fessure delle rocce, in cavità createsi sotto pezzi di legno marcio o grosse pietre piatte, ma, soprattutto nelle grotte; endemica dell'Appennino centro-settentrionale, dalla Romagna all'Abruzzo. Specie protetta in allegato II della direttiva 92/43/CEE e ai sensi della L.R. n. 15/2006. Specie in pericolo di estinzione (IUCN International Red List).
(Mazzotti, Stagni 1993: 1, 5 Abisso Luigi Fantini; Mazzotti *et alii*, 1999: 1, 5 Abisso Luigi Fantini; Costa, 2010: 5 gessi di Brisighella; Gigante 2015: 1; Penazzi, Pirazzini 2015: 5 Abisso Luigi Fantini; Costa, Penazzi 2016: 6 Grotta del Rio Strazzano, Buco del Pendolo di Rio Strazzano)



Fig. 16 – *Speleomantes italicus* (foto P. Lucci).

Ecosistema grotte

L'ecosistema delle grotte è molto particolare (fig. 17). Apparentemente semplice e poco appariscente, è invece complesso e affascinante; fragile e peculiare, legato ad equilibri delicatissimi.
La luce del sole, che è alla base della vita sulla Terra, qui non arriva mai. Le piante, quindi, non appartengono all'ecosistema interno della grotta, alla cosiddetta zona profonda. Le grotte, infatti, possono essere divise in tre zone dal punto di vista biologico:
- la zona dell'ingresso, in cui arriva la luce del sole e la temperatura e l'umidità variano quasi come nell'ambiente esterno; in questa zona troviamo tipicamente felci, muschi, licheni e alghe azzurre e, oltre agli animali che se ne nutrono, generalmente specie animali degli ambienti esterni, in particolare della lettiera dei boschi umidi, ad esempio;
- la zona intermedia, in cui la luce va via via diminuendo fino a scomparire e, comunque, non arriva a sufficienza per permettere la vita delle piante; la temperatura e l'umidità sono ancora abbastanza instabili, ma variano meno che nell'ambiente esterno; in questa zona troviamo molte specie animali dell'ambiente esterno, che vi entrano per trovare riparo, ad esempio molte specie notturne durante il giorno, come nel caso, piuttosto frequente, dell'allocco (*Strix aluco*);
- la zona profonda, in cui la luce è completamente assente, la temperatura e l'umidità sono molto stabili, la seconda generalmente molto elevata, vicina al 100%; gli animali che vivono in questo ambiente sono altamente specializzati, hanno il vantaggio delle condizioni climatiche stabili, ma lo svantaggio del buio più totale.

Nella zona profonda delle grotte (detta anche zona afotica, cioè "senza luce") l'energia che, grazie alla fotosintesi delle piante è alla base delle catene trofiche degli ecosistemi di superficie, arriva in grotta per vie alternative e in misura molto ridotta.
Una parte importante di questa energia arriva dalla superficie trasportata dall'aria (trasporto anemocoro) o dall'acqua (trasporto idrocoro), attraverso gli inghiottitoi (anche per semplice caduta): batteri, foglie, ramaglie e altri detriti vegetali (inclusi pollini, semi e spore), animali vivi o morti, deiezioni, in altre parole, qualsiasi genere di sostanza organica. Tutto quanto viene convogliato nei sistemi sotterranei diventa cibo per gli animali delle grotte. Non solo la sostanza organica in sé, ma anche i batteri, le muffe e i funghi che vi si sviluppano diventano cibo per dare avvio alla catena trofica delle grotte.
Un'altra componente importante sono i pipistrelli, che funzionano da vettori di energia (trasporto biocoro), mangiando in superficie, durante la notte, insetti e altri invertebrati o anche piccoli vertebrati, che vengono poi trasportati sotto forma di guano all'interno della grotta. I pipistrelli, infatti, durante il giorno sostano nella grotta e producono le loro deiezioni che, accumulandosi, danno vita ad un particolarissimo ecosistema basato su questo materiale organico e, anche in questo caso, sulle colonie batteriche, le muffe, i funghi che vi crescono. I pipistrelli, poi, possono divenire fonte di cibo per alcune specie di parassiti e, quando muoiono, i cadaveri diventano una fonte di cibo per le specie necrofaghe.
Anche le radici delle piante che arrivano abbastanza in profondità da emergere nelle grotte diventano una possibile fonte di sostanza organica per l'ecosistema sotterraneo.
Alcuni particolari batteri autotrofi sono una terza fonte di energia, in questo caso endogena della grotta, poiché non si sviluppano soltanto sulla materia organica proveniente dall'esterno, ma possono anche crescere su substrati inorganici (come, ad esempio, i solfobatteri), trasformando, quindi, elementi chimici primari in sostanza organica, come fossero produttori primari al pari delle piante.
Tutti gli animali che si cibano di questa sostanza organica, diventano, a loro volta, prede e cibo per altri animali, via via più grandi, senza però raggiungere taglie nemmeno paragonabili a quelle degli animali di superficie: l'energia iniziale è troppo bassa per permettere lo sviluppo di forme di vita di dimensioni maggiori di pochi centimetri. La stragrande maggioranza delle specie animali è costituita da invertebrati, essendo pochissimi i vertebrati (soltanto una specie di anfibio nelle grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale).
Ricapitolando, i livelli trofici delle grotte profonde sono rappresentati da:
- batteri autotrofi, capaci di creare autonomamente sostanza organica;
- saprofiti: batteri, funghi e muffe che si nutrono di sostanza organica in decomposizione;
- batteriofagi: animali che si nutrono di batteri;
- saprofagi: animali che si nutrono di sostanza organica in decomposizione (i necrofagi si cibano di carcasse animali, i coprofagi si cibano di escrementi, i detritivori si cibano di residui organici vegetali o animali);

- micofagi: animali che si nutrono di muffe e funghi;
- limivori: animali che deglutiscono il fango per nutrirsi della sostanza organica in esso disciolta;
- guanobi o fimicoli: definizione specifica per gli esseri viventi (saprofiti o saprofagi) che si nutrono di guano;
- parassiti: animali che si cibano a spese di altri animali;
- predatori: animali che si cibano di altri animali.

Data la scarsità di risorse alimentari, molte specie sono polifaghe, cioè capaci di adattarsi a diverse fonti di cibo e quasi tutti hanno una grande resistenza a lunghi periodi di digiuno.
Paragonando un cumulo di guano, ad esempio, alla famosa piana del Serengeti, possiamo immaginare gli acari (es. *Medioppia melisi*) e i collemboli (es. *Mesachorutes quadriocellatus*) guanobi (micofagi o coprofagi) come zebre e gnu, intenti a "brucare" non l'erba, ma le muffe che si sviluppano sulle deiezioni dei pipistrelli e il guano stesso; qualche grande (rispetto agli acari…) crostaceo isopode (es. *Androniscus dentiger*) rappresenta un gruppetto di elefanti. In agguato, nascosto sul lato del cumulo, un ragno (es. *Meta menardi*) o una cavalletta (*Dolichopoda laetitiae*) che fa letteralmente la parte del leone, nel vero senso della parola! Al termine del suo pasto, qualche mollusco (es. *Oxychilus draparnaudi*) ripulirà gli avanzi, proprio come farebbero le iene nella savana. "Di là dal fiume e tra gli alberi" un geotritone italico (*Speleomantes italicus*), nel ruolo di Ernest Hemingway.
Come riportato anche nell'introduzione dell'articolo, le specie animali che troviamo in grotta si dividono, in base al loro legame con l'ambiente ipogeo in:

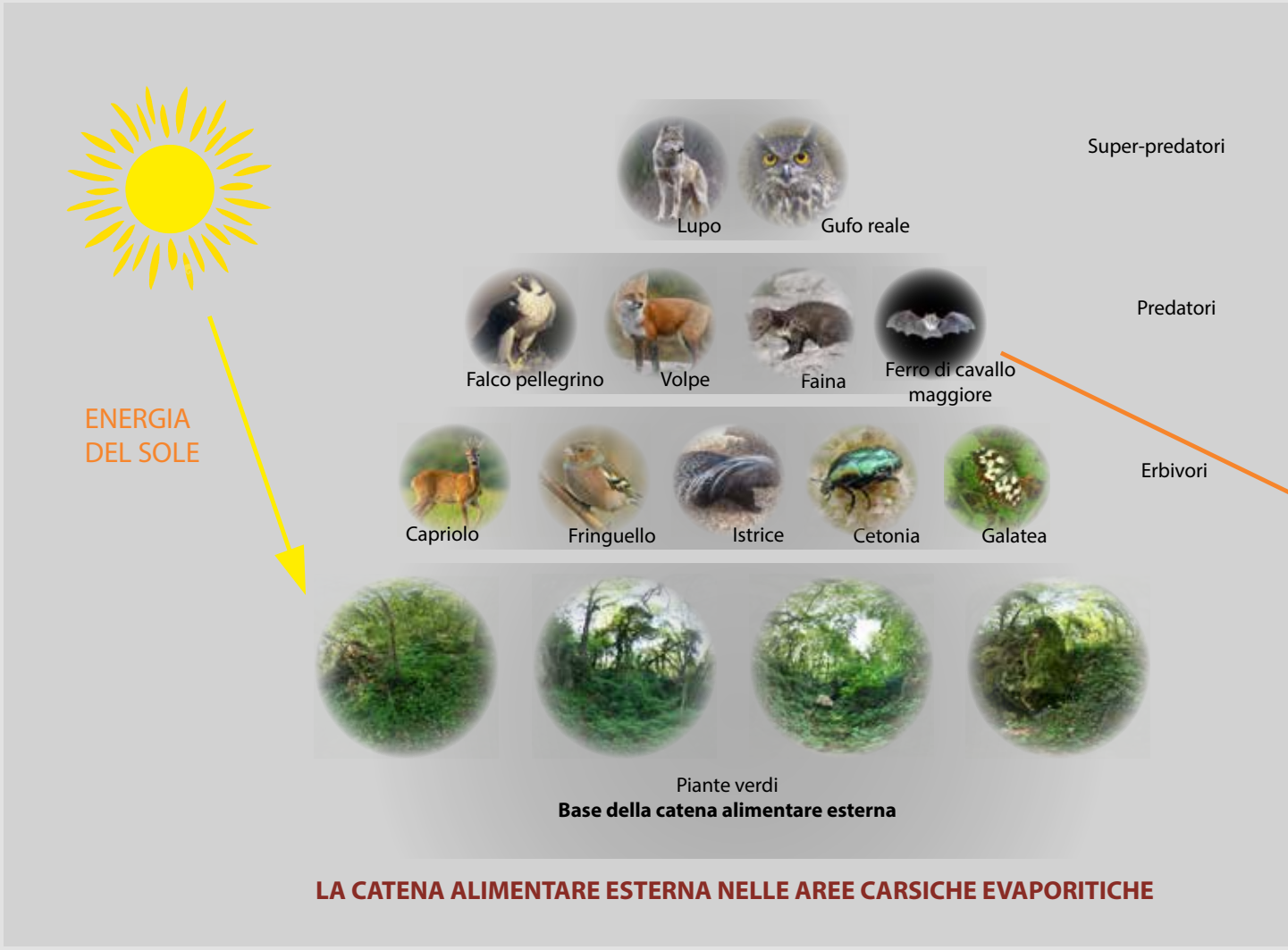
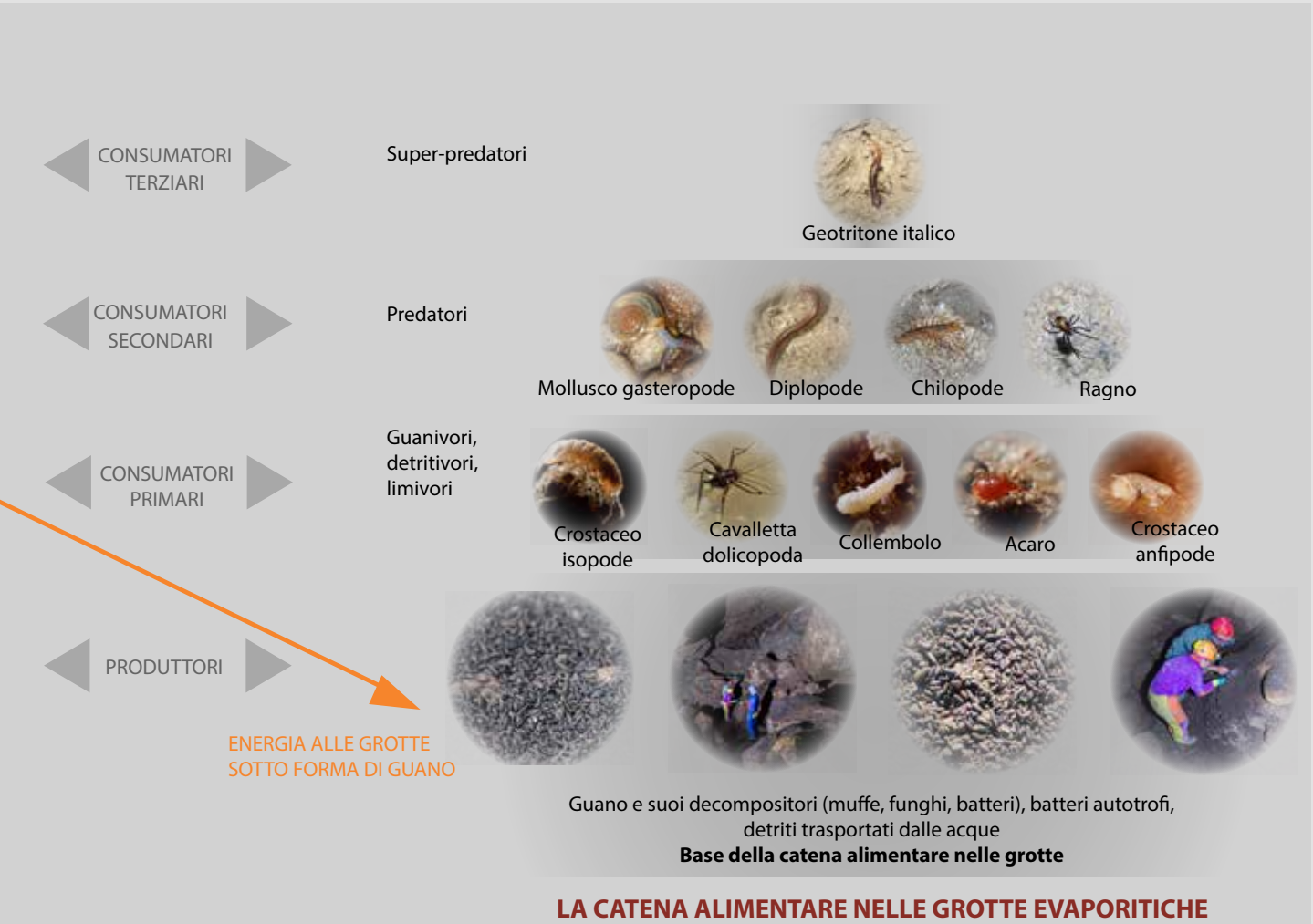


Fig. 17 – Nelle grotte la fonte di energia non è ovviamente il sole bensì il guano assieme a materiali organici trasportati dall'acqua. In realtà, anche nel buio delle grotte vi sono alcuni organismi autotrofi (cioè capaci di produrre il proprio nutrimento) che usano reazioni chimiche: si tratta di batteri altamente specializzati (ad esempio ferrobatteri, solfobatteri). Anche in grotta ci sono, poi, i "consumatori primari", che qui non sono erbivori, ma piccoli animali specializzati ad alimentarsi del guano dei pipistrelli, degli organismi (muffe, lieviti, funghi, batteri) decompositori del guano stesso

- troglosseni, animali che si trovano in grotta per caso, trasportati dalle acque o dal vento, caduti e entrati per sbaglio o per scorribande occasionali, alla ricerca di prede come, ad esempio, capita spesso alla faina (*Martes foina*) che entra in grotta per catturare i pipistrelli;
- troglofili, animali che frequentano le grotte, alle quali non sono però legati in modo esclusivo: alcuni possono vivervi stabilmente e compiervi anche l'intero ciclo biologico, ma possono altresì vivere in ambiente esterno, magari da animali notturni; altri vi passano fasi importanti delle loro vita, pur frequentando regolarmente anche l'ambiente esterno, come nel classico caso dei pipistrelli; le specie troglofile possono essere ulteriormente suddivise in eutroglofile, con un maggiore legame all'ambiente di grotta e alcuni adattamenti abbastanza spinti a questo ecosistema così specializzato e subtroglofile, ossia troglofile piuttosto occasionali o semplicemente perché abbastanza euriecie e adattate genericamente ad ambienti poco illuminati e umidi;
- troglobi, animali fortemente legati alle grotte, dove svolgono obbligatoriamente tutto il loro ciclo vitale. Questi ultimi presentano adattamenti particolari, che consentono loro di vivere in questo ambiente reso così estremo dalla totale assenza di luce e dai bassissimi livelli di energia: depigmentazione (mancanza di colore); anoftalmia (mancanza degli occhi); atterismo (mancanza o riduzione delle ali); arti, antenne e altre appendici allungate, con funzione tattile per orientarsi al buio; sviluppo di chemiorecettori, tattocettori e igrorecettori; mancanza di epicuticola (negli artropodi); perdita del ritmo giorno-notte e estate-inverno, data la stabilità di luce, temperatura e umidità; rallentamento del metabolismo; minor numero di uova, di grandi dimensioni per nutrire meglio la larva; criptometabolia (riduzione degli stadi di sviluppo larvale).



LA CATENA ALIMENTARE NELLE GROTTE EVAPORITICHE

(saprofagi o batteriofagi), di limo e delle particelle organiche ad esso mescolate (limivori). Sono tutti animali piccolissimi: anellidi, acari, diplopodi, crostacei, collemboli, vari insetti tra cui, molto caratteristica, la cavalletta dolicopoda. I predatori (consumatori secondari) cacciano e si cibano dei consumatori primari. Nelle grotte sono molluschi, chilopodi, opilioni, pseudoscorpioni, ragni, coleotteri. Il principale super-predatore (consumatore terziario) è il geotritone, che si ciba anche di altri predatori.

Discussione

Sono note complessivamente per il sito seriale *Evaporite Karst and Caves in the Northern Apennines* 287 specie genericamente cavernicole, di cui Nematoda 24; Nematomorpha 1; Mollusca 17; Annelida 30; Arthropoda 214; Cordata 1.

Di queste 287 specie ve ne sono 12 troglobie, 182 troglofile (di cui 22 eutroglofile), 29 stigobie, 64 stigofile (di cui una eustigofila).

Le 12 specie troglobie sono:

- il ragno *Domitius speluncarum*, segnalato per la componente 1 Alta Valle del Secchia, nella Grotta risorgente di Monte Rosso (Brignoli 1972);
- gli acari *Parasitus loricatus*, noto per le componenti 4 Gessi Bolognesi nella Grotta risorgente dell'Acquafredda (Bianchi *et alii* 1950; Cicolani, Manilla 1980) e 5 Vena del Gesso romagnola nella Grotta del Re Tiberio e nelle gallerie della cava di Monte Tondo (Valle 1951; Zangheri 1966/70; Cicolani, Manilla 1980; Fabbri 2013; *Uroobovella rackei* noto per le componenti 4 della Grotta della Spipola (Valle 1954; Cicolani, Manilla 1980) e 5 della Grotta del Re Tiberio (Valle 1951; Zangheri 1966/70; Cicolani, Manilla 1980); *Trichouropoda schreiberi* noto per le componenti 4 della Grotta del Farneto (Valle 1951) e 5 della Grotta del Re Tiberio (Valle 1951; Zangheri 1966/70; Cicolani, Manilla 1980); *Medioppia melisi* noto delle componenti 4 per la Grotta della Spipola (Bianchi *et alii* 1950; Cicolani, Manilla 1980; Boldreghini, Santolini 1994) e 5 per la Grotta del Re Tiberio (Valle 1951; Zangheri 1966/70 Cicolani, Manilla); *Ramusella caporiacci* segnalato per la sola Grotta del Re Tiberio nella componente 5 (Valle 1951; Zangheri 1966/70; Cicolani, Manilla 1980); la specie indeterminata della famiglia dei Pyemotidae, segnalata per la componente 5 nella Grotta del Re Tiberio (Valle 1951); la specie del genere *Stigmaeus* sp., anch'essa per la Grotta del Re Tiberio (Valle 1951) quindi per la componente 5 del sito seriale;
- i collemboli *Deuteraphorura spipolae* per la componente 4, nota della Grotta della Spipola (Dallai, Malatesta 1982; Boldreghini, Santolini 1994); *Deuteraphorura pieroluccii* della componente 5, scoperta nell'Abisso Luigi Fantini e nel Buco del Noce (Fabbri, Poletti 2015); *Deuteraphorura ghidinii* e *Onychiurus stillicidii* per la componente 4 della Grotta della Spipola (Rivalta 2011).

Le 29 specie stigobie sono:

- il nematode *Theristus vesentiniae* della componente 1, per il Torrente Lucola (Stoch *et alii* 2009);
- il mollusco gasteropode *Islamia* cfr. *piristoma* segnalato per la Tanaccia, nella componente 5 (Fabbri, Poletti 2015);
- gli anellidi *Cernosvitoviella* sp. segnalato per la componente 1 nel Fosso delle Fontane e nel Fosso dei Tramonti (Stoch *et alii* 2009); *Haplotaxis gordioides* ritrovato nella componente 5, presso la grotta I di Ca' Boschetti (Fabbri 2013); *Abyssidrillus* sp. noto per la componente 1 alle fonti di Poiano (Stoch *et alii* 2009); *Coralliodrilus* sp., sempre per la componente 1 nel Fosso dei Tramonti (Stoch *et alii* 2009); *Epirodrilus* cfr. *pygmaeus* ancora per la componente 1 e nelle fonti di Poiano (Stoch *et alii* 2009);
- l'acaro *Kongsbergia* sp. ritrovato nel Fosso delle Fontane all'interno della componente 1 (Stoch *et alii* 2009);
- i copepodi *Acanthocyclops kieferi* noto per la componente 1 nel Fosso dei Tramonti e nella Risorgente di Ca' della Ghiaia (Stoch *et alii* 2009); *Acanthocyclops orientalis* della componente 1 nella cisterna di Fosso Fontana e nel Fosso dei Tramonti (Stoch *et alii* 2009) e della componente 2 nella Tana della Mussina (Stoch 2001); *Diacyclops italianus* della componente 1 presso la cisterna di Fosso Fontana, il Fosso dei Tramonti, la Risorgente di Ca' della Ghiaia, il Tanone Grande della Gacciolina (Stoch *et alii* 2009); *Diacyclops* sp. gr. *languidoides* della componente 1 nella Risorgente di Ca' della Ghiaia (Stoch *et alii* 2009); *Diacyclops paolae* nella componente 5 segnalata per un pozzo presso Brisighella (Pesce, Galassi 1987); *Graeteriella unisetigera* della componente 1 nel Fosso dei Tramonti, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone (Stoch *et alii* 2009); *Speocyclops* sp. – della componente 2 nella Tana della Mussina (Stoch 2001); *Speocyclops* sp. gr. *infernus* (Kiefer, 1930) della componente 1 nel Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia (Stoch *et alii* 2009); *Nitocrella psammophila* della componente 1 nella Risorgente di Ca' della Ghiaia e nelle Fonti di Poiano (Stoch *et alii* 2009); *Elaphoidella pseudophreatica* nota della componente 1 presso Fosso dei Tramonti, Rio di Sologno, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiai (Stoch *et alii* 2009) e della componente 2 nella Tana della Mussina (Stoch 2001); *Moraria* sp. della componente 1 nella Risorgente di Ca' della Ghiaia (Stoch *et alii* 2009); *Parastenocaris* sp. della componente 2 presso la Tana della Mussina (Stoch 2001);
- gli ostracodi *Mixtacandona* sp. della componente 1 nella Cisterna Fosso delle Fontane (Stoch *et alii* 2009); *Pseudolimnocythere* sp. sempre componente 1 nel Fosso delle Fontane, Rio di Sologno, Risorgente di Ca' della Ghiaia, Risorgive del Tanone, Fonti di Poiano (Stoch *et alii* 2009);
- l'isopode *Proasellus* sp. nella componente 1 presso la Cisterna Fosso delle Fontane, Rio di Solo-

gno, Torrente Lucola (Stoch *et alii* 2009);

- gli anfipodi *Niphargus* (fig. 8) gruppo *longicaudatus* della componente 5 noto per le Grotte di Rontana e Castelnuovo, la Grotta risorgente del Rio Basino, la Grotta I di Ca' Boschetti, l'Abisso Luigi Fantini, il Buco del Noce, la Grotta del Monticino, la Risorgente di Ca' Carnè (Bassi 1999; Contarini 2010; Contarini 2010-1; Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015) e della Grotta di Onferno nella componente 7 (Fabbri, Lucci 2016) nonché delle aree b presso Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta e c nella Grotta di Pasqua di Montescudo (Fabbri, Lucci 2016); *Niphargus poianoi* endemico della componente 1 presso Risorgente di Ca' della Ghiaia, Tanone Grande della Gacciolina, Fonti di Poiano (Stoch *et alii* 2009); *Niphargus* sp. aff. *kochianus* sempre nella componente 1 nel Rio di Sologno (Stoch *et alii* 2009); *Niphargus* sp. aff. *puteanus* della componente 1 per Fosso delle Fontane, Fosso dei Tramonti, Torrente Lucola, Risorgente di Ca' della Ghiaia (Stoch *et alii* 2009); *Niphargus* sp. aff. *romuleus* per la componente 4 nella Grotta Novella (Rivalta 2012); *Niphargus* cfr. *speziae* nella componente 2 nella Tana della Mussina (Stoch 2001).

Le 23 specie eutroglofile (22) o eustigofile (1) sono:

- i molluschi *Oxychilus (Oxychilus) draparnaudi* noti per la componente 4 (Rivalta 2021) e per la componente 5 di Grotta Grande dei Crivellari, Tanaccia, Grotta Biagi, Grotta del Monticino (Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015); *Oxychilus (Oxychilus)* cfr. *meridionalis* noto per la componente 5 della Grotta del Re Tiberio, Grotta I di Ca' Boschetti e della Grotta Biagi (Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015), della componente 6 della Grotta del Rio Strazzano, della componente 7 della Grotta di Onferno e delle gessareniti della Grotta del Buless e della Risorgente di Casa Guidi (Fabbri, Lucci 2016); *Oxychilus mortilleti* noto per la componente 4 presso Grotta del Farneto, Grotta della Spipola, Grotta Gortani (Boldreghini, Santolini 1994); *Oxychilus cellarius* per la componente 4 della Grotta del Farneto (Badini 1967);
- lo pseudoscorpione *Chthonius microphthalmus* rilevato nella componente 4 presso la Grotta della Spipola (Gardini 1980; Boldreghini, Santolini 1994);
- i ragni *Kryptonesticus eremita* noto per quasi tutte le componenti, 1 della Risorgente di Monte Rosso (Brignoli 1972), 3 della Grotta Gortani (Brignoli 1972), 4 di Grotta della Spipola, Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, a Grotta della Gaibola (Brignoli 1971; Boldreghini, Santolini 1994; Rivalta 1999; Brignoli 1972), 5 di Grotta del Re Tiberio, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta I di Ca' Boschetti, Abisso Mornig, Buco del Noce, Grotta Biagi, Grotta Risorgente del Rio Cavinale, Tana della Volpe (Dresco 1966; Zangheri 1966/70; Brignoli 1972; Rivalta 1999; Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015), 6 della Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016), 7 della Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016); b della Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato, Risorgente di Casa Guidi (Fabbri, Lucci 2016), c Grotta RSM e la Grotta di Pasqua di Montescudo (Fabbri, Lucci 2016); *Nesticus cellulanus* per la componente 4 della Grotta del Farneto (Badini 1967); *Holocnemus pluchei* della componente 5 presso la Grotta del Monticino (Fabbri, Poletti 2015), della componente 7 alla Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016); *Meta menardi* delle componenti 2 alla Tana della Mussina (Brignoli 1972), 4 presso Grotta del Farneto, Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta Coralupi, Buco dei Vinchi, a Grotta della Gaibola (Brignoli 1971; Brignoli 1972; Boldreghini, Santolini 1994; Rivalta 2012), 5 alla Tanaccia, Abisso Mornig, Grotta risorgente del Rio Cavinale (Fabbri, Poletti 2015), alla componente 6 nella Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016), alla 7 nella Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016), all'area b della b Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi (Fabbri, Lucci 2016)e all'area c Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo (Fabbri, Lucci 2016); *Metellina merianae* nelle componenti 4 presso Grotta risorgente dell'Acquafredda, Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, a Grotta della Gaibola (Brignoli 1972), 5 in Grotta del Re Tiberio, Tanaccia, Abisso Mornig, Abisso Luigi Fantini, Buco del Noce, ex-cava Marana, Grotta a nord di Ca' Carnè, Grotta Biagi (Zangheri 1966/70; Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015), 6 nella Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016) e 7 nella Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016) nonchè nelle aree b della Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi (Fabbri, Lucci 2016) e c della Grotta RSM, Grotta di Pasqua di Montescudo (Fabbri, Lucci 2016); *Tegenaria pagana* della componente 7 nella Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016); *Tegenaria parietina* delle componenti 4 alle Grotta del Farneto, Grotta Coralupi, Grotta risorgente dell'Acquafredda (Brignoli 1972; Rivalta 2012) e 5 per la Grotta del Re Tiberio, Tanaccia e Grotta del Monticino (Dresco, Hubert 1969; Brignoli 1972; Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015); *Tegenaria silvestris* per la sola componente 5 nei gessi di Brisighella presso Grotta Biagi e Buco del Noce (Fabbri, Poletti 2015); *Tegenaria tyrrhenica* per la sola componente 6 nella Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016) e per la vicina area

b della Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato, Risorgente di Casa Guidi (Fabbri, Lucci 2016); *Porrhomma convexum* nella componente 5 all'interno della Tanaccia (Fabbri, Poletti 2015) e nell'area b nella Risorgente di Casa Guidi (Bambini *et al*ii 2015); *Porrhomma microps* nelle componenti 2 presso la Tana della Mussina (Gasparo 2001), 4 presso la Grotta della Spipola (Bianchi *et alii* 1950; Brignoli 1972; Boldreghini, Santolini 1994) e 5 alla Grotta risorgente del Rio Basino (Onnis 2024);

- il copepode *Bryocamptus typhlops* noto per la componente 1 presso il Torrente Lucola (Stoch *et alii* 2009);
- l'isopode *Androniscus dentiger* nelle componenti 4 nella Grotta del Farneto (Boldreghini, Santolini 1994), 5 alla Grotta del Re Tiberio, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta II di Ca' Boschetti, Tanaccia, Abisso Luigi Fantini, Abisso Mornig, ex-cava Marana, Grotta Biagi, Grotta del Monticino, Grotta risorgente del Rio Cavinale, Grotta sotto Ca' Castellina, Grotta risorgente del Rio Basino, Grotta inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe, Grotta della Befana (Brian 1938; Zangheri 1966/70; Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015; Onnis 2024), 6 nella Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016), 7 nella Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016), b nella Buco sotto la Cascata, Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente a sud di Campo Armato (Fabbri, Lucci 2016), c nella Grotta di Pasqua di Montescudo, Inghiottitoio del Fosso di Montegiardino - Risorgente di Rio Marano (Fabbri, Lucci 2016);
- i collemboli *Mesachorutes quadriocellatus* segnalato nella componente 4 per la Grotta della Spipola (Boldreghini, Santolini 1994; Rivalta 2012), 5 nella cava di Monte Tondo, Grotta a nord di Ca' Carnè (Fabbri 2013; Fabbri, Poletti 2015), per la componente 7 nella Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016) e per l'area b nella Grotta al Sasso della Civetta (Fabbri, Lucci 2016); *Acherontiella cavernicola* segnalato per la componente 4 della Grotta del Farneto (Rivalta 2022);
- gli ortotteri *Petaloptila* (*Italoptila*) *andreinii* noto esclusivamente per l'area b nella Grotta del Buless e nella Risorgente a ovest di Rabbiano (Fabbri, Lucci 2016) e *Dolichopoda laetitiae* noto per la componente 4 nelle Grotta del Farneto, Grotta della Spipola, Grotta Novella (Boldreghini, Santolini 1994; Rivalta 1999; Rivalta 2012; Pedroni *et alii* 2021), per la componente 5 ai siti Grotta del Re Tiberio, Grotta risorgente del Rio Basino, Grotta Grande dei Crivellari, Grotta II di Ca' Boschetti, Grotta Giovanni Leoncavallo, Grotte di Rontana e Castelnuovo, La Tanaccia, Abisso Mornig, ex-cava Marana, Grotta risorgente del Rio Cavinale (Baccetti, Capra, 1959; Zangheri 1966/70; Bassi 1999; Ruffo, Stoch 2005; Contarini, 2005; Contarini 2010; Contarini 2010-1; Fabbri 2013; Fabbri, Poletti , 2015), per la componente 7 nella Grotta di Onferno (Scaravelli 1997; Scaravelli 2001), per la 6 nella Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016), per la 7 nella Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016), per l'area b della Grotta I del Fosso Gambone, Grotta del Buless, Grotta al Sasso della Civetta, Risorgente di Casa Guidi, Risorgente a ovest di Rabbiano (Fabbri, Lucci 2016) e dell'area c della Grotta RSM (Fabbri, Lucci 2016);
- il carabide *Laemostenus* (*Actenipus*) *latialis* per le componenti 6 alla Grotta del Rio Strazzano (Fabbri, Lucci 2016) e 7 alla Grotta di Onferno (Fabbri, Lucci 2016) e per le aree b della Grotta al Sasso della Civetta (Fabbri, Lucci 2016) e c della Grotta RSM (Fabbri, Lucci 2016).

Nel complesso la fauna ipogea dei gessi Triassici, almeno quella nota, pare dominata da specie stigobie o stigofile, legate quindi ai torrenti sotterranei e, in particolare, allo straordinario biotopo della Fonti di Poiano e al sistema idrico sotterraneo ad esse afferente, con elementi di estremo interesse come gli anellidi *Abyssidrillus* sp.; *Coralliodrilus* sp. e *Epirodrilus* cfr. *pygmaeus*; i copepodi *Acanthocyclops kieferi*; *Acanthocyclops orientalis*; *Diacyclops italianus* e *Moraria* sp.; l'ostracode *Pseudolimnocythere* sp.; gli anfipodi *Niphargus poianoi* e *Niphargus* sp. aff. *puteanus*.

La fauna dei gessi Messiniani, invece, presenta un ecosistema più svincolato dall'acqua e in un certo senso più complesso, legato alle ingenti quantità di guano depositate dalle colonie di Chirotteri, che, assieme ai materiali organici soprattutto vegetali trasportati in profondità dalle acque, sono alla base della catena trofica delle grotte, almeno di quelle più studiate dei Gessi Bolognesi (Spipola, Risorgente dell'Acquafredda, Farneto), della Vena del Gesso romagnola (Re Tiberio, Tanaccia) e del Riminese (Onferno). La catena trofica basata sul guano parte con organismi che se ne cibano, con alcune specie fimicole di elevato interesse che pascolano sugli accumuli di escrementi di Chirotteri o sulle muffe e funghi che vi si generano, come gli acari *Parasitus loricatus*, *Uroobovella rackei*; *Trichouropoda schreiberi*; *Medioppia melisi* e *Ramusella caporiacci*; l'isopode *Androniscus dentiger*; i collemboli *Deuteraphorura spipolae* e *Deuteraphorura pieroluccii*. Vi sono, poi, specie predatrici di queste ultime o di predatori più piccoli, come i molluschi *Oxychilus draparnaudi* e *Oxychilus* cfr. *meridionalis*; i ragni *Domitius speluncarum*; *Kryptonesticus eremita*; *Meta menardi*; *Metellina merianae*; *Tegenaria* sp.pl. e *Porrhomma* sp.pl. (che più comunemente si cibano di ditteri e lepidotteri che entrano nelle grotte per svernare); la

grande cavalletta *Dolichopoda laetitiae*; il carabide *Laemostenus latialis*; infine, il super-predatore di queste grotte, *Speleomantes italicus*.
La fauna della Risorgente del Rio Basino è stata studiata soprattutto per quanto riguarda il tratto della forra, che presenta un'alternanza di ambienti ipogei ed epigei ed è soprattutto caratterizzata, oltre che dal rio di risorgente, da un microclima assai fresco e umido, con tante specie ad esso legate, subtroglofile, ma di elevato interesse zoogeografico o ecologico come i leiodidi *Choleva garganona*; *Choleva sturmi*; i carabidi *Anillus florentinus* e *Typhloreicheia mingazzinii*; gli stafilinidi *Lathrobium maginii* ssp. *mingazzinii* e *Tychobythinus gladiator*.
Vi sono 19 specie endemiche, soprattutto dell'Appennino, alcune delle quali (7) endemiche esclusive del bene Patrimonio dell'Umanità. Le specie endemiche sono: *Islamia piristoma*; *Oxychilus meridionalis*; *Abyssidrillus* sp.; *Domitius speluncarum*; *Tegenaria tyrrhenica*; *Medioppia melisi* (esclusiva di ECKNA); *Ramusella caporiacci* (esclusiva di ECKNA); *Elaphoidella pseudophreatica*; *Niphargus* gr. *longicaudatus*; *Niphargus poianoi* (esclusiva di ECKNA); *Deuteraphorura pieroluccii* (esclusiva di ECKNA); *Deuteraphorura spipolae* (esclusiva di ECKNA); *Petaloptila* (*Italoptila*) *andreinii*; *Dolichopoda laetitiae*; *Choleva garganona*; *Duvalius guareschii* (esclusiva di ECKNA); *Laemostenus latialis*; *Lathrobium maginii* ssp. *mingazzinii* (esclusiva di ECKNA); *Speleomantes italicus*.
È presente una specie inserita nella Lista Rossa internazionale dell'Unione Internazionale per la conservazione della Natura (IUCN) alle più elevate categorie di minaccia, il geotritone italico *Speleomantes italicus*, considerato "in pericolo di estinzione" a livello globale. Questa specie è anche tutelata ai sensi dell'allegato II della direttiva 92/43/CEE, così come la falena dell'edera *Euplagia quadripunctaria*. *Speleomantes italicus*, *Euplagia quadripunctaria*, *Dolichopoda laetitiae* e *Duvalius guareschii* sono anche tutelate ai sensi della Legge Regionale n. 15/2006 " Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia-Romagna".
I lavori di ricerca più importanti sono stati condotti da:
1 Alta Valle del Secchia
- Stoch, Pieri, Sambugar, Zullini (2009) per la fauna acquatica dell'Alta Val Secchia.
2 Bassa Collina Reggiana
- Chiesi (1988) per la Tana della Mussina;
- Menozzi (1933), Moscardini (1954) per la Tana della Mussina.
- Stoch (2001) per la fauna acquatica della Tana della Mussina;
4 Gessi Bolognesi
- Bianchi, Di Caporiacco, Massera e Valle (1950) per la Grotta della Spipola;
- Rivalta (1982; 1999; 2012; 2021) per i Gessi Bolognesi.
Per i Gessi Bolognesi, che storicamente hanno attirato ricercatori da tutta Italia sono rilevanti i dati delle ricerche settoriali per gruppi faunistici (Brian 1938; Brignoli 1971; Brignoli 1972; Cicolani, Manilla 1980; Dallai, Malatesta 1982; Gardini 1980; Manfredi 1932; Manfredi 1940; Muller 1930; Zoia 1986), soprattutto per la Grotta del Farneto e per la Grotta della Spipola ed anche per la Grotta del Re Tiberio, nella Vena del Gesso Romagnola.
5 Vena del Gesso Romagnola
- Contarini (2010-1) per la Grotta risorgente del Rio Basino;
- Fabbri (2013) per la Grotta del Re Tiberio;
- Fabbri, Poletti (2015) per i gessi di Brisighella e Rontana, in particolare per la Tanaccia;
- Onnis (2024);
- Valle (1951) per gli acari della Grotta di Re Tiberio.
Per la Vena del Gesso un contributo sempre rilevante, anche in questo caso, è dato dalle ricerche straordinarie di Pietro Zangheri, con il suo Repertorio sistematico e topografico della flora e fauna, vivente e fossile, della Romagna (1966/70).
6 Evaporiti di San Leo e 7 Gessi di Onferno
- Fabbri, Lucci (2016).

Conclusioni

In considerazione dell'elevato numero di specie ipogee (287), di cui, in particolare, 64 tra troglobie, stigobie, eutroglofile e eustigofile e dell'elevato numero di specie endemiche (19), di cui 7 esclusive del sito Patrimonio dell'Umanità, EKCNA si caratterizza come area di grande rilevanza per la conservazione della biodiversità e di ecosistemi fragili e ricchi di specie endemiche, rare e minacciate.
Gli ecosistemi sotterranei di EKCNA costituiscono esempi significativi di importanti processi ecologici e biologici. Gli habitat delle grotte nelle evaporiti triassiche o messiniane presentano un'elevata naturalità, importante e significativa e, dato l'elevatissimo livello di tutela, sono adatti per la conservazione *in-situ* della diversità biologica caratteristica degli habitat carsici ipogei, incluse specie minacciate (*Speleomantes italicus* EN; considerando anche i Chirotteri sono da aggiungere le specie *Rhinolophus euryale* NT; *Miniopterus schreibersii* VU; *Barbastella barbastellus* NT; *Myotis bechsteinii* NT; *Myotis crypticus* NT; *Plecotus austriacus* NT) e di eccezionale valore universale dal punto di vista della scienza e della conservazione, in considerazione della fragilità degli ecosistemi e della ricchezza di specie endemiche.
Una frase che riassume mirabilmente l'eccezionale

valore biologico delle sette componenti il sito seriale riconosciuto Patrimonio dell'Umanità è la seguente: "*Le isole gessose rappresentano una sorta di grande museo all'aperto, dove le specie di Niphargus, come fossero reperti archeologici, costituiscono una testimonianza unica della storia dell'evoluzione biologica, che è anche la nostra storia. La necessità di tutelare e proteggere queste aree uniche diviene dunque un'ovvia priorità*" (Stoch 2016).

Bibliografia

B. Baccetti, F. Capra 1969, *Nuove osservazioni sistematiche su alcune* Dolichopoda *italiane esaminate anche al microscopio elettronico a scansione (Orthoptera Rhaphidophoridae)*, "Memorie della Società Entomologica Italiana" 48, 2, pp. 351-367

G. Badini 1967, *Le grotte bolognesi.* Rassegna Speleologica Italiana, Como, pp: 31-38.

R. Bambini, S. Galdenzi, S.M. Sarbu, N.-V. Atudorei, G. Bellesi, L. Carestia, A. Compagnucci, S. Giorgetti, J. Goyette 2015, *La biodiversità che non ti aspetti: motivi di interesse ecologico nelle grotte carsiche dei gessi di Maiano (Montefeltro)*, in L. De Nitto, F. Maurano, M. Parise (a cura di), *Condividere i dati. Atti del XXII Congresso Nazionale di Speleologia. EuroSpeleo Forum 2015, (Pertosa-Auletta, 30 maggio-2 giugno 2015)*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 29), s.l., pp. 365-370.

S. Bassi 1999, *Note su particolarità floristiche e faunistiche*, in Gruppo Speleologico Faentino, Speleo GAM Mezzano, *Le grotte della Vena del Gesso romagnola. I gessi di Rontana e Castelnuovo*, Bologna, pp. 27-31

F. Bernini 1980, Notulae Oribatologicae *XXIV. Gli Acari Oribatei di alcune piccole grotte del Senese*, "Redia", s. III, LXIII, pp. 359-406.

C. Bianchi, L. Di Caporiacco, M.G di Massera, A Valle, 1950, *Raccolte faunistiche della grotta della Spipola (Bologna)*. Commentationes Pontificia Academia Scientiarum 213: 493-527

P. Boldreghini, R. Santolini 1994, *Invertebrati ipogei*, in M. Stivali, *La Vena del Gesso*, Regione Emilia-Romagna, Bologna, pp. 171-173.

A. Bordoni 1986, Lathrobium *(s. str.)* maginii Mingazzinii, *ssp. nov. della "Vena del Gesso" della bassa Val Senio* in *Romagna*, Frustula entomologica (n.s.), Pisa, XX/XXI, pp. 61-64.

A. Brian 1938, *Determinazione di Trichoniscidi e di altri Isopodi terrestri cavernicoli (Terzo contributo)*, "Memorie della Società Entomologica Italiana" 16, pp. 167-225.

P.M. Brignoli 1971, *Note su ragni cavernicoli italiani*, Fragmenta Entomologica, Vol. VII, fasc. 3, pp. 121-229.

P.M. Brignoli 1972, *Catalogo dei ragni cavernicoli italiani*, Quaderni di Speleologia, Circolo Speleologico Romano, Vol. 1, pp. 1-211

M. Chiesi 1988, *Gli animali cavernicoli*, in: M. Chiesi (a cura di), *Guida alla speleologia nel Reggiano*, Reggio Emilia, pp. 55-64.

B. Cicolani, G. Manilla 1980, *Acari raccolti in grotte d'Italia*, Quaderni del Museo di Speleologia "V. Rivera", L'Aquila, VI (11), pp. 1-64.

E. Contarini 1994, *Coleotteri*, in M. Stivali, *La Vena del Gesso*, Regione Emilia-Romagna, Bologna, pp. 174-186.

E. Contarini 2005, *Biodiversità: alla scoperta degli insetti su e giù per la Vena del Gesso romagnola*, Faenza, Carta Bianca Editore, Società per gli Studi Naturalistici della Romagna, p. 52.

E. Contarini 2010, *Fauna invertebrata* in: Regione Emilia-Romagna, *Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola*, Mantova.

E. Contarini 2010-1, *Entomofauna del Complesso Carsico Rio Stella-Rio Basino*, in P. Forti, P. Lucci (a cura di), *Il progetto Stella Basino*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIII), Bologna.

M. Costa 2010, *Fauna vertebrata*, in Regione Emilia-Romagna, *Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola*, Mantova.

R. Dallai, E. Malatesta 1982, *Collemboli cavernicoli italiani* XXVI, Lavori Soc. Ital. Biogeogr. N.S. 7, pp. 173-194.

E. Dresco 1966, *Etude de quelques espèces d'araignées du genre* Nesticus *(Fam.* Nesticidae*),* "Annales Spéléologiques" 21, 3, pp. 795-813.

E. Dresco, M. Hubert 1969, Araneae speluncarum Italiae I, "Fragmenta Entomologica" 6, 2, pp. 167-181

R. Fabbri 2013, *Invertebrati della Grotta del Re Tiberio, di altre cavità naturali attigue e della cava di Monte Tondo,* in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol.

XXVI), Faenza.

R. Fabbri, K. Poletti 2015, *Invertebrati delle cavità dei gessi di Brisighella e Rontana,* in P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2015, *I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza.

R. Fabbri, V. Bassi 2015, *Molluschi e libellule di due rii dei gessi di Brisighella e Rontana,* in P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2015, *I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza.

R. Fabbri, P. Lucci 2016, *Invertebrati delle cavità dei gessi della Romagna orientale*, in: M.L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *gessi e solfi della Romagna orientale*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 31), pp. 221-248.

P.P. Fanciulli, R. Fabbri, A. Carapelli 2018, *A new cave-dwelling species of* Deuteraphorura *from northern Italy (*Collembola, Onychiuridae*)*. Zookeys. 2018 Feb 22;(739):29-39. doi: 10.3897/zookeys.739.20923.

L. Fantini 1934, *Le Grotte Bolognesi*, Bologna, pp. 71.

G. Fiumi, S. Camporesi 1988, *I Macrolepidotteri,* (Collana La Romagna Naturale, 1, Amministrazione Provinciale di Forlì e Società per gli Studi Naturalistici della Romagna), Forlì.

G. Gardini 1980, *Catalogo degli Pseudoscorpioni cavernicoli italiani (Pseudoscorpioni d'Italia VIII)*, "Memorie della Società Entomologica Italiana", 58, pp. 95-140.

F. Gasparo 2001, *Nota su* Porrhomma spipolae *di Di Caporiacco, 1949*, in M. Chiesi (a cura di) *L'area carsica di Borzano*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XI), Albinea, p. 145.

M. Gigante 2015, *Il genere* Hydromantes *(Gistel, 1848) in Emilia-Romagna*, "Speleologia Emiliana", s. V, XXXVI, 6, pp. 47-62.

P. Magrini, S. Vanni 1990, *Due nuove* Typhloreicheia *dell'Italia centro-settentrionale (*Coleoptera Carabidae: Scaritinae*)*, Opuscola Zoologica Fluminensia, 59, Flumsemberg-Grossberg (Switzerland), pp. 51-57.

P. Manfredi 1932, *II° elenco di miriapodi cavernicoli italiani*, "Le Grotte d'Italia", Serie 2°, vol. I, pp. 1-11.

P. Manfredi 1940, *Sesto contributo alla conoscenza dei Miriapodi cavernicoli italiani*, in "Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano" 79, pp. 221-257.

S. Mazzotti, G. Stagni 1993, *Gli Anfibi e i Rettili dell'Emilia-Romagna* (Amphibia, Reptilia), Ferrara.

S. Mazzotti, G. Caramori, C. Barbieri 1999, *Atlante degli Anfibi e dei Rettili dell'Emilia-Romagna (Aggiornamento 1993-1997)*, Ferrara.

C. Menozzi 1933, *Nota preventiva sulla fauna della Grotta di Santa Maria in Vallestra (N. 1 – E) e della Tana della Mussina (N. 2 – E)*, "Le Gotte d'Italia", 7 (1), pp. 30-31.

C. Moscardini 1954, *Ricerche sulla fauna cavernicola*, in F. Malavolti, R. Trani, M. Bertolani, D. Bertolani Marchetti, C. Moscardini (a cura di), *La zona speleologica del Basso Appennino Reggiano*, Atti VI Cong. Naz. Speleol., Trieste, pp. 3-31.

G. Muller 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.

C. Onnis 2024, *Risultati preliminari sulla ricerca biospeleologica in alcune grotte del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola*, inedito

G. Pedroni, F.M. Buzzetti, F. Marangoni 2021, *Ortotteri dei gessi Messiniani: Dolina della Spipola (Appennino Tosco-Emiliano) (*Orthoptera*)*, "Bollettino della Società Entomologica Italiana" 153(3), pp. 109-122.

R. Penazzi, A. Pirazzini 2015, *Gli Anfibi (*Amphibia*) e Rettili (*Reptilia*) dei gessi di Brisighella e Rontana*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola,* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), pp. 427-430, Faenza.

G.L. Pesce, D.P. Galassi 1987, *New or rare species of* Diacyclops Kiefer*, 1927 (*Copepoda, Cyclopoid*a) from different groundwater habitats in Italy*, "Hydrobiologia" 148, pp. 103-114.

Regione Emilia-Romagna 2018, *Quadro conoscitivo SIC IT4030009 gessi Triassici*, inedito.

Rivalta 1982, *Le ricerche*, "Sottoterra, Riv. Gr. Speleol. Bolognese C.A.I." 21 (61), pp. 108-111.

G. Rivalta 1999, *L'ecosistema sotterraneo*, in M. Petazzini (a cura di) *Parco regionale gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa*, Regione Emilia-Romagna, Ed. Compositori, Bologna, pp. 144-151.

G. Rivalta 2011, *Vite nascoste… nelle grotte dei gessi emiliano-romagnoli*, in P. Lucci, A. Rossi (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Pendragon, pp. 110-119.

G. Rivalta 2012, *Vite nascoste nei gessi Bolognesi,* in D. Demaria, P. Forti, P. Grimandi, G. Agolini (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, Bologna, pp. 180-191.

G. Rivalta 2021, *Alcune osservazioni sull'ecosistema ipogeo dei gessi Bolognesi*, "Natura & Montagna", Anno LXVIII (1), pp. 43-49.

G. Rivalta 2022, *Alcune annotazioni riguardanti le biocenosi presenti in cavità naturali nei gessi fra Zena ed Idice*, in C. Busi, P. Forti, P. Grimandi, (a cura di) *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 38), pp. 113-121.

S. Ruffo, F. Stoch 2005, *Checklist e distribuzione della fauna italiana. 10.000 specie terrestri e delle acque interne*, (Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona s. II, Sezione Scienze della Vita), 16, (più CD-Rom).

D. Sangiorgi 1905, *Note di Corologia e di Caccia, Note topografiche, Presento una seconda nota di specie emiliane non citate come tali nel catalogo del Dott. De Bertolini,* "Rivista Coleotterologica Italiana" 3-4, pp. 114-120.

D. Scaravelli (a cura di) 1997, *Riserva Naturale Orientata di Onferno*, Firenze.

D. Scaravelli 2001, *Museo Naturalistico della Riserva Naturale Orientata di Onferno, Gemmano.*

I. Sciacchitano 1936, *Anellidi cavernicoli d'Italia*, "Boll. Zool." 7, pp. 17-22.

F. Stoch 2001, *La fauna acquatica della Tana della Mussina*, in M. Chiesi (a cura di) *L'area carsica do Borzano*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XI), Albinea, pp. 141-144.

F. Stoch 2009, *Servizio di integrazioni al catasto grotte nel sito Natura 2000 IT3340006 "Carso Triestino e Goriziano" e ZPS IT3341002 "Aree Carsiche della Venezia Giulia"*, inedito.

F. Stoch, V. Pieri, B. Sambugar, A. Zullini 2009, *La fauna delle acque sotterranee dell'Alta Val di Secchia (Appennino Reggiano)*, in M. Chiesi, P. Forti (a cura di) *Il Progetto Trias*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXII), pp. 145-163.

F. Stoch 2016, *Il Genere* Niphargus *(Crostacei Anfipodi) nelle acque carsiche sotterranee delle aree gessose dell'Emilia-Romagna: un puzzle biogeografico*, "Sottoterra", LV, (143), pp. 120-122.

A. Valle 1951, *Contributo alla conoscenza della fauna acarologica della Grotta di "Re Tiberio"*, in *Atti del V Congresso Nazionale di Speleologia*, Salerno, pp. 104-107.

A. Valle 1954, *Allevamenti e problemi ecologico-sistematici di* Phaulotrachytes rackei *(Acari:* Phaulodinychidae*)*, "Boll. Zool.", 21 (2), pp. 429-435.

P. Zangheri 1950, *Fauna di Romagna, Ditteri, 2° parte*, (Memorie della Società Entomologica Italiana) 29, pp. 68-95.

P. Zangheri 1966/70, *Repertorio sistematico e topografico della flora e fauna, vivente e fossile, della Romagna*, Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Memorie fuori serie, n. 1 (5 voll.).

S. Zoia 1986, *Catopidi raccolti nei dintorni di Bologna con descrizione di una nuova specie del genere* Choleva Latr. "Bolletettino Società Entomologica Italiana", Genova, 118, pp. 35-40.

Dominio **Eukaryota**	Totale	Endemismi	Esotiche	Nematoda	Nematomorpha	Mollusca	Annelida	Arthropoda	Cordata	Dir. 92/43/CEE
Regno **Animalia**										
Phylum **Nematoda**										
Gen. sp. n.d.	1			1						
Classe **Enoplea**										
Ordine **Dorylaimida**										
Famiglia **Dorylaimidae**										
Dorylaimus stagnalis (Dujardin, 1845) - 1	1			1						
Famiglia **Qudsianematidae**										
Epidorylaimus sp. - 1	1			1						
Famiglia **Aporcelaimidae**										
Aporcelaimellus krygeri (Ditlevsen, 1928) - 1	1			1						
Aporcelaimellus medius (Andrássy, 2002) - 1	1			1						
Famiglia **Nordiidae**										
Enchodelus sp. - 1	1			1						
Famiglia **Actinolaimidae**										
Paractinolaimus macrolaimus (de Man, 1880) - 1	1			1						
Famiglia **Alaimidae**										
Etamphidelus sp. - 1	1			1						
Ordine **Mermithida**										
Famiglia **Mermithidae**										
Gen. sp. n.d. – 1	1			1						
Ordine **Mononchida**										
Famiglia **Mononchidae**										
Clarkus papillatus (Bastian, 1865) - 1	1			1						
Mononchus aquaticus (Cotzee, 1968) - 1	1			1						
Mononchus truncatus (Bastian, 1865) - 1	1			1						
Famiglia **Mylonchulidae**										
Mylonchulus sigmaturus (Cobb, 1917) - 1	1			1						
Ordine **Triplonchida**										
Famiglia **Tobrilidae**										
Epitobrilus allophysis (Steiner, 1919) - 1	1			1						
Semitobrilus closlongicaudatus (Gagarin, 1971) – 1	1			1						
Tobrilus gracilis (Bastian, 1865) - 1	1			1						
Famiglia **Tripylidae**										
Tripyla filicaudata (de Man, 1880) – 1	1			1						
Tripyla glomerans (Bastian, 1865) – 1	1			1						
Tripylina longa (Brzeski & Winiszewska-Slipinska, 1993) - 1	1			1						
Trischistoma monohystera (de Man, 1880) - 1	1			1						
Famiglia **Xyalidae**										
Theristus vesentiniae (Andrássy, 1962) – 1	1			1						
Classe **Chromadorea**										

Ordine **Plectida**										
Famiglia **Plectidae**										
Plectus aquatilis (Andrássy, 1985) - 1	1			1						
Plectus parietinus (Bastian, 1865) - 1	1			1						
Plectus sp. - 1	1			1						
Phylum **Nematomorpha**										
Classe **Gordioia**										
Ordine **Gordioidea**										
Gen. sp. n.d. - b	1				1					
Phylum **Mollusca**										
Classe **Gastropoda**										
Ordine **Littorinimorpha**										
Famiglia **Hydrobiidae**										
Bythinella opaca (Gallenstein, 1848) – 1	1					1				
Islamia cfr. *piristoma* (Bodon & Cianfanelli, 2002) - 5	1	1				1				
Islamia sp. - b	1					1				
Ordine **Archaeopulmonata**										
Famiglia **Ellobiidae**										
Carychium tridentatum (Risso, 1826) - 5	1					1				
Ordine **Stylommatophora**										
Famiglia **Ferussaciidae**										
Cecilioides acicula (O.F. Müller, 1774) - 5, b	1					1				
Cecilioides sp. - 7, b, c										
Hohenwartiana hohenwarti (Rossmässler, 1839) - 5, b	1					1				
Famiglia **Helicidae**										
*Chilostoma planospira (*Lamarck, 1822) – b, c	1					1				
Famiglia **Helicodiscidae**										
Lucilla singleyana (Pilsbry, 1889) - b	1					1				
Famiglia **Zonitidae**										
Oxychilus cellarius (O. F. Müller, 1774) – 4	1					1				
Oxychilus (Oxychilus) draparnaudi (Beck, 1837) – 4, 5	1					1				
Oxychilus (Oxychilus) cfr. *meridionalis* (Paulucci, 1881) – 5, 7	1	1				1				
Oxychilus mortilleti (L. Pfeiffer, 1859) - 4	1					1				
Oxychilus (*Oxychilus*) sp. – 4, 5, 7										
Famiglia **Clausiliidae**										
Cochlodina laminata (Montagu, 1803) - b, c	1					1				
Siciliaria gibbula (Rossmässler, 1836) - 7	1					1				
Famiglia **Discidae**										
Discus rotundatus (O.F. Müller, 1774) – b	1					1				
Famiglia **Pristilomatidae**										
Vitrea cfr. *subrimata* (Reinhardt, 1871) – 6, b	1					1				
Vitrea sp. - c	1					1				
Phylum **Annelida**										
Classe **Polychaeta**										
Ordine i.s.										
Famiglia **Aeolosomatidae**										

Aeolosoma sp. - 1	1						1			
Classe **Clitellata**										
Ordine **Classiclitellata**										
Famiglia **Lumbricidae**										
Gen. sp. n.d. - b	1						1			
Bimastos rubidus (Savigny in Cuvier, 1826) – 4	1						1			
Helodrilus (*Eophila*) *alzonae* (Cognetti, 1904) – 4	1						1			
Lumbricus castaneus (Savigny in Cuvier, 1826) – 4	1						1			
Octodrilus lissaensis (Michaelsen, 1891) – 3	1						1			
Ordine **Arhynchobdellida**										
Famiglia **Erpodbellidae**										
Trocheta subviridis (Dutrochet, 1817) - 3	1						1			
Ordine **Oligochaeta**										
Famiglia **Enchytraeidae**										
Achaeta sp. – 1	1						1			
Buchholzia sp. - 1	1						1			
Cernosvitoviella sp. – 1	1						1			
Enchytraeus buchholzi (Vejdovský, 1878)	1						1			
Enchytraeus sp. - 1	1						1			
Henlea perpusilla (Friend, 1911) - 1	1						1			
Henlea sp. – 1	1						1			
Marionina argentea (Michaelsen, 1889) – 1	1						1			
Marionina cfr. argentea (Michaelsen, 1889) – 1	1						1			
Marionina sp. - 1	1						1			
Gen. sp. n.d. - 1	1						1			
Famiglia **Haplotaxidae**										
Haplotaxis gordioides (Hartmann in Oken, 1819) – 5	1						1			
Famiglia **Naididae**										
Abyssidrillus (*Aberrantidrilus*) sp. – 1	1	1					1			
Chaetogaster diastrophus (Gruithuisen, 1828) - 1	1						1			
Coralliodrilus sp. – 1	1						1			
Epirodrilus cfr. *pygmaeus* (Hrabě, 1935) – 1	1						1			
Nais alpina (Sperber, 1948) - 1	1						1			
Pristina rosea (Piguet, 1906) – 1	1						1			
Rhyacodrilus sp. – 1	1						1			
Gen. sp. n.d. – 1	1						1			
Tubifex tubifex (O.F. Müller, 1774) - 1	1						1			
Famiglia **Lumbriculidae**										
Gen. sp. n.d - 1	1						1			
Stylodrilus lemani (Grube, 1879) - 1	1						1			
Phylum **Arthropoda**										
Classe **Arachnida**										
Ordine **Palpigradi**										
Famiglia **Eukoeneniidae**										
Eukoenenia sp. – 5	1							1		
Ordine **Scorpiones**										

Famiglia **Chactidae**										
Euscorpius (*Polythricobothrius*) *italicus* (Herbst, 1800) – 4, 5, 7	1							1		
Ordine **Pseudoscorpiones**										
Famiglia **Cheliferidae**										
Hysterochelifer tuberculatus (Lucas, 1849) - 5	1							1		
Rhacochelifer maculatus (L. Koch, 1873) - 5	1							1		
Famiglia **Chthoniidae**										
Chthonius microphthalmus (Simon, 1879) - 4	1							1		
Chthonius tenuis (L. Koch, 1873) – 4	1							1		
Famiglia **Neobisiidae**										
Roncus lubricus (L. Koch, 1873) - 5	1							1		
Roncus sp.	1							1		
Ordine **Araneae**										
Famiglia **Dysderidae**										
Dysdera kollari (Doblika, 1853) - 5	1							1		
Famiglia: **Nesticidae**										
Domitius speluncarum (Pavesi, 1873) – 1	1	1						1		
Kryptonesticus eremita (Simon, 1880) – 1, 3, 4, 5, 6, 7	1							1		
Nesticus cellulanus (Clerck, 1757) - 4	1							1		
Nesticus sp. – 4										
Famiglia **Pholcidae**										
Holocnemus pluchei (Scopoli, 1763) – 5, 7	1							1		
Pholcus phalangioides (Fuesslin, 1775) – 4, 5	1							1		
Famiglia: **Pimoidae**										
Pimoa rupicola (Simon, 1884) - 5	1							1		
Famiglia: **Tetragnathidae**										
Meta menardi (Latreille, 1804) – 2, 4, 5, 6, 7	1							1		
Meta sp. - 7										
Metellina merianae (Scopoli, 1763) – 2, 4, 5, 6, 7	1							1		
Famiglia **Zoropsidae**										
Zoropsis sp. - 5	1							1		
Famiglia **Agelenidae**										
Tegenaria pagana (C.L. Koch, 1840) - 7	1							1		
Tegenaria parietina (Fourcroy, 1785) – 4, 5	1							1		
Tegenaria silvestris (L. Koch, 1872) - 5	1							1		
Tegenaria tyrrhenica (de Dalmas, 1922) - 6	1	1						1		
Tegenaria sp. – 4, 5										
Famiglia **Linyphiidae**										
Centromerus sp. - b	1							1		
Centromerus paradoxus (Simon, 1884) – 4	1							1		
Porrhomma convexum (Westring, 1851) - 5	1							1		
Porrhomma microps (Roewer, 1931) – 2, 4, 5	1							1		
Porrhomma sp. – b	1							1		
Famiglia **Amaurobiidae**										
Amaurobius cfr. *erberi* (Keyserling, 1863) – 3	1							1		
Amaurobius ferox (Walckenaer, 1830) – 5	1							1		

Amaurobius sp. - 5										
Ordine **Ixodida**										
Famiglia **Ixodidae**										
Ixodes vespertilionis (Koch, 1844) – 2, 5	1							1		
Ordine **Mesostigmata**										
Gen. e sp. n.d. – 6, 7	1							1		
Famiglia **Laelapidae**										
Echinonyssus carnifex (C.L. Koch, 1839) - 4	1							1		
Famiglia **Ologamasidae**										
Euryparasitus emarginatus (Koch, 1839) – 4	1							1		
Hypoaspis sp. -4 (Genere non più valido)										
Famiglia **Parasitidae**										
Parasitus loricatus (Wankel, 1861) - 5	1							1		
Poecilochirus sp. – 5	1							1		
Famiglia **Macrochelidae**										
Geholaspis hortorum (Berlese, 1904) - 5	1							1		
Geholaspis mandibularis (Berlese, 1904) - 5	1							1		
Macrocheles merdarius (Berlese, 1889) - 5	1							1		
Famiglia **Laelapidae**										
Cosmolaelaps miles (Berlese, 1892) - 5	1							1		
Famiglia **Urodinychidae**										
Uroobovella rackei (Oudemans, 1912) – 4, 5	1							1		
Famiglia **Trematuridae**										
Trichouropoda schreiberi (Valle, 1951) – 4, 5	1							1		
Famiglia **Veigaiidae**										
Veigaia nemorensis (Koch, 1839) – 4	1							1		
Veigaia serrata (Willm., 1936) - 4	1							1		
Ordine **Sarcoptiformes**										
Famiglia **Carabodidae**										
Carabodes (*Carabodes*) *coriaceus* (Koch, 1835) – 4	1							1		
Famiglia **Damaeolidae**										
Fosseremus laciniatus (Berlese, 1905) - 4	1							1		
Famiglia **Ceratozetidae**										
Sphaerozetes piriformis (Nicolet, 1855) – 4	1							1		
Ordine **Trombidiformes**										
Famiglia **Aturidae**										
Kongsbergia sp. – 1	1							1		
Famiglia **Bdellidae**										
Bdellodes virgulata (Canestrini & Fanzago, 1876) – 4	1							1		
Famiglia **Hydryphantidae**										
Protzia invalvaris (Piersig, 1898) - 1	1							1		
Famiglia **Scutacaridae**										
Scutacarus plurisetus (Paoli, 1911) - 5	1							1		
Famiglia **Torrenticolidae**										
Atractides sp. – 1	1							1		
Torrenticola sp. - 1	1							1		

Famiglia **Feltriidae**										
Feltria (*Azugofeltria*) sp. - 1	1							1		
Famiglia **Pyemotidae**										
Gen. e sp. n.d. - 5	1							1		
Famiglia **Stigmaeidae**										
Stigmaeus sp. n.d. - 5	1							1		
Famiglia **Trombidiidae**										
Dimorphothrombium italicum (Berlese, 1910) – 4	1							1		
Ordine **Oribatida**										
Gen. e sp. n.d. – 6, 7	1							1		
Famiglia **Banksinomidae**										
Oribella pectinata (Michael, 1885) - 5	1							1		
Famiglia **Oppiidae**										
Medioppia melisi (Valle, 1949) – 4, 5	1	1						1		
Ramusella (Insculptoppia) caporiacci (Valle, 1955) - 5	1	1						1		
Classe **Copepoda**										
Ordine **Cyclopoida**										
Famiglia **Cyclopidae**										
Acanthocyclops kieferi (Chappuis, 1925) – 1	1							1		
Acanthocyclops orientalis (Borutzky, 1966) – 1, 2	1							1		
Diacyclops bisetosus (Rehberg, 1880) – 1	1							1		
Diacyclops italianus (Kiefer, 1931) – 1	1							1		
Diacyclops sp. gr. *languidoides* (Lilljeborg, 1901) – 1	1							1		
Graeteriella (*Graeteriella*) *unisetigera* (Graeter, 1908) – 1	1							1		
Megacyclops viridis (Jurine, 1820) – 1	1							1		
Paracyclops imminutus (Kiefer, 1929) – 1, 2	1							1		
Speocyclops sp. - 2	1							1		
Speocyclops sp. gr. *infernus* (Kiefer, 1930) - 1	1							1		
Ordine **Harpacticoida**										
Famiglia **Ameiridae**										
Nitocrella psammophila (Chappuis, 1955) – 1	1							1		
Famiglia **Canthocamptidae**										
Attheyella (*Attheyella*) *crassa* (Sars, 1863) – 1	1							1		
Bryocamptus (*Rheocamptus*) *echinatus* (Mrázek, 1893) - 1	1							1		
Bryocamptus (*Rheocamptus*) *pygmaeus* (Sars, 1863) - 1	1							1		
Bryocamptus (*Rheocamptus*) *tatrensis* (Minkiewicz, 1916) - 1	1							1		
Bryocamptus (*Rheocamptus*) *typhlops* (Mrázek, 1893) - 1	1							1		
Elaphoidella pseudophreatica (Sterba, 1956) – 1, 2	1	1						1		
Epactophanes richardi (Mrázek, 1893) - 1	1							1		
Moraria poppei (Mrázek, 1893) - 1	1							1		
Moraria sp. – 1	1							1		
Famiglia **Parastenocarididae**										
Parastenocaris sp. – 2	1							1		
Classe **Ostracoda**										
Ordine **Podocopida**										
Famiglia **Candonidae**										

Candona sp. - 1	1							1		
Pseudocandona albicans (Brady, 1864) – 1	1							1		
Mixtacandona sp. – 1	1							1		
Famiglia **Cyprididae**										
Psychrodromus olivaceus (Brady & Norman, 1889) - 1	1							1		
Famiglia **Cypridopsidae**										
Potamocypris fulva (Brady, 1868) - 1	1							1		
Famiglia **Loxonchidae**										
Pseudolimnocythere sp. – 1	1							1		
Classe **Malacostraca**										
Ordine **Cyclopoida**										
Famiglia **Cyclopidae**										
Diacyclops paolae (Pesce & Galassi, 1987) - 5	1							1		
Ordine **Isopoda**										
Famiglia **Asellidae**										
Proasellus sp.	1							1		
Famiglia **Trichoniscidae**										
Androniscus (Dentigeroniscus) dentiger (Verhoeff, 1908) – 4, 5, 6, 7	1							1		
Androniscus sp. – 4, 5										
Ordine **Amphipoda**										
Famiglia **Niphargidae**										
Niphargus gruppo *longicaudatus* (A. Costa, 1851) – 5, 7	1	1						1		
Niphargus poianoi (Karaman, 1988) – 1	1	1						1		
Niphargus sp. aff. *kochianus* (Bate, 1859) – 1	1							1		
Niphargus sp. aff. *puteanus* (Koch, 1836) – 1	1							1		
Niphargus sp. aff. *romuleus* (Vigna-Taglianti, 1968) – 4	1							1		
Niphargus cfr. *speziae* (Schellenberg, 1937) – 2	1							1		
Niphargus sp. - 2, 4, 5, 7										
Classe **Diplopoda**										
Ordine **Glomerida**										
Famiglia **Glomeridae**										
Gen. e sp. n.d. – 5	1							1		
Glomeris sp. - c	1							1		
Ordine **Julida**										
Famiglia **Julidae**										
Gen. sp. n.d. – 5, 7	1							1		
Ommatoiulus sabulosus (Linnaeus, 1758) – 4, 5	1							1		
Ordine **Callipodida**										
Famiglia **Callipodidae**										
Callipus sp. – 7	1							1		
Ordine **Polydesmida**										
Famiglia **Polydesmidae**										
Polydesmus sp. – 3, 5	1							1		
Classe **Chilopoda**										
Ordine **Geophilomorpha**										

Famiglia **Himantariidae**										
Himantarium gabrielis (Linnaeus 1767) – 4	1							1		
Ordine **Scutigeromorpha**										
Famiglia **Scutigeridae**										
Scutigera coleoptrata (Linnaeus, 1758) - 5	1							1		
Ordine **Lithobiomorpha**										
Famiglia **Lithobiidae**										
Eupolybothrus sp. – 5	1							1		
Lithobius lucifugus (L. Koch, 1862) – 4, 5, 7	1							1		
Lithobius lapidicola (Meinet, 1872) – 4, 5	1							1		
Lithobius s tylopus (Latzel, 1882) - 6	1							1		
Lithobius sp. – 4, 5										
Ordine **Scolopendromorpha**										
Famiglia **Cryptopidae**										
Cryptops sp. – 5	1							1		
Classe **Collembola**										
Ordine **Symphypleona**										
Famiglia **Arrhopalitidae**										
Arrhopalites pseudoappendices (Rusek, 1967) - 5	1							1		
Arrhopalites sp. - 5										
Ordine **Entomobryomorpha**										
Famiglia **Entomobryidae**										
Lepidocyrtus curvicollis (Bourlet, 1839) – 5, 7	1							1		
Lepidocyrtus (*Lanocyrtus*) *lanuginosus* (Linnaeus in Gmelin, 1788) - 4 †	1							1		
Pseudosinella alba (Packard, AS, 1873) - 4 †	1							1		
Pseudosinella duodecimpunctata (Denis, J-R, 1931) - 4 †	1							1		
Pseudosinella sexoculata (Schött, 1902) - 4 †	1							1		
Famiglia **Isotomidae**										
Folsonia candida (Willem, 1902) - 5	1							1		
Proisotoma minuta (Tullberg, 1871) – 4 †	1							1		
Famiglia **Orchesellidae**										
Heteromurus (*Heteromurus*) *nitidus* (Templeton, R in Templeton, R & Westwood, JO, 1836) – 4 †, 5, 6, 7	1							1		
Ordine **Poduromorpha**										
Famiglia **Hypogastruridae**										
Acherontiella cavernicola (Tarsia in Curia, 1941) – 4	1							1		
Mesachorutes quadriocellatus (Absolon, 1900) – 4, 5, 7	1							1		
Ceratophysella bengtssoni (Ågren, H, 1904) – 4 †	1							1		
Choreutinula inermis (Tullberg, 1871) – 4 †	1							1		
Hypogastrura (*Hypogastrura*) *vernalis* (Carl, J, 1901) – 4 †	1							1		
Acheroxenylla furcata	1							1		
Famiglia **Machilidae**										
Trigoniophthalmus alternatus (Silvestri, 1904) – c	1							1		
Famiglia **Onychiuridae**										
Deuteraphorura pierolucci (Fanciulli, Fabbri & Carapelli, 2018) - 5	1	1						1		

Deuteraphorura spipolae (Massera, 1949) – 4	1	1						1		
Deuteraphorura ghidinii	1							1		
Onychiurus stillicidii	1							1		
Deuteraphorura sp. – 5	1							1		
Ordine **Neelipleona**										
Famiglia **Neelidae**										
Neelus murinus (Folsom J.W., 1896) - 5	1							1		
Classe **Hexapoda**										
Ordine **Ephemeroptera**										
Gen. sp. n.d. - 6	1							1		
Ordine **Odonata**										
Famiglia **Cordulegastridae**										
Cordulegaster boltonii (Donovan, 1807) – 5, 6	1							1		
Ordine **Orthoptera**										
Famiglia **Gryllidae**										
Gryllomorpha dalmatina (Ocskay, 1832) – 5, 7	1							1		
Petaloptila (*Italoptila*) *andreinii* (Capra, 1937) - b	1	1						1		
Gen. e sp. n.d. – 5	1							1		
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia)										
Famiglia **Rhaphidophoridae**										
Dolichopoda laetitiae (Minozzi, 1920) – 4, 5, 6, 7	1	1						1		
Ordine **Coleoptera**										
Famiglia **Leiodidae**										
Catops fuliginosus (Erichson, 1837) - 5	1							1		
Catops nigricans (Spence, 1813) - 5	1							1		
Choleva (Cholevopsis) convexipennis (Zoia, 1986) – 4, 5	1	1						1		
Choleva (Choleva) sturmi (Brisout de Barneville, 1863) – 2, 5	1							1		
Leptinus testaceus (Müller, P. W. J., 1817) - 5	1							1		
Nargus (Nargus) badius (Sturm, 1839) - 5	1							1		
Parabathyscia (Parabathyscia) fiorii (Capra, 1920) - 5	1							1		
Parabathyscia sp. – c	1							1		
Sciodrepoides watsoni (Spence, 1813) – 5	1							1		
Gen. e sp. n.d. – 5	1							1		
(Onnis 2024: 5 La Tanaccia, Grotta risorgente del Rio Basino)										
Famiglia **Carabidae**										
Anillus florentinus (Dieck, 1869) - 5	1							1		
Duvalius (Duvalius) guareschii	1	1						1		
Laemostenus (*Actenipus*) *latialis* (Leoni, 1907) – 6, 7	1	1						1		
Pterostichus sp. – 5	1							1		
Pterostichus micans (Heer, 1841) – 5	1							1		
Scotodipnus (Scotodipnus) glaber (Baudi di Selve, 1859) - 5	1							1		
Trechus binotatus (Putzeys, 1870) – 5	1							1		
Typhloreicheia mingazzinii (Magrini & Vanni, 1990) – 4, 5	1							1		
Gen. e sp. n.d. – 5	1							1		
Famiglia **Dytiscidae**										
Agabus biguttatus (Olivier, 1795) – 5	1							1		

Famiglia **Histeridae**										
Gnathoncus nannetensis (Marseul, 1862) – 7	1							1		
Famiglia **Scirtidae**										
Elodes minuta (Linnaeus, 1767) – b	1							1		
Gen. sp. n.d. - b	1							1		
Famiglia **Cryptophagidae**										
Cryptophagus sp. - c	1							1		
Famiglia: **Staphylinidae**										
Bisnius parcus (Sharp, 1874) - 7	1		1					1		
Lathrobium (Glyptomerus) maginii ssp. *mingazzinii* (Bordoni, 1986) - 5	1	1						1		
Leptomastax hypogea (Pirazzoli, 1855) – 5	1							1		
Machaerites cavernicola (Fiori 1900) – 4	1							1		
Oxytelus sp. - 4	1							1		
Paramaurops diecki (Saulcy, 1874) – 5	1							1		
Quedius (Microsaurus) mesomelinus (Marsham, 1802) – 5, 6, 7	1							1		
Tychobythinus gladiator (Reitter, 1884) – 4, 5	1							1		
Vulda (Typhlodes) italica (Sharp, 1873) – 5	1							1		
Gen. e sp. n.d. – 5, 6, 7	1							1		
Famiglia **Teredidae**										
Anommatus duodecimstriatus (P.J.W. Müller, 1821)	1							1		
Famiglia: **Zopheridae**										
Langelandia anophthalma (Aubé, 1842) – 5	1							1		
Ordine **Diptera**										
Famiglia **Anthomyiidae**										
Gen. e sp. n.d. – 7	1							1		
Famiglia **Limoniidae**										
Limonia nubeculosa (Meigen, 1804) – 4, 5, 6, 7	1							1		
Famiglia **Psychodidae**										
Psychoda sp. – 5	1							1		
Gen. e sp. n.d. – 7	1							1		
Famiglia **Heleomyzidae**										
Heteromyza atricornis (Meigen, 1830) – 5, 6, 7	1							1		
Famiglia **Mycetophilidae**										
Gen. e sp. n.d. – 6	1							1		
Famiglia **Nycteribiidae**										
Nycteribia kolenatii (Theodor, 1954) - 5	1							1		
Nycteribia schmidlii ssp. *schmidlii* (Schiner, 1853) - 7	1							1		
Penicillidia conspicua (Speiser, 1901) – 5	1							1		
Gen. e sp. n.d. - 7	1							1		
Famiglia **Phoridae**										
Triphleba antricola (Schmitz, 1918) - 4	1							1		
Gen. e sp. n.d. – 6, 7	1							1		
Famiglia **Scatopsidae**										
Gen. e sp. n.d. – 6	1							1		
Famiglia **Sciaridae**										

Gen. e sp. n.d. – 6, 7	1							1		
Famiglia **Sphaeroceridae**										
Gen. e sp. n.d. – 6, 7	1							1		
Famiglia **Tipulidae**										
Gen. e sp. n.d. – 7	1							1		
Famiglia **Limnephilidae**										
Micropterna sequax (McLachlan, 1875) - b	1							1		
Micropterna testacea (Gmelin, 1789) - 7	1							1		
Stenophylax permistus (McLachlan, 1895) - 4, 5	1							1		
Stenophylax nycterobius (McLachlan, 1875) - 5	1							1		
Stenophylax sequax (McLachlan, 1875) – 4, 5	1							1		
Stenophylax testaceus (Gmelin, 1789) – 4, 7	1							1		
Stenophylax sp. – 6										
Famiglia **Polycentropodidae**										
Plectrocnemia geniculata (McLachlan, 1871) – b	1							1		
Ordine **Lepidoptera**										
Famiglia **Tineidae**										
Tinea sp. – 7	1							1		
Famiglia **Alucitidae**										
Alucita hexadactyla (Linnaeus, 1758)	1							1		
Famiglia **Erebidae**										
Euplagia quadripunctaria (Poda, 1761) – 5, 7	1							1		1
Scoliopteryx libatrix (Linnaeus, 1758) – 4	1							1		
Famiglia **Noctuidae**										
Apopestes spectrum (Esper, 1787) – 4, 5, 7	1							1		
Catocala dilecta (Hübner, 1808) - 5	1							1		
Catocala nupta (Linnaeus, 1767) - c	1							1		
Hypena obsitalis (Hübner, 1813) - 4	1							1		
Mormo maura (Linnaeus, 1758) – 5, 7	1							1		
Autophila (Autophila) dilucida (Hübner, 1808) – 5	1							1		
Scoliopterix libatrix (Linnaeus, 1758) – 4, 5, 7	1							1		
Famiglia **Nymphalidae**										
Aglais io (Linnaeus, 1758)	1							1		
Famiglia **Geometridae**										
Camptogramma bilineatum (Linnaeus, 1758) - 5	1							1		
Eupithecia distinctaria (Herrich-Schäffer, 1848) - 5	1							1		
Horisme radicaria (La Harpe, 1855) - 5	1							1		
Rheumaptera cervinalis (Scopoli, 1763) - 5	1							1		
Triphosa dubitata (Linnaeus, 1758) – 4	1							1		
Ordine **Hymenoptera**										
Famiglia **Ichneumonidae**										
Diphyus quadripunctorius (O.F. Müller, 1776) – 5, 6	1							1		
Phylum **Chordata**										
Classe **Amphibia**										
Ordine **Caudata**										
Famiglia **Plethodontidae**										

Speleomantes italicus (Dunn, 1923) – 1, 5, 6	1	1							1	1
Totali	287	19	1	24	1	17	30	214	1	2
Troglobie	12									
Troglofile	182									
Stigobie	29									
Stigofile	64									
Eutroglofile	22									
Eustigofile	1									

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Pipistrelli dei gessi dell'Emilia

David Bianco[1]

Riassunto
L'articolo intende fare il punto sulle conoscenze relative alla Chirotterofauna rilevata in quattro Siti del World Heritage di UNESCO denominato *Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines* (ECKNA) presenti in Emilia, due nel Bolognese e due nel Reggiano: si tratta di quattro aree incluse nella fondamentale Rete Natura 2000 a presidio della biodiversità e, in modo differenziato, da altre forme di tutela (Parco nazionale, Parco regionale, Paesaggio protetto regionale). La chirotterofauna dei Gessi Emiliani risulta costituita da 23 specie, di cui almeno 16 rilevate presso le cavità carsiche o in ipogei artificiali. Mentre appare molto preoccupante la forte diminuzione della presenza di tre specie troglofile (*Myotis myotis, Myotis blythii* e *Rhinolophus euryale*), specie come *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Rhinolophus hipposideros* che utilizzano le zone carsiche soggette a stretta tutela da oltre venti anni sembrano mantenere o aumentare lentamente i loro contingenti. Si evidenzia l'importanza di questi affioramenti carsici per la chirotterofauna regionale e nazionale, vista la presenza di colonie di specie particolarmente protette e vista l'importanza per il popolamento di pipistrelli che durante la buona stagione si distribuisce in aree non carsiche dell'Appennino e della Pianura Padana.

Parole chiave: Chiropterofauna, conservazione, chirotteri, pipistrelli, fauna troglofila, Gessi Emiliani, UNESCO World Heritage, EKCNA, Gessi Bolognesi, Gessi Reggiani, Natura 2000.

Abstract
This article aims to provide information on the Chiropterofauna detected in four UNESCO World Heritage Sites called Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines (ECKNA) *present in Emilia, in Italy, two in the Bologna area and two areas in the Reggio area: these are areas included in the fundamental Natura 2000, a network of protected areas covering Europe's most valuable and threatened species and habitatsand, and in other forms of environmental protection (National Park, Regional Park, Regional Protected Landscape). The Chiropterofauna of the Emilian Gypsum consists of 23 species, of which at least 16 were detected in the karst cavities or in artificial hypogea. While the strong decrease in the presence of three troglophilic species (*Myotis myotis, Myotis blythii and Rhinolophus euryale*) is worrying, species such as* Miniopterus schreibersii, Rhinolophus ferrumequinum *and* Rhinolophus hipposideros*, which have been using the karst areas subject to strict protection for over twenty years, seem to maintain or slowly increase their numbers. The importance of these karst areas for the regional and national Chiropterofauna is highlighted, due to the presence of colonies of particularly protected species and due to the importance for the population of bats which during the good season is distributed in non-karst areas of the Apennines and the Po Valley.*

Keywords: *Chiropterofauna, bat conservation, bat, troglophilous fauna, biospeleology, Emilian Gypsum, UNESCO World Heritage, EKCNA, Bolognese Gypsum, Reggio Gypsum, Natura 2000.*

Gessi Emiliani, terre di pipistrelli

In questo articolo si fa il punto sulle conoscenze relative ai pipistrelli presenti nei quattro Siti emiliani del *World Heritage Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines* (ECKNA) che, ricordiamo, include due aree nel Bolognese e due zone nel Reggiano.
Nella nostra Regione sono note 25 specie di chirotteri delle 36 entità ad oggi conosciute in Italia; di queste venticinque, ben nove specie sono di particolare interesse per l'Unione europea, rientrando in un particolare elenco della Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/Cee, Allegato II). Nelle aree gessose emiliane di cui trattiamo secondo i più aggiornati monitoraggi disponibili, si ritrovano almeno 23 specie diverse e tra queste tutte le nove specie di forte rilevanza europea che giustificano l'istituzione dei Siti Natura 2000, ossia tre Rinolofidi, il Barbastello e diversi rappresentanti del genere *Myotis*.

[1] Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale, c/o Centro Parco Casa L. Fantini, Via Jussi 171, 40068 San Lazzaro di Savena (BO); david.bianco@enteparchi.bo.it

L'associazione grotta/pipistrelli è un fatto "culturalmente scontato" che nel caso dei nostri Gessi trova una reale conferma. In effetti molti pipistrelli per delicate fasi della vita (pensiamo allo "svernamento") frequentano le cavità sotterranee, siano queste naturali o artificiali; queste specie vengono perciò dette "troglofile", ma è bene precisare che esistono anche specie che sembrano evitare l'utilizzo di caverne o ipogei… preferendo rifugi in alberi, manufatti e rocce.
È fondamentale chiarire sin da ora che l'importanza per la Chirotterofauna emiliana dei quattro "Siti componenti" occidentali del *World Heritage* (di seguito anche WH) di ECKNA va ben oltre alla mera ricchezza in specie che vi si rinviene: da un punto di vista biogeografico i Gessi dell'Emilia rappresentano, infatti, una sorta di "arcipelago di habitat carsici" immersi in territori che per evidenti ragioni geologiche non presentano fenomeni adatti alle specie troglofile (ricordiamo che molti pipistrelli necessitano di ambienti ipogei, alcune specie almeno nella fase di svernamento). Dopo un inverno al sicuro nelle grotte che presentano quel microclima peculiare necessario ad una certa specie, dalle aree gessose dove hanno svernato i pipistrelli possono spostarsi durante la buona stagione, occupando aree ad una certa distanza (ad es. 15/30 km); durante l'autunno torneranno poi visitare le cavità carsiche di cui hanno assoluta necessità.
In ogni caso è vero che in Emilia-Romagna ovunque ci sia gesso affiorante e carsificato troviamo una biodiversità maggiore rispetto alle aree circostanti; questo vale non solo per i pipistrelli ma anche per molteplici habitat rupicoli e per numerose specie vegetali ed animali. Ricordiamo, inoltre, che per la sua natura geologica in Emilia-Romagna esiste una corrispondenza quasi biunivoca tra carsismo e gesso (non abbiamo altri affioramenti soggetti a significativi fenomeni carsici).
Per concludere in Emilia abbiamo questa speciale ed indissolubile combinazione: gesso/grotte/chirotteri! Per tali ragioni le aree carsiche gessose carsiche più significative ed estese, giustamente inserite nel Patrimonio Mondiale di UNESCO EKCNA, sono un evidente elemento portante di biodiversità dell'Emilia-Romagna che va ben oltre alla superficie (in fondo modesta) che occupano. Come si comprenderà andando a prendere in considerazione caso per caso, i Gessi Emiliani con la loro semplice presenza, la loro collocazione geografica discontinua e in qualche modo strategica, le straordinarie manifestazioni speleologiche che presentano e la presenza di diverse forme di tutela naturalistica sono di importanza ecologica imprescindibile per la chirotterofauna dell'intero Appennino regionale e della vicina Pianura.

Una semplice premessa sui pipistrelli, loro ecologia e problemi di conservazione

Mammiferi volanti con una Storia naturale originale che li ha portati a evolversi in moltissime specie legate ad ambienti differenti (si consideri che l'Ordine dei Chirotteri con le sue oltre mille specie occupa circa un quarto della Classe dei Mammiferi), i pipistrelli occupano "spazi ecologici" peculiari, in parte non ancora ben compresi dalla scienza.
Dal punto di vista della conservazione i Chirotteri sono molto interessanti perché da un lato sono elementi fondamentali e imprescindibili degli ecosistemi a cui appartengono (e questo è vero non solo nei lontani ambienti tropicali o esotici ma anche nelle meno iconiche zone d'Europa!), dall'altro perché fortemente minacciati da vari fattori (fig. 1). Ad impattare i pipistrelli sono molteplici attività come la distruzione dei rifugi, la perdita e frammentazione degli habitat di vita, la comparsa di nuove malattie diffuse dalla globalizzazione, la drammatica riduzione degli invertebrati e la contaminazione di molecole inquinanti, il consumo di suolo e la presenza di nuove infrastrutture energetiche (si pensi agli impianti eolici di tipo industriale), l'inquinamento luminoso ed il cambiamento climatico che ha effetti su tutte le reti trofiche e sui sistemi in cui i pipistrelli sono inseriti. Come si capisce scorrendo questo parziale elenco di minacce, conservare i pipistrelli è una sfida complessa proprio perché richiede misure di conservazione appropriate e specifiche, azioni che vanno oltre alla semplice posa di un rifugio su un edificio o in un bosco.
Questo differenziato ordine dei Mammiferi, che l'uomo della strada confusamente sintetizza con il generico e riduttivo termine "pipistrelli", merita indubbiamente una diversa considerazione nelle politiche di conservazione. Animali assai longevi, con società e forme di comunicazione culturale complesse, bioindicatori di ecosistemi e della loro salute e maturità, nel caso dell'Emilia-Romagna costituiscono una tessera assai delicata del mosaico ecologico di una regione sviluppata ed in trasformazione: mi piace immaginare che il nostro futuro sia strettamente connesso a quello delle vivaci colonie multi specifiche che ho visto tante volte nelle grotte dei nostri gessi, una metafora vivente di resistenza ecologica all'antropocene, di collaborazione, tolleranza ed equilibrio che questi animali ci regalando anche su un piano puramente simbolico.
In tale ottica, a nostro avviso, i pipistrelli dei Gessi appartengono a tutti gli effetti a quel Patrimonio mondiale dei beni naturali ascritto con il riconoscimento di EKCNA e, conseguentemente, la gestione programmata di questo Bene dovrà considerare con cura le esigenze ecologiche di questi animali.

L'eccezionale importanza per la Chirotterofauna dei siti carsici emiliani afferenti al World Heritage EKCNA

Ricordando che un Sito UNESCO è un'area definita tale perché si ritiene che abbia un valore universale eccezionale e che, come nel caso di EKCNA, i beni seriali sono Siti componenti del Patrimonio mondiale formati da una serie di aree distinte ma strettamente collegate tra loro (ad esempio nel nostro caso l'evoluzione geologica e speleologica), possiamo dire che le quattro zone di cui stiamo per trattare presentano specifiche caratteristiche ecologiche rilevanti anche per i pipistrelli, tanto da richiedere appropriate indicazioni di tutela per mantenere l'elevato livello di biodiversità che ancora oggi conservano.

Per meglio comprendere quanto si dirà a seguire, crediamo utile esplicitare alcuni punti che ci paiono utili:

- affioramenti in Gesso Messiniano: tre dei Beni emiliani (i due del Bolognese e quello della Bassa Collina Reggiana) sono accomunati dalla natura degli affioramenti (si tratta di Gessi Messiniani) e dall'ambito collinare (l'altitudine va da una quota minima di circa 150 m ai 500 m); habitat e comunità vegetali presenti presso queste aree sono molto simili così come lo sono anche le aree circostanti al Sito UNESCO in senso stretto: questo aspetto è da considerare per meglio comprendere le similitudini del popolamento di chirotteri delle diverse zone che troveremo;
- affioramenti in Gesso Triassico: il Sito C.S.1 "Alta Valle Secchia" è, invece, del tutto peculiare sia per la natura dei gessi, risalenti al Triassico e molto alterati da complesse trasformazioni geologiche, che per la collocazione propriamente montana (andiamo dai 700 m ai circa 1000 m); l'insieme di questi due elementi condiziona fortemente le presenze faunistiche, comprese quelle dei pipistrelli, facendo del Bene un *unicum* a scala regionale;
- importanza della connettività ecologica e conservazione delle popolazioni: le quattro aree gessose di cui ci occupiamo si dispongono in una ideale "catena" di siti carsici che possiamo unire percorrendo solo 80 km in linea d'aria; tali aree peculiari e uniche si

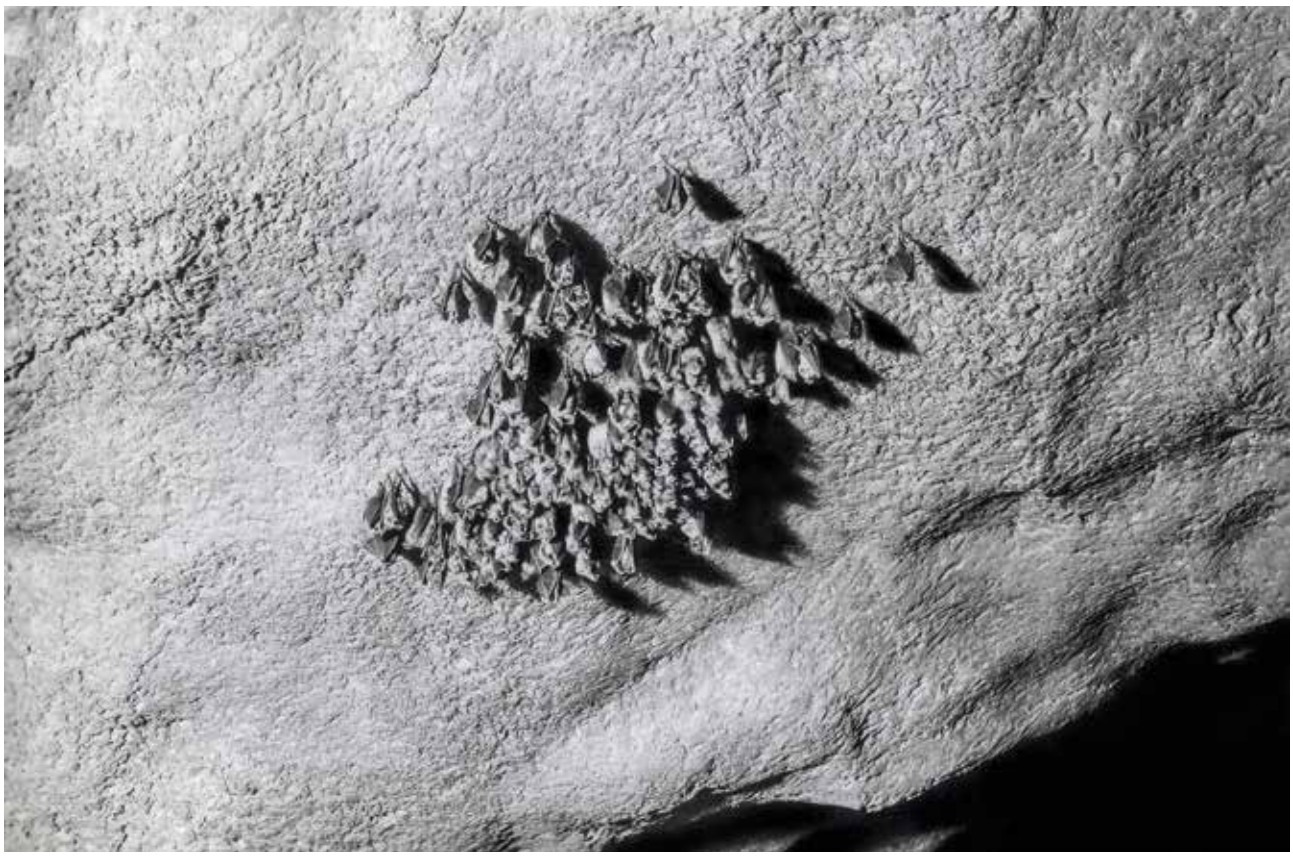


Fig. 1 – Colonia di Rinolofi maggiori (*Rhinoluphus ferrumequinum*) svernanti alla Grotta della Spipola: le descrizioni della fauna delle grotte e l'eccezionale repertorio fotografico di Luigi Fantini rappresentano le primissime testimonianze "di campo" dedicate ai pipistrelli in Italia. Gli scatti di Fantini tra gli anni '30 e '50 ci mostrano le ricche colonie dei Gessi Bolognesi prima che iniziasse il loro drammatico declino legato allo sviluppo economico (Foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

trovano immerse in una matrice ambientale diversificata priva di fenomeni speleologici ma di buona qualità ambientale (aree forestali, aree agricole estensive, corsi d'acqua, …), matrice che garantisce una connettività ecologica diffusa tra un sito e l'altro, senza una evidente frammentazione degli habitat di collegamento; vista la grande capacità di spostamento di gran parte delle specie di pipistrelli, la loro evidente capacità di trasmettere scoperte ed esperienze e la già dimostrata capacità di passare tra le diverse aree gessose (Bianco 2009 pp. 69-78), possiamo ritenere i pipistrelli di queste zone carsiche in relazione tra loro, ossia come un unico popolamento delle aree gessose emiliane; questo aspetto assume una particolare importanza per le politiche di conservazione sul medio e lungo periodo in quanto assicura scambi genetici quanto mai importanti in questa fase di regressione numerica di molte specie e consente di considerare popolazioni vitali per l'ambito dato;

- protezione e azioni di conservazione: nel Bene si individuano due zone, una zona "core" che presenta gli elementi fondamenti della tutela e una zona cuscinetto (la "*buffer zone*"). La *core area* è quella in cui si trovano i fenomeni per cui il Sito seriale è stato individuato mentre la *buffer zone* è un'area ben delimitata esterna al bene del Patrimonio dell'umanità ma adiacente; questa zona contribuisce alla protezione, conservazione, gestione, integrità, autenticità del bene. Presupposto necessario per la definizione di un *World Heritage* è la garanzia di una forte protezione: come vedremo i quattro Siti emiliani sono tutti all'interno di Siti Natura 2000 e in altre tipologie di Aree protette. Va comunque chiarito che queste forme di tutela a scala locale sono necessarie ma non sufficienti a garantire la conservazione dei pipistrelli presenti: per quanto apparentemente estese se viste in una mappa, queste aree sono infatti troppo esigue per consentire la conservazione di popolazioni vitali di chirotteri sul medio periodo.
- limiti metodologici delle indagini sui chirotteri troglofili: qualunque sia il metodo utilizzato (conteggi a vista in grotta, eventualmente anche con registrazione video-fotografica; registrazione degli ultrasuoni; realizzazione di sessione di catture con reti presso i *roost* o habitat di caccia, …) (Agnelli *et alii* 2004), l'indagine sui chirotteri troglofili ha alcune forti limitazioni di cui è bene accennare per semplici punti:
  - ✓ il conteggio a vista deve essere necessariamente discreto e veloce, pena un disturbo che allontana esemplari e colonie; analogamente non è bene usare tecniche di cattura presso il rifugio ipogeo diretta per conteggiare gli esemplari (Dietz, Kiefer 2014);
  - ✓ un certo numero di specie ha abitudine "fessuricole" (piccoli *Myotis*, Orecchioni, Serotini…) e questo porta certamente a sottostimare o a ignorare completamente la loro presenza (Arthur, Lemaire 1999, pp 143-144);
  - ✓ lo sviluppo delle grotte nel gesso può essere assai articolato e spesso molti ambienti carsici sono di fatto inaccessibili all'uomo: in tal senso il controllo a vista non può ritenersi esaustivo se non in ipogei artificiali particolarmente semplici e con specie che si lasciano facilmente osservare per via del tipo di postura che assumono;
  - ✓ solo attraverso la cattura e l'esame diretto degli esemplari è possibile individuare e riconoscere molte specie (ci si riferisce in particolare al genere *Myotis* e *Plecotus*): questo sforzo, problematico per il disturbo evidente che causa, è possibile solo nell'ambito di programmi di studio approfonditi;
  - ✓ l'insieme di queste limitazioni rende difficoltosa la raccolta di dati esaustivi e completi in molti dei contesti carsici di cui trattiamo.

Ciò premesso, a seguire si riportano le informazioni sulla Chirotterofauna di ogni Bene componente afferente al *World Heritage* presente in Emilia, riferendo dei dati di monitoraggio disponibili e commentando, se opportuno, quanto emerge dall'esame degli stessi.

Il Sito componente "Alta Valle Secchia"

Il Sito componete C.s.1 "Alta Valle Secchia" si trova nella zona montana dell'Appenino Reggiano, nell'alta valle del Fiume Secchia, coinvolgendo territori dei Comuni di Castelnovo ne' Monti, di Ventasso e di Villa Minozzo. Si sviluppa per complessivi 2.890 ettari, di cui 1.596 ettari di *core zone* e 1.294 ettari di *buffer zone;* per estensione a livello di *core area* si tratta del Sito componente più esteso del World Heritage di cui rappresenta ben il 43% (la *core area* del WH di EKCNA ammonta complessivamente a 3.680 ettari).

Regime di protezione

L'area UNESCO è quasi completamente interna al Sito Natura 2000 ZSC ZPS IT4030009 "*Gessi Triassici*", un fondamentale nodo della rete ecologica regionale; oltre a questo ricade in gran parte all'interno del Parco nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano. Sull'area esistono, inoltre, ulteriori tutele di ordine paesaggistico o comunale.

Principali caratteristiche ambientali

Il Sito si sviluppa al confine tra l'area montana e alto collinare dell'Appennino Reggiano, interessando un tratto di circa 10 km dell'alta Val Secchia lungo il quale il fiume ha profondamente inciso una vasta formazione di anidriti e gessi formatisi del Trias superiore (circa 200 Milioni di anni) che formano i ripidi e chiari versanti rocciosi della vallata. A causa dell'elevata solubilità della roccia gessosa, sono diffusi fenomeni carsici superficiali (doline, forre ed altre forme di erosione) e sotterranei (grotte, inghiottitoi e risorgenti) che rappresentano l'aspetto più peculiare del Sito.
A connotare fortemente il paesaggio del Sito, molto ricco di boschi e arbusteti, sono in particolare le rupi gessose e lo spettacolare alveo ghiaioso del Secchia, ricco di meandri e di una elevata naturalità dovuta alla limitata antropizzazione della zona. Ci troviamo senza alcun dubbio in un vero *hot spot* della biodiversità regionale: venti habitat di interesse comunitario (sei dei quali prioritari) occupano circa la metà della superficie del sito Natura 2000; spiccano gli ambienti acquatici (in particolare quelli associati alle risorgenti carsiche salse che creano le Fonti di Poiano), quelli ripariali, gli habitat delle rupi e dei ghiaioni, le grotte, oltre a diverse comunità vegetali con habitat di prateria, arbusteti e boschi.

Chirotterofauna del Sito "Alta Valle Secchia"

Il Formulario del Sito Natura 2000 aggiornato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2022 riporta come presenti "solo" dodici specie, di seguito segnalate. Il report finale del progetto Life *Gypsum* segnala invece un elenco di diciotto specie, aggiungendo a quelle del formulario sei entità di cui due di Allegato II della Direttiva (*Myotis emarginatus* e *Myotis myotis*). Il più recente progetto regionale COMBI (Palazzini 2024), sviluppatosi tra il 2023 e il 2024, ha confermato la presenza di nove specie concentrando le ricerca presso le cavità carsiche ed effettuando diverse sessioni di cattura, aggiungendo la specie *Plecotus auritus* e portando a 19 specie rilevate.
Il quadro riassuntivo (19 specie segnalate), con informazioni qualitative e in parte quantitative, risulta il seguente.

- **Rinolofo minore** (*Rhinolophus hipposideros*). La specie è presente tutto l'anno nel Sito, dove utilizza sia le cavità naturali (in particolare il Tanone Grande della Gacciolina e il Tanone Piccolo della Gacciolina) che edifici rurali non più utilizzati dall'uomo (si fa riferimento in particolare alla Casa della Valle) dove le femmine trovano le condizioni adatte alla riproduzione. Segnalato nel Formulario standard Natura 2000 e confermato nel 2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*, nel periodo 2023/2024 risulta presente con un esiguo numero di esemplari (15 presso la *nursery*, una decina in svernamento).
- **Rinolofo maggiore** (*Rhinolophus ferrumequinum*) (fig. 2). La specie è presente tutto l'anno nel Sito, dove utilizza sia le cavità naturali (in particolare il Tanone Grande della Gacciolina e il Tanone Piccolo della Gacciolina) che edifici rurali non più utilizzati dall'uomo (si fa riferimento in particolare alla Casa della Valle) dove le femmine trovano le condizioni adatte alla riproduzione. Segnalato nel Formulario standard Natura 2000 e confermato nell'ambito del progetto Life *Gypsum*, nel periodo 2023/2024 sono stati conteggiati un numero di esemplari in svernamento prossimo a 200 esemplari (Tanone Grande della Gacciolina) e una colonia riproduttiva di circa 150 esemplari (presso Casa della Valle).
- **Vespertilio di Daubentòn** (*Myotis daubentonii*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e confermata dal progetto regionale COMBI che ha dimostrato con la cattura di diversi esemplari l'utilizzo che la specie fa delle grotte in autunno (Tanone Grande della Gacciolina). Per il suo comportamento elusivo nelle cavità naturali, è impossibile da conteggiare se non in situazioni abbastanza eccezionali.
- **Vespertilio mustacchino** (*Myotis mystacinus*). Questo Vespertilio è stato riscontrato durante alcune catture nei pressi del Secchia effettuate nel monitoraggio del Life *Gypsum*. Non risulta segnalato nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022. La specie non era stata riscontrata in precedenza e non risulta mai contattata né durante i monitoraggi di *Gypsum* né con il progetto COMBI della regione Emilia-Romagna.
- **Vespertilio smarginato** (*Myotis emarginatus*). La specie, non ancora segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum*

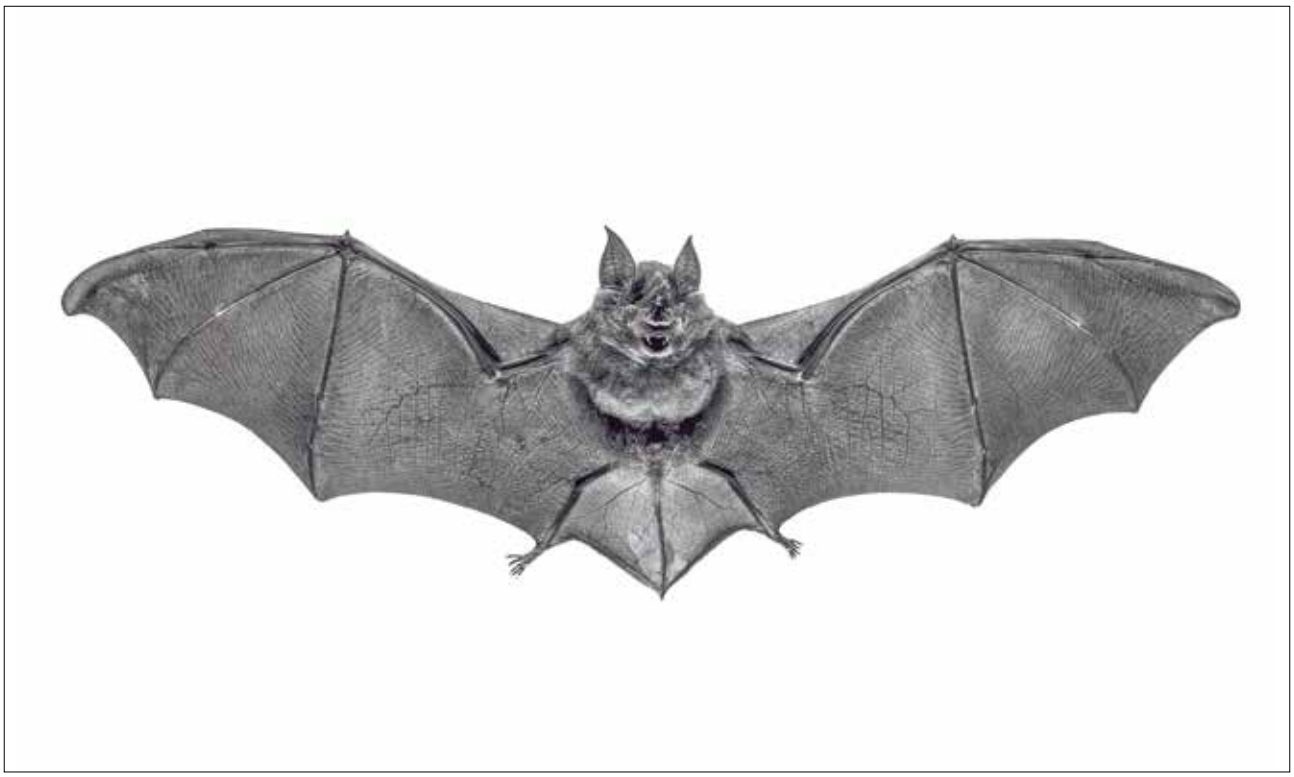


Fig. 2 – Rinolofo maggiore (*Rhinoluphus ferrumequinum*). Si tratta di una foto a scopo di ricerca: Luigi Fantini fu particolarmente attivo sul tema dell'ecologia delle grotte e dei pipistrelli, ambito che documentò in modo scientifico collaborando con diversi ricercatori universitari tra gli anni '30 e '60 del secolo scorso (Foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

.

e confermata dal progetto regionale COMBI che ha ritrovato una colonia riproduttiva già nota (Casa della Valle). Si tratta di una specie che in ambiente di grotta risulta solitamente elusiva (occupa strette fessure) e all'esterno non è facilmente riconoscibile al *bat detector*. Il *roost* riproduttivo con oltre 60 esemplari di *Myotis emarginatus* rappresenta potenzialmente un sito di importanza nazionale per l'attività riproduttiva.

- **Vespertilio criptico** (*Myotis crypticus*)**.** Questa specie di Vespertilio, fino a pochi anni fa ascritta alla specie Vespertilio di Natterer (*Myotis nattereri*) (Dietz, Kiefer 2014, pp 266-267; Juste *et alii*, 2018), non viene riportata nell'aggiornamento del Formulario Natura 2000 nonostante sia stato individuato durante le azioni di monitoraggio del progetto Life *Gypsum*. Il recente progetto regionale COMBI ha confermato la presenza della specie durante le catture autunnali all'emersione dalle grotte (Tanone Grande della Gacciolina). Per il suo comportamento elusivo nelle cavità naturali, è molto difficile da individuare e conteggiare se non in situazioni abbastanza eccezionali.
- **Vespertilio di Bechstein** (*Myotis bechsteinii*). La specie (fig. 3) è riportata nel Formulario standard Natura 2000 aggiornato nel 2022 ed era stata segnalata per la prima volta nell'ambito del progetto Life *Gypsum* in quanto alcuni esemplari erano stati rinvenuti presso *bat box* predisposte con il progetto in ambienti forestali (Fonti di Poiano). Le indagini del progetto COMBI nel periodo 2023/2024 fanno confermato la presenza della specie durante le catture autunnali all'emersione dalle grotte (Tanone Grande della Gacciolina). Per il suo comportamento elusivo nelle cavità naturali, è molto difficile da individuare e conteggiare se non in situazioni abbastanza eccezionali.
- **Vespertilio maggiore** (*Myotis myotis*). Riscontrato nel periodo 2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*, non è stato però segnalato nel Formulario standard Natura 2000 del Sito. Nel periodo 2023/2024, durante il progetto COMBI, pochissimi esemplari di grande *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*) sono stati rilevati nel Tanone Piccolo della Gacciolina.
- **Vespertilio di Blyth** (*Myotis blythii*). La specie è riportata nel Formulario standard Natura 2000 del 2022 ed era stata segnalata nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. Le indagini del progetto COMBI nel periodo 2023/2024 fanno riferimento a pochissimi esemplari di grande *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*) sono stati rilevati nel Tanone

Piccolo della Gacciolina.

- **Nottola comune** (*Nyctalus noctula*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Frequente in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel sito nel periodo 2011/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e riportata nel Formulario Natura 2000. La sua presenza nell'area risulta indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici e associata agli ambienti forestali maturi del Parco nazionale.
- **Nottola di Leisler** (*Nyctalus leisleri*). La specie è stata registrata nei monitoraggi del progetto *Gypsum* ma non è stata segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022. La Nottola di Leisler utilizza rifugi in ambiente forestale e la sua presenza è indipendente dai fenomeni carsici presenti nell'area.
- **Seròtino comune** (*Eptesicus serotinus*). La specie è segnalata nel Formulario standard Natura 2000 e riscontrata nelle attività di monitoraggio con bat detector nel progetto Life *Gypsum*. Nella zona non sono note osservazioni o cattura della specie all'interno delle cavità carsiche.
- **Pipistrello nano** (*Pipistrellus pipistrellus*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Frequente in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel sito nel periodo 2011/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e risulta segnalata nel Formulario Natura 2000. La sua presenza è da ritenersi indipendente dalle grotte o dagli affioramenti di gesso.
- **Pipistrello albolimbato** (*Pipistrellus kuhlii*). Si tratta di una specie tra le più comuni e abbondanti in tutta l'Emilia; è ben riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Rilevata nel periodo 2011/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum,* viene riportata nel Formulario Natura 2000. La sua presenza nel Sito appare comunque indipendente dalla presenza di ambienti carsici.
- **Pipistrello di Savi** (*Hypsugo savii*). Tra le specie di pipistrelli più comuni dell'Emilia, è stata rilevata nel periodo 2011/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e riportata nel Formulario Natura 2000: facilmente riconoscibile con la registrazione degli ultrasuoni, frequenta spesso anche le zone urbanizzate; la sua presenza può ritenersi comunque indipendente dalla diretta presenza dei fenomeni carsici dei Sito.
- **Barbastello** (*Barbastella barbastellus*). La specie (fig. 4), segnalata nel Formulario standard Natura



Fig. 3 – Vespertilio di Bechstein (*Myotis bechsteinii*) è una specie protetta dall'Unione europea, associata spesso ad habitat forestali maturi: utilizza le grotte per lo svernamento mentre usa alberi cavi o anfratti per stagione di allevamento della prole (foto F. Grazioli).



Fig. 4 – Barbastello (*Barbastella barbastellus*): specie particolarmente importante e tutelata, utilizza le aree forestali ben conservate; nei Gessi Triassici utilizza le grotte nello svernamento (foto F. Grazioli).

2000, è stata riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e confermata nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna nell'ambito del quale, nell'ottobre 2023, un esemplare è stato catturato in uscita dalla grotta Tanone Grande della Gacciolina, cavità che si dimostra di straordinaria importanza per il Sito. Si tratta di una specie che in Emilia sembra prediligere ambienti forestali ben conservati (Spagnesi *et alii* 2006, pp. 65-67), che conferma la qualità ecologica dell'Alta Valle del Secchia. La cattura autunnale del Barbastello presso una cavità carsica fa immaginare che l'importanza per la specie vada ben oltre l'area dei Gessi Triassici. Da sottolineare, infine, come il Barbastello non sia mai stato rilevato negli altri siti emiliani del *World Heritage*.

- **Orecchione bruno** (*Plecotus auritus*). Il Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022 non la riporta ancora. Nell'ambito di attività di cattura con reti svolta nell'ottobre 2023 presso il Tanone Grande della Gacciolina, il progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna ha individuato la specie in precedenza mai osservata nell'area.
- **Orecchione meridionale** (*Plecotus austriacus*). La specie, registrata nel corso del monitoraggio del progetto Life *Gypsum* in cui si effettuarono anche catture di esemplari in uscita dal *roost* e grazie a con cui è stato possibile il riconoscimento. Si ricorda che le specie del genere *Plecotus* (fig. 5) sono difficili da osservare, contattare al *bat detector* e da stimare in contesti naturali. La specie non è stata segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022.
- **Molosso di Cestoni** (*Tadarida teniotis*). La specie, segnalata nel Formulario Natura 2000, è stata rilevata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* unicamente grazie alla registrazione degli ultrasuoni: si tratta di una specie capace di grandi spostamenti; utilizza fessure e spaccature in rupi e manufatti; è opportuno precisare che non è mai stata rinvenuta in rifugi presso le cavità carsiche naturali del Sito.

Considerazioni sull'importanza del Sito

L'area dell'Alta Valle del Secchia conserva una chirotterofauna molto ricca e specifica, con colonie che raggiungono numeri significativi. La zona carsica dei Gessi Triassici appare con evidenza di fondamentale importanza per i pipistrelli di questa area montana,

assolvendo in particolare ad una fondamentale funzione di sito di svernamento per molte specie di importanza conservazionistica.
Basandoci sulle diverse e ripetute indagini dirette svolte nell'ultimo decennio (che incomprensibilmente il più recente Formulario Natura 2000 recepisce parzialmente elencando solo 12 specie), la chirotterofauna è costituita da diciannove *taxon* di cui ben sette appartenenti all'Allegato II della Direttiva Habitat.
Esaminando le presenze verificate con vari metodi (controllo a vista, catture, registrazioni) nei *roost* della grotta Tanone Grande della Gacciolina e nel Tanone Piccolo della Gacciolina così come le evidenze emerse controllando alcuni *roost* riproduttivi presenti presso vecchi edifici rurali nell'Area protetta, possiamo rimarcare l'eccezionale valore del contesto: tenendo infatti presenti i criteri per la valutazione dell'importanza dei siti a livello nazionale proposti dal Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri (Agnelli *et alii* 2004, pp 183-187), nei Gessi Triassici abbiamo diversi siti di importanza nazionale, sia per lo svernamento che per l'attività riproduttiva. Va infatti considerato come i rifugi carsici ospitino un numero di specie maggiore di quattro (si arriva a sette specie nel Tanone Grande, di cui peraltro quattro di Allegato II della Dir. 92/43/CEE!) e presentino un contingente di esemplari assai significativo (di circa 200 esemplari tra due specie di Rinolofidi). Analogo discorso vale anche per l'edificio Casa della Valle, dove sono presenti *nursery* di tre specie di particolare pregio con un numero complessivo di esemplari che supera i 200 esemplari (maggiore di 50 esemplari per *Myotis emarginatus*, 15 esemplari per *Rhinolophus hipposideros* e 150 per *Rhinolophus ferrumequinum*).
È opportuno rimarcare come l'emergenza geologica e speleologica di questa zona sia sostanzialmente diversa e peculiare rispetto a quella dei Gessi Messiniani degli altri siti emiliani. La roccia gessosa di origine triassica ha subito il fortissimo effetto della "tettonizzazione" con conseguenze sui fenomeni speleogenetici. Benché siano oltre cento le cavità carsiche registrate al Catasto regionale, manca in quest'area la grande complessità e ricchezza dei fenomeni che troviamo nei Gessi Messiniani: si tratta, infatti, di grotte del tutto eccezionali – le cosiddette "anse ipogee" – che si sviluppano seguendo un andamento zigzagante e restando comunque a breve distanza dalla superficie esterna. Soffermandoci sugli habitat di interesse per i pipistrelli, questo peculiare carsismo dell'Alta Valle del Secchia limita fortemente la disponibilità di siti ipogei adatte alle molteplici esigenze delle molte specie troglofile, caratteristiche che invece troviamo nelle



Fig. 5 – Un esemplare del genere *Plecotus* ripreso con illuminazione ad infrarosso per ridurre lo stress. Anche gli Orecchioni utilizzano le cavità carsiche gessose e, secondariamente, le cave nel gesso. (Archivio *Gyspum*, foto F. Grazioli).

altre aree dell'Emilia: frequentando queste cavità non sembra presente la ricchezza di microclimi, di grandi saloni di crollo, di numerosi accessi di vario tipo che rendono gli ambienti dei Gessi Messiniani tanto ecologicamente complessi ed eterogenei.
Un secondo fondamentale elemento da considerare è la quota a cui si trovano questi Gessi: si tratta della sola zona carsica montana dell'Emilia-Romagna. Un primo effetto inevitabile è che le temperature delle grotte risultano inferiori di alcuni gradi rispetto a quelle collinari, diventando nei fatti inadatte ad ospitare colonie riproduttive che si rinvengono effettivamente solo in esterno, presso ruderi, manufatti o boschi.
Un terzo importante aspetto è l'elevata qualità ambientale in termini di naturalità della zona: mancano fortunatamente zone urbane, grandi arterie di comunicazioni, inquinamento luminoso e di altre fonti evidenti; sussistono solo attività forestali e zootecniche estensive mentre mancano zone agricole a seminativi o colture di pregio. La destinazione principale di questa alta vallata sembra la tutela naturalistica (con le collaterali attività di turismo e svago): in tale ottica i boschi di faggio, cerro e castagno, il corso fortunatamente ancora "libero" del Secchia, gli ex coltivi e prati… creano quel mosaico di habitat adatto alle diverse specie di chirotteri che si conoscono e ad altre che indagini più specifiche potranno in futuro individuare.

Il Sito componente "Bassa Collina Reggiana"

Il Sito componete C.s.2 "Bassa Collina Reggiana" si sviluppa in un'ampia fascia delle prime colline a Sud della città di Reggio Emilia, coinvolgendo i Comuni di Albinea, di Vezzano sul Crostolo e di Viano; si sviluppa per complessivi 1659 ettari, di cui solo 274 ettari di *core zone* e 1385 ettari di *buffer zone*: nell'ambito del World Heritage, la Bassa Collina Reggiana rappresenta il 7% della *core area* del Bene seriale che ammonta a complessivi 3.680 ettari.

Regime di protezione

L'area UNESCO è in buona parte interna al Sito Natura 2000 ZSC ZPS IT 4030017 *Ca' del Vento, Ca' del Lupo, Gessi di Borzano*, un importante nodo della rete ecologica regionale e interamente ricompreso nel Paesaggio naturale e seminaturale protetto della Collina Reggiana – Terre di Matilde; ulteriori tutele esistenti sono di ordine paesaggistico o comunale.

Principali caratteristiche ambientali

Il Sito tutela gli affioramenti gessosi del Messiniano posti tra il Torrente Crostolo e il Torrente Tresinaro, una porzione dei Gessi Reggiani. Si tratta di un ambiente collinare (con quote tra i 300 ed i 500 metri) che presenta le principali morfologie carsiche dei Gessi Messiniani quali affioramenti con alte rupi, doline, inghiottitoi e grotte. Come negli analoghi siti collinari sono presenti gli habitat naturali e seminaturali tipici di questi ambienti carsici (rupi, garighe, praterie aride alternate ad ambienti freschi, soprattutto forestali), con una ricca flora e fauna.
Come si è accennato la zona gessosa propriamente detta è limitata alla sola zona centrale del Bene UNESCO che si presenta comunque circondata da aree non carsiche di grande interesse naturalistico (bacini calanchivi, ampie aree forestali…).

Chirotterofauna del Sito "Bassa Collina Reggiana"

Il Formulario del Sito Natura 2000 aggiornato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2022 riporta come presenti otto specie, di seguito segnalate. Il report finale del progetto Life *Gypsum* nel medesimo Sito riporta invece la presenza di undici specie con alcune differenze significative: sono infatti elencati anche i due grandi *Myotis (M. myotis/M. blythii*) e *Myotis emarginatus*, tre importanti specie di Allegato II della Direttiva Habitat. Il più recente progetto COMBI sviluppatosi tra il 2023 e il 2024 ha invece confermato la sola presenza di una specie troglofila in svernamento in ambiente di grotta.
Il quadro riassuntivo (11 specie segnalate) – con informazioni esclusivamente qualitative - risulta il seguente.

- **Rinolofo minore** (*Rhinolophus hipposideros*). Pur con pochi esemplari, la specie è presente tutto l'anno nel Sito in ambiente carsico (Tana della Mussina). La specie è segnalata nel Formulario standard Natura 2000; nel periodo 2023/2024 con il progetto COMBI presso la Tana della Mussina è stata verificata la presenza in svernamento di solo tre esemplari: si tratta di un numero esiguo ed in forte calo rispetto a quanto riscontrato nell'ambito del progetto Life *Gypsum* (5-7 esemplari). La scarsissima presenza della specie in un ambito ecologicamente idoneo (presenza di rifugi e habitat di caccia) merita una maggiore attenzione da parte del gestore del Sito.
- **Rinolofo maggiore** (*Rhinolophus ferrumequinum*). La specie è da tempo segnalata nel Sito, dove utilizzava certamente le cavità naturali (Tana della Mussina). Benché segnalato nel Formulario standard Natura 2000, nel periodo 2023/2024 con il progetto COMBI non è stato rilevato; nell'ambito del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015 era stato contattato con singoli esemplari. La mancata conferma della specie in un am-

bito ecologicamente idoneo (presenza di rifugi e habitat di caccia) merita una maggiore attenzione da parte del gestore del Sito.

- **Rinolofo Eurìale** (*Rhinolophus euryale*). La specie è riportata nel Formulario di Natura 2000: la sua presenza era stata verificata nel corso del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015. Nell'ambito di COMBI la specie non è stata ricontatta. Anche per questa specie di Rinolofo la mancata conferma della presenza merita accurati approfondimenti.
- **Vespertilio di Daubentòn** (*Myotis daubentonii*). Questa specie di piccolo *Myotis* (fig. 6) compare nel Formulari Natura 2000: era stata segnalata nell'ambito del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015. Nell'ambito di COMBI la specie non è stata ricontatta.
- **Vespertilio smarginato** (*Myotis emarginatus*). Benché questa importante specie non compaia nel Formulario standard della ZSC-ZPS, il Vespertilio smarginato è stato individuato durante il progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015; nell'ambito di COMBI la specie non è stata ricontatta.
- **Vespertilio maggiore** (*Myotis myotis*) e **Vespertilio di Blyth** (*Myotis blythii*). Entrambi i grandi *Myotis* non vengono riportati nel più aggiornato Formulario standard Natura 2000 nonostante entrambe le specie vengano riscontrate nel periodo 2011/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. Le indagini del progetto COMBI nel periodo 2023/2024 non rilevano la presenza della specie.
- **Seròtino comune** (*Eptesicus serotinus*). La specie è segnalata nel Formulario standard Natura 2000 e riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum*; non compare, invece, nelle specie rilevate nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna.
- **Pipistrello nano** (*Pipistrellus pipistrellus*). Si tratta di una specie comune, riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Frequente in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel sito nel periodo 2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e risulta segnalata nel Formulario Natura 2000. La sua presenza è in ogni caso indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici; il progetto regionale COMBI non lo segnala.
- **Pipistrello albolimbato** (*Pipistrellus kuhlii*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Tra le specie più comuni e abbondanti in tutta l'Emilia, è stata ri-



Fig. 6 – Vespertilio di Daubentòn (*Myotis daubentonii*) è una specie che utilizza le grotte per lo svernamento; durante la buona stagione si osserva spesso in caccia su specchi e corsi d'acqua (foto F. Grazioli).

levata nel periodo 2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e risulta segnalata nel Formulario Natura 2000; il progetto regionale COMBI non lo segnala. La sua presenza è comunque indipendente dalla presenza di ambienti rifugio quali grotte.

- **Pipistrello di Savi** (*Hypsugo savii*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Frequente e numerosa in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel periodo 2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum;* il progetto regionale COMBI non lo segnala. La sua presenza è comunque indipendente dalla diretta presenza dei fenomeni carsici.

Considerazioni sull'importanza del Sito

L'area della "Bassa Collina Reggiana" si presenta sorprendentemente con una chirotterofauna assai più povera (per qualità e per un numero di esemplari svernanti) di quanto ci si sarebbe aspettato osservando il ricco paesaggio carsico e di superficie del Sito, peraltro del tutto simile ai Gessi Bolognesi e ai Gessi di Zola Predosa (si pensi alle ricche aree forestali, ai corsi e specchi d'acqua, alle aree agricole estensive…). Combinando le distinte indagini dirette svolte nell'ultimo decennio e il recente Formulario Natura 2000, si arriva a segnalare la presenza di ben undici specie: si tratta però in buona parte di specie comuni indipendenti dai fenomeni carsici; le specie più importanti – come i grandi *Myotis*, alcuni piccoli *Myotis* e i tre Rinolofi - sembrano decisamente in fortissima rarefazione e difficoltà visti i numeri limitatissimi e l'assenza di contatti nel biennio 2023/2024. Da rimarcare, infine, l'assenza del Miniottero che non risulta mai segnalato per l'area. Visto il preoccupante esiguo numero di Rinolofi maggiori e Rinolofi minori (specie bandiera dei Chirotteri troglofili) oltre che dei *Myotis* contattati nei monitoraggi, si ritiene opportuno suggerire agli Enti gestori di effettuare quanto prima un approfondimento per verificare con maggiore attenzione le diverse cavità carsiche (in tal caso sarà indispensabile la forte collaborazione del Gruppo Speleologico Chierici) e utilizzare tecniche di superficie (*bat recorder*).

Il Sito componente "Gessi di Zola Predosa"

Il Sito componete C.s.3 "Gessi di Zola Predosa" si trova nelle prime colline a Ovest di Bologna, in Comune di Zola Predosa; si sviluppa per complessivi 185 ettari, di cui 57 ettari di *core zone* e 128 ettari di *buffer zone*: per estensione si tratta del Sito componente più piccolo del *World Heritage*, che racchiude solo il 2% della *core area* del Bene seriale che nel suo complesso ammonta a 3.680 ettari.

Regime di protezione

L'area UNESCO è completamente interna al Sito Natura 2000 ZSC ZPS IT4050027 "*Gessi di Monte Rocca, Monte Capra e Tizzano*", un nodo della rete ecologica regionale; ulteriori tutele esistenti sono di ordine paesaggistico o comunale, mentre non è presente un'apposita Area protetta regionale.

Principali caratteristiche ambientali

Nonostante l'affioramento gessoso si estenda solo su alcune decine di ettari distribuiti tra Monte Rocca e Monte Malgotto, si sottolinea la presenza di uno dei più importanti e sviluppati complessi carsici della regione con la Grotta Michele Gortani (circa 2 km di sviluppo complessivo, con inghiottitoio nella grande dolina a Sud di Monte Malgotto e le risorgenti nel sottostante Rio dei Gessi).In questo Sito ritroviamo la serie completa delle principali morfologie carsiche dei Gessi emiliani, con rupi, doline, inghiottitoi, grotte oltre ad eccezionali fenomeni di carsismo avvenuto nel periodo Messiniano. Sono ben rappresentati gli habitat naturali e seminaturali tipici dei Gessi (rupi, garighe, praterie aride alternate ad ambienti freschi, soprattutto forestali, con forti contrasti), con una ricca flora (prevalentemente xerofitica, ma con importanti stazioni mesofitiche) e fauna (sia ipogea che epigea).
Purtroppo, l'area reca evidentissimi segni dell'azione distruttiva delle cave moderne che hanno operato fino alla fine degli anni '90 del secolo scorso: come altrove, anche in questo caso i sistemi estrattivi in galleria hanno intercettato i sistemi carsici naturali, distruggendoli, danneggiandoli e destabilizzando interi ambiti oggi soggetti a imponenti crolli e diventando pericolosi per le aree circostanti.

Chirotterofauna del Sito "Gessi di Zola Predosa"

Il Formulario del Sito Natura 2000 aggiornato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2022 riporta come presenti quattordici specie, di seguito segnalate; anche il report finale del progetto Life *Gypsum* nel Sito riporta lo stesso numero di specie, ma con alcune differenze significative. Il più recente progetto COMBI, sviluppatosi tra il 2023 e il 2024, ha invece confermato la presenza di sette specie troglofile o associate alle cavità artificiali.
Il quadro riassuntivo (18 specie segnalate), con informazioni qualitative e in parte quantitative, risulta il seguente.

- **Rinolofo minore** (*Rhinolophus hipposideros*). La specie (fig. 7) è presente tutto l'anno nel Sito, dove utilizza sia le cavità naturali (Grotta Gortani) che quelle artificiali. Durante la buona stagione le femmine in riproduzione utilizzano spesso rifugi

diversi dalle cavità carsiche che risultano troppo fredde per la fase di allevamento dei giovani. Segnalato nel Formulario standard Natura 2000, nel periodo 2023/2024 risultano in svernamento una quarantina di esemplari, in aumento rispetto a quanto riscontrato nel periodo 2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*.

- **Rinolofo maggiore** (*Rhinolophus ferrumequinum*). La specie è presente tutto l'anno nel Sito, dove utilizza sia le cavità naturali (Grotta Gortani) che quelle artificiali. Come per la specie precedente, durante la buona stagione le femmine in riproduzione utilizzano spesso rifugi diversi dalle cavità carsiche che risultano troppo fredde per la fase di allevamento. Segnalato nel Formulario standard Natura 2000, nel periodo 2023/2024 sono stati conteggiati un numero di esemplari in svernamento compreso tra 75 e 135, un numero in aumento rispetto a quanto riscontrato nell'ambito del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2012/2015.
- **Rinolofo Eurìale** (*Rhinolophus euryale*). La specie è riportata nel Formulario di Natura 2000: la sua presenza è stata verificata nel corso del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015. Nell'ambito del monitoraggio del progetto COMBI la specie non è più stata riscontrata: vista l'importanza della specie (riportata peraltro in Allegato II della Dir. 43/92/Cee), la mancata conferma della sua presenza in un ambito che sembra ecologicamente idoneo e che conserva una buona presenza di altri Rinolofidi merita attenzione e approfondimenti.
- **Vespertilio di Daubentòn** (*Myotis daubentonii*). La specie è riportata nel Formulario di Natura 2000: la sua presenza è stata verificata nel corso del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015 ma non rilevata nell'ambito di COMBI. Si tratta di un piccolo *Myotis* che è stato spesso osservato e registrato all'interno del Sito, in attività sullo stagno a monte della Grotta Gortani (è infatti solito cacciare su specchi e corsi d'acqua). Per il suo comportamento elusivo nelle cavità naturali, è impossibile da conteggiare.
- **Vespertilio mustacchino** (*Myotis mystacinus*). La specie viene segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022. La specie non era stata riscontrata in precedenza e non risulta mai contattata né durante i monitoraggi di *Gypsum* né con il progetto COMBI della regione Emilia-Romagna. Si tratta di un dato che meriterebbe un approfondimento.
- **Vespertilio smarginato** (*Myotis emarginatus*). La specie è riportata nel Formulario di Natura 2000: la sua presenza è stata verificata nel corso del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015 ma non rilevata nell'ambito del progetto COMBI. Si tratta di una specie elusiva quando rifugiata nelle cavità carsiche (spesso occupa strette fessure) e non è facilmente riconoscibile al *bat detector*. Viste le caratteristiche ambientali della zona e la presenza in Siti assai prossimi (Gessi Bolognesi, Contrafforte Pliocenico), la sua presenza è probabile ma non confermata da una conoscenza diretta o da fonti bibliografiche ulteriori rispetto a quanto riportato dal Formulario stesso.
- **Vespertilio maggiore** (*Myotis myotis*). Segnalata nel Formulario standard Natura 2000 e riscontrata nel periodo 2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum;* durante il progetto COMBI nel periodo 2023/2024 risultano segnalati due soli esempla-



Fig. 7 – Rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) è una specie troglofila molto importante per l'Unione europea (foto F. Grazioli).

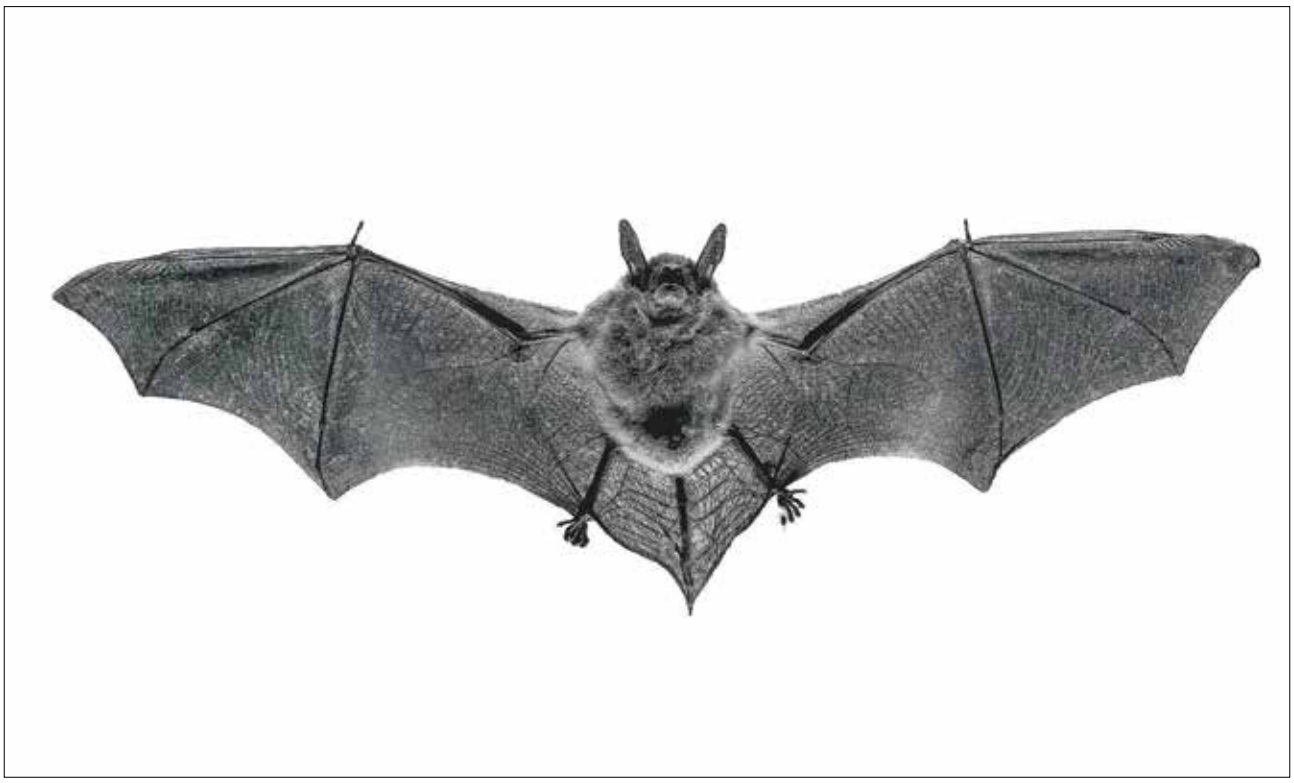


Fig. 8 – Un grande Vespertilio (*Myotis myotis/Myotis blythii*): la foto di dettaglio dell'esemplare ha principalmente una finalità scientifica secondo i canoni di oltre ottant'anni fa. L'immagine può rappresentare anche una tappa dell'evoluzione della storia della ricerca e dell'etica della conservazione della Natura (Foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

ri di grande *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*) in ambiente di cava (fig. 8). Nell'ultimo decennio la specie appare purtroppo in forte riduzione numerica nell'area Bolognese.

- **Vespertilio di Blyth** (*Myotis blythii*). La specie è riportata nel Formulario standard Natura 2000 del 2022 ed era stata segnalata nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. Nel corso del progetto COMBI nel periodo 2023/2024 risultano segnalati due soli esemplari di grande *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*) in ambiente di cava. Da un punto di vista gestionale vale pertanto quanto già riportato per la specie gemella *Myotis myotis.*
- **Nottola comune** (*Nyctalus noctula*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Frequente in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel sito nel periodo 2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. La sua presenza è comunque indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici e delle gallerie di estrazione del gesso.
- **Nottola di Leisler** (*Nyctalus leisleri*). Questa specie è segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022. La specie non era stata riscontrata in precedenza e non risulta mai contattata né durante i monitoraggi di *Gypsum* né con il progetto COMBI. Si tratta di un dato che meriterebbe un approfondimento.
- **Seròtino comune** (*Eptesicus serotinus*). La specie è segnalata nel Formulario standard Natura 2000 e riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. Il Seròtino è stato osservato sia durante lo svernamento che in piena estate (gli esemplari si rifugiano in fessure e spaccature). Il numero di esemplari osservati nelle sessioni di monitoraggio è sempre pari a qualche unità, con un massimo di nove in un rilievo della Cava di Monte Rocca.
- **Pipistrello nano** (*Pipistrellus pipistrellus*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Frequente in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel sito nel periodo 2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e risulta segnalata nel Formulario Natura 2000. La sua presenza è in ogni caso indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici e delle gallerie di estrazione del gesso.
- **Pipistrello soprano** (*Pipistrellus pygmeus*). La specie non è riportata dal Formulario Natura 2000. Si tratta di una specie individuabile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Presente in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel sito nel periodo

2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*, ma non dal progetto COMBI. La sua presenza è indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici e delle gallerie di estrazione del gesso.

- **Pipistrello albolimbato** (*Pipistrellus kuhlii*). Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Tra le specie più comuni e abbondanti in tutta l'Emilia, è stata rilevata nel periodo 2012/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum* e risulta segnalata nel Formulario Natura 2000. La sua presenza è comunque indipendente dalla presenza di ambienti rifugio quali grotte e gallerie di estrazione del gesso.
- **Pipistrello di Savi** (*Hypsugo savii*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022; ben riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni, è comune e abbondante in tutta l'Emilia; è stata rilevata nel periodo 2011/2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. La sua presenza è comunque indipendente dalla diretta presenza dei fenomeni carsici e delle gallerie di estrazione del gesso.
- **Orecchione bruno** (*Plecotus auritus*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022. La specie non era stata riscontrata in precedenza e non risulta mai contattata durante i monitoraggi di *Gypsum*; il progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna ha confermato la presenza di alcuni esemplari del genere *Plecotus*.
- **Orecchione meridionale** (*Plecotus austriacus*). La specie, registrata nel corso del monitoraggio del progetto Life *Gypsum* in cui si effettuarono anche catture di esemplari in uscita dal *roost* e grazie a con cui è stato possibile il riconoscimento all'interno del genere *Plecotus*, viene sovente osservata con qualche esemplare nelle gallerie di cava; il progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna ha confermato la presenza di alcuni esemplari del genere. La specie è riportata nel Formulario Natura 2000. Visto il comportamento particolarmente elusivo di questa specie che si rifugia in fessure, non si dispone di informazioni quantitative.
- **Miniottero** (*Miniopterus schreibersii*). Si tratta di una specie di grande importanza naturalistica (fig. 9), strettamente troglofila per tutto il corso dell'anno: assieme ai due Rinolofidi sopraccitati, rappresenta certamente la specie troglofila più iconica e importante per i Gessi Emiliani e per questo Sito Natura 2000 in particolare. La specie,



Fig. 9 – Miniottero (*Miniopterus schreibersii*): la specie è strettamente troglofila, necessita cioè di cavità per tutto l'anno; per tale ragione la sua presenza è necessariamente associata ad aree carsiche con ampie grotte o, secondariamente, ad ipogei artificiali. Visto il volo veloce, può facilmente raggiungere habitat di caccia posti a decine di chilometri.

presente sia in estate che in inverno, è segnalata nel Formulario standard Natura 2000 e riscontrata sia nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* che nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. Nel corso del 2024 è stato riscontrato un gruppo di esemplari in svernamento nelle gallerie presso il Monte Rocca con oltre 230 esemplari (conteggio effettuato su foto).

- **Molosso di Cestoni** (*Tadarida teniotis*). La specie, non ancora segnalata dal Formulario del Sito Natura 2000, è stata rilevata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* unicamente grazie alla registrazione degli ultrasuoni: si tratta di una specie capace di grandi spostamenti; utilizza fessure e spaccature in rupi e manufatti come rifugio e non è mai stata rinvenuta nelle cavità carsiche naturali o artificiali del Sito.

Considerazioni sull'importanza del Sito

L'area di Zola Predosa presenta una chirotterofauna ricca di specie in buona parte dipendenti, almeno stagionalmente, dall'ambiente cavernicolo; a questa componente faunistica si aggiungono molte specie meno esigenti che utilizzano gli habitat di superficie del sito come habitat di vita e di rifugio.
Combinando le distinte indagini dirette svolte nell'ultimo decennio e il più recente Formulario Natura 2000, si arriva infatti a ben diciotto specie (con alcune specie segnalate che sarebbe opportuno verificare meglio (*Myotis emarginatus, Myotis mystacinus, Nyctalus leisleri*…).
Esaminando le presenze verificate nei *roost* della Grotta Gortani e delle due enormi cave, utilizzando i criteri per la valutazione dell'importanza dei siti a livello nazionale proposti dal Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri (Agnelli *et alii* 2004, pp 183-187) e considerando che questi contesti ipogei presentano tutti oltre quattro specie e vantano un contingente di esemplari significativo (maggiore di 200 esemplari per il Miniottero, maggiore di 50 esemplari per i Rinolofidi), possiamo dire di trovarci davanti a siti di svernamento di importanza nazionale, degni dunque della massima tutela.

Il Sito componente "Gessi Bolognesi"

Il Sito componete C.s.4 "Gessi Bolognesi" si trova nelle prime colline a Est di Bologna, interessando un'area nei Comuni di San Lazzaro di Savena e di Pianoro. Si sviluppa su complessivi 562 ettari, di cui 237 ettari di *core zone* (solo il 6% dell'intera *core area* del Bene seriale che, come già detto, ammonta a complessivi 3.680 ettari) a cui si aggiunge una consistente zona cuscinetto che la circonda con 325 ettari di *buffer zone*.

Regime di protezione

L'area UNESCO è completamente interna al Sito Natura 2000 ZSC ZPS IT4050001"*Gessi bolognesi, Calanchi dell'Abbadessa*", un fondamentale nodo della rete ecologica regionale, che coincide in buona parte con il Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa; sull'area insistono ulteriori tutele di ordine paesaggistico o legate alla presenza di siti archeologici e paleontologici.

Principali caratteristiche ambientali

Il Sito, a ridosso della città di Bologna, è caratterizzato da affioramenti gessosi Messiniani che, benché occupino una superficie relativamente ridotta (circa 230 ettari), rappresentano un eccezionale elemento di interesse per molteplici aspetti: ecologici, speleologici e geomorfologici, paleontologici, archeologici e paesaggistici.
La morfologia carsica crea condizioni microclimatiche assai differenziate e peculiari per la prima collina, determinando la presenza di vegetazione termofila alla sommità delle doline e vegetazione mesofila e sciafila sul loro fondo (con piante della fascia altitudinale più elevata); là dove la roccia è più esposta e assolata la vegetazione si fa xerica, con significative ed emblematiche presenze mediterranee nei versanti meridionali.
Con oltre 200 cavità naturali e spettacolari fenomeni carsici superficiali e profondi, a caratterizzare questo considerevole geosito si uniscono inoltre importanti presenze in termini di habitat e specie animali associati ai gessi ed all'ambiente cavernicolo. Alcune grotte e siti (Grotta del Farneto, Grotta S. Calindri, Cava a filo) risultano di elevato interesse paletnologico e paleontologico; due cavità (Grotta della Spipola e Grotta del Farneto) vengono utilizzate per escursioni a tema speleologico.
Complessivamente sono diciassette gli habitat d'interesse comunitario segnalati, dei quali cinque prioritari; essi coprono un buon 20% della superficie del sito; presso gli affioramenti gessosi risultano presenti sette ambienti di interesse europeo, di cui quattro con priorità di conservazione.
Dopo quasi mezzo secolo dalla chiusura delle cave, nel Sito solo evidentissimi segni dell'azione distruttiva delle cave moderne: come avvenuto altrove, i sistemi estrattivi in galleria – ben quattro distinti complessi tra Il Torrente Savena e il Torrente Zena - hanno intercettato i sistemi carsici naturali, distruggendoli, danneggiandoli e destabilizzando interi versanti, modificando in modo definitivo il paesaggio e lasciandoci in eredità aree pericolose oltreché soggette a improvvisi crolli.

Chirotterofauna del Sito "Gessi Bolognesi"

Il Formulario del Sito Natura 2000 aggiornato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2022 riporta come presenti diciassette specie, di seguito indicate. In realtà il report finale del progetto Life *Gypsum* del 2015 segnalava nel Sito diciannove specie a cui deve essere aggiunta una ulteriore specie rilevata con al *bat detector* nel corso del progetto COMBI, progetto di monitoraggio svolto tra il 2023 e il 2024 che ha confermato la presenza di sette specie troglofile o associate alle cavità artificiali.

Il quadro riassuntivo (con 20 le specie segnalate), con informazioni qualitative e in parte quantitative, risulta pertanto il seguente.

- **Rinolofo minore** (*Rhinolophus hipposideros*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata in vario modo nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e confermata dal recente progetto regionale COMBI. La specie è presente nel Sito tutto l'anno e utilizza sia numerose cavità naturali (Grotte della Spipola, Farneto, Calindri, Siberia, …) che cavità artificiali (cave in galleria, cantine e rifugi bellici) ed edifici rurali. Durante la buona stagione le femmine, per avere un microclima idoneo all'allevamento dei piccoli, utilizzano spesso rifugi diversi dalle cavità carsiche come rifugi bellici, ambienti interrati, porzioni calde di cave, edifici rurali abbandonati, sottotetti... I maschi continuano spesso ad utilizzare le grotte anche in estate. Premesso che è pressocché impossibile effettuare un controllo puntuale dei molti siti ipogei che la specie utilizza nei Gessi Bolognesi (oltre 200 cavità note) e che si è scelto di concentrare le attività su quelli che presentano condizioni adatte al controllo o che per esperienza sono più frequentate, i dati del progetto Life *Gypsum* e quelli raccolti nel più recente progetto COMBI mostrano l'importanza dei luoghi per diverse specie tra cui il Rinolofo minore. Controllando oltre una decina di cavità negli inverni 2022/23 e 2023/24, risultano svernati nell'Area protetta tra i 400 e 500 esemplari, con cinque siti che presentano almeno 50 esemplari (Inghiottitoio Acquafredda 140 es.; Spipola 100 es.). Conoscendo il contesto e considerando che molte aree non sono state effettivamente controllate per ragioni di sicurezza e tempi, il numero di 500 esemplari è un numero minimo cautelativo e aggiornato. Durante l'estate la specie viene contattata sia con il *bat detector* che presso i siti riproduttivi (almeno cinque *roost* diversi, con pochi esemplari, al massimo 10/15 adulti). Sulla base dei numeri di esemplari censiti in svernamento e pur con i limiti dell'efficacia del controllo a vista di un sistema tanto complesso ed esteso, nei Gessi Bolognesi da una decina d'anni la specie sembra in lenta e graduale crescita della consistenza della popolazione svernante.
- **Rinolofo maggiore** (*Rhinolophus ferrumequinum*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata in vario modo nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e confermata dal progetto regionale COMBI. È presente nel Sito tutto l'anno e utilizza sia numerose cavità naturali (Grotte della Spipola, Farneto, Calindri, Novella, Coralupo, …) che cavità artificiali ed edifici rurali. Durante la buona stagione le femmine, per avere un microclima idoneo, utilizzano rifugi diversi dalle cavità carsiche come porzioni calde di cave, edifici rurali abbandonati, sottotetti... I maschi continuano spesso ad utilizzare le grotte anche in estate. Durante l'estate la specie viene contattata con il *bat detector* in varie zone del Parco ed in uscita dalle cavità. Controllando con cura oltre una decina di cavità negli inverni 2022/23 e 2023/24, gli svernati sono risultati tra i 350 e i 500 esemplari, con due siti di ex cava in galleria che da soli presentano il 95% degli esemplari (Monte Croara e Ponticella) (fig. 10). Conoscendo il contesto e considerando che molte aree non sono state effettivamente controllate per ragioni di sicurezza e tempi, il numero di almeno 500 esemplari è un numero di presenza prudenziale ed aggiornato ai riscontri di monitoraggio. Sulla base dei dati di svernamento e pur con i limiti dell'efficacia del controllo a vista di un sistema tanto complesso ed esteso, nei Gessi Bolognesi da una decina d'anni la specie sembra stabile con una tendenza ad una graduale crescita di presenze.
- **Rinolofo Eurìale** (*Rhinolophus euryale*). La specie è riportata nel Formulario di Natura 2000: la sua presenza, documentata dagli anni '60, era stata verificata nel corso del progetto Life *Gypsum* nel periodo 2011/2015 con pochi esemplari. Nell'ambito del monitoraggio del progetto COMBI la specie non è più stata riscontrata o registrata al *bat detector*: vista l'importanza della specie (riportata peraltro in Allegato II della Dir. 43/92/Cee), la mancata conferma della sua presenza in un ambito che sembra ecologicamente idoneo e che conserva una buona popolazione di altri Rinolofidi merita grande attenzione e i dovuti approfondimenti.
- **Vespertilio di Daubentòn** (*Myotis daubentonii*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata in vario modo



Fig. 10 – Colonia di Rinolofi maggiori in svernamento. La specie è solita assembrarsi anche per diversi anni in zone dimostratesi adatte per il microclima e la sicurezza (Archivio *Gyspum*, foto F. Grazioli)

nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum*. Il progetto regionale COMBI - che ha riscontrato la presenza di piccoli *Myotis* in diverse occasioni - non lo riporta tra le specie rinvenute. Si tratta di un piccolo *Myotis* che è stato spesso catturato e osservato all'interno del Sito sui corsi d'acqua del Savena, Zena e Idice. Per il suo comportamento elusivo nelle cavità naturali, è impossibile da conteggiare se non eccezionalmente.

- **Vespertilio smarginato** (*Myotis emarginatus*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* non è stato rilevato nelle attività di rilevamento del Progetto COMBI. La specie (fig. 11), riportata in Allegato II delle Dir. 92/43/Cee, è difficilmente contattabile quando rifugiata nelle cavità carsiche (spesso occupa strette fessure) e non è rilevabile con certezza al *bat detector*. Prima e durante il progetto *Gyspum* sono stati trovati diversi esemplari (osservazione diretta, trappola fotografica e dati di cattura), attestando una certa diffusione della specie nelle molte cavità del Parco regionale: nel 2015 nell'Inghiottitoio dell'Acquafredda era presente una colonia di svernati di oltre 110 esemplari.
- **Vespertilio criptico** (*Myotis crypticus*)**.** La specie (con il vecchio nome di *Myotis nattereri*) è riportata nel Formulario standard Natura 2000 aggiornato nel 2022. Si tratta di un piccolo Vespertilio che fino a pochi anni fa veniva ascritto alla specie Vespertilio di Natterer (*Myotis nattereri*) (Dietz, Kiefer 2014, pp 266-267; Juste *et alii*, 2018). La sua presenta nell'Area protetta è nota dalla fine degli anni '90 ed era stata più volte confermata nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. Il recente progetto regionale COMBI ha confermato la presenza della specie durante le catture autunnali all'emersione dalle grotte (Pozzo presso il Pozzo di S. Antonio). Visto il comportamento elusivo nelle cavità naturali, è difficile da individuare e conteggiare se non in situazioni semplificate come in ex cave.
- **Vespertilio di Bechstein** (*Myotis bechsteinii*). La specie (fig. 1) è riportata nel Formulario standard Natura 2000 aggiornato nel 2022; nota da oltre venti anni, è confermata in molte cavità grazie al progetto Life *Gypsum*. Il recente progetto regionale COMBI ha confermato la presenza della specie durante le catture autunnali all'emersione dalle grotte (Pozzo presso il Pozzo di S. Antonio). Visto

il comportamento particolarmente elusivo nelle cavità naturali, è difficile da osservare, tanto da essere passato inosservato a generazioni di speleologi. Nell'area del Parco non è mai stato rilevato presso le cave mentre è stato catturato in diverse occasioni in varie cavità anche nei mesi estivi (in questo caso si trattava di soli maschi); in due occasioni si è avuto modo di verificare *nursery* con una trentina di femmine l'una (una in un anfratto roccioso, l'altra in un vecchio nido di picchio), a riprova del fatto che la riproduzione non avviene nelle grotte troppo fredde per l'allevamento.

- **Vespertilio maggiore** (*Myotis myotis*). Segnalata nel Formulario standard Natura 2000 e riscontrata nel periodo 2015 nell'ambito del progetto Life *Gypsum;* durante il progetto COMBI nel periodo 2023/2024 risultano segnalati pochissimi esemplari (solo due) di grande *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*) in ambiente di cava e grotta (Spipola, Inghiottitoio dell'Acquafredda). Nell'ultimo decennio la specie appare purtroppo in fortissima riduzione numerica nell'area Bolognese, con pochissimi esemplari osservati nell'ultimo triennio. Considerata l'importanza della specie (riportata peraltro in Allegato II della Dir. 43/92/Cee), la scomparsa delle colonie note (svernati e riproduttive) in un ambito che sembra ecologicamente idoneo e che conserva una buona popolazione di altri chirotteri troglofili merita grande attenzione e approfondimenti mirati.
- **Vespertilio di Blyth** (*Myotis blythii*). La specie è riportata nel Formulario standard Natura 2000 del 2022 ed era stata segnalata nell'ambito del progetto Life *Gypsum*. Nel corso del progetto COMBI nel periodo 2023/2024 risultano purtroppo segnalati pochissimi esemplari di grande *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*) in ambiente di cava e grotta (Spipola, Inghiottitoio dell'Acquafredda). Da un punto di vista gestionale vale pertanto quanto già riportato per la specie gemella *Myotis myotis.*
- **Nottola comune** (*Nyctalus noctula*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000 del Sito, è stata registrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum*. Frequente in tutta l'Emilia, la sua presenza appare indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici e delle gallerie di estrazione del gesso anche se è bene ricordare che durante una sessione di cattura a Monte Croara un esemplare venne catturato con *mist net* in uscita da una cava in galleria.
- **Seròtino comune** (*Eptesicus serotinus*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000, è



Fig. 11 – Vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*) che rientra in grotta per consumare una preda. La foto con illuminazione ad infrarosso riduce considerevolmente lo stress per gli animali (Archivio *Gyspum*, foto F. Grazioli)

stata riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. La specie è nota nella zona dagli anni '90 ed è stata osservata in tutti i programmi di monitoraggio con continuità, sia durante lo svernamento che in piena estate. Più precisamente esemplari di questa specie vengono rilevati durante il controllo delle gallerie delle cave dove si osservano nei pressi dei rifugi presso fessure e discontinuità della roccia e in occasioni delle attività di cattura fatte presso questi ipogei artificiali. Si tratta di una specie difficilmente studiabile in questo tipo di contesto: il numero di esemplari osservati nelle sessioni di monitoraggio è sempre pari a qualche unità, con un massimo di sei esemplari in un rilievo della Cava di Monte Croara, che si rinvengono in punti abbastanza casuali e variabili di volta in volta dell'ipogeo.

- **Pipistrello nano** (*Pipistrellus pipistrellus*). La specie, segnalata nel Formulario standard Natura 2000, è stata riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. Si tratta di una specie riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. La sua presenza è in ogni caso indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici ipogei e delle gallerie di estrazione del gesso. Presso il Centro Parco di Casa Fantini da diversi anni una colonia riproduttiva di oltre 50 femmine si utilizza le numerose *bat-board* poste nei diversi lati dell'edificio rurale.
- **Pipistrello soprano** (*Pipistrellus pygmeus*). La specie, non ancora segnalata nel Formulario standard Natura 2000, è stata riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum*. Si tratta di una specie "fonica", individuabile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. Presente in tutta l'Emilia, ed è stata rilevata nel sito nel periodo 2012/2015. La sua presenza sembra comunque indipendente dalla presenza dei fenomeni carsici e delle gallerie di estrazione del gesso.
- **Pipistrello di Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*). La specie non è ancora segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022 ma era stata riscontrata nelle prime attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* (al *bat detector* ma anche con un esemplare ferito presso un'azienda agricola); nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna non è stato confermato nel Sito. È bene precisare che la specie non risulta utilizzare ambienti rifugio quali grotte e gallerie di estrazione del gesso. Si tratta di un piccolo Pipistrello noto da tempo nel Bolognese ed in altre zone dell'Emilia; da ricordare la sua ottima capacità di spostamento: ci sono infatti popolazioni che in autunno migrano dal Nord dell'Europa in direzione Sud Ovest per migliaia di km.
- **Pipistrello albolimbato** (*Pipistrellus kuhlii*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022 e riscontrata nelle attività di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e nel progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. Si tratta di una specie tra le più comuni e abbondanti in tutta l'Emilia, riconoscibile grazie alla registrazione degli ultrasuoni. La sua presenza è comunque indipendente dalla presenza di ambienti rifugio quali grotte e gallerie di estrazione del gesso.
- **Pipistrello di Savi** (*Hypsugo savii*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000 nella versione aggiornata nel 2022 e confermata dalle azioni di monitoraggio del progetto Life *Gypsum* e del progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. La sua presenza non dipende dalla presenza dei fenomeni carsici ipogei e delle gallerie di estrazione del gesso. Presso il Centro Parco di Casa Fantini da diversi anni diversi esemplari utilizzano le *bat-box* poste nei diversi lati dell'edificio rurale.
- **Orecchione bruno** (*Plecotus auritus*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000. Nota nell'area da molti anni (Luigi Fantini fotografò e collezionò esemplari di *Plecotus*), è stata confermata durante le azioni di monitoraggio del Progetto di *Gypsum*. Il progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna ha confermato la presenza di alcuni esemplari del genere *Plecotus* in ambienti ipogei artificiali dove è facilmente osservabile in particolari posizioni (prossime alle zone esterne) che frequenta con assiduità; la specie può comunque frequentare anche le cavità naturali del Parco. Considerato il comportamento particolarmente elusivo di questa specie che si rifugia in fessure e cavità, non si dispone di informazioni quantitative nell'area; ricordiamo come risulti difficile comprendere l'uso dell'habitat di questa specie vista la difficoltà di contatto al *bat deterctor*
- **Orecchione meridionale** (*Plecotus austriacus*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000. La specie, registrata nel corso del monitoraggio del progetto Life *Gypsum* in cui si effettuarono anche catture di esemplari in uscita dal *roost* e grazie a con cui è stato possibile il riconoscimento all'interno del genere *Plecotus*, viene sovente osservata con qualche esemplare nelle gallerie di cava; il progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna ha confermato la presenza di alcuni esemplari del

genere. Considerato il comportamento particolarmente elusivo di questa specie che si rifugia in fessure e cavità, non si dispone di informazioni quantitative nell'area.

- **Miniottero** (*Miniopterus schreibersii*). La specie è segnalata nel Formulario Natura 2000. Nota nell'area da molti anni (Luigi Fantini fotografò e collezionò esemplari di questa specie), è stata confermata durante le azioni di monitoraggio del Progetto di *Gypsum* e del progetto COMBI della Regione Emilia-Romagna. Si tratta di una specie di grande importanza naturalistica, strettamente troglofila per tutto il corso dell'anno: assieme al Rinolofo maggiore e al Rinolofo minore, rappresenta certamente la specie troglofila più iconica e importante per i Gessi dell'Emilia. Dagli anni '90 nei Gessi Bolognesi la specie viene osservata esclusivamente presso le gallerie di cava, mentre in precedenza le colonie venivano rinvenute in grotte con caratteristiche adeguate, come ad esempio la Grotta della Spipola (comunicazione personale di Paolo Grimandi del GSB-USB,). In presenza di animali strettamente coloniali e numerosi come i Miniotteri, il conteggio delle colonie può avvenire solo con immagini/riprese esaminate con attenzione a tavolino. Nel Parco annualmente si organizza una uscita in un periodo di forte freddo, in cui gli esemplari siano in effettivo riposo: individuata la colonia, la si fotografa con la massima rapidità possibile cercando di limitare il disturbo (fig. 12). L'effettiva stima viene effettuata con un software che conta i singoli esemplari contrassegnati manualmente (purché riconoscibili con chiarezza nell'immagine ingrandita); benché consapevoli di sottostimare in qualche modo la colonia, prudenzialmente conteggiamo esclusivamente gli esemplari certi, ignorando le masse indistinte o la presenza di esemplari su più strati, situazione in cui sarebbe azzardato dire qualcosa di oggettivo. Ciò premesso, ecco il quadro presente nel Sito. La ex cava presso il Monte Croara presenta una colonia di esemplari svernanti che negli ultimi dieci anni ha oscillato tra un minimo di oltre tremila esemplari conteggiati a 4.400 esemplari (inverno 2023/2024). La ex cava del Farneto (ex proprietà Fiorini) ospita la specie sia in estate che in inverno. Si tratta di un ambiente estremamente difficile da controllare integralmente, molto pericoloso per via dei crolli e della inaccessibilità di ampie zone che rende alcune gallerie impossibili da verificare. Si consideri anche il fatto che la cava ha diverse uscite ido-



Fig. 12 – Colonia di Miniotteri (*Miniopterus schreibersii*) in svernamento all'interno di un'ambiente di cava nei Gessi Bolognesi (Archivio *Gyspum*, foto F. Grazioli).



Fig. 13 – Un grande Vespertilio (*Myotis myotis/M. blythii*) in uscita dalla Grotta della Spipola, nel Bolognese. Si tratta di una femmina in fase di allattamento che utilizza una delle apposite feritoie create allo scopo (Archivio *Gyspum*, foto F. Grazioli).

nee ai pipistrelli, difficili da controllare per le loro ampie dimensioni. Le colonie svernanti che è stato possibile contattare tra il 2015 e il 2024 hanno presentato un numero minimo di esemplari che ha oscillato tra il migliaio (2015) e trecento (nel 2024). Utilizzando un visore (associato al *bat detector*) presso una sola uscita, nell'estate 2023 sono stati osservati circa 500 esemplari in uscita dal sistema di gallerie, a riprova della presenza di una colonia presumibilmente riproduttiva, colonia che non siamo riusciti a raggiungere. La specie, infine, frequenta una terza ex cava in galleria presso la frazione di Ponticella di San Lazzaro di Savena: in questo caso la presenza degli esemplari è nota da oltre una ventina di anni ma il numero di esemplari censiti è nell'ordine delle decine (tra 20 e 50).

- **Molosso di Cestoni** (*Tadarida teniotis*). La specie è stata rilevata grazie alla registrazione degli ultrasuoni nelle attività di monitoraggio del progetto regionale COMBI: si tratta di una specie capace di grandi spostamenti; utilizza fessure e spaccature in rupi e manufatti come rifugio e non è mai stata rinvenuta nelle cavità carsiche naturali o artificiali del Sito.

Considerazioni sull'importanza del Sito

Alla luce dei più recenti programmi di monitoraggio svolti in Emilia, l'area dei Gessi Bolognesi si dimostra di massima rilevanza per due ordini di ragioni:

1 - la grande ricchezza della sua specifica Chirotterofauna (costituita potenzialmente da venti specie), che presenta una varietà di *taxa* in buona parte dipendente, almeno stagionalmente, dall'ambiente cavernicolo e che elenca ben otto specie di grande importanza naturalistica (All. II Dir. 92/43/Cee);

2 - la presenza di colonie di pipistrelli troglofili che assumono un rilievo di rango regionale e nazionale per numero di esemplari: si fa riferimento in particolare a tre specie che svernano nelle cavità del Parco regionale, ossia il Miniottero, con colonie invernali con più di quattro mila esemplari e due Rinolofidi (Rinolofo maggiore e Rinolofo minore) che contano oltre 500 esemplari in svernamento per entrambe le specie; utilizzando i criteri per la valutazione dell'importanza dei siti a livello nazionale proposti dal Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri (Agnelli *et alii* 2004, pp 183-187), possiamo considerare questi siti di svernamento di importanza nazionale, degni pertanto della massima tutela.

Al contrario, come elemento critico e di forte preoccupazione, dobbiamo evidenziare che ben tre specie di Allegato II della Direttiva Habitat che il Formulario Natura 2000 elenca, mostrano evidenti segni di un drammatico crollo di presenze: ci riferiamo sia al Rinolofo Eurìale, non più osservato e registrato al *bat detec-*

tor, sia ai grandi *Myotis* (*Myotis myotis/M. blythii*), presenti fino a dieci anni fa con colonie riproduttive (fig. 13) e svernanti ma ormai ridotti a pochissimi esemplari isolati. con pochissimi esemplari isolati. Si ignorano le cause di questa "silenziosa perdita di biodiversità" che sembra essere iniziata da una ventina di anni fa, in una fase in cui i siti di rifugio erano già sottoposti a rigorosa tutela.

Conclusioni

Alla luce di quanto sopra riportato riferendosi ai distinti Siti seriali, sono almeno ventitré le specie di pipistrelli rilevate nell'ultimo decennio nelle aree carsiche gessose dell'Emilia che oggi rientrano nel World Heritage di UNESCO denominato EKCNA (tab. 1).
Sedici specie sono state osservate direttamente presso le cavità carsiche o in ipogei artificiali; tra queste ben nove specie di Chirotteri assumono una notevole importanza per la conservazione essendo riportate in Allegato II della Direttiva Habitat (Dir 92/43/Cee) (tab. 2).
Tra le criticità che è bene evidenziare e approfondire, meritano grandi attenzioni le seguenti:

- in tutti i Siti Emiliani non risulta recentemente confermata la presenza del *Rhinolophus euryale* così come la quasi totale scomparsa dei grandi *Myotis* (*Myotis myotis*/*M. blythii*) (fig. 14);
- nel Sito della Bassa Collina Reggiana si registra la quasi totale scomparsa di *Rhinolophus hipposideros* e *Rhinolophus ferrumequinum* e una scarsa presenza di altre specie solitamente facilmente contattabili;
- nel Bolognese alcune specie troglofile, in particolare *Miniopterus schreibersii* e *Rhinolophus ferrumequinum,* utilizzano in forma quasi esclusiva le gallerie di cava, presumibilmente perché in grado di offrire condizioni microclimatiche ideali; la concentrazione di colonie con migliaia o centinaia di esemplari (rispettivamente per il Miniottero e per il Rinolofo maggiore) in ambienti tanto vulnerabili rappresenta una sottile minaccia alla conservazione: crolli improvvisi (tutt'altro che impossibili) potrebbero infatti azzerare o ridurre fortemente le popolazioni locali, evento che in un ambiente carsico naturale risulta certamente meno probabile.

Tra gli elementi maggiormente positivi del quadro emergente, va invece sottolineato che:

- i Gessi Emiliani del Patrimonio UNESCO EKCNA sono veri *hot spot* per la Chirotterofauna, luoghi dove sono presenti numerosi siti di rifugio che per numero di esemplari e per numero di specie che ospitano rappresentano siti di svernamento o di riproduzione di importanza nazionale, degni

Chirotterofauna nota per i Gessi Emiliani	
Famiglia Rinolofidi	Rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*)
	Rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*)
	Rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*)
Famiglia Vespertilionidi	Vespertilio di Daubentòn (*Myotis daubentonii*)
	Vespertilio mustacchino (*Myotis mystacinus*)
	Vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*)
	Vespertilio criptico (*Myotis crypticus*), ex Vespertilio di Natterer (*Myotis nattereri*)
	Vespertilio di Bechstein (*Myotis bechsteinii*)
	Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*)
	Vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*)
	Nottola comune (*Nyctalus noctula*)
	Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*)
	Seròtino comune (*Eptesicus serotinus*)
	Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*)
	Pipistrello soprano (*Pipistrellus pygmeus*)
	Pipistrello di Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)
	Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*)
	Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*)
	Barbastello (*Barbastella barbastellus*)
	Orecchione bruno (*Plecotus auritus*)
	Orecchione meridionale (*Plecotus austriacus*)
Famiglia Miniotteridi	Miniottero (*Miniopterus schreibersii*)
Famiglia Molossidi	Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*)

Tab. 1 – Specie segnalate nei Gessi Emiliani: sedici di queste sono strettamente associate agli ambienti gessosi ipogei.

			Nome del Bene componente			
	Nome italiano	Nome scientifico	C.S.1 Alta Valle Secchia	C.S.2 Bassa Collina Reggiana	C.S.3 Gessi di Zola Predosa	C.S.4 Gessi Bolognesi
1	**Rinolofo minore**	***Rhinolophus hipposideros***	1	1	1	1
2	**Rinolofo maggiore**	***Rhinolophus ferrumequinum***	1	1	1	1
3	**Rinolofo Eurìale**	***Rhinolophus euryale***	\	1	1	1
4	Vespertilio di Daubentòn	*Myotis daubentonii*	1	1	1	1
5	Vespertilio mustacchino	*Myotis mystacinus*	1	\	1	\
6	**Vespertilio smarginato**	***Myotis emarginatus***	1	1	1	1
7	Vespertilio criptico (ex Vespertilio di Natterer)	*Myotis crypticus*	1	\	\	1
8	**Vespertilio di Bechstein**	***Myotis bechsteinii***	1	\	\	1
9	**Vespertilio maggiore**	***Myotis myotis***	1	1	1	1
10	**Vespertilio di Blyth**	***Myotis blythii***	1	1	\	1
11	Nottola comune	*Nyctalus noctula*	1	\	1	1
12	Nottola di Leisler	*Nyctalus leisleri*	1	\	1	\
13	Seròtino comune	*Eptesicus serotinus*	1	1	1	1
14	Pipistrello nano	*Pipistrellus pipistrellus*	1	1	1	1
15	Pipistrello soprano	*Pipistrellus pygmeus*	\	\	1	1
16	Pipistrello di Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	\	\	\	1
17	Pipistrello albolimbato	*Pipistrellus kuhlii*	1	1	1	1
18	Pipistrello di Savi	*Hypsugo savii*	1	1	1	1
19	**Barbastello**	***Barbastella barbastellus***	1	\	\	\
20	Orecchione bruno	*Plecotus auritus*	1	\	1	1
21	Orecchione meridionale	*Plecotus austriacus*	1	\	1	1
22	**Miniottero**	***Miniopterus schreibersii***	\	\	1	1
23	Molosso di Cestoni	*Tadarida teniotis*	1	\	1	1
	Totali		**19**	**11**	**18**	**20**

Legenda	
1	Presenza della specie
\	Assenza della specie
	Specie di particolare importanza europea (Allegato II della Direttiva Habitat)
	Dato favorevole per la conservazione della specie
	Dato che desta forte preoccupazione per la conservazione della specie
	Dato da verificare
	Dato non commentato

Tab. 2 – Quadro comparativo delle specie presenti nei diversi Siti considerati al fine di cogliere il contributo di ogni area alla Chirotterofauna di EKCNA. Sulla base dei dati di monitoraggio più aggiornati, per le diverse specie si evidenziano con colori diversi elementi positivi o di criticità.

pertanto della massima tutela;

- dal punto di vista biogeografico i Gessi Emiliani rappresentano una sorta di unico arcipelago in cui le popolazioni possono mantenere contatti e scambi genetici purché venga garantita una connettività ambientale adatta anche ai pipistrelli;
- l'area gessosa dell'Alta Valle del Secchia – *hot spot* per pipistrelli del Reggiano - vanta una chirotterofauna molto ricca e specifica (19 specie), con colonie che raggiungono numeri significativi: questa zona carsica appare di fondamentale importanza per i pipistrelli di un'ampia area montana, assolvendo alla fondamentale funzione di sito di svernamento per molte specie di importanza conservazionistica e contribuendo in modo peculiare alla biodiversità montana (pensiamo a siti con oltre 200 Rinolofidi, alla presenza in ambiente carsico di *Barbastella barbastellus,* di *Myotis bechsteinii* e di *Myotis emarginatus*);
- l'area gessosa dei Gessi della Croara – hot spot per i pipistrelli del Bolognese - vanta una chirotterofauna molto ricca e specifica (20 specie), con colonie che raggiungono numeri significativi: questa zona carsica appare di fondamentale importanza per i pipistrelli di un'ampia area collinare e di pianura, assolvendo alla fondamentale funzione di sito di svernamento per molte specie di importanza conservazionistica e contribuendo in modo peculiare alla biodiversità (pensiamo a siti con oltre 1000 Rinolofidi e oltre 4 mila Miniotteri, alla presenza in ambiente carsico di *Myotis bechsteinii, Myotis emarginatus* e di altre specie dei generi *Myotis, Plecotus e Pipistrellus*);
- nel Bolognese sono note almeno cinque cavità artificiali che ospitano colonie di *Miniopterus schreibersii*; negli ultimi anni gli esemplari svernati risultano essere complessivamente tra i 3500 ei 4500 (si tratta di stime prudenziali);
- questi ambiti di straordinaria importanza per i pipistrelli sono inseriti in Aree protette consolidate da tempo, i cui Enti dovranno assicurare la loro protezione, conservazione e gestione collaborando strettamente tra loro e preoccupandosi di specie di grande importanza ecologica che però ignorano i confini amministrativi di Siti Natura 2000, Parchi o Riserve.



Fig. 14 – Il grande *Myotis* e il Miniottero, specie iconiche dei Gessi Emiliani: al centro, con le grandi orecchie e l'addome chiaro, un grande *Myotis* (esistono due specie gemelle, *Myotis myotis* e *M. blythii*) mentre a sinistra un Minottero, specie capace di grandi spostamenti. L'immagine, presa all'uscita della cavità, include simbolicamente due specie che sembrano avere imboccato destini opposti: il Miniottero sta infatti consolidando la sua presenza nel Bolognese; il grande e potente *Myotis,* al contrario, in pochissimi anni è praticamente scomparso in tutta l'Emilia considerata dall'articolo (Archivio *Gyspum*, foto F. Grazioli).

Bibliografia

Aa.Vv. 2006, *I pipistrelli delle grotte,* "Sottoterra", rivista di Speleologia del Gruppo Speleologico Bolognese e dell'Unione Speleologica Bolognese - Anno XLV n. 122, gennaio-giugno 2006.

Aa.Vv. 2012, *Progetto Life+ 08 NAT/IT/000369 Gypsum. Azione A.2 Monitoraggio ex ante ed ex post delle colonie di chirotteri. Relazione ex ante del monitoraggio delle colonie di chirotteri*. Dicembre 2012.

Aa.Vv. 2015, *Progetto Life+ 08 NAT/IT/000369 Gypsum. Azione A.2 Monitoraggio ex ante ed ex post delle colonie di chirotteri. Relazione ex post del monitoraggio delle colonie di chirotteri*. Dicembre 2015.

Aa.Vv. 2016, *Il progetto Gypsum*: tutela e gestione di habitat e specie animali associati alle formazioni gessose dell'Emilia-Romagna (Progetto LIFE 08 NAT/IT/000369 *Gypsum*) Numero speciale di SOTTOTERRA, Rivista di Speleologia del Gruppo Speleologico Bolognese e dell' Unione Speleologica Bolognese, Anno LV n° 143 Luglio-Dicembre 2016.

P. Agnelli, E. Patriarca, A. Martinoli, D. Russo, P. Genovesi 2004, *Linee guida per il monitoraggio dei Chirotteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia*. Quaderni di Conservazione della Natura, 19: 9-16. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, Roma.

L. Arthur, M. Lemaire 1999, *Les Chauves-souris - Maitress del la nuit,* Paris.

D. Bianco 2009, *Un tesoro ritrovato: gli anelli dei pipistrelli*. "Sottoterra", rivista di Speleologia del Gruppo Speleologico Bolognese e dell'Unione Speleologica Bolognese - Anno XLVIII n. 129, luglio-dicembre 2009, pp 69-78.

C. Dietz, A. Kiefer 2014, *Pipistrelli d'Europa. Conoscerli, identificarli, tutelarli,* Roma.

J. Juste, M. Ruedi, S. Puechmaille, C. Ibáñez, I. Salicini 2018, *Two New Cryptic Bat Species within the Myotis nattereri Species Complex (Vespertilionidae, Chiroptera) from the Western Palaearctic,* in Acta Chiropterologica, vol. 20, n. 2, pp. 285-300.

M. Palazzini (a cura di) 2024, *Progetto Combi 2022-2024: Conoscere e Monitorare la biodiversità in Emilia-Romagna*. Settore Aree protette, Foreste e Sviluppo Zone Montane della Regione Emilia-Romagna. Indagini sui Chirotteri a cura dell'Università dell'Insubria.

M. Spagnesi, A. M. De Marinis (a cura di) 2002, *Mammiferi d'Italia*. Quad. Cons. Natura, 14. Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Dott.ssa Monica Palazzini del Settore Aree protette, Foreste e Sviluppo Zone Montane della Regione Emilia-Romagna che ha messo a disposizione i dati relativi alle indagini curate dall'Università dell'Insubria. Un particolare ringraziamento anche alla Dott. Martina Spada e al Dott. Fabio Suppini per i dati da loro raccolti nei Siti dell'Emilia e da noi utilizzati.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Pipistrelli dei gessi della Romagna

Massimo Bertozzi[1]

Riassunto
Le aree gessose dell'Emilia-Romagna sono appena l'1% del territorio regionale, eppure ospitano la maggior parte delle specie segnalate per la Regione, 23 su 24 specie, dimostrandosi estremamente importanti per l'ecologia e la conservazione della chirotteri. Gli affioramenti gessosi della Romagna inoltre ospitano molte delle più importanti colonie riproduttive e svernanti di pipistrelli conosciute nel gesso, ed è la zona dell'Emilia-Romagna su cui si concentrano anche le più approfondite e recenti pubblicazioni sui chirotteri. Fra i numerosi siti ipogei naturali e artificiali dei gessi della Romagna, quelli con i dati più importanti sui pipistrelli sono (da est a ovest): grotta di Onferno, con due colonie riproduttive, una formata da circa 3000 *Miniopterus schreibersii* e una con circa 150 *Rhinolophus euryale*; grotta del Rio Strazzano, con un numero di *Miniopterus schreibersii* che in certi periodi dell'anno può raggiungere i 1200 esemplari; grotta Buco del Noce, con una colonia svernante di *Rhinolophus ferrumequinum* che può arrivare a quasi 300 esemplari; grotta Tanaccia, con oltre 100 *Rhinolophus hipposideros* in svernamento; Abisso Vincenzo Ricciardi, con un numero di *Rhinolophus hipposideros* in letargo che può superare i 300 esemplari; complesso carsico Rio Stella-Rio Basino, con oltre 100 *Rhinolophus hipposideros* e quasi 200 *Rhinolophus ferrumequinum*, entrambe le specie in svernamento; gallerie della cava di Monte Tondo, con una colonia riproduttiva mista di *Miniopterus schreibersii*, *Myotis myotis* e *Myotis blythii* di almeno 3000 esemplari, una seconda colonia riproduttiva di circa 400 *Rhinolophus euryale* e, in inverno, una colonia di *Rhinolophus ferrumequinum* di più di 1500 esemplari, e una grande colonia svernante di circa 16000 *Miniopterus schreibersii*; complesso carsico di Ca' Siepe, con oltre 300 *Rhinolophus hipposideros* in letargo; gallerie della ex cava SPES, con due colonie riproduttive, una con circa 100 esemplari di *Rhinolophus ferrumequinum* e l'altra con almeno 30 *Myotis crypticus*, oltre a una colonia svernante con più di 800 *Rhinolophus ferrumequinum*.

Parole chiave: Chirotteri, gessi della Romagna orientale, Vena del Gesso romagnola, grotta, cava, colonia riproduttiva, colonia svernante.

Abstract
The gypsum areas of Emilia-Romagna account for just 1% of the regional territory, but they are home to the majority of the species reported for the Region, 23 out of 24 species, proving to be extremely important for bat ecology and conservation. The gypsum outcrops of Romagna are home to many of the most important known gypsum bat breeding and winter colonies, and it is the area of Emilia-Romagna where the most in-depth and recent publications on bats are also concentrated. The most important hypogean sites of the Romagna gypsum with bat data are (from East to West): Onferno Cave, with two breeding colonies, one of about 3,000 Miniopterus schreibersii *and one of about 150* Rhinolophus euryale*; Grotta sul rio Strazzano, with a number of* Miniopterus schreibersii *that can reach 1,200 individuals throughout the year; Buco del Noce Cave, with a winter colony of* Rhinolophus ferrumequinum *that can reach almost 300 individuals; Tanaccia Cave, with over 100* Rhinolophus hipposideros *in hibernation; Abisso Vincenzo Ricciardi Cave, with a number of* Rhinolophus hipposideros *in hibernation that can exceed 300 individuals; Rio Stella-Rio Basino karst complex, with over 100* Rhinolophus hipposideros *and almost 200* Rhinolophus ferrumequinum*, both species in hibernation; Galleries of the Monte Tondo quarry, with a mixed breeding colony of* Miniopterus schreibersii, Myotis myotis *and* Myotis blythii *of at least 3,000 individuals, a second breeding colony of about 400* Rhinolophus euryale *and, in winter, a colony of* Rhinolophus ferrumequinum *of more than 1,500 individuals, and another, very large, winter colony of about 16,000* Miniopterus schreibersii*; Ca' Siepe karst complex, with over 300* Rhinolophus hipposideros *in hibernation; Galleries of the former SPES quarry, with two breeding colonies, one with about 100* Rhinolophus ferrumequinum *and the other with at least 30* Myotis crypticus*, as well as a winter colony with more than 800* Rhinolophus ferrumequinum*.*

Keywords: *Bats, Gypsum of eastern Romagna, Vena del Gesso romagnola, Cave, Quarry, Breeding Colony, Winter Colony.*

[1]Naturalista, via Ortignola, 23/A, 400026 Imola (BO); m.bertozzi73@gmail.com

I pipistrelli nelle altre aree gessose della Regione

Le specie di pipistrelli attualmente note per la regione Emilia-Romagna sono in totale 24. Di queste, ben 23 sono segnalate anche nelle aree gessose del territorio regionale, soprattutto nei due affioramenti più significativi e consistenti della Regione: la Vena del Gesso romagnola e i Gessi bolognesi, con rispettivamente 20 e 17 specie note (Bertozzi 2019; Bianco, Mondini 2006) (tab.1). Considerando l'elevato numero di specie presenti, nonostante questa importante emergenza geologica copra complessivamente una superficie di territorio regionale inferiore all'1% (De Waele *et alii* 2011), è facile intuirne l'importanza per l'ecologia e la conservazione della chirotterofauna dell'Emilia-Romagna.

Le specie più strettamente connesse alle emergenze gessose sono indubbiamente quelle più strettamente troglofile, che trovano cioè negli ambienti sotterranei un idoneo luogo di rifugio tutto l'anno, come il miniottero (*Miniopterus schreibersii*) e il rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*) oppure le due specie gemelle di grandi *Myotis* (simili nell'aspetto e di grandi dimensioni): vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*). A queste poi se ne aggiungono altre che frequentano gli ipogei per il letargo invernale, fra le quali certamente il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) e il rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), facilmente visibili in grotta perché liberamente appesi alle pareti, oltre a numerose altre specie più difficili da individuare perché fessuricole, cioè abitualmente nascoste in strette fessure della roccia.

Nome italiano	Nome scientifico
Rinolofo Eurìale	*Rhinolophus euryale*
Rinolofo maggiore	*Rhinolophus ferrumequinum*
Rinolofo minore	*Rhinolophus hipposideros*
Vespertilio di Blyth	*Myotis blythii*
Vespertilio di Bechstein	*Myotis bechsteinii*
Vespertilio di Daubentòn	*Myotis daubentonii*
Vespertilio smarginato	*Myotis emarginatus*
Vespertilio maggiore	*Myotis myotis*
Vespertilio mustacchino	*Myotis mystacinus*
Vespertilio criptico	*Myotis crypticus*
Pipistrello albolimbato	*Pipistrellus kuhlii*
Pipistrello di Nathusius	*Pipistrellus nathusii*
Pipistrello nano	*Pipistrellus pipistrellus*
Pipistrello pigmeo	*Pipistrellus pygmaeus*
Nottola di Leisler	*Nyctalus leisleri*
Nottola comune	*Nyctalus noctula*
Pipistrello di Savi	*Hypsugo savii*
Serotino comune	*Eptesicus serotinus*
Barbastello	*Barbastella barbastellus*
Orecchione bruno	*Plecotus auritus*
Orecchione meridionale	*Plecotus austriacus*
Miniottero	*Miniopterus schreibersii*
Molosso di Cestoni	*Tadarida teniotis*

Tab. 1 – Specie di pipistrelli segnalate nelle aree gessose dell'Emilia-Romagna.

Va inoltre ricordato il grande valore naturalistico degli ambienti superficiali gessosi, caratterizzati da specifici habitat, spesso tutelati, in grado di offrire idonee condizione di alimentazione a molti chirotteri anche non troglofili, e che giustificano il ricco elenco di specie note per gli affioramenti gessosi regionali (tab. 1).

In questo contributo si andrà ad approfondire le conoscenze sulla chirotterofauna degli affioramenti gessosi della Romagna, area geografica che in Regione ospita molte delle più importanti colonie riproduttive e svernanti di pipistrelli conosciute nel gesso. Si tratta, inoltre, della zona regionale su cui si concentrano anche le più approfondite e recenti pubblicazioni sui chirotteri, inserite nella serie di volumi "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia" che, tra il 2010 e il 2022, hanno interessato la Vena del Gesso romagnola e le aree gessose della Romagna orientale.

I pipistrelli dei gessi della Romagna Orientale

L'ampia estensione del territorio interessato da affioramenti gessosi della Romagna orientale farebbe ipotizzare un'abbondante presenza di cavità naturali potenzialmente idonee ad ospitare numerose colonie di chirotteri, come avviene in altre aree gessose della Regione, quali la Vena del Gesso romagnola e la Vena del Gesso bolognese (Bertozzi *et alii* 2015; Bianco, Mondini 2006; Costa 2010). Ciò in realtà non avviene per la generale presenza di affioramenti gessosi piccoli e con ridotti fenomeni carsici. Detto ciò, va però specificato che nelle aree gessose più orientali del territorio in esame, sono note alcune realtà particolarmente importanti per la chirotterofauna, in particolare: la Grotta di Onferno e la grotta sul Rio Strazzano.

Grotta di Onferno (Comune di Gemmano – RN)

La grotta di Onferno è l'ipogeo di gran lunga più importante, per la presenza di pipistrelli, dei gessi della Romagna orientale. Al suo interno è infatti nota da decenni una numerosa colonia riproduttiva di pipistrelli, motivo principale che ha condotto, assieme all'elevato valore naturalistico del territorio circostante l'affioramento gessoso, all'istituzione della Riserva Naturale Orientata di Onferno nel 1991 (Aa.Vv. 1997, Scaravelli 2001).



Fig. 1 – Colonia di *M. schreibersii* all'interno della Sala Quarina della Grotta di Onferno, formata quasi esclusivamente dai giovani nati perché fotografata in orario serale, dopo l'involo degli adulti (foto M. Bertozzi).

Dall'istituzione della Riserva, i monitoraggi ai pipistrelli sono risultati frequenti e più o meno costanti, anche e soprattutto in ragione dell'abbondante frequentazione turistica cui la grotta è stata sottoposta dagli anni '90, elemento considerato potenzialmente di notevole disturbo ai pipistrelli presenti. Vista l'importante valore chirotterologico del sito, riconosciuto anche a livello nazionale come uno dei più significativi dal punto conservazionistico, dagli anni 2000 è stato anche oggetto di due diversi progetti europei Life, il Progetto Life NAT00IT7216 "*I Chirotteri di Onferno*", in un periodo di tempo compreso fra il 2002 e il 2007, e il successivo Progetto Life+ 08 NAT/IT/000369 "*Gypsum*", fra il 2010 e il 2015. Questi due specifici Progetti hanno portato all'acquisizione di numerosi dati sulla chirotterofauna presente nel sito, dati poi aggiornati con regolarità a partire dal 2021, con l'avvio di nuovi monitoraggi periodici dei pipistrelli in grotta.

Il primo dato meritevole di menzione fa riferimento al numero di specie rilevato in grotta, ben 8: *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis blythii*, *Myotis myotis*, *Vespertilio crypticus* (ex *Myotis nattereri*), *Plecotus austriacus*, *Miniopterus schreibersii* (Bertozzi 2016A). Com'è immaginabile, ciò che è notevolmente differente fra le diverse specie segnalate in grotta è la consistenza numerica delle relative presenze, che, inoltre, cambia significativamente in base al periodo stagionale.

La specie più abbondante è il miniottero (*Miniopterus schreibersii*), noto per la grotta con una grande colonia riproduttiva composta da circa 3000 esemplari adulti (Bertozzi 2016A). Fino al 2016 la colonia riproduttiva era formata assieme ad altre due specie di pipistrelli, *Myotis myotis* e *Myotis blythii*, presenti ogni anno con alcune centinaia di esemplari riproduttivi. I monitoraggi più recenti hanno invece evidenziato l'assenza di esemplari di queste due specie in riproduzione nella grotta, limitando la loro presenza solo ad alcuni esemplari adulti osservati nel periodo estivo. La colonia di *Miniopterus schreibersii* appare invece numericamente stabile negli ultimi trent'anni, ma risulta essere decisamente diminuita rispetto al passato, se si considera attendibile la stima di 8-10 mila esemplari fatta da speleologi bolognesi e forlivesi negli anni '60 (Gellini *et alii* 1992, Aa.Vv. 1997). La colonia (fig. 1), ogni anno, si forma all'interno della sala Quarina nel mese di giugno, rimanendo aggregata fino al mese di settembre. I parti, di norma singoli, avvengo nella seconda metà mese di giugno, con leggere fluttuazioni del periodo dipendenti dalle condizioni climatiche: una primavera calda porta ad un anticipo dei parti, una fredda ad un leggero ritardo.



Fig. 2 – *R. euryale* in volo (foto F. Grazioli)

La presenza dei miniotteri nella grotta di Onferno non è però costante durante tutto l'anno: se durante il periodo estivo si possono contare migliaia di esemplari, durante l'inverno le presenze della specie si annullano quasi totalmente (Bertozzi, Scaravelli 2003). Entro il mese di agosto, quando i giovani nati due mesi prima sono in grado di volare e uscire ogni sera a cacciare insetti, la grande colonia riproduttiva si disgrega e gli esemplari si distribuiscono, generalmente a gruppi (trattandosi di una specie prettamente gregaria), in diverse zone della grotta. Nei mesi autunnali le presenze osservabili sono numericamente molto minori rispetto al periodo estivo, anche se il calo non sempre appare graduale con l'approssimarsi della stagione sfavorevole. Nel mese di novembre o dicembre, poi, in corrispondenza di un deciso calo della temperatura esterna, che comporta anche un netto cambiamento della circolazione dell'aria internamente alla grotta, in pochi giorni si nota un abbandono quasi totale dell'ipogeo. Durante il periodo invernale i miniotteri, quindi, lasciano la grotta di Onferno per passare l'inverno in altri siti ipogei, in particolare presso un ex tunnel ferroviario, galleria Piagge, nella vicina Repubblica di San Marino (Scaravelli *et alii* 2015), a circa 11 km di distanza in linea d'aria dalla grotta di Onferno.

Altra importante specie presente nella grotta di Onferno è il rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*) (fig. 2). Considerata specie mediterranea e meno diffusa in Regione degli altri due rinolofidi presenti nella grotta (rinolofo maggiore e rinolofo minore), è segnalata in Emilia-Romagna con dati di presenza di singoli esemplari e colonie localizzati soprattutto nell'area orientale, caratterizzata da un clima meno continentale (Bertozzi *et alii* 2015). Il rinolofo Eurìale è stato segnalato nella grotta di Onferno ormai da diversi decenni come specie svernante, con singoli esemplari o piccoli gruppetti (Aa.Vv. 1997, Bassi 2009). E' invece solo dal 2003, in occasione dei primi monitoraggi estivi del Progetto Life "*I Chirotteri di Onferno*", che la specie è stata osservata in riproduzione nella grotta. Ogni estate, si aggrega nel mese di giugno un gruppo di circa 150 femmine riproduttive, generalmente in una zona relativamente calda e asciutta della grotta, non distante dall'ingresso superiore dell'ipogeo. Anche in questo caso, i parti avvengono di norma nel mese di giugno o, al più tardi, a inizio luglio e le madri partoriscono e allevano un solo piccolo (fig. 3). I rilievi invernali effettuati negli ultimi 20 anni non confermano, invece, la presenza di questa specie in inverno, contrariamente a quanto segnalato per il passato. La specie risulta totalmente assente, o presente con pochissimi esemplari (1 o 2), nei mesi tipicamente invernali (dicembre, gennaio e febbraio) e torna poi a frequentare la grotta solo a partire dal mese di marzo. Le altre due specie di rinolofidi, il rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) e il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), utilizzano invece la grotta in maniera totalmente inversa. A partire dal mese di maggio e fino ad agosto, di norma non si osservano esemplari delle due specie in grotta. Generalmente, questi due rinolofi non formano colonie riproduttive all'interno di grotte, ma prediligono ambienti più caldi, come ad esempio gli edifici. A partire poi dalla fine del mese di settembre, si osserva un progressivo incremento delle presenze, soprattutto di rinolofi minori, fino al periodo strettamente invernale, nel quale sono presenti ad Onferno fino a 200 *Rhinolophus hipposideros* e non più di una trentina di *Rhinolophus ferrumequinum* svernanti. Gli esemplari si distribuiscono in più punti della grotta, prediligendo soprattutto le zone medie e superiori del percorso di attraversamento della grotta ed evitando quasi totalmente la zona più bassa, prossima all'ingresso inferiore alla grotta, probabilmente perché più fredda.

Oltre alle specie finora citate per la grotta di Onfer-

no; presenze regolari, storicamente note e più o meno numericamente consistenti; nell'elenco delle specie rilevate, sono da segnalare anche vespertilio criptico (*Myotis crypticus*) e orecchione meridionale (*Plecotus austriacus*). In questo caso si tratta però di segnalazioni limitate a pochissimi esemplari catturati in uscita dalla grotta durante attività di ricerca realizzate nella Riserva negli anni 2006 e 2007.
La grotta di Onferno è inserita all'interno di un territorio tutelato di 273 ha, la Riserva Naturale Orientata di Onferno (oggi Riserva Regionale di Onferno), che è stato anch'esso oggetto di approfondite indagini chirotterologiche, svolte in particolare nell'ambito dei due Progetti Life già citati. Le ricerche hanno portato alla realizzazione di una ricca *check-list* delle specie del territorio, che, anche se non trattata approfonditamente, merita di essere riportata in questo volume. Oltre alle 8 specie indicate per la grotta, ne sono segnalate all'interno dei confini della Riserva altre 6: vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*), pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) nottola comune (*Nyctalus noctula*), pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*) e serotino comune (*Eptesicus serotinus*) (Bertozzi 2016A).
Le colonie riproduttive di miniottero e di rinolofo Eurìale di Onferno, sono tra le poche note per le specie in Regione e le uniche della Provincia di Rimini (Scaravelli *et alii* 2008). Queste due specie riproduttive, così come anche rinolofo maggiore e rinolofo minore, sono considerate particolarmente protette a livello nazionale e internazionale (inserite tutte in Allegato II della Direttiva europea 92/43 "*Habitat*"). La loro abbondante presenza attribuisce grande importanza alla grotta di Onferno per la conservazione dei chirotteri a livello regionale e nazionale.

Grotta del Rio Strazzano (Comune di San Leo – RN)
La grotta del Rio Strazzano è, dopo la grotta di Onferno, il sito ipogeo più interessante dei gessi della Romagna orientale. La grotta, distante 17,5 km in linea d'aria da Onferno, è stata oggetto di monitoraggi nell'ambito del Progetto Life "*I Chirotteri di Onferno*", nell'autunno 2003 e nel successivo inverno. La grotta è stata poi ispezionata anche in anni più recenti, con specifici monitoraggi nel periodo estivo dell'anno 2015 e in quelli invernali 2015-2016 e 2022-2023.
Le specie rilevate all'interno della grotta sono: *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Rhinolophus hipposideros*.
Il miniottero sembra frequentare la grotta soprattutto nei periodi autunnale e primaverile. I monitoraggi effettuati nell'autunno del 2003 hanno fatto registrare un numero di esemplari della specie compreso tra 200 e 500. L'attività di ricerca svolta, ha potuto inoltre di-



Fig. 3 – Giovani esemplari di *R. euryale* della colonia riproduttiva della grotta di Onferno (foto M. Bertozzi).



Fig. 4 – Gruppo di *M. schreibersii* nella grotta del rio Strazzano (foto F. Grazioli).

mostrare che molti di quegli esemplari provenivano dalla grotta di Onferno e sarebbero poi andati a svernare nell'ex tunnel ferroviario, galleria Piagge, nella vicina Repubblica di San Marino (vedi *infra*, *Grotta di Onferno*). Un numero ancora maggiore di esemplari, stimato in circa 1200 individui, è stato rilevato da Francesco Grazioli, durante il rilievo speleologico della grotta effettuato dal gruppo speleologico bolognese (GSB-USB) nell'aprile 2014 (fig. 4). La specie sembra invece non utilizzare la grotta per il letargo invernale: sia nell'inverno 2003-2004 sia nei più recenti inverni 2015-2016 e 2022-2023, infatti, è stato osservato non più di un esemplare di miniottero svernante in questa cavità. Anche in pieno periodo estivo il numero dei miniotteri rilevati è esiguo: nel monitoraggio del mese di agosto 2015 erano presenti in grotta solo 9 esemplari.

Nel rilievo dell'aprile 2014, all'interno del grande gruppo di miniotteri osservati, erano presenti anche alcuni esemplari di rinolofo Eurìale. Dall'analisi delle immagini fotografiche, utilizzate per la stima numerica delle presenze di miniottero, ne sono stati individuati almeno 6. Si tratta dell'unico dato noto per la specie nella grotta.

Il rinolofo minore e il rinolofo maggiore sembrano invece frequentare la grotta sul rio Strazzano in diversi periodi dell'anno, sempre con pochissimi esemplari. I valori massimi di esemplari osservati si riferiscono ai periodi invernali, con: 10 *Rhinolophus hipposideros* nell'inverno 2015-2016; 8 *Rhinolophus hipposideros* e 2 *Rhinolophus ferrumequinum* nell'inverno 2022-2023.

I pipistrelli della Vena del Gesso romagnola

La Vena del Gesso romagnola, inserita all'interno del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola, è solo uno degli elementi del più ampio sistema di affioramenti evaporitici dell'Emilia-Romagna, ma di grande importanza per l'ecologia e la conservazione della chirotterofauna (e non solo) dell'intera Regione, perché è il luogo in Emilia-Romagna in cui sono presenti le colonie di chirotteri più numerose (Bertozzi 2016b, pag.38).

Le specie di pipistrelli attualmente segnalate per l'Emilia-Romagna sono 24. Di queste, 20 sono state rilevate anche all'interno dei confini del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola (Bertozzi 2019) (tab. 2). Tra le specie più strettamente legate alle grotte e soprattutto più facilmente visibili in grotta durante l'attività speleologica, data l'abitudine di appendersi liberamente alle pareti, troviamo i rinolofi: rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), rinolofo mi-

nore (*Rhinolophus hipposideros*) (fig. 5) e rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*). Sono inoltre tipicamente di grotta le due specie gemelle di grandi *Myotis* (simili nell'aspetto e di grandi dimensioni): vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*) (fig. 6); e infine il miniottero (*Miniopterus schreibersii*), la più troglofila delle specie europee. Nella *check-list* del Parco troviamo poi specie considerate forestali, perché amano cacciare in ambiente forestale e spesso si rifugiano all'interno di alberi cavi, come ad esempio: nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*), nottola comune (*Nyctalus noctula*), vespertilio di Bechstein (*Myotis bechsteinii*) e barbastello (*Barbastella barbastellus*). Infine, la presenza di edifici e centri abitati, favorisce anche l'insediamento di specie considerate antropofile, cioè che abitualmente si rifugiano nelle fessure degli edifici. Fra queste sono da segnalare il pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), la specie più facilmente osservabile in caccia nei centri urbani (Russo 2013, p.191), il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), il pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*), e il serotino comune (*Eptesicus serotinus*).

Trattandosi di un'area carsica, la Vena del Gesso romagnola è caratterizzata dalla presenza di molte grotte. Fra queste, la maggior parte è utilizzata abitualmente o occasionalmente come luogo di rifugio dai pipistrelli, ma generalmente con numeri esigui di esemplari. Alcune però si dimostrano particolarmente vocate alla presenza dei chirotteri, che le frequentano stagionalmente con abbondanza di esemplari e, a volte, anche con varietà di specie. Oltre alle grotte, va poi segnalata l'importanza per il rifugio dei chirotteri degli ipogei artificiali, frutto dell'intensa attività estrattiva del gesso nelle cave del territorio, in particolare di quelle industriali avviate nella seconda metà del secolo scorso.

Non potendo trattare, per ragioni di spazio, tutti gli ipogei interessati da chirotteri, si riportano di seguito i siti di maggior importanza per la presenza e la conservazione della chirotterofauna della Vena del Gesso romagnola, citandoli partendo da est e spostandoci verso ovest.

Va comunque ricordato che la ricchezza di specie e di colonie di grandi dimensioni, tipiche della Vena del Gesso romagnola, non dipendono solamente dall'abbondanza di rifugi ipogei, ma anche dalla presenza di un territorio ricco di biodiversità e tutelato da un Parco, in grado di garantire idonei siti di rifugio anche alle specie non strettamente troglofile e, soprattutto, idonei siti di alimentazione.

Buco del Noce (Comune di Brisighella - RA)

Il Buco del Noce è una cavità ipogea di ridotto sviluppo, se paragonata a molte altre grotte della Vena,

Nome italiano	Nome scientifico
Rinolofo Eurìale	*Rhinolophus euryale*
Rinolofo maggiore	*Rhinolophus ferrumequinum*
Rinolofo minore	*Rhinolophus hipposideros*
Vespertilio di Bechstein	*Myotis bechsteinii*
Vespertilio di Blyth	*Myotis blythii*
Vespertilio di Daubenton	*Myotis daubentonii*
Vespertilio smarginato	*Myotis emarginatus*
Vespertilio maggiore	*Myotis myotis*
Vespertilio mustacchino	*Myotis mystacinus*
Vespertilio criptico/ex Vespertilio di Natterer	*Myotis crypticus/ex Myotis nattereri*
Pipistrello albolimbato	*Pipistrellus kuhlii*
Pipistrello nano	*Pipistrellus pipistrellus*
Nottola di Leisler	*Nyctalus leisleri*
Nottola comune	*Nyctalus noctula*
Pipistrello di Savi	*Hypsugo savii*
Serotino comune	*Eptesicus serotinus*
Barbastello	*Barbastella barbastellus*
Orecchione meridionale	*Plecotus austriacus*
Miniottero	*Miniopterus schreibersii*
Molosso di Cestoni	*Tadarida teniotis*

Tab. 2 – Specie di pipistrelli presenti nel Parco regionale della Vena del Gesso romagnola.



Fig. 5 – Esemplare di rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) (foto M. Bertozzi).



Fig. 6 – Esemplare di grande *Myotis* (*Myotis myotis/Myotis blythii*) (foto F. Grazioli).

ma caratterizzata da un'ampia sala adiacente all'ingresso. Il momento di maggior presenza di pipistrelli all'interno di questa grotta è l'inverno, periodo in cui diventa uno dei più importanti *roost* di svernamento di *Rhinolophus ferrumequinum* del Parco della Vena del Gesso romagnola (Bertozzi 2015). La presenza di una consistente colonia invernale della specie è nota già dal 1957, per osservazione da parte dei rilevatori della grotta, e testimoniata anche da una vecchia foto dei primi anni '70 dell'archivio fotografico del Gruppo Speleologico Faentino, che ritrae alcune centinaia di esemplari della colonia (Bassi 2009). Oltre al rinolofo maggiore, per la grotta sono segnalati dagli anni '80 anche rinolofo minore (*R. hipposideros*) e rinolofo Eurìale (*R. euryale*), quest'ultimo in una colonia mista con rinolofo maggiore, sempre in periodo invernale (Bassi 2009). Di queste tre specie, dai dati raccolti con regolarità negli ultimi quattordici anni, è stato possibile confermare le presenze svernanti solo di *Rhinolophus ferrumequinum* e di *Rhinolophus hipposideros*. Per la prima specie è stata riconfermata la presenza di una significativa colonia (fig. 7) composta da un minimo di circa 100 esemplari (inverno 2010-2011) ad un massimo di 295 esemplari (inverno 2022-2023). Minore è invece è il numero di esemplari di rinolofo minore in letargo, presenti in tutti gli inverni monitorati, ma con numeri di esemplari generalmente ridotti: da 2 (inverno 2023-2024) a 16 (inverno 2015-2016). Durante la stagione favorevole, la grotta è invece frequentata anche dal *Rhinolophus euryale* e dal *Myotis crypticus* (ex *Myotis nattereri*), come registrato dagli ascolti effettuati con *bat detector* nel 2014 per il Progetto Life "*Gypsum*" (Grazioli, Peron 2015), oltre che da esemplari di *R. hipposideros* e *R. ferrumequinum*.

Il Buco del Noce, per la sua importanza come *roost* di svernamento, è tra le grotte del Parco della Vena del Gesso scelte nel Progetto Life "*Gypsum*" (progetto per la salvaguardia delle aree gessose della Regione Emilia-Romagna) per la realizzazione di un apposito cancello per la tutela dei pipistrelli. Il cancello, realizzato e posizionato nell'inverno 2012-2013 dal Gruppo Speleologico Faentino (GSFa), ha lo scopo di impedire ogni forma di disturbo antropico alla grotta, specialmente nel periodo del letargo invernale, momento del ciclo biologico dei pipistrelli particolarmente delicato (Thomas 1995).

Grotta Tanaccia (Comune di Brisighella - RA)

La Grotta Tanaccia è, assieme alla Grotta del Re Tiberio (a Borgo Rivola, nel Comune di Riolo Terme), una delle due grotte più conosciute della Vena, sia per

il suo valore storico e archeologico, sia perché è una delle pochissime grotte della Vena del Gesso romagnola visitabili dal pubblico. La grotta è nota anche agli speleologi e ai chirotterologi per le presenze storiche di pipistrelli al suo interno soprattutto durante il periodo invernale. Dai dati raccolti durante l'attività speleologica della prima metà degli anni '80 da Sandro Bassi e Ivano Fabbri, risulta infatti che nella Tanaccia erano segnalate le presenze di *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, con anche 200-250 esemplari, del meno comune e più mediterraneo *Rhinolophus euryale*, e soprattutto di *Miniopterus schreibersii*, presente con una colonia svernante di oltre 1000 esemplari (fig. 8) nell'ampio Salone di crollo della grotta (Bassi, Fabbri 1985, Bassi 2009). La colonia svernante di miniottero rappresentava al tempo una delle grandi colonie note per la specie in Romagna (Zangheri 1957, Gellini *et alii* 1992, Scaravelli *et alii* 2008, Bertozzi 2013). Di quelle specie, all'interno della Grotta Tanaccia è oggi possibile confermare con certezza la presenza di *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Rhinolophus euryale*, mentre il *Miniopterus schreibersii* non sembra più frequentare la grotta dalla fine degli anni '80. La colonia svernante è infatti stata osservata per l'ultima volta nell'inverno 1987-1988 (Ivano Fabbri, *in verbis*). I motivi della scomparsa della colonia di miniotteri non sono noti, si sa però che i lavori di scavo della galleria artificiale di ingresso alla grotta, realizzata per garantire un facile accesso all'ipogeo e da cui ancora oggi entrano i visitatori, furono eseguiti nel periodo invernale successivo (1988-1989) utilizzando esplosivo. È possibile perciò che l'attività, che sicuramente arrecò un certo disturbo in grotta, e realizzata in un periodo dell'anno particolarmente delicato per i pipistrelli, possa essere la causa, o una delle concause, dell'abbandono definitivo della Grotta da parte della colonia (Bertozzi 2015).

Nonostante l'assenza dei numerosi miniotteri, la Tanaccia assume anche ai giorni nostri un ruolo importante per i pipistrelli soprattutto durante il periodo invernale. Nei monitoraggi effettuati negli ultimi quattordici inverni, sono sempre stati osservati esemplari di rinolofo minore (*R. hipposideros*), con un numero massimo di 121 esemplari (inverno 2021-2022), ed esemplari di rinolofo maggiore (*R. ferrumequinum*), generalmente in minor numero, con un massimo di 42 individui (inverno 2010-2011). A queste presenze più consistenti si aggiunge, nella maggior parte degli inverni, quella del rinolofo Eurìale (*R. euryale*), sempre con pochissimi esemplari, con l'eccezione dell'inverno 2014-2015, nel quale sono stati osservati 13 esemplari. Durante il periodo estivo invece, percorrendo la grotta, è molto difficile scorgere pipistrelli. Ciò però non significa che la Tanaccia non venga frequentata e utilizzata anche nella stagione favorevole, ma solo che sono certamente inferiori le presenze di rinolofidi (rinolofo maggiore, rinolofo minore e rinolofo Eurìale), quelli cioè più facilmente visibili in grotta perché liberamente appesi alle pareti. Infatti, alcuni monitoraggi estivi con il *bat detector* davanti all'ingresso naturale della grotta, nell'ambito del Progetto Life "*Gypsum*" (negli anni 2011 e 2014), hanno evidenziato il passaggio di diversi esemplari appartenenti a tutte e tre le specie di rinolofidi (rinolofo maggiore, rinolofo minore e rinolofo Eurìale), ma anche di alcuni esemplari di altre specie di chirotteri (*Hypsugo savii*; *Pipistrellus kuhlii*; *Myotis myotis* o *Myotis blythii*, specie gemelle non distinguibili al *bat detector*; la coppia di specie *Eptesicus serotinus*/*Nyctalus leisleri*, anch'esso spesso non distinguibili al *bat detector*) (Grazioli, Peron 2015). Nonostante queste interessanti segnalazioni estive, rimane comunque il periodo invernale quello più significativo e delicato per la conservazione dei pipistrelli della Tanaccia. Proprio per limitare il possibile disturbo arrecato, la grotta non può essere visitata dai turisti nel periodo compreso fra l'inizio del mese di novembre e la fine del mese di marzo.

Abisso Vincenzo Ricciardi (Comune di Brisighella - RA)

La grotta è stata scoperta ed esplorata nell'autunno del 1992 (Bassi *et alii* 2010). Al suo interno, in quell'anno, sono state ritrovate ossa di pipistrelli, determinate da Dino Scaravelli quali resti di esemplari di tre specie di chirotteri: rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) e miniottero (*Miniopterus schreibersii*) (Bassi 2009). Oltre a questi dati da reperti ossei, la cui datazione non è nota (si sa solo che sono precedenti al 1993), non si hanno altre informazioni su presenze di pipistrelli nel sito fino ad un passato recente quando, l'Abisso Vincenzo Ricciardi, diventa nuovamente oggetto di assidua attività esplorativa da parte del GSFa (Gruppo Speleologico Faentino). Nel febbraio del 2015, proprio in occasione di un'uscita a scopo esplorativo della grotta, il GSFa segnala l'osservazione di numerosi pipistrelli in letargo all'interno della grotta. La segnalazione parla di 100-150 esemplari di rinolofidi (appartenenti al genere *Rhinolophus*) sparsi all'interno dell'ipogeo (Bertozzi 2019). Per evitare il disturbo agli esemplari in letargo, il gruppo speleologico interrompe l'attività esplorativa fino alla primavera, e, vista la stagione invernale ormai avanzata, si decide di svolgere un monitoraggio sulla reale presenza degli esemplari svernanti nel pieno del successivo inverno, nel mese di gennaio 2016. Durante la successiva stagione favorevole, non vengono invece segnalate presenze di pipistrelli all'interno dell'Abisso. Nel gennaio



Fig. 7 – Parte della colonia svernante di *Rhinolophus ferrumequinum* all'interno della grotta Buco del Noce (foto M. Bertozzi).



Fig. 8 – Parte della grande colonia svernante di miniottero (*Miniopterus schreibersii*) nella Tanaccia di Brisighella, anno 1987 (foto I. Fabbri).

del 2016 viene quindi svolto il primo controllo delle presenze di pipistrelli in grotta, controllo ripetuto anche nei mesi di gennaio di tutti i successivi anni. I dati più interessanti registrati riguardano il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), in letargo nel sito con un numero di esemplari molto variabile da anno ad anno, con un minimo di 41 (inverno 2023-2024) e un massimo di 314 (inverno 2020-2021).
Oltre al rinolofo minore, all'interno della grotta è stato osservato in svernamento anche il rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), in numero variabile fra 17 (inverno 2023-2024) e 52 esemplari (inverno 2020-2021). Sono inoltre da segnalare, per l'inverno 2015/2016, anche il vespertilio criptico (*Myotis crypticus*) (ex vespertilio di Natterer -*Myotis nattereri*-) (fig. 9) e la coppia di specie "gemelle" vespertilio maggiore/vespertilio di Blyth (*Myotis myotis/Myotis blythii*). In entrambi i casi è stato osservato un solo esemplare, ma trattandosi di specie che spesso si rifugiano all'interno di fessure della roccia, risultando quindi difficilmente visibili, è molto probabile che la loro presenza sia fortemente sottostimata.
Rispetto ai dati emersi dalla determinazione dei reperti ossei rinvenuti all'inizio degli anni '90, non è stata riconfermata la presenza del miniottero (*Miniopterus schreibersii*). Il dato però non stupisce particolarmente, perché la grotta attualmente non sembra particolarmente adatta alla frequentazione da parte della specie, per la presenza di un accesso all'ipogeo stretto e contorto, non adatto al tipo di volo rapido e rettilineo della specie (Lanza 2012, p.612). L'attuale ingresso è quanto rimane di un accesso probabilmente molto più grande, dopo imponenti fenomeni di crollo (Bassi *et alii* 2010). E' quindi possibile che la presenza della specie all'interno dell'Abisso Ricciardi possa risalire ad un periodo in cui l'accesso alla grotta era diverso dall'attuale, o in cui c'erano altri ingressi oggi non più presenti o non noti.

Complesso carsico Rio Stella-Rio Basino (Comune di Riolo Terme - RA)
Gli unici dati storici sui pipistrelli presenti nel sistema carsico Rio Stella-Basino si riferiscono a osservazioni effettuate nei primi anni '80 (1983-1985) (in periodo autunnale o inizio invernale) delle specie: rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*) e vespertilio maggiore/vespertilio di Blyth (*Myotis myotis/Myotis blythii*). Di queste specie, solo il rinolofo maggiore viene segnalato con un numero ragguardevole di esemplari, fino a 500 unità in attività di svernamento (Bassi & Fabbri 1985, Bassi 2009). Per avere dati più aggiornati sui pipistrelli del complesso carsico, devono passare oltre vent'anni, quando viene intrapreso uno studio multidisciplinare nel sito, coordinato dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, per la realizzazione del volume "Il progetto Stella-Basino". Il monitoraggio alla chirotterofauna, che inizia nell'estate 2008 e si protrae fino all'inizio del 2010, conferma la presenza nel periodo invernale delle stesse specie osservate negli anni '80, con numeri di esemplari estremamente interessanti per le tre specie di rinolofidi in svernamento: fino a 75 *R. hipposideros*, oltre 500 *R. ferrumequinum* e circa 1000 *R. euryale* (fig. 10) (Bertozzi 2010). Il dato di *R. euryale* si dimostra il valore più alto per la specie noto per l'Emilia-Romagna.
Purtroppo questi dati non sono stati riconfermati nei successivi anni per l'impossibilità di effettuare un controllo completo al sistema carsico, prima per il grande rischio dipendente dalla forte instabilità dell'ipogeo e poi, a partire dal 2013, per un crollo nel tratto della risorgente del Rio Basino, che ne ha bloccato totalmente il passaggio alle persone dopo poche centinaia di metri dall'ingresso. In particolare, non è più stata confermata la presenza della colonia riproduttiva di circa 1000 *R. euryale* perché, a differenza degli esemplari delle altre due specie di *Rhinolophus*, distribuiti su gran parte del complesso carsico, tutti gli esemplari svernanti di rinolofo Eurìale erano concentrati in un unico punto della grotta, attualmente non più raggiungibile.
I monitoraggi successivi all'anno 2010, effettuati anche con la tecnica del *bat-detectoring* per l'identificazione delle specie in uscita (o in ingresso) dall'ipogeo durante la stagione favorevole, hanno permesso di rilevare ulteriori due specie frequentanti l'ipogeo: il vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*) e il vespertilio criptico (*Myotis crypticus*, ex *Myotis nattereri*), oltre che la conferma di tutte le specie già note (Bertozzi 2019).
I dati di presenza più recenti, quelli degli ultimi tre anni (fino all'inverno 2023-2024), mostrano un sito utilizzato dai pipistrelli soprattutto per il letargo e in particolare da *Rhinolophus hipposideros*, con un numero di esemplari svernanti compreso fra 95 e 113 (inverno 2022-2023), e da *Rhinolophus ferrumequinum*, presente negli ultimi tre inverni con un numero di esemplari variabili fra 157 e 200 (inverno 2023-2024).

Gallerie della cava di Monte Tondo (Comune di Riolo Terme - RA)
La presenza nel territorio di una cava industriale di gesso ha assunto negli ultimi 60 anni, cioè dal momento dalla sua apertura col nome di cava ANIC sul finire degli anni '50, un ruolo di grande impatto sugli ecosistemi ipogei e di superficie dell'intera area dei



Fig. 9 – Esemplare di vespertilio criptico (*Myotis crypticus*) (foto F. Grazioli).



Fig. 10 – Colonia svernante di *R. euryale* nel complesso carsico Rio Stella-Rio Basino, inverno 2008-2009 (foto M. Bertozzi).

gessi di Monte Tondo. Anche i pipistrelli, per quel che ci è dato sapere, ne sono stati grandemente influenzati. In particolare, l'enorme sviluppo dello scavo in galleria, operato tra gli anni '60 e '70 e poi abbandonato successivamente per lo scavo "a cielo aperto", ha portato all'intercettazione e alla conseguente modifica del sistema carsico del sottosuolo di Monte Tondo. Non è purtroppo possibile conoscere con esattezza come questa attività antropica abbia realmente influito sulla chirotterofauna del territorio, vista la mancanza di significativi dati pregressi e la concomitante variazione di vari fattori ambientali negli ultimi decenni. L'unico dato che però appare certo è che la presenza di enormi gallerie sotterranee, sviluppate su più livelli, ha creato nuovi spazi che i pipistrelli hanno colonizzato in maniera più che consistente.

Nell'area di Monte Tondo, l'abbondante presenza di pipistrelli è nota ben prima della presenza delle gallerie della cava e si riferisce alla Grotta del Re Tiberio. Nella grotta è storicamente nota la presenza di grande quantità di guano, testimonianza della presenza fino al secolo scorso di grandi colonie di chirotteri (Bertozzi 2013), oggi non più presenti nell'ipogeo. Tuttavia l'attuale presenza di una grande colonia riproduttiva formata da miniotteri e, in misura minore, da vespertilio maggiore e vespertilio di Blyth nelle gallerie abbandonate della cava, già nota alla fine degli scorsi anni '90 (Scaravelli *et alii* 2001), fa supporre che almeno parte di quegli effettivi abbiano trovato nelle gallerie una nuova collocazione. Gli ambienti sotterranei di cava sono in stretta comunicazione con la Grotta del Re Tiberio, oltre che con altre grotte del sistema carsico di Monte Tondo, e questo fa sì che la chirotterofauna del sito possa utilizzare entrambi i sistemi a seconda del periodo e, in parte, della "convenienza".

Le gallerie della cava rappresentano un sito di fondale importanza per la conservazione dei chirotteri non solo in ambito locale, ma a livello regionale ed anche nazionale. Infatti, il luogo è un *roost* per migliaia di esemplari presenti sia durante la stagione favorevole, sia durante la stagione fredda.

Il primo dato da segnalare è la presenza di colonia riproduttiva di rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*). La *nursery*, osservata per la prima volta nell'estate del 2015 (Bertozzi 2016b) è attualmente composta da circa 400 esemplari (fig.11). Si tratta dell'unica colonia riproduttiva di rinolofo Eurìale al momento nota per il Parco della Vena del Gesso romagnola, e potrebbe essersi formata da esemplari provenienti da altre due *nursery* attualmente non più presenti: una, con circa 100 individui, nota fino all'estate 2012 nella vicina Grotta del Re Tiberio (Bertozzi 2013, p.353) e un'altra, con almeno 300 esemplari, presente nella Grotta



Fig. 11 – Parte della colonia riproduttiva di rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*) all'interno delle gallerie della cava di Monte Tondo (foto M. Bertozzi).

della Lucerna (nel Comune di Brisighella) (Bertozzi 2019, p.466) e scomparsa dall'ipogeo a partire dall'estate 2020.
Dato ancora di maggior rilievo è quello riferito alla presenza nelle gallerie di cava di una grande colonia riproduttiva (fig. 12), stimabile in circa 3000-4000 individui adulti, formata da tre diverse specie: miniottero (*Miniopterus schreibersii*), a cui appartengono la maggior parte degli esemplari, vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*). L'associazione fra queste tre specie è abbastanza comune nel periodo riproduttivo ed era nota in regione, per esempio, anche per la più conosciuta colonia della Grotta di Onferno, nel Riminese (Scaravelli *et alii* 2008). Oltre alla colonia riproduttiva, negli ultimi anni, è stato osservato anche un altro gruppo di *M. schreibersii*, separato dalla *nursery* e stimabile in almeno 3000 esemplari adulti. Il totale delle presenze di *Miniopterus schreibersii* supera quindi, nel periodo estivo, i 6000 individui.
Durante i mesi più freddi, le gallerie diventano poi luogo di letargo per numerosissimi esemplari di miniottero (*Miniopterus schreibersii*), che si concentrano principalmente in uno o in due grandi gruppi in cui gli esemplari sono talmente serrati gli uni agli altri da renderne difficile l'esatta determinazione del numero. La stima del numero di esemplari di miniottero in letargo è cresciuta negli ultimi anni, passando da un valore di circa 8000-9000 esemplari fino al 2012 (Bertozzi 2013, p.355), a valori che si aggirano sui 16000 esemplari (fig. 13) a partire dal dato registrato nell'inverno 2013-2014 (Bertozzi 2019, p.469), confermato anche dai monitoraggi degli ultimi due inverni. Si tratta certamente della più importante colonia della specie in Regione e di una delle più rilevanti anche a livello nazionale. Il miniottero però non è l'unica specie a formare colonie svernanti in cava. Anche il rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) è presente con un numero di pipistrelli in crescita nell'ultimo decennio, con valori che, negli ultimi inverni, hanno superato i 1500 esemplari, la maggior parte dei quali (circa 1300) aggregati in uno o due gruppi (fig. 14) e i restanti distribuiti, come singoli esemplari, in gran parte delle gallerie della cava. Anche in questo caso, si tratta del sito di maggior importanza regionale per lo svernamento della specie.
Alle specie citate, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis myotis*, *Myotis blythii* e *Miniopterus schreibersii*, vanno poi ad aggiungersi anche il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), presente nelle gallerie di cava durante tutto l'anno, in particolar modo nel periodo invernale con circa un centinaio di esemplari, e



Fig. 12 – Parte della colonia riproduttiva di *M. schreibersii*, *M. myotis* e *M. blythii* all'interno delle gallerie della cava di Monte Tondo (foto M. Bertozzi).



Fig. 13 – Parte della colonia svernante di quasi 16000 *Miniopterus schreibersii* all'interno delle gallerie della cava di Monte Tondo (foto M. Bertozzi).



Fig. 14 – Colonia svernante di oltre 1300 *Rhinolophus ferrumequinum* all'interno delle gallerie della cava di Monte Tondo (foto M. Bertozzi).

il serotino comune (*Eptesicus serotinus*), quest'ultimo sempre con pochi esemplari osservati.

Complesso carsico di Ca' Siepe (Comune di Riolo Terme - RA)

Dell'esteso complesso carsico di Ca' Siepe, la parte particolarmente interessata alla presenza dei pipistrelli è quella nominata "attraversata di Ca' Siepe" e cioè il tratto del complesso compreso fra l'ingresso "storico" dell'Inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe e l'ingresso della stessa cavità presso Ca' Calvana. Il sito, monitorato con regolarità a partire dall'inverno 2010-2011, a partire dal Progetto Life "*Gypsum*", appare come un ipogeo di grande importanza soprattutto per lo svernamento dei chirotteri, ospitando nel periodo invernale alcune centinaia di esemplari. Le specie osservate in svernamento sono sei: *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus euryale*, *Myotis daubentonii*, *Myotis emarginatus* e *Miniopterus schreibersii* (Bertozzi 2022). Di queste sei specie, quattro sono presenze solo occasionali, osservate cioè raramente, in un solo inverno o poco più, e con uno o due esemplari al massimo. Sono questi i casi di: rinolofo Eurìale (*R. euryale*), vespertilio di Daubentòn (*M. daubentonii*), vespertilio smarginato (*M. emarginatus*) e miniottero (*M. schreibersii*). Diversi sono invece i dati per le altre due specie, rinolofo minore (*R. hipposideros*) e rinolofo maggiore (*R. ferrumequinum*), presenti nel sito in tutti i monitoraggi invernali effettuati, ma con un numero di esemplari nettamente diverso tra le due specie. Infatti, se il rinolofo maggiore (*R. ferrumequinum*) è presente con un numero medio di esemplari che in inverno si aggira sui 10 esemplari (numero minimo 4, inverno 2020/2021, numero massimo 20, inverno 2013/2014), il rinolofo minore (*R. hipposideros*) è decisamente più abbondante, con un valore medio di svernanti di circa 280 esemplari, con valori massimi che per ben sei degli ultimi otto inverni hanno superato i 300 effettivi. Gli esemplari di rinolofo minore in svernamento non si trovano mai aggregati in gruppo, sono sempre isolati e distribuiti su gran parte del percorso di attraversamento tra i due ingressi della "attraversata", appesi anche in punti stretti della grotta e quindi particolarmente esposti al rischio di essere urtati in caso di passaggio di speleologi nel sito.

Il numero di esemplari di *Rhinolophus hipposideros* è tale da rendere l'ipogeo il *roost* svernante di rinolofo minore più importante dell'intera Vena del Gesso Romagnola (Bertozzi 2019).

Il sito sembra essere frequentato anche durante la stagione favorevole, come è stato verificato dai monitoraggi svolti durante il Progetto Life "*Gypsum*" con la tecnica dell'ascolto attraverso *bat detector* degli esemplari in ingresso e in uscita dall'ipogeo. L'attività di *bat-detectoring* ha registrato il passaggio di esemplari delle tre specie del Genere *Rhinolophus*, già segnalate nei rilievi invernali, oltre ad alcuni esemplari appartenenti al Genere *Myotis*, la cui determinazione specifica non è stata possibile sulla base delle sole emissioni ultrasonore. Questa indagine evidenzia come il complesso carsico sia frequentato dai pipistrelli anche nel periodo estivo, nonostante durante tutta la stagione favorevole, percorrendo l'ipogeo non si osservino generalmente esemplari in riposo. Inoltre, i monitoraggi svolti durante il Progetto Life "*Gypsum*", ipotizzano che l'ipogeo sia utilizzato dai chirotteri anche come sito di *swarming*, visto il significativo numero di passaggi di esemplari in entrata e uscita dagli ingressi nel periodo tardo estivo e autunnale (Peron *et alii* 2015). Lo *swarming* è un fenomeno descrivibile come momento di aggregazione e socializzazione intraspecifica finalizzata probabilmente all'accoppiamento e tipico del periodo autunnale.

Gallerie dell'ex cava SPES (Comune di Borgo Tossignano - BO)

Le gallerie dell'ex cava SPES, nel territorio del Comune di Borgo Tossignano, sono un ampio e articolato sistema ipogeo artificiale della Vena del Gesso romagnola, secondo per estensione solo al sistema di gallerie della cava di Monte Tondo (località Borgo Rivola, nel Comune di Riolo Terme). L'attività estrattiva è stata interrotta negli anni '80 e i suoi quattro grandi accessi alle gallerie sono stati chiusi in quegli anni con cancelli a rete metallica, non adatti al passaggio in volo dei pipistrelli (fig. 15). In anni successivi, approfittando dello stato di abbandono del sito, sono stati creati abusivamente, da parte di occasionali curiosi, dei varchi nei cancelli, tagliando parte della rete metallica per accedere alle gallerie. Alcuni di questi varchi hanno probabilmente parzialmente agevolato il passaggio in volo dei chirotteri, ma, in generale, quel tipo di chiusura ha certamente limitato per anni la possibilità di utilizzare il sistema di gallerie da parte della chirotterofauna del territorio. Il sito, vista la sua grande potenzialità quale *roost* ipogeo per i chirotteri, è stato poi individuato come uno dei siti del Progetto Life "*Gypsum*" sui quali intervenire per favorire la presenza e la conservazione dei chirotteri. L'intervento realizzato con il Progetto è stato quello di sostituzione delle cancellate di accesso alle gallerie con strutture più idonee al passaggio dei chirotteri in volo (fig. 16). Queste strutture presentano aree ampie e lineari, libere da ostacoli, quindi adatte al passaggio di tutte le specie di pipistrelli, anche quelle con volo più rapido, che mal si adattano agli accessi stretti e/o particolarmente contorti, come nel caso di *Miniopterus schrei-*



Fig. 15 – Vecchia cancellata di chiusura delle gallerie dell'ex cava SPES (foto M. Bertozzi).



Fig. 16 – Nuova struttura di chiusura delle gallerie dell'ex cava SPES, realizzata con il Progetto Life "*Gypsum*" (foto M. Bertozzi).

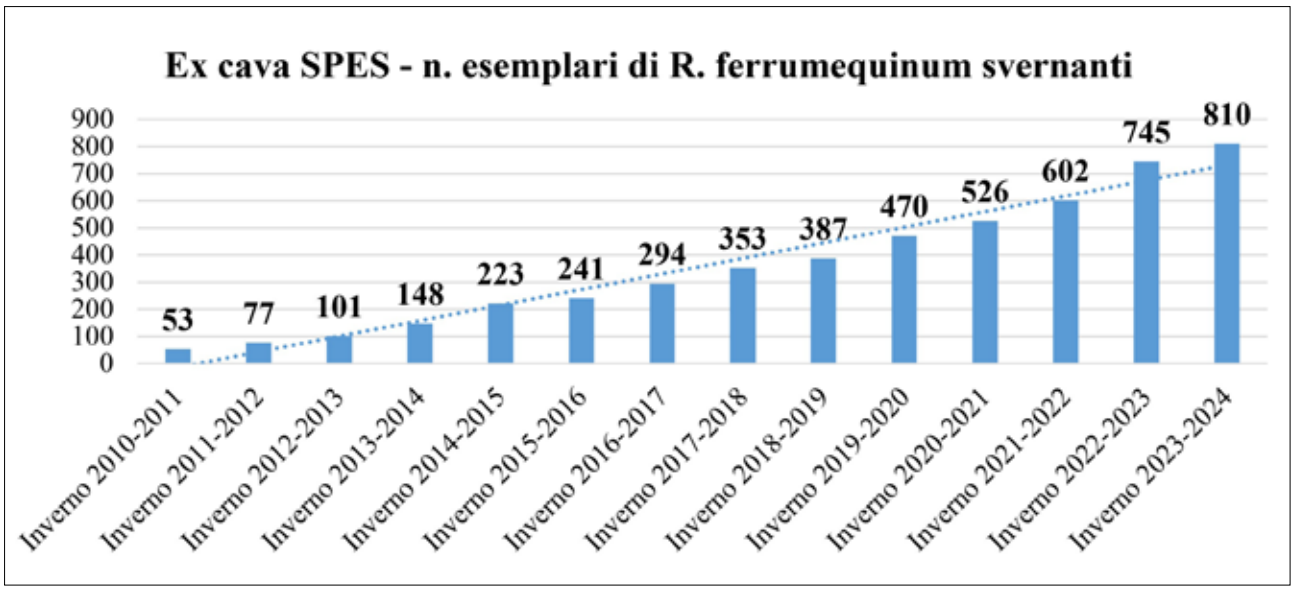


Fig. 17 – Dati di presenza del *Rhinolophus ferrumequinum* in svernamento nelle gallerie dell'ex cava SPES.

bersii, caratterizzato da un volo veloce e spesso poco manovriero (Lanza 2012, p. 612). L'intervento di sostituzione dei cancelli è stato realizzato in tempi rapidi, durante l'inverno 2012/2013 (Peron *et alii* 2015).
Internamente, il sito si è sempre dimostrato particolarmente idoneo ad ospitare chirotteri, perché in grado di offrire varie possibilità di rifugio, presentando: abbondanza di spazio a disposizione, visto il grande sviluppo del sistema di gallerie (Piastra 2022); presenza di gallerie a varie quote con diverse condizioni di temperatura e umidità; presenza di numerosi fori di mina (stretti e profondi), comuni in tutte le ex cave e particolarmente adatti al rifugio delle specie considerate fessuricole; totale assenza di attività antropica nel sito e quindi assenza di un potenziale grande disturbo.
Il sito è monitorato con regolarità a partire dal 2010, soprattutto all'interno delle gallerie con controlli diurni a vista e a distanza, senza cioè catturare e maneggiare esemplari. Negli anni del Progetto Life "*Gypsum*", tra il 2010 e il 2014, sono state realizzate anche alcune attività di ascolto con *bat detector* degli esemplari in uscita dell'ipogeo, per contattare eventuali specie non facilmente visibili nelle ispezioni diurne, perché nascoste all'interno di fessure nella roccia.
Le specie individuate con certezza nel sito sono sette: rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*), rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), vespertilio criptico (*Myotis crypticus*), pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), serotino comune (*Eptesicus serotinus*) e miniottero (*Miniopterus schreibersii*). A questi si aggiungono la coppia di specie "gemelle" *Myotis myotis*/*Myotis blythii*, molti simili nell'aspetto e non determinabili a distanza o tramite *bat detector*, oltre ad un rappresentante del Genere *Plecotus*, frutto dell'osservazione di un esemplare di orecchione (*Plecotus* sp.) all'interno delle gallerie, la cui determinazione specifica è anch'essa purtroppo impossibile a distanza.
Di queste specie, solo tre, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros* e *E. serotinus*, erano già segnalate in bibliografia per il sito (Bassi 2009), tutte le altre sono il risultato delle indagini svolte a partire dal 2010. Fra le specie segnalate, l'unica contattata esclusivamente con l'utilizzo del *bat detector*, e quindi non osservata direttamente, è il pipistrello nano (*P. pipistrellus*).
Il periodo dell'anno di maggior presenza di pipistrelli nel sito è certamente quello invernale, che è stato monitorato con attenzione in ognuno degli ultimi quattordici anni. La specie svernante più abbondante è certamente il rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), presente ogni inverno e con numeri in crescita di anno in anno, fino ad arrivare a 810 esemplari osservati nell'inverno 2023-2024. La crescita numerica, rappresentata visivamente nella fig. 17, è certamente significativa ed è stata molto probabilmente influenzata positivamente dall'intervento realizzato con il Progetto Life "*Gypsum*" nell'inverno 2012/2013.
Gli esemplari svernanti di *R. ferrumequinum* si distribuiscono in buona parte del sistema di gallerie, evitando però le gallerie a quote maggiori, decisamente più calde. Nelle gallerie più fredde, quelle a quote inferiori, molti esemplari della specie si riuniscono in un grande gruppo che, nell'inverno 2023/2024, era formato da ben 673 individui (fig. 18). Il numero di esemplari di *Rhinolophus ferrumequinum* in letargo

è tale da rendere attualmente il sito, il secondo più importante *roost* svernante di rinolofo maggiore conosciuto per l'intera Vena del Gesso romagnola, preceduto solo dal sistema di gallerie della cava di Monte Tondo, con oltre 1500 esemplari della specie (vedi *infra*, *Gallerie della cava di Monte Tondo*).
Oltre al rinolofo maggiore, è stato osservato ogni inverno anche il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), ma con un numero di esemplari mai superiore alle 16 unità. Inoltre sono stati rilevati in svernamento anche: rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*), serotino comune (*Eptesicus serotinus*), miniottero (*Miniopterus schreibersii*) e la coppia di specie vespertilio maggiore/vespertilio di Blyth (*Myotis myotis*/*Myotis blythii*). Queste ultime specie citate sono state osservate solo occasionalmente durante i monitoraggi invernali, ad eccezione del serotino comune, presente nella maggior parte degli inverni, ma sempre con un numero limitato di esemplari.
Le gallerie dell'ex cava sono utilizzate come *roost* dai chirotteri anche nella stagione favorevole. A differenza però di quanto avviene durante l'inverno, nel periodo estivo i pipistrelli si concentro quasi esclusivamente nelle gallerie più calde, cioè quelle a quota maggiore, lasciando quasi completamente deserte le gallerie più fredde. Le specie osservate in estate, in rifugio all'interno delle gallerie, sono: rinolofo Eurìale (*Rhinolophus euryale*), rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), vespertilio criptico (*Myotis crypticus*), serotino comune (*Eptesicus serotinus*), miniottero (*Miniopterus schreibersii*) e la coppia di specie "gemelle" vespertilio maggiore/vespertilio di Blyth (*Myotis myotis*/*Myotis blythii*). Di queste, solo *R. ferrumequinum* e *M. Myotis/M. blythii* sono state osservate ad ogni monitoraggio estivo effettuato.
Il *Rhinolophus ferrumequinum*, è presente nel sito con una colonia riproduttiva formata da circa cento esemplari. Il rilevamento della colonia riproduttiva è stato effettuato per la prima volta nell'estate 2022 (Bertozzi 2022, pag. 370) e confermato nell'estate 2023, con l'osservazione all'interno del gruppo di rinolofi maggiori di molti giovani esemplari nati nell'estate e di femmine con il cucciolo addosso, chiari segnali della presenza di una *nursery* della specie. Si tratta della seconda colonia riproduttiva di *R. ferrumequinum* nota per la Vena del Gesso romagnola, dopo quella scoperta nel 2013 all'interno di un edificio, nel territorio del Comune di Borgo Tossignano (Bertozzi 2016b, pag. 40).
Un'altra presenza estiva particolarmente interessante, all'interno delle gallerie dell'ex cava, è quella del ve-



Fig. 18 – Colonia svernante di 673 *Rhinolophus ferrumequinum* all'interno delle gallerie dell'ex cava SPES (foto M. Bertozzi).



Fig. 19 – Colonia riproduttiva di vespertilio criptico (*Myotis crypticus*) all'interno delle gallerie dell'ex cava SPES (foto M. Bertozzi).

spertilio criptico (*Myotis crypticus*). Nell'estate 2015, un piccolo gruppo di circa una ventina di esemplari di "piccoli" *Myotis* è stato osservato all'interno di una cavità localizzata nella volta di una galleria. Vista la somiglianza fra varie specie del Genere *Myotis*, l'osservazione, svolta a distanza e con l'ausilio di binocolo, ha permesso solo di ipotizzare che si trattasse di esemplari di *M. crypticus* (definito al tempo *M. nattereri*) (Peron *et alii* 2015, pag. 151). L'osservazione si è ripetuta anche nell'estate 2016 e in estati successive, compresa l'ultima estate monitorata, quella 2023. In tutti i casi sono stati osservati circa 30-40 esemplari, aggregati in uno o due gruppetti (fig. 19). La conferma che si trattasse di *M. crypticus*, e in particolare di una colonia riproduttiva di questa specie, è arrivata però solo grazie al ritrovamento, a terra, in corrispondenza del punto delle gallerie utilizzato dal gruppo di "piccoli" *Myotis*, di alcuni esemplari morti (giovani e cuccioli) di *M. crypticus*, a partire dall'estate 2017 (Bertozzi 2022, pag. 372).

La specie *Myotis crypticus* era nota fino a qualche anno fa con il nome di vespertilio di Natterer (*Myotis nattereri*), ma studi genetici dell'ultimo decennio hanno in realtà ridefinito la tassonomia del *Myotis nattereri* indicando che gli esemplari presenti in parte della penisola iberica, nella Francia meridionale, in tutta la penisola italiana e probabilmente nel sud-ovest dell'Austria, appartengano a una specie differente dal *Myotis nattereri* distribuito nel resto del continente europeo (Salicini *et alii* 2011; Salicini *et alii* 2013). In anni recenti, è stato dato il nome di *Myotis crypticus* a questa nuova specie (Juste *et alii* 2018), pertanto tutti i dati del territorio riferiti in passato a *M. nattereri* devono oggi essere attribuiti a *M. crypticus*.

Bibliografia

Aa.Vv. 1997, *Riserva Naturale Orientata Onferno*, Regione Emilia-Romagna, Giunti Gruppo Editoriale Firenze

S. Bassi 2009. *Chirotteri troglofili dell'Appennino Romagnolo – dati e osservazioni a seguito di un censimento ultradecennale (*Mammalia Chiroptera*)*, "Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna" 29, pp. 57-74.

S. Bassi, I. Fabbri 1985, *Dati preliminari del primo censimento dei Chirotteri delle grotte romagnole,* in

Atti Incontro Nazionale di Biospeleologia, Città di Castello, pp. 153-164.

S. Bassi, R. Evilio, M. Sordi 2010, *Le altre grotte… Abisso Vincenzo Ricciardi*, in P. Forti, P. Lucci (a cura di), *Il Progetto Stella-Basino, Studio multidisciplinare di un sistema carsico nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIII), Bologna, pp. 59-62.

M. Bertozzi 2010. *I pipistrelli dell'area carsica del Rio Stella-Rio Basino*, in P. Forti, P. Lucci (a cura di), *Il Progetto Stella-Basino, Studio multidisciplinare di un sistema carsico nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIII), Bologna, pp. 231-239.

M. Bertozzi 2013, *Pipistrelli dei gessi di Monte Tondo.* In: M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I gessi e la Cava di Monte Tondo, Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XXVI – 2013, pp. 347-360.

M. Bertozzi 2015, *Pipistrelli dei gessi di Brisighella e Rontana.* In: P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Brisighella e Rontana, Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XXVIII – 2015, pp. 441-458.

M. Bertozzi 2016a, *Pipistrelli dei gessi e Solfi della Romagna orientale.* In: M. L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *gessi e Solfi della Romagna orientale*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XXXI – 2016, pp. 253-266.

M. Bertozzi 2016b, *Studiare i pipistrelli del Parco: conoscerli per proteggerli al meglio*, La Rivista del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola, n. 1 – 2016, pp. 36-41.

M. Bertozzi 2019, *Pipistrelli dei gessi di Monte Mauro.* In: M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Monte Mauro, Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XXXIV – 2019, pp. 459-475.

M. Bertozzi 2022, *Pipistrelli (*Chiroptera*) dei gessi tra Senio e Sellustra.* In: P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Tossignano, Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XL – 2022, pp. 361-376.

M. Bertozzi, M. Costa, A. Noferini 2015, *I Mammiferi e gli Uccelli della Vena del Gesso Romagnola*, Quaderni del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola 3, Longo Editore Ravenna.

M. Bertozzi, D. Scaravelli 2003, *Fenologia dei Chirotteri nella grotta di Onferno*, In: C. Prigioni, A. Meriggi, E. Merli (a cura di), *Atti del IV Congresso Italiano di Teriologia*, Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, Suppl. Vol. 14 (1-2), p. 149.

D. Bianco, T. Mondini 2006, *I pipistrelli in Emilia-Romagna.* In: D. Demaria, D. Bianco, P. Grimandi, F. Orsoni, G. Rivalta (a cura di), *Sottoterra*, Rivista di Speleologia del Gruppo Speleologico Bolognese e dell'Unione Speleologica Bolognese, Anno XLV n° 122, pp. 18-77.

M. Costa 2010, *Fauna vertebrata*. In: E. Valbonesi, M. Palazzini, M. V. Biondi (a cura di), *Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola*, Regione Emilia-Romagna, Edizioni Diabasis Reggio Emilia, pp.107-124.

J. De Waele, P. Forti, A. Rossi 2011, *Il carsismo nelle Evaporiti dell'Emilia-Romagna*, in P. Lucci, A. Rossi (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, (Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli), Bologna, pp. 25-59.

S. Gellini, L. Casini, C. Matteucci (a cura di) 1992, *Atlante dei Mammiferi della Provincia di Forlì,* Provincia di Forlì, ST.E.R.N.A. e Museo Ornitologico F. Foschi, Maggioli Editore Rimini (RN).

F. Grazioli, A. Peron 2015, *L'Azione A2 del Progetto Life+ "Gypsum" nelle grotte dei gessi di Brisighella e Rontana. I Chirotteri*. In: P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Brisighella e Rontana, Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XXVIII – 2015, pp. 459-472.

J. Juste, M. Ruedi, S.J. Puechmaille, I. Salicini, C. Ibañez, 2018, *Two New Cryptic Bat Species within the* Myotis nattereri *Species Complex (*Vespertilionidae*,* Chiroptera*) from the Western Palaearctic*, Acta Chiropterologica, 20(2), pp. 285-300.

B. Lanza 2012. *Fauna d'Italia, Mammalia V, Chiroptera*. Edizioni Calderini de Il Sole 24 ORE S.p.A.

A. Peron, A. Ruggieri, F. Grazioli, T. Mondini, F. Suppini, 2015, *Progetto LIFE+ 08 NAT/IT/000369 "Gypsum" - Azione A.2 monitoraggio ex ante ed ex post delle colonie di Chirotteri. Relazione ex post del monitoraggio delle colonie di Chirotteri*.

S. Piastra 2022, *Cave e fornaci da gesso a Tossignano e Borgo Tossignano (XIX-XX secolo).* In: P. Lucci,

S. Piastra (a cura di), *I gessi di Tossignano, Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XL – 2022, pp. 397-426.

D. Russo 2013. *La vita segreta dei pipistrelli, mito e storia naturale*. Lit Edizioni s.r.l.

I. Salicini, C. Ibañez, J. Juste 2011, *Multilocus phylogeny and species delimitation within the Natterer's bat species complex in the Western Palearctic*, Molecular Phylogenetic and Evolution, 61, pp. 888–898.

I. Salicini, C. Ibañez, J. Juste 2013, *Deep differentiation between and within Mediterranean glacial refugia in a flying mammal, the* Myotis nattereri *bat complex*, Journal of Biogeography, 40, pp. 1182–1193.

D. Scaravelli 2001, *Museo naturalistico della Riserva Naturale Orientata di Onferno*, Provincia di Rimini, Rimini.

D. Scaravelli, S. Gellini, L. Cicognani, C. Matteucci (a cura di) 2001, *Atlante dei Mammiferi della Provincia di Ravenna*, (Amm. Prov. Ravenna e ST.E.R.N.A.), Brisighella.

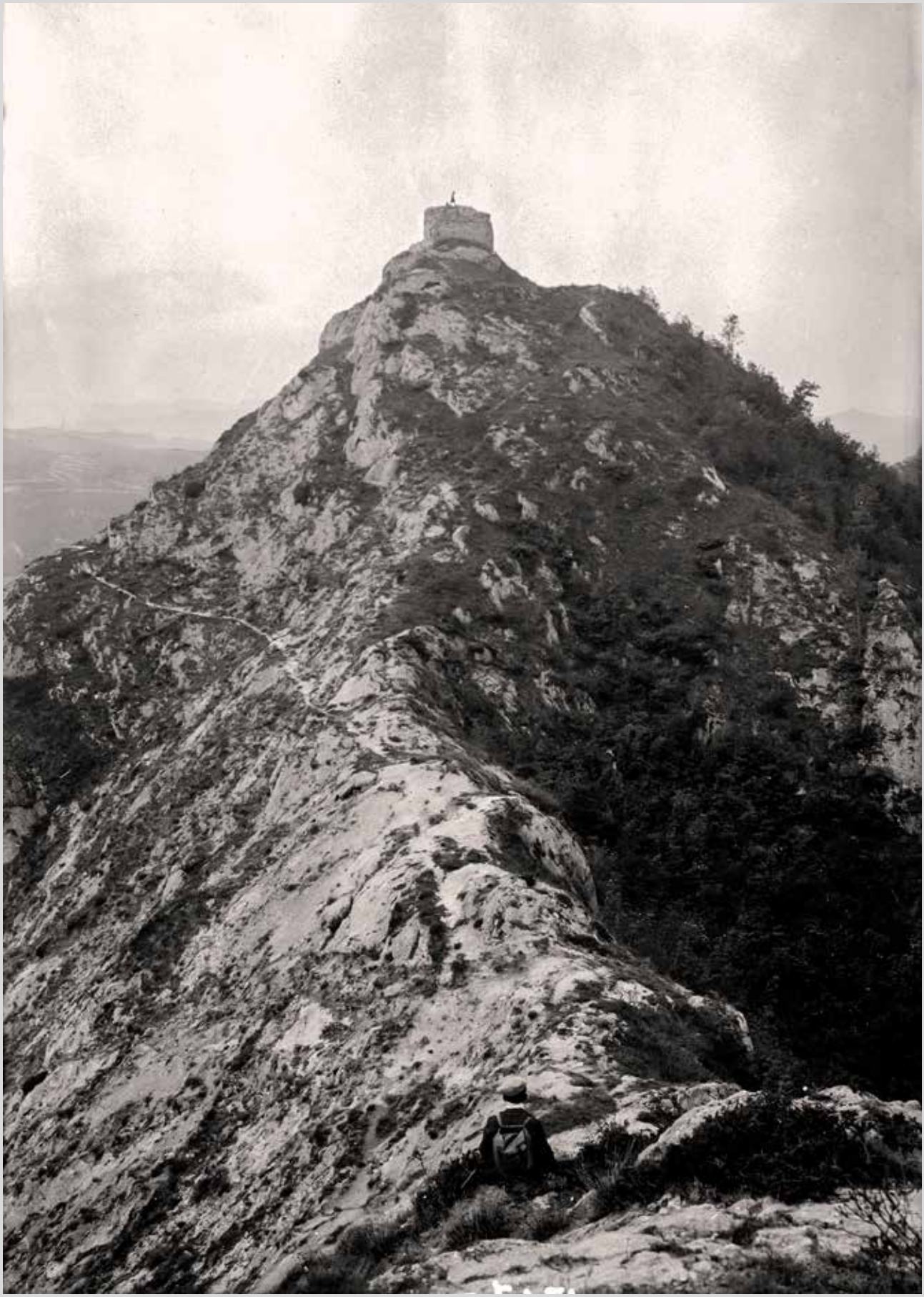
D. Scaravelli, A. Palladini, M. Bertozzi 2008, *I Mammiferi*, in L. Casini, S. Gellini (a cura di), *Atlante dei Vertebrati tetrapodi della Provincia di Rimini*, (Provincia di Rimini), Rimini, pp. 362-487.

D. Scaravelli, A. Suzzi Valli, S. Casali, G. Busignani, P. Priori, D. Lanci 2015, *Mammiferi della Repubblica di San Marino*, Centro Naturalistico Sammarinese, Borgo Maggiore – Repubblica di San Marino.

D. W. Tomas 1995, *Hibernating bats are sensitive to nontactile disturbante*, J. Mammal., 76, pp. 940-996.

P. Zangheri 1957, *Fauna di Romagna. Mammiferi*, "Bollettino di Zoologia" 24, pp. 17-38.

II
Umanità e ambiente



Il mastio del castello di Monte Mauro visto da est, oggi completamente distrutto (Archivio Fotografico della Romagna di Pietro Zangheri – Patrimonio pubblico della Provincia di Forlì-Cesena, in gestione al Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna. Fotografia ZAN252, databile al 1934).

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

La presenza umana nei gessi emiliano-romagnoli. L'età pre e protostorica

Monica Miari[1]

Riassunto
Il presente contributo intende proporre un quadro di sintesi dello stato delle ricerche sulla frequentazione di età pre e protostorica nelle cavità evaporitiche dell'Emilia Romagna, dal V millennio a.C. alle soglie della romanità. Il testo si concentra in particolare sul mutare di destinazione d'uso delle principali grotte nelle differenti epoche, passando dagli aspetti funerari a quelli insediativi fino a quelli cultuali: utilizzate come luoghi di sepoltura dalla fine del Neolitico alla prima età del bronzo, frequentate come ripari da piccole comunità di pastori, con le più antiche testimonianze di sfruttamento del gesso come materia prima, diventarono infine, nell'età del Ferro, santuari naturali collegati alle acque sacre. Se pur focalizzato sui contesti ipogei, il contributo evidenzia anche il ruolo rivestito dal rapporto con il territorio circostante e rimarca l'esistenza di una fitta rete di contatti e influenze che travalica i confini geografici considerati in questa sede. Un fenomeno articolato e complesso, quindi, quello della frequentazione delle cavità naturali in età e protostorica, da cui si evidenzia l'importanza del patrimonio archeologico e antropologico della regione, la cui ricchezza ha portato a nuove revisioni e ricerche specifiche, stimolate anche dal riconoscimento UNESCO.

Parole chiave: Grotte evaporitiche, Emilia-Romagna, patrimonio archeologico e antropologico, Neolitico, Eneolitico, età del Bronzo, età del Ferro, pratiche funerarie, ripari stagionali, culto delle acque.

Abstract
This contribution aims to provide a synthesis of the state of research on frequentation in the evaporitic caves of Emilia Romagna, in the pre- and protohistoric age, from the 5th millennium B.C. to the threshold of Roman times. The text focuses in particular on the changing use of the main caves in the different periods, ranging from funerary aspects to settlement and cultic ones. Used as burial places from the end of the Neolithic to the early Bronze Age, frequented as shelters by small communities of shepherds, with the oldest evidence of the exploitation of chalk as a raw material, they lastly became, in the Iron Age, natural sanctuaries connected to sacred waters. Although focused on hypogeal contexts, the contribution also highlights the role played by the relationship with the surrounding territory and emphasises the existence of a dense network of contacts and influences that transcends the geographical boundaries considered here. Thus, the phenomenon of the frequentation of natural cavities in prehistoric and protohistoric times is articulated and complex, highlighting the importance of the archaeological and anthropological heritage of the region, whose richness has led to new revisions and specific research, also stimulated by UNESCO recognition.

Keywords: *Evaporitic caves, Emilia-Romagna region, archaeological and anthropological heritage, Neolithic, Eneolithic, Bronze Age, Iron Age, funerary practices, seasonal shelters, water worship.*

Il progresso della conoscenza sulla frequentazione delle cavità che si aprono nelle evaporiti dell'Emilia Romagna, di cui si propone in questa sede una sintesi, è il frutto di anni di studi e di ricerche che hanno visto come protagonisti Soprintendenze, Università, Enti di Ricerca, Musei e singoli studiosi che, da soli o congiuntamente, si sono dedicati al tema. Su tutti, la Federazione Speleologica dell'Emilia Romagna, infaticabile promotrice e sostenitrice di nuove indagini e imponenti sintesi.
Dalla consapevolezza dell'importanza e della potenzialità del patrimonio archeologico e antropologico dei siti ne sono derivate revisioni delle collezioni storiche, archeologiche e antropologiche e nuove indagini, cui il riconoscimento UNESCO pone oggi nuove sfide e nuovi obiettivi.

Le prime fasi di frequentazione

Le grotte delle evaporiti dell'Emilia Romagna sono caratterizzate in età pre e protostorica da una lunga e importante frequentazione antropica che, nelle diverse epoche, ha avuto caratteristiche e finalità differenti.

[1] Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, Via Belle Arti 52, 40126 Bologna; monica.miari@cultura.gov.it

I complessi litici pleistocenici individuati nelle cavità ipogee della zona della Croara (Grotta della Spipola e Grotta Calindri) nell'area del Parco dei gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa (sito componente EKNA CS 3), offrono, infatti, interessanti informazioni sulla presenza nell'areale di gruppi di cacciatori-raccoglitori del Paleolitico medio e superiore, ma sono da considerarsi ad oggi in giacitura secondaria nelle grotte, poiché convogliati negli ambienti ipogei da fenomeni erosivi (Nenzioni *et alii* 2018).

Dalle più recenti revisioni dei contesti archeologici noti emerge, invece, come le più antiche attestazioni di frequentazione risalgono al Neolitico recente.

Da ritenersi in posto e indice di una frequentazione della grotta durante il Neolitico sono invece alcuni reperti ceramici rinvenuti all'interno della Tanaccia di Brisighella (RA) (fig. 1) nella Vena del Gesso Romagnola (sito componente EKNA CS 5), individuati, già negli anni '70 del secolo scorso, come elementi riconducibili alla tradizione della cultura della Lagozza, che caratterizza tra la fine del V e la prima metà del IV millennio a.C. il Neolitico recente dell'Italia settentrionale (Farolfi 1976).

Più di recente, grazie al riesame di tutto il materiale recuperato sia negli scavi condotti da Renato Scarani tra il 1956 e il 1957 sia a seguito di recuperi estemporanei, è stato possibile precisare meglio la cronologia delle prime fasi di frequentazione della cavità e delineare una continuità di presenza nella grotta nel corso della prima metà del IV millennio a.C., ovverosia tra le fasi recenti-finali del Neolitico e gli inizi dell'età del Rame (Miari *et alii* 2015). È emerso, inoltre, come alcuni dei nuovi elementi diagnostici individuati tra il repertorio vascolare e ascrivibili al Neolitico recente, quali le anse a rocchetto impostate sull'orlo, si ricolleghino a tipologie ben note in contesti di abitato della Romagna e siano riferibili ad influenze di area adriatica.

La rete di contatti entro cui si muovano le comunità neolitiche presenti nella Vena dei gessi era, quindi, più ampia di quanto inizialmente ipotizzato.

Anche nella fase di fine Neolitico i reperti della Tanaccia mostrano confronti con diversi siti attivi non solo nel territorio regionale, ma anche in un più vasto areale, che comprende tanto i territori marchigiani quanto nord-orientali. Tra questi si segnalano in particolare il fondo di un vaso troncoconico decorato da una serie di piccole bugne (Miari *et alii* 2015, fig. 12,10),



Fig. 1 – Grotta della Tanaccia (Brisighella, RA). Veduta dell'imboccatura (foto P. Lucci).

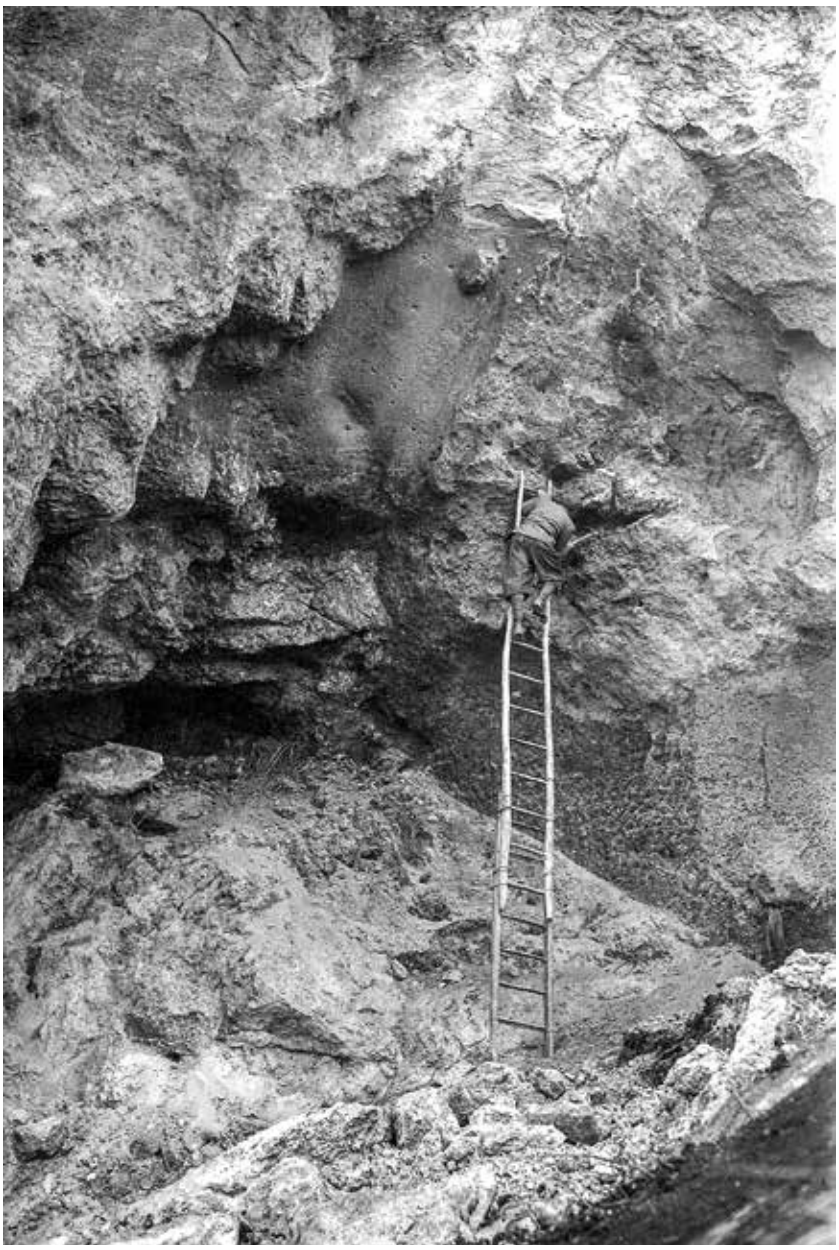


Fig. 2 – Sottoroccia del Farneto (S. Lazzaro di Savena, BO). 17 gennaio 1943, Fantini fotografato durante lo scavo di una sacca d'argilla (Archivio GSB-USB, da Busi 2018).

con confronti non solo in area romagnola, emiliana ma anche in Trentino, nello strato 1c di Fiavé, datato al 3800-3600 BC (Pedrotti 2001) e l'elemento decorativo delle pastiglie con depressione centrale (Miari *et alii* 2015, fig. 11, 6), associato ai gruppi alpini e nord alpini del Neolitico finale e particolarmente diffuso nei contesti emiliani delle fasi finali del Neolitico.
Altresì presenti sono i motivi a cordone e a segmenti di cordone che segnano il passaggio dalle fasi finali del Neolitico all'Eneolitico tanto alla Tanaccia quanto nel territorio padano e, nuovamente marchigiano.
Cosa possiamo dire delle modalità e delle finalità di frequentazione della grotta della Tanaccia in queste fasi più antiche? Purtroppo poco: i materiali non presentano indicazione stratigrafica di provenienza e non possiamo quindi metterli in relazione con eventuali contesti caratterizzanti. Peraltro, le caratteristiche della cavità, tale da offrire un facile e agevole riparo, la presenza di focolari, di fauna e di vasi contenitori portano a ipotizzare che la grotta possa essere stata frequentata anche su base stagionale o periodica da piccoli gruppi dediti allo sfruttamento delle risorse del pascolo e del bosco.

La frequentazione funeraria delle grotte

Ben diversa è l'evidenza offerta dal Riparo del Sottoroccia del Farneto, nell'area del Parco dei gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa, dove a partire dagli anni Venti del secolo scorso furono recuperati da parte di Luigi Fantini, appassionato di archeologia e fondatore del Gruppo Speleologico Bolognese diversi resti scheletrici umani (Fantini, 1959; 1969; Busi 2018) (fig. 2).
Il rinvenimento, insieme ai resti ossei, di manufatti litici e ceramici, ornamenti quali conchiglie e denti forati, utensili in corno e pochi oggetti in rame (Baz-

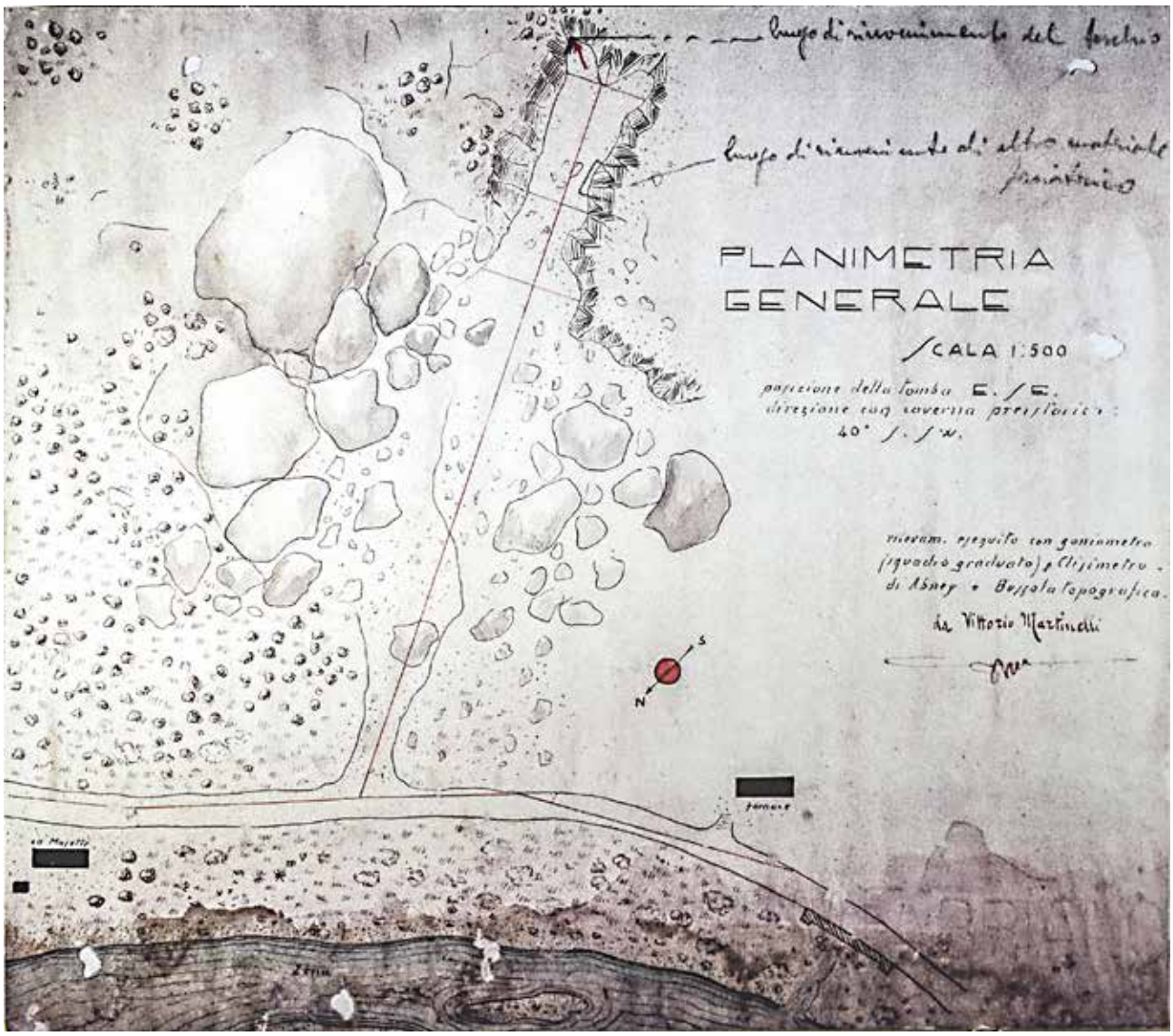


Fig. 3 – Sottoroccia del Farneto (S. Lazzaro di Savena, BO). Disegno di Vittorio Martinelli riguardante la posizione della sepoltura parzialmente in situ (Archivio GSB-USB).

zocchi *et alii* 2015 ; Nobili 2017; Thun Hohenstein *et alii* 2020), fece da subito inquadrare la frequentazione del Sottoroccia in età preistorica, anche se rimase a lungo incerta la sua esatta collocazione cronologica (Nicolosi *et alii* 2023, pp. 2-3).

Inoltre, la vicinanza del riparo alla Grotta del Farneto, da cui prende il nome, dove i molti reperti archeologici rinvenuti nell'Ottocento da Francesco Orsoni e Edoardo Brizio (Brizio 1882; Bonometti 2018) risultavano ascrivibili all'età del Bronzo e dove vi era anche qualche resto scheletrico umano, rendeva ancora più complessa e incerta l'interpretazione del contesto nel suo inquadramento territoriale.

Solo di recente, grazie alla campagna di datazioni radiometriche eseguita sui resti umani del Sottoroccia del Farneto (Miari *et alii* 2020; Nicolosi *et alii* 2023), è stato possibile precisare senza ombra di dubbio che le sepolture sono da riferirsi alla prima metà del IV millennio a.C.

Più precisamente, su venti campioni ossei, quindici hanno restituito datazioni comprese tra il 3796-3711 cal BC 1σ (R-EVA 3416: 4998 ± 21 BP) e il 3626-3526 cal BC 1σ (R-EVA 3136: 4757 ± 21 BP) (Nicolosi *et alii* 2023, tab. 1) e sono quindi da collocarsi in una fase compresa tra il Neolitico finale e l'inizio dell'Eneolitico: il passaggio dal Neolitico all'Eneolitico in Italia settentrionale è infatti datato, oggi, al 3600 a.C., mentre la fase iniziale dell'Eneolitico si colloca tra il 3600 e il 3300 a. C. (Dolfini 2010). Degli altri cinque campioni, un individuo si colloca tra il 748 e il 517 a.C. mentre quattro appartengono a un orizzonte cronologico tra l'età moderna o contemporanea (1661-1950 d.C.) (Miari *et alii* 2022).

In Italia centrale un confronto può essere individua-

to nel sito di Poggio di Spaccasasso (GR), in Toscana, dove l'impianto del sito funerario si colloca nel secondo quarto del IV millennio a.C. per poi continuare ad essere utilizzato nel corso dell'Eneolitico (Volante 2018; Volante, Pizziolo 2019).
A causa delle circostanze del rinvenimento e del recupero del materiale non è possibile stabilire quali fossero il luogo e il tipo di sepoltura originaria (deposizione primaria o secondaria) degli individui (fig. 3). Le stesse incertezze riguardano anche gli oggetti litici, ceramici e gli ornamenti che, sebbene presumibilmente facenti parte degli elementi di corredo funerario, non possono essere associati ai singoli inumati.
Occorre comunque sottolineare che, nonostante l'elevato grado di frammentazione dei resti osteologici, tutti i distretti scheletrici risultano attestati in maniera piuttosto coerente, con gli elementi più robusti maggiormente conservati e gli elementi più fragili, ovviamente, sotto-rappresentati.
Alla luce degli studi fin qui effettuati si conta poi un numero minimo di individui totale pari a ventiquattro, anche se il numero è con ogni probabilità sottostimato a causa dello stato di conservazione e dell'elevato grado di frammentazione dei resti, di cui quattordici adulti, sei femmine e sei maschi, e dieci subadulti, tra cui un infante di età tra i 6 e i 7 mesi, mentre tutti gli altri sono bambini di età maggiore.
Con riferimento alla composizione demografica, entrambi i sessi e tutte le classi di età sono attestati in maniera coerente, per cui non si ravvisa una selezione degli individui da inumare.
Grazie ai risultati delle analisi radiometriche effettuate, i dati cronologici del Sottoroccia del Farneto dimostrano quindi la precocità nell'utilizzo delle cavità naturali ad uso funerario nel comparto bolognese dei gessi a partire dalla fine dell'età neolitica. Tale cronologia è confermata anche dalle datazioni ottenute su reperti provenienti da altre località limitrofe dei gessi della Croara (Nenzioni, Lenzi 2022) e sul cranio della Grotta Marcel Loubens, situata nella cosiddetta 'Dolina dell'Inferno', a soli 600 m in linea d'aria dal deposito del Sottoroccia del Farneto (Belcastro *et alii* 2018; Belcastro *et alii* 2021).
Per quanto riguarda il cranio rinvenuto nella Grotta Marcel Loubens, questo si trovava isolato a 26 m di profondità all'interno di un camino della grotta, non accompagnato da nessun altro reperto antropologico o archeologico (fig. 4). Grazie alle analisi radiometriche il cranio è stato datato a un periodo compreso tra il 3630 e il 3380 cal BC 1σ (4737 ± 45 BP), riferibile a una fase iniziale dell'Eneolitico in Italia settentrionale.
I risultati dell'analisi antropologica hanno consentito di delineare il profilo biologico dell'individuo, una femmina adulta, appartenente alla classe di età compresa tra i 24 e i 35 anni.
L'analisi delle lesioni *peri mortem*, ovvero ascrivibili a un momento immediatamente precedente o successivo alla morte, eseguite sia sui resti del Sottoroccia che sul cranio della Loubens, ha poi consentito di evidenziare l'esistenza di interventi intenzionali di trattamento del cadavere, riferibili a disarticolazione e scarnificazione, cioè a pratiche di pulizia delle ossa dai tessuti molli (Miari *et alii* 2020; Nicolosi *et alii* 2023). Risultati simili sono emersi anche dal riesame recentemente condotto sui resti scheletrici di età eneolitica provenienti da Tana della Mussina, dove è stato possibile evidenziare alcuni *cut marks* inflitti *peri mortem* su una mandibola umana (Cavazzuti *et alii* 2020).
Con la Tana della Mussina (fig. 5), nella Bassa Collina Reggiana (sito componente EKNA CS 2) arriviamo dunque ad affrontare la frequentazione delle cavità delle evaporiti dell'Emilia Romagna nel corso della fase piena dell'Eneolitico, ovverosia tra la fine del IV e la prima metà del III millennio a.C.
A questo riguardo possiamo innanzitutto osservare due elementi importanti: il primo è che le grotte si configurano in questa fase quasi esclusivamente come luoghi sepolcrali, il secondo è che, con riferimento alla ritualità funeraria, è attestata la presenza di resti scheletrici dislocati, commisti o isolati, che viene comunemente interpretata come il risultato di pratiche intenzionali di manipolazione.
In particolare, nella Tana della Mussina (RE) e nella Grotta del Re Tiberio (RA) si registra una separazione spaziale intenzionale tra calvari e mandibole, dove i primi sono sotto-rappresentati rispetto alle seconde, per cui è possibile ipotizzare un particolare ruolo dei crani all'interno del rituale (Cavazzuti 2018; Miari 2013).
Come per il Sottoroccia del Farneto, anche le collezioni preistoriche della Tana della Mussina, indagata alla fine dell'800 dapprima dal Ferretti e poi dagli studiosi Chierici e Mantovani, sono state oggetto di recente di una completa revisione che ha comportato la datazione radiometrica di sei campioni ossei (tutti da mandibole), lo studio aggiornato dei resti umani, l'edizione integrale del materiale ceramico, litico e in osso, l'analisi archeometallurgica di una lesina in rame e lo studio dei resti faunistici (Tirabassi *et alii* 2020).
Le età radiocarboniche convenzionali ottenute dai sei campioni sopracitati si distribuiscono entro il range compreso tra 4330 ± 30 BP (Beta-503135) e 4130 ± 30 BP (Beta-503134): in cronologia calibrata la grotta è stata quindi utilizzata a scopo funerario nell'ambito del primo quarto del III millennio a.C. (Valzolgher 2020).
Lo studio dei resti antropici ha notevolmente ridi-



Fig. 4 – Grotta Marcel Loubens (S. Lazzaro di Savena, BO). Il recupero del cranio posto su di un terrazzino a 11 m di altezza, lungo la risalita di un camino (foto F. Grazioli, da Belcastro *et alii* 2018).

mensionato il numero minimo di individui ipotizzato a suo tempo dal Chierici con l'aiuto del concittadino medico-chirurgo Dottor Azio Caselli: «*15 omeri, 11 ulne, 5 clavicole, 6 femori, 2 tibie, 3 peroni, 27 fra metacarpi e falangi di mano, 16 fra metatarsi e falangi di piede, molte costole, e s'aggiungano le 9 mandibole inferiori già menzionate e i molti pezzi di cranio. Rappresentano tutte insieme almeno 18 individui, cioè 6 fanciulli, 4 adolescenti, 7 adulti e un vecchio; ma di nessuno si potrebbe comporre lo scheletro intero e neppur soltanto una parte*» (Chierici 1872).

Il nuovo conteggio indica invece 10 individui, e non 18, che comprendono un maschio di 18-20 anni, una femmina adulta; due adulti/maturi di sesso indeterminato, due individui infantili/giovanili; tre infanti più piccoli, d'età compresa fra 6 anni e 3 anni e un infante di circa 18 mesi (Cavazzuti *et alii* 2020).

Come già sottolineato per il Sottoroccia del Farneto, la presenza di diverse categorie di individui (maschi e femmine, adulti e subadulti) indica comunque che non vi furono restrizioni all'accesso alla sepoltura in grotta in base al sesso o all'età alla morte.

Sempre dalle analisi dei resti antropici emerge poi l'ipotesi che gli individui fossero originariamente deposti nella grotta, ma che poi le sepolture abbiano subito manipolazioni, 'riduzioni' e traslazioni più o meno intenzionali di singole (o gruppi di) ossa verso l'esterno, o altre parti della cavità (fig. 6).

In particolare, nelle nicchie delle pareti della grotta si segnalano due cumuli di ossa che comprendevano elementi del post-cranio e, soprattutto, le mandibole.

Solo i frammenti riconducibili ai calvari erano invece collocati sul fondo della sala, dove sei massi di gesso sembrano appositamente sistemati per realizzare un altare, e presentano segni di esposizione al fuoco *in loco*. Si può quindi dedurre che quasi tutti i calvari e le mandibole siano stati separati prima della combustione e del loro diverso ricollocamento e che, in grotta, avvenisse una forma di rituale legato alla combustione di calvari.

La complessità dei rituali *post-mortem* è intuibile, ma difficilmente ricostruibile nel dettaglio. Occorre comunque ricordare come in Lombardia, nei siti funerari eneolitici di Riparo Valtenesi (Manerba del Garda, BS) e Corna Nibbia (Bione, BS), è stato possibile individuare differenti luoghi rituali: "*un posto dove accogliere i corpi, lasciarli decomporre e poi operare manipolazione dei resti umani e un'altra strut-*



Fig. 5 – Tana della Mussina (Albinea, RE). Ingresso della Grotta (foto W. Formella, da Tirabassi *et alii* 2020).



Fig. 6 – Tana della Mussina (Albinea, RE). Ingresso del ramo inferiore della grotta (foto Iames Tirabassi, Archivio Soprintendenza ABAP Bologna).

tura che fungeva da vero e proprio ossario, dove erano spostate le ossa per operare poi successivi riti" (Poggiani Keller, Baioni 2022, p. 265). Alcuni di questi prevedevano anche forme di esposizione al fuoco.

I rapporti della Tana della Mussina con i territori a nord del Po e con Ripario Valtenesi sono indiziati anche dall'analisi dei materiali archeologici rinvenuti nella grotta (Tirabassi 2020), con particolare riferimento alle ceramiche metopali, alle ceramiche decorate con bande reticolate, alle tazze carenate, con prese trifore o bifore e ai vaghi di collana ottenuti da ossa di piccoli animali che rimandano, di nuovo, al Riparo Valtenesi oltre che alle grotte funerarie della Toscana settentrionale.

Estremamente importanti, poi, anche i manufatti litici, dal pugnale tipo Remedello (fig. 7) alle undici asce in pietra verde, di cui 6 molto piccole, e pertanto presumibilmente di uso rituale, realizzate con litotipi provenienti dalle principali fonti di reperimento delle materie prime dell'epoca, in un areale esteso dalle Alpi liguri al Trentino.

Tornando ai Gessi bolognesi, sempre di età eneolitica e con finalità sepolcrali potrebbe essere la frequentazione avvenuta nella Grotta di fianco alla Chiesa della Gaibola (S. Lazzaro di Savena, BO). La cavità si apre sul fondo della più estesa delle 5 doline che caratterizzano il lembo di gessi messiniani noto come gessi di Gaibola. Nella grotta, che presenta uno sviluppo di oltre 1 km con quattro diversi livelli a sviluppo orizzontale collegati da numerosi pozzi, proprio al termine del livello superiore fossile e in prossimità di quello che doveva essere l'ingresso originario della grotta, in due ampie stanze separate tra loro da un diaframma di argilla, si rinvennero reperti archeologici e resti di sepolture che diedero i nomi alle sale che vennero così denominate "sala del vaso" e "sala delle sepolture" (Boccuccia 2018).

Nella prima delle due sale vi era, integro e posizionato su una mensola di gesso, un grande vaso troncoconico con fondo piatto e anse a gomito contrapposte, decorato con due pasticche applicate immediatamente al di sotto dell'orlo (fig. 8); accanto ad esso si rinvenne anche il fondo di un altro vaso descritto come del tutto simile al primo.

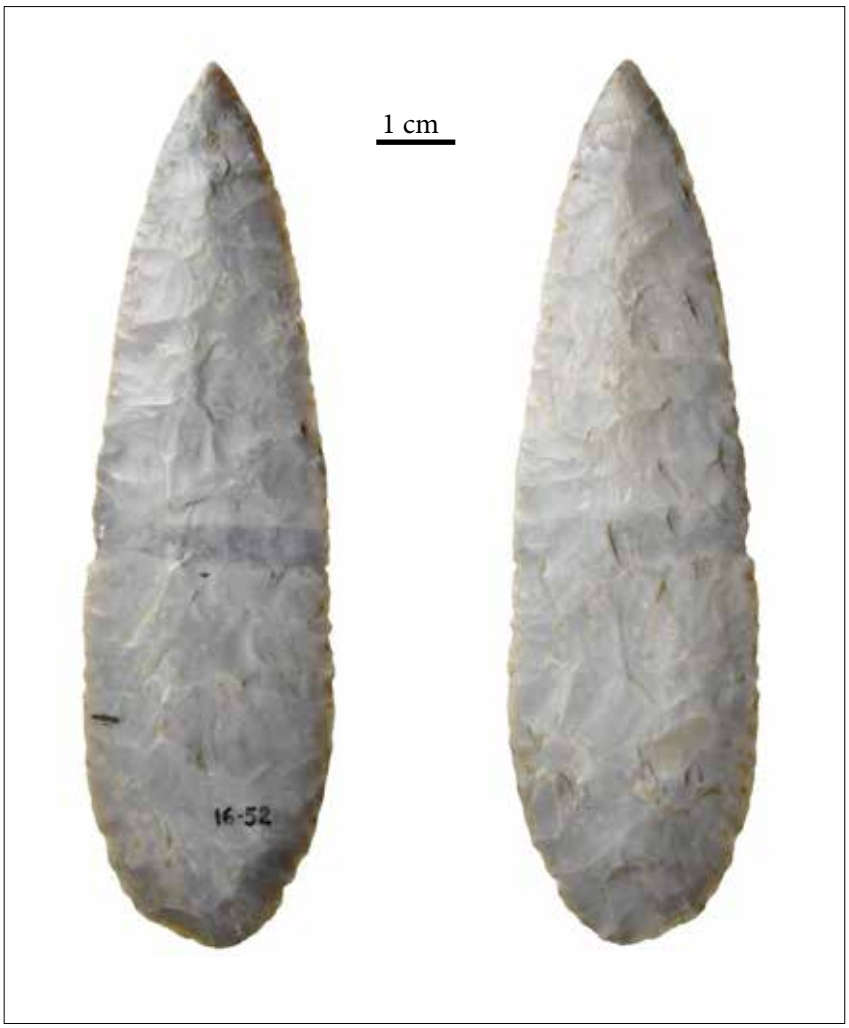


Fig. 7 – Tana della Mussina (Albinea, RE). Pugnale in selce dell'età del Rame (Musei Civici di Reggio Emilia, Collezione "Gaetano Chierici") (foto R. Macrì, Archivio Soprintendenza ABAP Bologna).



Fig. 8 – Bologna, Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola. A sx la scodella troncoconica dalla "sala dal Vaso" dopo il restauro (Archivio SABAP-BO); a dx il relativo disegno di P. Boccuccia e R. Gabusi.

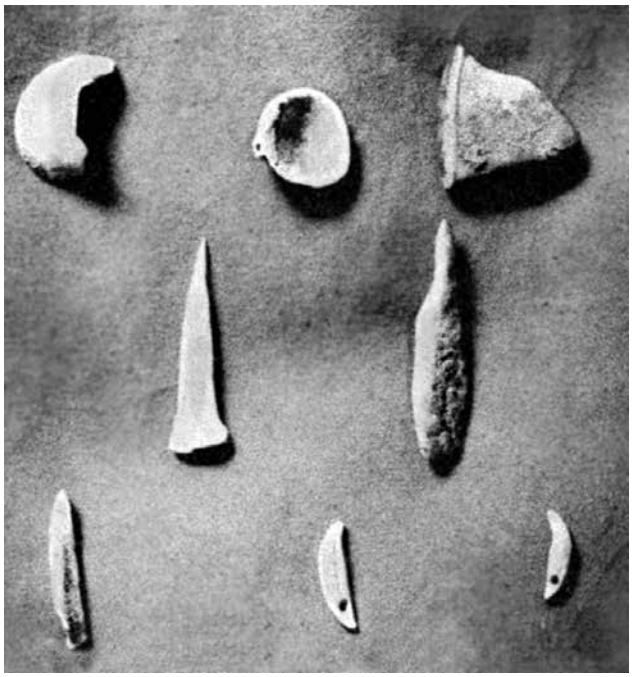


Fig. 9 – Alcuni dei reperti rinvenuti nella "sala delle Sepolture" (da Benedetti, Bertolani, Rossi 1972)

Nella seconda sala, su un largo ripiano poco sopraelevato rispetto al pavimento dell'ambiente, furono trovati i resti di un individuo adulto di sesso maschile, deposto rannicchiato sul fianco destro, in giacitura primaria e privo di cranio. Sotto ai resti dello scheletro si rinvenne un punteruolo in osso e alcuni frammenti di ceramica decorata a impressioni (fig. 9). Nello strato archeologico soprastante figuravano poi i resti non in connessione anatomica di almeno altri tre individui (indicati come una donna adulta, un giovane e un infante), denti, conchiglie forate e pochi frammenti ceramici alcuni dei quali decorati con cordoni plastici ed uno con fila di impressioni digitali subito sotto l'orlo (Boccuccia 2018, pp. 30-31 e figg. 5-6).

Da ritenersi invece recenti i resti umani rinvenuti in una sala vicino all'ingresso attuale (Romagnoli 2018).

Le altre testimonianze dell'età del Rame ad oggi note nelle cavità dei gessi del Bolognese, come quelle segnalate dalla vicina Grotta di fronte alla Chiesa della Gaibola, sono invece ancora da comprendere sia per quanto riguarda le loro condizioni di giacitura, per cui non si può escludere che siano convogliati negli ambienti ipogei per dilavamento sia per la loro interpretazione in chiave funzionale (Boccuccia 2018, tab. 1).

Si deve a un recente studio di Fiamma Lenzi (2018) la rilettura critica dell'insieme delle numerose testimonianze eneolitiche a oggi note nell'areale dei gessi, da interpretarsi come una conquista di nuovi territori collinari destinati all'occupazione permanente: "*Combinando in un unico quadro tutte le testimonianze a oggi note non è difficile, infatti, intravedere nella fascia medio-alta trasversale alla dorsale dei gessi il corridoio geo-ecologico prescelto per l'ubicazione di una serie di punti insediativi che formano una catena ininterrotta fra le vallate del Savena e dell'Idice tendente a massimizzare le culminazioni morfologiche*" (Lenzi 2018, p. 68).

Le testimonianze funerarie in grotta si inseriscono quindi in una rete di siti all'aperto, insediativi, quali Podere S. Andrea, Monte Castello e Monte Croara a cui si possono forse aggiungere i «fondi di capanne» del Sottoroccia del Farneto (Fantini 1959). Non si può neanche escludere la presenza di sepolture non in grotta, suggerite da alcuni reperti erratici della Dolina della Spipola, quali un'ascia-martello a ferro da stiro, una piccola ascia piatta in rame e un pendente ottenuto da un ciottolo calcareo (Lenzi 2018, fig. 6) e dal cranio della Grotta Marcel Loubens, per il quale le analisi geologiche hanno evidenziato gli eventi che hanno portato all'ingresso del cranio nella Grotta Marcel Loubens, per cause del tutto accidentali e non intenzionali (Miari *et alii* 2022).

L'analisi dei dati archeologici, oltre a delineare per il territorio dei Gessi bolognesi il quadro di un popolamento intenso e stabile durante l'età del Rame, consente di inserire l'areale in un *network* di contatti che, come già visto per la Tana della Mussina, dai coevi abitati della pianura si estende dalle prealpi lombarde all'area trans-appennninica toscana, a quella a adriatica e peninsulare (Lenzi 2018, p. 68).

Lungo la direttrice che collega la pianura padana ai territori adriatici si inserisce la realtà della Vena del Gesso romagnola, dove la Grotta del Re Tiberio rappresenta il punto di riferimento imprescindibile.

Come già evidenziato in relazione alla Tanaccia di Brisighella, la frequentazione preistorica della Vena ha inizio tra la fine del V e la prima metà nel IV millennio a.C., durante le fasi recenti/finali del Neolitico. Nel corso dell'età del Rame il popolamento del comprensorio dei gessi romagnoli si consolida e, oltre alle grotte e ai ripari, vengono occupate aree insediative all'aperto (Miari 2018; Miari 2019, pp. 502-503), parallelamente con quanto avviene nei Gessi bolognesi. Il dato è da interpretarsi alla luce di un più generale fenomeno di occupazione delle fasce collinari e appenniniche, in relazione sia ai percorsi di collegamento con l'Italia peninsulare, sia all'instaurarsi di nuove forme di sfruttamento delle risorse boschive e montane.

Per la sfera funeraria si registra la compresenza di necropoli di tombe a fossa, come a Borgo Rivola (Miari 2007), con sepolture in ambienti ipogei, tra cui si se-

gnala in particolare la Grotta del Re Tiberio (fig. 10).
Quando, nel 2010, grazie al progetto di recupero museale della Grotta del Re Tiberio, fu avviata una nuova campagna di scavi con l'intento anche di mettere in luce una stratigrafia completa dei depositi più interni, il sondaggio aperto in prossimità del pozzo stratigrafico realizzato nel 1870 da Giudeppe Scarabelli ha confermato la sequenza stratigrafica allora proposta, inquadrando cronologicamente le cinque fasi di frequentazione identificate con una prima, a carattere sepolcrale, compresa tra l'Eneolitico e il Bronzo Antico, una seconda collocabile nell'ambito del Bronzo Medio-Recente, due con finalità cultuali cronologicamente comprese tra età del ferro ed età romana inoltrata (dal VI sec. a.C. al III-IV sec. d.C.) e un'ultima di epoca medievale (Miari *et alii* 2013).
Le ricerche condotte presso la Grotta del Re Tiberio hanno portato anche alla revisione delle collezioni antropologiche, costituita dai resti umani rinvenuti in diverse campagne di indagine, fra cui gli scavi di Scarabelli (1870), quelli del Gruppo Speleologico Faentino (anni 1970) e dello Speleo GAM Mezzano (1990; 2002), la raccolta sempre ad opera dello Speleo GAM Mezzano (2004) e, infine, gli scavi Soprintendenza/Wunderkammern (Cavazzuti 2018, pp. 124-128).
Il numero totale di individui compresi nell'intera collezione ammonterebbe attualmente a 16 o 17, ma si tratta comunque di un numero indicativo, in quanto lo stato di conservazione delle ossa lascia ipotizzare che una parte dei resti umani sia andata completamente perduta, in particolare quelle che non si trovavano vicino alle pareti o in zone naturalmente protette. Di contro, le ossa recuperate nel 2004 sono risultate ottimamente conservate, forse perché deposte al di sotto di una "grotticella naturale" che le proteggeva dalle dinamiche di stillicidio e concrezionamento (fig. 11).
Considerando il NMI (Numero Minimo di Individui), dal punto di vista demografico la Grotta del Re Tiberio non appare molto diversa dalle altre grotte emiliano-romagnole: 24 individui sono registrati al Sottoroccia del Farneto, 10 alla Tana della Mussina e, come vedremo poi, fra 10 e 12 alla Tanaccia di Brisighella (Facchini 1964) e 4 alla Grotta dei Banditi. Anche rispetto all'accesso all'area sepolcrale, essendo presenti maschi e femmine adulti, giovani, infanti, infanti molto piccoli (Cavazzuti 2018, tab. 1) non si registrano restrizioni in base al sesso o all'età del defunto, parimenti a quanto già osservato nelle cavità sepolcrali emiliane.
Quanto al rituale, osserva Cavazzuti che: "in qualche caso sono stati documentati elementi scheletrici in giacitura primaria, ma nella stragrande maggioranza dei casi i resti umani si presentavano disarticolati, frutto di manipolazioni successive alla deposizione e



Fig. 10 – Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA). Veduta dell'ingresso (Archivio Soprintendenza ABAP Bologna).



Fig. 11 – Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA), indagini 2004. Il raggruppamento di ossa selezionate in una nicchia sotto-parete (foto Speleo GAM Mezzano).



Fig. 12 – Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA), indagini 2010. Il deposito di ossa umane (foto C. Cavazzuti, Archivio Soprintendenza ABAP Bologna).

alla decomposizione dei cadaveri" (Cavazzuti 2018, p. 130). In alcuni settori dello scavo 2010 furono infatti osservati raggruppamenti di ossa lunghe all'interno di nicchie (fig. 12), nel 2004 due raggruppamenti, uno composto da due mandibole, costole, vertebre e falangi, l'altro con due femori, una tibia, vertebre, costole, ossa del bacino (Miari 2013, fig. 7).

Fra i resti recuperati nel 2004 e 2010 mancavano inoltre totalmente i calvari, ma due elementi della dentizione mascellare non *in situ*, rivelano che i relativi calvari erano originariamente presenti e solo successivamente furono traslati altrove, probabilmente fuori dalla grotta, o in altri settori non ancora esplorati. Il calvario manca anche ad un infante di 3-5 mesi, mentre è presente la sua mandibola, a testimoniare che la pratica di rimozione dei calvari prescindeva dall'età del defunto (Cavazzuti 2018, pp. 131-132).

Non disponiamo purtroppo di datazioni radiometriche per le sepolture, ma i materiali di corredo e la posizione stratigrafica non lasciano dubbi sulla loro pertinenza ad un arco cronologico che va dall'Eneolitico pieno (fig. 13) agli inizi dell'età del Bronzo (Miari *et alii* 2013).

Sicuramente riferibile ai primi secoli del II millennio a.C. è la sepoltura femminile a inumazione recuperata nel 2002, accompagnata da vasi inquadrabili ad un momento avanzato dell'antica età del Bronzo (Bertani *et alii* 1994, fig. 16).

Ugualmente riferibili ad una fase avanzata dell'antica età del Bronzo sono i resti antropici rinvenuti di recente nella vicina Grotticella del Falco, una piccola cavità tettonica che si apre sulla sinistra della Grotta Re Tiberio ad una quota leggermente più elevata. In passato era già stato segnalato il rinvenimento al suo interno di materiale ceramico riconducibile all'età del Rame (Miari 2007), ma nel 2018 è stato possibile rinvenire all'interno della cavità un accumulo di ossa umane in apparente giacitura secondaria, poste a ridosso della parete settentrionale della grotta.

L'analisi dei reperti osteologi ha consentito di accertare che le ossa recuperate appartenevano ad almeno due individui adulti, di cui uno presumibilmente di sesso maschile di età superiore ai 30 anni e uno femminile con un'età di circa 29-30 anni. Le datazioni radiometriche si distribuiscono in un range compreso tra 3425 ± 19 BP (R-EVA 3124 – Individuo 1) e 3396 ± 19 BP (R-EVA 3124 – Individuo 2): in cronologia calibrata le sepolture si collocano, quindi, tra il XIX e il XVII sec. a.C. in una fase avanzata dell'antica età del Bronzo (Miari, Sericola 2022, tab.1)

Alla Tanaccia di Brisighella, sicuramente frequentata nel corso di tutta l'età del Rame, "*in un momento non ancora precisabile, ma comunque compreso tra le fasi piene e finali dell'Eneolitico, l'utilizzo della grotta subisce un cambiamento fondamentale e tale da destinarla a luogo di sepoltura. Che questo avvenga nel corso dell'Età del Rame è indubitabile: lo testimoniano, tra i materiali ricollegabili a corredi funerari, le accette in pietra levigata, le asce martello, le punte di freccia, i pugnaletti in osso e gli oggetti di ornamento (quali vaghi di collana in steatite, canini forati e altri pendenti in materia dura animale) trovati in prossimità dei resti ossei e, almeno in un caso accertabile, accanto ad una deposizione primaria* (Miari *et alii* 2013, p. 407).

Non mancano, poi, chiare attestazioni di manipolazioni delle sepolture effettuate in antico, con selezione e traslazione di alcuni distretti ossei: in particolare si ricorda il rinvenimento delle ossa craniche pertinenti a due distinti individui trovate in una grotticella laterale non lontana dall'ingresso, associate a tazze del Bronzo antico, rinvenute integre e rovesciate (Massi Pasi, Morico 1997), realizzate nel cosiddetto "stile della Tanaccia" che prende il nome dal sito ipogeo (Barfield 1977) ed è caratteristico degli inizi dell'età del Bronzo della Romagna (Pacciarelli 2009) (fig. 14).



Fig. 13 – Grotta del Re Tiberio, scavi 2002. Ascia di rame recuperata nei pressi delle sepolture (foto Speleo GAM Mezzano, Archivio Soprintendenza ABAP Bologna).



Fig. 14 - Grotta della Tanaccia (Brisighella, RA). Tazza globulare con decorazione a pettine (foto Speleo GAM Mezzano).

L'età del Bronzo: una lettura complessa

Occorre ricordare e rimarcare come la presenza di vasi capovolti in prossimità dei resti di deposizioni secondarie potrebbe costituire non tanto un elemento del corredo funerario, quanto una testimonianza di offerte rituali deposte nell'ambito della complessa sfera del culto degli antenati (Miari *et alii* 2013).

Di non facile lettura è la situazione della Grotta dei Banditi, nel comprensorio di Monte Mauro (fig. 15).

Nel complesso del materiale recuperato possono riferirsi all'età del Rame solo pochi frammenti di ceramica decorata a impressioni digitali e a squame, oltre a qualche oggetto di ornamento in materia dura animale (difese di cinghiale, *dentalium*) (Miari 2019, figg. 2-3). Sono da collegarsi agli scarsi resti umani rinvenuti nella grotta? In assenza di dati stratigrafici e di datazioni radiometriche non possiamo né escludere né affermare che i frammenti ossei pertinenti a due adulti e a un neonato e la mandibola di bambino ritrovata in un focolare posto in una stretta intercapedine tra la parete W della grotta e un masso di crollo (Bentini 2010, fig. 5) siano da datarsi all'Eneolitico.

Il riesame operato da Marco Pacciarelli sul potente deposito archeologico ha consentito di precisare due elementi importanti. Innanzitutto, sulla base sia della tipologia dei materiali che grazie ad una datazione radiometrica, è possibile affermare che la maggior parte della stratigrafia archeologica è riferibile ad un arco cronologico abbastanza ristretto e si colloca in un momento non iniziale del Bronzo antico (XIX-XVIII sec. a.C.) (fig. 16). In secondo luogo, il susseguirsi a più riprese di focolari, oltre alla presenza di avanzi di pasto e alla tipologia stessa dei contenitori ceramici porta a propendere per un utilizzo della cavità a carattere insediativo, forse su base stagionale, piuttosto che con finalità rituali come precedentemente ipotizzato (Pacciarelli 2009).

I focolari contenevano, oltre a ossa combuste, frammenti ceramici e carboni anche gesso concotto. Un pezzo di questi, di foggia abbastanza regolare e rinvenuto a 3 metri di profondità nel settore II di scavo, venne comparato da Bentini con i frammenti di gesso cotto lavorati, detti anche "scagliola", rinvenuti nella grotta Serafino Calindri, nel Bolognese (Bentini 2002, p. 111; Boccuccia *et alii* 2018) su cui torneremo.

Grazie alla testimonianza offerta dalla Grotta dei Banditi si coglie come, a partire dalla seconda fase del Bronzo antico, muti nella Vena del Gesso la destinazione d'uso delle cavità naturali, che si caratterizza adesso quale frequentazione a carattere insediativo, forse su base stagionale o periodica legata allo sfruttamento delle risorse del pascolo e del bosco.

La presenza di un sito d'altura, desumibile sulla base del materiale in giacitura secondaria rinvenuto nella cavità del Monte Incisa, ci consente poi di cogliere lo sviluppo delle modalità di occupazione dell'area e di interpretarle alla luce di un più vasto quadro di dinamiche territoriali (Miari 2019, pp. 503-508) (fig. 17).

Anche alla Tanaccia di Brisighella si registra la presenza di materiale databile alle fasi medie e recenti dell'età del Bronzo (Miari *et alii* 2015) e lo stesso si può affermare per la Grotta del Re Tiberio, ove l'età del Bronzo è attesta nei livelli soprastanti gli strati con resti di sepolture (Miari *et alii* 2013), confermando una tendenza generale di cambiamento di destinazione d'uso delle cavità naturali. Materiali coevi sono, inoltre, presenti anche nei pressi della galleria Belvedere, presumibilmente caduta dai pianori soprastanti

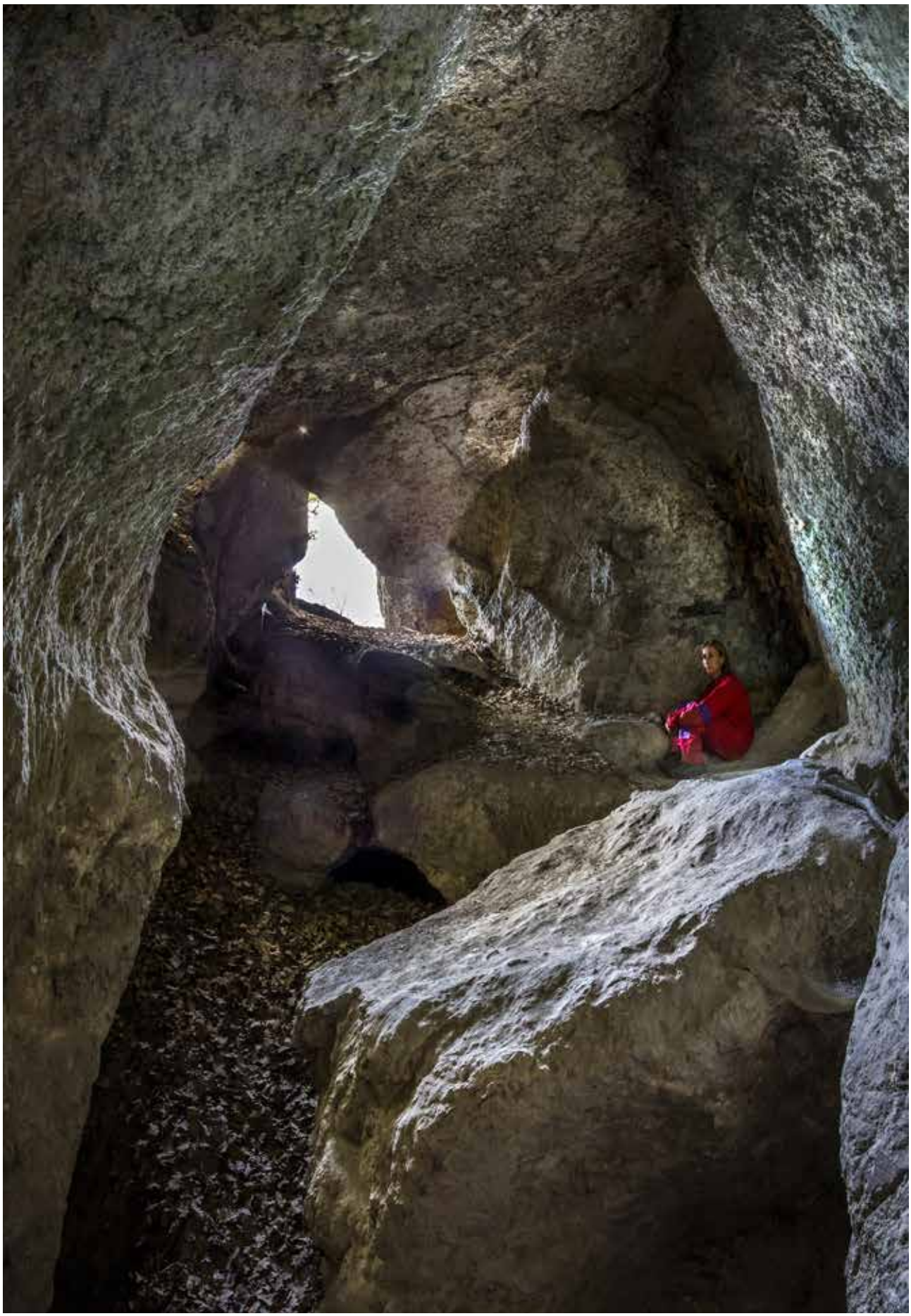


Fig. 15 – Grotta dei Banditi (Brisighella, RA) (foto P. Lucci).



Fig. 16 – Grotta dei Banditi (Brisighella, RA). Olla con decorazione plastica dell'antica età del Bronzo (foto C. Pollini).



Fig. 17 – Veduta aerea del massiccio di Monte Mauro dalla valle del Sintria, con la scaglia gessosa di Monte Incisa al centro (foto P. Lucci).

la cavità. Tra questi, la presenza di frammenti di incannucciato e fusaiole ci fa ipotizzare la presenza di una sovrastante area insediativa (Miari 2007).
Tornando ai Gessi bolognesi, dobbiamo nuovamente alla revisione delle collezioni archeologiche di due delle più importanti cavità dell'area, la Grotta del Farneto (Bonometti 2018; Bonometti, Minarini 2022) (fig. 18) e la Grotta Serafino Calindri (Boccuccia *et alii* 2018), la possibilità di tratteggiare un quadro aggiornato della frequentazione di questi ambienti ipogei.
Come sottolineato da Paolo Bonometti "*la scoperta della Grotta del Farneto (San Lazzaro di Savena) e del suo deposito archeologico da parte di Francesco Orsoni nel 1871 ha interessato nel corso del tempo gli studiosi per via dello straordinario complesso di materiali, delle loro peculiarità e associazioni, accendendo un dibattito che ancora oggi risulta tutt'altro che spento* (Bonometti 2018, p. 61).
Dall'analisi dei materiali emerge con chiarezza l'esistenza di tre fasi distinte di occupazione della grotta, cui parrebbero corrispondere tre differenti finalità d'uso.
I reperti più antichi sono da riferirsi ad una fase avanzata del Bronzo antico (Bonometti 2018, fig. 2). I materiali vascolari sono tutti di eccelsa realizzazione e presentano confronti sia con l'ambito palafitticolo che con quello romagnolo. Si registra anche la presenza di un'ascia in bronzo a margini rialzati con taglio espanso.
Il rinvenimento di alcuni resti di sepolture, non in giacitura primaria, identificate come pertinenti a un uomo adulto, una donna adulta e un bambino (Frassetto 1905; Facchini 1972), di cui purtroppo non si conservano annotazioni stratigrafiche (Bonometti, Minarini 2022, p. 69), potrebbe quindi rimandare a questa prima fase di frequentazione, concordemente con quanto sopra evidenziato per le grotte della Vena dei gessi dove l'utilizzo a scopo funerario degli ambienti ipogei si protrae fino ai primi secoli del II millennio a.C.
L'occupazione della grotta prosegue durante le fasi successive del Bronzo medio 1 e 2 e nel periodo compreso tra la metà del XVII e la metà del XV sec. a.C., si assiste alla massima frequentazione della cavità: "*la fattura degli elementi ceramici resta di alto livello e la presenza di confronti con l'ambito della* facies *di Grotta Nuova, della civiltà terramaricola e dell'ambito veneto possono indicare una grande apertura, oltreché rielaborazione, verso aspetti culturali molto differenti fra loro, delle comunità che hanno utilizzato la cavità*" (Bonometti 2018, p. 77).
L'abbondanza di tazze-attingitoio e ciotole di finissima fattura (fig. 19) potrebbe far pensare a un loro utilizzo per la raccolta delle acque per stillicidio, concordemente con quanto noto nelle pratiche cultuali attestate durante la media età del Bronzo nelle grotte tosco-laziali (Cocchi Genick 1999; Metta 2021).
A questo proposito, suggerisce Fiamma Lenzi che "*la ripresa della frequentazione dei gessi in una fase non iniziale del BA segna l'instaurarsi di un mutato*



Fig. 18 – L'ingresso della Grotta del Farneto come appariva nel 1882 (da Brizio 1882).



Fig. 19 – Grotta del Farneto (S. Lazzaro di Savena, BO). Tazza con ansa a nastro a sviluppo verticale e appendice asciforme (Museo Civico Archeologico di Bologna, foto P. Bonometti).

rapporto delle comunità umane con gli affioramenti carsici che, con il loro "paesaggio rituale" - perfetta transizione fra l'universo superiore e il mondo ipogeo - costituiranno di qui in avanti un polo di attrazione aperto anche agli aspetti ultraterreni della spiritualità e della devozione (Lenzi 2008, p. 75).

Di contro, i materiali ricollegabili alla sfera del culto non sono esclusivi, poiché nella collezione archeologica figurano anche oggetti ed elementi vascolari quali dolii, orci, fusaiole, piatti/teglie, una matrice di fusione e due crogioli, riferibili ad attività domestiche e/o produttive, che indicherebbero uno sfruttamento abitativo della grotta. Si tratta però, per la maggior parte dei casi, di tipi di lunga durata, caratterizzanti in generale tutta l'età del Bronzo.

Purtroppo, a causa dell'assenza di dati stratigrafici, di relazioni di scavo e di descrizioni del contesto di rinvenimento i recuperi effettuati nel 1800 mantengono qualcosa di enigmatico e lasciano lunghi margini di incertezza nella loro interpretazione (Bonometti, Minarini 2022).

Infine, non si può non ricordare che sia Brizio (Brizio 1882) che Strobel (Strobel 1890) affermarono di avere visto, allineati in parete nella cd. Sala del Trono alcuni cinerari, rilevando anche gli avanzi di cenere e ossa che contenevano. I successivi scavi del Brizio in quell'area della grotta non riuscirono tuttavia ad individuare alcuna necropoli. Dei possibili cinerari non si conserva però traccia e, anche se vi fossero state veramente deposizioni di incinerazioni in grotta, non abbiamo più modo di collocarli cronologicamente nell'ambito dell'età del Bronzo.

La successiva ripresa della frequentazione nel corso del Bronzo recente vede, invece, con certezza una modalità d'uso della grotta a fini insediativi. Come avviene per le cavità della Vena del Gesso romagnola si potrebbe individuare un utilizzo non continuativo, forse stagionale, di piccole comunità che sfruttarono la grotta come riparo, giaciglio e per la preparazione dei cibi.

In ultimo, il riesame dei dati provenienti dalla Grotta Serafino Calindri, scoperta nel 1964 dal Gruppo Speleologico Bolognese, ha permesso di definire i tempi e la natura della frequentazione della cavità, certamente a carattere non episodico, durante l'età del Bronzo (Boccuccia *et alii* 2018). Le datazioni radiometriche coprono un range compreso tra 3200 ± 60 BP e 3090 ± 75 BP: in cronologia calibrata si inquadrano rispettivamente al 1530-1410 BC 1σ e al 1440-1260 BC 1σ (Boccuccia *et alii* 2018, fig. 9).

L'esame delle tipologie ceramiche rimanda a contesti che si collocano in un periodo compreso tra la fase finale della antica età del Bronzo e le fasi iniziali della media età del Bronzo. Forti risultano le consonanze con la limitrofa Grotta del Farneto, non solo per aspetti formali del repertorio ceramico, ma più in generale per la presenza in entrambe le cavità di numerosi elementi dalle funzioni analoghe, quali i numerosi vasi di forma chiusa di grandi dimensioni, le teglie o altri reperti riferibili ad attività più prettamente domestiche (come ad esempio i fornelli), ad indicare forse analoghe modalità di frequentazione. Forti le consonanze anche con territori non solo emiliano-romagnoli, ma anche marchigiani, toscani e più genericamente centro-italici, a riprova del ruolo nodale rivestito dalle valli appenniniche nelle dinamiche di comunicazione tra i versanti tirrenico e adriatico (Boccuccia *et alii*, p. 91).

L'ampia porzione della cavità interessata da tracce di fuochi e focolari, i grandi contenitori atti all'immagazzinamento, i numerosi manufatti in gesso cotto, la presenza di ossi animali sembrano indicare che la frequentazione della grotta Calindri non abbia avuto un carattere episodico. La produzione del gesso cotto doveva avvenire all'interno della stessa o nelle sue immediate vicinanze: la grotta poteva essere quindi utilizzata per stoccaggio di materie prime o prodotti che necessitavano di essere conservati, all'interno dei contenitori ceramici, in un ambiente con livelli di temperatura e umidità costanti nel corso del tempo e che grazie all'utilizzo del gesso cotto potevano essere sigillati (Boccuccia *et alii*, fig. 4).

Le grotte e i culti

Giungendo all'ultima fase di frequentazione delle grotte delle evaporiti dell'Appennino settentrionale in epoca protostorica, occorre ricordare che il tracollo del popolamento dell'areale padano nel Bronzo finale investì anche le aree contermini, tra cui i primi rilievi collinari e quindi le zone dei gessi, sia bolognesi che della Romagna.

Dopo l'abbandono, che durò fino a tutta la prima metà del I millennio a.C., non sembra esserci nuova frequentazione negli ambienti ipogei dei Gessi bolognesi, mentre nella Vena del Gesso, con la *seconda età del Ferro* e l'affermarsi della *facies* umbro-etrusca, la Grotta del Re Tiberio vede una nuova, importante fase di sviluppo a carattere prettamente cultuale.

In un momento imprecisato della seconda età del ferro, viene realizzato nella zona ingressuale il primo e principale impianto di captazione, immagazzinamento e deflusso delle acque, costituito da vaschette scavate nella parete meridionale d'ingresso, collegate tra loro e sul fondo da un sistema di canalizzazioni (fig. 20). In questo sistema legato allo sfruttamento delle acque di stillicidio è da riconoscere l'area sacra d'età umbra, che ha restituito numerosi ex-voto sin dai primi saggi di Scarabelli.

La maggior parte del materiale rinvenuto è compatibile con l'uso santuariale della grotta (Miari 200, pp. 254-264) e comprende frammenti di vasi utilizzabili per raccogliere e conservare le acque di stillicidio, forme atte al consumo della stessa acqua, come brocche, tazze e bicchieri, alla preparazione e consumo di offerte alimentari, quali mortai e scodelle, nonché vasetti miniaturistici (Bertani 1996; Bertani, Pacciarelli 1996).

I bronzetti votivi conservatisi coprono un arco temporale che va dalla fine del VI - inizi V sec. a.C. (devota di tipo umbro-romagnolo), al pieno V (devoto schematico tipo Marzabotto), alla fine V - prima metà IV (devoto di tipo etrusco padano con il *torquis*), ad età tardo-ellenistica (devoto ammantato con patera) (Miari 2000, pp. 256-257) (fig. 21). Tra le forme in ceramica depurata prevalgono le scodelle a profilo continuo e piattelli a tesa, secondo modelli che rientrano nel panorama comunemente attestato in Romagna e



Fig. 20 – Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA). Particolare della parete di ingresso con le vaschette votive scavate nel gesso per la captazione delle acque di stillicidio (*Archivio Soprintendenza ABAP Bologna).*



Fig. 21 – Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA). I bronzetti votivi (da Miari 2002).

nei principali centri dell'Etruria padana tra VI e IV sec. a.C.

La ceramica di importazione comprende ceramica attica a figure rosse e a vernice nera del primo quarto del IV sec. a.C.; frammenti di *kylix*, ciotole, *skyphoi* e anforette in ceramica etrusca a vernice nera degli ultimi decenni del IV sec. a.C.; *skyphoi* in ceramica etrusca sovradipinta della fine IV - inizi III sec. a.C.

I vasetti miniaturistici, sia in ceramica depurata (circa una sessantina di scodelline miniaturistiche, tanto in argilla di colore dal nocciola all'arancio che in ceramica grigia) che di impasto, conservavano talora piccole offerte in metallo, resti vegetali o ocra.

Quelli di impasto noti ammontano ad almeno 800 esemplari (anche se si può presumere l'esistenza di un numero originario di gran lunga maggiore) e comprendono tutte le fogge tipiche ben note e diffuse nei contesti umbro-romagnoli della seconda età del ferro (fig. 22): vasetti troncoconici o ovoidi, spesso mono o biansati, piccoli calici e piattelli. Evidente è lo stretto rapporto tra modello miniaturistico e fogge ceramiche cui rimandano, dalle ollette con prese a linguetta in ceramica di impasto a forme di ascendenza colta, quali *kylikes* e *skyphoi*. Sono inoltre diffusi in tutta l'area ingressuale della grotta e, se pur con minore frequenza, anche all'interno, con concentrazioni particolari e non casuali, quali la stipe di circa trecento vasetti rinvenuti da Riccardo Lanzoni, Ispettore Onorario alle Antichità per la valle del Senio, in una fenditura della roccia, di cui alcuni contenevano, al momento della scoperta, piccole offerte in metallo: anellini, pendagli, frammenti metallici e laminette forate (Miari *et alii* 2013, p. 339, fig. 3).

La continuità dell'uso santuariale prosegue anche in età romana senza apparenti soluzioni di continuità, come testimoniano le monete rinvenute e cronologicamente comprese tra III secolo a.C. e III sec. d.C. (Mazzini 1996).

La Grotta del Re Tiberio rappresenta, dunque, un caso emblematico del persistere secolare di uno stretto legame tra culti e territorio e del suo travalicare i più consueti limiti cronologico-culturali. Tali caratteristiche la ricollegano, inoltre, ad altri contesti delle regioni centro-italiche, in cui gli aspetti della sfera religiosa ctonia sono spesso inscindibili da quelle del culto delle acque.

Evidenze di frequentazione cultuale degli ambienti ipogei della Vena del Gesso nella seconda età del ferro vengono infine anche dalla Tanaccia di Brisighella come esemplificato rinvenimento di un piccolo bronzetto votivo a figura umana (Miari *et alii* 2013, fig. 6). Il bronzetto è andato purtroppo disperso, ma grazie ad

una foto effettuata ai tempi si può vedere che si tratta di un bronzetto maschile schematico stante, nudo, itifallico. La testa presenta capigliatura a calotta con occhi resi con due cerchielli, mentre il naso è segnato dall'incontro dei due lati del viso. Altri due cerchielli sono impressi all'altezza del petto e uno all'altezza dell'ombelico. Le braccia scendono aperte e presentano all'estremità solcature parallele per la resa delle mani; le gambe, dritte e divaricate, terminano con il perno di infissione. Grazie alla descrizione di Bentini conosciamo anche l'altezza, di 5,2 centimetri e lo spessore - particolarmente esiguo - pari a quattro millimetri in corrispondenza della testa e a soli due al torace. Si tratta quindi di un votivo di tipo umbro-ligure, non lontano dagli esemplari diffusi nei siti votivi dell'Etruria Padana e databile al V secolo a.C.(Miari 2000).
La presenza del bronzetto, insieme a quella di almeno un vasetto miniaturistico (Farolfi 1976, fig. 5, 2) e di alcuni frammenti attribuibili all'età del Ferro, lascia intuire che la grotta fu sicuramente frequentata a scopi rituali tra VI e V sec. a.C. , sebbene tale frequentazione non sembri paragonabile, né per portata né per durata nel tempo, a quella della vicina Grotta del Re Tiberio (Miari *et alii* 2013).

Conclusioni

Dalle più recenti revisioni dei contesti archeologici emerge come le più antiche attestazioni di frequentazione delle cavità dei gessi risalgono al Neolitico recente, ovverosia alla seconda metà del V millennio a.C. e si riscontrino alla Vena del Gesso, alla Tanaccia di Brisighella. Non è semplice delinearne le caratteristiche, che comunque parrebbero rientrare in modalità d'uso di tipo insediativo, anche su base stagionale o periodica, da parte di piccoli gruppi dediti allo sfruttamento delle risorse del pascolo e del bosco.
Nella fase di passaggio tra il Neolitico finale e gli inizi dell'età del Rame, nel corso della prima metà del IV millennio a.C. si registra il primo utilizzo funerario delle cavità che si aprono nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale: una destinazione destinata a durare a lungo, fino ai primi secoli del II millennio a.C.
Le prime testimonianze sepolcrali si registrano nei Gessi bolognesi, al del Sottoroccia del Farneto, ma nel corso dell'età del Rame tutte le principali grotte del comprensorio dei gessi emiliano-romagnoli sono utilizzate come luogo di sepoltura collettiva, dalla Tana della Mussina alla Grottà del Re Tiberio, alla Tanaccia di Brisighella. La presenza di evidenze di manipolazio-



Fig. 22 – Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA). I vasetti votivi miniaturistici rinvenuti nella grotta (Musei Civici di Imola, Collezione Scarabelli).

ne *peri-mortem* e *post mortem*, con forme di traslazione e riduzione secondaria dei resti, oltre a offrire straordinarie testimoniane sulla ritualità funeraria delle comunità eneolitiche delle evaporiti dell'Appennino settentrionale, inseriscono il comprensorio in un più ampio contesto di riferimento che travalica i confini geografici considerati in questa sede estendendosi tanto all'Appennino peninsulare quanto all'area alpina.

Per la Vena del Gesso romagnola occorre inoltre sottolineare come, delle numerose cavità che vi si aprono, fin dagli inizi vengano scelte per tale uso solo alcune e, segnatamente, una per ciascuno dei tre principali comprensori territoriali: il Re Tiberio nei gessi di Monte Tondo, la Grotta dei Banditi in quelli di Monte Mauro e la Tanaccia nei gessi di Rontana e di Brisighella.

Nelle grotte della Vena dei gessi è agevole, poi, cogliere la prosecuzione dell'uso funerario degli ambienti ipogei oltre il limite dell'età del Rame, fino ad un momento non iniziale del Bronzo antico (XIX-XVIII sec. a.C.). Potrebbero datarsi a questa fase tardiva di uso funerario delle cavità naturali anche le sepolture rinvenute alla Grotta del Farneto, nei Gessi bolognesi. L'occupazione della grotta del Farneto prosegue durante le fasi medie dell'età del Bronzo con caratteristiche che potrebbero fare ipotizzare connotazioni di tipo cultuale, legate alla raccolta delle acque per stillicidio, concordemente con quanto noto nelle pratiche rituali attestate durante la media età del Bronzo in Italia peninsulare. La lettura dei dati archeologici non offre, però, certezze assolute in questo senso.

Con il proseguire dell'età del Bronzo, invece, si consolida senza dubbio uno sfruttamento a fini insediativi delle grotte, sia dei Gessi bolognesi che di quelli romagnoli: un utilizzo non continuativo da parte di comunità collegate con gli insediamenti e i villaggi sia di pianura che di altura che sfruttavano le cavità come riparo, forse stagionale, in appoggio ad attività pastorali. Dalla grotta Serafino Calindri, nel bolognese, si coglie anche il suggerimento che tra le finalità di frequentazione delle evaporiti vi potesse essere anche la produzione del gesso cotto per sigillare vasi contenitori e il relativo stoccaggio di materie prime o prodotti che necessitavano di essere conservati in un ambiente con livelli di temperatura e umidità costanti.

In ultimo, dopo l'abbandono conseguente al tracollo del popolamento della regione durante il Bronzo Finale, non sembra esserci nuova frequentazione negli ambienti ipogei dei Gessi bolognesi, mentre nella Vena del Gesso, con la *seconda età del Ferro* e l'affermarsi della *facies* umbro-etrusca, la Grotta del Re Tiberio vede una nuova, importante fase di sviluppo a carattere prettamente cultuale. Si tratta di forme di ritualità legate alla raccolta delle acque di stillicidio che perdurano fino ad età romana e che si registrano, se pure con evidenze più sfumate, anche alla Tanaccia di Brisighella.

Bibliografia

L. H. Barfield 1977, *The Beaker Culture in Italy, in* R. Mercer (a cura di), *Beakers in Britain and Europe: four studies*, British Archaeological Reports, Supplementary Series, vol. 26, pp. 27-49.

M. Bazzocchi, M.G. Belcastro, T. Caironi, V. Cavani, M. Secondo, G. Steffè 2015, *Le ricerche al Farneto nel corso del XX secolo: Edoardo Brizio e Luigi Fantini*, A. Guidi (a cura di), *150 anni di Preistoria e Protostoria in Italia. Il contributo della Preistoria e della Protostoria alla formazione dello Stato unitario*, Studi di Preistoria e Protostoria, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, pp. 905–909.

M.G. Belcastro, L. Castagna, F. Grazioli, N. Preti, P. Salvo, M. Venturi 2018, *Nota preliminare sul rinvenimento di un cranio umano nella Grotta Marcel Loubens (S. Lazzaro di Savena, BO)*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 85-86.

M.G. Belcastro, T. Nicolosi, R. Sorrentino, V. Mariotti, A. Pietrobelli, M. Bettuzzi, M.P. Morigi, S. Benazzi, S. Talamo, M. Miari, N. Preti, L. Castagna, L. Pisani, L. Grandi, P. Baraldi, P. Zannini, D. Scarponi, J. De Waele 2021, *Unveiling an odd fate after death: the isolated Eneolithic cranium discovered in the Marcel Loubens Cave (Bologna, Northern Italy),* "PLoS ONE", 16(3), https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247306.

B. Benedetti, V. Bertolani, A. Rossi 1972, *Studio Archeologico-Paletnologico della stazione in grotta*, in *Rassegna Speleologica Italiana* 24 (2), pp. 131-140.

L. Bentini 2010, *Cavità di interesse antropico nella Vena del Gesso romagnola*, in S. Piastra (a cura di), *Una vita dalla parte della natura. Studi in ricordo di Luciano Bentini*, Faenza, pp. 37-64.

M.G. Bertani 1996, *I materiali dell'età del ferro della Grotta del Re Tiberio*, in M. Pacciarelli (a cura di), *La collezione Scarabelli. 2. Preistoria*, Casalecchio di Reno, pp. 440-470.

M.G. Bertani, M. Pacciarelli 1996, *L'uso della grotta del Re Tiberio durante le età dei metalli*, in M.

Pacciarelli (a cura di), *La collezione Scarabelli. 2. Preistoria*, Casalecchio di Reno, pp. 430-433.

M.G. Bertani, Gruppo Amici della Montagna di Mezzano (RA), M. Pacciarelli 1994, *Il complesso sepolcrale e cultuale della grotta del Re Tiberio: vecchi e nuovi ritrovamenti*, in M. Pacciarelli (a cura di), *Archeologia del territorio nell'imolese*, (Catalogo della Mostra, Imola 1997), Imola, pp. 51-55.

P. Boccuccia 2018, *La frequentazione pre e protostorica nelle grotte tra Reggiano e Bolognese*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 27-36.

P. Boccuccia, C. Busi, F. Finotelli, R. Gabusi, L. Minarini 2018, *La Grotta Serafino Calindri (San Lazzaro di Savena – BO). Frequentazione antropica di una cavità dei gessi Bolognesi durante l'età del bronzo*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 87-98.

P. Bonometti 2018, *La frequentazione della Grotta del Farneto dal Bronzo Antico al Bronzo Recente*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 77-84.

P. Bonometti, L. Minarini 2022, *Il riordino dei repert archeologici rinvenuti nella Grotta del Farneto*, in C. Busi, P. Forti, P. Grimandi (a cura di), *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto* (Atti del Convegno; San Lazzaro di Savena, 9-10 ottobre 2021), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 38, pp. 65-76.

E. Brizio 1882, *La Grotta del Farné nel Comune di San Lazzaro presso Bologna,* Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna IV, pp. 1-50.

C. Busi 2018, *Luigi Fantini e la scoperta del deposito osteologico del Sottoroccia del Farneto*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 227-240.

C. Cavazzuti 2018, *Resti umani e rituali nelle grotte emiliano-romagnole fra terzo e secondo millennio a.C.*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 129-140.

C. Cavazzuti, S. Interlando, I. Fiore 2020, *Resti umani alla Tana della Mussina. Fu un 'rito orribile'?*, in I Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di), *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del Ventunesimo secolo*, Reggio Emilia, pp. 95-104.

G. Chierici 1872, *Una caverna nel reggiano*, Reggio Emilia.

D. Cocchi Genick 1999, *I rituali in grotta durante l'età del bronzo*, in R. Peroni, L. Rittatore Vonwiller (a cura di), *Ferrante Rittatore Vonwiller e la Maremma, 1936-1976. Paesaggi naturali, umani, archeologici* (Atti del Convegno, Ischia di Castro, 4-5 aprile 1998), Grotte di Castro, pp. 163-172.

A. Dolfini 2010, *The origins of metallurgy in central Italy: new radiometric evidence*, "Antiquity" 84 (325), pp. 707–723. https:// doi. org/ 10.1017/ S0003 598X0 01001 83

C. Guarnieri (a cura di) 2015, *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso*, Faenza, 2015.

L. Fantini 1959, *Note di Preistoria bolognese. La grotta del Farneto. Il "Sottoroccia" nei pressi della grotta del Farneto*. "Strenna Storica Bolognese" IX, pp. 121-136.

L. Fantini 1969, *Nuovi reperti archeologici dalla frana del sottoroccia del Farneto,* "Culta Bononia", Vol. 2, pp. 275-279.

G. Farolfi 1976, *Tanaccia di Brisighella. Problemi cronologici e culturali*, "Origini" 10, pp. 175-243.

F. Facchini 1964, *Osservazioni sui resti scheletrici della Tanaccia di Brisighella (Ravenna),* "Studi Etruschi", s. ii, 32, pp. 143-155.

F. Facchini 1972, *I reperti osteologici della stazione del Farneto e il loro interesse antropologico, in* "Memoria X della Rassegna Speleologica Italiana" (Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia-Romagna e del Simposio di studi sulla Grotta del Farneto), pp. 117-126.

F. Frassetto 1905, *Frammenti di scheletri umani rinvenuti nella grotta del Farneto presso Bologna,* "Proteus" 3, f. II-III, pp. 1-6.

F. Lenzi 2018, *Testimonianze antropiche dalle morfologie carsiche di Monte Castello (Croara) e dal distretto limitrofo*, in in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 59-69.

M. Massi Pasi, G. Morico 1997, *La Grotta della Tanacccia di Brisighella*, in M. Pacciarelli (a cura di), *Acque, grotte e Dei. 3000 anni di culti preromani in Romagna, Marche e Abruzzo, (*Catalogo della Mostra, Imola 1997)*,* Fusignano, pp. 20-28.

L. Mazzini 1996, *La frequentazione della grotta del Re Tiberio in età romana*, in M. Pacciarelli (a cura di), *La collezione Scarabelli. 2. Preistoria*, Casalecchio di Reno, pp. 471-472.

C. Metta 2021, *Le grotte della Maremma tosco-laziale. La frequentazione tra Eneolitico ed età del bronzo*, Milano.

M. Miari 2007, *L'Eneolitico*, in C. Guarnieri (a cura di), *Archeologia nell'Appennino romagnolo: il territorio di Riolo Terme*, Imola, pp. 30-34.

M. Miari 2013, *Le sepolture secondarie e collettive in ripari sotto roccia e in grotte in Emilia e Romagna*, in R.C. De Marinis (a cura di), *L'età del Rame. La pianura padana e le Alpi al tempo di Ötzi.* Brescia, pp. 431-436.

M. Miari 2018, *La frequentazione pre e protostorica nelle grotte della Romagna*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 109-118.

M. Miari 2019, *La frequentazione preistorica e protostorica dei gessi di Monte Mauro*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Monte Mauro*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, vol. XXXIV, pp. 499-510.

M. Miari 2000, *Stipi votive dell'Etruria padana*, Roma.

M. Miari, M. Sericola 2022, *Il comprensorio del Re Tiberio tra tutela e ricerca archeologica. Nuovi dati e status quaestionis*, in M Ercolani, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *La Grotta del Re Tiberio. Valori ambientali e valori culturali* (Atti del convegno, Faenza, 26-27 marzo 2022), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, vol. XLI, pp. 147-164.

M. Miari, C. Cavazzuti, L. Mazzini, C. Negrini, P. Poli 2013, *Il sito archeologico del Re Tiberio*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I gessi e la cava di Monte Tondo*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II vol. XXVI, Bologna, pp. 375-402.

M. Miari, F. Bestetti, P. Boccuccia 2015, *Il sito archeologico della Tanaccia di Brisighella,* in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, vol. XXVIII, Faenza, pp. 475-506.

M. Miari, S. Talamo, M.G. Belcastro, V. Mariotti, T. Nicolosi 2022, *Le datazioni e lo studio dei resti osteologici umani del Sottoroccia del Farneto e della Grotta Marcel Loubens*, in C. Busi, P. Forti, P. Grimandi (a cura di), *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto* (Atti del Convegno; San Lazzaro di Savena, 9-10 ottobre 2021), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 38, pp. 77-91.

G. Nenzioni, F. Lenzi 2022, *Il contributo delle ricerche speleologiche per la storia del popolamento dei gessi Bolognesi, alla luce dei nuovi studi*, in C. Busi, P. Forti, P. Grimandi (a cura di), *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto* (Atti del Convegno; San Lazzaro di Savena, 9-10 ottobre 2021), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 38, pp. 93–112.

G. Nenzioni, M. Marchesini, S. Marvelli 2018, *Fenomeni carsici e primo popolamento nel territorio bolognese orientale: paleoambienti e litocomplessi*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *Nel sotterraneo mondo: La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia, (*Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), Bologna, pp. 15-25.

T. Nicolosi, M. Miari, R. Sorrentino, A. Pietrobelli, V. Mariotti, J. De Waele, D. Scarponi, L. Pisani, L. Grandi, N. Preti, L. Castagna, S. Benazzi, M.G. Belcastro 2022, *Il ritrovamento di un cranio eneolitico nella Grotta Marcel Loubens (San Lazzaro di Savena, BO): analisi antropologica e ricostruzione del rituale funerario*, in N. Negroni Catacchio (a cura di),. *Ipogei. La vita, la morte, i culti nei mondi sotterranei (Atti del XV Incontro di*

Studi di Preistoria e Protostoria in Etruria, Valentano, 11-13 settembre 2020), Milano, pp. 105-119.

T. Nicolosi, V. Mariotti, S. Talamo, M. Miari, L. Minarini, G. Nenzioni, F. Lenzi, A. Pietrobelli, R. Sorrentino, S. Benazzi, M.G. Belcastro 2023, *On the traces of lost identities: chronological, anthropological and taphonomic analyses of the Late Neolithic/Early Eneolithic fragmented and commingled human skeletal remains from the Farneto rock shelter (Bologna, northern Italy)*, "*Archaeological and Anthropological Sciences*" 15, 36, https://doi.org/10.1007/s12520-023-01727-2

R. Nobili 2017, *Il Sottoroccia del Farneto: revisione della documentazione e analisi dei materiali per un inquadramento cronoculturale*, in M. Bernabò Brea (a cura di), *Preistoria e Protostoria dell'Emilia Romagna I*. Studi di Preistoria e Protostoria 3, I, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, pp 423–428.

M. Pacciarelli 2009, *Osservazioni sul giacimento del Bronzo Antico della Grotta dei Banditi*, "IpoTESI di Preistoria" II, 1, pp. 8-36.

A. Pedrotti 2001, *Il Neolitico,* in M. Lanziger, F. Marzatico, A. Pedrotti (a cura di), *Storia del Trentino, I. La preistoria e la Protostoria*, Bologna, pp. 119-181.

R. Poggiani Keller, M. Baioni 2022, *L'età del Rame in Lombardia*, in R.C. de Marinis, M. Rapi (a cura di), *Preistoria e Protostoria in Lombardia e Canton Ticino*, *Rivista di Scienze Preistoriche* LXXII, numero speciale 2, pp. 253-269.

E. Romagnoli 2018, *Revisione e studio antropologico dei resti osteologici eneolitici del Sottoroccia del Farneto e della grotta di fianco alla chiesa di Gaibola*. Tesi di Laurea Magistrale, Universita di Bologna.

P. Strobel 1890, *Terramaricoli trogloditi?*, "Bullettino di Paletnologia Italiana" 16, 189, pp. 98-108.

U. Thun Hohenstein, E. Gargani, M. Bertolini 2020, *Use-wear analysis of bone and antler tools from Farneto (Bologna, Italy) and Sa Osa (Oristano, Italy) archaeological sites*. "Journal of Archaeological Science: Reports" 32, 102386, https:// doi.org/ 10. 1016/j. Jasrep. 2020. 102386.

I. Tirabassi 2020, *Analisi dei materiali archeologici conservati nello Sportello 16 della "Raccolta Chierici" e di quelli rinvenuti successivamente nella grotta*, in I Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di), *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del Ventunesimo secolo*, Reggio Emilia, pp. 49-87.

I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di) 2020, *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del ventunesimo secolo*, DEA Documenti ed evidenze di Archeologia 16.

E. Valzolgher 2020, *Tana della Mussina. Datazione radiocarbonica AMS dei resti scheletrici umani*, in I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di) 2020, *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del ventunesimo secolo*, DEA Documenti ed evidenze di Archeologia 16, pp. 105-107.

N. Volante 2018, *Poggio di Spaccasasso. Pratiche funerarie in una cava di cinabro tra Neolitico ed età dei Metalli in Maremma*. Millenni, Vol. 16, Pontedera.

N. Volante, G. Pizziolo 2019, *Alberese (Grosseto), Poggio di Spaccasasso. Stato dell'arte delle ricerche di archeologia preistorica,* "Bollettino di Archeologia online", X, 1-2, pp. 7-50.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

La presenza umana nei gessi emiliano-romagnoli. L'età romana e il *lapis specularis*.

Chiara Guarnieri[1]

Riassunto
L'intervento intende fare il punto sullo stato della conoscenza riguardante l'area dei gessi emiliano-romagnoli durante l'età romana. Dopo un breve excursus sulla frequentazione antropica, si passa ad esaminare dapprima l'utilizzo delle grotte come luogo di culto per poi parlare del gesso come materiale da costruzione, con particolare riguardo ad alcune cave rinvenute nell'appennino reggiano, bolognese e romagnolo. È quindi analizzata l'eccezionale scoperta della prima cava di *lapis specularis* in Italia, materiale utilizzato dai romani al posto del vetro, data la sua assoluta trasparenza. Il rinvenimento di ulteriori altre cave di *lapis*, tutte circoscritte al massiccio di Monte Mauro - e di un particolare edificio costruito in terra e legno, posizionato in posizione strategica di fronte alla cave - connotano la zona come un vero e proprio distretto minerario.

Parole chiave: Vena del Gesso, Età romana, frequentazione appennino, culti in grotta, cave, materiali da costruzione, *lapis specularis*, edificio in legno e terra cruda.

Abstract
The aim of this paper is to take stock of current knowledge regarding the Emilia-Romagna gypsum area in ancient Roman times. After a short digression about human frequentation, there is a look at the use of caves as places of worship and then a discussion about utilization of gypsum as a construction material, focusing in particular on quarries found in the Reggio Emilia Apennines, the Bologna Apennines and the Romagna Apennines. This is followed by analysis of the exceptional discovery of the first known quarry in Italy for lapis specularis, *a gypsum crystal used by the Romans instead of glass because it was so transparent. The discovery of other* lapis *quarries – all on the Monte Mauro massif – and a distinctive building made of wood and earth, strategically located facing the quarries, seem to indicate that it was a genuine quarrying district.*

Keywords: *Vena del Gesso, ancient Roman times, human frequentation, worship in caves, quarries, construction materials,* lapis specularis*, wood and earth structure.*

Durante il III secolo a.C. e per la prima metà di quello successivo la presenza romana nel territorio collinare appare occasionale, legata prevalentemente al transito lungo le percorrenze transappenninche; in particolare la valle del Lamone si configurava come un crocevia di genti e culture sin dall'età protostorica con una frequentazione riservata quasi unicamente alle cavità e alle grotte, utilizzate sia a fini cultuali che sepolcrali, frequentazione che continuò anche in età romana, subendo però un drastico ridimensionamento.
La frequentazione della regione emiliano-romagnola in età romana è rivolta prevalentemente allo sfruttamento agricolo e abitativo della pianura, attraverso una parcellizzazione regolare delle aree pianeggianti, effettuata con il sistema centuriale, occupate fittamente da ville ed edifici rustici. Tale metodologia di insediamento territoriale si arresta di fronte ai primi terrazzamenti fluviali, anch'essi frequentati, anche se in maniera sparsa, e sembra farsi sempre più rarefatta in area appenninica montana, dove probabilmente il sistema insediativo ed economico era pensato in maniera diversa rispetto a quello intensivo di pianura, con uno sfruttamento meno intensivo, legato a particolari sistemi produttivi come l'allevamento. All'interno del complesso dell'Appennino i gessi costituiscono un'ulteriore area a sé stante, distinguendosi per le peculiari caratteristiche geologiche caratterizzate dalle aspre morfologie del territorio e della scarsa fertilità del suolo che non si prestava alla coltivazione, alla silvicultura, all'allevamento né tantomeno all'insediamento (Lippolis *et alii* 1998; Guarnieri 2007; Guarnieri *et alii* 2015).
Un territorio così particolare si confaceva quindi ad un utilizzo altrettanto peculiare: se in età romana

[1] Già Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara; chiara.guarnieri@ cultura.gov.it

solamente alcune grotte continuarono ad essere frequentate come luoghi di culto, la presenza del gesso stimolò lo spirito imprenditoriale dei romani, che lo utilizzarono come materiale da costruzione (e da qui la presenza di cave) impiegandolo anche in alternativa ai pannelli in vetro, utilizzando il *lapis specularis* le cui cave sono state rinvenute, prime in Italia, nei gessi di Monte Mauro.

I culti in grotta

La frequentazione delle grotte nell'area dei gessi reggiani, bolognesi e romagnoli in età romana presenta come prima caratteristica un crollo numerico delle attestazioni rispetto al precedente periodo: su di un totale di cinquantaquattro grotte interessate dalla presenza dell'uomo tra le province di Ravenna, Bologna e Reggio in età protostorica, solo tre risultano stabilmente frequentate in età romana. I pochi frammenti di ceramiche di età romana che si rinvengono in altre grotte della regione, quando non fluitati, possono essere associati alla frequentazione sporadica di queste come ripari temporanei. Ci si riferisce alla Tana di Gesso Castellone, Grotta dei Massi caduti, Tana della Varina in provincia di Reggio Emilia e all'Abisso Ravenna, alla Grotta risorgente del Rio Basino, alla Grotta Sempal, all'Inghiottitoio presso la Rocca di Monte Mauro, alla cantina Boschi-Raggi a Brisighella nella provincia di Ravenna; nessuna segnalazione per quanto riguarda la provincia di Bologna (Guarnieri 2018).

Il quadro più completo della frequentazione delle grotte in età romana ci è restituito dalla Grotta del Re Tiberio (Mazzini 1996, Mazzini 2007, Negrelli 2007, Guarnieri 2018). La Grotta sino dal 1867 è stata oggetto di numerosi interventi che hanno restituito frammenti ceramici e monete; l'ultimo scavo archeologico, del 2013, ha individuato nuovi livelli di frequentazione di età romana, consentendo di accertare che in questa fase si è proceduto ad un generale rinnovamento del sistema di canalizzazione delle acque, raccolte in vaschette scavate nella roccia all'interno della grotta e poi convogliate all'esterno (Miari *et alii* 2013). Si è inoltre potuto appurare che non c'è stata alcuna cesura tra la frequentazione di età romana e quella dell'età del Ferro – così come documentato da rinvenimenti monetali e ceramici – ed anche che tale frequentazione è perdurata apparentemente senza interruzioni fino al V sec. d.C. Appare quindi evidente che questo luogo, situato in una posizione strategica nel punto di intersezione con la Valle del Senio e quella del Lamone, era ritenuto di una certa importanza anche in età romana non per una sorta di passiva continuità d'uso ma per una continuità di frequentazione, documentata da modifiche ed apprestamenti. Di un certo interesse inoltre la presenza all'esterno della grotta di focolari a cui corrispondono segni estremamente diffusi di focatura e spargimento di carbone al suo interno, fatto che potrebbe sottendere pratiche cultuali particolari.

Tutto quanto documentato converge quindi a definire la Grotta del Re Tiberio come un luogo di culto idrico: lo confermano non solo gli apprestamenti della grotta ma anche la tipologia dei materiali, per la maggior parte pertinenti a vasi utilizzati per bere e dalla presenza di rinvenimenti monetali - undici esemplari che datano dal III secolo a.C. all'età tardoantica - che ben rientrano nell'ambito delle offerte votive, pratica frequente presso luoghi di culto caratterizzati dalla presenza di acque oppure situati in zone montuose. Nel caso della Grotta del Re Tiberio tra gli esemplari monetali rinvenuti ve ne sono alcuni di rarità e pregio che possono essere legati ad una selezione effettuata in relazione alla funzione votiva dell'offerta monetale, nel quadro di una frequentazione di tipo prettamente cultuale. I rinvenimenti monetali della Grotta del Re Tiberio rientrano pertanto a pieno titolo nella pratica della *iactatio stipis* gesto che costituiva un contratto vincolante tra l'uomo e la divinità (Facchinetti 2003).

Il culto delle acque o l'offerta monetale nelle acque è una pratica estremamente diffusa in età romana e pertanto appare complesso definire quale divinità potesse essere venerata nella grotta del Re Tiberio, in assenza di fonti o documenti epigrafici. Sembra probabile-visto che l'acqua presente nella Grotta non era certo copiosa, come ad esempio nel caso di una fonte o di un fiume che possa trattarsi di una devozione legata ad una specifica divinità. La scelta appare piuttosto ampia visto che erano molte le divinità legate al culto delle acque, non necessariamente terapeutiche o termali: si va da dei guaritori come Apollo ed Esculapio, a divinità oracolari come *Aponus,* alle ninfe, alle divinità ctonie o legate alla fertilità come Annia Perenna, a Minerva oltre a Feronia.

Per tentare di restringere il campo possiamo prendere in considerazione quali sono le attestazioni di culti idrici nelle zone prossime alla Grotta del Re Tiberio; troviamo quindi le ninfe e *Fons* a Bagno di Romagna (Ortalli 2004) e a Bagnacavallo, nella pianura ravennate. In questo luogo era anche praticato il culto a Feronia, la cui origine è da ricercarsi nell'area etrusca, umbra o sabina (Cenerini 1994). Un'altra menzione di Feronia risulta territorialmente molto più vicina al Re Tiberio; la troviamo nella vallata del Lamone, in particolare nel toponimo con cui talvolta era ricordata la Pieve di S. Giovanni in Ottavo o del Thò, collocata *in Feroni*. Sebbene recenti studi abbiano evidenziato che la Pieve venne edificata quasi certamente sui resti di una villa urbano rustica e non su di un tempio o un

luogo di culto, appare di un certo interesse la presenza di questo toponimo a poca distanza dalla Grotta del Re Tiberio. Feronia apparteneva a quelle genti che erano transitate dai valichi appenninici ed avevano trovato insediamento proprio nei territori romagnoli. A questo si aggiunge che il culto di Feronia era legato alla natura e ad una contestualizzazione ambientale particolare come ad esempio una grotta. Appare suggestivo pensare come la Grotta del Re Tiberio abbia potuto costituire un luogo di osmosi culturale e sociale, un punto d'incontro d'identità diverse, un luogo di mediazione etnica e di integrazione tra diverse popolazioni, al pari di quello di Bagnacavallo.
Anche nella vicina Grotta dei Banditi è documentata una frequentazione di età romana che doveva avere un carattere sporadico, vista la scarsità dei materiali ceramici; non si può escludere peraltro che la presenza dell'uomo all'interno di questa grotta possa essere legata anche a pratiche di tipo cultuale.

Le cave di materiale da costruzione

Al momento sono attestate in Italia solamente quattro cave per la coltivazione del gesso, posizionate nelle aree interessate dall'affioramento delle seleniti dell'unità dei gessi Primari Inferiori di età Messiniana appartenenti alla Formazione Gessoso-solfifera. In Sicilia si conosce la cava di Rocca di Entella (PA) (Gennusa 2003), mentre nella formazione che interessa l'Emilia Romagna ne sono state scoperte tre, una a Borzano (RE), e due – di diversa entità - a Tossignano (BO) e Ca' Castellina (RA), quest'ultima al momento la meglio documentata e l'unica datata radiometricamente (Guarnieri 2020, Guarnieri 2022, Guarnieri C., D'Amato S. 2019) (fig. 1).
Nell'elenco delle cave non sono menzionate quelle bolognesi da cui provengono i numerosi blocchi di selenite presenti negli edifici medievali di Bologna – *in primis* ad esempio nella base delle Due Torri - precedentemente impiegati nelle cosiddette mura di selenite (Del Monte 2005); la datazione di queste ultime oscilla tra la fine del III secolo e la fine VI-inizi VII secolo d.C., anche se dati archeologici recenti indurrebbero a collocarle attorno la fine del IV secolo (Curina 1997). Purtroppo l'esistenza delle cave bolognesi può essere solo ipotizzata visto che al momento non possediamo alcuna documentazione archeologica al riguardo.
Le cave di estrazione del gesso da costruzione sono del tipo "a giorno" o "a cielo aperto", una forma di coltivazione che prevedeva l'estrazione dei blocchi di pietra a partire dal livello sommitale del banco roccioso. Il cavapietre, dopo aver individuato l'area più utile per il prelievo e averla preparata con una pulizia superficiale, iniziava la vera e propria coltivazione, partendo con il disegnare sul tetto dell'affioramento la forma dei blocchi, la più vicina possibile a quella voluta; queste

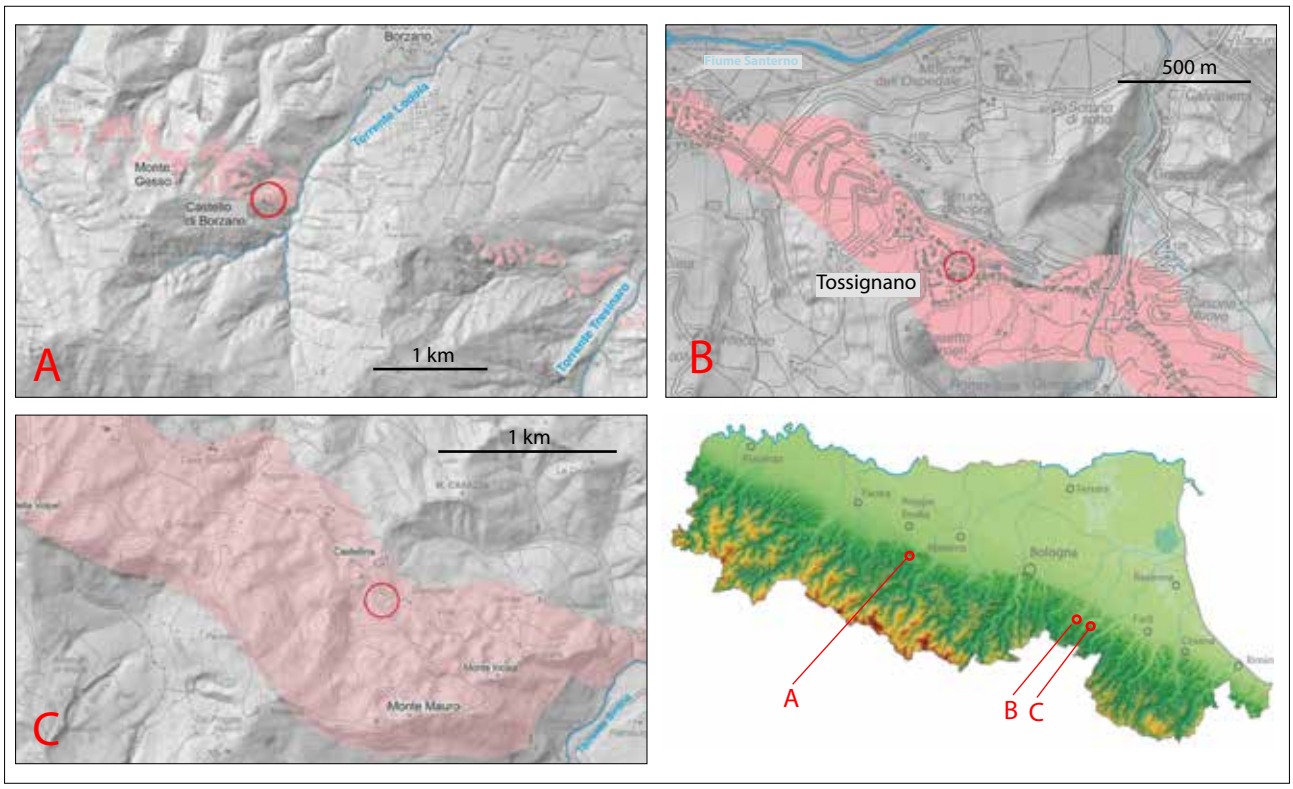


Fig.1 – Posizionamento della cava di Borzano (A) nei gessi messiniani del Basso Appennino reggiano e delle cave di Tossignano (B) e Ca' Castellina (C) lungo la Vena del Gesso romagnola. In colore rosa è delimitata la Formazione gessoso-solfifera

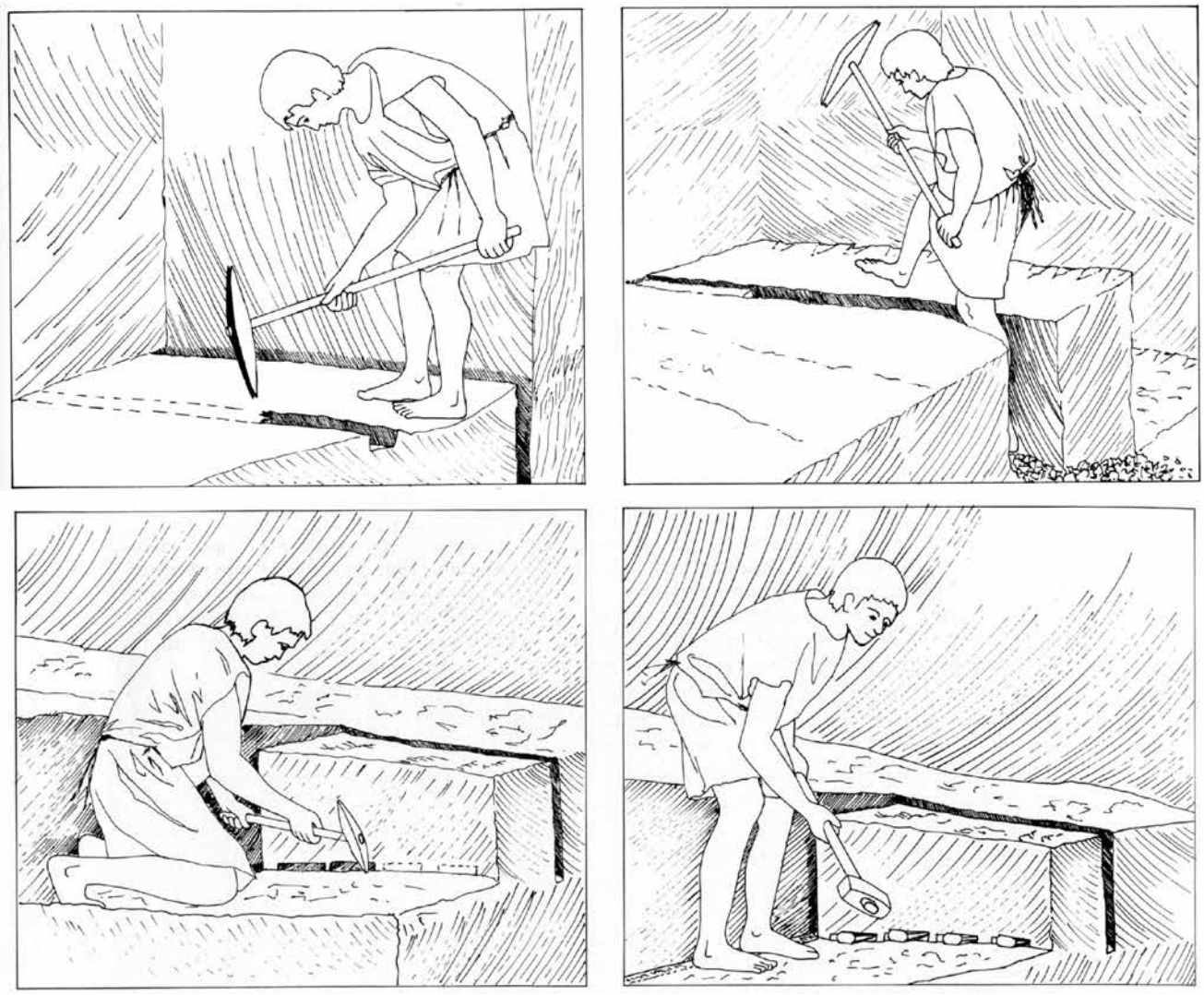


Fig. 2 (sopra) e fig. 3 (sotto) – Le fasi di estrazione dei blocchi (da Bessac 1996).

linee, chiamate canali di escavazione, potevano venire allargati per agevolare lo stacco del blocco (fig. 2). In un secondo tempo si realizzava sotto il blocco un ulteriore canale di escavazione in cui venivano conficcati i cunei per procedere all'estrazione (fig. 3). Nel caso di materiali piuttosto teneri, come il gesso, si lasciava una superficie" di scarto" poiché il trasporto poteva causare danni al materiale; per questo motivo le misure dei blocchi che possono essere ricavate all'interno di una cava non sono perfettamente assimilabili al piede romano. Il lavoro continuava poi avanzando a gradoni per piani regolari fino al fondo della cava, raggiungendo anche quote profonde. Questo procedimento portava alla formazione di una o più pareti tagliate e regolarizzate in alcuni punti quasi a formare un angolo di 90 gradi (il cosiddetto fronte di cava) (Adam 1994, Bessac 1996). Le metodologie di estrazione del gesso, e del materiale litico in generale, rimangono invariate dall'età antica fino all'età moderna, quando è subentrato l'utilizzo dell'esplosivo (Adam 1994, Cagnana 2000).

In età romana le cave erano finalizzate a ricavare blocchi per la costruzione di edifici legati verosimilmente a committenze pubbliche, e potevano produrre, come prodotto secondario, intonaco, malta e stucco. Certamente le attività di coltivazione di questo materiale prevedevano una pianificazione dei tempi e delle quantità necessarie di materiale per la costruzione in programma; pare plausibile ipotizzare che gli edifici a cui erano destinati i blocchi ricavati di gesso non fossero troppo distanti dalle aree di escavazione, per ovvie ragioni di carattere pratico ed economico; al momento però non sono noti nel territorio di Imola, Faenza o nell'area reggiana, resti di edifici di età romana che utilizzino blocchi di gesso, visto che al momento è attestata la presenza unicamente di altri materiali lapidei quali calcari o pietra locale; si segnalano invece reimpieghi di blocchi in selenite come quelli già citati per Bologna.

Lo studio di una cava comporta necessariamente an-

che l'analisi attenta delle tecniche di estrazione attraverso la registrazione tracce dei tagli e dei segni lasciati sulla pietra, che variano a seconda dell'attrezzo utilizzato, a sua volta collegato al grado di durezza della pietra stessa (Bessac 1986; Bessac 1993, pp. 149-150). Al momento, all'interno delle cave italiane di gesso non sono stati rinvenuti utensili, ma solo le tracce in negativo della loro presenza, consistenti in scalfitture, impronte e canali di escavazione, a meno che non si vogliano interpretare come strumenti legati alla coltivazione i cunei rinvenuti in un edificio rustico di età romana a poca distanza della cava di Borzano (si veda *ultra*).

A seconda del loro uso gli strumenti utilizzati nell'estrazione del materiale litico possono essere suddivisi in due principali categorie: a percussione diretta e indiretta. L'analisi dei segni lasciati dalle lavorazioni nelle cave esaminate permettono di affermare che erano impiegati scalpelli, piccozze e picconi dotati sia di punta sia di lama da taglio. Lo scalpello incide il gesso lasciando un solco netto sul piano di lavorazione, di forma rettangolare e con sezione a V con un lato meno inclinato dell'altro. Le impronte lasciate sulle pareti di cava consistono in scalfitture rettilinee sub-parallele con andamento a spina di pesce, le quali evidenziano il procedere delle incisioni di volta in volta in una direzione ed in quella opposta. È probabile che l'approfondimento dei solchi dopo i primi centimetri avvenisse mediante l'uso di picconi dotati di lama trasversale che producono una sezione longitudinale concava dei canali di escavazione più profondi, con le pareti terminali del solco molto inclinate. L'uso di picconi dotati anche di punta è inoltre testimoniato dalla presenza di solchi verticali costituiti da una fitta serie di incisioni di forma ovoidale (Bessac 1993, Cagnana 2000).

Un altro elemento importante da prendere in considerazione nello studio di una cava di gesso sono i segni lasciati dall'erosione dell'acqua sul gesso (karren); dalla loro profondità è possibile determinare approssimativamente il tempo di esposizione agli agenti atmosferici della superficie di cava. L'applicazione di questo studio, effettuato per la prima volta nella cava di Ca' Castellina nei gessi Romagnoli (Santagata *et alii* 2019), ha permesso di ipotizzare - unitamente a considerazioni di carattere stratigrafico - i tempi di esposizione all'aperto dei piani di cava e di conseguenza di proporre una sequenza interna dei tempi di lavorazione (Guarnieri, D'Amato 2019).

La principale finalità di queste cave era di ricavare blocchi per la costruzione di edifici legati verosimilmente a committenze pubbliche, anche se potevano produrre, come prodotto secondario, intonaco, malta e stucco. Certamente le attività di coltivazione di questo materiale prevedevano una pianificazione dei tempi e delle quantità necessarie di materiale per la costruzione in programma; pare plausibile ipotizzare che gli edifici a cui erano destinati i blocchi ricavati dalla cave di gesso non fossero troppo distanti dalle aree di escavazione per ovvie ragioni sia di carattere pratico che economico; al momento però non sono noti nel territorio di Faenza, Imola o nell'area reggiana, resti di edifici di età romana che utilizzino blocchi di gesso, ma piuttosto calcari o pietra locale.

Le attività estrattive portano ad una modificazione radicale della morfologia del paesaggio: si vengono a creare pareti ripide, in taluni casi di una certa altezza, che contengono nuovi spazi, talvolta caratterizzati da gradoni; spesso accade che in tali situazioni s'impiantino nuove strutture che sfruttano la nuova morfologia così creata, come avvenuto ad esempio a Borzano, nei gessi reggiani, dove il Castello aveva occupato la sommità dello sperone gessoso in modo da sfruttare con finalità difensive la parete di più di 10 m di altezza formata dalla coltivazione del gesso, mentre il fronte della cava, che rientra ed è protetto ai lati dalla roccia, era stato occupato da un nucleo di abitazioni. L'indagine archeologica, svoltasi tra il 2001 e il 2003 ha riguardato la parte sottostante del lato settentrionale dello sperone roccioso su cui insiste il castello di Borzano (fig.4); qui è stato portato in luce un piccolo abitato riconducibile al XIV- XV secolo (Curina 2007, Losi 2007).

Le caratteristiche costruttive delle abitazioni - muri realizzati in blocchi di gesso più o meno squadrati, legati con calce e scaglie di gesso e soffitti sorretti da travi in legno alloggiate nella parete della cava - trovano un confronto piuttosto preciso con un'abitazione che occupava parte dell'area di coltivazione della cava Ca' Castellina (si veda *ultra*).

Il fronte della cava di Borzano è di considerevole ampiezza e presenta vari gradoni di dimensioni non uniformi su cui sono visibili i canali di escavazione, larghi in media tra i 20 e i 25 cm (figg. 5-6). Sulle superfici sono evidenti i segni degli strumenti utilizzati, quali incisioni rettilinee e a spina di pesce. La presenza di blocchi non ancora estratti della lunghezza di m 2,70 permette di ipotizzare che nella cava avvenisse una sommaria sbozzatura dei diversi blocchi che venivano poi finiti direttamente in cantiere. I pochi materiali nei residui di lavorazione e nei livelli di frequentazione riportano ad un periodo compreso tra il I e il II sec.d.C.

Pare di un certo interesse segnalare un rinvenimento effettuato all'interno di un edificio rustico di età romana situato a circa un chilometro di distanza dal sito della cava, (via Luca da Reggio, scavo E.Lippolis, inedito). Si tratta di sei cunei, di cui uno integro e i rimanenti frammentari, realizzati in piombo. Presen-



Fig.4 – Borzano, la cava con il Castello (foto C. Guarnieri).

tano una forma triangolare e misure regolari; l'unico frammento integro è lungo cm 19, alto 8 con uno spessore decrescente in modo regolare dalla base fino alla punta; l'unico cuneo conservato presenta chiari segni di percussione sulla base che ne hanno determinato un parziale schiacciamento (fig. 7). Il lavoro nella cava doveva coinvolgere un certo numero di uomini e mezzi e pare perciò plausibile ipotizzare che questi strumenti possano essere collegati con il lavoro svolto nelle immediate vicinanze, visto che erano idonei per essere utilizzati nella fase finale di estrazione del blocco. La cava di Borzano ha restituito anche due strumenti, un cuneo e uno scalpello lungo in ferro, che provengono dai livelli di frequentazione di età medievale e che ci confermano che l'attività di coltivazione doveva essere contemplata anche in questa fase, anche se non siamo in grado di definirne l'entità.

Passando ai Gessi bolognesi l'unica cava di estrazione conosciuta è situata sotto i ruderi della Rocca del comune di Tossignano (Imola); individuata nel 1987 e genericamente attribuita all'età romana, è stata portata in luce solo per una minima parte (Merlini 1999, p. 97, Bombardini 2003, Guarnieri 2022). Sono visibili tre livelli conformati a gradoni che presentano i segni degli strumenti utilizzati per estrarre i blocchi, come sega e scalpello, e i canali di escavazione; i blocchi si presentavano mediamente di cm 50 di larghezza per m 1 di lunghezza (fig. 8). Dai resoconti della



Fig.5 – Borzano, particolare dei blocchi in cava (foto M. Ercolani).



Fig.6 – Borzano, segni di lavorazione (foto M. Ercolani).

scoperta sembra che l'area fosse poi stata occupata da un'abitazione di età medievale, analogamente a quanto avvenuto nei siti di Borzano e Ca' Castellina. La Rocca e le mura del *castrum* di Tossignano impiegano numerosi blocchi di gesso.

Situata nell'area del massiccio di Monte Mauro, a poca distanza dalle aree di estrazione del *lapis specularis*, si trova la cava di Ca' Castellina (Riolo Terme, RA), scoperta nel 2017 dallo Speleo GAM Mezzano (Guarnieri, D'Amato 2019). La zona di cava, che è caratterizzata dalla presenza di due alte pareti (circa 4 m di altezza) e da una serie di piani sfalsati, occupa un'estensione di circa 285 mq che costituisce la porzione di una più vasta area che doveva ampliarsi ai due lati del banco roccioso, la cui estensione rimane ancora da determinare (fig. 9). La cava presenta quattro fasi di utilizzo; le prime tre sono relative al suo sfruttamento, che sembra inquadrabile in un lasso di tempo abbastanza ridotto - calcolabile sia in base a considerazioni stratigrafiche che dai segni di dissoluzione sul banco gessoso - in meno di un centinaio di anni. Ben documentati anche i segni lasciati dai vari strumenti quali piccozze di vario tipo, scalpelli e picconi (fig.10), a cui si aggiungono i segni lasciati per l'alloggiamento dei cunei utilizzati per agevolare il distacco dei blocchi. Numerosi i blocchi semilavorati le cui misure risultano compatibili con il piede romano (cm 29,5), accanto a cui era presente anche il fusto semilavorato di una



Fig. 7 – Borzano, cunei in piombo (foto C. Guarnieri).

colonna. L'analisi del Carbonio 14 riferito ai residui di carbone rinvenuto all'interno dei canali di escavazione ha fornito una datazione oscillante tra il IV e il II sec. a.C. Anche nel caso della cava in questione, la presenza di un bocco della lunghezza di 200 x 30 x70 cm porta ad ipotizzare che alcuni conci venissero poi suddivisi in un secondo tempo in forme regolari (Adam 1994, p. 42); in base ad una prima valutazione sembra che dall'area della cava si siano stati estratti circa 1900 m ^{3}, stimati in eccesso (Santagata *et alii* 2019). L'escavazione continuò in una parte della cava che fu poi definitivamente abbandonata; la sua superficie fu lasciata scoperta per un periodo di tempo più prolungato, forse più di un centinaio di anni, fatto che ha determinato la dissoluzione profonda del banco di gesso (fig.11) (Santagata *et alii* 2019). In seguito tutta la superficie fu sepolta da un riporto di terreno che fu occupato da un edificio, realizzato con blocchi di gesso ricoperti di intonaco steso su di un'incannucciato, databile tra il XVI e il XVII secolo (fig.12).



Fig. 8 – Cava di Borgo Tossignano al momento della scoperta (foto J. Ortalli).

La scoperta della cava di Ca' Castellina conferma ulteriormente come l'area di Monte Mauro sia stata sfruttata, sia come cava di materiali da costruzione sia per l'estrazione del *lapis specularis,* fin dal momento iniziale della presenza romana nella vallata, per continuare, non sappiamo se con un'interruzione o meno, fino alla Tarda Antichità.

Le cave di *lapis specularis*

Un altro aspetto della frequentazione in età romana nell'area della Vena del Gesso romagnola è quello relativo allo sfruttamento per la coltivazione del *lapis specularis.*

Quod vitri more transluceat... così Isidoro di Siviglia (*Origin*, XVI, 4) descrive il *lapis specularis,* un



Fig.9 – Cava di Cà Castellina, l'area dopo lo scavo (foto M. Mioli).



Fig.10 – Cava di Cà Castellina, segni di escavazione (foto P. Lucci).



Fig.11 – Cava di Cà Castellina. Sono visibili le diverse superfici di cava con i segni dell'esposizione all'aria aperta (foto P. Lucci).

minerale brillante, la cui caratteristica principale è quella di sfogliarsi in strati sufficientemente sottili da fare passare la luce, presentando quindi le medesime caratteristiche del vetro. Si tratta di una particolare varietà di gesso secondario, caratterizzato da una struttura cristallina a piani paralleli e da un aspetto traslucido che, unito alla scarsa durezza e alla conseguente facilità di lavorazione, lo rendono appunto adatto a essere sfogliato in lastre trasparenti, anche molto sottili (fig. 13).

I manufatti rinvenuti sono paradossalmente molto più scarsi rispetto alle fonti scritte che parlano del *lapis specularis*; queste, sia di natura epigrafica che letteraria, si datano per la maggior parte tra il secondo quarto del I e l'inizio del II secolo d.C. (con un'unica ricorrenza più antica in Strabone) e tra l'inizio del III fino a tutto il V secolo d.C. Dalla loro lettura apprendiamo che il *lapis* veniva utilizzato principalmente per la fabbricazione dei pannelli da finestra (detti appunto *specularia).* Inserite all'interno di intelaiature di legno o metallo, le lastre di *lapis specularis* consentivano di isolare gli ambienti dal freddo, dal caldo e dal vento, permettendo contemporaneamente il passaggio ottimale della luce. Il vetro di età romana non era infatti trasparente ma, a causa delle impurità contenute nella massa vetrosa, si presentava sempre verde o verdeazzurro; per questo motivo il *lapis* era preferito nei casi in cui ci fosse bisogno di estrema trasparenza per far passare la maggior parte di luce possibile. Che il *lapis* rientrasse tra i materiali normalmente utilizzati in età romana lo documenta l'Editto di Diocleziano (301 d.C.) in cui una libbra (circa 327 g) di *lapis specularis* di prima scelta è valutata 8 denari, contro i 6 per quello di seconda scelta. Ma delle fonti sappiamo che questo materiale veniva utilizzato anche per scopi terapeutici, per creare effetti scenografici o per la rifinitura di particolari oggetti (lettighe, serre mobili), oltre che come componente di intonaci e stucchi di particolare qualità (Tempesta 2015). I rinvenimenti di lastre di *lapis* utilizzate come chiusura di finestre sono documentati in tutte le Province dell'impero romano, a partire dalla Spagna, dal nord Africa (Egitto, Libia, Tunisia) oltre che dalla Siria e dalla Turchia; due testimonianze ci provengono anche dall'Europa settentrionale, nello specifico dall'Inghilterra e dalla Francia (Guarnieri 2015c). In Italia la maggior parte delle attestazioni è concentrata nell'area vesuviana (Ingravallo, Pisapia 2015; Guarnieri *et alii* 2015-



Fig.12 – Ca' Castellina. Vista generale dell'edificio a fine scavo (foto S. D'Amato).



Fig. 13 – Lastrine di *lapis specularis* (spessore circa 1mm) realizzate ad imitazione delle originali di epoca romana (foto P. Lucci).

2016) Al momento, al di fuori di quest'area si contano i rinvenimenti di Cagliari e di Tuscolo (Roma), nella villa di Vosconio Pollio Quest'ultimo caso risulta piuttosto interessante perché le lastre di *lapis*, concentrate tutte nell'area del peristilio, si associano frammenti di vetri da finestra rinvenuti in altre zona della villa, ad indicarci come l'utilizzo del *lapis* non fosse alternativo al vetro ma semplicemente complementare e specifico (Guarnieri 2015c, p. 174). Ultimi recenti rinvenimenti si registrano ancora a Pompei e ad Agrigento, dove - all'interno di un butto situato nell'area del Parco Archeologico - è stato rinvenuto un gruppo di lastrine di *lapis*, purtroppo decontestualizzate. Un ulteriore utilizzo del *lapis specularis* è stato recentemente ipotizzato per una lucerna in metallo rinvenuta a Pompei (*ex info* Ingravallo, Pisapia). L'uso del *lapis* continuò anche in età altomedievale come è documentato, oltre che dalle fonti, anche dalle vetrate delle chiese di S.Sabina e S.Giorgio al Velabro a Roma.

È Plinio nella sua *Naturalis Historia* (XXXVI, 160-163) ad indicarci le principali cave di *lapis* nel bacino del Mediterraneo: Turchia, Tunisia, Cipro, Italia (vicino a Bologna e in Sicilia) e Spagna, in particolare la *Spagna Citerior*, nell'area attorno la città di *Segobriga* (*Historia Naturalis*, (Bernardez Gomez *et alii* 2015, Guarnieri *et alii* 2019) (fig. 14). Plinio menziona tra le zone di cava per il *lapis* anche un'area "… *et in Bononiensis Italiae parte breves*…", zona non ben collocabile con precisione, finché nel 2000 è stata identificata nell'area della Vena del Gesso Romagnola, nel massiccio di Monte Mauro (Brisighella, RA), la prima cava di *lapis specularis* italiana, conosciuta come Grotta della Lucerna in seguito al rinvenimento al suo interno di una serie di reperti di età romana, tra cui una lucerna integra.

La cavità è stata esplorata, rilevata ed in parte svuotata dagli scarti della lavorazione mineraria, dallo Speleo GAM Mezzano a partire dal novembre 2000 (Ercolani *et alii* 2015, Guarnieri *et alii* 2019). La grotta, che inizialmente doveva presentare due accessi, un primo in un punto scosceso che richiedeva probabilmente l'uso di scale (fig. 15), ed un secondo, posto poco più basso e più comodo, poi occluso da una frana che è stata parzialmente rimossa con lo scavo. Si tratta di una grotta al cui interno sono presenti vene di *lapis specularis* che vennero estratte penetrando e modificando i cunicoli naturali. Numerose e svariati i segni di lavorazione che sono stati registrati all'interno della cava quali scalpellature rettilinee o incrociate e lisciature accanto a cui sono stati rilevati diversi apprestamenti che erano stati creati per facilitare il lavoro all'interno quali gradini e pedarole (fig. 16), anse (fig. 17), nonché scassi nelle pareti per collocare assi o pioli lignei (fig. 18). Diversi ambienti erano poi tamponati da scarti di lavorazione, successivamente in parte asportati dopo la scoperta della cavità (figg. 19-20). Molte le nicchie, le cui pareti portano evidenti segni della cottura del gesso, per ospitare le lucerne che do-

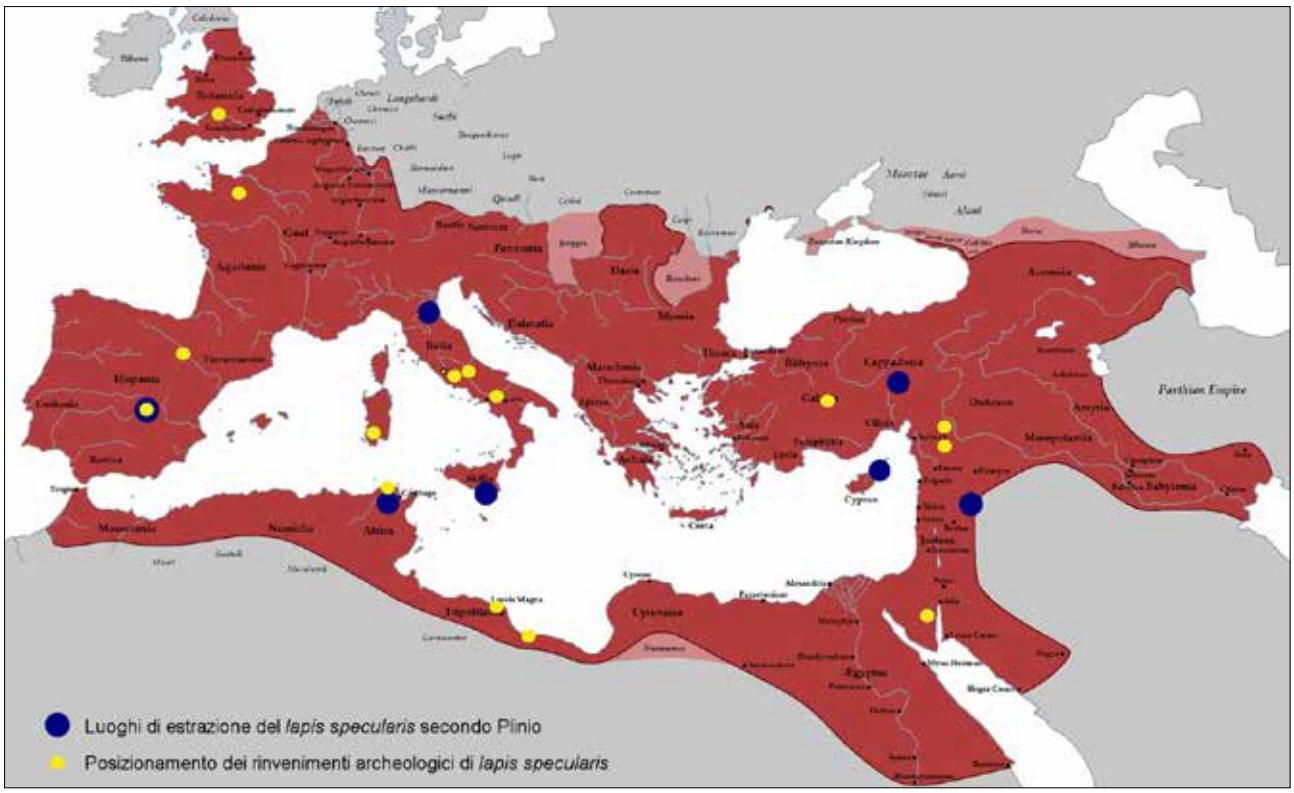


Fig.14 – Le cave di *lapis specularis* menzionate da Plinio (in blu) e i siti di rinvenimenti di lastrine (in giallo) (elaborazione SABAP BO).



Fig. 15 – Grotta della Lucerna. Entrata e tratto iniziale (foto P. Lucci).



Fig. 16 – Grotta della Lucerna. Pedarole scavate nella roccia (foto P. Lucci).



Fig. 17 – Grotta della Lucerna. Muretto e ansa ottenuti modellando il blocco di gesso (foto P. Lucci).

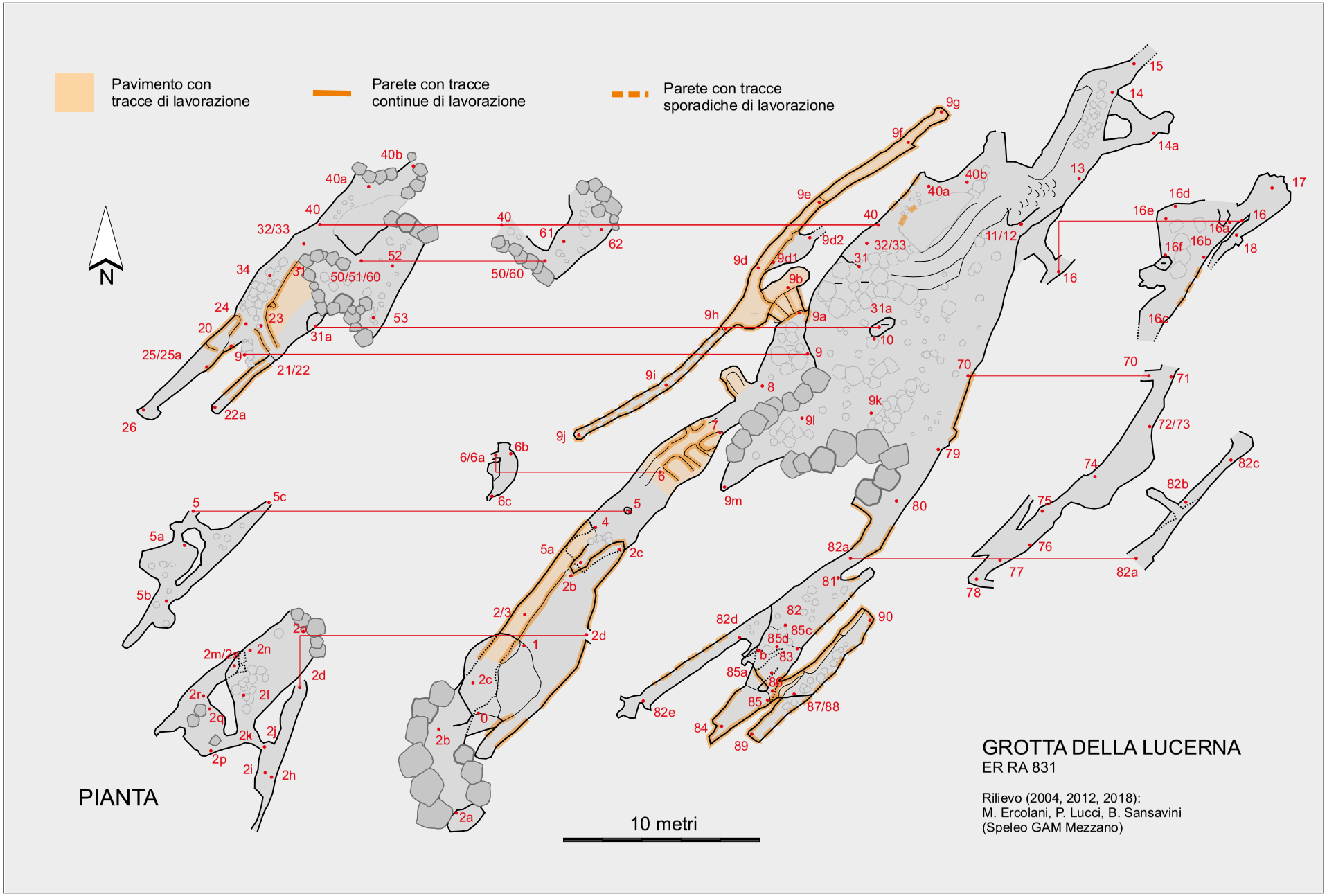


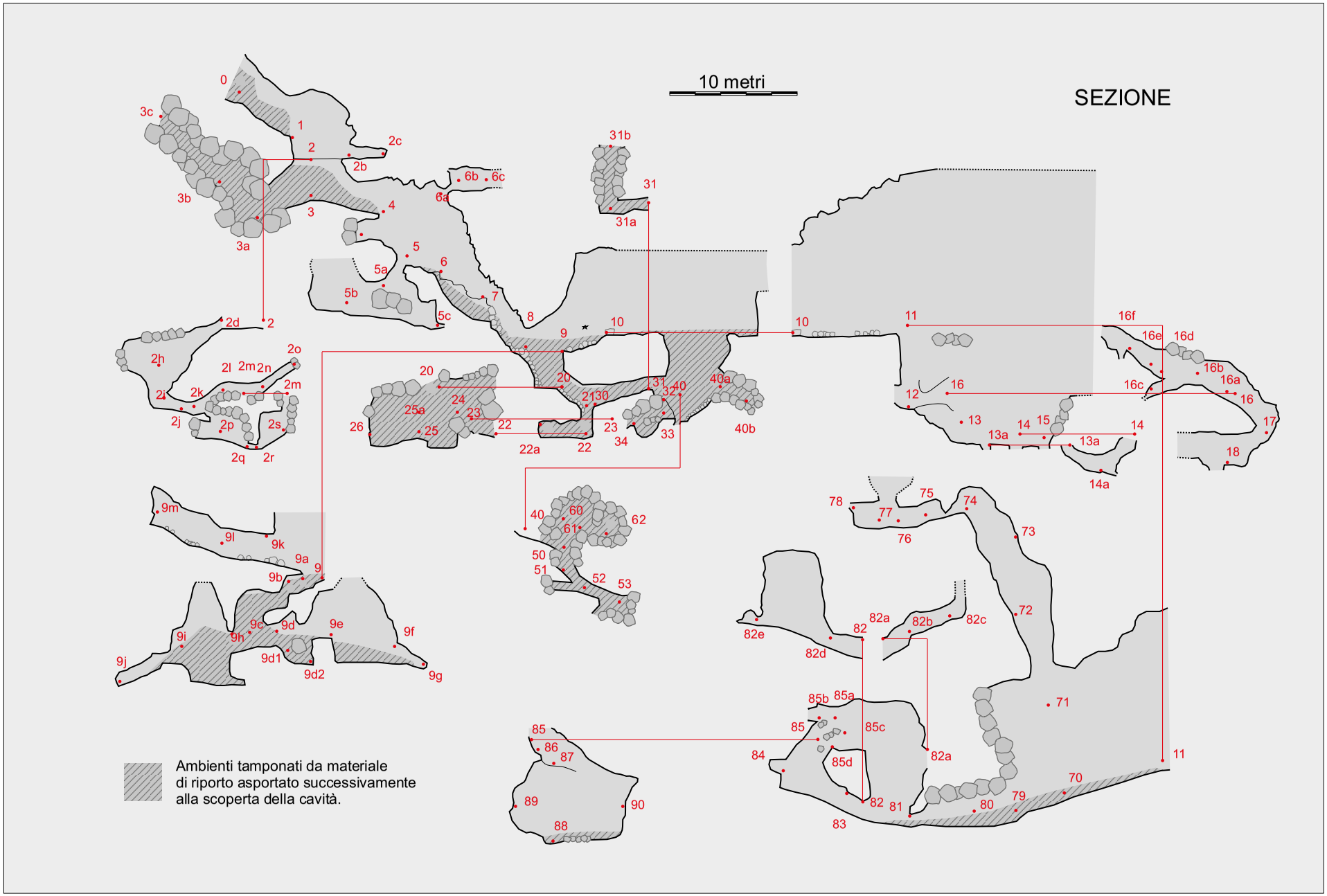
Fig. 18– Grotta della Lucerna. Buchi per il posizionamento dei pioli (foto P. Lucci).

vevano servire ad illuminare l'ambiente (Guarnieri 2015a). A questi si aggiungono i materiali mobili che dovevano servire ai cavatori: frammenti di contenitori per l'acqua ma soprattutto lucerne, strumento essenziale per illuminare la profondità della grotta, oltre ad una moneta di Antonino Pio. I materiali riportano a due fasi di frequentazione, una prima databile tra I e II secolo d.C. ed una, già pienamente tardoantica, di V-VII secolo d.C.

Nel frattempo la ricerca di nuove cave di *lapis* intorno al massiccio di Monte Mauro è continuata e, grazie al lavoro della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, attualmente se ne contano almeno quindici, sia interrate che a cielo aperto, scavate, esplorati e mappate (Guarnieri *et alii* 2019). Queste sono in gran parte concentrate nell'area attorno a Monte Mauro: si tratta delle cave presso Ca' Castellina, di Ca' Toresina, della cava nella valle cieca del Rio Stella, delle cave intorno a Monte Mauro ed ovviamente della Grotta della Lucerna (Figg. 21-22). Alcune cave di piccole dimensioni sono presenti nei gessi in sx Senio. La ricerca è ancora in corso e quindi quasi certamente il loro numero sarà destinato ad aumentare, arrivando così a configurare tutta l'area di Monte Mauro come un vero e proprio "distretto minerario" che costituisce - se si esclude la Spagna - la più grande concentrazione di cave di *lapis* nel bacino del Mediterraneo (Guarnieri *et alii* 2019, Lugli *et alii* 2019). Queste grotte o piccole cavità, poi divenute cave, sono caratterizzate dalla presenza di segni di

Figg. 19-20 (nella pagine successive) – Rilievo della Grotta della Lucerna. Nella pianta sono indicate le tracce di lavorazione; nella sezione sono evidenziati gli ambienti tamponati da materiale di riporto, asportato dopo la scoperta della cavità.


Pavimento con tracce di lavorazione
Parete con tracce continue di lavorazione
Parete con tracce sporadiche di lavorazione
N
PIANTA
10 metri
GROTTA DELLA LUCERNA
ER RA 831
Rilievo (2004, 2012, 2018):
M. Ercolani, P. Lucci, B. Sansavini
(Speleo GAM Mezzano)


SEZIONE
10 metri
Ambienti tamponati da materiale
di riporto asportato successivamente
alla scoperta della cavità.

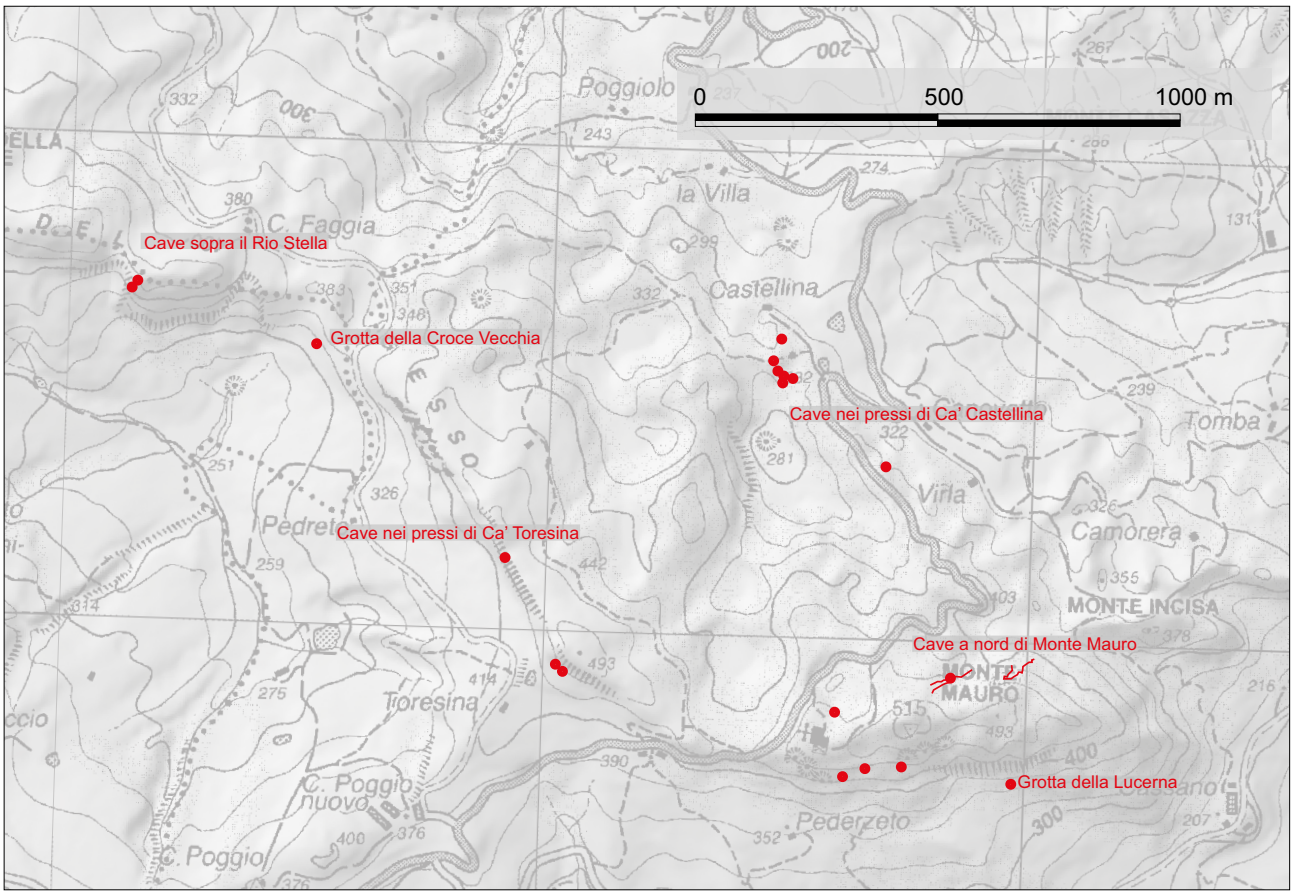


Fig. 21 – Posizionamento delle cave di *lapis specularis* nei pressi di Monte Mauro (elaborazione P. Lucci).

escavazione e prelievo sulle pareti e dal rinvenimento di frammenti ceramici di età romana; in particolare si segnala la presenza nella cava di Ca' Toresina di frammenti di *lapis* con segni di segagione (fig. 23).
La catalogazione dei segni di coltivazione e l'esperienza dello scavo della Grotta della Lucerna si è quindi rivelata una preziosa guida che ha permesso di riconoscere sin da subito i segni dell'attività estrattiva. Nella Vena del Gesso romagnola è stato possibile inoltre notare che la tipologia di deposizione del minerale ha determinato anche una differenziazione nei sistemi di prelievo, visto che venivano sfruttate non solo cave sotterranee ma anche cave a cielo aperto. La quantità del materiale prelevato non doveva però essere ingente e questo fatto, unitamente alla minore qualità del *lapis* rispetto a quella spagnola, dovevano dirottarlo su di un mercato locale, ma comunque connotato da una certa vivacità, anche commerciale, visto che Plinio ne ricorda l'esistenza.
Rimane ancora aperto il problema del periodo di frequentazione delle cave romagnole. All'interno della



Fig. 22 – Una delle cave di *lapis specularis* ubicata a nord di Monte Mauro: In primo piano in basso, resti dell'estrazione del *lapis*, misti a terriccio (foto P. Lucci).

Grotta della Lucerna i materiali venuti in luce restituiscono un ampio excursus cronologico; in particolare le lucerne - gli oggetti che ci permettono di fornire datazioni più circostanziate - coprono un arco cronologico molto ampio che dall'inizio del I sec. d.C. arriva fino all'inizio del VI d.C. Gli altri frammenti ceramici riportano genericamente alla prima età imperiale, datazione confermata anche dal rinvenimento di una moneta di Antonino Pio. Materiali rinvenuti all'interno di un'altra piccola cava, denominata della Toresina, hanno restituito una datazione genericamente attribuibile alla fase Tardoantica, specificatamente tra il V e l'inizio del VII secolo (Guarnieri, Montevecchi 2019). Al momento, sulla base dei dati a nostra disposizione, possono essere quindi delineati due momenti di frequentazione: la prima età imperiale e l'epoca Tardoantica; non è pertanto ancora possibile determinare se lo iato cronologico che interessa la piena età imperiale (II-III sec. d.C.) sia dovuto solamente al mancato rinvenimento di materiali di questo periodo, oppure se effettivamente ci sia stato un momento durante il quale le cave erano inattive.

A fronte dell'esistenza di queste cave non corrisponde, almeno al momento, alcun rinvenimento di oggetti in *lapis specularis* in scavi dell'Emilia-Romagna e delle aree limitrofe; questa assenza potrebbe anche dipendere dal mancato riconoscimento da parte degli archeologi di questo materiale, la cui esistenza si sta iniziando a riscoprire solo ora. Paradossalmente il *lapis specularis* è citato come tale nei diversi rinvenimenti pubblicati anteriormente agli inizi del XX, ma poi sembra che da parte degli archeologi si perda la capacità di riconoscerlo; rimane pertanto imprescindibile la necessità di rivedere gli scavi editi alla luce delle nuove conoscenze, sperando nel contempo in una serie di nuovi rinvenimenti, come nel caso di Pompei o Agrigento.

Un altro filone di ricerca che sta iniziando a fornire dati utili per la comprensione della commercializzazione e della distribuzione del *lapis* è costituito dalle analisi composizionali dei manufatti (ove disponibili) e del minerale di cava; dai primi risultati di questa ricerca si è riusciti ad escludere la presenza di *lapis* romagnolo a Pompei - oltre che nella chiesa di S. Sabina a Roma - dove invece è documentato l'utilizzo di materiale di provenienza spagnola, turca e di un'altra località ancora da determinare (*ex info* Guarnieri, Lugli). Un'altra area italiana caratterizzata dalla presenza di gessi secondari è la Sicilia, in particolare quella attorno ad Agrigento e Trapani. Nella zona di Cattolica Eraclea (AG) è stata da poco scoperta la Grotta Inferno, mentre a Santa Ninfa (TP) è stata individuata la grotta di Pafuni: entrambe mostrano segni di coltivazione. Si tratta solo di due siti distribuiti in un vasto areale che deve essere ancora esplorato appieno per potere rivelare il potenziale che nasconde (Gullì, Lugli 2015).

La situazione spagnola è ben conosciuta e studiata, ma non può essere portata a paragone con quella italiana per svariati motivi: nel caso in questione si trattava di un'economia che prevedeva un esteso utilizzo del *lapis* in area locale, a cui si affiancava un'esportazione marittima su larga scala per raggiungere i mercati in cui veniva richiesto questo materiale. Questa diffusione era supportata dalle eccezionali caratteristiche di trasparenza del *lapis* a cui si aggiungeva la semplicità di reperimento del materiale stesso. La Meseta si presenta infatti come un'area piatta, priva di asperità, dove gli accessi alle cavità sono ben riconoscibili dal cambio di vegetazione in superficie; l'estrazione avveniva



Fig. 23 – Grotta presso Ca'Toresina. Lastrina di *lapis specularis* con segni di segagione e linee guida incise (foto P. Lucci).



Fig. 24 – Ricostruzione dell'interno di una miniera spagnola di *lapis specularis* (El Cristal 2007-2013).

quindi creando dei pozzi di penetrazione/areazione dall'alto verso il basso e da qui secondo diramazioni orizzontali e verticali (fig. 24). Il materiale estratto veniva portato in superficie e già preparato a poco distanza dalla cava stessa, forse sotto tettoie o strutture deperibili, la cui presenza è stata documentata archeologicamente tutt'attorno le aree di cava (Guarnieri 2015a).

Completamente diversa la situazione dell'Appennino: siamo in presenza di una zona montagnosa, dove le cavità non sono facilmente raggiungibili; inoltre il *lapis* è deposto all'interno delle grotte in maniera tale da non permetterne un facile prelievo e una conseguente produzione su ampia scala (Lugli *et alii* 2019). Mancano inoltre ampi spazi nelle immediate vicinanze delle cave per le prime lavorazioni. L'attuale difficoltà ad individuare la presenza di cave è dovuta, oltre alla conformazione orografica, anche dall'alta frequenza di crolli che modificano l'aspetto delle aree.

Per questo motivo il rinvenimento di lastrine di *lapis* con tracce di lavorazione in prossimità dell'entrata della cava di Toresina è di estrema importanza perché ci permette ora di ipotizzare che - almeno in alcuni casi - le lastre venivano tagliate e preparate a poco distanza dal luogo di estrazione (Guarnieri, Montevecchi 2019).

Questa attività doveva essere supportata anche da una serie di infrastrutture, i cui contorni cominciano poco a poco a delinearsi. È stato infatti solo dopo la scoperta della Grotta della Lucerna che il rinvenimento di un edificio rustico di età romana - situato in un'area in un'area poco distante da Monte Mauro, in località Ca' Carnè - ha potuto trovare una possibile spiegazione (fig. 25). Si tratta di un edificio realizzato con un'intelaiatura lignea e pareti in argilla cruda che ha avuto due fasi di costruzione; il primo edificio, di età tardo repubblicana era composto da due stanze, di cui una dotata di focolare, che furono portate a tre nel suo rifacimento che risale alla metà del I secolo d.C. (figg. 26-27); la struttura subì un incendio alla metà del II secolo d.C. ed in seguito fu abbandonata (Guarnieri 2015b; Guarnieri 2023, Guarnieri *et alii* 2015).

Il nostro edificio, che mostra una certa qualità architettonica, si trova al margine di una dolina in una zona che gode di un'insolazione favorevole, in posizione dominante buona parte della vallata che si apre verso Monte Mauro ed in prossimità di una fonte d'acqua; questi elementi da soli non bastano però a spiegare il motivo della sua presenza in quel luogo. Pare se non altro singolare che un riparo per pastori (e solo tali, visto che i terreni intorno non sono coltivabili) sia stato costruito e ricostruito con tale attenzione e comunque abitato con una certa continuità per circa un secolo e mezzo. Vi sono elementi che fanno ipo-



Fig. 25 – Vista dall'alto dello scavo dell'edificio rustico di Ca' Carnè con sullo sfondo i calanchi (foto F. Liverani).

tizzare una diversa frequentazione: doveva trattarsi di un luogo dove si svolgevano transazioni economiche, visto l'alto numero di monete rinvenute in rapporto all'estensione, al lasso di vita dell'edificio e all'assenza in loco di infrastrutture artigianali. A questo dato si aggiunge la tipologia del materiale ceramico che comprende prodotti che alludono a scambi commerciali legati ad un'area molto più ampia, come la Cisalpina. Anche gli altri materiali rinvenuti, tra cui fibule di vario tipo, unguentari in vetro, un dado in serpentino, rimandano a livello sociale medio alto. Dovevano quindi esistere motivazioni diverse da quelle che potevano spiegare questo edificio come un riparo per pastori. È stata appunto la scoperta delle cave di *lapis specularis* nell'area di Monte Mauro, di fronte a cui si trova l'edificio, che ha permesso di capirne la presenza e di dare un diverso e più plausibile significato alla sua posizione, situata di fronte alle cave del minerale, alla sua frequentazione e all'abbondanza di circolante, tale da consentire di ipotizzare in questo luogo attività di commercio o comunque legate a frequenti scambi di denaro. Si noti inoltre che il periodo di vita dell'edificio corrisponde alla prima fase, documentata archeologicamente, di sfruttamento delle cave di *lapis*. L'edificio del Carnè si connoterebbe quindi come una piccola abitazione dove poteva risiedere stagionalmente chi sovrintendeva, a qualche titolo, il lavoro di estrazione del *lapis specularis*.



Fig. 26 – Ca' Carnè. Planimetria dell'edificio della prima e della seconda fase di edificazione (immagine SABAP).



Fig. 27 – Ca' Carnè. Particolare della stanza adibita a cucina, con focolare in mattoni del' edificio della prima fase (immagine SABAP).

Se l'edificio di Ca' Carnè ha trovato una spiegazione resta ancora da individuare il luogo che doveva servire allo stoccaggio e all'imballaggio del *lapis* e da cui iniziava il trasporto verso i luoghi in cui sarebbe stato impiegato; ricerche di superficie realizzate recentemente hanno permesso di circoscrivere alcune zone pianeggianti alla base di Monte Mauro che ben si presterebbero a questo scopo. A questo punto solo alcuni saggi di scavo mirati potrebbero dare conferma o meno di queste ipotesi.

Bibliografia

J.P. Adam 1994, *L' arte di costruire presso i romani. Materiali e tecniche*, Milano, pp. 23-60.

M.J Bernardez Gomez, M. Díaz Molina, J.C. Guisado Di Monti 2015, *Las Explotaciones mineras romanas de* lapis specularis *en la* Hispania Citerior *y su contexto arqueológico en el Imperio romano,* in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp. 19-30.

J.C. Bessac 1986, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris.

J.C. Bessac 1993, *Traces d'outils sur la pierrre: problematique, methodes d'etudes et interpretation* in Francovich R. (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche* (V Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia, Pontignano 1991), Firenze 1993, pp. 143-176.

S. Bombardini 2003, *La cava romana di selenite a Tossignano* in S.Bombardini, *Tossignano e Val di Santerno. Storia dalle origini al 1500*, Imola, pp. 37-38.

A. Cagnana 2000, *I. La pietra,* in A. Cagnana, *Archeologia dei materiali da costruzione*, Mantova 2000, pp. 17-80.

F. Cenerini 1994, *Il santuario di Bagnacavallo: documenti di religiosità sociale*, in *Storia di Bagnacavallo*, I, Bologna, pp. 97-104.

R. Curina 1997, *Le mura di selenite di Bologna: una nuova testimonianza archeologica*, "Archeologia dell'Emilia-Romagna", II, pp. 77-84.

R. Curina 2007, *L'indagine archeologica nel settore B* in R. Curina, A.Losi (a cura di), *Il Castello di Borzano. Vicende e trasformazioni di un insediamento fortificato dall'età pre matildica al XVIII secolo*, Reggio Emilia, pp. 63-68.

R. Curina, A.Losi (a cura di) 2007, *Il Castello di Borzano. Vicende e trasformazioni di un insediamento fortificato dall'età pre matildica al XVIII secolo*, Reggio Emilia.

M. Del Monte, *L'epoca d'oro della selenite a Bologna*, "Il Geologo dell'Emilia-Romagna" 20, pp. 5-24.

M. Ercolani, P. Lucci, B. Sansavini 2015, *La Grotta della Lucerna: una cava di* lapis specularis *nella Vena del Gesso romagnola: scoperta, esplorazione e rilievo*, in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale,

Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp.99-107.

G. Facchinetti 2004, *L'offerta di monete nelle acque di età romana e tardoantica: alcune riflessioni* in M. Antico Gallina (a cura di), *Acque per l'utilitas*, *la* salubritas *e l'*amoenitas, Milano, pp.273-298.

I. Gennusa 2003, *Le cave di Entella. Tipologie e tecniche di coltivazione del gesso nell'antichità* in *Quarte Giornate Internazionali di studi sull'area elima* (Erice 1- 4 dicembre 2000), Pisa, pp. 685-692.

C. Guarnieri (a cura di) 2007, *Archeologia nell'Appennino romagnolo, il territorio di Riolo Terme*, Imola.

C Guarnieri 2015a, *Indicatori relativi allo sfruttamento della Grotta della Lucerna: segni estrattivi e materiali archeologici*, in *Vetro di Pietra* 2015, pp. 115-126.

C. Guarnieri 2015b, *L'edificio romano di Ca' Carnè nel contesto della Vena del Gesso romagnola* in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp.151-158.

C. Guarnieri 2015c *Rinvenimenti di manufatti in* lapis specularis *in Italia e nelle Province Romane:distribuzione, utilizzi e datazione* in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp.169-177.

C. Guarnieri 2018, *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna durante l'età romana e medievale e alcune prime considerazioni sulla Grotta del Re Tiberio*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di) "*…nel sotterraneo Mondo". La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, Atti del convegno Brisighella (RA), 6-7 ottobre 2017, pp. 165-172.

C. Guarnieri 2020, *Lo stato dell'arte sull'archeologia del gesso in età romana:* lapis specularis *e cave di materiali da costruzione* in D. Gullì, S. Lugli. R. Ruggieri, R. Ferlisi (a cura di), *GeoArcheo*Gypsum *2019. Geologia e Archeologia del Gesso: dal* lapis specularis *alla scagliola,* Atti del Convegno, Agrigento 26-28 settembre 2019, Palermo, pp. 183-198.

C. Guarnieri 2022, *La cava di gesso di età romana per materiale da costruzione rinvenuta a Tossignano,* in P. Lucci, S. Piastra (a cura di) *I gessi di Tossignano*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, II, 40), pp. 379-382.

C. Guarnieri 2023, *Un edificio romano in terra e legno nel Parco della Vena del Gesso Romagnola: caratteristiche e peculiarità* in C. Previato, J. Bonetto (a cura di), *Terra, legno e materiali deperibili nell'architettura antica,* Atti del Convegno, Padova 3-5 giugno 2021, vol. 2, Roma, pp. 117-126.

C. Guarnieri, S. D'Amato 2019, *Il sito archeologico di Ca' Castellina. Un importante documento della frequentazione antropica tra età romana e età moderna: la cava di gesso e l'edificio* in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) *I Gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 34), pp. 511-527.

C. Guarnieri, M. Ercolani, P. Lucci, B. Sansavini 2019, *Il* lapis specularis *nella Vena del Gesso romagnola*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) *I Gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 34), pp. 539-572.

C. Guarnieri, S. Lugli, D. Gullì, V. Ingravallo, M.S. Pisapia 2016, *Il* lapis specularis *a Pompei ed Ercolano,* "Studi Pompeiani", XXVI-XXVII (2015-2016), pp. 142-145.

C. Guarnieri, M. Miari, C. Tempesta, M.T. Pellicioni, M.T. Gulinelli, M. Marchesini, S. Marvelli 2015, *Il territorio del Parco della Vena del Gesso Romagnola: popolamento tra Pre-Protostoria ed età Moderna alla luce delle nuove indagini archeologiche territoriali*, in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp. 127-150.

C. Guarnieri, G Montevecchi , M.T. Gulinelli, M. Marchesini, S. Marvelli 2015, *L'edificio romano in terra cruda e legno di Ca'Carnè: un importante scoperta nell'ambito della coltivazione del* lapis specularis *nella Vena del Gesso Romagnola* in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 28), pp. 513-544.

C. Guarnieri, G. Montevecchi 2019, *I materiali archeologici dalle cave di* lapis specularis, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) *I Gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 34), pp. 573-581.

D. Gullì , S. Lugli 2015, *Nuove possibili tracce di escavazione di* lapis specularis *nel territorio di Cattolica Eraclea*, in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pie-*

tra. Il lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp. 85-88.

V. Ingravallo M. Pisapia 2015, *Trasparenze antiche dalle città Vesuviane: frammenti di* lapis specularis *da Pompei e da Ercolano,* in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp.161-168.

E. Lippolis, A. Losi, N. Cassone 1998, *L'insediamento romano nell'Appennino reggiano: nuovi rinvenimenti e problemi interpretativi* , "Archeologia dell'Emilia Romagna ", II/1, 1998, pp. 101-126.

A. Losi 2007, *L'indagine archeologica nel settore A* in R. Curina, A.Losi (a cura di), in *Il Castello di Borzano. Vicende e trasformazioni di un insediamento fortificato dall'età pre matildica al XVIII secolo*, Reggio Emilia, pp. 58-62.

S. Lugli., M. Reghizzi, M. Ercolani, P. Lucci, B. Sansavini 2019, *Il* lapis specularis *a Monte Mauro: la più grande concentrazione di cave romane fuori della spagna,* in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) *I Gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 34), pp. 583-593.

L. Mazzini 1996, *La frequentazione della Grotta del Re Tiberio in età romana*, in M. Pacciarelli (a cura di), *La collezione Scarabelli. 2. Preistoria*, Casalecchio di Reno, pp. 471-472.

L. Mazzini 2007, *Età repubblicana e imperiale,. Il sistema di insediamento diffuso e le attività produttive* in C. Guarnieri (a cura di) *Archeologia nell'Appennino romagnolo, il territorio di Riolo Terme*, Imola, pp. 81-99.

F. Merlini, *Repertorio degli scavi archeologici a Imola e territorio dal 1958 al 1998* in F. Merlini, *Archeologia a Imola. Breve storia della ricerca nella città e nel territorio*, Milano 1999, pp.85-103.

M. Miari, C. Cavazzuti, L. Mazzini, C. Negrini, P. Poli 2013, *Il sito archeologico del Re Tiberio*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I Gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 41), Faenza, pp. 375-402.

C. Negrelli 2007, *L'eta tardoantica e la prima età altomedievale* in C. Guarnieri (a cura di) *Archeologia nell'Appennino romagnolo, il territorio di Riolo Terme*, Imola, pp. 100-118.

J. Ortalli, *Bagno di Romagna nell'antichità: le terme, l'insediamento, il territorio*, Firenze 2004.

T. Santagata, S. Fabbri, V. Chiarini, J. De Waele. 2019, *Rilievi tridimensionali e osservazioni geomorfologiche nell'antica cava di Ca' Castellina (gessi di Monte Mauro)* in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) *I Gessi di Monte Mauro* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 34), pp. 529-538.

C. Tempesta 2015, Quod vitri more transluceat. *Il* lapis specularis *nella testimonianza delle fonti*, in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013, pp. 45-55.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

La presenza umana nei gessi emiliano-romagnoli. Dal Medioevo a oggi

Stefano Piastra[1]

Riassunto
L'articolo analizza, in una prospettiva diacronica, l'evoluzione dei rapporti fra comunità umane e aree gessose in Emilia-Romagna dal Medioevo a oggi. In età medievale le aspre morfologie gessose, adatte alla difesa, andarono ad ospitare preferenzialmente castelli o insediamenti fortificati, mentre le cavità naturali furono sfruttate come luogo di rifugio, eremitaggio o sede di attività clandestine, quali la realizzazione di monete false. Con l'età moderna l'opera dei falsari in grotta continuò ad essere attestata, mentre la raccolta di acque piovane in cisterne diventò sistematica e praticata tramite grandi strutture. In età contemporanea si situa la grande transizione delle zone evaporitiche emiliano-romagnole da una antropizzazione diffusa, a una loro centralità durante la Seconda Guerra Mondiale (con grotte utilizzate come luogo di sfollamento della popolazione civile e cavità artificiali ricavate nei gessi per combattere), allo spopolamento, in alcuni casi totale, innescato dal *boom* economico. La minor presenza umana portò a una rapida rinaturalizzazione, base per l'istituzione di aree protette e degli odierni provvedimenti vincolistici.

Parole chiave: Gessi dell'Emilia-Romagna, incastellamento medievale in affioramenti gessosi, gestione delle acque in aree carsiche gessose, spopolamento e suoi riflessi sul paesaggio.

Abstract
The article analyses, in a diachronic perspective, the evolution of the interactions between human communities and Gypsum areas in the Emilia-Romagna Region (Northern Italy) from the Middle Ages to the present. In the Middle Ages, the harsh Gypsum morphologies, suitable for defence, were preferentially home to castles or fortified settlements, while natural cavities were exploited as places of shelter, hermitage or sites for clandestine activities, such as the production of counterfeit coins. With the Modern age, the work of forgers continued to be attested in the caves, while the collection of rainwater in cisterns became systematic and carried on through large structures. In the Contemporary age lies the great transition of the evaporitic areas of Emilia-Romagna from anthropisation, to their centrality during the Second World War (with caves used as shelter for the population and artificial cavities excavated in Gypsum bedrock for military purposes), to depopulation, in some cases total, triggered by the Italian 'economic miracle'. Depopulation brought to a renaturation of these areas, basis for the institution of present-day parks and reserves.

Keywords: *Gypsum Areas of Emilia-Romagna Region, Medieval Castles in Gypsum Areas, Water Resources Management in Gypsum Karst Outcrops, Depopulation and Landscape.*

Successivamente all'età romana, i rapporti fra comunità umane e aree evaporitiche imboccarono nuove traiettorie.

Durante il Medioevo la situazione politica emiliano-romagnola fu caratterizzata, più di altri contesti italiani, da una polverizzazione in una miriade di poteri locali, comunali, ecclesiastici, imperiali o familiari, spesso in lotta tra loro.

Di riflesso, l'instabilità e l'insicurezza diventarono endemici.

Come reazione, castelli e villaggi fortificati ebbero una grande diffusione in Emilia-Romagna: e proprio gli affioramenti evaporitici regionali, contraddistinti da morfologie aspre legate all'erosione differenziale e perciò più facilmente difendibili, vennero scelti in modo preferenziale come sede di tali insediamenti arroccati.

Tra i casi più notevoli o indagati archeologicamente abbiamo il castello di Borzano (Albinea) nei Gessi messiniani reggiani (Curina, Losi 2007) (fig. 1), il castello di Gesso (Gessi di Zola Predosa) (Reggi 1965; Biavati 1971), Castel de' Britti (Gessi Bolognesi) (il cui abitato fortificato fu ritratto nel XVI secolo dal grande cartografo Egnazio Danti: Bonfiglioli 2012, tav. XIV, fig. 23), Tossignano, la Rocchetta, Sassatello, Monte Mauro, Rontana e Brisighella (Vena del Gesso

[1] Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, Via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) – stefano.piastra@unibo.it



Fig. 1 – Il castello di Borzano (Albinea), ubicato sulla sommità di una culminazione dei gessi messiniani reggiani (foto P. Lucci).

romagnola) (Piastra 2010, p. 152), Onferno (Gemmano) (Piastra 2016, pp. 505-511).

Circa gli usi, durante l'età medievale, delle cavità naturali nelle evaporiti, la Vena del Gesso offre di gran lunga il quadro più completo e significativo in proposito (Piastra 2011): la Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme) mostra infatti evidenze archeologiche relative ad una possibile frequentazione eremitica tra IX e XI secolo (Gelichi 1996); ad alcuni secoli di distanza, potrebbe aver conosciuto il medesimo utilizzo anche la non lontana Grotta dei Banditi (Monte Mauro, Brisighella), forse da identificarsi con quella «Grotta del eremita», frequentemente riportata dalla cartografia storica di età moderna (fig. 2) (Piastra 2008; Bentini 2010). Sempre nella Grotta del Re Tiberio, verso la fine del XIV secolo è archeologicamente attestata l'attività di falsari, i quali verosimilmente rifusero i bronzetti votivi lì deposti durante l'età del Ferro per ottenere monete false. Una prova in tal senso è rappresentata dal rinvenimento, all'interno dei livelli superficiali della caverna, di crogioli, scorie e semilavorati metallici di cronologia medievale (Gelichi 1996). La medesima cavità, caratterizzata da un accesso estremamente agevole, fu poi al centro di un episodio storico risalente con precisione all'anno 1200, quando il ghibellino locale Alberto Caporella, braccato dalla compagine avversaria, cercò rifugio all'interno di tale grotta. I guelfi lo stanarono facilmente, bruciando legna presso l'ingresso e facendo penetrare i fumi dentro al Re Tiberio. Una volta fatto prigioniero, Caporella venne impiccato ad un albero (Aa.Vv. 1970, p. 344).

Durante il Medioevo, un'antropizzazione più marcata dei gessi rispetto all'età romana ripropose uno scenario classico entro la teoria di Malthus in relazione al rapporto fra popolazione in aumento e risorse (in primo luogo, agricole) disponibili. Specie dopo l'anno 1000, grazie anche a un miglioramento del clima, l'intero Appennino iniziò infatti ad essere più densamente popolato. Per scongiurare carestie e fame, nelle aree montane emiliano-romagnole conobbe grande diffusione il castagno, allo scopo di produrre farina di castagne e alleviare il problema della sottoproduzione cerealicola montana, insufficiente a sfamare la popolazione. Visto che quello appena delineato fu un fenomeno generalizzato nell'Appennino emiliano-romagnolo, non stupisce che esso si materializzò anche nelle aree evaporitiche: nei gessi triassici dell'Alta Val Secchia, ad esempio nei pressi di Sologno (Villa Minozzo), i castagneti secolari risultano molto diffusi; anche sui versanti nord della Vena del Gesso o negli ultimi termini della Formazione Marnoso-arenacea

immediatamente a monte di essa troviamo ampi boschi di castagno (fig. 3).
Sul piano dell'utilizzo in edilizia, anche nel Medioevo il gesso continuò ad essere cavato, sebbene, a differenza dell'età romana, non fosse più il gesso secondario ad essere al centro dell'interesse, bensì il gesso primario in blocchi come materiale da costruzione e il gesso cotto come legante nelle murature e in funzione delle finiture. Gli esempi più eclatanti giunti sino a noi riguardano l'edilizia medievale di Bologna, dove i basamenti delle strutture di maggior impegno architettonico sono appunto in selenite (Del Monte 2005).
L'età moderna vide, all'interno di alcune cavità nelle aree gessose regionali, la prosecuzione di una frequentazione come zecca clandestina, in continuità con l'età medievale. I reperti archeologici emersi dalle ricerche entro la Tana della Mussina di Borzano (Albinea), ossia monete false e lamine metalliche da cui sono stati ricavati tondelli, sui quali poi effettuare l'operazione di conio (Bellesia, Ferretti 2020) (fig. 4), rimandano ad un orizzonte temporale dell'attività dei falsari ascrivibile agli anni Quaranta del XVII secolo. Appare probabile che le operazioni fusorie sfruttassero i materiali metallici deposti all'interno della cavità in età protostorica. In relazione alla Grotta di Terenzano o Terenziano, ubicata presso Monte del Gesso (Scandiano), sappiamo di un utilizzo similare forse settecentesco, descritto da Lazzaro Spallanzani in una sua lettera (Piastra 2018; Pellegrini *et alii* 2020).
Per l'epoca moderna abbiamo inoltre una vasta documentazione circa l'utilizzo di cavità naturali, nei pressi delle case rurali oppure in area urbana quando quest'ultima sorge direttamente su substrato evaporitico, come cantine o magazzini (fig. 5), e di cisterne per la raccolta dell'acqua piovana, private o pubbliche (fig. 6). Queste ultime erano essenziali in chiave idropotabile nelle aree gessose, in quanto le risorse idriche entro gli ammassi gessosi risultano normalmente non potabili a causa dello ione solfato disciolto (Bergianti *et alii* 2013).
Entrambe tali forme di adattamento all'ambiente evaporitico, già presenti in età medievali ma di cui pos-



Fig. 2 – Biblioteca Comunale di Imola, Fondo iconografico, Piante di Imola e di località dei dintorni, n. 10. Stralcio de *Il territorio che fu assignato alla città d'Imola da Carlo Magno* (…), mappa anonima databile alla prima metà del XVII secolo (da Piastra 2008). In questa carta a grande scala è individuabile una «Grotta del eremita», forse da identificare con l'odierna Grotta dei Banditi (Brisighella, Vena del Gesso romagnola).

sediamo più numerose evidenze in età moderna, sopravvissero attraverso i secoli sino agli anni del *boom* economico italiano.

Accanto alle finalità pratiche sinora analizzate, con l'età moderna si consolidò una particolare frequentazione delle evaporiti emiliano-romagnole per motivi scientifici (vedi altro articolo di Piastra in questo stesso volume): un uso atipico e "intellettuale", che fa delle emergenze regionali gli affioramenti gessosi più precocemente studiati al mondo.

In età contemporanea le dinamiche fra comunità residenti ed evaporiti in Emilia-Romagna diventarono estremamente variegate.

In relazione al paesaggio, sino agli inizi del Novecento la tensione verso il garantire la sussistenza ad una popolazione in aumento si tradusse, sui gessi, in uno sfruttamento agricolo sistematico delle uniche morfologie subpianeggianti e maggiormente fertili a livello locale, ossia le doline e le valli cieche (fig. 7).

Le aspre forme dei paesaggi gessosi limitarono poi storicamente le comunicazioni e la costruzione di infrastrutture, contribuendo alla marginalizzazione di questi territori.

Una simile dinamica risultava ancora più accentuata per le evaporitiche triassiche dell'Alta Val Secchia, più pesantemente deformate e fratturate, e quindi caratterizzate da una spiccata tendenza al dissesto. Prova ne è l'attraversamento del Fiume Secchia presso Sologno: l'ampiezza del greto e l'instabilità dei versanti gessosi, qui strapiombanti, non rendevano infatti agevole la costruzione di un ponte in muratura; a inizi Novecento, una delle poche alternative era quindi rappresentata da un suo guado a cavallo oppure letteralmente "in spalla" ad appositi traghettatori di professione. Tale tratto arcaizzante colpì profondamente il linguista svizzero Paul Scheuermeier (1888-1973), nel 1923 a Sologno per i suoi studi lessicografici sul mondo rurale italiano (fig. 8) (Piastra 2013a): proprio l'isolamento del centro dell'alto Appennino reggiano, connesso all'assenza di ponti sul Secchia, a sua volta indirettamente dovuta alla caratteristiche dei locali ammassi gessosi, fu alla base della sua scelta come luogo di indagine da parte dello studioso svizzero, alla ricerca dei "caratteri originali" della civiltà contadina.

Se, durante l'età contemporanea, le evaporiti ponevano evidenti limitazioni circa l'agricoltura e le comunicazioni, esse potevano offrire, per alcuni settori economici e in relazione a singole località, alcune prospettive di sviluppo.

È il caso dei vasti depositi di guano di pipistrello che si erano accumulati, attraverso i secoli, all'interno delle cavità di più facile accesso.

Verso la metà del XIX secolo Giovanni Orlandi, originario di S. Giovanni in Persiceto, era solito frequentare le terme di Riolo nel periodo estivo e, come tanti, fu accompagnato (1844) a visitare quella che era una delle principali attrattive del territorio, ossia la Grotta del Re Tiberio. Egli intuì le prospetti-



Fig. 3 – In primo piano, il castagneto di Campiuno (Borgo Tossignano); sullo sfondo, la Vena del Gesso romagnola (foto P. Lucci).

ve di utilizzo dei grandi volumi di guano lì presenti come fertilizzante in agricoltura. L'idea di Orlandi va contestualizzata, nel corso dell'Ottocento, all'interno di un rinnovato interesse in senso positivista per le scienze agrarie, e va ricollegata alla presenza, entro l'Università di Bologna, di una scuola agraria di grande tradizione, ma allo stesso tempo vocata all'innovazione: lo studioso più famoso andava identificato in Carlo Berti Pichat, con cui lo studioso persicetano era in buoni rapporti.

Orlandi discusse in modo particolareggiato il quadro da lui visto nel 1844 entro il Re Tiberio, riguardo al quale passò immediatamente allo sfruttamento pratico (Orlandi 1845, p. 45):

> Le pareti delle gallerie, e quelle dello stanzone [la "Sala Gotica" della Grotta del Re Tiberio], nonché il loro pavimento veggonsi ripiene di escrementi di pipistrelli in qualche luogo più asciutti, in altri bagnati e a guisa di melma secondo la maggiore o minore umidità del luogo, ed in diversa quantità secondo le varie posizioni, non avendo però potuto trovare una spessezza maggiore di once 6 [circa 20 cm]. Esaminata attentamente ogni parte di que' sotterranei ove le pozzanghere e la troppa depressione delle gallerie non facevano impedimento fu anche a giudizio di pratici reputato facile, e certo l'averne da 20 in 30 sacchi imolesi [rispettivamente, 1660 kg e 2490 kg circa] corrispondenti a circa Carra 3, calcolato ogni sacco del peso di libbre 230 di quel paese [circa 83 kg].

Una volta estratto e insaccato il guano della Grotta del Re Tiberio, Orlandi e i suoi aiutanti giunsero nella vicina Riolo Terme, con un'entrata descritta con toni trionfalistici (Orlandi 1845, p. 52):

> Fu una vera festa il nostro arrivo al Castello [di Riolo] con quei due birocci non bastevoli al trasporto, avendone dovuto rimandare un altro per caricare il rimanente. Tutti volevano vedere quella sacca, toccare quegli escrementi. Non potevano persuadersi che tanta quantità se ne fosse potuta raccogliere. Gioivano questi buoni Riolesi, allorché io assicurava loro che moltissima ancora ne rimaneva sepolta in quelle caverne e che il levarla lor avrebbe fatto guadagnare qualche scudo.

A partire dal tardo Ottocento si palesò inoltre una nuova frequentazione, ossia il turismo speleologico *ante litteram*. La rarità delle Formazioni geologiche carsificabili in Emilia-Romagna e l'alone di mistero che circondava le cavità naturali fecero sì che esse diventassero meta di gite o spedizioni organizzate.

Il caso più eclatante fu l'apertura a pagamento della Grotta del Farneto, nei Gessi Bolognesi, nel 1888 in occasione delle celebrazioni per l'VIII centenario della fondazione dell'Università di Bologna, organizzate *in primis* da Giovanni Capellini e Giosuè Carducci. La cavità in questione era stata oggetto di scavi paletnologici a partire dal decennio precedente da parte di Francesco Orsoni: lo stesso studioso bolognese vi





Fig. 4 – (in alto) Tana della Mussina di Borzano (Albinea). Lamina metallica da cui sono stati ritagliati con fustella alcuni tondelli, sui quali poi effettuare l'operazione di conio; (al centro e in basso) due esemplari falsi del sesino di Modena a nome del duca Francesco I d'Este. Anni Quaranta del XVII secolo (da Bellesia, Ferretti 2020).

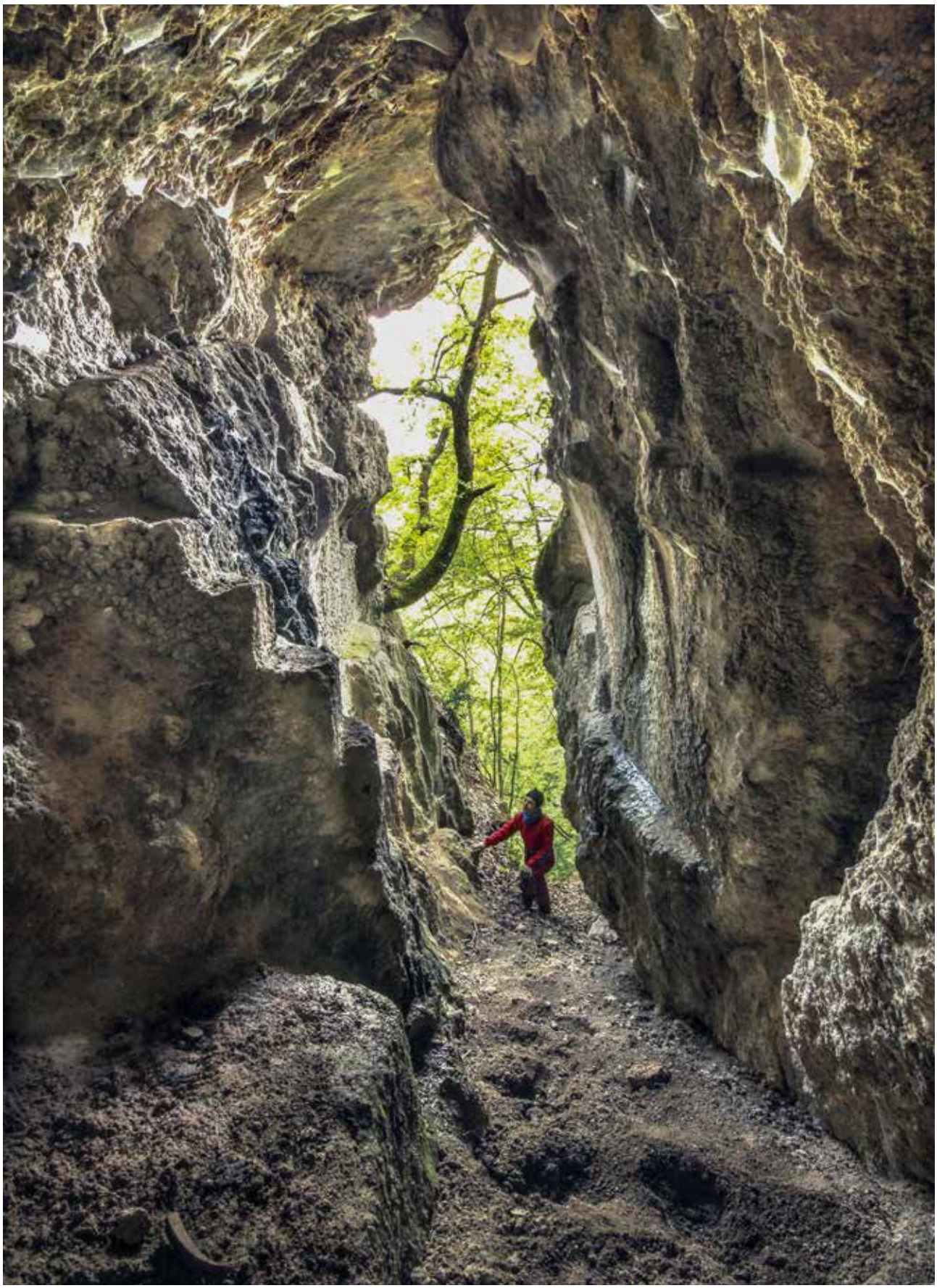


Fig. 5 – La cosiddetta Grotta "Preistorica" I di Castelnuovo (Brisighella, Vena del Gesso romagnola). Presso le pareti sono ben visibili nicchie, scale e mensole ricavate artificialmente, verosimilmente funzionali ad utilizzare la cavità come cantina o magazzino, forse durante l'età moderna. L'aggettivo «Preistorica», attribuito alla cavità durante le prime fasi di ricerche speleologiche nella zona, è sicuramente errato (foto P. Lucci).

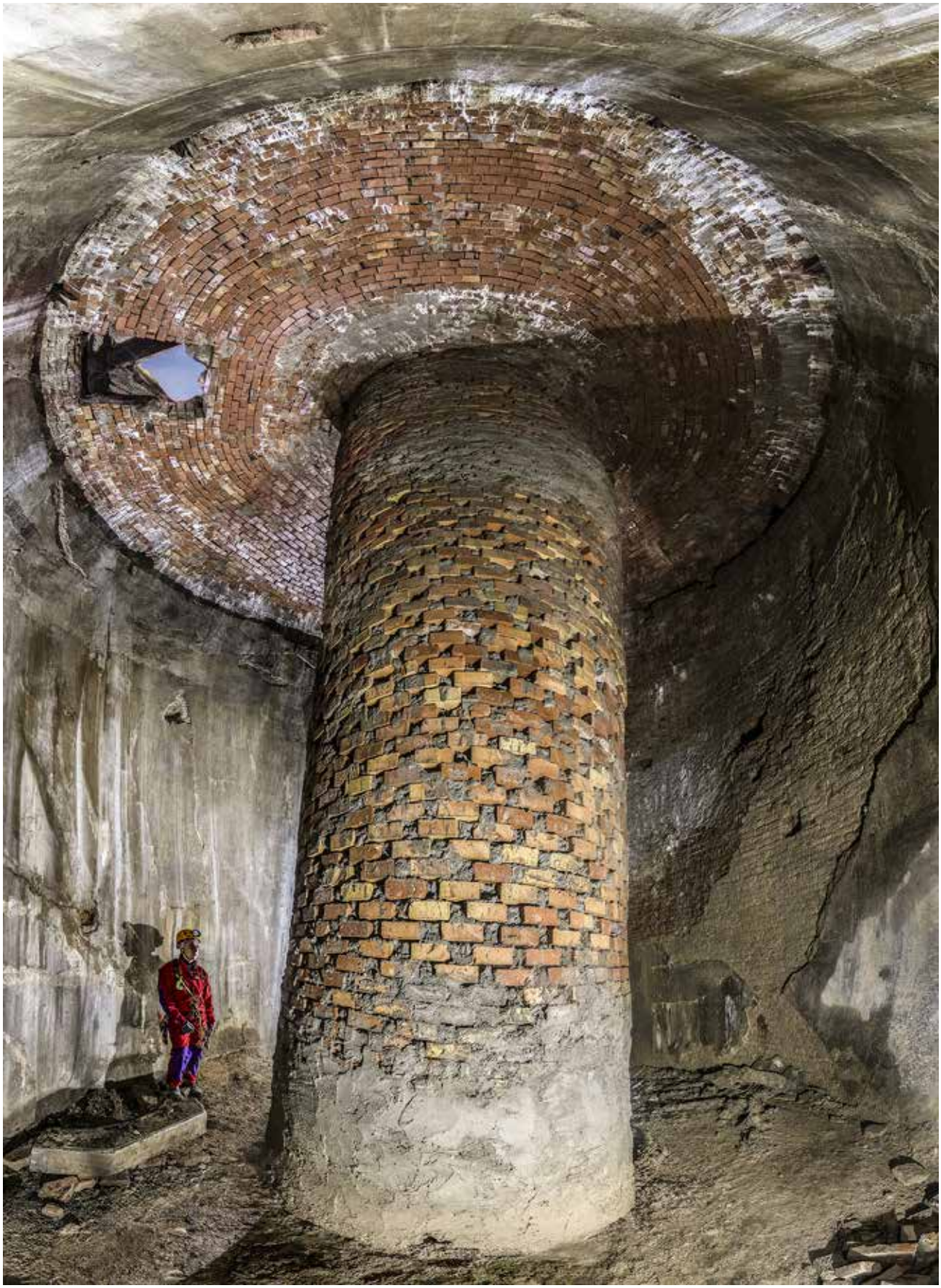


Fig. 6 – Interno della cisterna pubblica borromeana di Tossignano (Borgo Tossignano, Vena del Gesso romagnola), realizzata nella sua configurazione originaria tra 1560 e 1565 e posta al di sotto dell'odierna piazza Andrea Costa (foto P. Lucci). La "canna" laterizia centrale (già presente nella versione originaria della struttura) e parte della volta sommitale sono state ricostruite dopo le distruzioni della Seconda Guerra Mondiale (da Piastra 2022a).



Fig. 7 – Archivio Fotografico della Romagna di Pietro Zangheri – Patrimonio pubblico della Provincia di Forlì-Cesena, in gestione al Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna. Fotografia ZAN251; anni Trenta del Novecento? Dolina a fondo piatto, coltivata, posta sul versante nord di Monte Mauro (Brisighella, Vena del Gesso). Questa la didascalia originale dell'autore, il naturalista Pietro Zangheri (1889-1983): «M. Mauro; grande dolina coltivata» (da Piastra *et alii* 2011).

organizzò l'illuminazione interna, il trasporto da/per S. Lazzaro di Savena dei visitatori, nonché la ristorazione (fig. 9) (Lenzi 2008).

Più tardi, sino all'apertura della più ampia Grotta della Spipola negli anni Trenta del Novecento, il Farneto fu poi oggetto di visite estemporanee e di scorribande giovanili in bicicletta da Bologna. Una forse delle più significative, emblematica del valore simbolico attribuito a quel luogo, risale al 4 luglio 1918 e consiste in una visita di gruppo da parte degli ospiti della Casa di Rieducazione Professionale per Mutilati e Invalidi di Guerra di Bologna, documentata da fotografie (fig. 10). Tale escursione si data poco dopo la Battaglia del solstizio (giugno 1918), decisiva per le sorti della Prima Guerra Mondiale: sulla sua scia, lo stato d'animo dei partecipanti trasformò con tutta probabilità il sopralluogo in un evento celebrativo e patriottico. La coincidenza esatta della visita con il Giorno dell'Indipendenza americana potrebbe inoltre non essere casuale: l'entrata in guerra degli Stati Uniti rappresentò infatti un momento di svolta nelle vicende belliche, e sappiamo che il 4 luglio 1918 si tennero in Italia diverse celebrazioni per la festa nazionale USA al fine di suggellare il gemellaggio ideale tra i due popoli, nel cui contesto, almeno implicitamente, tale escursione potrebbe forse essere stata organizzata (Piastra 2020).

Il carattere atipico del paesaggio delle aree gessose, punteggiato da fenomeni carsici superficiali e ipogei e costellato da siti estrattivi, attirò inoltre l'interesse di letterati, artisti e viaggiatori. Esiste cioè una dimensione culturale, entro il mondo umanistico, degli affioramenti evaporitici, fatta di poesie, romanzi, racconti, dipinti, ambientati nei gessi emiliano-romagnoli, interpretati come "luoghi sublimi", ossia aspri, tormentati, dove era ancora possibile riconoscere i "caratteri originali" del territorio.

Il caso più emblematico è dato dai Gessi Bolognesi, i più vicini geograficamente a una grande area urbana, dotata di Università e quindi con una più attiva scena intellettuale, quale appunto Bologna (Piastra 2012). Paradigmatica la figura dell'artista Luigi Bertelli (1833-1916), che fece delle cave di gesso di Monte Donato, presso il centro felsineo e già oggetto di indagini da parte della comunità scientifica bolognese (vedi il capitolo di Piastra sulla storia degli studi, in questo stesso volume), il suo soggetto preferito (fig. 11).

Tra i vari lavori letterari qui ambientati ne ricordiamo uno, di valore assoluto non eccelso, ma la cui narrazione è saldamente identificabile con luoghi reali, recentemente riscoperto da Danilo Demaria (2019): si tratta de *Gli esploratori delle caverne* di Cleto Patelli (1949) (fig. 12), le cui vicende centrali prendono corpo entro una cavità ispirata alla Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola, sempre nei Gessi Bolognesi, chiesa di cui l'autore fu parroco.

Durante la fase finale della Seconda Guerra Mondiale l'Emilia-Romagna si trovò a lungo interposta tra le linee di difesa tedesche, realizzate in successione da S



Fig. 8 – Attraversamento del Secchia presso Sologno (Villa Minozzo). Sullo sfondo, le pareti gessose triassiche lungo la Valle fluviale. Fotografia di Paul Scheuermeier del maggio 1923. N. di catalogo 1111 (da Piastra 2013a). Questa la traduzione italiana della scheda didascalica originale in tedesco: «Il moderno S. Cristoforo: se dal punto della fotografia 1109 si giunge al fiume Secchia attraverso la ripida gola, ci si trova in un punto in cui il fiume è più largo e suddiviso in più bracci; qui vi è da un lato un mulino, dall'altro un mulino più piccolo con un podere. Chi non ha un animale da sella per attraversarlo chiama il contadino o il mugnaio, che compare subito per fare il suo dovere: non vi sono ponti, le rive non sono per niente adatte, il terreno si sgretola e il fiume cambia spesso direzione. Per questo *è pasadùur* ["il passatore"] deve trasportare sul fiume i viaggiatori che desiderano andare da Sologno a Castelnuovo [Castelnovo ne' Monti]. Questi si toglie le scarpe, arrotola in alto i pantaloni e solleva il corpo del viaggiatore come un sacco sulle sue spalle, la testa all'indietro, le gambe in avanti. A passi sicuri attraversa il fiume. Si pagano 50 centesimi o più, a seconda delle condizioni meteorologiche. Qui l'acqua è profonda. Noi attraversiamo 2 bracci larghi 50-100 m, che tuttavia in caso di pioggia sono molto più larghi, impetuosi e profondi. L'uomo deve spesso levarsi anche tutti gli indumenti; in questo caso il costo è di 5 lire. Questo è spesso pericoloso in caso di pioggia, spesso il fiume non è attraversabile. L'esploratore [ossia lo stesso Paul Scheuermeier] siede sul somaro».

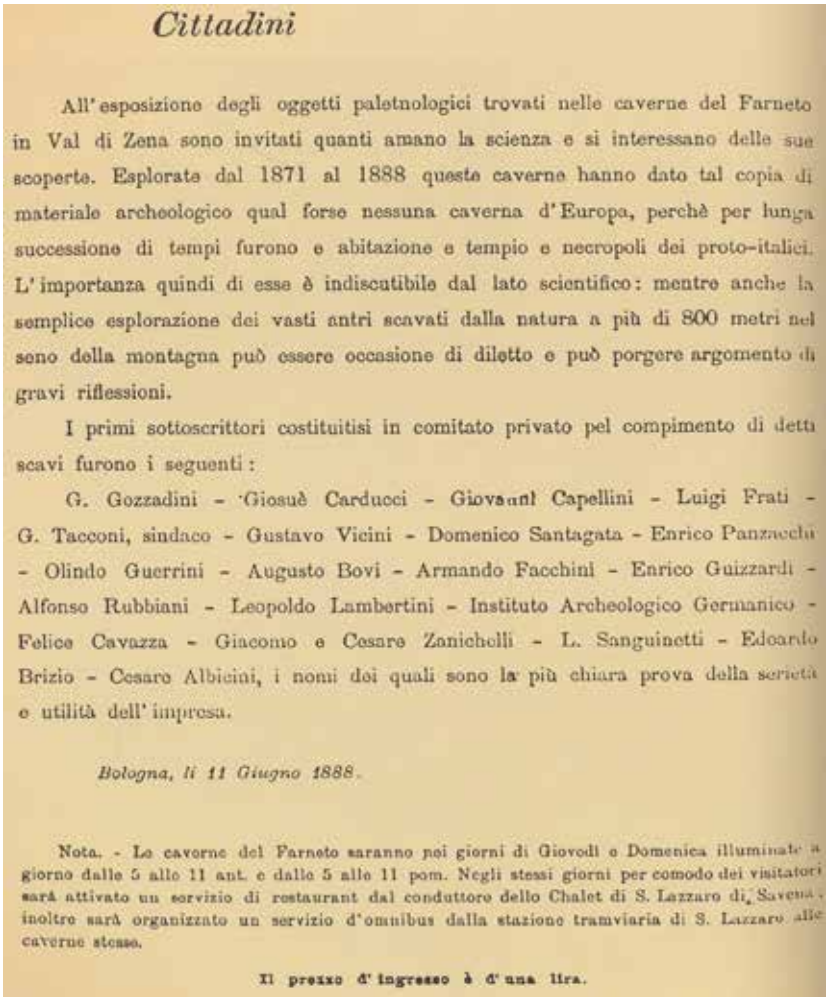
a N (Linea Gotica, Linea Irmgard, Linea Laura), e le forze alleate in avanzata da S.

Le torreggianti morfologie delle aree evaporitiche furono frequentemente scelte come luogo fortificato tedesco entro tali linee (è il caso di Tossignano, presso il margine occidentale della Vena del Gesso: Piastra 2022b).

Le grotte di più facile accesso che costellano l'affioramento selenitico furono spesso utilizzate come luogo di riparo e ricovero temporaneo da parte della popolazione locale sfollata: i casi più noti sono la Grotta di Onferno nel Riminese (Piastra 2016, p. 511); la Grotta del Re Tiberio, la Tana sotto la Rocca di Tossignano, la Grotta Rifugio sotto la Riva di S. Biagio e la Grotta a nord-est di Ca' Paradisa nella Vena del Gesso romagnola (Piastra 2013b; Piastra 2022b); la Grotta Michele Gortani nei Gessi di Zola Predosa; il Farneto, la Risorgente dell'Acquafredda, la Grotta Coralupo e la Spipola nei Gessi Bolognesi (Preti 2018; Preti 2022).

In relazione alla Grotta di Onferno possediamo la testimonianza toccante di una donna, Nazzarena Bonini, sfollata entro la cavità durante il passaggio del fronte, la quale partorì il proprio figlio proprio all'interno del sistema carsico (Cerruti 2010, pp. 18, 139-140, nota 44).

Circa le cavità della Vena del Gesso, una parete della Grotta del Re Tiberio mostra una scritta a carboncino, «Aurora Lea Guerra 1944» (fig. 13), tracciata da due donne o ragazze sfollate al suo interno sul finire del 1944; la Grotta Rifugio sotto la Riva di S. Biagio, scoperta solo recentemente, si pone quasi come una capsula del tempo, mostrando ancora sul pavimento gli oggetti di coloro che vi si erano rifugiati tra la fine del 1944 e l'aprile 1945 (fig. 14); nella Grotta a nord-est di Ca' Paradisa si consumò, durante la sua occupazione come luogo di sfollamento nel settembre 1944,



Cittadini

All'esposizione degli oggetti paletnologici trovati nelle caverne del Farneto in Val di Zena sono invitati quanti amano la scienza e si interessano delle sue scoperte. Esplorate dal 1871 al 1888 queste caverne hanno dato tal copia di materiale archeologico qual forse nessuna caverna d'Europa, perchè per lunga successione di tempi furono e abitazione e tempio e necropoli dei proto-italici. L'importanza quindi di esse è indiscutibile dal lato scientifico: mentre anche la semplice esplorazione dei vasti antri scavati dalla natura a più di 800 metri nel seno della montagna può essere occasione di diletto e può porgere argomento di gravi riflessioni.

I primi sottoscrittori costituitisi in comitato privato pel compimento di detti scavi furono i seguenti:

G. Gozzadini - Giosuè Carducci - Giovanni Capellini - Luigi Frati - G. Tacconi, sindaco - Gustavo Vicini - Domenico Santagata - Enrico Panzacchi - Olindo Guerrini - Augusto Bovi - Armando Facchini - Enrico Guizzardi - Alfonso Rubbiani - Leopoldo Lambertini - Instituto Archeologico Germanico - Felice Cavazza - Giacomo e Cesare Zanichelli - L. Sanguinetti - Edoardo Brizio - Cesare Albicini, i nomi dei quali sono la più chiara prova della serietà e utilità dell'impresa.

Bologna, li 11 Giugno 1888.

Nota. - Le caverne del Farneto saranno nei giorni di Giovedì e Domenica illuminate a giorno dalle 5 alle 11 ant. e dalle 5 alle 11 pom. Negli stessi giorni per comodo dei visitatori sarà attivato un servizio di restaurant dal conduttore dello Chalet di S. Lazzaro di Savena; inoltre sarà organizzato un servizio d'omnibus dalla stazione tramviaria di S. Lazzaro alle caverne stesse.

Il prezzo d'ingresso è d'una lira.

Fig. 9 (a fianco) – Foglio a stampa, datato 1888 in occasione dell'VIII centenario dell'Università di Bologna, in cui si pubblicizza l'apertura turistica della Grotta del Farneto (gessi Bolognesi) (da Paltrinieri 2008).

Fig. 10 (in basso) – Museo Civico del Risorgimento di Bologna, Archivio della Casa di Rieducazione Professionale per Mutilati e Invalidi di Guerra di Bologna – Album 2, p. 35, V, n. 3. Visita di gruppo alla Grotta del Farneto (4 luglio 1918), organizzata per gli ospiti della Casa bolognese (da Piastra 2020).





Fig. 11 – Museo Poldi Pezzoli, Milano, Luigi Bertelli, *Paesaggio con cava*. Carboncino su carta. I siti estrattivi ritratti sono quelli di Monte Donato (gessi Bolognesi) (da https://catalogo.beniculturali.it/detail/HistoricOrArtisticProperty/0301938527).

un duplice omicidio da parte partigiana di una coppia lì riparata.

La Grotta della Spipola ospitò forse il massimo numero di sfollati tra le cavità regionali, subendo spianamenti di superfici negli ambienti della cavità e la creazione di un rudimentale bagno comune sotterraneo. Tale frequentazione si spinse sino al Salone del Fango. La Grotta Coralupo fu adattata alle esigenze degli sfollati sulla base di un progetto organico dell'ingegnere Antonio Grandi, in funzione delle maestranze della Fabbrica che egli possedeva al Farneto. La cavità venne attrezzata persino con una cucina economica e con una stufa "parigina", i cui fumi erano stati incanalati entro un tubo, a sua volta installato entro una crepa dell'ammasso gessoso la quale aveva circolazione d'aria verso l'esterno (Preti 2022, p. 128).

Accanto alla frequentazione di grotte naturali, durante la Seconda Guerra Mondiale vi furono modeste cavità artificiali intagliate *ex novo* nel substrato evaporitico. Non si trattava in questi casi di ricoveri per i civili sfollati, bensì di rifugi per i militari durante i bombardamenti, oppure di vere e proprie postazioni di tiro rupestri. Un esempio emblematico è dato dalla Cavità artificiale III di Tossignano (Vena del Gesso romagnola) (fig. 15), ricavata nell'ammasso selenitico tra tardo 1944 e inizi 1945 come bocca di fuoco rivolta verso la forra del Rio Sgarba e la Riva di S. Biagio (Piastra 2022b).

A guerra conclusa, si imponeva in tutta l'Italia centro-settentrionale la priorità della ricostruzione.

Le aree gessose, cronicamente marginali, si ritrovarono in maggiore difficoltà e ritardo.

Il secondo dopoguerra vide da un lato una nuova fase di frequentazione delle cavità, allo scopo di nascondere armi ed evitare la loro riconsegna obbligatoria post-bellica (Piastra 2019c, p. 662), in attesa di un qualche evento rivoluzionario o reazionario mai poi verificatosi.



Fig. 12 – Copertina de *Gli esploratori delle caverne* di Cleto Patelli (1949), le cui vicende centrali prendono corpo entro una cavità ispirata alla Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola (gessi Bolognesi).

Soprattutto, pesavano la povertà e la disoccupazione, sui gessi in misura maggiore rispetto ad altre zone rurali.

In quegli anni, l'indigenza era tale che i rottami ferrosi erano sistematicamente raccolti per essere rivenduti e rifusi. Se in *Ragazzi di vita* di Pier Paolo Pasolini (1955) i protagonisti rubavano a tale scopo i tombini

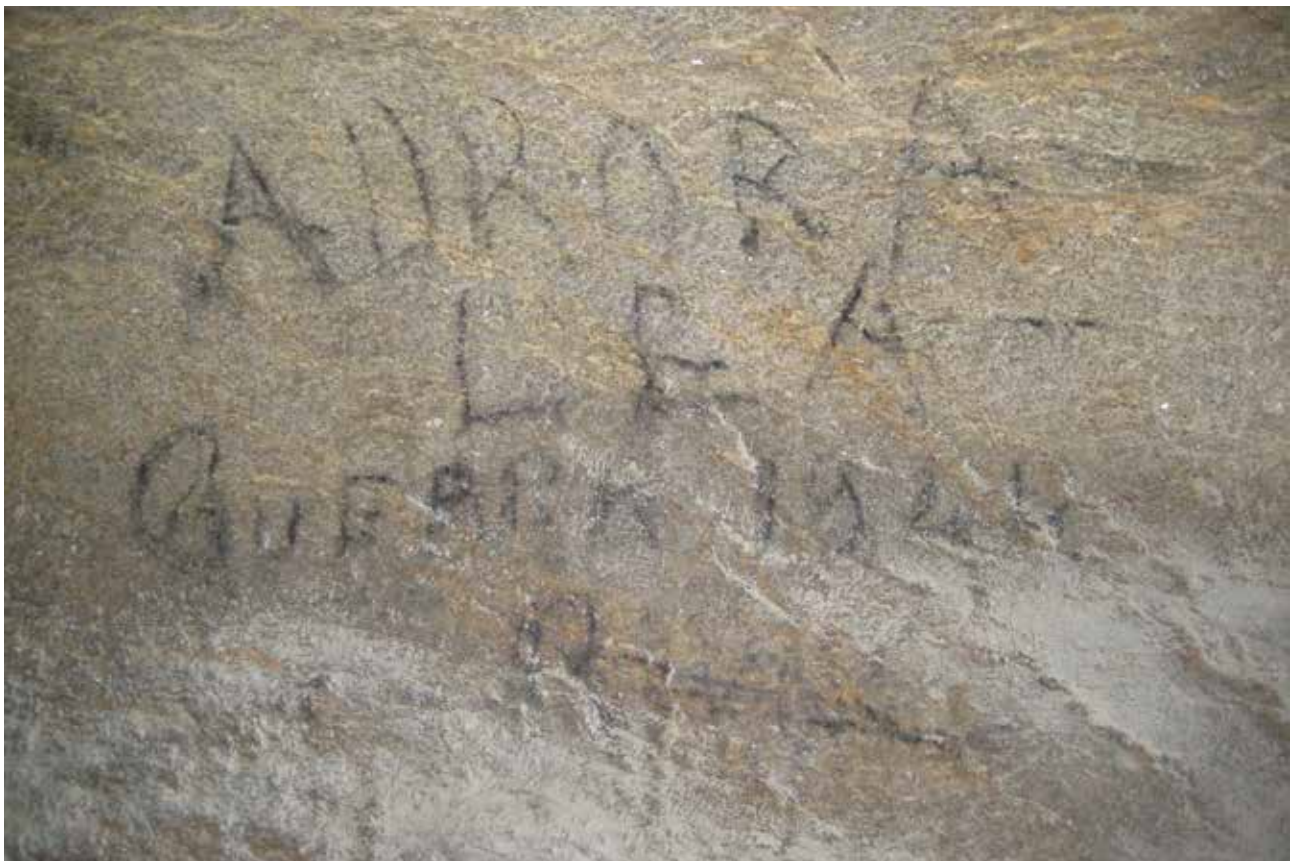


Fig. 13 – Grotta del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola). Scritta a carboncino «Aurora Lea Guerra 1944», tracciata da due donne o ragazze sfollate al suo interno sul finire del 1944 (da Piastra 2013b).



Fig. 14 – Grotta Rifugio sotto la Riva di S. Biagio (Vena del Gesso romagnola). Oggetti di uso quotidiano, utilizzati dagli sfollati dentro la cavità nel periodo bellico, ancora oggi visibili sul pavimento (da Piastra 2022b).



Fig. 15 – La Cavità artificiale III di Tossignano (Vena del Gesso romagnola), ricavata nel substrato evaporitico durante la Seconda Guerra Mondiale come bocca di fuoco rupestre rivolta verso la forra del Rio Sgarba e la Riva di S. Biagio (da Piastra 2022b).



Fig. 16 – Soffitto della cavità della Vena del Gesso romagnola nota come S1, presso Ca' Siepe (Riolo Terme). Si notano zone con ossidi di ferro, derivati da schegge tuttora alloggiate nella roccia: durante il secondo dopoguerra gli abitanti del luogo raccoglievano gli ordigni bellici inesplosi, li facevano deflagrare intenzionalmente all'interno della grotta e ne raccoglievano le frammentazioni, per poi rivenderle come rottami ferrosi a fonderie (da Piastra 2022c).

delle fognature di Roma, sulla Vena gli unici "materiali ferrosi" rintracciabili a costo zero erano gli ordigni bellici inesplosi, i quali venivano recuperati e, con grande pericolo per le persone coinvolte in queste operazioni, fatti esplodere all'interno di piccole cavità naturali. Dopo la conflagrazione intenzionale le schegge così ottenute venivano quindi staccate dalle pareti gessose e radunate, per poi essere rivendute. Un simile uso è ad esempio attestato per una grotticella tettonica non lontana da Ca' Siepe, nella Vena del Gesso in sinistra Senio, nota come S1 (Piastra 2022c), il cui soffitto è come crivellato dalle frammentazioni e sulle cui pareti sono ancora visibili, conficcate nella roccia, numerose schegge, attorniate da vaste zone con ossidi di ferro (fig. 16).

Un altro adattamento altamente significativo della marginalità dei gessi regionali nel secondo dopoguerra è dato, per quel periodo, in assenza di comunicazioni rapide od ospedali nei pressi, dall'utilizzo della cosiddetta Grotta "Preistorica" a sud della chiesa di Sasso Letroso (Riolo Terme, Vena del Gesso) come estemporanea camera mortuaria, dove collocare per alcuni giorni i defunti prima della sepoltura. La denominazione di «Grotta Preistorica», attribuita alla cavità durante le prime fasi di ricerche speleologiche nella zona (anni Cinquanta-Sessanta del XX secolo) e oggi mantenuta per tradizione degli studi e per evitare ulteriore confusione, è sicuramente errata e non deve trarre in inganno: gli adattamenti e le nicchie rupestri interni alla grotticella, inizialmente scambiati per interventi umani pre-protostorici, erano in realtà risalenti a pochi decenni prima.

A partire dalla fine degli anni Cinquanta del Novecento, l'avvento del *boom* economico italiano cambiò, qui come altrove, il quadro complessivo.

Le cave, da secoli presenti nei gessi regionali, assunsero dimensioni e metodi di coltivazione ora pienamente industriali, con un impatto sul paesaggio e sui valori di questi territori ben superiori rispetto al passato.

In parallelo, la collina e la montagna appenninica italiana iniziarono rapidamente a spopolarsi, e le aree evaporitiche messiniane furono tra le prime, nel basso Appennino, a sperimentare tale tendenza.

Lo spopolamento innescò un altrettanto veloce processo di rinaturalizzazione delle aree gessose, ora poco o nulla antropizzate, portando al ritorno del bosco laddove prima erano campi o pascoli (fig. 17) e alla comparsa o ricomparsa di molte specie faunistiche. Il processo di aumento della copertura vegetazionale fu poi ulteriormente potenziato, negli stessi anni, da diffusi rimboschimenti a conifere (Piastra 2014; Piastra 2019c, pp. 669-671).

Una simile rinaturalizzazione dei gessi, non pianificata scientemente, bensì riflesso dell'abbandono a sua volta dipendente dalle macrodinamiche socio-economiche nazionali del periodo, pose le basi, di lì a breve, per l'inizio di una vera e propria battaglia protezionistica a favore della creazione di aree protette nelle evaporiti. In particolare, Bologna, grande area urbana con una notevole tradizione accademica circa geologia, speleologia, studi naturalistici e sede, sin dal 1970, della Regione Emilia-Romagna, a statuto ordinario, ora competente anche in materia di aree protette regionali, sperimentò per prima, sin dagli anni Sessanta e Settanta, spinte "dal basso", dal mondo accademico e associazionistico, in direzione dell'istituzione di un Parco dei Gessi Bolognesi (fig. 18).

La minaccia a suo tempo più temibile circa l'esistenza stessa dei gessi era data dall'attività estrattiva. E proprio il dibattito tra chi considerava i gessi una risorsa da consumare VS. chi li considerava un patrimonio da conservare diventò molto acceso.

Un brano del 1972 del tecnico minerario Attilio Scicli, ispettore del Distretto Minerario di Bologna (già Corpo delle Miniere, Distretto di Bologna), ben sintetizza, dal lato pro-cave, il livello dello scontro di quegli anni (Scicli 1972a, pp. 650-651; concetti ribaditi anche in Scicli 1972b):

> Debbo però aggiungere che, almeno nel Bolognese, gli imprenditori [dell'industria del gesso] vengono purtroppo ostacolati da un'assurda campagna che tende a impedire gli scavi per salvaguardare il cosiddetto «paesaggio». Questa campagna, condotta a volte con accenti aspri e violenti anche attraverso la stampa, con frequenti minacce di far cessare le attività in atto, non si riesce a comprendere. Si tacciano gli imprenditori di speculare, come se chi intraprende un'attività industriale dovesse farlo per beneficenza e non con l'intento di investire vantaggiosamente i propri capitali; e si dimentica perfino che questa «speculazione» crea posti di lavoro. Si sta tentando perfino di far varare apposite leggi per impedire che si scavi onde salvaguardare un paesaggio spesso di nessuno o di scarso interesse. (…) Ma quale paesaggio si vuole difendere? Dove affiora il gesso si hanno di norma terreni brulli, ricettacoli di vipere, luoghi malsicuri per frane e possibilità di scoscendimenti naturali, che nessuna disposizione legislativa potrebbe impedire e che nessuno scavo potrebbe alterare se non, forse, in meglio. (…) Basterebbe osservare gli interessanti e grandiosi fenomeni carsici nella zona dei gessi (…) per rendersi conto della naturale tendenza dei gessi a far subire al tanto decantato «paesaggio» quelle devastazioni che l'uomo non è in grado di prevenire e di fronte alle quali l'apertura di una cava è ben poca cosa. Bisogna anzi ammettere che dove si cava il gesso, per l'accumularsi di terriccio vengono a crearsi invece condizioni favorevoli per lo sviluppo della vegeta-





Fig. 17 – A) Archivio Fotografico della Romagna di Pietro Zangheri – Patrimonio pubblico della Provincia di Forlì-Cesena, in gestione al Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna. Fotografia di Pietro Zangheri, n. 1391, risalente al 1949. La Valle cieca del Rio Stella (sulla destra) e la sella di Ca' Faggia (Vena del Gesso romagnola). B) La Valle cieca del Rio Stella e la sella di Ca' Faggia ai nostri giorni: dal confronto con la foto zangheriana, emerge nitidamente l'aumento, negli ultimi settanta anni circa, della copertura vegetazionale sulla Vena del Gesso, processo a sua volta ricollegabile da un lato allo spopolamento e alla conseguente cessazione della prassi del taglio di arbusti e alberi da parte della popolazione locale; dall'altro a rimboschimenti antropici a conifere (da Piastra *et alii* 2011).

> zione, mentre sul suolo gessoso non alligna alcuna pianta. (…) Se permarrà l'assurda preclusione alla sua estrazione [del gesso], per lasciare intatte le nostre colline gessose, gli impresari stranieri si rivolgeranno altrove, ed a noi, trascurando una delle poche risorse minerarie che ci sono state elargite con eccezionale ricchezza, non rimarrà che la magra soddisfazione di ammirare i sacri dirupi!

Nonostante la pressione del fronte pro-cave, sin dai primi anni Ottanta un'agenzia regionale, l'Istituto Beni Culturali, avanzò una strategia di protezione complessiva delle evaporiti regionali (Ibc 1982), indicando di fatto la direzione verso cui la Regione Emilia-Romagna tendeva; parchi e riserve furono poi effettivamente istituiti a partire dalla fine della stessa decade, mentre altre aree dovettero attendere l'avvento del sistema europeo di Rete Natura 2000.
La massima parte delle cave di gesso venne chiusa, optando per la politica (1989) di un polo unico di estrazione della selenite a livello emiliano-romagnolo, individuato nel sito di Monte Tondo (Riolo Terme, Vena del Gesso romagnola): una soluzione oggi (2024) da ridiscutere, specie alla luce del passaggio amministrativo dell'Alta Valmarecchia (2009) e di Sassofeltrio (2021), territori con cave di selenite tuttora attive, dalle Marche all'Emilia-Romagna (Piastra 2019a).
Oggi la naturalità delle aree gessose emiliano-romagnole è talvolta persino sublimata ed esagerata, sino ad essere assurta a «intatta» nella divulgazione scientifica (Tozzi 2018, pp. 76-79; cf. la discussione in Piastra 2019b, p. 421): come abbiamo visto, si tratta in realtà di una rinaturalizzazione recente e di territori privi di una vera *wilderness*.
Accanto alla geologia e al carsismo, i valori peculiari di queste emergenze vanno quindi individuati in millenni di interazioni tra comunità umane ed evaporiti nel più ampio contesto di un ambiente marginale, il quale ha sempre posto limitazioni e ostacoli alle attività umane e a cui i residenti si sono dovuti storicamente adattare.



NOTIZIARIO
della
UNIONE BOLOGNESE NATURALISTI

Affiliata alla Federazione Nazionale Pro Natura

Anno 4 - N. 3 - MAGGIO - GIUGNO 1976 - Bimestrale

La camminata ecologica « Salviamo i gessi »

La nostra tradizionale « camminata ecologica », giunta ormai alla sua terza edizione, avrà luogo quest'anno il 2 Maggio p.v.

Quest'anno ricorre anche il X° anniversario del generoso sacrificio di Luigi Donini e Carlo Pelagalli, medaglie d'oro al valor civile, e la « camminata », che si svolge anche nel loro dolce ricordo, deve assumere particolare rilevanza!

Ecco il programma: ore 8.30: raduno dei partecipanti presso il Centro Sportivo « Rodriguez » a S. Lazzaro di Savena. Possibilità di parcheggio. Ore 9: partenza. Verrà seguito il seguente itinerario: Via Croara, Via Benassi, Miserazzano, il Casetto, Via Madonna dei Boschi, Via Croara, S. Lazzaro, per un totale di circa 10 Km. La « camminata », ovviamente, non è competitiva e durante il suo svolgimento verranno effettuate brevi soste per la illustrazione delle caratteristiche naturalistiche della zona. Funzionerà pure un posto di ristoro. Medaglia ricordo a tutti i partecipanti; premi e coppe ai gruppi più numerosi. Iscrizioni: presso la nostra sede nei giorni di giovedì dalle 16 alle 19 oppure nelle altre sedi specificate nei manifesti. Quota di iscrizione L. 1.000. Sarà possibile iscriversi anche prima della partenza.

L'eventuale utile sarà devoluto al Premio Donini-Pelagalli, attivato presso la nostra Università.

SOCI ! SIMPATIZZANTI ! PARTECIPATE IN MASSA E PROPAGANDATE LA CAMMINATA !

facile » perché li avrei continuamente stimolati e variamente cointeressati. Ma pareva anche di avere detto, da qualche parte, che mi auguravo che quello che andavo instaurando sul « Notiziario » potesse essere un dialogo e non solo un monologo. Per ora, su questo punto particolare, l'esperienza non mi ha certo ripagato ma in certi campi, a differenza di altri, la mia fiducia nel futuro è incrollabile, sicché continuo. Alcuni anni orsono il Prof. Giuseppe Lodi, uno tra i più arguti tra i nostri Soci, mi soleva dire « Vede, Corbetta, è più facile organizzare una corsa di paracarri che una gita dell'Unione... ». Molte cose, da allora, sono cambiate e la paradossale battuta dell'Amico è ora superata chè le gite, almeno, riscuotono quasi costantemente notevole successo ma per il resto non è che la partecipazione dei Soci alla vita ed ai problemi dell'Unione sia molto aumentata nè del tutto confortante. Anzi, diciamo pure francamente che, confortante non lo è per niente.

Nei due precedenti numeri ho cercato in vari modi, con aperti riferimenti o con smorzate allusioni, di chiamarvi alla discussione dei vari problemi. I risultati finora sono stati molto deludenti perché se si escludono poche persone (che sono poi sempre le stesse o la sola...) il grande corpo sociale dell'Unione, ormai vicino alle mille unità, non dimentichiamolo, è assai poco reattivo, anzi inerte.

Nessuno è intervenuto né a favore né a sfavore a proposito di un argomento macroscopico (e magari controverso!) come quello dell'Autodromo di Imola; nessuno ha commentato, in nessun modo, le allusioni fatte su vari argomenti, da Villa Ghigi, ai « gessi », ecc. ecc.

Fig. 18 – Notiziario dell'Unione Bolognese Naturalisti (UBN), associazione protezionistica che, assieme al mondo speleologico bolognese, si impegnò in prima linea, in anni pionieristici, per la protezione dei gessi emiliano-romagnoli. Il notiziario pubblicizza una delle prime "passeggiate ecologiche" (2 maggio 1976), organizzate per sensibilizzare la popolazione riguardo alla creazione di un Parco dei gessi Bolognesi, poi effettivamente istituito nel 1988 (da https://www.naturaitalica.it/).

Bibliografia

Aa.Vv. 1970, *Rocche e Castelli di Romagna*, I, Bologna.

L. Bellesia, V. Ferretti 2020, *Una zecca di falsari nella Tana della Mussina di Borzano*, in I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di), *La Tana della Mussina di Borzano*, s.l., pp. 153-168.

L. Bentini 2010, *Cavità di interesse antropico nella Vena del Gesso romagnola*, in S. Piastra (a cura di), *Una vita dalla parte della natura. Studi in ricordo di Luciano Bentini*, Faenza, pp. 37-63.

S. Bergianti, B. Capaccioni, C. Dalmonte, J. De Waele, W. Formella, A. Gentilini, R. Panzeri, S. Rossetti, B. Sansavini 2013, *Progetto Life + 08 NAT/IT/000369 "GYPSUM". Primi risultati sulle analisi chimiche delle acque nei gessi dell'Emilia-Romagna*, in F. Cucchi, P. Guidi (a cura di), *Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia "Diffusione delle conoscenze"*, (Trieste, 2-5 giugno 2011), Trieste, pp. 296-305.

P. Biavati 1971, *I reperti di una esplorazione scolastica sul luogo dell'antico castello di Gesso*, "Strenna Storica Bolognese" XXI, pp. 36-48.

S. Bonfiglioli 2012, *La geografia di Egnazio Danti*, Bologna.

S. Cerruti 2010, *La guerra all'improvviso. Sul rosso fronte di Gemmano la memoria delle donne tra saperi, dolori, e compassione*, Roma.

R. Curina, A. Losi (a cura di) 2007, *Il castello di Borzano. Vicende e trasformazioni di un insediamento fortificato dall'età prematildica al XVIII secolo*, Reggio Emilia.

M. Del Monte 2005, *L'epoca d'oro della selenite a Bologna*, "Il geologo dell'Emilia-Romagna" XX, pp. 5-24.

D. Demaria 2019, *Pagine dimenticate:* Gli esploratori delle caverne *di Cleto Patelli*, "Sottoterra" 149, pp. 102-105.

S. Gelichi 1996, *Falsari medievali nella Grotta del Re Tiberio?*, in M. Pacciarelli (a cura di), *La collezione Scarabelli*, II, *Preistoria*, Fusignano, pp. 475-479.

Ibc 1982, *Gli affioramenti gessosi dell'Emilia-Romagna. Proposte di tutela*, Bologna.

F. Lenzi 2008, *"*Queste caverne aperte alle indagini dei dotti e alla fantasia dei poeti…*". Francesco Orsoni e la scoperta del Farneto*, in A. Paltrinieri (a cura di), *La Grotta del Farneto. Una storia di persone e di natura*, Bologna, pp. 59-70.

G. Orlandi 1845, *Riolo e le sue acque minerali. Lettere descrittive*, Bologna.

A. Paltrinieri (a cura di) 2008, *La Grotta del Farneto. Una storia di persone e di natura*, Bologna.

S. Pellegrini, S. Lugli, S. Piastra 2020, *Le ricerche di Fernando Malavolti sulle orme di Gaetano Chierici. I taccuini inediti*, "Bullettino di Paletnologia Italiana" 100, I, pp. 167-174.

S. Piastra 2008, *La Vena del Gesso romagnola nella cartografia storica*, Faenza.

S. Piastra 2010, *Storia*, in *Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola*, Mantova, pp. 143-174.

S. Piastra 2011, *La frequentazione umana delle grotte tra Medioevo ed Età contemporanea*, in P. Lucci, A. Rossi (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna, pp. 137-151.

S. Piastra 2012, *I gessi del Bolognese tra natura e cultura*, in D. Demaria, P. Forti, P. Grimandi, G. Agolini (a cura di), *Le grotte bolognesi*, Bologna, pp. 402-416.

S. Piastra 2013a, *Paul Scheuermeier e i gessi della val di Secchia*, "Speleologia Emiliana" XXIV, 4, pp. 61-65.

S. Piastra 2013b, *La Tana del Re Tiberio: un deposito di memorie tra natura e cultura*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Faenza, pp. 403-450.

S. Piastra 2014, *Oltre l'immagine. Temi paesistici e socio-economici dell'Appennino faentino nelle fotografie di Enrico Pasquali*, in S. Piastra, P. Zucco (a cura di), *Un altro mondo. L'Appennino faentino fotografato da Enrico Pasquali*, Bologna, pp. 21-34.

S. Piastra 2016, *Aree urbane su gesso della Romagna orientale. Temi geografici*, in M.L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *Gessi e solfi della Romagna orientale*, Faenza, pp. 483-514.

S. Piastra 2018, *Fernando Malavolti e i gessi messiniani reggiani. Nuovi dati sulla Grotta di Terenzano (Scandiano)*, in S. Pellegrini, C. Zanasi (a cura di), *Fernando Malavolti. I diari delle ricerche 1935-1948*, Firenze, pp. 105-108.

S. Piastra 2019a, *A dieci anni dal passaggio dell'Alta Valmarecchia dalle Marche all'Emilia-Romagna. Aree protette e politiche ambientali tra problemi e prospettive*, "Studi Romagnoli" LXX, pp. 239-254.

S. Piastra 2019b, *I gessi dell'Emilia-Romagna tra na-*

tura e cultura. Una sintesi regionale, in D. Gullì, S. Lugli, R. Ruggieri, R. Ferlisi (a cura di), *GeoArcheoGypsum 2019. Geologia e Archeologia del gesso dal lapis specularis alla scagliola*, (Atti del Convegno, Agrigento, 26-28 settembre 2019), s.l., pp. 411-425.

S. Piastra 2019c, *I Gessi di Monte Mauro tra natura e cultura*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Monte Mauro. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Bologna, pp. 657-703.

S. Piastra 2020, *Farneto crocevia di storie e vicende. Note a margine di un recente volume di Claudio Busi su Francesco Orsoni*, "Speleologia Emiliana" XLI, 11, pp. 159-169.

S. Piastra 2022a, *Tossignano e la Vena del Gesso romagnola. Note di geografia urbana*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Tossignano. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Bologna, pp. 459-517.

S. Piastra 2022b, *Combattere o sfollare in grotta. Cavità naturali e artificiali nei Gessi di Monte del Casino, Tossignano e Monte Penzola durante la Seconda Guerra Mondiale*, in P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Tossignano. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Bologna, pp. 427-449.

S. Piastra 2022c, *Dopo la Seconda Guerra Mondiale e prima del boom economico. I rapporti uomo-ambiente nella Vena del Gesso romagnola*, "Speleologia Emiliana" XLII, pp. 110-115.

S. Piastra, N. Agostini, D. Alberti 2011, *La Vena del Gesso nell'Archivio Fotografico della Romagna di Pietro Zangheri: i fenomeni carsici*, "Speleologia Emiliana" XXII, 2, pp. 53-64.

N. Preti 2018, *Le Grotte Bolognesi come rifugio nel 1944-45*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *"...nel sotterraneo Mondo". La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, (Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), s.l., pp. 205-214.

N. Preti 2022, *L'utilizzazione delle grotte nell'area del Farneto come rifugio durante la seconda guerra mondiale*, in *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto*, (S. Lazzaro di Savena, 9-10 ottobre 2021), Bologna, pp. 123-133.

G.L. Reggi 1965, *La ricerca e la scoperta dei resti dell'antico castello di Gesso*, "Speleologia Emiliana" II, 2, pp. 63-72.

A. Scicli 1972a, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della Regione Emilia-Romagna*, Modena.

A. Scicli 1972b, *I depositi di gesso della Regione Emilia-Romagna e i problemi della difesa del paesaggio e del suolo in rapporto alle cave*, "Il Frantoio" 8, pp. 41-48.

M. Tozzi 2018, *L'Italia intatta*, Milano.

Siti internet

https://catalogo.beniculturali.it/detail/HistoricOrArtisticProperty/0301938527.

https://www.naturaitalica.it/.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Il gesso del sito UNESCO nell'arte

Stefano Lugli[1]

Riassunto
Il sito seriale UNESCO "Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale" è costituito da gessi selenitici e alabastrini che sono stati utilizzati nel corso dei secoli come pietre da taglio per produrre elementi architettonici e come materia prima per confezionare malte, stucchi e scagliole colorate. Tra questi spiccano i blocchi di selenite nelle chiese di Sala Bolognese e di Nonantola (MO) e nella torre Garisenda a Bologna, in parte materiale di reimpiego di età romana e in parte di nuova posa in opera durante i restauri ottocenteschi. I Romani utilizzarono i famosi cristalli di *lapis specularis* al posto del vetro, uso che si protrasse anche nel medioevo fino ai restauri e le riproposizioni del secolo scorso.
Esempi prestigiosi dell'uso del gesso da presa sono quello delle malte di allettamento nelle volte quattrocentesche del Duomo di Modena, degli stucchi dorati del Palazzo ducale di Sassuolo (MO), dei paliotti d'altare in scagliola colorata di Carpi (MO) e del Montefeltro e della produzione degli intonaci rosa di Sologno (RE).

Parole chiave: selenite, alabastro, stucco, scagliola, *lapis specularis.*

Abstract
The UNESCO serial site "Evaporitic karst and caves of Northern Apennines" consists of selenite and alabastrine gypsum that have been used over the centuries as cutting stones to produce architectural elements and as raw material to prepare mortars, stucco and scagliola colorata*. Prominent among these are the selenite blocks in the churches of Bolognese and Nonantola (MO) and in the Garisenda tower in Bologna, in part reused material from the Roman period and in part newly laid during the nineteenth-century restorations. The Romans used the famous* lapis specularis *crystals in windows instead of glass, a use that continued into the Middle Age until the restorations and repurposing of the last century.*
Prestigious examples of the use of gypsum as a binder are the bedding mortars for the 15th-century vaults of the Modena Cathedral, the gilded stuccoes of the Ducal Palace in Sassuolo (MO), the scagliola colorata *handicrafts altar panels of Carpi (MO) and Montefeltro, and the production of pink plasters at Sologno (RE).*

Keywords: *selenite, alabaster, stucco, scagliola,* lapis specularis.

Introduzione

Il gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) è un minerale naturale utilizzato in una sorprendente varietà di impieghi, dalle attività agricole ed industriali a quelle artistiche. Fu utilizzato per la conservazione degli alimenti, come disinfettante, fertilizzante e chiarificatore dei vini. Viene oggi utilizzato nell'industria chimica per la preparazione di cementi, vernici e carta e in edilizia come pietra da taglio, come legante per la preparazione di stucchi, intonaci e pannelli di cartongesso.
Sono due le principali varietà utilizzate: la selenite (a grandi cristalli) e il gesso alabastrino (a cristalli microscopici).
La selenite è costituita da cristalli semitrasparenti di dimensioni centimetriche, spesso geminati a "ferro di lancia" o "coda di rondine" che nella Vena del Gesso emiliano-romagnola possono superare 2 metri di lunghezza (Lugli 2019a).
I cristalli di selenite sono generalmente semitrasparenti e in parte torbidi, mentre i cristalli di origine secondaria perfettamente limpidi che si trovano nelle fratture sono chiamati "specchio d'asino" o *lapis specularis* (Lugli *et alii* 2015).
Il gesso alabastrino (alabastro gessoso) è costituito da cristalli minuti (microcristalli) e ha generalmente un colore bianco o grigio. Nella maggior parte dei casi l'alabastro deriva dalla trasformazione naturale di originarie rocce selenitiche (Lugli, Testa 1993).
La diffusione delle rocce gessose come pietra da costruzione e come materiale per sculture è legata alla facilità del taglio ed alla relativa leggerezza della roccia, che dipendono dalla scarsa durezza (2 nella scala di Mohs) e dalla relativamente bassa densità del solfato di calcio (2,32 g/cm^3).

[1] Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via Campi 103, 41125 Modena, Italy. stefano.lugli@unimore.it

L'uso più prestigioso e spettacolare è senz'altro quello che ha percorso la storia dell'arte e dell'architettura dei popoli che abitarono il bacino del Mediterraneo e le aree limitrofe (Lugli 2019b). Sono in Albania, Algeria, Austria, Cipro, Egitto, Francia, Grecia, Israele, Italia, Giordania, Spagna, Tunisia e Turchia le più grandi concentrazioni al mondo di rocce gessose utilizzate nell'arte e nell'architettura. I depositi più importanti sono quelli di età Messiniana (Miocene terminale) ma sono presenti anche gessi di età più antica, permiana, triassica, cretacea e miocenica. Al di fuori del Mediterraneo spiccano le sculture e rilievi in alabastro gessoso dell'antica Assiria (Iraq), come i colossali tori alati con testa umana del palazzo di re Ashurnasirpal II (883-859 a.C.) a Nimrud e i pannelli in gesso alabastrino finemente scolpiti del palazzo del re Ashurbanipal (668-631 a.C.) a Nineveh (Mitchell, Middleton 2002).

Le più remote testimonianze di utilizzo del gesso sono rappresentate da intonaci, pavimenti e pareti di abitazioni dell'Epipaleolitico Kebariano geometrico (ca. 12000 a.C.) e del Natufiano (10300-8500 a.C.) della Mesopotamia (Kingery *et alii* 1988). Come pietra da taglio le più antiche testimonianze sono quelle della Creta Minoica a partire dal Bronzo Medio dei palazzi di Cnosso, Phaistos e Hagia Triadha dove si trovano blocchi selenitici e alabastrini nelle pavimentazioni, nelle basi di colonne, sedili, stipiti di porte e gradini (Gale *et alii* 1988; Chlouveraki, Lugli 2009; Chlouveraki 2019). Anche il cosiddetto trono di Minosse a Cnosso è in gesso alabastrino.

In Italia l'utilizzo più antico è quello di blocchi di selenite, gessoareniti e gesso alabastrino nella città di Eraclea Minoa, in Sicilia, fondata nel VI sec. a.C.

Per quanto riguarda il gesso cotto la tradizione più consolidata è quella del mondo islamico medioevale con stucchi che raffigurano motivi vegetali, geometrici e calligrafici (Castéra 1996) associati a fasce di *zillij*, i tradizionali mosaici in ceramica policroma, che trovano gli esempi più prestigiosi nelle mederse marocchine dal XIV al XVI secolo e nel palazzo reale nell'Alhambra di Granada, in Spagna, costruito tra il XIII e il XIV secolo (Cardell-Fernández, Navarrete-Aguilera 2006).

In Europa, e soprattutto in Italia, l'utilizzo del gesso cotto si diffonde durante il Rinascimento, fino all'apoteosi nell'uso decorativo caratteristico del Barocco e del Rococó.

La pietra da taglio gessosa del sito UNESCO

Nell'area del sito UNESCO sono state rinvenute le tracce di tre cave a blocchi di epoca romana. Il primo esempio è presso la Rocca di Tossignano (Bologna) ed è costituito da tre gradoni con segni di scalpellature e canali di escavazione (Guarnieri 2022 con bibliografia precedente).

Il secondo è rappresentato dalla rupe di Borzano (Reggio Emilia, Gandolfi, Losi 2019), dove le alte pareti verticali, la morfologia ad anfiteatro e le tracce di un sistema di terrazzamenti a diversi livelli rivelano la morfologia di un'antica cava. Oggetti e monete risalenti al periodo romano, sono state raccolte per la maggior parte a contatto con la superficie naturale della roccia, suggerendo una prima fase insediativa rupestre in concomitanza con le operazioni di cava per l'estrazione dei blocchi. L'area della cava fu successivamente occupata da un altro insediamento di età medioevale, in parte con fondazioni murarie in pietra e alzati in canne palustri rivestite da intonaco gessoso.

Il terzo esempio è quello della cava a blocchi di Casa Castellina (M. Mauro, Ravenna), dove si è stimata l'estrazione di un volume complessivo di circa 1900 m^3 di gesso (Santagata *et alii* 2019). Una datazione assoluta suggerisce che l'attività della cava potrebbe essere stata avviata all'epoca dell'insediamento e della stabilizzazione della presenza romana nell'area, tra il IV e il II secolo a.C. (Guarnieri, D'Amato 2019).

Il *lapis specularis*

In epoca romana grandi cristalli trasparenti di gesso secondario, il *lapis specularis*, furono utilizzati per la costruzione di pannelli e finestre al posto del vetro.

I cristalli erano cavati da formazioni geologiche di età miocenica in Spagna (Bernárdez Gómez, Guisado Di Monti 2004) e, in misura minore, in Italia, Cipro, Turchia, Africa settentrionale e forse Grecia. Le tecniche di estrazione e di posa in opera del *lapis specularis* rappresentano un esempio straordinario dell'uso del gesso, che ha coinvolto l'intero bacino del Mediterraneo. I Romani sfruttavano grotte naturali per raggiungere fratture e condotti carsici contenenti i cristalli secondari, che venivano accuratamente asportati per ricavarne lastrine di pochi millimetri di spessore e alcuni decimetri di larghezza (Lugli *et alii* 2015). Le lastrine furono utilizzate anche nelle finestre di Pompei e Ercolano (Lugli 2016) oltre che a Roma, anche in epoca medioevale (Lugli *et alii* 2020).

Monte Mauro con gallerie artificiali e scavi in trincea rappresenta la località più significativa per l'estrazione del *lapis* fino ad oggi riconosciuta al di fuori della Spagna (Lugli *et alii* 2019). I cristalli del sito UNESCO però, così come quelli siciliani, non erano un prodotto di pregio e dovevano essere destinati esclusivamente ad un uso locale. Non trovarono la via del nord, dove per esempio in Lombardia i romani utilizzavano lastrine di mica (Butti, Lugli 2021), ma nemmeno quella del sud, dato che le analisi isotopiche fino ad oggi effettuate escludono la loro presenza a Pompei

e nella Roma medioevale (Lugli *et alii* 2020), se non per restauri o riproposizioni del secolo scorso, come nella chiesa di Santa Sabina (Bellanca 2003). Il motivo principale dipende sicuramente dalle dimensioni relativamente ridotte dei cristalli, pochi decimetri al massimo di lunghezza, dalla presenza frequente di deformazioni, che compromettono la planarità delle lastrine, e della trasparenza non sempre ottimale, spesso per ingiallimento o inclusioni di argilla. A Pompei troviamo esclusivamente i cristalli spagnoli e quelli turchi (Lugli 2019).

Dopo l'epoca romana, mentre in Romagna si era persa la memoria delle cave di *lapis*, in Emilia troviamo uno degli ultimi esempi di utilizzo dei cristalli di *lapis* nelle finestre della chiesa del *Martyrium* che affacciano sul cortile di Pilato del complesso di Santo Stefano a Bologna. Le però finestre risalgono ai lavori di "rifacimento in stile" effettuati nel 1911-1912 (cfr. Del Monte 2005).

La selenite nel bolognese

La città al mondo dove le rocce gessose sono state più utilizzate come elementi architettonici e decorativi è Bologna. Basamenti di torri, case-torri, porticati, chiese, stipiti di porte e finestre, pietre d'angolo e soglie luccicano al sole con uno sfolgorante sfavillio di migliaia di cristalli di selenite. Bologna è l'unica città in Emilia Romagna dove si trova selenite nell'area urbana, sicuramente per la vicinanza degli affioramenti nella prima fascia collinare. Grandi blocchi di selenite squadrati erano stati utilizzati per costruire una cinta muraria urbana datata alla fine del IV secolo (Curina 1997).

Spesso prelevati da antiche costruzioni, in età comunale blocchi di selenite vennero reimpiegati per costruire fondazioni di fabbricati, argini di corsi d'acqua e basi per colonne di legno dei primi portici cittadini (Bergonzoni 1976). Numerose torri, tra le quali quella degli Asinelli, della Garisenda (fig. 1), dell'Arcivescovado, degli Azzoguidi, dei Galluzzi e degli Alberici, furono "*rivestite regolarmente di lunghi parallelepipedi di quella povera roccia che lucica nei nostri colli come l'orpello sulle scene; cioé di gesso, il quale peró ha fatto qui ottima prova di durata e dá maestoso e vago aspetto alla base*" (Gozzadini 1875).

Con il XIII secolo le costruzioni bolognesi vedono l'uso prevalente dell'arenaria, mentre le rocce gessose, cotte e macinate, vengono destinate soprattutto alla produzione di malte cementizie e stucchi (Varani 1974).

Nell'Ottocento la selenite viene riscoperta per i restauri, le ricostruzioni e la realizzazione di copie di elementi decorativi dei monumenti medievali, come nel complesso di Santo Stefano (Del Monte 2005, 2008).



Fig. 1 – Grandi blocchi di selenite nel basamento della torre Garisenda a Bologna, come appariva prima degli interventi di consolidamento. Notare la diversa intensità del degrado nelle facciate. Alcune parti hanno anche subito in passato interventi di sostituzione e di rimozione delle porzioni degradate per scalpellatura. Blocchi di gesso sono presenti anche al di sotto del loggiato della torre degli Asinelli (a destra) (foto S. Lugli).

Altro esempio è quello dell'antica Pieve di Santa Maria Annunziata e San Biagio, a Sala Bolognese, restaurata nel 1920 secondo le forme romanico-lombarde. In selenite sono i basamenti dei pilastri cruciformi, i capitelli cubici e gli archi a tutto sesto, oltre che le cornici sopra agli archi e numerosi conci nei rinfianchi tra gli archi (fig. 2).

La selenite della torre Garisenda

La torre Garisenda, simbolo della città di Bologna insieme alla torre degli Asinelli, presenta il basamento rivestito da blocchi di selenite, con cristalli che superano anche 30 cm di lunghezza (fig. 1). Uno degli aspetti che hanno destato le recenti preoccupazione riguardo la conservazione e la stabilità della torre, fortemente inclinata, è proprio il degrado della selenite all'esterno e all'interno del manufatto (Dellavalle *et alii* 2022).

I blocchi di selenite della torre presentano due principali caratteristiche di degrado, la prima legata all'alterazione naturale in condizioni di esposizione all'esterno e l'altra dovuta all'azione del calore di incendi avvenuti all'interno della torre e alla presenza in passato di fucine.

La selenite che riveste la parte esterna della torre è soggetta a dissoluzione da parte dell›acqua piovana formando *karren*, solchi separati da creste (fig. 1). I blocchi sono stati completamente sostituiti alla fine dell'Ottocento, ciononostante in alcune aree di flusso concentrato dell'acqua piovana i solchi sul rivestimento selenitico raggiungono 70 mm di larghezza e 100 mm di profondità (Del Monte *et alii* 1999). Le caratteristiche di alterazione più comuni sul bugnato sono croste di efflorescenza gessosa parzialmente staccate, disaggregazione granulare dei cristalli, croste nere e attacco biologico da parte di licheni e cianobatteri endolitici (fig. 1). Questo tipo di alterazione è tipica delle rocce selenitiche esposte all'aperto (Artieda 2013; Rhind *et alii* 2014).

I blocchi di selenite che rivestono la parte interna della torre mostrano la tipica forma di alterazione legata all'azione del calore (fig. 3). L'aspetto scintillante e il colore grigio delle rocce originarie è stato trasformato in bianco dalla disidratazione dei cristalli di gesso, che può iniziare a temperature relativamente basse, a partire da circa 100° C. Lo sbiancamento dei blocchi di



Fig. 2 – Blocchi di selenite nei basamenti di pilastri, capitelli cubici, archi a tutto sesto, cornici sopra agli archi e tra gli archi nella Pieve di Santa Maria Annunziata e San Biagio, Sala Bolognese (foto S. Lugli).

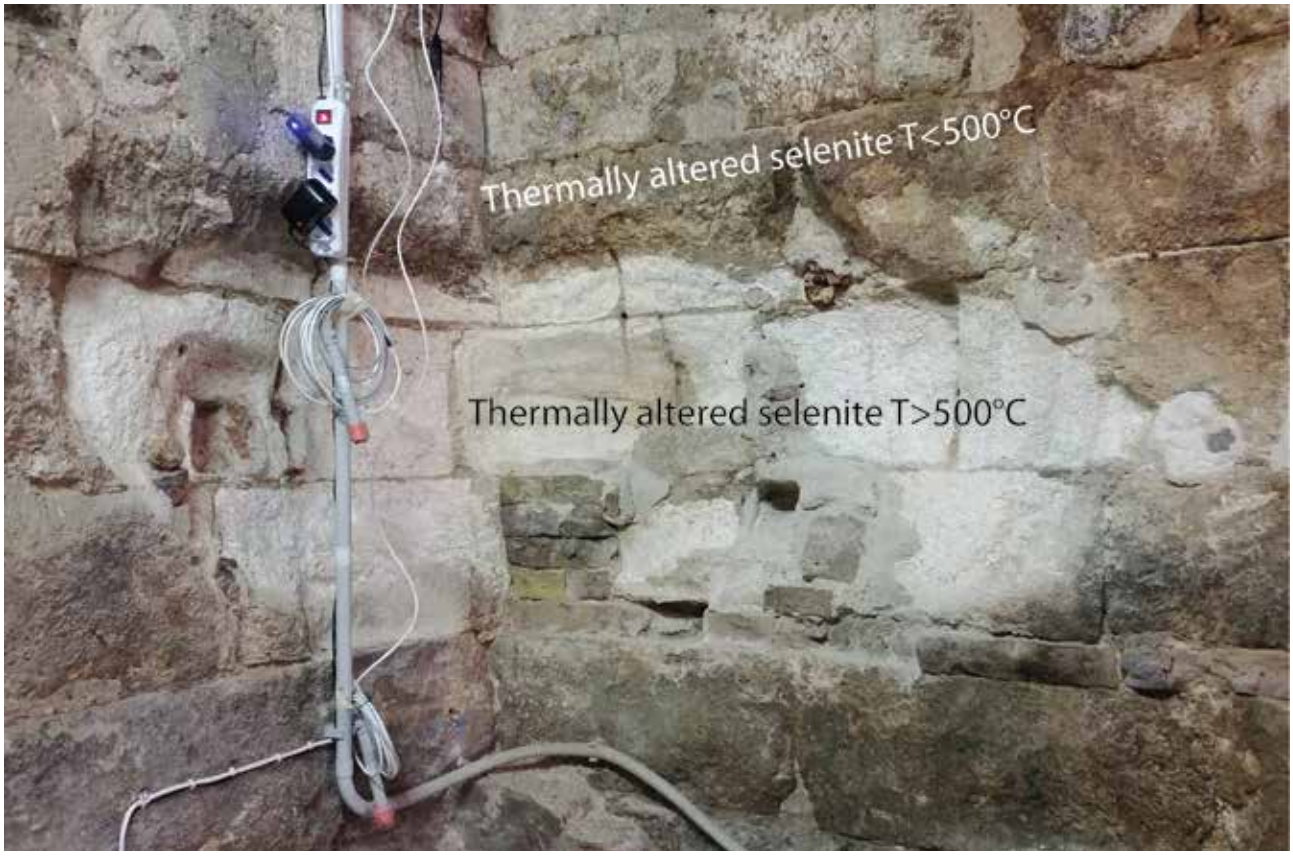


Fig. 3 – Diversi gradi di alterazione termica della selenite nell'angolo sud-occidentale della saletta d'ingresso della torre Garisenda. Notare l'arretramento della superficie nei blocchi soggetti a temperature più elevate (foto S. Lugli, da Dallavalle 2022).

gesso è una delle caratteristiche geologiche distintive per il riconoscimento di antichi incendi in siti storici (Lugli 2002). Il cambiamento di colore e la perdita di trasparenza sono dovuti alla formazione di un mosaico di microcristalli di bassanite (emiidrato, $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) e anidrite solubile ($CaSO_4 \cdot \varepsilon H_2O$). I nuovi cristalli sono instabili e si reidratano rapidamente in gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) catturando l'umidità e l'acqua capillare a formare una roccia alabastrina. Un carotaggio effettuato sulla parete settentrionale della torre ha mostrato che l'alterazione termica della selenite ha raggiunto la profondità di 15 cm dalla superficie della lastra. Nell'angolo sud-orientale della torre il processo di alterazione termica è stato molto più intenso. Qui la roccia è profondamente polverizzata alla scala dei singoli componenti microcristallini, con perdita di materiale e un arretramento della superficie originale del blocco di 20 cm (fig. 3). Il materiale disaggregato è costituito da anidrite che non è stata reidratata in gesso. Queste caratteristiche dimostrano che l'angolo sud-orientale della torre ha subito temperature superiori a 500° C, che è il punto di transizione per la formazione di anidrite insolubile. Questa forma di solfato di calcio è molto più lenta a reidratarsi in gesso rispetto all'anidrite solubile che si forma a spese del gesso a temperature inferiori. Il processo di idratazione, in questo caso, può avvenire in tempi geologici. La formazione di anidrite insolubile induce anche la più estrema riduzione di volume netto (fino al 38,6%), fenomeno che ha contribuito a scompaginare la struttura originaria della roccia.

Le vaste aree disidratate all'interno sono forse la conseguenza di uno o più incendi che hanno interessato la torre nei secoli XIV e XVII. L'alterazione più marcata e la temperatura più elevata raggiunta nel lato sud-est della torre potrebbero essere legate alla presenza di materiale infiammabile a diretto contatto con i blocchi durante l'incendio. Altra possibilità e che nell'angolo della stanza fosse stata allestita una fucina, la presenza di più fucine attive è documentata all'esterno della torre fino al XIX secolo.

I blocchi di selenite a Nonantola (Modena)

I pochi affioramenti presenti nel modenese nei dintorni di Levizzano, Puianello, Denzano e Vignola, sfruttati per produrre scagliola almeno dal XVI secolo fino a metà dell'Ottocento, sono oggi scomparsi (Lugli 1993). Sono quindi rari gli esempi di uso del gesso come pietra da taglio, ad eccezione di pochi blocchi di selenite nel campanile della chiesa di Santa Maria

Assunta di Savignano sul Panaro.
Significativa eccezione è quella della cittadina di Nonantola (Modena), dove più di un centinaio blocchi di reimpiego romano sono presenti nel paramento nella chiesa abbaziale, oltre che all'interno della torre dei Bolognesi (Lugli 1993). Un singolo blocco è presente anche nella pieve di San Michele Arcangelo.
Sia all'esterno che all'interno della chiesa abbaziale, così come per la torre Garisenda, sono presenti tracce di antichi incendi che potrebbero essere legati al terremoto del 1117, quando la chiesa fu gravemente danneggiata.

L'alabastro del sito UNESCO

La roccia triassica della Val di Secchia è un alabastro gessoso, ma non sono noti utilizzi come pietra da taglio, ad eccezione dell'uso locale in pochi edifici. Bertolani (1949) riferisce un tentativo di saggiare le caratteristiche di buona scolpibilità dell'anidrite, che risultarono ottime, paragonabile a quella della volpinite, anidrite di età triassica inferiore–media nota come bardiglio di Bergamo (Vola *et alii* 2011).
I gessi messiniani invece presentano limitati affioramenti di rocce alabastrine formate a spese della selenite al limite occidentale della Vena del Gesso (Orzara, Sassatello e Pieve di Gesso), nei bacini Giaggiolo-Cella e Sapigno, e nei gessi di San Leo (Legnagnone, Rio Strazzano), dove le temperature di seppellimento hanno determinato la trasformazione gesso-anidrite (Rossi *et alii* 2021). I pochi esempi di utilizzo sono gli elementi dello scalone del Palazzo comunale di Imola, della Rocca estense di Lugo di Romagna e alcuni elementi decorativi in edifici di Faenza (Sami 2021) e in alcune chiese di Ravenna. Alcune lastre e colonnine con visibili le tracce degli originari cristalli di selenite a coda di rondine trasformati in alabastro si trovano negli altari della chiesa di San Lorenzo a Talamello (Rimini, fig. 4).

Il gesso del sito UNESCO come legante

Le proprietà leganti del gesso dipendono dalla possibilità di disidratare il solfato di calcio biidrato in modo non permanente, il prodotto cotto può così riacquistare l'acqua perduta e ritornare alle condizioni iniziali, determinando il fenomeno della "presa". La disidratazione del gesso si ottiene per riscaldamento e le tra-



Fig. 4 – Paliotto d'altare in scagliola policroma e colonnine in alabastro. Due lastre di alabastro sono presenti di fronte al paliotto. Chiesa di San Lorenzo, Talamello (Rimini) (foto S. Lugli).

sformazioni che ne derivano inducono la formazione di diverse varietà di solfato di calcio, in funzione della temperatura e del tipo di cottura (Croce *et alii*, 1992):

$$\underset{\textit{gesso}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O} \xrightarrow{150°C} \underset{\textit{emidrato } \alpha \textit{ e } \beta}{CaSO_4 \cdot \tfrac{1}{2}H_2O} \xrightarrow{190°C} \underset{\textit{anidrite III}}{CaSO_4 \cdot \varepsilon H_2O} \xrightarrow{250\text{-}700°C} \underset{\textit{anidrite II}}{CaSO_4}$$

La cottura della pietra di gesso in fornaci produce zolle che, opportunamente frantumate, formano una polvere bianca, la scagliola, che impastata con acqua indurisce in poche decine di minuti.
Il fenomeno della "presa" dipende dal fatto che l'emidrato a contatto con acqua si trasforma in nuovi microscopici cristalli di gesso che si intrecciano fittamente a creare una massa compatta e omogenea. Impastando quindi gesso cotto con acqua si ottiene in pochi minuti una malta con cui si può cementare pietre e produrre stucchi decorativi (Turco 1990, Croce *et alii* 1992).
Considerando le temperature relativamente basse alle quali si può ottenere materiale da presa (<150°C) si può comprendere come l'uso del gesso cotto venga preceduto storicamente solo dall'uso del fango essiccato e preceda invece quello della calce che, richiedendo temperature ben più elevate per essere prodotta dai calcari (circa 900°C), necessita di tecniche di cottura relativamente più complesse.
Lo svantaggio di stucchi ed elementi decorativi realizzati in scagliola è che il materiale è relativamente fragile e all'esterno subisce la dissoluzione carsica da parte delle piogge. Un esempio è visibile nel cimitero comunale di Lugo (Ravenna), dove alcuni busti in stucco presentano le stesse tipologie di dissoluzione superficiale tipico delle rocce alabastrine in affioramento (fig. 5).



Fig. 5 – Busto in gesso di A. Melano, deceduto nel 1888, mostrante gli effetti della dissoluzione ad opera della pioggia, alla quale il manufatto è parzialmente esposto. Cimitero comunale di Lugo di Romagna (foto S. Lugli).

Il Duomo di Modena

La cattedrale medievale di Modena ha subito ingenti danni durante il terremoto del 2012 e il progetto di consolidamento ha permesso di indagare le fasi costruttive e la cronologia delle riparazioni subite in passato dalle 23 volte quattrocentesche (Tirelli *et alii* 2021). Le analisi hanno rilevato uno scenario inaspettato. Le volte erano state costruite con malte a base di calce ma sono poi state riparate più volte, o completamente ricostruite, con malta di gesso in conseguenza di danni di antichi terremoti (fig. 6).
E' stato possibile ottenere la datazione indiretta delle malte di gesso, non databili attraverso metodologie assolute, analizzandone il contenuto pollinico, per documentare la vegetazione locale al tempo della presa della malta.
L'uso del gesso per i lavori di restauro e ricostruzione in estesi elementi strutturali rappresenta un caso unico. Nell'area modenese l'uso del gesso come legante comincia solo nella seconda metà del XVII secolo, quando i famosi capolavori in scagliola carpigiana e le decorazioni in stucco tipiche dell'arte barocca cominciarono a diffondersi. Non è noto il motivo per il quale le autorità ecclesiastiche preferirono le malte di gesso rispetto a di quelle di calce (Lugli *et alii* 2024). Il gesso necessita di temperature di cottura più basse e non richiede l'uso di sabbia, le malte sono quindi più economiche rispetto a quelle di calce. Le malte in gesso sono anche più leggere e induriscono in tempi minori rispetto a quelle di calce.

Gli stucchi del Palazzo ducale di Sassuolo (Modena)

Le squadre di stuccatori al servizio dell'imponente "Fabbrica" che, a partire dal 1634 fino alla seconda metà del settecento trasformò la Rocca di Sassuolo in residenza di Delizia, utilizzarono il gesso per le decorazioni plastiche dei fastosi e monumentali interni. Esuberanti ornamentazioni in stucco con fregi, mascheroni, medaglioni incornicianti affreschi, figure di donna ed angioletti, in parte ricoperti da foglia d'o-

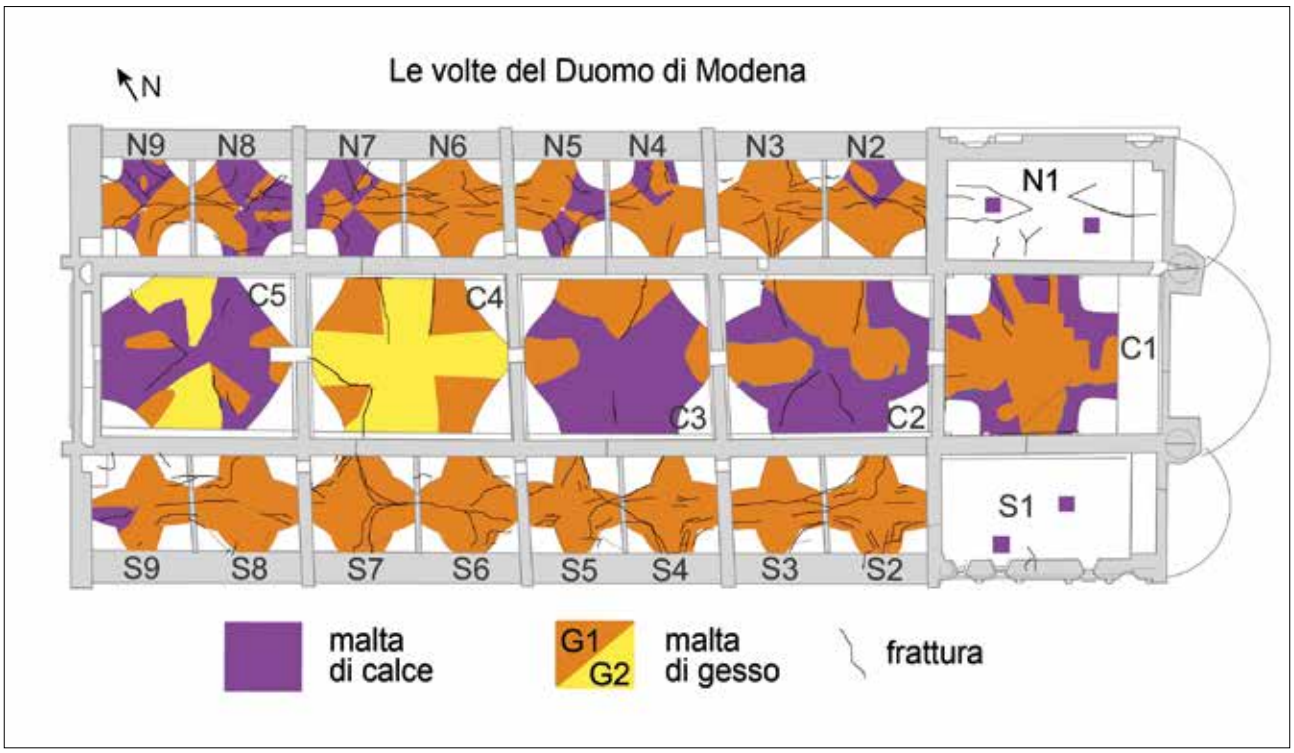


Fig. 6 - Mappa delle tipologie di malte nelle volte quattrocentesche del Duomo di Modena (da Lugli *et alii* 2024).

ro, decorano le camere del cosiddetto "Appartamento stuccato" (fig. 7).

La roccia gessosa veniva cavata nella zona collinare di Scandiano e cotta nelle numerose fornaci presenti nella zona e poi macinata direttamente nella "Fabrica di Sassuolo" ove giungeva attraverso il guado del Fiume Secchia della Veggia (Lugli 1996). Numerosi documenti attestano le pressanti richieste di quantità sempre maggiori di gesso, tanto che fu spesso necessario organizzare trasporti quotidiani da Scandiano per tenere il passo con la realizzazione delle opere. Nella metà del Settecento un terzo della produzione scandianese venne provvisoriamente dirottata a Modena per riparare i danni provocati da alcuni incendi, mentre i due terzi dovevano obbligatoriamente essere inviati a Sassuolo. Nacque ben presto il sospetto che i fornaciai approfittassero delle nuove disposizioni per mandare maggiori quantità di gesso a Modena e ottenere così più lauti guadagni. Di conseguenza, nel gennaio 1751, la direzione dei lavori richiese l'intervento del governatore di Scandiano per fare rispettare gli ordini. Egli prontamente rispose di aver fatto esporre una grida che obbligava i fornaciai a dare preventiva denuncia delle quantità cotte, che tutte dovessero essere impiegate per il servizio, e che altri invii sarebbero stati organizzati non appena le gelate e la piena del Secchia lo avrebbero permesso. Le assicurazioni non furono sufficienti, tanto che il 27 gennaio la direzione dei lavori fu costretta a rivolgersi direttamente al Duca per impedire di "ritardare questi suoi premurosi lavori", dato che "non ostante le reiterate premure fatte al Sig.re Governatore di Scandiano perchè qui faccia trasportare li due terzi gesso che di mano in mano si anderà cocendo in quella Giurisdizione per servigio di queste Ducali Fabbriche, non ostante pure l'aver molte volte pressato li due conduttori Gio. Busana e Giuseppe Franzoni perchè non lo lascino mancare, ci hanno sempre fatto sperar la stagione ma in cagion dell'indolenza di quelli, ora mai privi in modo tale che si potrà lavorare oggi, e dimani ma dopodimani bisognerà licenziare li Muratori, quando qui non giunga...". L'epilogo della vicenda non è noto, ma la situazione non dovette migliorare se il 24 maggio dello stesso anno fu compilata una "nota de Barozzi Gesso, stati arrestati a Scandiano d'ordine per che andavano altrove e mandati a Sassuolo alle Fabriche di Sua Altezza Serenissima.

La scagliola colorata di Carpi (Modena) e del Montefeltro (Rimini)

L'arte della scagliola nasce in Germania, dove raggiunge la prima prestigiosa espressione nei rivestimenti ad imitazione di pietre naturali della *Reiche Kapelle* (1607-1632), nel palazzo della *Residenz* di Monaco di Baviera. La tecnica si diffonde a Carpi con Guido Fassi, che nel 1629 prepara le colonne ad imitazioni di marmi e il paliotto dell'altare dell'Addolorata nel Duomo di Carpi. La raffinata arte dello stucco e della sca-

gliola si impone così a Carpi tra il '600 ed il '700 nella produzione di rivestimenti parietali ad imitazione di marmi, ma soprattutto dei famosi paliotti d'altare (fig. 8) e ripiani di mobili e tavoli (Garuti 1990).
Per produrre i paliotti un impasto di gesso cotto grossolano veniva colato in uno stampo di legno e su di esso veniva stesa una sottile colata di gesso di più fine opportunamente colorato con pigmenti minerali o vegetali. Una volta indurito, lo strato superficiale veniva intagliato con il disegno da riprodurre. La parte intagliata veniva poi riempita con un nuovo impasto di gesso di colore diverso e la procedura veniva ripetuta fino ad ottenere tutte le sfumature cromatiche desiderate. L'intento era quello di imitare i preziosi intarsi in pietre dure policrome in modo facile ed economico, ma di grande effetto e sorprendente realismo (Garuti 1990; fig. 8).
Per realizzare le imitazioni delle pietre ornamentali si aggiungevano pigmenti colorati all'impastato di scagliola e acqua e si preparavano panetti di diversa forma e colore, che venivano sapientemente accostati per ricreare la struttura e le venature della roccia. L'agglomerato policromo di gesso erano tagliato in fette sottili che venivano applicate sulle colonne o sui muri. La superficie era velocemente lavorata prima che l'impasto indurisse e poi lucidata per fare apparire come monoliti di pietra naturale i manufatti in muratura.
Le maestranze carpigiane erano particolarmente rinomate e le loro imitazioni in scagliola quasi indistinguibili dai marmi veri, così come attestato da Tiraboschi 1786 per l'esempio del duomo di Carpi, dove "i più fini marmi sono imitati per modo, che qualche colto Viaggiatore volle romperne un picciol pezzo per accertarsi del vero".
Da Carpi l'arte della scagliola colorata si diffuse in Toscana (Massinelli 1997), Lombardia (Valle Intelvi; Zecchini 1992, Battista 2012) e Romagna, in particolare nel Montefeltro, dove esempi della produzione locale sono ammirabili nel Museo dell'Arte Sacra di San Leo (Rimini) e nella chiesa di San Lorenzo di Talamello (Rimini, fig. 4), oltre che a Pennabilli, Novafeltria, Sant'Agata Feltria, Sassofeltrio e in molte altre località (Cellini, Marchi 1996).

Gli intonaci rosa di Sologno (Reggio Emilia)

L'Italia e la Spagna vantano la più grande tradizione storica nell'uso del gesso e condividono un altro insolito primato. Le malte e gli intonaci prodotti nelle cittadine di Sologno (Reggio Emilia; Lugli *et alii* 2018) e Albarracín (Teruel; Sanz, De Villanueva 2004) presentano caratteristiche straordinarie, non sono candidi, ma di colore rosa. Il colore è dovu-



Fig. 7 – Gli stucchi nell'"appartamento stuccato" del Palazzo ducale di Sassuolo (foto S. Lugli).



Fig. 8 – Paliotto d'altare in scagliola policroma firmato Giovan Marco Barzelli carpigiano 1683, chiesa di San Pietro, Modena (foto S. Lugli).

to agli inclusi naturali di minerali di ferro (ossidi e idrossidi di Fe) della pietra da gesso alabastrina triassica che donano agli edifici una gamma cromatica dal rosa pallido al rosa brillante. Ma l'antica pietra da gesso contiene anche spettacolari cristalli biterminati di quarzo, perfettamente geometrici, che raggiungono alcuni centimetri di lunghezza. A Sologno i quarzi sono di colore nero (Lugli 2001) mentre a Albarracín sono rossi. Gli edifici quindi, oltre a possedere caratteristiche cromatiche uniche al mondo, sono abbelliti da stupendi cristalli, incastonati come gemme preziose negli intonaci e nelle malte (fig. 9).



Fig. 9 – Intonaco rosa a Sologno (Reggio Emilia) contenente un cristallo di quarzo nero di circa un centimetro di lunghezza (foto S. Lugli).

Bibliografia

G. Battista 2012, *Catalogo sistematico dei paliotti in scagliola presenti in Valle Intelvi,* tesi di laurea in Scienze dei Beni e delle Attività Culturali, Università degli Studi dell'Insubria, Como.

C. Bellanca 2003, *Antonio Muñoz: la politica di tutela dei monumenti di Roma durante il Governatorato*, Roma.

F. Bergonzoni 1976, *Quindici secoli di selenite*, (Inarcos, 363), pp. 3-7.

M. Bertolani 1949, *Rocce e minerali dell'alta Valle dei Secchia*, (Memorie del Comitato Scientifico Centrale, CAI Modena, 1), pp. 17-72.

M.J. Bernárdez Gómez, J.C.Guisado Di Monti 2004, "*El cristal de Hispania*", (Revista Historia Natural, Madrid, 4), pp. 52-59.

F. Butti, S. Lugli 2021, *Rinvenimenti di lastrine di mica in Lombardia*, (Notizie Archeologiche Bergomensi 29), pp. 163-174.

C. Cardell-Fernández, C. Navarrete-Aguilera 2006, *Pigment and plasterwork analyses of Nasrid polychromed lacework stucco in the Alhambra (Granada, Spain)*, (Studies in Conservation, 51), pp. 161-176

J.M. Castéra 1996, *Arabesques - art décoratif au Maroc*. ACR Edition, Courbevoie (Paris).

M. Cellini, A. Marchi, 1996, *I paliotti in scagliola del Montefeltro*, Studi montefeltriani, Iconografie 2, Società di Studi Storici per il Montefeltro, San Leo, pp. 92.

S. Chlouveraki, S. Lugli 2009, *Gypsum: a jewel in Minoan Palatial architecture; S. identification and characterisation of its varieties*, in Y.Maniatis (ed.), *ASMOSIA VII, Proceedings of the 7th International Conference of Association for the Study of Marble and Other Stones used in Antiquity*, Thassos, Greece 15–20 September 2003, "Bulletin de correspondance hellénique. Supplément" 51, pp. 657-668.

S. Chlouveraki 2019, Exploitation and use of gypsum in Minoan Architecture in *GeoArcheoGypsum2019, Geologia e archeologia del gesso: dal lapis specularis alla scagliola*, D. Gulli S. Lugli, R. Ruggieri, R. Ferlisi (a cura di). Palermo, Regione siciliana, pp. 109-126.

S. Croce, P. Boltri, Lucchini A. 1992, Progettare con il gesso. BE-MA editrice, Milano.

R. Curina 1997, *Le mura di selenite di Bologna: una nuova testimonianza archeologica*, (Archeologia dell'Emilia-Romagna II), pp. 77-84.

G. Dallavalle, A. Di Tommaso, G. Gottardi, T. Trombetti, R. Lancellotta, S. Lugli 2022, *The Garisenda Tower in Bologna: effects of degradation of selenite basement on its static behavior*, in *Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites III*, R. Lancellotta, C. Viggiani, A. Flora, F. de Silva, L. Mele (eds), pp. 1088-1100.

M. Del Monte 2005, *L'epoca d'oro della selenite a Bologna*, (Il Geologo dell'Emilia-Romagna) 20, 5-24.

N.H. Gale, H.C. Einfalt, H.W. Hubberten, R.E. Jones 1988, *The Sources of Mycenaean Gypsum*, (Journal of Archaeological Science, 15), pp. 57-72.

G. Gandolfi, A. Losi 2018 *Il Buco del Cornale. Una cavità con inedite trace di frequentazione medievale*, in: P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di) "*...nel sotterraneo Mondo", La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia,* Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia Romagna*,* Atti del Convegno, Brisighella (RA), 6-7 ottobre 2017, pp. 195-204.

A. Garuti 1990, *La scagliola, arte dell'artificio e della meraviglia*, in: "*La scagliola carpigiana e l'illusione barocca*", D. Colli, A. Garuti, R. Pelloni (a cura di), Artioli Editore, Modena, pp. 61-105.

G. Gozzadini 1875, *Torri gentilizie di Bologna e delle famiglie alle quali prima appartennero*. N. Zanichelli Editore, Bologna, pp. 772.

C. Guarnieri 2022, *La cava di gesso di età romana per materiale da costruzione rinvenuta a Tossignano* in: *I gessi di Tossignano, studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del gesso romagnola*, P. Lucci e S. Piastra (a cura di), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, 40, pp. 379-382.

C. Guarnieri, S. D'Amato 2019, *Il sito archeologico di Ca' Castellina, un importante documento della frequentazione antropica tra età romana ed età moderna: la cava di gesso e l'edificio*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra, *I gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, 34), pp. 511-527.

W. D. Kingery, P. B. Vandiver, M. Prickett 1988, *The Beginnings of Pyrotechnology, Part II: Production and Use of Lime and Gypsum Plaster in the Pre-Pottery Neolithic near East*, (Journal of Field Archaeology, 15), pp. 219-244.

S. Lugli 1995, *Blocchi di roccia gessosa nella chiesa abbaziale di S. Silvestro a Nonantola (Modena): caratteristiche geologico-petrografiche ed ipotesi di provenienza*, (Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 124), pp. 137-160.

S. Lugli 1996, *Considerazioni sui materiali da costruzione impiegati nella edificazione del Palazzo Ducale di Sassuolo*, in: "*Sassuolo e la sua storia, nuovi contributi alla conoscenza della storia artistica e industriale sassolese*" (QB - Quaderni della Biblioteca 2), Sassuolo, pp. 203-210

S. Lugli 2001, *Timing of post-depositional events in the Burano Formation of the Secchia Valley (Upper Triassic, northern Apennines), clues from gypsum-anhydrite transitions and carbonate metasomatism*, (Sedimentary Geology, 140), pp. 107-122.

S. Lugli 2016, *Il Lapis specularis*, in *Il Lapis specularis a Pompei ed Ercolano* C. Guarnieri, S. Lugli, D. Gullì, V. Ingravallo, M.S. Pisapia, (Rivista di Studi Pompeiani, 26-27, 2015-2016), «L'erma» di Bretschneider, pp. 142-145.

S. Lugli 2019a, *I grandi cristalli di gesso di Monte Mauro, quasi un primato mondiale*, in *I gessi di Monte Mauro*, M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), (Memorie dell'Istituto italiano di Speleologia, s. 2, 34), pp. 45-48.

S. Lugli 2019b, *Il gesso in natura e nell'arte*, in *GeoArcheoGypsum2019, Geologia e archeologia del gesso:*

dal lapis specularis alla scagliola, D. Gulli S. Lugli, R. Ruggieri, R. Ferlisi (a cura di). Palermo, Regione siciliana, pp. 7-31.

S. Lugli, A. Corsini, C. A. Papazzoni, C. Tonelli, A. Curotti, E. Casolari 2018, *Pietra di Bismantova - gessi Triassici, Geoguida - Carta Geologica – Escursionistica*. Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, Regione Emilia-Romagna.

S. Lugli, M. Diaz-Molina, M. I. Benito Moreno, R. Ruggieri, V. Manzi 2015, *Giacitura e origine dei cristalli gessosi di lapis specularis nell'area mediterranea*, in C. Guarnieri (a cura di) *Il vetro di pietra. Il lapis specularis nel mondo romano dall'estrazione all'uso*, Faenza, pp. 205-210.

S. Lugli, V. Manzi, M. Roveri, B. C. Schreiber 2010, *The Primary Lower Gypsum in the Mediterranean: A new facies interpretation for the first stage of the Messinian salinity crisis*, "Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology" 297, pp. 83-99.

S. Lugli, M. Reghizzi, M. Ercolani, P. Lucci, B. Sansavini 2019, *Il lapis specularis a Monte Mauro: la più grande concentrazione di cave romane fuori della Spagna*, in: *I gessi di Monte Mauro*, M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) (Memorie dell'Istituto italiano di Speleologia, s. 2, 34), pp. 583-595.

S. Lugli, M. Reghizzi, S. Pannuzi 2020, *Provenance of the transparent gypsum crystals (*lapis specularis*) and gypsum mortars in the windows from the churches of Rome: S. Sabina sull'Aventino and S. Giorgio al Velabro*, (Hortus Artium Medievalium, 26), pp. 579-582.

S. Lugli, G. Testa 1993, *The origin of the gypsum alabaster spheroids in the Messinian evaporites from Castellina Marittima (Pisa, Italy): preliminary observations*, (Giornale di Geologia, ser. 3°, 55/1), pp. 51-68.

S. Lugli, G. Tirelli, G. Bosi, P. Torri, M. Mazzanti 2024, *Danni e restauri di antichi terremoti, il caso studio del Duomo di Modena*, in *EMILIA 2012, Riflessioni critiche sui luoghi e sui temi del sisma*, P. Campagnoli (a cura di), Edizioni Quasar, Comune di Mirandola, pp. 189-195.

A. Maggiani, G. Testa, S. Lugli 1999 *Caratterizzazione geologico-petrografica dell'alabastro gessoso delle urne cinerarie etrusche come strumento di studio sulla loro provenienza*, (Rivista di Archeologia, XXI), pp. 136-144.

A. M. Massinelli 1997, *Scagliola, l'arte della pietra di luna*, Editalia, Edizioni d'Italia, Roma, 280.

T. C. Mitchell, A. P. Middleton 2002, *The Stones Used in the Assyrian Sculptures*, (Journal of Cuneiform Studies, 54), pp. 93-98.

F. P. Rossi, A. Schito, V. Manzi, M. Roveri, S. Corrado, S. Lugli, M. Reghizzi 2021, *Paleo-thermal constraints on the origin of native diagenetic sulfur in the Messinian evaporites: The Northern Apennines foreland basin case study (Italy)*, (Basin Research), pp. 1-17.

M. Sami 2021, *Piano 2, i gessi di Monte Penzola, in Il Museo geologico diffuso del Parco della Vena del Gesso Romagnola*, Ente di gestione per i parchi e la biodiversità-Romagna, p. 52, Monti Editore, Cesena.

T. Santagata, S. Fabbri, V. Chiarini, J. De Waele 2019, *Rilievi tridimensionali e osservazioni geomorfologiche nell'antica cava di Ca' Castellina (gessi Di Monte Mauro)*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra, *I gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, 34), pp. 529-538

D. Sanz, L. De Villanueva 2004, *Albarracín y el yeso rojo*. (Informes de la Construcción, 56, nº 493), pp. 47-52.

G. Tiraboschi 1786, *Biblioteca Modenese o Notizie della vita e delle opere degli Scrittori natii degli Stati del Serenissimo Signor Duca di Modena*, tomo 6, parte 2.

G. Tirelli, G. Bosi, A. Galli, I. Hajdas, A. Lindroos, M. Martini, F. Maspero, M. Mazzanti, J. Olsen, L. Panzeri, Å. Ringbom, E. Sibilia, E. Silvestri, P. Torri, S. Lugli 2021, *A chronology of ancient earthquake damage in the Modena cathedral (Italy): integrated dating of mortars (^{14}C, OSL, pollen record) and bricks (TL)*, (International Journal of Architectural Heritage), pp. 1-18.

T. Turco 1990, *Il gesso, lavorazione, trasformazione, impieghi*, Ulrico Hoepli Editore, Milano, seconda edizione.

L. Varani 1974, *Evoluzione dei rapporti uomo-ambiente nei Gessi bolognesi e romagnoli*, (Bollettino della Società Geografica Italiana, ser. X, 111), pp. 325-347.

G. Vola, L. Alciati, E. Di Majo, L. Fiora 2011 *Caratterizzazione geo–petrografica e lito–applicativa della Volpinite (Bardiglio di Bergamo) della Bassa Valle Camonica*, in *Rocce e minerali industriali*, A. Giuliani (a cura di), pp. 225–231.

A. Zecchini 1992, *Arte della scagliola sul Lario, L'intarsio e il finto marmo raccontato dagli ultimi artigiani della Valle Intelvi*, Edlin Editore, Milano.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

La storia degli studi nei gessi emiliano-romagnoli (XV-XIX secolo). Un primato mondiale

Stefano Piastra[1]

Riassunto
L'articolo analizza, in una prospettiva diacronica, la storia degli studi nei gessi dell'Emilia-Romagna tra la fine del XV secolo e il XIX secolo. Ne emerge un quadro complesso e interdisciplinare, al cui interno spiccano i nomi di alcune personalità di grande rilievo nella storia della scienza (Georg Agricola, Ulisse Aldrovandi, Luigi Ferdinando Marsili, Antonio Vallisneri, Lazzaro Spallanzani), sullo sfondo del ruolo, diretto o indiretto, detenuto in questo contesto dall'Università di Bologna, tra le massime istituzioni accademiche europee sino all'Ottocento. Le ricerche più antiche si datano al tardo Quattrocento, facendo dei gessi emiliano-romagnoli i primi affioramenti evaporitici al mondo ad essere stati studiati; analisi e pubblicazioni si sono poi succedute senza soluzione di continuità sino ad oggi.

Parole chiave: Gessi dell'Emilia-Romagna, storia degli studi, storia della scienza, storia dell'archeologia, storia della museologia, rappresentazioni cartografiche storiche del carsismo nei gessi, fotografia storica e gessi.

Abstract
The article analyses, in a diachronic perspective, the history of the studies of Gypsum karst areas in Emilia-Romagna Region (Northern Italy), from its beginnings in the late 15th century to the 19th century. What emerges is a complex and interdisciplinary framework, in which some of the most important figures in the history of science (Georgius Agricola, Ulisse Aldrovandi, Luigi Ferdinando Marsili, Antonio Vallisneri, Lazzaro Spallanzani) stand out against the backdrop of the direct or indirect role played in this context by the University of Bologna, which was one of Europe's leading academic institutions until the 19th century. The first investigations date back to the late 15th century, so Gypsum zones of the Emilia-Romagna were the first evaporitic outcrops studied in the world; analyses and publications have followed one another without interruption until today.

Keywords: *Gypsum Areas of Emilia-Romagna Region, History of Studies, History of Science, History of Archaeology, History of Museums, Historical Cartography and Gypsum Karst, Historical Photography and Gypsum Outcrops.*

Essendo i fenomeni carsici nei gessi meno eclatanti, circa imponenza e numerosità, rispetto a quelli omologhi nei calcari, gli affioramenti evaporitici hanno storicamente suscitato, a qualsiasi latitudine, un minor livello di curiosità e interesse scientifici.
La regione in cui per prima, a scala planetaria, si è registrata una marcata attenzione del mondo della ricerca verso i gessi va individuata nell'Emilia-Romagna: la fortuita combinazione di alcuni fattori, come la presenza qui dell'Università più antica al mondo, l'Alma Mater Studiorum di Bologna, la vicinanza spaziale dei Gessi Bolognesi rispetto a tale istituzione culturale, la precoce attività estrattiva che, con il suo avanzamento, creava sezioni geologiche e intercettava grotte, la rarità delle evaporiti nel resto dell'Appennino settentrionale, fece sì che a partire dal tardo XV secolo, agli albori della scienza moderna, accademici o studiosi indipendenti iniziarono ad occuparsene.
Si tratta di un primato ragguardevole, sulla cui base i gessi emiliano-romagnoli possono vantare una tradizione di studi pregressi di oltre cinque secoli, la quale si salda senza soluzione di continuità rispetto alla ricerca odierna portata avanti dalle realtà universitarie e speleologiche regionali.
Di seguito si affronterà un'analisi complessiva, in ordine cronologico, degli autori che hanno trattato dei gessi dell'Emilia-Romagna, dagli esordi a tutto il XIX secolo (mentre per il XX secolo si rimanda al capitolo sulla storia della speleologia, nel presente volume): si tratta di personalità talvolta di statura europea (Georg

[1] Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, Via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) – stefano.piastra@unibo.it

Agricola, Ulisse Aldrovandi, Luigi Ferdinando Marsili, Antonio Vallisneri, Lazzaro Spallanzani), talaltra minori o minimi e in gran parte dimenticati, di varia estrazione disciplinare (dalle scienze naturali alla medicina, all'archeologia).
Questa parabola di lungo periodo vedrà infine affermarsi appieno, con l'Ottocento, la geologia e la paletnologia contemporanee, che proprio nelle evaporiti emiliano-romagnole trovarono siti in cui sperimentare metodi tuttora utilizzati o emergenze sulla cui base formulare ipotesi nel solco del metodo sperimentale e scientifico.

1. Michele Savonarola, Andrea Bacci e la questione delle acque di Bologna

Il medico Michele Savonarola (1384-1468), professore alle Università di Padova e Ferrara, nonno di Girolamo, fu autore prolifico di trattati di medicina. Nel suo libro in latino *De balneis et thermis naturalibus omnibus Italiae*, edito postumo nel 1485 e dedicato alle acque minerali e termali nel più ampio contesto della grande attenzione riservata, a quel tempo, alla qualità idrica e all'idroterapia, un paragrafo, intitolato *De Gipso*, fa indirettamente riferimento ai Gessi Bolognesi (Savonarola 1485, p. 134; si riporta qui il testo originale, con numerose abbreviazioni e semplificazioni ortografiche, punteggiatura talvolta incoerente, forme spesso grammaticalmente scorrette rispetto al latino classico):

> Et gypsum aggrediẽs: dicamus, gypsum terra est quedã glutinosa: à qui busdã speculum dicta: q. p. p. sui malitiam ut post: non nisi ad extra ministratur. Natura. Frigidũ est & siccum: & minerale longe frigidius: infrigidat & exsiccat, quàm quod combustũ fuit, quo utũt ad fabricandũ domos Bononiẽses: ceteriq. tales, quibus magna ẽ apud eos copia (…). Venena. Est ex suma venenosu prefocantiu. unde Dioscorides. quãdo bibitur occidit pfocado. Et tu quoque cõfidera bonitatẽ & malitiã aquarum putealiu bononie: quoniã omẽs gypsee sũt. Et quàm facile foret malivole anime uxoris cõiugem interficere: cum semp sibi paratum sit venenum. Quibus inducãtur iuvamẽta & nocumẽta balnearũ que sic gipso pticipãt.

Il brano di Savonarola descrive l'uso tradizionale del gesso cotto nell'edilizia di Bologna, già al tempo della stesura del *De balneis et thermis* (da collocarsi forse attorno alla metà del XV secolo) estratto negli affioramenti evaporitici di Monte Donato, i più prossimi alla città.
Da medico, l'autore si pone il problema della qualità delle acque dei pozzi urbani, le quali, a suo parere, «omẽs gypsee sũt», ossia acque con alta percentuale di solfati disciolti. Una simile affermazione merita una discussione critica: trattandosi di un testo tardo-medievale, precocissimo, peraltro approdato alla stampa postumo dopo una sua tradizione manoscritta (e quindi non sappiamo quanto realmente fedele a quella originariamente elaborata dal Nostro), è lecito chiedersi se Savonarola fosse consapevole di come Bologna sorga su argille, e non sul gesso che affiora nella fascia pedeappenninica, e del fatto che comunque i pozzi urbani non intercettassero nessun substrato selenitico; ancora, forse l'autore potrebbe avere equiparato l'acqua dei pozzi all'acqua trasportata in città tramite condotti, magari originaria anche di zone evaporitiche poco più a monte; da ultimo, visto che nel Quattrocento la chimica era in uno stato embrionale, c'è da domandarsi se tali acque da pozzo fossero davvero solfatiche, e non piuttosto calcaree.
In ogni caso, Savonarola dà un giudizio ipernegativo delle acque di Bologna da lui dichiarate come gessose, tratteggiandole di fatto come altamente nocive («venenum»).
Ammesso e non concesso che si trattasse realmente di acque gessose, e sebbene quella dello studioso fosse una valutazione esagerata, figlia di una medicina ancora medievale, anche le ricerche attuali sottolineano la non potabilità delle acque nei gessi dell'Emilia-Romagna (Bergianti *et alii* 2013).
Il problema rilevato per primo da Savonarola fu evidentemente una criticità di lunghissimo periodo per Bologna, se ancora nel 1864 Gaetano Sgarzi proponeva un metodo di correzione della percentuale di solfati disciolti nelle acque della città felsinea (Sgarzi 1864).
Il tema delle acque, della qualità idrica e dell'idroterapia proseguì ad avere una accentuata centralità anche nel XVI secolo.
Andrea Bacci (1524-1600), anch'egli medico, pubblicò un trattato *De thermis* (1571), in cui, rivisitando la trattazione savonaroliana, analizzò le proprietà delle acque minerali e termali.
Nel volume il medico di origine marchigiana afferma (Bacci 1571, p. 317):

> Limpidię, nodorae [sic], frigidę: caeterùm saporis aciduli, & quae per ebullitionẽ cinerem deponunt non paucum, albissimum, gypsi, vel calcis instar. Quare eas in potibus omnino prohibui. Bononiae puteos gypseo solo tradunt inutiles, ac bibentibus urinarum gignere difficultates.

Anche in Bacci ritorna quindi il carattere gessoso delle acque di Bologna, ma, a circa un secolo di distanza da Savonarola, esso è ora correttamente inquadrato nel senso di cattiva qualità idrica, e non di nocività mortale.

2. Georg Agricola

Il tedesco Georg (o Georgius) Agricola (1494-1555), latinizzazione in chiave semantica del suo nome reale, Georg Pawer (o Bauer), rappresenta uno dei fondatori della mineralogia e dell'ingegneria mineraria.

La sua opera più conosciuta, il *De Re Metallica* in latino, venne edita in I edizione, postuma, nel 1556 (ma la sua redazione era però già stata probabilmente completata attorno al 1550): tale lavoro è focalizzato sulla trasformazione di metalli, semimetalli e non metalli, mentre sono qui praticamente assenti riferimenti topografici ai giacimenti di origine.

Diverso è il quadro di altre opere, meno note, pubblicate dall'autore mentre era in vita, in cui troviamo menzione dei siti di estrazione.

Il *Bermannus*, terminato probabilmente nel 1528 ed edito nel 1530, fu la prima opera a stampa del Nostro, organizzata sotto forma dialogica tra vari personaggi: Bermannus appunto, tecnico minerario, ispirato a Lorentz Wermann (o Bermann), realmente esistito, amico di Agricola e il cui "nome parlante" in tedesco ("minatore") fu alla base dell'ispirazione; Nicolaus Ancon (forse un personaggio inventato); Johannes Naevius, ispirato a Johann Naeve, anch'egli persona reale, medico (Macini, Mesini 2008, p. 10).

Nel *Bermannus*, in relazione al gesso e al *lapis specularis*, ossia quello che oggi definiamo gesso secondario, sono elencati i luoghi di coltivazione più noti. Tra questi:

> Sunt & in Bononiensi Italiae parte breves, maculosi, complexu silicis alligati, quorũ tamen appareat natura similis eis, qui in Hispania puteis effodiuntur profundissima altitudine (Agricola 1530; in questa sede citiamo da un'edizione complessiva più tarda delle opere minori di Agricola, Agricola 1546, p. 457, di cui si dirà sotto).

Si data al 1546 il *De natura fossilium*, dedicato non tanto ai fossili in senso paleontologico attuale, bensì alle risorse minerali. Anche qui troviamo che il gesso e il *lapis specularis* si rinvengono

> (…) in Italia Bononiae: ubi murorum pars ex eo fuit, & reperitur in fundamentis ad huc creber (Agricola 1546, p. 257).

Secondo la nostra interpretazione Agricola rimarca qui l'utilizzo del gesso nell'edilizia storica bolognese in relazione a muri e basamenti (si pensi ai basamenti delle torri medievali); ci appare invece una forzatura la lettura fornita dalla prima traduzione italiana, poco più tarda (1550), del *De natura fossilium*, intitolata *De la natura de le cose fossili*, dove l'originario accenno a muri in blocchi di gesso e con gesso cotto come legante («murorum pars ex eo [gypso]») diventa un riferimento a una «Muraglia» urbana, ossia le mura di selenite di Bologna databili ad età romana avanzata, quando il termine latino per «mura» è piuttosto «moenia», e non «murus» (Agricola 1550, p. 256v):

> Se ne ritrova in Italia, in Bologna, dove una parte de la Muraglia fu fatta di questa pietra; & in fino ad hoggi vi si ritrova assai spesso e copiosa ne' fundamenti.

In relazione a entrambi i riferimenti sopraccitati ha sicuramente giocato un ruolo importante il soggiorno di studio da parte di Agricola a Bologna presso l'Alma Mater almeno nell'anno 1523 (Bocchini Varani 1994, pp. 152-153), città dove peraltro il Nostro incontrò il sopramenzionato Johann Naeve, allora studente di medicina nell'Ateneo bolognese (Macini, Mesini 2008, p. 10), e il connazionale Andreas von Könneritz, figlio del soprintendente alle miniere di Joachimsthal, il quale poi lo introdusse presso Erasmo da Rotterdam.

In sintesi, è possibile che i due brevi passi derivino ora da osservazioni autoptiche (i basamenti in gesso degli edifici medievali), ora da notizie di seconda mano raccolte *in loco*, o ancora da sopralluoghi diretti dell'autore presso i Gessi Bolognesi e in particolare presso gli affioramenti di Monte Donato, geograficamente prossimi all'area urbana felsinea e su cui, come vedremo, si concentrò la maggior parte degli studiosi dei secoli seguenti.

Del resto, le analoghe citazioni da parte dell'intellettuale tedesco delle miniere di zolfo cesenati sono state anch'esse messe in relazione col suo soggiorno bolognese del 1523 (Piastra 2016a, p. 553).

In ogni caso, ci troviamo di fronte (*Bermannus*, 1530) a quella che sembra la più precoce menzione dei gessi emiliano-romagnoli entro la trattatistica geologico-mineralogica, peraltro da parte di un autore straniero.

3. Ulisse Aldrovandi

Ulisse Aldrovandi (1522-1605) è stato un intellettuale di primissimo piano nel panorama europeo. Naturalista a tutto tondo, i suoi studi spaziarono dalla botanica, alla zoologia, alla geologia: quest'ultima denominazione disciplinare fu anzi introdotta dal Nostro nella letteratura scientifica nel 1603 (Vai 2003a; Vai, Cavazza 2006).

Bibliofilo e collezionista, il suo museo personale, costituito da migliaia di campioni botanici, zoologici, ma anche manufatti, fu donato, alla sua morte, alla municipalità bolognese in funzione di una sua fruizione pubblica: a partire dal 1617 il museo aldrovandiano ricevette quindi collocazione in sei stanze del Palazzo Pubblico di Bologna ove rimase fino al 1742,

quando ne venne disposto il trasferimento nei locali dell'Istituto delle Scienze di Palazzo Poggi.
Nella vastità dei suoi interessi Aldrovandi si occupò anche di gessi: ne trattano alcuni passi di una sua opera manoscritta, il *Pandechion Epistemonicon* (Vai 2003a, p. 91, fig. 2.26); lo ribadiscono numerose note manoscritte a margine che l'autore appose sulla propria copia personale di un volume del 1546 che raccoglieva alcune opere minori (*De ortu & causis subterraneorum*; *De natura eorum quae effluunt ex terra*; *De natura fossilium*; *De veteribus & novis metallis*; *Bermannus*) di Georg Agricola, in massima parte edite nel decennio precedente.
Tale libro (Agricola 1546), già aldrovandiano, è tuttora conservato presso la Biblioteca Universitaria di Bologna (Inv. A 5977; Coll. A.4. H.1. 37) (Piastra 2016a, pp. 553-554).
Qui, entro il *Bermannus* (p. 456), Aldrovandi appunta a bordo pagina il termine *lapis specularis* (fig. 1A), ossia il gesso secondario già citato da Plinio e oggetto di utilizzo in età romana al posto del vetro (si veda il capitolo specifico in questo volume). Stranamente, nel suo libro l'autore bolognese non appunta nulla a margine, e nemmeno sottolinea, l'esplicito riferimento di Agricola ai Gessi Bolognesi (p. 457), già discusso sopra.
È poi la volta del *De ortu & causis subterraneorum*, dove, a p. 51 della propria copia, Aldrovandi sintetizza a margine, in latino, una teoria esposta da Agricola circa un'origine del gesso a partire dai calcari (fig. 1B):

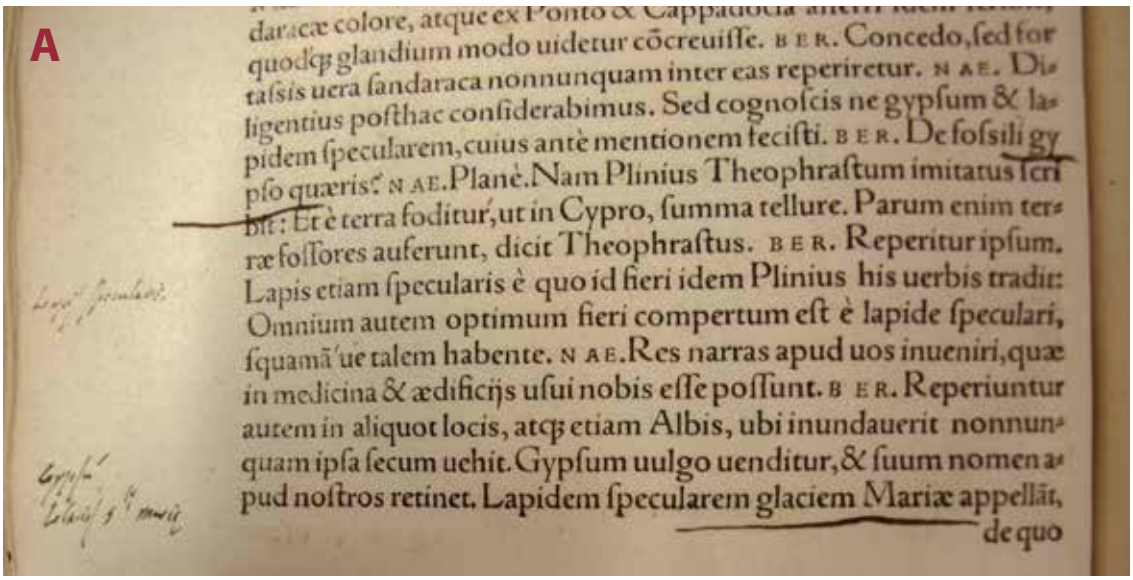
> Gypsú oritur ex eodé saxo calcario ex melitites, galactites. Lapis specularis & gypsi ex saxo calcario & aqua nascitur.

Infine, Aldrovandi annota le parole «Gypsi vena» (fig. 1C) a margine di un passo del *De natura fossilium* (p. 255):

> Idem saxum calcariū parens est gypsi, quod in montibus Misenae, qui sunt ad Salam, licet conspicere: ubi venae gypsi per saxa calcaria vagatur, eius natura cum singularis sit, tamen proprius ad lapidem quae terram accedit, ut Theophrastus recte sentit, nascitur multis in locis, quorum celeberrimos tantum comemorabimus: (…).

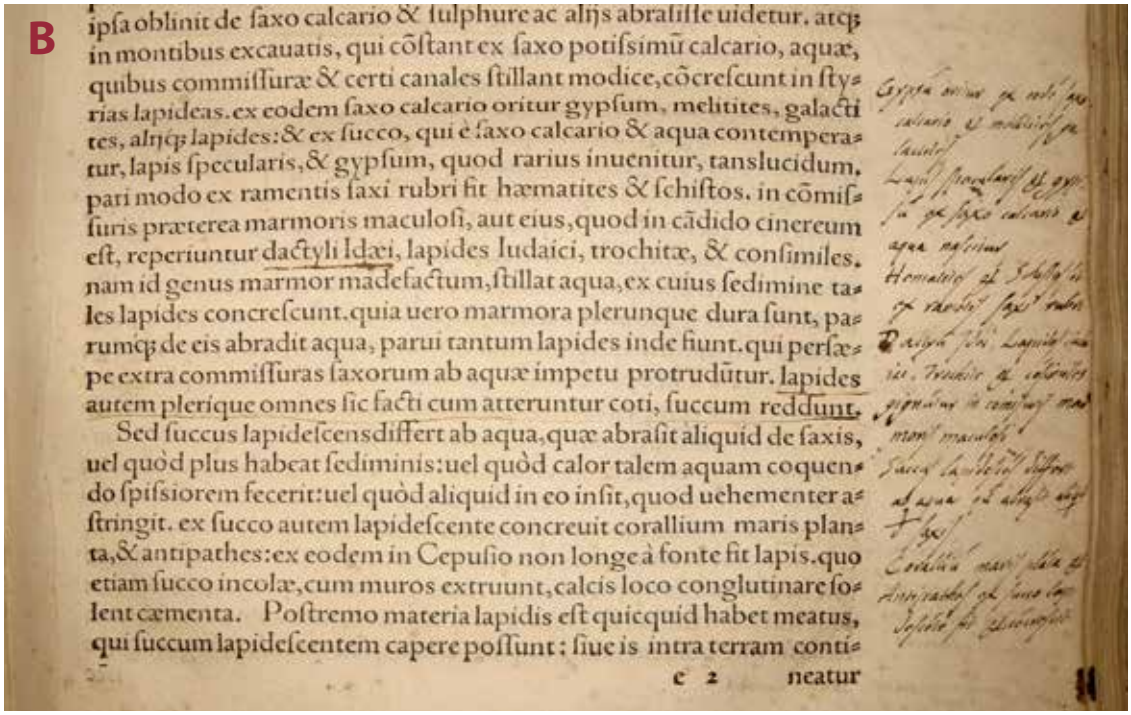
Come vedremo sotto, la formulazione «venae gypsi» di Agricola, appuntata a margine come «Gypsi vena» da Aldrovandi, fu utilizzata in seguito dal Nostro nel suo *Musaeum Metallicum*, e non appare improbabile che un tale uso abbia avuto un qualche ruolo nella istituzionalizzazione dell'odierno toponimo di "Vena del Gesso" circa le evaporiti romagnole.
Una delle opere più importanti dello studioso bolognese fu il *Musaeum Metallicum* (1648), in latino, pubblicato postumo grazie all'opera del suo allievo Bartolomeo Ambrosino. La stesura di tale lavoro risaliva all'ultimo decennio circa di vita dell'autore (ultima decade del XVI secolo); il titolo fu però scelto da Ambrosino, mentre nelle intenzioni di Aldrovandi il volume avrebbe dovuto intitolarsi *De Fossilibus* (Marabini *et alii* 2003), probabile riferimento al *De natura fossilium* di Agricola (Piastra 2016a, p. 554), tra le sue massime fonti.
Nel *Musaeum Metallicum*, entro il libro IV, possediamo 2 capitoli (XXXII-XXXIII) che qui interessano, intitolati rispettivamente *De Gypso* e *De selenite* (ma il titolo originario di quest'ultimo capitolo avrebbe dovuto essere secondo Aldrovandi *De lapidi speculari*, poi cambiato dall'Ambrosino: Marabini *et alii* 2003, p. 115).
L'autore mantiene separata la trattazione di quello che oggi chiamiamo gesso primario rispetto al gesso secondario, ritenendo il secondo, sulla scia di Agricola nel *De ortu & causis subterraneorum* (si veda sopra) e in verità in modo abbastanza contraddittorio, un prodotto di trasformazione a partire da calcari e in presenza di acqua: non è quindi chiaro se Aldrovandi fosse pienamente consapevole del fatto che si trattasse del medesimo minerale (Marabini, Vai 2003, pp. 190-191).
Nel *Musaeum Metallicum* lo scienziato ricorda dapprima, rifacendosi anch'egli a Plinio, la presenza di *lapis specularis* entro i Gessi Bolognesi (Aldrovandi 1648, p. 673):

Fig. 1 (nella pagina a fianco) – Biblioteca Universitaria di Bologna, G. Agricola, *De ortu & causis subterraneorum lib. 5; De natura eorum quae effluunt ex terra lib. 4; De natura fossilium lib. 20; De veteribus & novis metallis lib. 2; Bermannus, sive De re metallica dialogus. Interpretatio Germanica vocum rei metallicae, addito indice foecundissimo*, Basileae, per Hieronimymum Frobenium et Nic. Episcopium, 1546 (Inv. A 5977; Coll. A.4. H.1. 37). Volume che raccoglie alcune opere minori di Agricola edite nel decennio precedente, già di proprietà di Ulisse Aldrovandi, con sue note manoscritte a margine. A) *Bermannus* (p. 456): Aldrovandi appunta a bordo pagina il termine *lapis specularis*; B) *De ortu & causis subterraneorum* (p. 51): Aldrovandi sintetizza a margine, in latino, una teoria esposta da Agricola circa un'origine del gesso a partire dai calcari: «Gypsú oritur ex eodé saxo calcario ex melitites, galactites. Lapis specularis & gypsi ex saxo calcario & aqua nascitur»; C) *De natura fossilium* (p. 255): Aldrovandi annota a margine le parole «Gypsi vena», rielaborate a partire dal testo di Agricola, che poi utilizzerà anche nel suo *Musaeum Metallicum* (1648, p. 674).



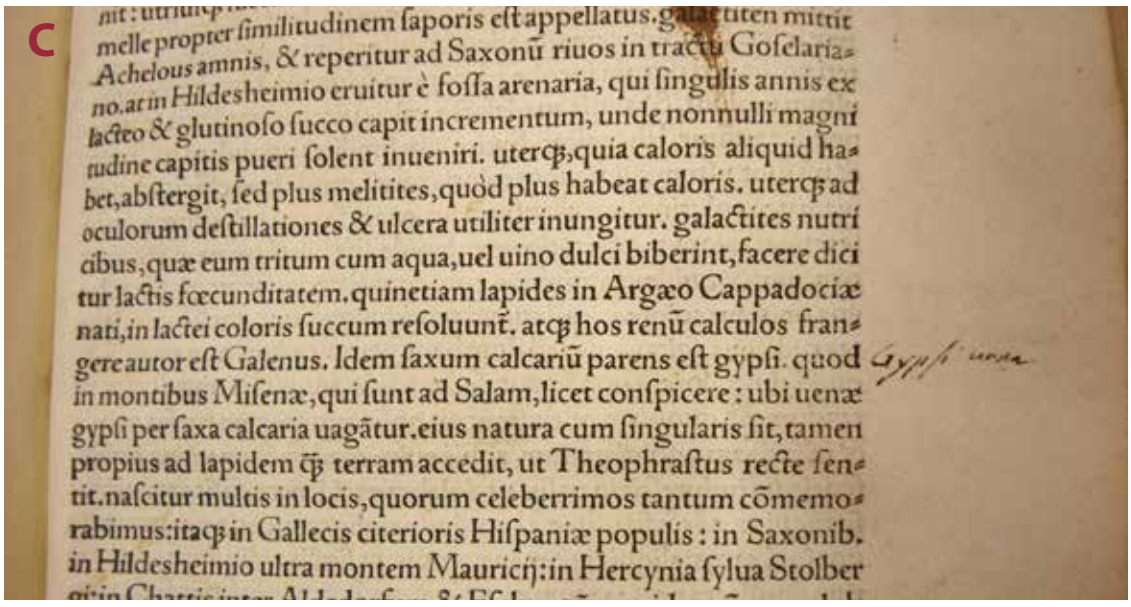
A

daracæ colore, atque ex Ponto & Cappadocia [illegible]
quodq; glandium modo uidetur cõcreuisse. BER. Concedo, sed for
tassis uera sandaraca nonnunquam inter eas reperiretur. NAE. Di
ligentius posthac considerabimus. Sed cognoscis ne gypsum & la
pidem specularem, cuius antè mentionem feciſti. BER. De fossili gy
pso quæris? NAE. Planè. Nam Plinius Theophrastum imitatus scri
bit: Et è terra foditur, ut in Cypro, summa tellure. Parum enim ter
ræ fossores auferunt, dicit Theophrastus. BER. Reperitur ipsum.
Lapis etiam specularis è quo id fieri idem Plinius his uerbis tradit:
Omnium autem optimum fieri compertum est è lapide speculari,
squamãue talem habente. NAE. Res narras apud uos inueniri, quæ
in medicina & ædificijs usui nobis esse possunt. BER. Reperiuntur
autem in aliquot locis, atq; etiam Albis, ubi inundauerit nonnun
quam ipsa secum uehit. Gypsum uulgo uenditur, & suum nomen a
pud nostros retinet. Lapidem specularem glaciem Mariæ appellãt,
de quo



B

ipsa oblinit de saxo calcario & sulphure ac alijs abrasisse uidetur. atq;
in montibus excauatis, qui cõstant ex saxo potissimũ calcario, aquæ,
quibus commissuræ & certi canales stillant modice, cõcrescunt in sty
rias lapideas. ex eodem saxo calcario oritur gypsum, melitites, galacti
tes, alijq; lapides: & ex succo, qui è saxo calcario & aqua contempera
tur, lapis specularis, & gypsum, quod rarius inuenitur, translucidum.
pari modo ex ramentis saxi rubri fit hæmatites & schistos. in cõmis
suris præterea marmoris maculosi, aut eius, quod in cãdido cinereum
est, reperiuntur dactyli Idæi, lapides Iudaici, trochitæ, & consimiles.
nam id genus marmor madefactum, stillat aqua, ex cuius sedimine ta
les lapides concrescunt. quia uero marmora plerunque dura sunt, pa
rumq; de eis abradit aqua, parui tantum lapides inde fiunt. qui perræ
pe extra commissuras saxorum ab aquæ impetu protrudũtur. lapides
autem plerique omnes sic facti cum atteruntur coti, succum reddunt.
Sed succus lapidescens differt ab aqua, quæ abrasit aliquid de saxis,
uel quòd plus habeat sediminis: uel quòd calor talem aquam coquen
do spissiorem fecerit: uel quòd aliquid in eo insit, quod uehementer a
stringit. ex succo autem lapidescente concreuit corallium maris plan
ta, & antipathes: ex eodem in Cepusio non longe à fonte fit lapis. quo
etiam succo incolæ, cum muros extruunt, calcis loco conglutinare so
lent cæmenta. Postremo materia lapidis est quicquid habet meatus,
qui succum lapidescentem capere possunt: siue is intra terram conti
e 2 neatur



C

nit: utriusq; [illegible]
melle propter similitudinem saporis est appellatus. galactiten mittit
Achelous amnis, & reperitur ad Saxonũ riuos in tractu Goselaria
no. at in Hildesheimio eruitur è fossa arenaria, qui singulis annis ex
lacteo & glutinoso succo capit incrementum, unde nonnulli magni
tudine capitis pueri solent inueniri. uterq;, quia caloris aliquid ha
bet, abstergit, sed plus melitites, quòd plus habeat caloris. uterq; ad
oculorum destillationes & ulcera utiliter inungitur. galactites nutri
cibus, quæ eum tritum cum aqua, uel uino dulci biberint, facere dici
tur lactis fœcunditatem. quinetiam lapides in Argæo Cappadociæ
nati, in lactei coloris succum resoluunt. atq; hos renũ calculos fran
gere autor est Galenus. Idem saxum calcariũ parens est gypsi. quod
in montibus Misenæ, qui sunt ad Salam, licet conspicere: ubi uenæ
gypsi per saxa calcaria uagãtur. eius natura cum singularis sit, tamen
propius ad lapidem q̃ terram accedit, ut Theophrastus recte sen
tit. nascitur multis in locis, quorum celeberrimos tantum cõmemo
rabimus: itaq; in Gallecis citerioris Hispaniæ populis: in Saxonib.
in Hildesheimio ultra montem Mauricij: in Hercynia sylua Stolber
gi: in Chattis inter [illegible]

> Praeterea Gypsum facticium paratur ex lapide illo scissili speculari, qui lapis omnium optimus est, ut testatur Plinius, in Agro Bononiensi, & praesertim in Collibus Sancti Raphaelis nuncupatis, ubi plurima illius copia effoditur.

Nella località citata da Aldrovandi come «Collibus Sancti Raphaelis» va identificata in realtà San Ruffillo (Marabini, Vai 2003, p. 189), toponimo che utilizzerà più tardi anche Luigi Ferdinando Marsili (Marsili 1698, p. 26), in senso estensivo a comprendere i gessi dell'area di Monte Donato.
Il riferimento esplicito ai Gessi Bolognesi («Collibus Sancti Raphaelis»; «ex monte Sancti Raphaelis») ritorna più sotto altre volte all'interno del volume (Aldrovandi 1648, pp. 674, 681).
Riprendendo il passo citato sopra del *De natura fossilium* di Agricola e già da lui annotato, nel *Musaeum Metallicum* Aldrovandi afferma poi che

> In Apennino Italiae monte passim multae Gypsi venae observantur (…) (Aldrovandi 1648, p. 674).

Questa sembra essere la prima attestazione della denominazione di "Vena del Gesso" in relazione all'Italia settentrionale, in seguito talora riferita agli affioramenti evaporitici emiliano-romagnoli nel loro complesso, talaltra a determinate aree evaporitiche regionali, salvo poi essere divenuta ufficiale per i soli gessi romagnoli tra Santerno e Lamone.
Tale locuzione incontrò un certo successo.
Nella sua *Bologna perlustrata* (1650) Antonio Masini ricorda una «vena del gesso» nei colli bolognesi (Masini 1650, p. 177).
A poco più di un secolo di distanza dalla stesura aldrovandiana del *Musaeum Metallicum*, Marsili, nelle sue *Osservazioni fatte nelle Miniere del Gesso e Solfo esistenti nel Principato di Meldola*, utilizza nuovamente i termini «vena di Gesso» (Marabini, Vai 2003, p. 200) e quelli sinonimici di «linea gypsea» (Marabini, Vai 2003, p. 201) o «linea del Gesso» (Marabini, Vai 2003, p. 198); sempre Marsili, nella *Storia Naturale De Gessi, e Solfi Delle miniere, che sono nella Romagna* (Marsili 1930, p. 198), ripropone la locuzione «Linea Gipsea». Entrambi i lavori marsiliani, stesi nel 1717-1718, rimasero allo stadio di manoscritto, raggiungendo la stampa solo in tempi recenti.
Ancora, le carte del Catasto Gregoriano, risalenti all'età napoleonica, hanno i toponimi, di nuovo sinonimici, di «Filone de' Gessi» o di «Filone del Dosso dei Gessi» per le evaporiti in destra Santerno, e di «Filone» per i Gessi di Monte Mauro, tra Senio e Sintria (Piastra 2019a, p. 677).
L'istituzionalizzazione di un toponimo ufficiale «La Vena di Gesso» riguardo alle sole evaporiti romagnole avvenne, tramite la sua fissazione sulla cartografia, alla metà del XIX secolo: la *Carta Topografica dello Stato Pontificio e del Granducato di Toscana* (1851), elaborata dall'Imperial Regio Istituto Geografico Militare austriaco, riporta infatti tale denominazione, poi passata nella cartografia post-unitaria dell'Istituto Geografico Militare italiano (Piastra 2008, pp. 31-33).
Sulla base di quanto esposto, data la vasta diffusione goduta per secoli dal *Musaeum Metallicum*, non ci sembra improbabile che la denominazione «*Gypsi venae*», recepita da parte di Aldrovandi dall'Agricola (studioso di grandissima autorevolezza all'epoca) e adattata dallo scienziato bolognese al contesto emiliano-romagnolo, italianizzata in Vena del Gesso, abbia progressivamente attecchito presso la comunità scientifica regionale nel corso dell'età moderna. In parallelo, specie in Romagna appare verosimile che il toponimo popolare e di uso quotidiano originario fosse «Riva del Gesso», denominazione del resto ancora riportata sulle tavolette tardo-ottocentesche dell'IGM italiano in alternativa a Vena del Gesso. Quando, a metà del XIX secolo, un ente cartografico organizzato come l'IGM austriaco si trovò di fronte all'impresa tecnica di realizzare la prima carta geodetica dello Stato Pontificio, sembra ipotizzabile che i topografi recuperassero dal mondo accademico e tecnico di allora e da testi ormai "classici" il termine "Vena", di sapore minerario, preferendolo alla denominazione popolare. Una volta fissato in cartografia e, a cascata, utilizzato nei documenti ufficiali, il toponimo "Vena del Gesso" prese rapidamente il sopravvento, sino ad essere accettato e usato anche dalle comunità locali.
In relazione al gesso secondario, lo scienziato bolognese afferma come ancora al suo tempo, sulla scia degli utilizzi analoghi di età romana attestati dalle fonti (in questo caso, Marziale), fosse documentato un uso di lastre di *lapis specularis* al posto del vetro (Aldrovandi 1648, p. 684; cf. Marabini, Vai 2003, p. 190):

> (…) praesertim Bononiae, ubi magna, huius lapidis copia effoditur, brumali tempore in Officinis Mercatorum est in usu, nam fenestras ex charta concinnant, & eis laminas Selenitis inferunt, & hic à frigoris iniuria se defendunt, & praetereuntem etiam populum cognoscunt. Ideò Martialis sic cecinit.

Un passo aldrovandiano che sinora ci sembra sia passato inosservato presso la critica ricorda poi la presenza, nel territorio riminese, di gesso alabastrino, apparentemente simile al marmo (Aldrovandi 1648, p. 674):

> (…) in Agro Ariminensi potissimùm provenit, estq; adeo durum, ut marmor, aut quoddam Alabastri genus esse videatur.

Aldrovandi sembra qui riferirsi ai gessi alabastrini di San Leo, già implicitamente citati da Leon Battista Alberti nel suo *De Re Aedificatoria* (1485) come materiale lapideo di finitura di buona qualità:

> Apud Ariminum gipsum invenies solidum, ut dicas esse id marmor aut alabastrum: ex eo iussi tabulas serra dentata ad opus crustationum commodissimas (Turchini 2000, p. 256, nota 4; cf. Piastra 2016b, p. 527).

Vista l'evidente interdipendenza dei due passi, non è anzi improbabile che Aldrovandi conoscesse i Gessi di San Leo su sola base bibliografica attraverso l'opera di Alberti.
Le citazioni albertiana e aldrovandiana si riferiscono con certezza ai Gessi di San Leo, e non ai gessi primari dell'area di Sassofeltrio come invece sostenuto da Turchini (2000, pp. 239-240, 256) riguardo al brano di Alberti: l'architetto di origine genovese e lo scienziato bolognese ricordano infatti esplicitamente, nei rispettivi testi, la natura alabastrina del gesso riminese di cui trattano, caratteristica dei primi affioramenti, ma non dei secondi.
Appare probabile che Alberti abbia impiegato il gesso alabastrino di San Leo nelle finiture del Tempio Malatestiano a Rimini (Turchini 2000, p. 257), progettato verso la metà del XV secolo e completato agli inizi del XVI secolo.
Da ultimo, l'autore bolognese, entro un'altra sezione del *Musaeum Metallicum* (Aldrovandi 1648, p. 503), illustra una concrezione, da lui denominata «Stelechites pyramidalis» (fig. 2), proveniente da una grotta gessosa probabilmente ubicata presso Monte Donato (gli affioramenti evaporitici più prossimi all'area urbana di Bologna), mai identificata sul terreno forse perché successivamente distrutta dall'attività estrattiva qui storicamente localizzata.
Si tratta della più antica trattazione scientifica di uno speleotema entro un ambiente carsico gessoso (Forti, Marabini 2004), di cui Aldrovandi individua *in nuce* il meccanismo di accrescimento, paragonandolo ai ghiaccioli che si formano sui tetti delle case d'inverno.
La denominazione aldrovandiana di «Stelechites» fu adottata più tardi da Lorenzo Legati nel catalogo del Museo Cospiano (Legati 1677, p. 169, n. 18) e da Luigi Ferdinando Marsili (Neviani 1931, p. 544), salvo poi essere successivamente sostituita da stalattite.

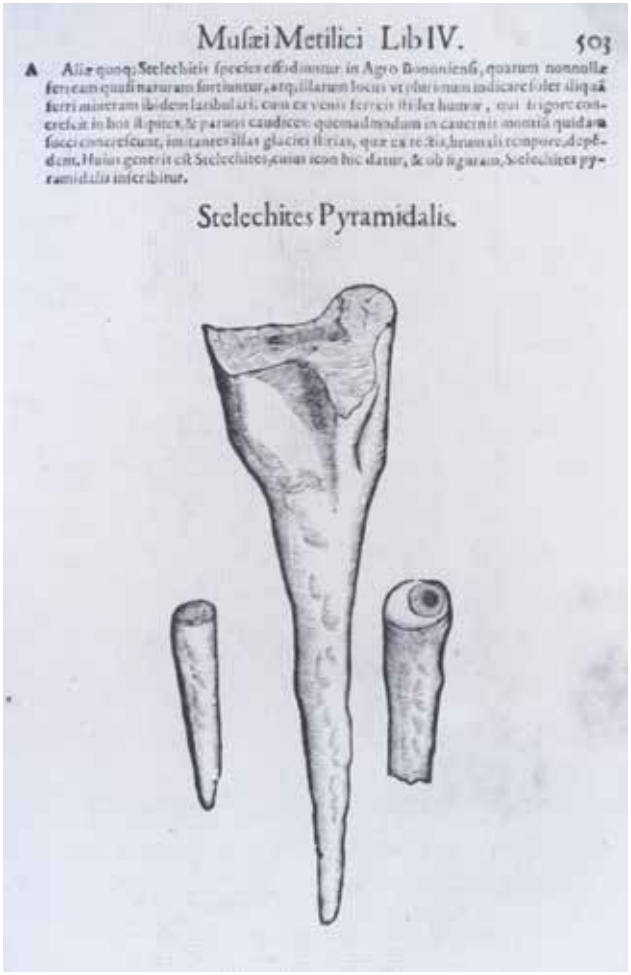

Musæi Metilici Lib IV. 503
Stelechites Pyramidalis.

Fig. 2 – U. Aldrovandi, *Musaeum Metallicum,* Bononiae, 1648, p. 503, edito postumo grazie a Bartolomeo Ambrosino. Incisione relativa a una concrezione, denominata «Stelechites pyramidalis», proveniente da una grotta probabilmente ubicata presso Monte Donato (gessi Bolognesi). Si tratta della più antica trattazione scientifica di uno speleotema entro un ambiente carsico gessoso.

4. Le fonti di Poiano: le proposte di Cosimo Bottegari e i vari progetti successivi

Le fonti di Poiano, poste nelle evaporiti triassiche dell'Alta Val Secchia, costituiscono una delle più importanti sorgenti carsiche salate conosciute.
Tra la fine del XVI e gli inizi del XVII secolo Cosimo Bottegari (1554-1620), compositore e musicista toscano presso la corte del duca di Modena e Reggio Emilia, fece un viaggio esplorativo nell'Appennino reggiano, esponendo in una epistola indirizzata al duca quanto osservato. Tale lettera è stata pubblicata da Luigi Francesco Valdrighi alla fine del XIX secolo in occasione di una edizione delle opere musicali dell'autore e risultava a quel tempo conservata presso l'Archivio di Stato di Modena (Valdrighi 1891, pp. 177-183). Nell'edizione valdrighiana l'epistola è priva di data; in diverse pubblicazioni recenti (Cavazza 2009, p. 38; De Waele *et alii* 2017, p. 139, tab. 1) essa è invece esplicitamente datata 1612, secondo noi sulla base di una errata lettura del testo valdrighiano, dove non si afferma ciò, bensì si riporta come Bottegari avesse interessi nel commercio salino visto che tali affari sono menzionati nel testamento del musicista, datato appunto 1612 (Valdrighi 1891, p. 14).

L'escursione bottegariana a Poiano potrebbe dunque essere anche precedente o di poco successiva al 1612. Bottegari si portò sul luogo accompagnato da quello che è riportato come «Enea Pazzan»: si tratta sicuramente di Enea Pazzani, fattore ducale, attivo a Sassuolo (Rombaldi 1989, p. 72; Ghelfi 2012, pp. 106-107). Il musicista restò impressionato dal contenuto salino delle fonti di Poiano (Valdrighi 1891, pp. 178-179):

> (…) andai a visitar quella maravigliosa fonte, et origine, di dove scaturisce, quell'acqua abbondantissima salata, che con si gran vehemenza fà macinar quel Molino; quale più volte gustai, e trovai tanto salata che mi parve un miracolo; oltre che restai anco, più capace, che mediante tal così grande e continua abbondanza, faria correr'un fiume, e miracolo anco, per ciascun luogo dove era bagnata la terra da tal'acqua, vi si scorreva una specie di siffatta candidezza, che appariva, come coperta stata fosse da un bianco velo: la qual bianchezza volsi similmente gustare e la trovai non altrimenti, ch'un denso, e schietto sale.

Bottegari ne proponeva quindi uno sfruttamento per la produzione di cloruro di sodio, tramite evaporazione delle acque (Valdrighi 1891, pp. 179-180):

> (…) tal acqua era di ragionevole bontà e per ogni sicurezza haria bisognato farne 30 o 40 prove, per venir alla certificatione d'ogni intera verità, e non s'havvessi à lasciar in abbandono, un così pregiato dono del Grand'Iddio, dove si potriano far'agitare, ben più di mille Caldare, e con spesa pochiss.a poichè la comodità delle tante selve, che circondano d.º luogo, sariano atte a mantener infinite fornaci per anni innumerabili, (…)

Una simile attenzione nei confronti della produzione salina in età moderna non deve stupire, visto il ben noto valore del sale (l'"oro bianco") e il suo fondamentale uso nella conservazione del cibo. Soprattutto, il tentare di rivolgersi a una sorgente carsica salata rimanda al fatto che il Ducato di Modena e Reggio Emilia rappresentava un microstato privo di sbocchi sul mare, di conseguenza impossibilitato a impiantare saline alimentate con acqua marina e costretto a costose importazioni dalle saline adriatiche. Ancora, il viaggio di Bottegari tra la fine del XVI e gli inizi del XVII secolo si situa nel periodo della devoluzione di Ferrara e del suo territorio dalla dinastia estense allo Stato della Chiesa (1598): anche le saline di Comacchio, già estensi, erano ormai passate al dominio del Pontefice, e per le autorità modenesi diventava quanto mai urgente trovare nuove fonti di approvvigionamento del sale. L'essersi fatto accompagnare *in loco* da Enea Pazzani, fattore ducale, denota infine una volontà di sfruttamento pratico e rapido della risorsa; gli impliciti riferimenti, entro il resoconto, alle esperienze di produzione salina a Salsomaggiore nel finitimo Ducato di Parma e Piacenza (anch'esse incentrate su acque non marine), appaiono funzionali a supportare, presso il duca di Modena, la reale fattibilità dell'opera proposta. Bottegari è talvolta considerato in bibliografia il possibile scopritore stesso della salinità delle fonti di Poiano (Chiesi, Forti 2009, p. 70); una simile ipotesi va invece rigettata, in quanto l'autore ricorda, nella sua relazione, di aver visto i resti di precedenti tentativi di produzione salina, da tempo abbandonati (Valdrighi 1891, p. 179):

> Me n'andai poi, à veder le dua Caldare di piombo, per venir al cimento della prova; una di esse, trovai in tutto rotta e guasta, e l'altra poco meglio, nè punto atta a far la detta prova, per non vi esser stato fornello, ò altro dove posarla.

Come si evince dai brani sopra, l'approccio del musicista toscano è comunque focalizzato sulle fonti di Poiano in un'ottica meramente economica in funzione della produzione del sale, mentre egli non mostra alcun interesse per la sua origine, né sembra minimamente consapevole della geologia dell'area. Lo stesso termine "gesso" non è mai menzionato nella relazione. Non abbiamo notizie circa un effettivo interessamento ducale nel dare seguito alla segnalazione bottegariana, che quindi dovette cadere nel nulla.

Il progetto di sfruttamento salino delle nostre fonti riapparve sul finire del XVII secolo, ma di nuovo senza alcun esito (Milani 1980, p. 251).

La notizia data da Milani, appena citata sopra, relativa al tardo Seicento è vaga e senza riferimenti documentari o bibliografici; potrebbe trattarsi di un'iniziativa estemporanea, oppure potrebbe forse essere identificata con un progetto più articolato, facente capo, tra gli altri, al cappuccino castelvetrano Bartolomeo Barbieri (1615-1697). Quest'ultimo, ben introdotto presso il duca di Modena e Reggio Emilia e di cui conosciamo gran parte dell'epistolario, era stato contattato da un impresario romano, Muzio Francesco Cremona, in relazione allo sfruttamento per fini salini di una sorgente nell'Appennino reggiano. In una lettera dello stesso Cremona a Francesco II d'Este, datata 15 agosto 1693, tale sorgente è esplicitamente indicata come quella di Poiano (Trenti 1998, p. 54, nota 44). Attraverso varie epistole Barbieri perorò la questione per circa 2 anni (1693-1695) presso dapprima Francesco II e poi, alla morte di quest'ultimo, presso Rinaldo d'Este (Maggioli 1998, pp. 557, n. 182; 558-561, nn. 185-187; 567, n. 195).

In particolare, in una missiva di Barbieri a Francesco II del 18 settembre 1693 egli accenna a un campione di sale ottenuto per evaporazione dalle acque delle fonti poianesi, procuratogli (e fatto evaporare?) dal confratello «Francesco da Modana» (secondo Trenti 1998, p. 55, nota 45, un altro cappuccino il cui nome di battesimo reale era Ortensio Grillenzoni) e consegnato al duca, segno di collaborazione interna all'ordine religioso a favore del progetto.
E ancora, episodio emblematico della commistione tra scienza e pseudoscienza in quegli anni: nel contesto dei carteggi appena delineati, il 27 settembre 1693 il Cremona scrive una nuova lettera a Francesco II, spedendogli uno «scatolino» con all'interno un «sal filosofico», il quale, assunto «la matina due volte la settimana in una scudella di brodo insipido», farà sì che «il corpo si dimagrarà et impedirà la pinguedine» (Trenti 1998, p. 55, nota 47). Nel testo mancano riferimento espliciti, ma si tratterà forse di cloruro di sodio ottenuto dalle fonti di Poiano, unico luogo di produzione salina ricordato nelle restanti lettere di Cremona al duca?
In ogni caso anche il tentativo di sfruttamento salino ipotizzato da parte di Muzio Francesco Cremona e caldeggiato da Bartolomeo Barbieri si risolse in un nulla di fatto.
Lo scambio epistolare in proposito è comunque altamente significativo delle dinamiche di un piccolo principato padano di età moderna, poco incline alle innovazioni e dove i rapporti personali e la conoscenza pregressa presso la corte ducale erano elementi fondamentali per il successo di ogni proposta economica e gestionale.
Con il tardo XVIII secolo un utilizzo delle fonti di Poiano in funzione di produzione di cloruro di sodio scomparve dagli orizzonti, mentre cominciò a farsi strada l'idea di un suo uso per fini idroterapici sostenuto dapprima, nel tardo Settecento, da Ottavio Ferrarini (Cavazza 2009, pp. 40-41) e successivamente, nell'Ottocento, da Pietro Doderlein, docente dell'Università di Modena (Doderlein 1862, p. 25), prospettiva considerata sino a tempi recentissimi.

5. Luigi Ferdinando Marsili

Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730) rappresenta un'altra figura di importanza capitale per la cultura europea. Scienziato, militare, diplomatico, agli inizi del XVIII secolo riformò la ricerca scientifica bolognese fondando l'Istituto delle Scienze di Bologna. I suoi numerosi viaggi gli permisero una visione ampia dei problemi, consentendogli allo stesso tempo di creare una rete di contatti e collaborazioni di respiro internazionale.
Marsili, che ben conosceva le opere di Aldrovandi (Marabini, Vai 2003, pp. 191, fig. 8.6, 193), si occupò a più riprese dei gessi emiliano-romagnoli, spaziando dai Gessi Bolognesi, alla Vena del Gesso romagnola, ai gessi della Romagna orientale.
In un suo volume del 1698 dedicato alla "pietra fosforica bolognese", ossia la barite, lo scienziato bolognese riporta in appendice alcune osservazioni circa i gessi di Monte Donato, alle porte di Bologna, dove le sezioni geologiche apparivano ben evidenti a causa dell'attività estrattiva lì localizzata (Marsili 1698, pp. 26-31).
In modo estremamente moderno, Marsili pubblica un'incisione di una parete gessosa di cava (fig. 3): in basso si scorgono due "gessaroli" intenti nel lavoro di scavo; la sezione riporta varie *facies* e sotto-*facies* gessose individuate da Marsili, nell'incisione evidenziate da numeri.
Una prima «specie» di gesso, *sensu* Marsili, comprende le *facies* «solarina» (fig. 3, n. I), «marmorina» (fig. 3, n. 2), «ordinaria» (fig. 3, n. 3), «negra» (fig. 3, n. 4) e «larga» (fig. 3, n. 5).
Una seconda «specie» di gesso, *sensu* Marsili, è la «scagliola» (fig. 3, n. 6), ossia quello che oggi chiamiamo gesso secondario, riguardo al quale il Nostro afferma che

> Stà questa situata in certe crepature investita di terra gialla (…). Si vede la Scagliola uscir fuori dalla crepatura appuntita in forma di cuneo, e divisa in vari pezzi di grandezza differenti (…). Si separa in tante lastre alla guisa del Talco; anzi altri non è che una sorte di Talco più imperfetto, e verisimilmente è la pietra specolare di Plinio tanto celebrata, che a' suoi tempi nasceva nel territorio Bolognese (Marsili 1698, p. 28).

Marsili pubblica anche un'incisione di dettaglio di quella che lui chiama «scagliola» (fig. 4).
Una terza «specie» di gesso, *sensu* Marsili, «in tutto dissimile dall'altre due, s'accosta all'Alume di Piuma (…). La sua superficie è argentea, e fibrosa» (Marsili 1698, p. 28) (fig. 3, n. 7). Anche di questa terza «specie» di gesso l'autore bolognese pubblica un'incisione (fig. 5). Comparando la descrizione e le raffigurazioni, si tratta sicuramente di quella varietà gessosa oggi nota come sericolite.
L'approccio marsiliano, basato sull'autopsia, permette all'autore alcune osservazioni pionieristiche, a partire dall'evidenza che i cristalli di gesso degli strati più Bassi della successione evaporitica da lui visti siano notevolmente più grandi di quelli degli strati più alti (Marsili 1698, p. 29).
Marsili tornò ad occuparsi di gesso in relazione ai depositi gessosi e solfiferi della Romagna orientale nel 1717-1718, quando egli lavorò nel Forlivese al seguito del Cardinale Paolucci.
Nell'imponente documentazione manoscritta perve-

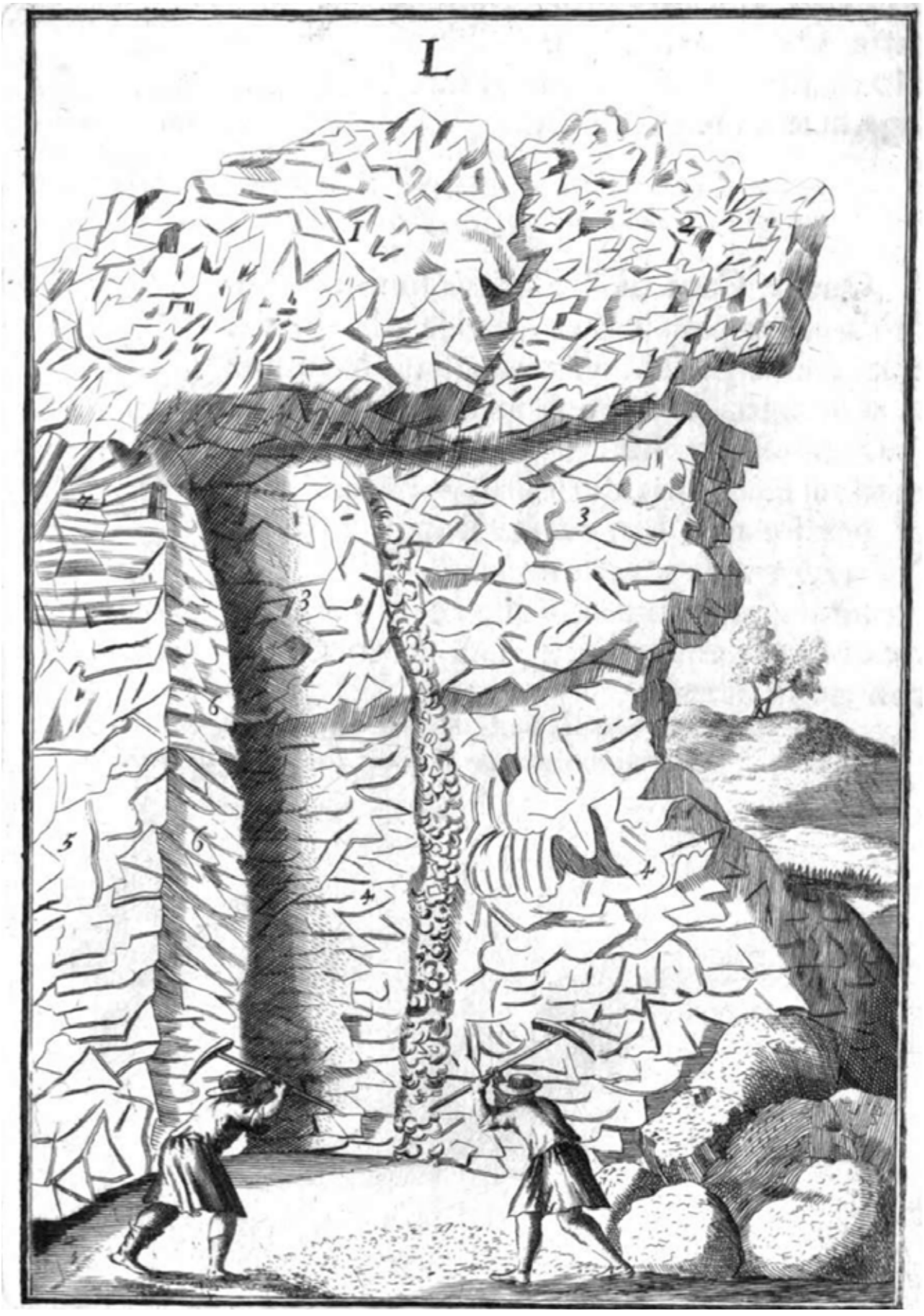


Fig. 3 – L.F. Marsili, *Dissertazione epistolare del fosforo minerale ò sia della pietra illuminabile Bolognese*, Lipsia, 1698. Incisione relativa a una sezione esposta da una cava di gesso a Monte Donato (gessi Bolognesi).

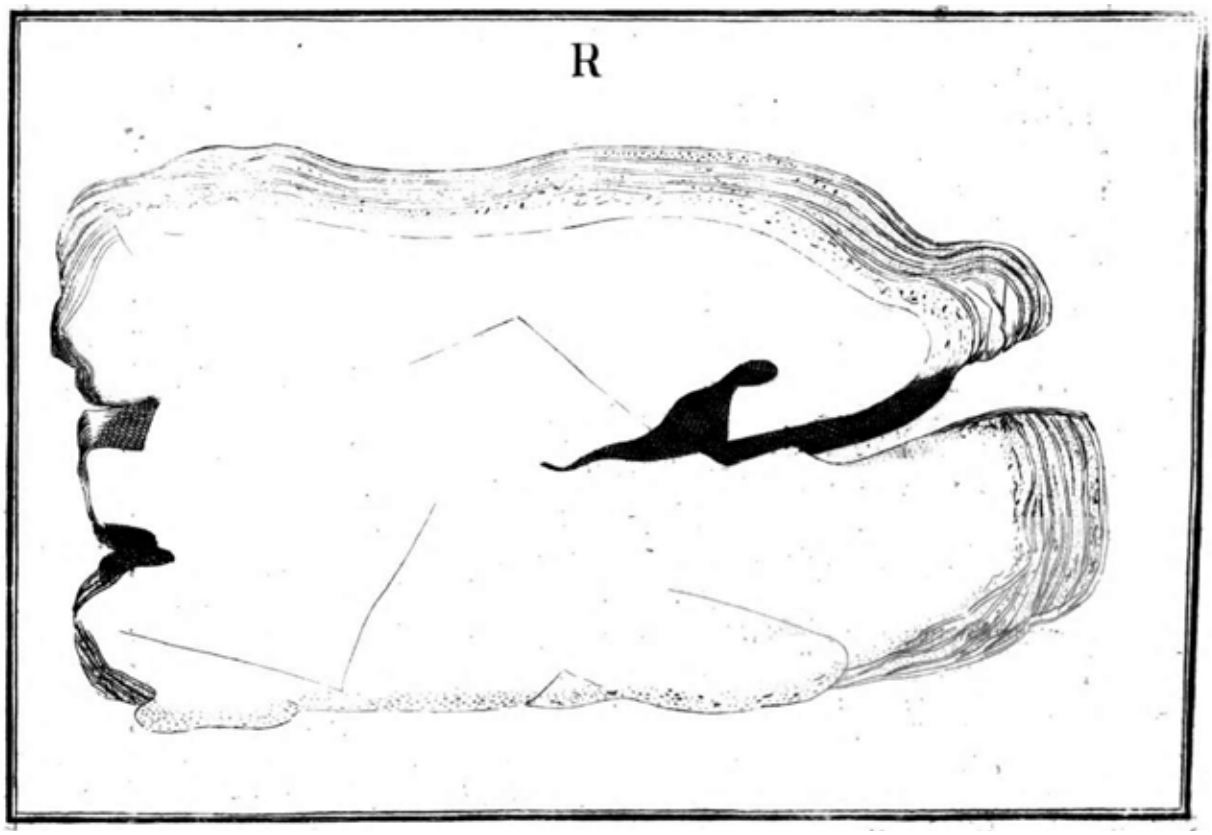


Fig. 4 – L.F. Marsili, *Dissertazione epistolare del fosforo minerale ò sia della pietra illuminabile Bolognese*, Lipsia, 1698. Campione di «scagliola» *sensu* Marsili. Questa stessa *facies* gessosa è indicata in fig. 3, n. 6.

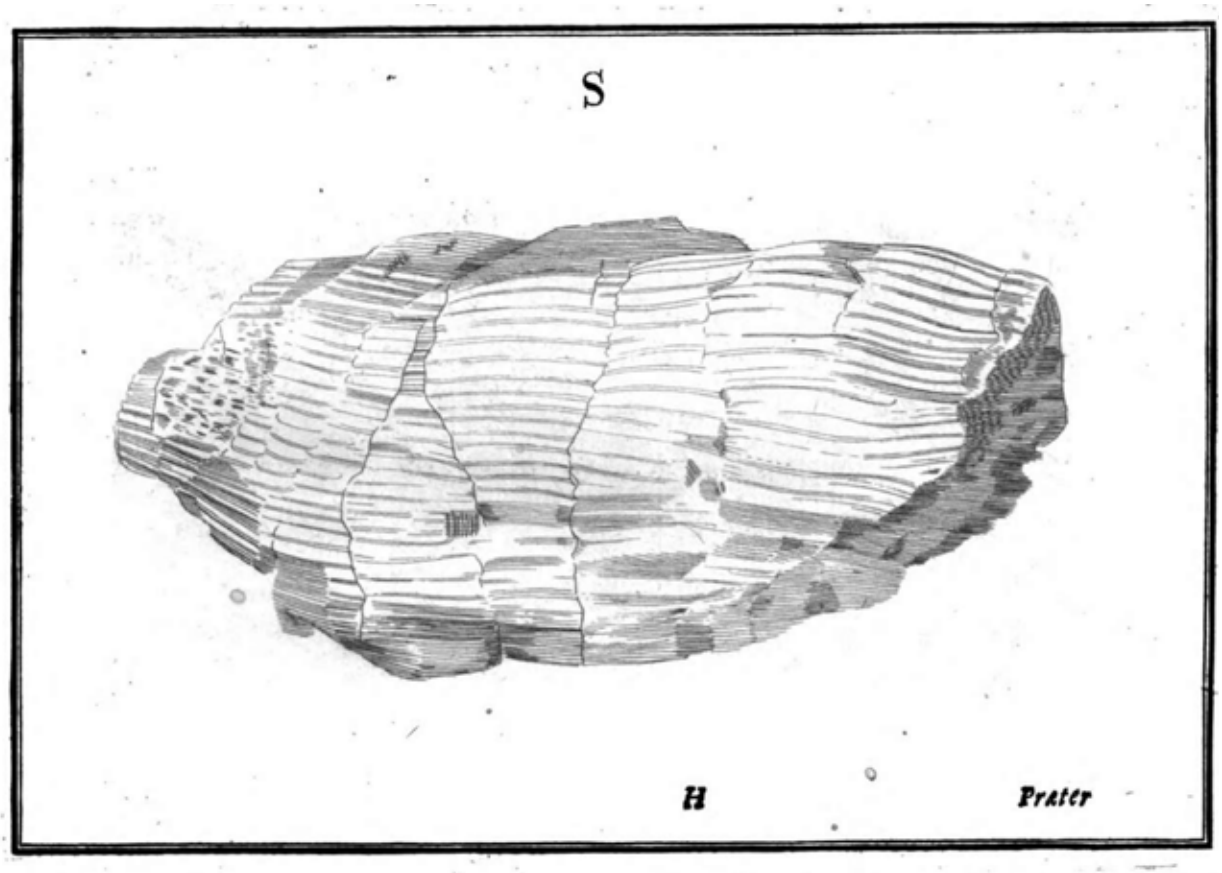


Fig. 5 – L.F. Marsili, *Dissertazione epistolare del fosforo minerale ò sia della pietra illuminabile Bolognese*, Lipsia, 1698. Campione di «Alume di Piuma» *sensu* Marsili, identificabile con la varietà gessosa oggi nota come sericolite. La stessa *facies* gessosa è indicata in fig. 3, n. 7.

nutaci, ora presso la Biblioteca Universitaria di Bologna, il Nostro si mostra interessato, nell'ambito delle sue ricerche, a una doppia prospettiva: da un lato lo sfruttamento minerario del gesso e dello zolfo; dall'altro, la geologia, che proprio gli scavi minerari permettevano di indagare più a fondo.
Questo filone di studi marsiliani è stato approfonditamente studiato (Marabini, Vai 2003; Piastra 2016a).
Marsili dimostra di comprendere chiaramente, a livello emiliano-romagnolo, l'appartenenza sia del gesso che dello zolfo alla medesima Formazione geologica, la F. Gessoso-solfifera, affermando che «(…) non vi fosse mai stato l'esempio di trovare Solfo dove non fosse Gesso» (Marsili 1930, pp. 191, 198). L'odierna denominazione formazionale di Gessoso-solfifera è direttamente debitrice degli scritti marsiliani (Vai 2012, p. 52).
Sintetizzando gli studi pregressi, in questa sede ricordiamo come il Nostro produca una dettagliata carta dei depositi di zolfo della Valle del Savio e delle relative miniere (Piastra 2016a, pp. 561-562) (fig. 6), che secondo l'analisi di Romano *et alii* 2016 va considerata come la più antica carta tematica geologica nella storia della scienza.
Lo studioso bolognese disegna inoltre una sezione geologica, ricavata dalle pareti di un pozzo minerario di una solfara presso la località di Casalbuono (Cesena) (Piastra 2016a, p. 564) (fig. 7): in essa, egli distingue l'alternanza di strati gessosi («Seghe») e interstrati marnosi fossiliferi («Giul», deformazione dialettale romagnola del termine "Ghioli") della Formazione Gessoso-solfifera; i banchi gessosi indicati dal Nostro sono in totale 11; lo zolfo è correttamente localizzato alla base della successione («Pedra di solfo ò Vena»).
Degna di nota è infine una carta marsiliana che rappresenta sempre le miniere di zolfo di Casalbuono (fig. 8). Al centro del documento, si nota una Vallecola ramificata (ricavata nelle argille?) sul cui fondo scorre un rio, le cui acque paiono convergere verso un punto d'assorbimento centrale: secondo la nostra interpretazione, l'inghiottitoio formatosi nella F. Gessoso-solfifera presso lavori estrattivi dismessi, menzionato in un passo manoscritto di pugno del Marsili a cui la carta va ricollegata. Nello stesso anfiteatro calanchivo, più a Valle, Marsili tratteggia a sanguigna, nell'ambito di una versione preparatoria rispetto alla redazione che vediamo oggi, una sorta di "ostacolo fisico" a sbarrare il corso del rio, forse a rappresentare un tratto semi-carsico di quest'ultimo (Piastra 2018a).
Se confermato, essa costituirebbe una delle più precoci rappresentazioni cartografiche del funzionamento di un sistema carsico nei gessi (inizi del XVIII secolo), elaborata da uno studioso di fama internazionale.
Come accennato in precedenza, l'esperienza marsiliana tra i gessi e lo zolfo romagnoli nel biennio 1717-1718 avrebbe dovuto sfociare in un trattato, di cui possediamo due redazioni distinte e redatte a poca distanza temporale l'una dall'altra, le *Osservazioni fatte nelle Miniere del Gesso e Solfo esistenti nel Principato di Meldola* e la *Storia Naturale De Gessi, e Solfi Delle miniere, che sono nella Romagna*, entrambe rimaste allo stadio di manoscritto e giunte alla stampa solo in tempi recenti. In entrambe, oltre ai gessi della Romagna orientale, Marsili dimostra di conoscere *de visu* anche la Vena del Gesso romagnola: nelle *Osservazioni* egli accenna al fatto che «li Gessi (…) cominciano à vedersi vicino alla Pieve di Gesso», menzionando poi Tossignano e Brisighella (Marabini, Vai 2003, p. 202); nella *Storia Naturale* troviamo la citazione della medesime località (Marsili 1930, p. 198).

6. Antonio Vallisneri e i gessi reggiani

Antonio Vallisneri (1661-1730), pressoché coetaneo di Marsili, è stata un'altra personalità di grande rilevanza nella storia della scienza italiana in età moderna.
Nato in Garfagnana da una famiglia scandianese, dopo il precoce ritorno a Scandiano in seguito agli impegni lavorativi del padre (1664) egli si formò inizialmente in quest'ultima cittadina, per poi studiare a Modena (1678-1679) e a Reggio Emilia (1679-1682), e affrontare infine gli studi in medicina all'Università di Bologna (1682-1685), allievo di Marcello Malpighi. Dopo i tirocini a Venezia e Parma, nel 1700 fu infine chiamato come docente all'Università di Padova, dove rimase sino alla morte.
Vallisneri non fu soltanto medico, ma scienziato a tutto tondo, allargando i propri temi di ricerca agli studi naturalistici e alla geologia ed elaborando nel tempo un vastissimo e variegato *corpus* di scritti, in parte dati alle stampe, in parte riuniti in miscellanee o riviste di difficile reperimento, in parte rimasti allo stadio di manoscritto.
Visto il periodo di formazione scandianese e reggiano, non stupisce che i gessi di questo territorio siano stati ciclicamente al centro dei suoi studi.
Egli, in seguito a un suo viaggio, descrisse le evaporiti triassiche dell'Alta Val Secchia, dove vide «(…) più di cinquanta cavità, fatte in foggia di grandi catini, o cratere [le doline]; molte delle quali erano quasi ancor piene d'acqua, molte assai sceme, alcune affatto vote» (Vallisneri 1715, p. 39; cf. Catellani 1995).
Ma furono soprattutto i gessi messiniani del basso Appennino reggiano, in particolare il territorio scandianese e Borzano, ad attirare la sua curiosità.
I suoi *Quaderni di osservazioni* manoscritti, sintesi del

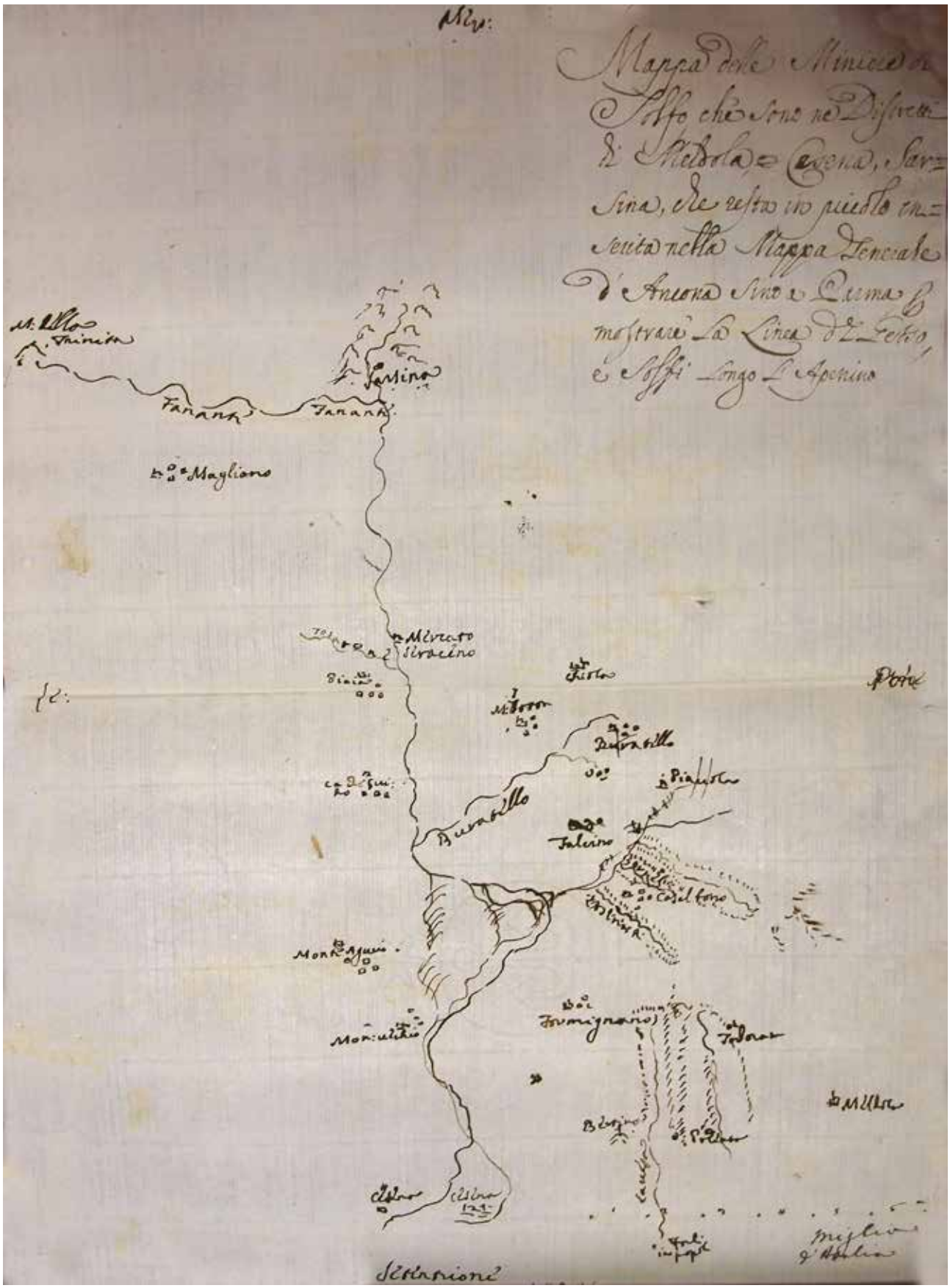


Fig. 6 – Biblioteca Universitaria di Bologna, *Fondo Marsili*, ms 88, E, 3, c. 2, *Mappa delle Miniere di Solfo che sono ne Distretti di Meldola e Cesena, Sarsina* (…). Carta delle solfare della Valle del Savio realizzata da Luigi Ferdinando Marsili, databile al 1717-1718 (da Piastra 2016a). Il nord è in basso. Secondo l'analisi di Romano *et alii* 2016, essa va considerata come la più antica carta tematica geologica nella storia della scienza.

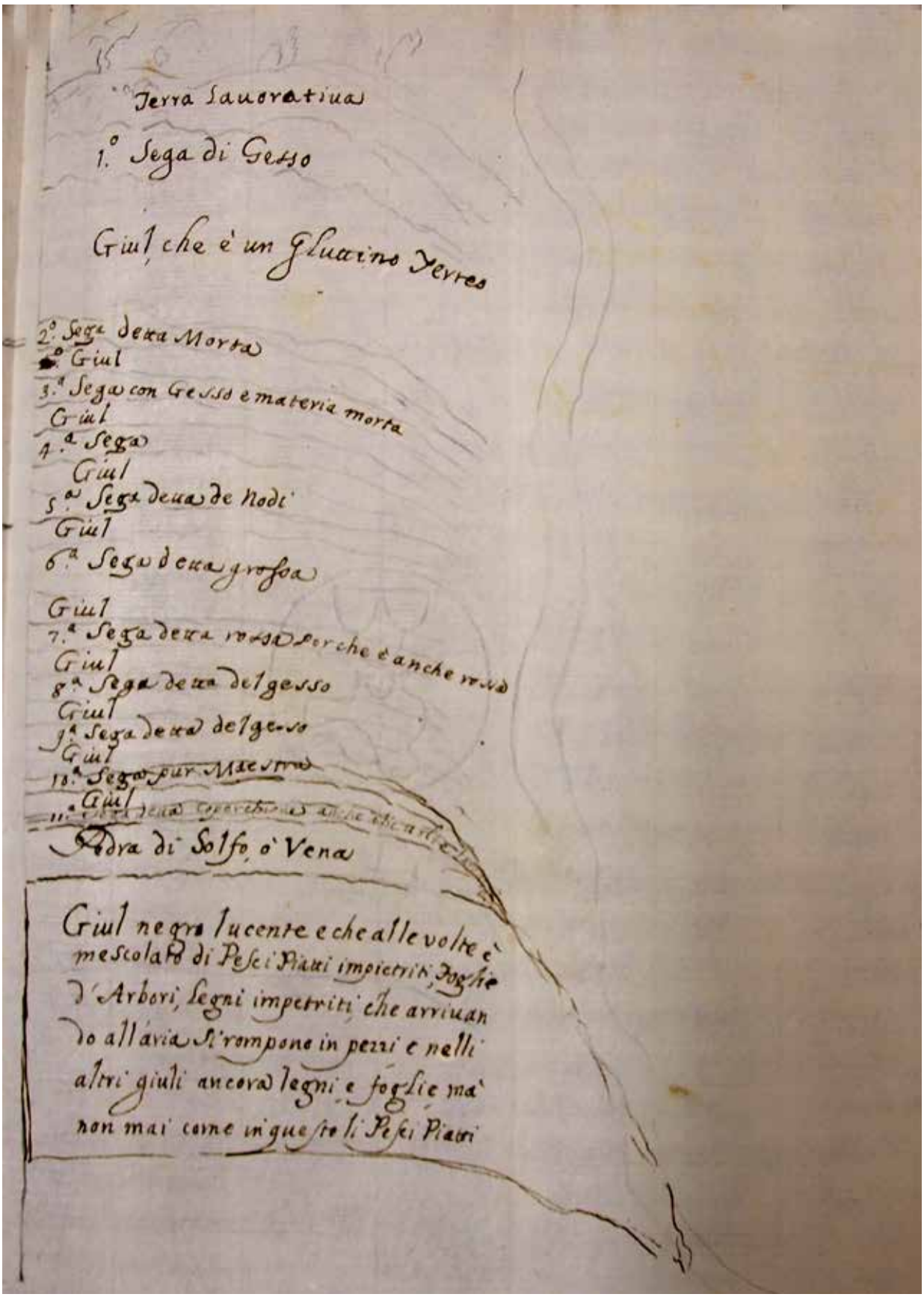


Fig. 7 – Biblioteca Universitaria di Bologna, *Fondo Marsili*, ms 88, E, 3, c. 3, *Profilo d'uno de Pozzi da Solfo di Casalbuono.* Sezione geologica di Luigi Ferdinando Marsili, databile al 1717-1718 circa, ricavata dallo studio di un pozzo minerario della solfara di Casalbuono (Cesena): l'autore distingue correttamente l'alternanza di strati gessosi («Seghe») e interstrati marnosi fossiliferi («Giul», deformazione dialettale romagnola del termine «Ghioli») della Formazione Gessoso-solfifera (da Piastra 2016a).

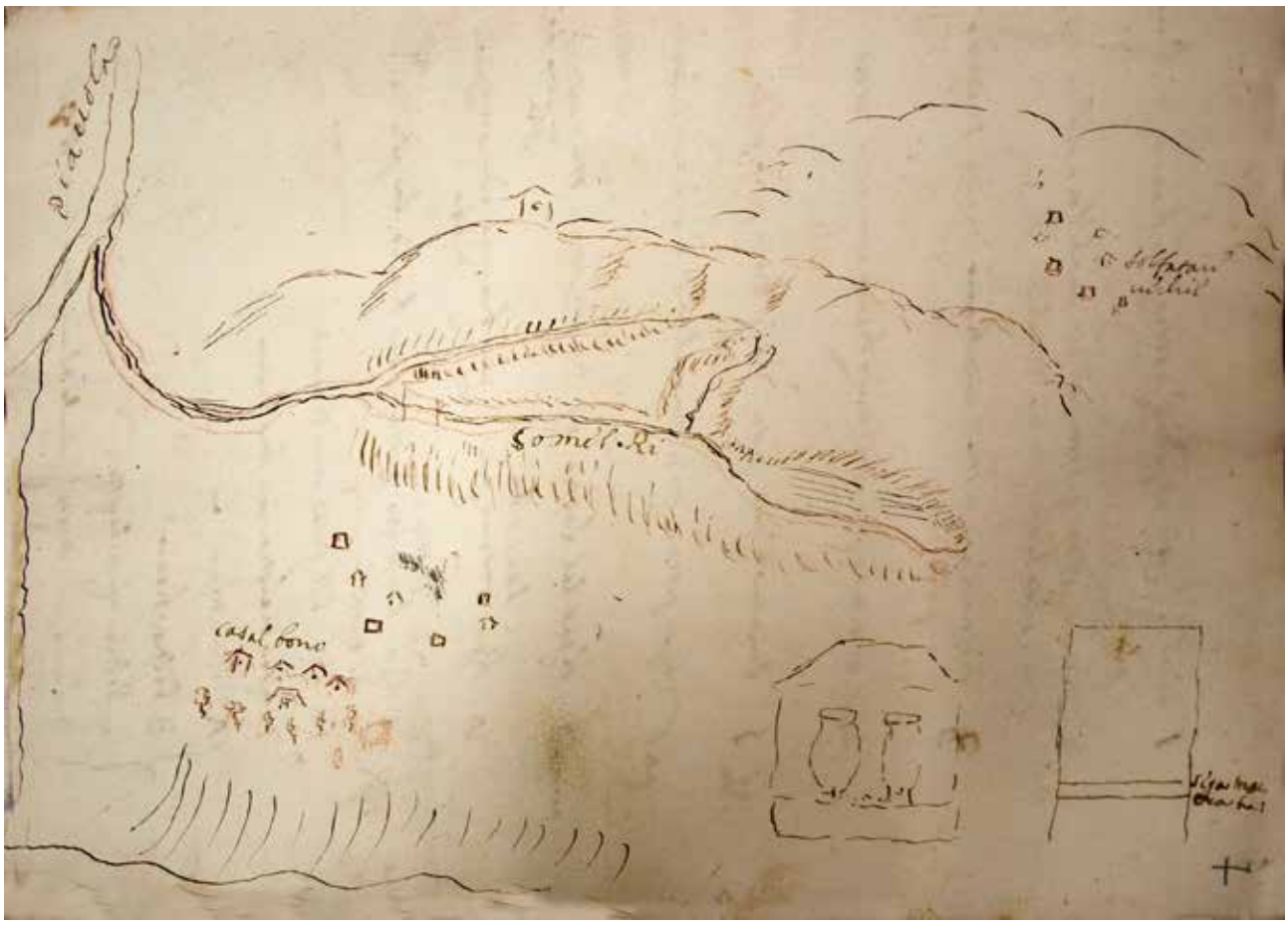


Fig. 8 – Biblioteca Universitaria di Bologna, *Fondo Marsili*, ms 88, E, 3, c. 7. Mappa marsiliana, senza titolo, dell'area di Casalbuono (Cesena) (1717-1718). Il nord va collocato presso l'angolo in basso a destra. Sono indicate le miniere di zolfo a quel tempo attive e quelle all'epoca abbandonate («solfatara vechia», in alto a destra). Al centro della carta è rappresentata una Vallecola ramificata, da immaginare ricavata verosimilmente nelle argille, sul cui fondo scorre un rio. Le acque di quest'ultimo paiono assorbite da un inghiottitoio: potrebbe trattarsi della rappresentazione di un sistema carsico sviluppatosi al contatto tra argille e gessi in corrispondenza di vecchi lavori minerari di ricerca solfifera. Se confermato, essa costituirebbe una delle più precoci rappresentazioni cartografiche del funzionamento di un sistema carsico nei gessi (da Piastra 2018a).

suo lavoro sul campo e pubblicati a stampa solamente a oltre tre secoli di distanza dalla loro redazione, riportano un primo appunto del maggio 1694, in cui si afferma, a proposito del Monte del Gesso (Scandiano), che

> sotto il Castello del Gesso (…) stilla un'acqua limpidissima, e fresca, della quale le bestie non ne vogliono berre. (…) D'onde [tale acqua] passi non è difficile, perché essendo il monte tutto di gesso è probabile, che passi fra sassi di gesso, quale essendo amaro imprime nell'acqua il suo sapore rapendo seco sue particelle (Vallisneri 2004, p. 42).

Nella citazione, lo studioso intuisce *in nuce*, in modo sostanzialmente corretto, il concetto di dissoluzione del solfato di calcio ad opera delle acque e il carattere non potabile delle risorse idriche le quali hanno conosciuto circolazione all'interno di ammassi evaporitici. I *Quaderni di osservazioni* vallisneriani offrono un ennesimo, interessante spunto. In data 20 dicembre 1694, l'autore annota (Vallisneri 2004, pp. 34-35):

> Mi portai a Burzano [sic] in una spelonca vicino al castello, dentro la quale si sente cadere dall'alto acqua nell'interna parte di quella a man diritta. Acceso il lume si vede precipitare giù per gran sassi di gesso, in uno de' quali sono ancora le poste d'una scala anticamente scolpitavi, che andava giù in fondo della caverna a prender acqua, cosa, che fa terrore. In una parte della caverna vi sono ancor le vestigie di un forno affumicato, dal che si vede essere stata qualche volta abitata. In due lochi della caverna sono aperture, entro le quali gettati sassi, si sente, che cadono dopo longo cadere nell'acqua. Ove vada quest'acqua non si sa. In fondo del monte v'è un gran rivo, dal quale

> scaturisce una fonte, che porta acqua, ma è pochissima rispetto alla quantità della caverna. Anzi narrano i paesani, che doppo un terremoto si sminuì l'acqua, perché gli antichi narrano, che era come un grosso canale, e in fatti vi si scorge la capacità.

Ad alcuni decenni di distanza, Vallisneri rielaborò l'appunto dei *Quaderni di osservazioni* nell'ambito di una digressione di un suo testo dedicato all'erba fumana (Vallisneri 1728a, p. 36). Pur nell'assenza qui di un'esplicitazione della località di «Burzano», la dipendenza di questo passo dai *Quaderni di osservazioni*, dati gli elementi citati, appare infatti indubitabile:

> Narra alcune curiosità de' fonti occulti alla vista, che si sentono rumoreggiare dentro grotte, o caverne, una qualche volta abitate: imperocchè visitate col lume vi si trova in una delle più vaste, e tenebrose una scala scolpita a forza di uno scalpello, che discende in un'orrido [sic], e spaventoso precipizio per prender acqua, che colà fluisce limpidissima, e fresca, e v'è pure un Forno scavato nel vivo sasso.

Le due citazioni meritano una discussione critica.
Il toponimo «Burzano» presente nei *Quaderni* va ovviamente interpretato come Borzano (Albinea), dove affiorano i gessi messiniani.
Nel primo brano, Vallisneri, in modo molto moderno, si interroga circa questioni idrologiche riguardo ad una grotta di cui non riporta alcun nome specifico, mettendo a confronto la portata del torrente sotterraneo con corsi d'acqua subaerei esterni.
La vasta cavità in gesso, caratterizzata da frequentazione umana (scale rupestri e un «forno affumicato»), è stata correttamente identificata da Francesco Luzzini (Luzzini 2013, pp. 73-74) come la Tana della Mussina di Borzano; in relazione al «forno» e alle scale, oggi non più visibili (perché distrutte? Crollate?), è stato ipotizzato che si trattasse di strutture relativamente recenti, connesse all'attività metallurgica di un falsario (Piastra 2018b). Quest'ultima ipotesi trova ora nuove conferme in seguito alla pubblicazione di evidenze materiali di monete false e lamine metalliche ritagliate rinvenute entro la Tana della Mussina (Bellesia, Ferretti 2020), le quali rimandano ad una zecca clandestina qui attiva negli anni Quaranta del XVII secolo, circa un cinquantennio prima della visita vallisneriana.
Nel 1705 Vallisneri elaborò un'opera in latino, il *Primi Itineris Specimen*, rimasto però allo stadio di manoscritto ed edito solamente nel 2018 (Luzzini 2018).
In relazione alle vicinanze di Monte del Gesso (Scandiano), l'autore rielabora le osservazioni circa le acque circolanti nei gessi, aggiungendo alcune considerazioni in chiave medica circa le uve prodotte in terreni gessosi (Luzzini 2018, p. 79):

> Plurimi in praedictis montium, colliumque fimbriis fontes a Ternario turrente [Tresinaro] usque ad Gabellum, amari, salsi, sulphurei, dulces. Facta humoris evaporatione sedimentum dedere primi gypseum, secundi salino-nitrosum, sulphureo-terreum tertii, candidum veluti terrae virginis ultimi. In sanguinis profluviis, diarroeis, vomitu, et similibus morbis non sine laude pauperculis aliquando primas aquas praescripsimus, asthmaticis, cachecticis, hyppocondriacis, ac in verminosa colluvie secundas, et tertias, ac generaliter, ubi aestuat sanguis, ultimas. Sic ubique natura parens velificat, et egregia, nulliusque impensae praesidia languentibus aegris parat. Uvae, quae in gypseis collibus dulcissimae maturescunt, gypsum occulto redolent, quarum vina sensim sine sensu ad nephriticam affectionem deducunt. Sic epotae per longum tempus nonnullae horum collium aquae stomaci dolores, anxietates, obstructiones, virginibus pallores, et alias labes, ac scelera partibus invehunt.

Più sotto, anche Vallisneri tenta una classificazione delle *facies* del gesso (Luzzini 2018, p. 81):

> Primus hic collium ambitus plurimo abundat, ut innuebam gypso spato, lapide speculari pulcherrimo vulgo scaiola, arabico etiam lapide ebori simillimo, calcario caementario siliceo, arenoso tophaceo vivo, marmoreo, undoso flaviusculis scilicet variis coloribus elegantissime picto, quorum nonnulli in mea Lapidum Marmorumque Serie non infimum obtinent musei locum. Lapis, seu alumen speculare scandianense, quod alii selenitem, et talcum vocant, ut plurimum figura trapeziades dici potest, quadrilateris irregularibus, seu trapetiis planis terminatum.

La terminologia vallisneriana sembra derivata e uniformarsi a quella proposta dal Marsili nella di poco precedente *Dissertazione epistolare del fosforo minerale* (Marsili 1698): ritornano infatti, con lievi variazioni, le *facies* marsiliane «marmorina» e «scagliola», oltre al termine *lapis specularis*.
La cosa non sorprende: Vallisneri ebbe un rapporto complesso col fondatore dell'Accademia delle Scienze bolognese, a cui riconosceva grande acume intellettuale, ma a cui attribuiva volubilità di carattere e volontà di accentramento (Generali 2007, p. 356, nota 20; Vaccari 2008, pp. 407-408, nota 58).
Grazie alle attività promosse dall'Edizione Nazionale delle opere di Antonio Vallisneri (https://www.vallisneri.it/), è inoltre disponibile in formato digitale gran parte dell'epistolario privato vallisneriano.
Sappiamo quindi come il Nostro, a parte le pubblicazioni scientifiche, ritornò più volte su temi connessi ai gessi all'interno di sue lettere.
Un'epistola in latino, datata 26 giugno 1705 e indirizzata allo studioso svizzero Johann Jakob

Scheuchzer, elenca campioni di minerali spediti dal Nostro; tra questi è menzionato del «Lapis specularis Scandianensis» (https://www.vallisneri.it/inventario.shtml; scheda 12247).
In un'altra missiva in italiano, datata 19 gennaio 1714 e indirizzata a Louis Bourguet, Vallisneri ritornava sulla genesi del *lapis specularis*, indicando nuovamente Scandiano come suo luogo di osservazione e raccolta (https://www.vallisneri.it/inventario.shtml; scheda 7390):

> Intendo le sue savie difficultà sovra la generatione delle pietre specolari, le quali non si possono sciogliere se non vado di nuovo a Scandiano e non faccio cavare, dove trovano quelle, e non osservo la positura e sito loro. Si trovano certamente tra uno strato e l'altro del gesso, per mezzo i quali non v'è alcuna difficultà che non possa penetrar l'acqua. Questi strati del gesso non sono spianati e larghi come gli strati d'arene, terre e simili che si trovano ne' monti, ma sono come vari ammassi, ora vicini, ora lontani, e li chiamerebbe l'Agricola vena cumulata. Fra l'uno e l'altro vi restano cavernette, e colà si trova il lapis specularis. Sa quanto penetri l'acqua, particolarmente delle nevi, e non mi pare tanto incapibile che fra queste vene cumulate, che sono di figura diversa, non penetri l'acqua, non combaciandosi sì strettamente insieme che vi restino voti. Né se ne trovano fra gli strati di terra, o di sassi vivi, o d'arene, o simili, ma sempre in quelle cavernette fra un gesso e l'altro, dunque non sono di quelle pietre del Diluvio, imperocché sene dovrebbono trovare da per tutto, come si trovano delle altre pietre da lei menzionate. Il gesso certamente si va regenerando, come fa lo zolfo e tutti i minerali, ed essendo questa pietra speculare una specie di purissimo gesso, ella ben vede, che non vi è minor ragione, che si generi di nuovo, come quello. Così troviamo dello zolfo da sé purissimo, del rame, dell'oro etc. non impuri, ma perfettissimi, e queste nostre speculari sono anch'esse come una specie di minerale purissimo e libero dalle fecce.

Come è desumibile dal brano sopra, Vallisneri qui aderisce alla teoria della rigenerazione spontanea dei minerali, la quale affonda le sue radici nel mondo greco-romano (Macrì 2009) e che ai suoi tempi risultava ancora attestata, a partire dalla *Pratica minerale* (1678) di Marco Antonio della Fratta et Montalbano (Demaria 2015, p. 97). Egli dimostra inoltre di annoverare ancora i libri di Agricola tra le sue fonti più importanti a distanza di 150 anni circa dalla loro edizione.
In un'ulteriore lettera a Bourguet del 24 dicembre 1714 l'autore ritorna sullo stesso tema (https://www.vallisneri.it/inventario.shtml; scheda 7763):

> Io penso che le pietre speculari si vadano generando dalle parti più defecate e limpide del gesso, non essendo queste che un purissimo gesso, perché si calcinano come quello, e dipoi si condensano e s'indurano bagnate coll'acqua come quello, non distinguendosi fra loro se non nelle lamine maggiori e minori, più pure e men pure. Né si trova la pietra specolare se non dov'è gesso, cioè tra uno strato e l'altro, o vena conglobata, o spianata di gesso vi restano sovente delle cavernette, fra le quali cola l'acqua, e in quelle cavernette si trova la pietra specolare, e sovente a guisa delle stalagmiti. Tutti i nostri gessi sono di pietra simile, ma assai minore e più o meno oscura, e assieme intricata, e que' canopi distinguono varie sorti di gessi più e meno perfetto, il più cattivo de' quali chiamano cagnino. Le mie pietre speculari sono state trovate fra gesso e gesso, vicino la miniera del zolfo di Scandiano, un ramo del quale entra nella miniera, e parmi che le dassi una volta dello zolfo attaccato al gesso, e se non l'ho dato glielo darò.

Nel testo sopra si accenna a una miniera solfifera presso il Monte del Gesso di Scandiano aperta sin dalla fine del XVII secolo: Vallisneri ne trattò ripetutamente, e grazie ad essa comprese, come già Marsili, un'associazione tra gessi e zolfo nei giacimenti messiniani (Piastra 2018b, pp. 16-18).

7. Tra XVII e XVIII secolo

Si situano a cavallo tra XVII e XVIII secolo alcuni autori ulteriori.
Sulla scia dell'approccio olistico alle scienze naturali in età moderna, e in linea con l'itinerario personale di Vallisneri, si tratta di tre medici.
Il primo che affrontiamo è Marco Antonio Melli, erudito di secondo piano del panorama culturale faentino tra Seicento e Settecento. Dottore per un qualche periodo a Brisighella, presso il margine orientale della Vena del Gesso romagnola, la sua attenzione fu attirata da una fonte non potabile posta in pieno centro storico brisighellese che scaturiva dal locale substrato gessoso, detta "La Doccia"/"La Dozza" in quanto appositamente incanalata e tombata in relazione al suo deflusso. L'autore ne trattò in due trattati pseudoscientifici (1693 e 1708), in latino, sui terremoti (Melli 1693, pp. 54-55; Melli 1708, pp. 43-44; cf. anche Piastra 2003a):

> Igitur tempore eo, quo vocatus fui medicus Bresighellae aestivo tempore vices gerens alterius graviter aegroti, & doctissimi viri; in hac nobili terra in monte fundata observavi fontem a gypsis originem ducens, & beneficio populi accomodatum, curiositate, naturalitateque dignum parte superiori, quae super saxa fundata est a brisighellensibus noncupatum la *Dozza*, ex quo ventus frigidissimus, magnoque impetu venit, ut necesse sit cuiuis ad ejus aspectum stanti post

> brevissimam morulam temporibus calidioribus ab eo discedere, cuius aqua scaturiens est cruda, in qua si phiala, vel aenophorum vino plenum imponatur, dimidii horae quadrantis termino frigidum pene insufribile evadat, & ecce quomodo interdum nobis ventus subterranei manifestantur ad eos agnoscendos.

"La Doccia" è la risorgente di quello che oggi è noto come sistema carsico della Tana della Volpe, nei Gessi di Brisighella.
Il «ventus frigidissimus» in uscita «magno impetu» dalla risorgente si collega alla normale circolazione d'aria in ambiente ipogeo, ma il Melli, seguendo alcune congetture del suo tempo, lo riteneva connesso all'origine dei terremoti (Piastra 2003b).
Il medico modenese Fulvio Gherli (1670-1735), personaggio minore attivo a Scandiano, tentò di ripercorrere luoghi e temi già di Vallisneri.
Nei suoi *I medicamenti posti alla pietra del paragone* (Gherli 1722, pp. 108-109) l'autore torna a trattare delle acque presso il Monte del Gesso scandianese, non aggiungendo di fatto nulla a quanto già noto:

> Avendo adunque osservata in primo luogo tutta la catena de' monti, posti sopra Scandiano, essere internamente, ed in più luoghi, anche superficialmente composta di grossissimi stratti di gesso, o per dir meglio, di più filoni d'esso, che transversalmente trapassano da Levante a Ponente, e che in alcuni luoghi s'innalzano in colli, e prominenze, ed in altri s'abbassano, e profondano nelle viscere de' medesimi monti; ed avendo veduto, che tutte l'acque, che passano, o esternamente, o internamente per i pori, cunicoli, e sostanza dello stesso gesso, lasciano poscia ovunque scorrono una materia salina, tartarea , acuta , amara , ed alquanto astringente; (…) non mi è stato (…) molto difficile il concepire, non essere altro questa porzione salina ritrovata dá me intimamente rimescolata coll'acque di questi nostri pozzi, che quel sale, che al gesso dà l'essere, e che con esso stà unito, e congiunto ritrovasi, come suo primo principio, il quale disciolto dall'acque delle pioggie, e nevi cadute nella superficie de monti circonvicini, che filtrandosi a poco a poco per i pori della terra, nel passaggio, che fanno per i suddetti strati, e filoni di gesso, che necessariamente devono oltrepassare, per arrivare al piano, seco portano e conducono (…).

Col carpigiano Bernardino Ramazzini (1633-1714), professore dell'Università di Padova, torniamo di nuovo entro il novero dei grandi intellettuali. Considerato il fondatore dell'odierna medicina del lavoro, la sua opera più famosa è il *De morbis artificum diatriba*, edito in prima edizione nel 1700. Un intero capitolo del volume è intitolato *De Gypsariorum, & Calcariorum Morbis*, ossia è dedicato alle malattie professionali dei "gessaroli", di altri lavoratori dell'industria del gesso e di coloro che lavoravano nelle calcare. Appare verosimile ipotizzare che la conoscenza ramazziniana delle cave e dei luoghi di lavoro connessi al gesso vada ricondotta alla conoscenza autoptica dei siti estrattivi del basso Appennino reggiano, non distante da Carpi, e soprattutto delle numerose officine artistiche di "scagliola", imitazione di marmi e pietre dure, tradizione che ebbe il proprio baricentro proprio nel centro carpigiano nel corso del XVII secolo.
Ramazzini sottolinea i rischi sanitari connessi al lavoro prolungato quando esposti alla polvere di gesso (Ramazzini 1703, pp. 62-63):

> Haud minus a Gypso, & Calce male plectuntur, qui materias istas in Fornacibus excoquunt, tractant ac in Officinis divendunt. (…) Qui ergo illud coquunt, praeparant, molunt, cribrant, venundant, uti persaepe observavi, magna respirandi difficultate premi solent; alvum praterea adstrictam habent, hvpocondria dura, ac distenta, decolores sunt, ac vere gypsatam faciem praeferunt, iique potissimum, qui Gypsum coctum mola trusatili, conterunt, & cribrant, uti etiam Gypso plastae, qui varia opificia ac praecipue Simulacra, & effigies ex Gypso conficiunt ad Sacrarum Aedium, Aularum Principum, & Bibliothecarum ornatum quoque, qui mos perantiquus est.

Le affermazioni di Ramazzini circa i pericoli a cui erano sottoposti i lavoratori nel settore del gesso furono però contestate dal Vallisneri, che le riteneva infondate, nelle sue *Altre Osservazioni Naturali* (1728), rifacendosi a quanto da lui visto in cave di selenite presso Scandiano (Vallisneri 1728b, pp. 138-140):

> Il Signor Ramazzini nel suo Trattato *De Morbis Artificum* minaccia molti mali a' Lavoratori del Gesso; ma interrogato dal Sig. Vallisneri quel popolo Montano, che quasi ad altro non attende, tutti d'accordo risposero, stare sanissimi, né patir mai mali di petto, né asme, né simili, e in fatti tutti gli vide robustissimi, e forti. Tanto vale l'osservazione ne' luoghi, né conviene fidarsi del raziocinio nostro, soventemente fallace.

Il già citato Gherli, nel contesto del suo culto e quasi-immedesimazione rispetto a Vallisneri, si accodò a quest'ultimo nella contestazione del passo ramazziniano (Gherli 1753, pp. 136-137):

> Io ho osservato, che tutti quelli, che lavorano in questa nostra miniera di Zolfo [la solfara di Monte del Gesso di Scandiano, di cui già Vallisneri aveva trattato], non sono soggetti a mali di petto, e molto meno lo sono, cosa in vero maravigliosa, e contraria all'opinione del famosissimo Signor Ramazzini rapportata da esso nella sua Opera degna di Cedro de mali degli Artefici, quelli, che travagliano alla Fabbrica del gesso; e pure stando questi a maggior parte

dell'anno sepolti in una densa nebbia di sottilissima polve di gesso, nel mentre colle mazze lo polverizzano, dovrebbesi da questa polve inspirata coll'aria, e introdotta ne' polmoni, fare ne bronchi, e canaletti degl'istessi una pania tenace, come fa il gesso unito con l'acqua che cagionasse difficoltà di respiro, ed altri sconcerti gravissimi ne' medesimi polmoni, e pure è tanto la forza dell'esalazione zulfurea, che dal gesso svapora nel calcinarlo: che difende, e libera questi poveri operaj dall'incomodo, che infallibilmente dovrebbono provare per l'introduzione delle parcelle gesee ne' loro polmoni, e corrobora in oltre in tal maniera queste viscere, che rende immuni questi tali anche da tutti gli altri affetti del petto.

8. Tra XVIII e XIX secolo

Gli studi proseguirono.

Tommaso Laghi (1709-1764), anatomista e fisiologo, professore dell'Università di Bologna, Presidente dell'Istituto delle Scienze di Bologna (1745-1762), trattò incidentalmente degli affioramenti evaporitici. Nel 1806 fu pubblicato un suo articolo postumo (Laghi 1806), in cui l'autore descriveva un nuovo «sale» da lui rinvenuto in una grotta ubicata genericamente fra Torrente Savena e Pianoro. Tale cavità è stata dubitativamente identificata con la Risorgente dell'Acquafredda, nei Gessi Bolognesi (Altara 1995). Nella «lanugine salina» scoperta da Laghi va individuata quella che oggi chiamiamo epsomite.

Serafino Calindri (1733-1811), territorialista e storico, giunse in Romagna nel 1762, chiamato per sovrintendere ai lavori di sistemazione del porto di Rimini e del corso inferiore del Marecchia. In parallelo, lo studioso elaborò, in collaborazione col fratello Giovanni, quello che è oggi noto come Catasto Calindri (1762 circa), più antico catasto geometrico-particellare del territorio riminese.

Tra le carte a grande scala ve n'è una dedicata a «Inferno» (fig. 9), toponimo originario dell'attuale Onferno (Gemmano), frutto di un cambiamento toponomastico deciso dall'alto dall'allora Vescovo di Rimini, Gualfardo Ridolfi, verso il 1810 (Piastra 2022a).

Nel contesto della stesura della carta, Calindri non si limita alla sola registrazione dei confini fondiari o alla presenza degli immobili, elementi alla base di un do-



Fig. 9 – Archivio di Stato di Forlì, *Catasto Calindri*, Mappa n. 272, *Inferno* [odierna Onferno, Gemmano] (stralcio) (1762 circa). La mappa cartografa il nucleo urbano e la Pieve di S. Colomba alla sua base. Sono poi indicati un inghiottitoio (ad ovest del rilievo gessoso di Onferno) e, a NE, la risorgente del sistema carsico di Onferno, quest'ultima evidenziata con un circoletto nero e la scritta «Sbocco delle acque del Castello» (da Piastra 2016c).

cumento di natura fiscale quale un catasto: da studioso di fenomeni naturali, egli nota la presenza del sistema carsico di Onferno, posto entro una piccola placca di gessi messiniani, georeferenziando la risorgente del complesso e il rio epigeo da essa generato a nord-est del nucleo demico con un circoletto nero e la scritta «Sbocco delle acque del Castello [di Inferno]» (Piastra 2016c). I terreni in cui è collocata la risorgente, in significativo parallelo con la situazione odierna, sono menzionati come boscati («macchia»/«macchioso»): essi vanno annoverati tra i pochissimi appezzamenti segnalati come incolti in questa mappa del catasto, nel più ampio quadro di un territorio per il resto capillarmente sfruttato. Ma non è tutto. Calindri cartografa anche un corso d'acqua epigeo che si inabissa al contatto col gesso sul lato occidentale dell'affioramento su cui sorge il centro demico di Onferno, ovvero il punto di assorbimento di quelle che lui definì «acque del Castello»: come ipotesi di lavoro, va approfondito se possa trattarsi, *in toto* o in una sua configurazione più antica, di quello che è oggi noto come Inghiottitoio di Onferno, esplorato solo di recente (Gaudiello 2011), magari ai tempi di Calindri maggiormente attivo rispetto ai nostri giorni, dato che il catasto in esame registra di fatto questo complesso carsico come un vero e proprio traforo idrogeologico di attraversamento.
In sintesi, Calindri va considerato il primo studioso ad aver compreso correttamente il funzionamento del sistema carsico in oggetto, identificando sia la risorgente che l'inghiottitoio principali.
Successivamente trasferitosi a Bologna, qui attese ai volumi dell'area felsinea della sua opera più famosa, il *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico* (1781-1785), ed ebbe modo di sviluppare maggiormente il tema del carsismo nei Gessi Bolognesi.
Emblematica la sua precisa descrizione della Valle cieca dell'Acquafredda e del relativo inghiottitoio (Calindri 1781, pp. 328-329):

> Nel sito detto il Castello, dove in fatti era piantato l'antico castello della Corvara [Croara], passa sotterra un lungo e naturale Acquedotto, o Meandro, pel quale si conducono sino in Savena le acque di un ampio e profondo Vallone, che si dilata ancora nel contiguo territorio di Monte Calvo, le quali acque, senza questo naturale sfogo, formerebbero un ampio e cupo Lago nel luogo dello stesso Vallone. Orrido è ancora nel suo principio lo aspetto della Profonda balza, o dicasi del primo dirupo di questo Meandro, ma è altresì vago e pittoresco, ed è ripieno di Alabastri, e di una Incrostazione tartarosa, indurita quasi a consistenza di Agata, della quale ne abbiam veduto un pezzo di superficie poco meno che un piede bolognese in quadrato (…).

Altra cavità dei Gessi Bolognesi tratteggiata da Calindri è quella che oggi è nota come Grotta della cava di Gaibola (Calindri 1782, p. 26):

> (…) a poca distanza dalla Chiesa è un Antro formato da una Cava antichissima di Gesso, (…) per dentro allo stesso Antro nel fondo e dalla parte destra si vede una bassa apertura, al di là della quale al coraggioso apresi la veduta di altri interni grotteschi, dirupi, e meandri di un orrido pittoresco da osservarsi con piacere, e tutti incavati dalla natura nella vasta massa di Gesso, che come gli altri contigui, così attraversa ora esternamente, ora internamente questo Territorio.

Anche Lazzaro Spallanzani (1729-1799), tra i massimi biologi dell'età moderna, si occupò tangenzialmente di gessi. Anch'egli scandianese, ebbe tra i suoi primi maestri il figlio di Antonio Vallisneri, Antonio Vallisneri junior (1708-1777), per poi laurearsi all'Università di Bologna sotto la supervisione di Laura Bassi.
Tra le collezioni spallanzianiane acquisite, dopo la morte dello studioso, dal Municipio di Reggio Emilia e oggi presso i locali Musei Civici (fig. 10) figurano vari pezzi di selenite, tra cui un esemplare di gesso secondario, il cui cartellino originale riporta una provenienza dalla località di Ventoso (Scandiano), presso Monte del Gesso, evidentemente suo luogo di escursioni sulla scia dei precedenti di Antonio Vallisneri senior e, probabilmente, junior (Piastra 2019b).
Nella sua innumerevole produzione Spallanzani cita una sola cavità nelle evaporiti emiliano-romagnole, la Grotta di Terenzano o Terenziano, nei Gessi messiniani reggiani, menzionata in una sua lettera privata del 1783 (Aa.Vv. 1843, pp. 173-174). A lungo si è tentato di individuare con precisione la cavità sul terreno; solo in anni recentissimi, grazie allo studio dei diari e dei taccuini inediti di Fernando Malavolti (1913-1954), altro grande studioso dei gessi, è stato possibile ubicare l'originario sito della Grotta di Terenzano presso il versante sud-occidentale del Monte del Gesso di Scandiano, constatandone allo stesso tempo, ai nostri giorni, la pressoché totale scomparsa in seguito a frane e all'attività estrattiva (Piastra 2018c; Pellegrini *et alii* 2020).
Ancora, anche il biologo scandianese, come già Marsili e Vallisneri, si rese conto della frequente associazione tra gessi e zolfo entro quella che oggi chiamiamo Formazione Gessoso-solfifera: nel 1786, durante un suo viaggio a Costantinopoli, affermò, circa campioni recuperati nel corso del suo itinerario, come

> Ove si è trovato questo zolfo si è pur trovato qualche cristallo gessoso, sparso qua e là, lungo più o meno un pollice, un pollice e mezzo, piatto, stratoso, e questo combina con altre osservazioni di Scandiano e della Romagna, dalle quali ho imparato che il zolfo è amico



Fig. 10 – Musei Civici di Reggio Emilia, Collezione "Lazzaro Spallanzani". Musealizzazione ottocentesca della raccolta spallanzaniana acquisita, dopo la morte del biologo, dal Municipio reggiano. Il riquadro evidenzia, entro la vetrina, un pezzo di gesso secondario, il cui cartellino originale riporta una provenienza dalla località di Ventoso, a monte di Scandiano (luogo Natale di Spallanzani), nei gessi messiniani reggiani (da Piastra 2019b).

> del gesso (Spallanzani 1934, p. 225).

Nel caso di Spallanzani possediamo i riassunti schematici, talora di pugno dello stesso autore, talaltra di mano di suoi anonimi studenti, dei corsi accademici tenuto dal Nostro presso l'Università di Pavia negli anni accademici 1784-1785, 1788-1789 e 1790-1791.
Oggetto di pubblicazione complessiva, tali appunti ordinati offrono uno spaccato inedito dei contenuti e dell'organizzazione didattici del tempo.
Nel corso spallanzaniano di "Orittologia" dell'A.A. 1784-1785 troviamo sezioni specifiche dedicate ai gessi, comprese alcune esperienze sperimentali, compresa la cottura del nostro minerale (Spallanzani 1994, pp. 214-215); in relazione allo zolfo, si ribadisce che

> I solfi si trovano dentro alla terra mescolati alle pietre calcari, e gessose, ora puri, ora eterogenei (Spallanzani 1994, p. 227).

Nel corso dell'A.A. 1788-1789 abbiamo maggiori dati circa il pensiero spallanzaniano in relazione all'origine dei gessi e una specifica menzione delle evaporiti emiliano-romagnole (Spallanzani 1994, p. 248):

> I gessi sono materie calcari, ma saturate d'una grande quantità d'acido vitriolico (…). Gessi che si trovano dove sono miniere di solfi, come nelle basse montagne del Parmigiano, Reggiano, Modenese, Bolognese &. Pietre pochissimo dure; radendosi coll'unghie.

Nel passo sopra, Spallanzani sottolinea correttamente la scarsa durezza del gesso tramite un'esperienza (la scalfittura con l'unghia), anticipando *de facto* il mineralogista tedesco Friedrich Mohs, il quale istituzionalizzò la cosa a partire dal 1812 nella Scala omonima (durezza 2).
Il Nostro, sull'onda lunga di quanto ritenuto in modo speculativo e confuso sin dal XVI secolo (si veda *supra* il paragrafo su Aldrovandi), sembra inoltre sostenere una derivazione dei gessi a partire da calcari, ipotesi destinata a perdurare sino al pieno XIX secolo (si veda sotto).
Antonio Santagata (1774-1858), professore di chimica dell'Università di Bologna, pubblicò due opere strettamente focalizzate sulle evaporiti regionali. In entrambi i casi l'autore si attarda nell'utilizzare il latino, nel secondo quarto del XIX secolo, come lingua di veicolazione internazionale.
Risale al 1835 l'*Iter ad montem vulgo della Rocca* (Santagata 1835), incentrato sui Gessi di Zola Predosa. Santagata descrive una cavità naturale di facile accesso, da tempo identificata in quella che oggi chiamiamo Grotta Michele Gortani (Demaria 1995), e si sofferma sulla varietà gessosa della sericolite, qui presente.
Si data invece al 1850 una pubblicazione gemella del Nostro, *Iter ad montem vulgo Donato* (Santagata 1850), incentrata sui cristalli gessosi visti a Monte Donato, nei Gessi Bolognesi, in corrispondenza di alcuni siti estrattivi: si noti come Monte Donato, vista la sua vicinanza all'area urbana, attirasse l'attenzione degli studiosi sin dal XVI secolo.

Il gesuita Juan Ignacio Molina, italianizzato in Giovanni Ignazio Molina (1740-1829), fu un naturalista cileno. Trasferitosi a Imola nel 1774 in seguito alla soppressione del suo ordine, egli si dedicò a opere complessive sulla storia naturale del Cile (Molina 1776); alcuni suoi lavori minori analizzarono il territorio bolognese, tra cui i locali gessi (Molina 1821, pp. 64-65):

> Tra questi ultimi il gesso, ossia il solfato di calce, è uno dei principali. Questo prodotto sulfuro-calcareo, a guisa di lunga e larga vena attraversa dall'una estremità all'altra il tratto montano bolognese, formandovi ora delle intere colline, ora serpeggiando sotto terra in masse più o meno visibili. (…) La sua cristallizzazione è in trapezj più o meno larghi, e qualche volta prolungati sino a formare lamine di quattro o più pollici di limpidissima selenite o pietra specolare, onde se ne fa una bella scagliuola, o s'adopra invece di vetri nelle finestre de' poveri lavoranti nelle cave del gesso.

Nel brano ritorna il termine «vena» circa i gessi, nonché la menzione dell'uso del *lapis specularis* al posto del vetro negli edifici dei "gessaroli": entrambi gli elementi ci appaiono citazioni dal *Musaeum Metallicum*, fonte ancora autorevole a quasi 200 anni di distanza dalla sua edizione (Aldrovandi 1648, p. 684).
L'autore cita inoltre i gessi alabastrini del margine occidentale della Vena del Gesso romagnola (Molina 1821, pp. 65-66), ma in questo caso sembra trattarsi di una rielaborazione di un brano omologo del Calindri (Calindri 1782, p. 32).
In sintesi, l'opera del Molina in relazione ai gessi emiliano-romagnoli appare in massima parte indiretta e mediata, con pochi riscontri autoptici sul terreno.

9. Il XIX secolo: la geologia e la paletnologia contemporanee

Con l'Ottocento si aprì una nuova fase nelle ricerche sui gessi: le istituzioni accademiche si ampliarono; la tecnologia iniziò a muovere passi più grandi a supporto delle indagini; l'Unità d'Italia pose ora le Università emiliani-romagnole entro un *network* nazionale, favorendo la circolazione dei docenti; ulteriori discipline (paletnologia e botanica) si avvicinarono allo studio delle evaporiti.
In sintesi, in questo secolo nacquero la geologia e la paletnologia contemporanee, superando definitivamente approcci speculativi e pseudoscientifici del passato e dogmi di derivazione religiosa, a partire dal Creazionismo.
Domenico Santagata (1812-1901), figlio di Antonio, insegnò chimica nell'Ateneo bolognese, sebbene la sua ricerca sia stata soprattutto geologica. Il suo interesse verso le evaporiti regionali si materializzò in alcuni articoli di argomento mineralogico (Santagata 1845; Santagata 1860) e in un contributo in cui l'autore sostenne, come già Spallanzani e altri prima ancora di quest'ultimo, l'origine metamorfica dei gessi a partire da rocce calcaree (Santagata 1850).
Giovanni Giuseppe Bianconi (1809-1878), pressoché coetaneo di D. Santagata, fu anch'egli geologo dell'Alma Mater, e, anche nel suo caso, la sua relazione principale coi gessi fu quella di delinearne un'origine metamorfica da calcari. La sua opera più importante, la *Storia naturale dei terreni ardenti, vulcani fangosi, sorgenti infiammabili, dei pozzi idropirici e di altri fenomeni geologici operati dal gas idrogeno* (1840), contiene appunto una trattazione in proposito (Bianconi 1840, pp. 66-67). Risale al 1869 un suo contributo tardo sull'affioramento di Monte Donato nei Gessi Bolognesi (Bianconi 1869): in esso l'autore si attarda a negare la datazione miocenica delle evaporiti del basso Appennino.
L'imolese Giuseppe Scarabelli (1820-1905), che ebbe D. Santagata e G.G. Bianconi tra i suoi maestri bolognesi prima di formarsi a Pisa, aderì dapprima alla teoria metamorfica dei gessi (Scarabelli 1851), salvo poi raccogliere evidenze, *in primis* nella Vena del Gesso romagnola, di una loro origine sedimentaria (Scarabelli 1864): si tratta di una svolta epocale per la comprensione della geologia delle evaporiti regionali. La pubblicazione scarabelliana del 1864 è dedicata proprio a D. Santagata in segno di tributo a uno dei suoi maestri, al quale lo studioso imolese aveva anticipato privatamente la sua nuova teoria per via epistolare (Vai 2009a). Si deve sempre a Scarabelli la co-fondazione (1857) di un pionieristico Gabinetto scientifico di Storia Naturale, poi Museo di Storia Naturale, di Imola, assieme a Giacomo Tassinari e altri naturalisti, all'interno del quale la Vena rivestiva un ruolo preminente (Skeates 2000, p. 21).
L'attività scientifica di Scarabelli si intreccia a doppio filo con una delle più importati cavità dei gessi regionali, ossia la Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme), posta nella Vena del Gesso.
Sino ad allora essa era stata in gran parte oggetto di visite episodiche da parte di eruditi o curiosi (Piastra 2013). Tra i pochi scienziati va annoverato Giovanni Giuseppe Bianconi nel 1838, il quale constatò, probabilmente presso quella che lo stesso Scarabelli più tardi ribattezzò "Sala Gotica" (Piastra 2022b, p. 167), l'azione di dissoluzione operata dalle acque sul gesso (Bianconi 1869, p. 11); a pochi anni di distanza (1844) fu la volta dell'agrario persicetano Giovanni Orlandi, interessato allo sfruttamento come fertilizzante dei depositi di guano di pipistrello interni alla caverna, il quale pubblicò forse le prime note di me-

teorologia ipogea delle nostre cavità (Orlandi 1845, p. 45):

> Avanzandosi qualche passo [all'interno della Grotta del Re Tiberio] veggonsi solo muschi, e licheni che in breve si presentano meno fitti o privi di nutrizione, ed al di là dei piedi 20 [circa 7,6 metri] dall'ingresso della grotta cessa ogni vegetazione e vano riesce il cercare indizio di quella. […] Il giorno della mia gita fu l'8 Agosto [1844]; l'ora in cui toccai il limitare della grotta la 6. pomeridiana. Il termometro di Reaumur esposto al N.E. segnò in quel giorno a Riolo nel mezzo di gradi +23 [circa 29° C] che fu il massimo ne' pochi giorni in cui colà rimasi. All'ingresso della grotta ove batteva il sole volgente all'occaso il termometro segnava un grado assai maggiore: posto quello all'ombra segnò gradi +21.8 [circa 27° C]. Collocato alla distanza di piedi 50 [circa 19 metri] nell'interno della grotta gradi +15 [circa 19° C]: a quelle di piedi 120 [circa 46 metri] gradi +14 [17,5° C] e finalmente all'estremità dello stanzone [la "Sala Gotica"] ossia alla distanza di piedi 135 [circa 51 metri] segnava gradi +10.6 [circa 13° C].

Scarabelli studiò continuativamente tale grotta attraverso i decenni, nel più ampio contesto di un metodo che prevedeva, in modo sistematico e ripetuto, l'autopsia dei luoghi e il lavoro sul campo: quella che il Nostro autodefinì, in una sua lettera, «geologia pedestre alla mia maniera» (Vai 2009a, pp. 51, 57).
Sin dalla metà degli anni Quaranta del XIX secolo, egli elaborò una teoria (poi da lui stesso abbandonata) circa l'esistenza di un antico lago a monte della stretta di Rivola, a cui il Re Tiberio sarebbe stato connesso. Si data al 1845, subito dopo quindi alle esperienze di Orlandi, una carta scarabelliana manoscritta, oggi presso la Biblioteca Comunale di Imola (Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128), che tenta una ricostruzione spaziale del presunto lago. Essa riporta in pianta lo sviluppo della Grotta del Re Tiberio (fig. 11): nonostante la scala molto ridotta, si individuano nettamente la galleria d'ingresso, la "Sala Gotica", la sezione iniziale del cosiddetto "ramo storico" (Piastra 2022b).
Tale rappresentazione del 1845 costituisce la più antica conosciuta in assoluto circa la nostra cavità, nonché il più antico rilievo, su base autoptica e in scala, di una cavità nei gessi italiani (la già discussa carta marsiliana di fig. 8 rappresenta infatti solo fenomeni carsici epigei).
Ancora, andrebbe approfondito se un simile record sia veramente solo italiano, piuttosto che europeo o addirittura mondiale.
Il rilievo della grotta di Kungur (Russia) (fig. 12) (Mattes 2022), nei gessi, opera in origine di Semjon Remesov (1703), poi rielaborato ed edito da A. Deleyre (1768), è sì precedente al rilievo scarabelliano della Grotta del Re Tiberio, ma esso è senza scala e mostra ampi tratti disegnati a tavolino e probabilmente fantasiosi (ad esempio i "frastagliati" ammassi gessosi delimitati dal reticolo carsico), non presentando dunque le caratteristiche tipiche del rilievo speleologico sul campo.
Per queste ragioni, il primato scarabelliano circa il Re Tiberio (1845) come possibile più antico rilievo, in senso attuale, di una grotta al mondo nei gessi resta, secondo noi, valido.
Nonostante questo possibile record, la fig. 11 fu senza dubbio una rappresentazione di lavoro dello scienziato imolese, che rimase interna al suo archivio personale poi confluito nella biblioteca imolese e che non ebbe praticamente diffusione pubblica all'epoca.
Risale al 1856 un nuovo rilievo manoscritto (pianta e sezione) della Grotta del Re Tiberio, firmato da Scarabelli e dal suo collaboratore Giacomo Tassina-



Fig. 11 – Biblioteca Comunale di Imola, *Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli*, 128, *Pianta dell'antico Lago della Valle del Senio*, 1845 (stralcio). Nella «Caverna» entro la Formazione Gessoso-solfifera (in rosa) va identificata la Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, Vena del Gesso romagnola), di cui si notano il tratto iniziale, la "Sala Gotica" e parte del "ramo storico". Si tratta del più antico rilievo in senso odierno, autoptico e in scala, di una cavità naturale nei gessi italiani. Tale primato potrebbe poi forse essere europeo o addirittura mondiale (da Piastra 2022b).



Fig. 12 – Rilievo della grotta di Kungur (Russia), ubicata entro gessi. Il rilievo originale, opera di Semjon Remesov nel 1703, fu rielaborato ed edito da A. Deleyre (1768). Sebbene antecedente al rilievo scarabelliano della Grotta del Re Tiberio (fig. 11), la carta pubblicata da Deleyre è senza scala e mostra ampi tratti disegnati a tavolino e probabilmente fantasiosi (ad esempio i "frastagliati" ammassi gessosi delimitati dal reticolo carsico), non presentando dunque le caratteristiche tipiche del rilievo speleologico sul campo. Per queste ragioni, il possibile primato della rappresentazione scarabelliana del Re Tiberio come più antico rilievo al mondo di una grotta nei gessi resta, secondo noi, valido.

ri (fig. 13): esso adotta, prima dell'Unità, il sistema metrico decimale, uniformandosi, in un'ottica politica e "nazionale", alla richiesta in tal senso avanzata in occasione dei Congressi degli Scienziati Italiani, a cui Scarabelli partecipò, volta a superare la babele di unità di misura pre-unitarie (Piastra 2022b). Più in generale, è comune in questa fase una saldatura fra ricerca e impegno politico: diverse figure sin qui analizzate (Scarabelli, Tassinari, Francesco Orsoni) ebbero un ruolo nelle vicende risorgimentali e post-unitarie locali e nazionali (Merlini 1999, pp. 37-49, 109-115; Merlini 2009; Lenzi 2011; Casalena 2012; Frontali, Soglia 2012, pp. 52, 114, 116; Mita 2012, pp. 130-131; Vai 2012; Busi 2019, pp. 23-24).

Luigi Bombicci (1833-1903) giunse all'Alma Mater nel 1861, nel mutato contesto post-unitario, assieme a una nuova schiera di docenti extra-bolognesi formatisi al di fuori dell'ex Stato della Chiesa (Felice 2003; Bargossi 2020). I suoi studi mineralogici si soffermarono frequentemente sui Gessi Bolognesi, e di nuovo sulle sezioni esposte dalle cave di Monte Donato (Bombicci 1890) (fig. 14): dopo secoli di frequentazione scientifica di tale affioramento, Guglielmo Jervis affermava che «(…) nel Bolognese il Monte Donato è classico per gli interessanti studi mineralogici sulle diverse forme cristalline della selenite fatte dai professori Domenico Santagata e Luigi Bombicci» (Jervis 1874, p. 140). Numerosi esemplari di gessi raccolti da Bombicci sono conservati presso il museo universitario UNIBO di mineralogia, che porta oggi il suo nome e da lui lungamente diretto.

Giovanni Capellini (1833-1922), formatosi a Pisa, fu probabilmente l'esponente di punta di questa ondata di nuove immissioni post-unitarie all'Alma Mater (Vai 2003b, pp. 25-26; Vai 2003c, pp. 301, 303; Vai 2009b, p. 12; Sassatelli 2015, p. 10), trovandosi cattedratico ad appena 27 anni. Capellini amò più le cariche politiche (di cui giungerà ai vertici) e l'organizzazione di eventi che la ricerca pura: emblematico della tendenza ad attribuirsi, almeno parzialmente, anche ricerche non sue è l'episodio circa gli esordi delle ricerche paletnologiche presso la Grotta del Farneto,

nei Gessi Bolognesi, su cui il geologo spezzino pubblicò la prima nota in assoluto (Capellini 1872), anche se lo scopritore era stato in realtà Francesco Orsoni. In relazione alle evaporiti bolognesi, tra i suoi meriti va riconosciuta una completa descrizione delle imponenti erosioni a candela presso il Buco omonimo (Capellini 1876).

Accanto alla geologia, con l'Ottocento si assiste a una nuova attenzione da parte dei botanici nei confronti degli affioramenti evaporitici: si diffonde, cioè, la consapevolezza del fatto che il substrato gessoso, gli assolati versanti esposti a sud, caratterizzati da microclima mediterraneo, e altri ambienti spiccatamente fresco-umidi (fondo delle doline, vicinanze di inghiottitoi o risorgenti), ospitino specie rare o rarissime. Si affacciò anche la teoria dell'esistenza di una specifica flora gipsofila, strettamente legata al chimismo dei gessi, più tardi revisionata entro l'alveo di una più ampia flora xerofila e calcifila (Zangheri 1959).

Antonio Bertoloni (1775-1868), professore di botanica presso l'Alma Mater, si dedicò alla pubblicazione di una flora complessiva dell'Italia, edita in latino in 10 volumi tra 1833 e 1854 (Bertoloni 1833-1854). In quest'opera sono esplicite le erborizzazioni fatte nei Gessi Bolognesi: a titolo di esempio tra i tanti possibili, di una Fabaceae come *Ononis cherleri* (oggi *Ononis pusilla*) è esplicitamente ricordata la raccolta «Bononiae a Montedonato prope fodinas gypsi» (Bertoloni 1833-1854, VII, p. 383).

Giuseppe Bertoloni (1804-1874), figlio di Antonio, gli subentrò sulla stessa cattedra. Di lui è nota una memoria che illustra un raro esemplare di legno fossile rinvenuto entro il gesso durante lavori di cava a Monte Donato (Bertoloni 1838).

Nel corso del XIX secolo la paletnologia regionale trovò una sede privilegiata di indagine all'interno delle cavità naturali nei gessi, applicando qui quelle metodologie stratigrafiche, da poco inventate, che fecero fare un vero salto di qualità alla ricerca archeologica: da un semplice "sterro" alla ricerca di reperti antichi, a un'indagine in cui ricostruire i processi avvenuti, collegando i reperti ai rispettivi strati di rinvenimento. Ancora, queste ricerche in grotta si ponevano nel più ampio dibattito del tempo tra moderna "archeologia preistorica" e vecchia "archeologia biblica" (Sassatelli 2011): in particolare, i siti umani nelle nostre grotte dimostravano una frequentazione con finalità solitamente differenti e in ambiti cronologicamente molto più recenti rispetto ai siti paleolitici europei in ambiente ipogeo.

E, significativamente, fu un geologo di formazione, il già analizzato Giuseppe Scarabelli, a "re-inventarsi" paletnologo e a portare avanti alcuni degli studi più importanti, issandosi al ruolo che Giovanni

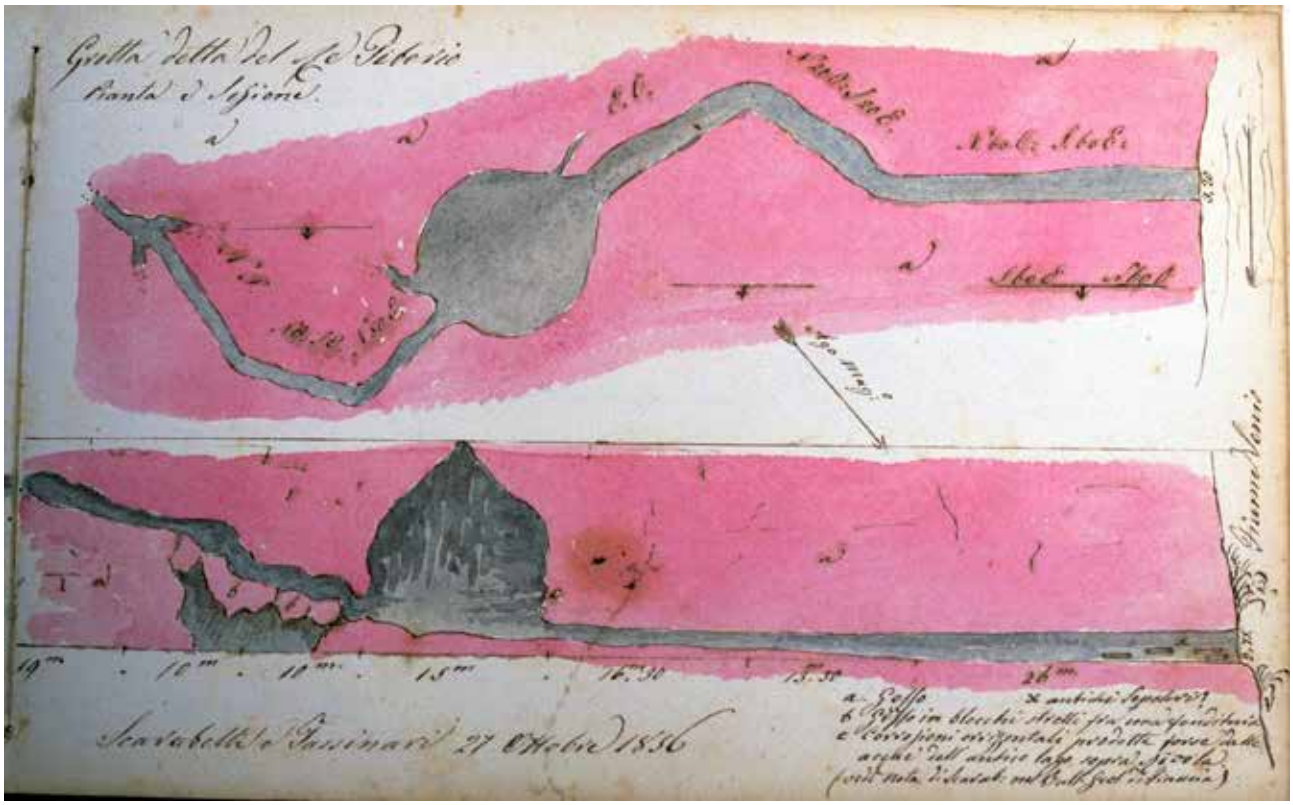


Fig. 13 – Biblioteca Comunale di Imola, *Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli*, 128, Giuseppe Scarabelli e Giacomo Tassinari, *Grotta detta del Re Tiberio. Pianta e sezione*, 27 ottobre 1856 (da Piastra 2022b). Pianta e sezione manoscritte della Grotta del Re Tiberio. Il nord è in basso a destra.

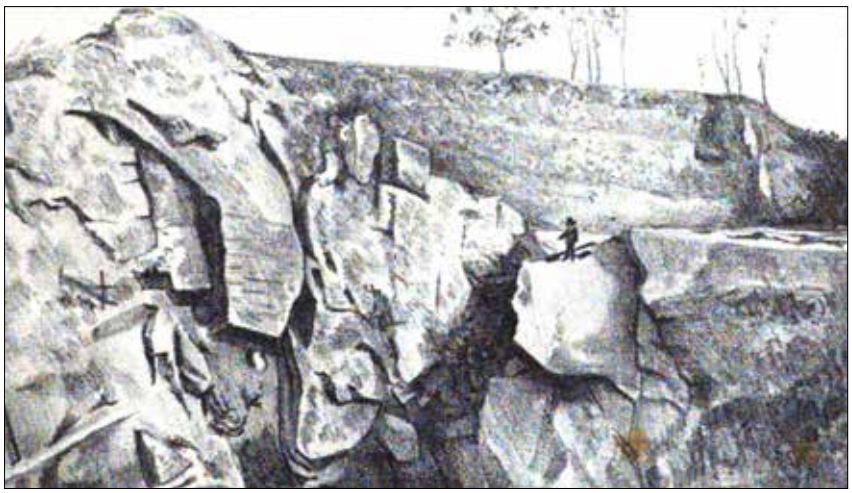


Fig. 14 – Fronte di una cava di gesso a Monte Donato in una pubblicazione di Luigi Bombicci (da Bombicci 1890). A circa 200 anni dalla pubblicazione di Luigi Ferdinando Marsili (1698) (fig. 3), l'avanzamento di tali siti estrattivi continuava a mettere in luce evidenze alla base di nuove scoperte per il mondo scientifico bolognese.

Gozzadini definì di «initiateur en Italie des études paléoethnologiques» (Gozzadini 1873, p. 9) e che Gabriel de Mortillet tratteggiò come «l'alfa et l'omega des préhistoriques italiens» (Guidi 2023, p. 11; Vai 2023a, p. 49): lo scienziato imolese aveva pubblicato un pionieristico articolo di tema preistorico già nel 1850 (Scarabelli 1850; cf. anche Cavani 2008, p. 202; Vai 2014, p. 33; Vai 2019).

Egli scavò a più riprese, con approccio stratigrafico, entro la già citata Grotta del Re Tiberio tra anni Sessanta e Settanta dell'Ottocento, ricostruendone la sequenza di frequentazione umana di lungo periodo e facendola assurgere a sito-chiave per le età dei metalli (Scarabelli 1872).

In una fase iniziale tali scavi furono condotti in coppia con Giacomo Tassinari (1812-1900), farmacista, naturalista, allievo di Antonio Bertoloni. Tassinari si occupò dapprima di botanica (a lui si deve la scoperta a Monte Mauro, nella Vena del Gesso, dell'unica stazione italiana di *Oeosporangium persicum*, già *Cheilanthes persica*, descritta dal suo maestro come *Acrostichum microphyllum*) (Piastra 2010), per poi firmare un articolo in francese su una rivista internazionale sulla prima fase delle indagini al Re Tiberio (Tassinari 1865), di cui possediamo anche la bozza manoscritta (fig. 15).

Gaetano Chierici (1819-1886) si dedicò in particolare allo studio delle terramare in area padana e a siti dell'Età del Rame. In relazione a quest'ultimo orizzonte cronologico, sin dal 1872 egli intraprese fondamentali ricerche entro la Tana della Mussina di Borzano (Chierici 1872), nei gessi messiniani reggiani, già visitata da Vallisneri alla fine del XVII secolo e già indagata l'anno precedente, ma in modo per nulla scientifico, da Antonio Ferretti. Egli lavorò in parallelo quasi perfetto rispetto a Scarabelli: il metodo adottato da entrambi permette tuttora una lettura della sequenza della frequentazione umana nei due siti; tutti e due curarono l'edizione delle rispettive ricerche in sedi ufficiali e prestigiose; entrambi non agirono isolati, ma in collaborazione con altri validi studiosi (Tassinari nel caso di Scarabelli; Pio Mantovani nel caso di Chierici); la documentazione da loro prodotta (campionamenti, diari di scavo, rilievi, fotografie) e la puntuale musealizzazione dei reperti rinvenuti presso i Musei Civici di Imola e di Reggio Emilia rendono ancora oggi possibile, a distanza di circa 150 anni dagli scavi, un aggancio tra materiali archeologici e stratigrafia (TiraBassi *et alii* 2020) (fig. 16). Si noti inoltre l'approccio "laico" ai temi pre-protostorici proposto da Chierici, quando l'autore era stato ordinato sacerdote sin dal 1842.

Francesco Orsoni (1849-1906) fu probabilmente la figura più atipica di questa stagione. Essenzialmente autodidatta, è ormai assodato come egli si fosse avvicinato ai Gessi Bolognesi anche e soprattutto nella speranza di scoprirvi depositi di zolfo coltivabili industrialmente, nel miraggio di impiantare in terra felsinea qualcosa di simile a quel distretto estrattivo che negli stessi anni, sfruttando la medesima Formazione Gessoso-solfifera, stava decollando nella Romagna orientale e nelle Marche, anche grazie a capitali di imprenditori di Bologna (Piastra 2016a). Da una lettera di Orsoni medesimo (Busi 2019, p. 19) sembra che furono proprio tali ricerche minerarie destinate a insuccesso a permettere ad Orsoni di identificare sul terreno la Grotta del Farneto e di iniziare a praticare qui scavi archeologici, e non un'incidentale curiosità per la cavità o il carsismo in generale. L'apporto di Orsoni va individuato nel suo lavoro diretto e in prima persona sul campo, a cui l'approccio stratigrafico non era del tutto estraneo (Lenzi 2014, p. 717), portato avanti negli anni spesso in solitudine e tramite l'autofinanziamento, sfociato infine nella consacrazione del Farneto come *il* sito paletnologico in grotta per antonomasia del Bolognese, a partire dall'ultimo quarto

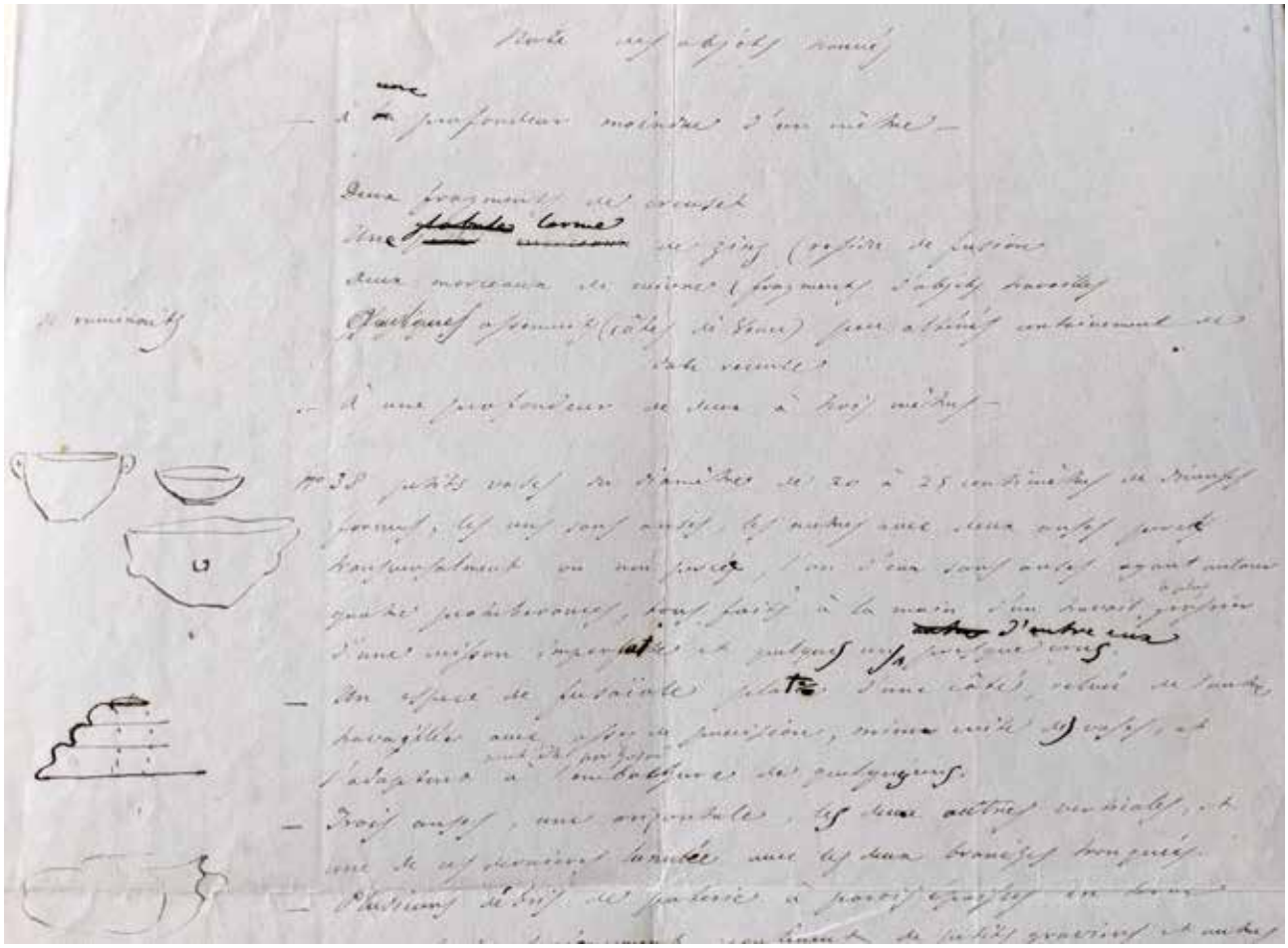


Fig. 15 – Biblioteca Comunale di Imola, *Archivio del Museo del Risorgimento di Imola*, 13.1, *Giacomo Tassinari. Lettere e documenti, Relazione sugli scavi nella capanna* [sic] *del Re Tiberio (1864-1865)*. Bozza manoscritta in francese di Giacomo Tassinari dell'articolo da lui pubblicato nel 1865 sulla rivista "Matèriaux pour l'Histoire de l'Homme", dedicato alle ricerche paletnologiche eseguite entro la Grotta del Re Tiberio (Tassinari 1865). A differenza della versione edita (priva di figure), la bozza manoscritta riporta, a margine, alcuni disegni tassinariani delle ceramiche più significative rinvenute durante gli scavi.

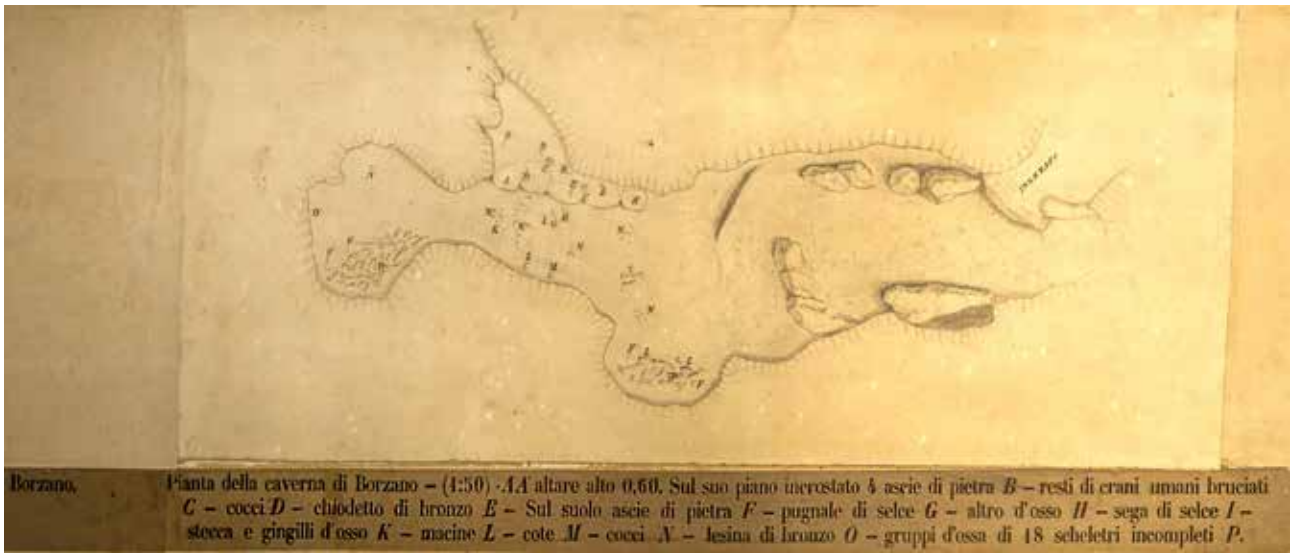


Fig. 16 – G. Chierici, Disegno illustrativo realizzato per l'Esposizione Generale Italiana di Torino (1884). Esso illustra le ricerche di Chierici effettuate all'interno della Tana della Mussina di Borzano nel decennio precedente (da TiraBassi *et alii* 2020, p. 279).

del XIX secolo meta di visite scientifiche e di più prosaiche scampagnate, immortalato in poesie o brani di letteratura (Piastra 2012; Piastra 2020).
In questa stagione, come accennato, alcune tecnologie o strumenti di lavoro si affacciarono sulla scena; Giuseppe Scarabelli fu tra i primi a tentarne un'applicazione nel campo delle sue ricerche (Marabini 1995, pp. 140-144): egli mise a punto (1890-1892) un orizo-clinometro, ossia uno strumento di misurazione dell'inclinazione degli strati; egli utilizzò le prime levate delle tavolette dell'Istituto Geografico Militare per trasformarle, coi pastelli, in moderne carte geologiche; sin dagli anni Sessanta del XIX secolo impiegò poi la fotografia, nata pochi decenni prima, per la documentazione di reperti o di siti all'aperto (fig. 17). Forse anche Giacomo Tassinari sperimentò in tempi pionieristici (1839-1840) il disegno fotogenico applicato a campioni botanici, peraltro forniti da Antonio Bertoloni (Mirri 2006, pp. 81, 85, nota 3; altri studi attribuiscono però tale sperimentazione non a Giacomo, bensì ai suoi fratelli Paolo o ancora, più verosimilmente, Sebastiano, a loro volta chimici e farmacisti: Frontali, Soglia 2012, pp. 140-142). Sempre Scarabelli, intuendo le potenzialità del trasporto ferroviario per fini di studio, pubblicò una modernissima guida scientifica per il «viaggiatore geologo», antesignana dell'odierno geoturismo, con itinerari lungo i collegamenti su rotaia dell'Italia centro-settentrionale: tra i siti raccomandati come da visitare figurava la Vena del Gesso romagnola (Mariani, Marabini 2004; Mariani *et alii* 2006, pp. 300-302).
Da ultimo, va sottolineato come, nel XIX secolo, si crei un dibattito pubblico e una vera e propria comunità scientifica locale collegati ai gessi, con al suo interno dinamiche di collaborazione, competizione, contestazione, discussione reciproca delle rispettive



Fig. 17 – Biblioteca Comunale di Imola, SCARA/FI E 1. Monte Tondo e la Grotta del Re Tiberio in un'immagine virata a seppia, di fotografo ignoto, del 1871 circa (da Piastra 2019c). Già appartenuta a Giuseppe Scarabelli, essa presenta una sua didascalia autografa. Lo scatto fu probabilmente presentato dallo scienziato imolese al V Congresso di Antropologia e Archeologia Preistoriche, tenutosi a Bologna nel 1871, dove egli discusse i risultati dei propri scavi archeologici effettuati l'anno precedente all'interno della cavità. Si tratta della più antica fotografia di una grotta nei gessi emiliano-romagnoli, o forse a livello italiano, oppure ancora europeo o addirittura mondiale.

pubblicazioni. In altre parole, in questa fase si amplificano le tendenze già viste *in nuce* in età moderna: se Vallisneri collaborava spesso *obtorto collo* con Marsili e contestava alcune affermazioni di Ramazzini, suo collega all'Università di Padova, nell'Ottocento Giuseppe Scarabelli, come abbiamo visto, discuteva privatamente le sue nuove teorie sulla genesi del gesso con Domenico Santagata (peraltro, figlio d'arte) e Giovanni Giuseppe Bianconi; sempre Scarabelli ebbe un rapporto travagliato con Giovanni Capellini (emblematiche al riguardo le lettere edite in Vai 2009a, pp. 53, 64-65, in Corsi 2009, pp. 113-114; si veda anche il bilancio in Vai 2023b, pp. 110-111), vero e proprio *dominus* dell'Università di Bologna, di cui fu Rettore dal 1885 al 1888 e ancora dal 1894 al 1895; Bianconi, che si dimise dall'Alma Mater quando Capellini fu nominato docente a Bologna (Vai 2009a, p. 48; Vai 2009b, p. 12; Vai 2023c, p. 210), polemizzò col geologo spezzino circa la datazione dei gessi del basso Appennino (Bianconi 1869); Francesco Orsoni si scontrò pubblicamente sempre con Capellini (Busi 2019, pp. 35, 94-96), a cui tentò poi di riavvicinarsi.

Soprattutto Scarabelli, che pubblicò sul tema, sin dagli anni giovanili, diversi contributi in francese (e non più in latino) su riviste di prestigio, puntò all'internazionalizzazione di tale dibattito. Ma più che le pubblicazioni furono due eventi scientifici tenutisi in rapida successione a Bologna a diffondere a livello mondiale teorie, risultati e conoscenza dei siti in relazione ai gessi emiliano-romagnoli: il primo fu il V Congresso di Antropologia e Archeologia Preistoriche (1871), di cui lo stesso Scarabelli fu nominato tra i Vice-Presidenti e Giovanni Capellini Segretario e a cui Chierici prese parte; nel 1881 si tenne il II Congresso Internazionale di Geologia, sotto la Presidenza di Capellini, in occasione del quale fu inaugurato il Museo geologico bolognese che oggi porta il nome dello scienziato spezzino (Vai 2002; Vai 2003c; Vai 2009b, p. 12; Vai 2023c, pp. 204-208) e fu fondata la Società Geologica Italiana.

Nel 1888 si tenne a Bologna un terzo evento culturale, più generalista e "italiano" rispetto ai due precedenti, ma anch'esso di grande rilevanza: le celebrazioni dell'VIII centenario dell'Alma Mater, di cui a quel tempo era Rettore proprio Capellini. In tale occasione si organizzarono visite guidate *ante litteram* alla Grotta del Farneto nei Gessi Bolognesi (Piastra 2012, p. 404; Piastra 2020).

Se molti esponenti erano docenti dell'Università di Bologna, in questi anni era anche possibile che *outsider* o figure non accademiche potessero interagire o persino contestare i professori dell'Alma Mater: Scarabelli, nonostante la frequenza giovanile di vari corsi universitari, non si laureò mai (ma la sua estrazione sociale, il suo impegno politico e soprattutto i notevoli risultati delle sue ricerche colmavano ampiamente questo *gap*); Orsoni ebbe una formazione molto più irregolare, non avendo mai conseguito quel titolo di «ingegnere» con cui veniva spesso qualificato (forse per vanità dello stesso Orsoni, o forse sulla scia della professionalità effettivamente tecnica di suo padre Luigi) (Busi 2019, pp. 17, 38).

Bibliografia

Aa.Vv. 1843, *Lettere di vari illustri italiani (…) al celebre abate Lazaro* [sic] *Spallanzani*, IX, Reggio Emilia.

G. Agricola 1530, *Bermannus, sive De re metallica*, Basileae.

G. Agricola 1546, *De ortu & causis subterraneorum lib. 5; De natura eorum quae effluunt ex terra lib. 4; De natura fossilium lib. 20; De veteribus & novis metallis lib. 2; Bermannus, sive De re metallica dialogus. Interpretatio Germanica vocum rei metallicae, addito indice foecundissimo*, Basileae.

G. Agricola 1550, *De la generatione de le cose, che sotto la terra sono, e de le cause de' loro effetti e nature. Lib. 5. De la natura di quelle cose, che da la terra scorrono. Lib. 4. De la natura de le cose fossili, e che sotto la terra si cavano. Lib 10. De le minere antiche e moderne. Lib. 2. Il Bermanno, o de le cose metallice* [sic]*, dialogo, recato tutto hora dal latino in buona lingua volgare*, Venezia.

U. Aldrovandi 1648, *Musaeum Metallicum*, Bononiae.

E. Altara 1995, *Tommaso Laghi (1709-1764)*, "Speleologia Emiliana" XXI, 6, pp. 23-24.

A. Bacci 1571, *De thermis*, Venetiis.

G.M. Bargossi 2020, *Luigi Bombicci, un moderno scienziato di fine Ottocento*, in G.B. Vai (a cura di), *Continuità della scuola geologica bolognese nel Novecento*, (Atti del Convegno, Bologna, 18 ottobre 2018), Bologna, pp. 137-140.

L. Bellesia, V. Ferretti 2020, *Una zecca di falsari nella Tana della Mussina di Borzano*, in I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di), *La Tana della Mussina di Borzano*, s.l., pp. 153-168.

S. Bergianti, B. Capaccioni, C. Dalmonte, J. De Waele, W. Formella, A. Gentilini, R. Panzeri, S. Rossetti, B. Sansavini 2013, *Progetto Life + 08 NAT/IT/000369 "GYPSUM". Primi risultati sulle analisi chimiche delle acque nei gessi dell'Emilia-Romagna*, in F. Cucchi, P. Guidi (a cura di), *Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia "Diffusione*

delle conoscenze", (Trieste 2-5 giugno 2011), Trieste, pp. 296-305.

A. Bertoloni 1833-1854, *Flora italica*, I-X, Bologna.

G. Bertoloni 1838, *Esposizione di due fatti dai quali i geologi possono trarre lumi per ispiegare l'oscura origine del gesso idrato (solfato di calce idrato) delle colline bolognesi*, "Annali di storia naturale" 2, pp. 76-80.

G.G. Bianconi 1840, *Storia naturale dei terreni ardenti, vulcani fangosi, sorgenti infiammabili, dei pozzi idropirici e di altri fenomeni geologici operati dal gas idrogeno e dell'origine di esso gas*, Bologna.

G.G. Bianconi 1869, *Osservazioni sopra i gessi di Monte Donato e sopra i loro fossili*, Bologna.

M.A. Bocchini Varani 1994, *Agricola and Italy*, "GeoJournal" XXXII, 2, pp. 151-160.

L. Bombicci 1890, *Sulle inclusioni di ciottoli probabilmente pliocenici o quaternari nei grossi e limpidi cristalli di selenite di Monte Donato (Bologna)*, "Memorie della Reale Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna" s. IV, X, pp. 540-563.

C. Busi 2019, *Francesco Orsoni. Storia di un bolognese, pioniere della Speleologia e dell'Archeologia Preistorica*, s.l.

S. Calindri 1781, *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico. Montagna e collina del territorio bolognese*, II, Bologna.

S. Calindri 1782, *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico. Montagna e collina del territorio bolognese*, III, Bologna.

G. Capellini 1872, *La Grotta dell'Osteriola*, "Rendiconti dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna" IX, pp. 66-68.

G. Capellini 1876, *Sui terreni terziari di una parte del versante settentrionale dell'Appennino*, "Rendiconti dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna" XIII, pp. 587-624.

M.P. Casalena 2012, *Scienziati, collezionisti e patrioti: Giuseppe Scarabelli e il mondo liberale imolese*, in R. Balzani, A. Varni (a cura di), *La Romagna nel Risorgimento. Politica, società e cultura al tempo dell'Unità*, Roma-Bari, pp. 472-485.

C. Catellani 1995, *Antonio Vallisneri 1661-1730*, "Speleologia Emiliana" XXI, 6, pp. 18-22.

V. Cavani 2008, *Note preliminari per una revisione della storia della paletnologia in Romagna. Le origini (1867-1891)*, "Ipotesi di Preistoria" I, 1, pp. 200-210.

E. Cavazza 2009, *Prime note sulle fonti di Poiano nei documenti storici dal XVII al XIX secolo*, in M. Chiesi, P. Forti (a cura di), *Il progetto Trias*, Bologna, pp. 37-50.

G. Chierici 1872, *Una caverna nel reggiano*, Reggio Emilia.

M. Chiesi, P. Forti 2009, *L'alimentazione delle fonti di Poiano*, in M. Chiesi, P. Forti (a cura di), *Il progetto Trias*, Bologna, pp. 69-98.

P. Corsi 2009, *La Scuola Geologica Pisana e i suoi rapporti con Pilla e Scarabelli*, in G.B. Vai (a cura di), *Il diamante e Scarabelli*, Imola, pp. 109-115.

J. De Waele, L. Piccini, A. Columbu, G. Madonia, M. Vattano, C. Calligaris, I.M. D'Angeli, M. Parise, M. Chiesi, M. Sivelli, B. Vigna, L. Zini, V. Chiarini, F. Sauro, R. Drysdale, P. Forti 2017, *Evaporite karst in Italy: a review*, "International Journal of Speleology" 46, 2, pp. 137-168.

A. Deleyre (a cura di) 1768, *Histoire générale des voyages*, XVIII, Parigi.

D. Demaria 1995, *Antonio e Domenico Santagata*, "Speleologia Emiliana" XXI, 6, pp. 41-42.

D. Demaria 2015, *La lucerna di Plinio*, in C. Guarnieri (a cura di), *Il vetro di pietra. Il lapis specularis nel mondo romano dall'estrazione all'uso*, Faenza, pp. 89-98.

P. Doderlein 1862, *Appunti storico-descrittivi della sorgente minerale salina di Pojano*, "Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena" IV, pp. 17-25.

G. Felice 2003, *Luigi Bombicci e la nascita della mineralogia locale*, "Quaderni del Savena" 6, pp. 13-24.

P. Forti, S. Marabini 2004, *Ulisse Aldrovandi and the very first description of Speleothems from Gypsum Karst of Bologna*, in P. Forti (a cura di), *Gypsum Karst Areas in the World: their protection and tourist development*, Bologna, pp. 61-64.

A. Frontali, A. Soglia 2012, *Tassinari miei… Storia di una famiglia di scienziati romagnoli*, Faenza.

F. Gaudiello 2011, *L'Inghiottitoio di Onferno*, "Sottoterra" L, 132, pp. 54-59.

D. Generali 2007, *Antonio Vallisneri. Gli anni della formazione e le prime ricerche*, Firenze.

B. Ghelfi 2012, *"Le pitture spontano al fine quel che non possono spuntare i nostri stenti, et le nostre fatiche". Doni artistici di Cesare d'Este a Rodolfo II (1598-1604)*, in E. Fumagalli, G. Signorotto (a cura di), *La corte estense nel primo Seicento. Diplo-*

mazia e mecenatismo artistico, Roma, pp. 94-134.

F. Gherli 1722, *I medicamenti posti alla pietra del paragone*, Venezia.

F. Gherli 1753, *Centuria prima di rare osservazioni di medicina*, Venezia.

G. Gozzadini 1873, [senza titolo], in *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques*, Bologna, pp. 1-11.

A. Guidi 2023, *Scarabelli nel contesto dell'archeologia preistorica europea*, in G.B. Vai (a cura di), *Scarabelli, un pioniere sempre!*, Imola, pp. 9-13

G. Jervis 1874, *I tesori sotterranei d'Italia. Parte seconda. Regione dell'Appennino*, Torino.

T. Laghi 1806, *Di un nuovo sale fossile scoperto nel Bolognese*, "Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano" T. 1, parte prima, pp. 207-212.

L. Legati 1677, *Museo Cospiano*, Bologna.

F. Lenzi 2011, *Archeologia e amor di patria: protagonisti, fatti e politica prima e dopo l'unificazione del paese*, in C. Collina, F. Tarozzi (a cura di), *...E finalmente potremo dirci italiani. Bologna e le estinte legazioni tra cultura e politica nazionale 1859-1911*, Bologna, pp. 293-310.

F. Lenzi 2014, *Scienza è Libertà. Francesco Orsoni: una figura non convenzionale nell'Archeologia Preistorica degli esordi*, in A. Guidi (a cura di), *150 anni di Preistoria e Protostoria in Italia*, (XLVI Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria), Roma, pp. 715-721.

F. Luzzini 2013, *Il miracolo inutile. Antonio Vallisneri e le scienze della Terra in Europa tra XVII e XVIII secolo*, Firenze.

F. Luzzini 2018, *Theory, Practice, and Nature In-between: Antonio Vallisneri's "Primi Itineris Specimen"*, Berlino (https://edition-open-sources.org/sources/9/index.html).

P. Macini, E. Mesini 2008, *Introduzione*, in G. Agricola, *De re metallica (1530-1556). Un dialogo sul mondo minerale e un trattato sull'arte dei metalli*, (a cura di P. Macini, E. Mesini), Bologna, pp. 7-24.

S. Macrì 2009, *Pietre viventi. I minerali nell'immaginario del mondo antico*, Torino.

A. Maggioli 1998, *Documenti inediti su Bartolomeo Barbieri da Castelvetro*, in A. Maggioli, P. Maranesi (a cura di), *Bartolomeo Barbieri da Castelvetro. Un cappuccino alla scuola di San Bonaventura*, Roma, pp. 405-622.

S. Marabini 1995, *L'esplorazione degli inediti geologici di Scarabelli: appunti per una biografia scientifica*, in M. Pacciarelli, G.B. Vai (a cura di), *La collezione Scarabelli*, I, *Geologia*, Bologna, pp. 105-147.

S. Marabini, L. Donati, G.B. Vai 2003, *Contratto di stampa fra Aldrovandi e il Senese 1594*, in G.B. Vai, W. Cavazza (a cura di), *Quadricentenario della parola Geologia – Ulisse Aldrovandi 1603 in Bologna*, Bologna, pp. 113-125.

S. Marabini, G.B. Vai 2003, *I primi studi di Marsili e Aldrovandi sulla geologia dei gessi negli Appennini*, in G.B. Vai, W. Cavazza (a cura di), *Quadricentenario della parola Geologia – Ulisse Aldrovandi 1603 in Bologna*, Bologna, pp. 187-203.

S. Mariani, S. Marabini 2004, *Guida del viaggiatore geologo nella regione Appennina compresa fra le Ferrovie Italiane Pistoja-Bologna, Bologna-Ancona, Ancona-Fossato:* Giuseppe Scarabelli, 1870, in *Geologia e Turismo. Opportunità nell'economia del paesaggio*, (Atti del Convegno), Bologna, pp. 99-101.

S. Mariani, A. Mazzini, E. Ravaioli 2006, *Le opere di Giuseppe Scarabelli nella Biblioteca comunale di Imola. 2. La Cartografia*, in M. Baruzzi (a cura di), *Una vita da scienziato. Carte e libri di Giuseppe Scarabelli nella Biblioteca comunale di Imola*, Imola, pp. 300-302.

L.F. Marsili 1698, *Dissertazione epistolare del fosforo minerale ò sia della pietra illuminabile Bolognese*, Lipsia.

L.F. Marsili 1930, *Storia naturale de' gessi e solfi delle miniere di Romagna* [ma il titolo completo del manoscritto marsiliano in realtà è *Storia Naturale De Gessi, e Solfi Delle miniere, che sono nella Romagna Fra Forlì, Meldola, Polenta, Cesena, e Sarsina*], (edizione a cura di T. Lipparini), in Comitato marsiliano (a cura di), *Scritti inediti di Luigi Ferdinando Marsili*, Bologna, pp. 187-211.

A. Masini 1650, *Bologna perlustrata*, Bologna.

J. Mattes 2022, *Mapping the invisible: knowledge, credibility and visions of earth in early modern cave maps*, "The British Journal for the History of Science" 55, 1, pp. 53-80.

M.A. Melli 1693, *Pohimation Marci Antonij Mellij Medicinae, & Philosophiae Doctoris de Terraemotu Aemiliano*, Ferrariae.

M.A. Melli 1708, *Tractatus medico-physicus de Terroemotu Tam in Genere, quam in Specie*, Foro Livii.

F. Merlini 1999, *Giuseppe Scarabelli. Storia di un uomo e di uno scienziato*, Imola.

F. Merlini 2009, *Giuseppe Scarabelli segreto: la cospirazione politica a Imola tra il 1848 e il 1864*, in G.B. Vai (a cura di), *Il diamante e Scarabelli*, Imola, pp. 123-144.

F. Milani 1980, *Minozzo negli sviluppi storici della pieve e podesteria*, II edizione, Reggio Emilia.

G.I. Molina 1776, *Compendio della Storia geografica, naturale, e civile del Regno del Chili*, Bologna.

S. Mirri 2006, *Le fotografie*, in M. Baruzzi (a cura di), *Una vita da scienziato. Carte e libri di Giuseppe Scarabelli nella Biblioteca comunale di Imola*, Imola, pp. 79-112.

P. Mita (a cura di) 2012, *Carte per la Patria nel Museo del Risorgimento di Imola*, Imola.

G.I. Molina 1821, *Memorie di storia naturale*, Bologna.

A. Neviani 1931, *Luigi Ferdinando Marsili e le sue Collezioni mineralogiche*, "Atti della Pontificia Accademia delle Scienze. Nuovi Lincei" LXXXIV, pp. 531-580.

G. Orlandi 1845, *Riolo e le sue acque minerali. Lettere descrittive*, Bologna.

S. Pellegrini, S. Lugli, S. Piastra 2020, *Le ricerche di Fernando Malavolti sulle orme di Gaetano Chierici. I taccuini inediti*, "Bullettino di Paletnologia Italiana" 100, I, pp. 167-174.

S. Piastra 2003a, *Il rio della Doccia (Gessi di Brisighella) nelle descrizioni di alcune opere a stampa del XVII e XVIII secolo*, "Ravenna studi e ricerche" X, 1, pp. 209-224.

S. Piastra 2003b, *La cultura scientifica a Faenza tra XVII e XVIII secolo: Marco Antonio Melli ed i suoi trattati sui terremoti*, "Manfrediana. Bollettino della Biblioteca Comunale di Faenza" 37, pp. 12-22.

S. Piastra 2008, *La Vena del Gesso romagnola nella cartografia storica*, Faenza.

S. Piastra 2010, *Giacomo Tassinari, un'escursione didattica sulla Vena del Gesso e un'inedita pianta della rocca di Monte Mauro (1875)*, in S. Piastra (a cura di), *Una vita dalla parte della natura. Studi in ricordo di Luciano Bentini*, Faenza, pp. 95-105.

S. Piastra 2012, *I gessi del Bolognese tra natura e cultura*, in D. Demaria, P. Forti, P. Grimandi, G. Agolini (a cura di), *Le grotte bolognesi*, Bologna, pp. 402-416.

S. Piastra 2013, *La Tana del Re Tiberio: un deposito di memorie tra natura e cultura*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di), *I Gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Faenza, pp. 403-450.

S. Piastra 2016a, *Lo zolfo romagnolo tra natura e cultura*, in M.L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *Gessi e solfi della Romagna orientale*, Faenza, pp. 549-617.

S. Piastra 2016b, *L'estrazione del gesso nella Romagna orientale tra passato e presente*, in M.L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *Gessi e solfi della Romagna orientale*, Faenza, pp. 515-548.

S. Piastra 2016c, *Aree urbane su gesso della Romagna orientale. Temi geografici*, in M.L. Garberi, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *Gessi e solfi della Romagna orientale*, Faenza, pp. 483-514.

S. Piastra 2018a, *Rappresentazioni cartografiche storiche del carsismo nei gessi emiliano-romagnoli*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *"...nel sotterraneo Mondo". La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, (Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), s.l., pp. 179-184.

S. Piastra 2018b, *Alle origini della frequentazione a fini scientifici delle cavità emiliano-romagnole. Antonio Vallisneri e i gessi messiniani reggiani*, in P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di), *"...nel sotterraneo Mondo". La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, (Atti del Convegno, Brisighella, 6-7 ottobre 2017), s.l., pp. 15-20.

S. Piastra 2018c, *Fernando Malavolti e i gessi messiniani reggiani. Nuovi dati sulla Grotta di Terenzano (Scandiano)*, in S. Pellegrini, C. Zanasi (a cura di), *Fernando Malavolti. I diari delle ricerche 1935-1948*, Firenze, pp. 105-108.

S. Piastra 2019a, *I Gessi di Monte Mauro tra natura e cultura*, in M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Monte Mauro. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Bologna, pp. 657-703.

S. Piastra 2019b, *I gessi dell'Emilia-Romagna tra natura e cultura. Una sintesi regionale*, in D. Gullì, S. Lugli, R. Ruggieri, R. Ferlisi (a cura di), *GeoArcheoGypsum 2019. Geologia e Archeologia del gesso dal* lapis specularis *alla scagliola*, (Atti del Convegno), s.l., pp. 411-425.

S. Piastra 2019c, *L'importanza della fotografia storica nell'analisi territoriale. Casi di studio nei Gessi di Monte Mauro e Monte della Volpe*, in M. Costa, P.

Lucci, S. Piastra (a cura di), *I Gessi di Monte Mauro. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Bologna, pp. 631-656.

S. Piastra 2020, *Farneto crocevia di storie e vicende. Note a margine di un recente volume di Claudio Busi su Francesco Orsoni*, "Speleologia Emiliana" XLI, 11, pp. 159-169.

S. Piastra 2022a, *Il sistema carsico di Onferno e alcune suggestioni letterarie e artistiche. Una revisione critica*, "Speleologia Emiliana" XLII, pp. 103-109.

S. Piastra 2022b, *Giuseppe Scarabelli e la Grotta del Re Tiberio. I rilievi cartografici*, in M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), *La Grotta del Re Tiberio. Valori ambientali e valori culturali*, (Atti del Convegno), Bologna, pp. 165-182.

B. Ramazzini 1703, *De morbis artificum diatriba*, (II edizione), Ultrajecti.

M. Romano, R.L. Cifelli, G.B. Vai 2016, *The first geological map: an Italian legacy*, "Italian Journal of Geosciences" 135, pp. 261-267.

O. Rombaldi 1989, *Cesare d'Este al governo dei ducati estensi (1598-1628)*, Modena.

A. Santagata 1835, *Iter ad montem vulgo della Rocca*, Bononiae.

A. Santagata 1850, *Iter ad montem vulgo Donato*, "Memorie della Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna" I, pp. 337-345.

D. Santagata 1845, *Dei gessi e della formazione dello zolfo in Perticara*, "Nuovi Annali delle Scienze Naturali di Bologna" 4, pp. 358-381.

D. Santagata 1850, *Delle metamorfosi del calcare compatto nel Bolognese*, "Memorie della Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna" II, pp. 113-140.

D. Santagata 1860, *Dei cristalli di gesso nelle argille del Bolognese*, "Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna", s. III, 4, pp. 55-71.

G. Sassatelli 2011, *Archeologia e Risorgimento. La scoperta degli Etruschi a Bologna*, "Storicamente" 7, (http://www.storicamente.org).

G. Sassatelli 2015, *Archeologia e preistoria: alle origini della nostra disciplina. Il Congresso di Bologna del 1871 e i suoi protagonisti*, Bologna.

M. Savonarola 1485, *De balneis et thermis naturalibus omnibus Italiae*, s.l.

G. Scarabelli 1850, *Intorno alle armi antiche di pietra dura che sono state raccolte nell'Imolese*, "Nuovi Annali delle Scienze Naturali di Bologna" III, 2, pp. 258-266.

G. Scarabelli 1851, *Sur la formation miocène (terrain tertiaire myen) du versant NE de l'Apennin de Bologne à Sinigaglia*, "Bullettin Société Géologique de France" II, 8, pp. 239-251.

G. Scarabelli 1864, *Sui gessi di una parte del versante N. E. dell'Appennino*, Imola.

G. Scarabelli 1872, *Notizie sulla caverna del Re Tiberio. Lettera del Senatore G. Scarabelli al Chiarissimo Signor Professore Antonio Stoppani (Nella Seduta del 25 febbrajo 1872)*, "Atti della Società Italiana di Scienze Naturali" XIV, 15, estr. con num. propria.

G. Sgarzi 1864, *Di un metodo di correzione delle acque potabili selenitose applicato a quelle di Bologna*, "Memorie dell'Accademia delle Scienze Istituto di Bologna" s. II, IV, pp. 73-87.

R. Skeates 2000, *The Collecting of Origins. Collectors and Collections of Italian Prehistory and the Cultural Transformation of Value (1550-1999)*, Oxford.

L. Spallanzani 1934, *Viaggio a Costantinopoli*, (Opere di Lazzaro Spallanzani, V, 1), Milano.

L. Spallanzani 1994, *Lezioni. Parte seconda*, (a cura di P. Di Pietro), I, Modena.

G. Tassinari 1865, *Fouilles dans la Grotta del Re Tiberio près Imola, Italie*, "Matèriaux pour l'Histoire de l'Homme" I, pp. 484-486.

I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di) 2020, *La Tana della Mussina di Borzano*, s.l.

G. Trenti 1998, *P. Bartolomeo da Castelvetro e gli estensi: un cappuccino alla corte di Francesco II e di Rinaldo I*, in A. Maggioli, P. Maranesi (a cura di), *Bartolomeo Barbieri da Castelvetro. Un cappuccino alla scuola di San Bonaventura*, Roma, pp. 39-61.

A. Turchini 2000, *Il tempio malatestiano, Sigismondo Pandolfo Malatesta e Leon Battista Alberti*, Cesena.

E. Vaccari 2008, *Antonio Vallisneri, Luigi Ferdinando Marsili e la "Struttura de' Monti"*, in D. Generali (a cura di), *Antonio Vallisneri. La figura, il contesto, le immagini storiografiche*, Firenze, pp. 391-432.

G.B. Vai 2002, *Giovanni Capellini and the origin of the International Geological Congress*, "Episodes" 25, 4, pp. 248-254.

G.B. Vai 2003a, *Il Testamento di Ulisse Aldrovandi e l'introduzione della parola 'Geologia' nel 1603*, in G.B. Vai, W. Cavazza (a cura di), *Quadricentenario della parola Geologia – Ulisse Aldrovandi 1603 in Bologna*, Bologna, pp. 65-110.

G.B. Vai 2003b, *Giovanni Capellini e l'archeologia geologica*, "Quaderni del Savena" 6, pp. 25-36.

G.B. Vai 2003c, *Giovanni Capellini e la nascita del Congresso Geologico Internazionale*, in G.B. Vai, W. Cavazza (a cura di), *Quadricentenario della parola Geologia – Ulisse Aldrovandi 1603 in Bologna*, Bologna, pp. 301-315.

G.B. Vai 2009a, *Lettere di Giuseppe Scarabelli a Domenico Santagata conservate all'Archiginnasio di Bologna*, in G.B. Vai (a cura di), *Il diamante e Scarabelli*, Imola, pp. 45-66.

G.B. Vai 2009b, *Museo geologico Giovanni Capellini. Breve storia per immagini*, Bologna.

G.B. Vai 2012, *La 'Nostra Italia' dei geologi*, in *Uomini e ragioni: i 150 anni della geologia unitaria*, (Atti della sessione F4, Geoitalia 2011, VIII Forum di Scienze della Terra, Torino, 23 settembre 2011), Roma, pp. 39-56.

G.B. Vai 2014, *Geologia e archeologia preistorica: i pionieri europei prima del 1860*, in A. Guidi (a cura di), *150 anni di Preistoria e Protostoria in Italia*, (XLVI Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria), Roma, pp. 31-40.

G.B. Vai 2019, *The Origin of Prehistoric Archaeology*, "Earth Sciences History" 38, 2, pp. 327-356.

G.B. Vai 2023a, *Le lettere di B. Gastaldi e G. de Mortillet a G. Scarabelli nella Biblioteca comunale di Imola: un carteggio dimezzato e la priorità scarabelliana riconosciuta*, in G.B. Vai (a cura di), *Scarabelli, un pioniere sempre!*, (Atti del Convegno), Imola, pp. 27-52.

G.B. Vai 2023b, *Lettere di Giuseppe Scarabelli a Giovanni Capellini nella Biblioteca dell'Archiginnasio a Bologna (1864-1904)*, in G.B. Vai (a cura di), *Scarabelli, un pioniere sempre!*, (Atti del Convegno), Imola, pp. 53-113.

G.B. Vai 2023c, *Giovanni Capellini (1833-1922), meteora fugace e stella fissa nella memoria?*, in G.B. Vai (a cura di), *Scarabelli, un pioniere sempre!*, (Atti del Convegno), Imola, pp. 197-230.

G.B. Vai, W. Cavazza 2006, *Ulisse Aldrovandi and the origin of geology and science*, in G.B. Vai, W.G.E. Caldwell (edited by), *The Origins of Geology in Italy*, Boulder.

L.F. Valdrighi 1891, *Il libro di canto e liuto di Cosimo Bottegari*, Firenze.

A. Vallisneri 1715, *Lezione accademica intorno all'origine delle fontane*, Venezia.

A. Vallisneri 1728a, *Estratto di Notizie del Sig. Antonio Vallisneri al Sig. Diacinto* [sic] *Cestoni intorno l'Erba Fumana*, in A. Vallisneri, *Raccolta di varie osservazioni spettanti all'Istoria Medica, e Naturale*, Venezia, pp. 30-36.

A. Vallisneri 1728b, *Altre Osservazioni Naturali*, in A. Vallisneri, *Raccolta di varie osservazioni spettanti all'Istoria Medica, e Naturale*, Venezia, pp. 138-146.

A. Vallisneri 2004, *Quaderni di osservazioni*, (a cura di C. Pennuto), I, Firenze.

P. Zangheri 1959, *Romagna fitogeografica*, IV, *Flora e vegetazione della fascia gessoso-calcarea del basso Appennino romagnolo*, Faenza.

Siti internet

https://www.vallisneri.it/.

https://www.vallisneri.it/inventario.shtml.

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Storia della speleologia nelle evaporiti dell'Emilia-Romagna (XX e XXI sec.)

Mauro Chiesi[1], Massimo Ercolani[2], Paolo Forti[3], Paolo Grimandi[4], Piero Lucci[5]

Riassunto
Nel secolo XX, con la nascita dei primi gruppi organizzati, la speleologia subisce una trasformazione epocale: infatti, da attività isolata condotta per lo più da singoli studiosi, rapidamente si tramuta in un'attività coordinata e programmata da gruppi di giovani affascinati dal mondo sotterraneo. Gli effetti di questa rivoluzione si fanno evidenti già negli anni trenta del secolo scorso con la scoperta dei primi grandi sistemi carsici regionali. Gli esiti più eclatanti si hanno però nei decenni successivi al secondo conflitto mondiale, quando il numero dei gruppi speleologici cresce e nasce anche un coordinamento regionale grazie alla Federazione Speleologica dell'Emilia-Romagna. Dopo una pausa di circa un decennio, riprendono, a partire degli anni novanta del secolo scorso, le esplorazioni nelle evaporiti regionali: con determinazione e tenacia vengono esplorati nuovi, grandi complessi sotterranei che consentono di acquisire nuove, vaste conoscenze. Di conseguenza, in stretta collaborazione con scienziati e studiosi delle principali istituzioni scientifiche regionali, si rilanciano gli studi scientifici, che, mai come oggi, appaiono vitali e forieri di importanti sviluppi.

Parole chiave: Carsismo nei gessi e gessi–anidriti regionali, esplorazioni speleologiche, associazionismo speleologico, salvaguardia ambientale.

Abstract
During the 20th century, following the foundation of caving clubs, speleology underwent a drastic and quick change: from an activity carried on by single scholars to a systematic and team activity. Since the 1930s, this led to the discovery of new karst systems; after WWII, with a larger number of speleologists involved and the foundation of a regional federation of caving clubs in Emilia-Romagna, projects and findings boomed. After a decade of hiatus, from the 1990s we had a new phase of explorations in the evaporites of the Emilia-Romagna Region: new large systems were discovered. On the basis of a close collaboration with the leading scientific institutions in the region, scientific projects are currently flourishing, with new future perspectives.

Keywords: *Regional gypsum and gypsum-anhydrite karst, speleological esxplorartions, Caving Clubs, environmental protection.*

Introduzione

Verso la fine del XIX secolo la speleologia mondiale subisce una trasformazione radicale, grazie a due pionieri: il francese Eduard Alfred Martel e l'italiano Eugenio Boegan.

Infatti, fino ad allora, l'esplorazione e lo studio delle cavità naturali erano attività per lo più sporadiche, praticate a livello personale da pochi naturalisti e scienziati, scarsamente collegati tra loro. Ma già ai primi del novecento essa diviene un'attività organizzata e coordinata che coinvolge, non solo accademici, ma anche persone di ogni cultura e ceto sociale.

Martel, per primo, definisce lo studio delle cavità naturali come "scienza delle caverne", conia il termine "speleologia" e per oltre 40 anni si dedica all'esplorazione e allo studio delle grotte (più di mille quelle da lui visitate e in parte studiate), non solo in Francia, ma in quasi tutta Europa. Nel 1895, a Parigi, sempre Martel fonda la *Société de Spéléologie*, un'organizzazione scientifica che pubblica regolarmente articoli nel suo periodico *Spelunca*. Grazie alla creazione di questa società ottiene il riconoscimento internazionale della speleologia intesa come scienza ed è il motivo essenziale per cui è considerato il fondatore della moderna speleologia.

[1] Società Speleologica Italiana; Gruppo Speleologico Paletnologico Gaetano Chierici, Reggio Emilia; maurochiesi3@gmail.com

[2] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano-RA; massimoercolani55@gmail.com

[3] Istituto Italiano di Speleologia; Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese; Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; paolo.forti@unibo.it

[4] Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese; pinodilamargo42@gmail.com

[5] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano-RA; pierolucci@libero.it

Quasi negli stessi anni, a Trieste, è attivo Eugenio Boegan che però, a differenza di Martel, si dedica quasi esclusivamente all'esplorazione delle grotte del Carso triestino: va a suo merito l'aver intuito che l'attività speleologica e l'esplorazione delle cavità naturali non possono essere efficacemente sviluppate al di fuori di un gruppo organizzato. Per questo motivo, da giovanissimo e con altri suoi coetanei, fonda il piccolo *Club Alpino dei Sette* che, nel 1893, confluisce nella *Società Alpina delle Giulie* di Trieste, assumendo la denominazione di *Commissione Grotte*, che risulterà poi il capostipite mondiale dei gruppi speleologici. Sempre a Boegan si deve l'organizzazione, in Venezia Giulia, del primo catasto delle cavità naturali: oggi basilare e diffuso strumento di documentazione dell'attività speleologica.
Sull'esempio di Boegan e Martel, alla fine dell'ottocento e ancor più nei primi decenni del novecento, nuovi gruppi speleologici nascono in tutta Europa e quindi anche in Italia, soprattutto nelle vicinanze delle principali aree carsiche allora conosciute.
Nel 1903, all'Università di Bologna vede la luce la *Società Italiana di Speleologia*, fondata da quattro studenti di scienze naturali, che però ha vita effimera, cessando la sua esistenza due anni dopo.
In realtà, pur essendo storicamente un'area in cui gli studi pionieristici sul carsismo sono, da sempre, all'avanguardia, l'Emilia-Romagna, risente assai meno della novità rappresentata dalla nascita dei gruppi speleologici: infatti le prime vere associazioni speleologiche locali saranno fondate solamente a partire dagli anni trenta del novecento.
Del resto, l'Emilia-Romagna è una regione relativamente povera di aree carsiche, che si sviluppano quasi esclusivamente, nelle evaporiti, formazioni che gli stessi "carsologi" considereranno, a lungo, sede di fenomeni "minori" rispetto a quelli, ben più vasti, che si sviluppano in rocce calcaree.
A seguito di ciò si diffonde ben presto, tra gli speleologi dell'Emilia Romagna, l'errata opinione che la maggior parte dei fenomeni carsici nelle evaporiti regionali sia ormai esplorata e studiata e, pertanto, ben difficilmente il futuro potrà riservare sorprese.
A partire dagli anni ottanta, le esplorazioni, condotte con determinazione e tenacia, hanno invece messo in luce nuovi, grandi complessi sotterranei. Ciò ha consentito di acquisire vaste conoscenze, rilanciando di conseguenza gli studi scientifici, che, mai come oggi, appaiono vitali e forieri di importanti sviluppi.
Contemporaneamente, a partire dagli anni settanta e senza soluzione di continuità, la comunità speleologica regionale è chiamata ad affrontare complesse

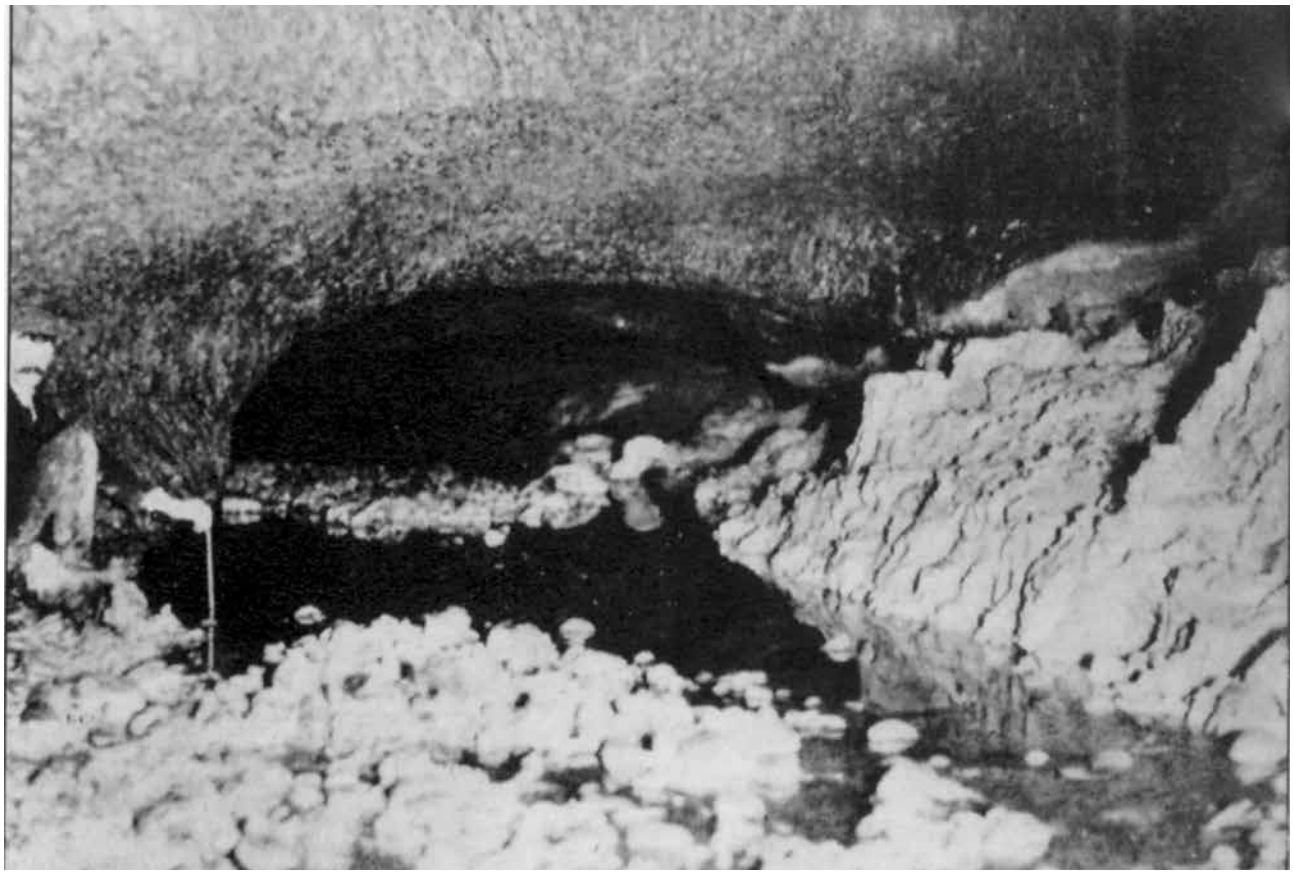


Fig. 1 – La prima immagine fotografica di una grotta nei gessi, scattata fra il 1903 e il 1919 da Giorgio Trebbi alla Risorgente dell'Acquafredda.

problematiche ambientali, in particolare per quanto riguarda la distruzione del patrimonio carsico ad opera delle cave di gesso, più che mai all'ordine del giorno anche in relazione al futuro del riconoscimento UNESCO.
In sostanza: decenni di esplorazioni e studi condotti dagli speleologi, con il fondamentale contributo di scienziati e studiosi delle principali istituzioni scientifiche regionali, stanno alla base del clamoroso successo che ha condotto la regione italiana con minor sviluppo areale di zone carsiche ad aver inserite queste ultime nella lista dei *World Heritage* UNESCO.

La speleologia regionale agli inizi del novecento

All'Università di Bologna, il 5 luglio 1903, quattro studenti di Scienze Naturali: Carlo Alzona, Ciro Barbieri, Michele Gortani e Giorgio Trebbi, fondano la *Società Italiana di Speleologia* e il suo organo di stampa: la *Rivista Italiana di Speleologia*. Il torinese Carlo Alzona (1881-1961), medico ed appassionato entomologo, sarà autore di alcune pubblicazioni che illustrano gli esiti delle sue ricerche nelle grotte del bolognese e dei Monti Berici. Michele Gortani (1883-1966) acquisterà vasta fama come geologo e speleologo: diverrà Preside dell'Istituto di Geologia di Bologna e dell'Istituto Italiano di Speleologia, con sede a Postumia e, nel dopoguerra, a Bologna.
Sarà tuttavia Giorgio Trebbi (1880-1960), laureatosi in Scienze naturali ad indirizzo geologico nel 1905, a compiere le prime esplorazioni sistematiche delle grotte nei gessi del bolognese.
Trebbi si inoltra nel Buco del Freddo, a Gesso di Zola Predosa, nelle grotte di Gaibola, fino a discendere nelle cavità a sviluppo subverticale disseminate sull'altopiano della Croara. Individua queste ultime come appartenenti ad un unico fenomeno carsico profondo, alimentato dagli apporti delle cavità situate nella Valle cieca dell'Acquafredda e nella grande dolina della Spipola. Con l'impiego di traccianti dimostra la loro appartenenza ad un unico sistema sotterraneo le cui acque si versano nel Torrente Savena. Dopo aver tentato invano di accedervi da monte, cioè dalla Valle cieca, focalizza la sua attenzione sul suo punto terminale: la Risorgente dell'Acquafredda che gli consente di risalire il torrente ipogeo per circa 400 metri, attraversando vasti ambienti intercalati a cunicoli semiallagati.
Alla minuziosa e non banale esplorazione della grotta faranno seguito, nel 1911, il rilievo topografico ed una serie di osservazioni scientifiche sui riempimenti, le ricristallizzazioni e le pisoliti. Esse comprenderanno il monitoraggio e la misurazione delle portate, analisi fisico-chimiche e le prime fotografie di una cavità nei gessi (fig. 1). Lo studio completo vedrà la luce nel 1926, sul Giornale di Geologia. (Trebbi 1926).

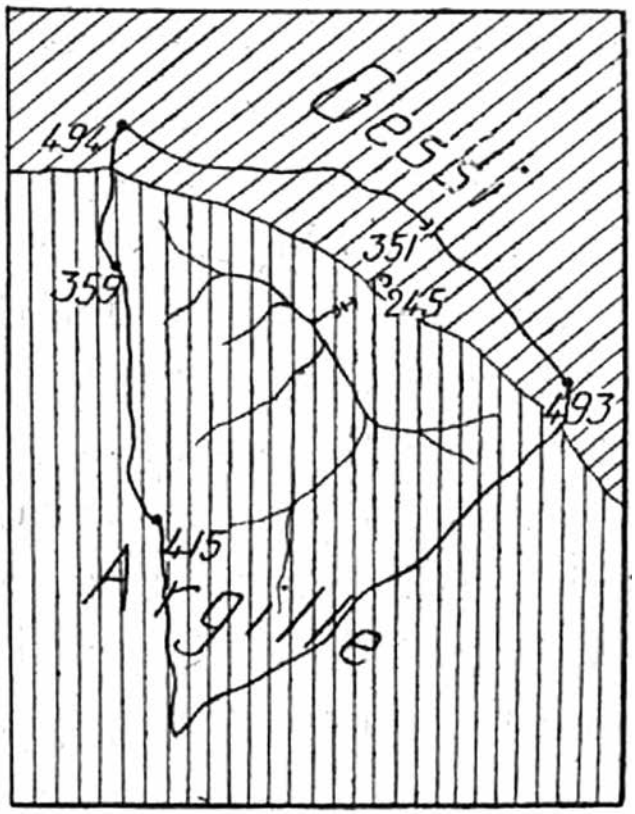


Fig. 2 – "*Il bacino del Re d-s'-terra.* Scala 1:50000. Dalla carta militare con aggiunte rilevate a vista" (da De Gasperi 1912).

La *Rivista Italiana di Speleologia* avrà tuttavia breve durata: con il quinto numero, del 1904, di cui Trebbi è redattore, cessano infatti le pubblicazioni e l'anno seguente si estingue anche la Società.

Si devono a Giovanni Battista De Gasperi, geografo friulano prematuramente scomparso nel corso della I guerra mondiale le prime ricerche speleologiche nella Vena del Gesso romagnola, confinate nell'area di Monte Mauro compresa tra i Torrenti Senio e Sintria. Ricerche limitate però ad "una breve escursione" effettuata nel dicembre 1911 (De Gasperi 1912).
Nonostante il poco tempo dedicato, De Gasperi riporta una serie di osservazioni che costituiscono un primo, puntuale, inquadramento speleologico dell'area in questione.
In particolare il geografo friulano descrive la Valle del Re-d-s'-terra (Rio di Sotto Terra), il cui corso d'acqua sarà successivamente cartografato dai geografi dell'IGM come "Rio Stella", definendola "assai interessante, forse il più interessante fra i fenomeni osservati in questa zona di gessi" (fig. 2). Egli individua il punto in cui le acque scompaiono sottoterra, ma non riesce a penetrare nell'inghiottitoio per raggiungere il percorso ipogeo del rio.
De Gasperi descrive la Grotta del Re Tiberio, esegue il rilievo di un lungo tratto, formula ipotesi sulla sua

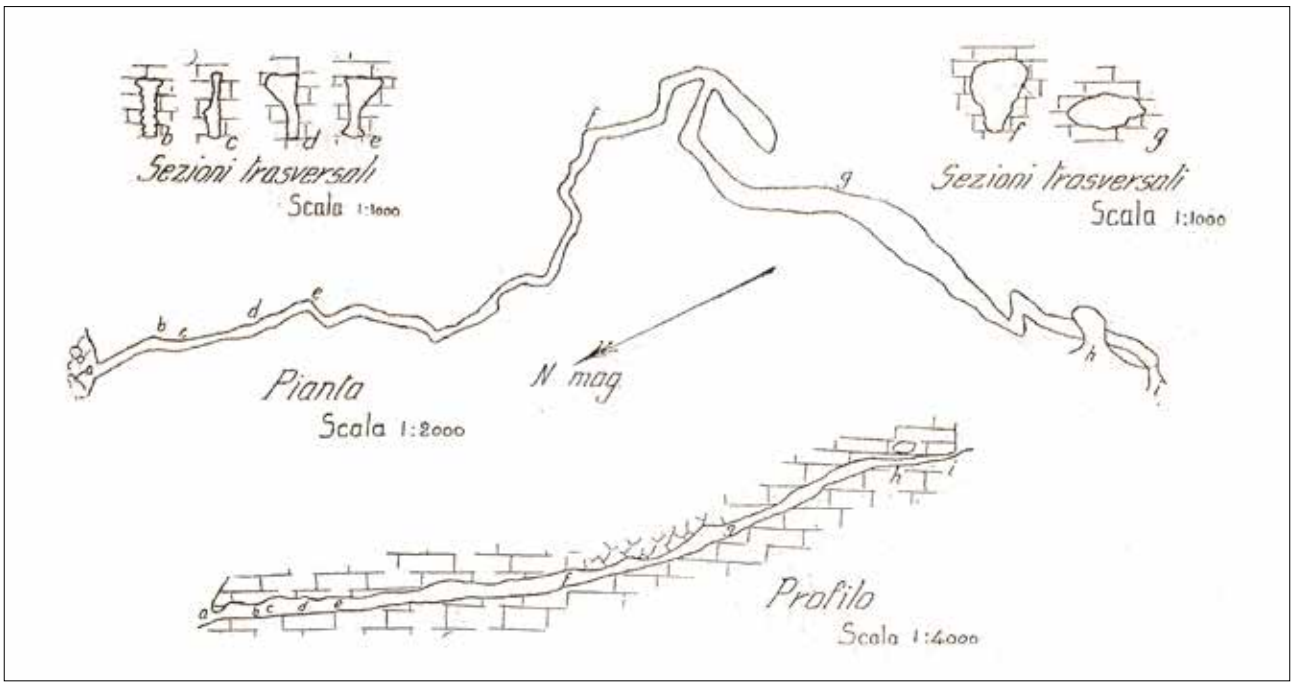


Fig. 3 – Il primo rilievo della Grotta di Onferno eseguito da Ludovico Quarina nel 1916.

genesi e prefigura esplorazioni che saranno effettivamente realizzate soltanto un'ottantina di anni dopo.
Anche nei gessi della Romagna orientale, è sempre il geografo friulano ad occuparsi per primo dei fenomeni carsici lì presenti. (De Gasperi, Quarina 1914). De Gasperi fa cenno ad una grotta "sulla destra del rio che scende dal M. Guelfo lungo il confine della repubblica [di San Marino], ad ovest delle Ville, fra la confluenza dei due rivi che vi sfociano da sinistra e da destra". Si tratta della Grotta del Pontaccio, prima cavità nei gessi della Romagna orientale a essere esplorata, descritta e rilevata.
Qualche anno dopo, spetta a Ludovico Quarina, naturalista, di cui poco o nulla si conosce sia della vita che dell'attività, descrivere il tratto principale e tracciare un primo rilievo della Grotta di Onferno, di gran lunga la cavità più nota dell'area (Quarina 1916) (fig. 3).
Successivamente alle esplorazioni di De Gasperi, è il geografo Olinto Marinelli, agli inizi del secolo scorso, il primo a inquadrare, in un contesto scientifico, i fenomeni carsici nei gessi regionali con la clamorosa esclusione dei gessi reggiani, evidentemente sfuggiti all'attenzione del geografo.
Marinelli ha però poca conoscenza diretta delle aree gessose regionali, limitandosi, in gran parte, a citare quanti, prima di lui, hanno effettivamente visitato ed esplorato le cavità lì presenti.
Così per i gessi della Romagna orientale si rifà agli studi di De Gasperi e di Quarina, in particolare per quanto riguarda la Grotta di Onferno. Nella Vena del Gesso romagnola riferisce di una sua visita nei pressi di Brisighella (Valle del Lamone) e nei pressi di Rivola (Valle del Senio). Si limita comunque ad una sommaria descrizione delle morfologie epigee, riportando, ancora una volta, quanto scritto, in merito, da De Gasperi. Segue una disanima sulle aree carsiche bolognesi da Castel dei Britti alle "Grandi cavità di Ronzano, la Croara e Monte Donato" per concludere con "Le forme carsiche della Gaibola e del Monte Capra". Tuttavia pare che nessuna zona gessosa bolognese sia stata, a suo tempo, visitata da Marinelli che si limita a descriverle citando, in particolare, i lavori di Trebbi (Marinelli 1917).
I limiti qui evidenziati in relazione agli studi di Marinelli, *in primis* l'assenza di vere ricerche ipogee, sono da considerare un tratto distintivo comune a un po' tutta la sua produzione sulle evaporiti italiane, più descrittiva che esplorativa.

La nascita del Gruppo Speleologico Emiliano di Modena (GSE)

Primo gruppo speleologico regionale: il *Gruppo Grotte di Modena* (poi *Gruppo Speleologico Emiliano*) si costituisce il 21 giugno 1931 sul Monte Valestra, in seno alla sezione modenese del Club Alpino Italiano.
L'attività del neonato gruppo modenese si concentra sui gessi messiniani reggiani con particolare riguardo all'esplorazione di nuove prosecuzioni della Tana della Mussina. Con successive visite all'area circostante vengono poste le basi per un vero e proprio studio sistematico del carsismo ad essa collegata, come delineato in un articolo del 1935 su *Il Cimone* (Rivista del

CAI di Modena) da Fernando Malavolti, vero motore propulsore del gruppo (Malavolti 1935).
Nell'area delle evaporiti triassiche della Val di Secchia, sono sempre gli speleologi modenesi ad annotare lo svolgimento di alcune "prime ricognizioni", risalenti al 1938 e nulla più.
Da subito, l'attività speleologica del gruppo modenese si contraddistingue per un approccio altamente multidisciplinare: alle indagini esplorative si affiancano inedite documentazioni di carattere scientifico, grazie all'attività di giovani naturalisti che diventeranno presto eminenti studiosi nelle diverse discipline della biologia, botanica, geologia e mineralogia.

Luigi Fantini e la nascita del Gruppo Speleologico Bolognese (GSB)

La storia dell'associazionismo speleologico bolognese ha inizio nel 1932 ed è strettamente legata alla figura di Luigi Fantini (1895-1978), autodidatta nato a due passi dalla Grotta del Farneto e abituale frequentatore del territorio dei gessi (Busi, Grimandi 2021). Il proposito di fondare un gruppo speleologico trae origine sia dai contatti intercorsi con il gruppo grotte appena costituitosi a Modena, sia dall'incontro con Franco Anelli e Michele Gortani, dell'Istituto Italiano di Speleologia di Bologna.
In pochi mesi Luigi Fantini riunisce intorno a sé un'affiatata squadra di giovani con i quali ripercorre le orme di Giorgio Trebbi alla Risorgente dell'Acquafredda (fig. 4), affrontando poi le prime cavità subverticali: il Buco del Belvedere e il Pozzo di S. Antonio. Insieme scoprono la Grotta del Prete Santo che immette nel torrente Acquafredda e, il 7 novembre 1932, superano la strettoia terminale posta sul fondo del Buco del Calzolaio, ingresso alto della Grotta della Spipola.
I primi mesi del 1933 vengono dedicati all'esplorazione della Spipola, in cui viene scoperto il grande "Salone Giordani" e raggiunto il collettore dell'Acquafredda che ha seguito con il tronco del Prete Santo, situato immediatamente a monte della risorgente.
Il rilevamento topografico eseguito da Giuseppe Loreta, giovane e valente speleologo da annoverare tra i più assidui animatori del gruppo, dà conto di uno sviluppo superiore ai due chilometri (fig. 5).



Fig. 4 – Risorgente dell'Acquafredda, novembre 1932. Al centro, nell'alveo del torrente, Giovanni Mornig, a destra, Giuseppe Loreta e Luigi Fantini (Foto L. Fantini - Archivio GSB-USB).

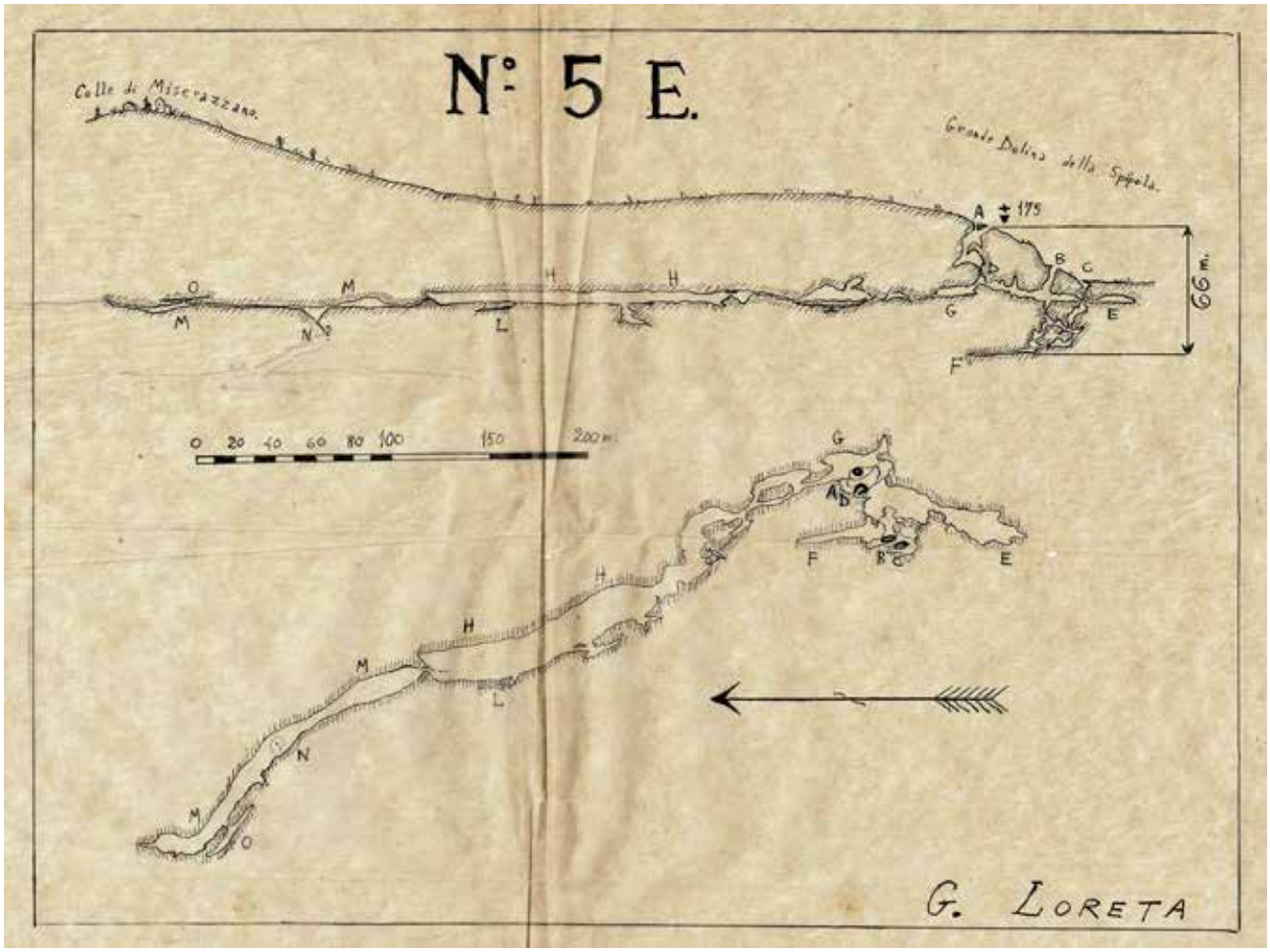


Fig. 5 – Il primo rilievo della Grotta della Spipola, curato da Giuseppe Loreta. Il rilievo del piano superiore della grotta si ferma a monte del cunicolo (M) che dà accesso al grande "Salone Giordani", ancora inesplorato. Si distinguono i tre ingressi naturali: il Buco del Calzolaio (A), il Crepaccio (B) e l'inghiottitoio di fondo dolina (C) (Archivio Gruppo Speleologico Emiliano).

Il 27 giugno 1933 Luigi Fantini sottoscrive l'adesione del *Gruppo Speleologico Bolognese* alla Sezione del CAI di Bologna. A tal proposito va sottolineato che, almeno nel nostro Paese, negli anni trenta del novecento la speleologia era vista come una variante sotterranea dell'alpinismo e l'adesione di gran parte dei gruppi al CAI contribuiva ad accreditarle una matrice "sportiva". Di qui il crescente interesse e la pesante ingerenza del fascismo che avocava a sé la gestione ed il controllo di tutte le organizzazioni giovanili del settore, causa prima delle gravi lacerazioni e secessioni verificatesi poi all'interno dello stesso gruppo bolognese.

A seguito dei successi esplorativi nei gessi di casa, il gruppo è invitato al 1° Congresso Italiano di Speleologia, a Trieste.

Nei mesi seguenti viene completata l'esplorazione del Buco del Freddo (oggi Grotta Michele Gortani), a Gesso di Zola Predosa, di sviluppo poco inferiore a quello della Spipola.

Le esplorazioni si dilatano poi nell'area dei gessi compresa fra i torrenti Zena e Idice che ospita la Valle cieca di Ronzana e le vaste doline di Goibola e dell'Inferno, ove la scoperta della Grotta Coralupo confermerà l'esistenza di una imponente fenomenologia carsica profonda.

Successivamente, l'attività del gruppo declina dopo il 1937, per arrestarsi completamente durante il secondo conflitto mondiale.

Nella storia della speleologia bolognese, Luigi Fantini, fondatore e Presidente del GSB fino al 1957, si distingue non solo per l'innegabile carisma, ma per la molteplicità delle intuizioni e delle ricerche che lo hanno visto protagonista, fra le quali eccelle l'interpretazione del processo genetico delle formazioni mammellonari. È stato inoltre l'antesignano della documentazione delle grotte, attraverso il magistrale impiego della fotografia, nonché efficace divulgatore della speleologia nei gessi con la pubblicazione de *Le grotte bolognesi* (Fantini, 1934). Gli vanno riconosciute anche concrete iniziative tese alla salvaguardia dell'integrità del-

le grotte, insidiata dai vandalismi e dall'incontrollata frequentazione: nel 1935 progetta i lavori di chiusura e di adattamento della Grotta della Spipola poi eseguiti dagli speleologi del gruppo bolognese, rendendo agibile alle visite guidate un percorso di 700 metri.

Giovanni "Corsaro" Mornig

Giovanni Mornig (1910-1981) nasce a Trieste ed ovviamente impara la speleologia percorrendo ed esplorando le principali grotte del Carso. Verso la fine del 1929 si trasferisce a Bologna dove conosce Luigi Fantini e in sua compagnia, ma più spesso da solo, esplora le grotte locali.

Nel 1934 è proprio Mornig a cogliere i frutti delle divergenze interne e delle ingerenze politiche che hanno causato la secessione all'interno del *Gruppo Speleologico Bolognese*: alcuni fra i suoi più capaci speleologi si dimettono per fondare insieme a lui la *Sezione Speleologica del Gruppo Escursionisti Bolognesi* (GEB), presso il *Gruppo Rionale Fascista F. Corridoni*, in aperto contrasto con Fantini e gli ex compagni. Dei due anni di attività resteranno come uniche tracce un rilievo del 1935 e la sigla "GEB" recentemente rinvenuta nel Buco della Tocca.

A metà degli anni trenta, Mornig, abbandona progressivamente i Gessi bolognesi e frequenta la Vena del Gesso romagnola, dando così inizio a sistematiche esplorazioni speleologiche, sostanzialmente limitate alle aree carsiche di Brisighella e Rontana, comprese tra il Fiume Lamone e il Torrente Sintria.

Qui esplora alcuni tratti ipogei del sistema carsico della Tana della Volpe intuendo correttamente come la risorgente del sistema vada identificata con quella che lui chiama una "antica fontana" del centro storico di Brisighella.

Sempre nei pressi di Brisighella, Mornig esegue anche alcuni scavi di carattere paletnologico nei pressi dell'antro della Tanaccia. Mornig non si accorge però che l'antro "preistorico" dà accesso a un vasto sistema carsico che sarà compiutamente esplorato solamente una ventina di anni dopo.

Altre grotte esplora il triestino in quegli anni, nell'area più vicina a Brisighella; ma è l'Abisso dedicato all'amico Luigi Fantini, poco distante dalla cima di Monte Rontana, la più bella esplorazione compiuta da Mornig in Romagna (Mornig s.d.) (fig. 6). Con i suoi 101 metri di dislivello, era allora la grotta più profonda della regione, anche se l'ineffabile "Corsaro", nel suo

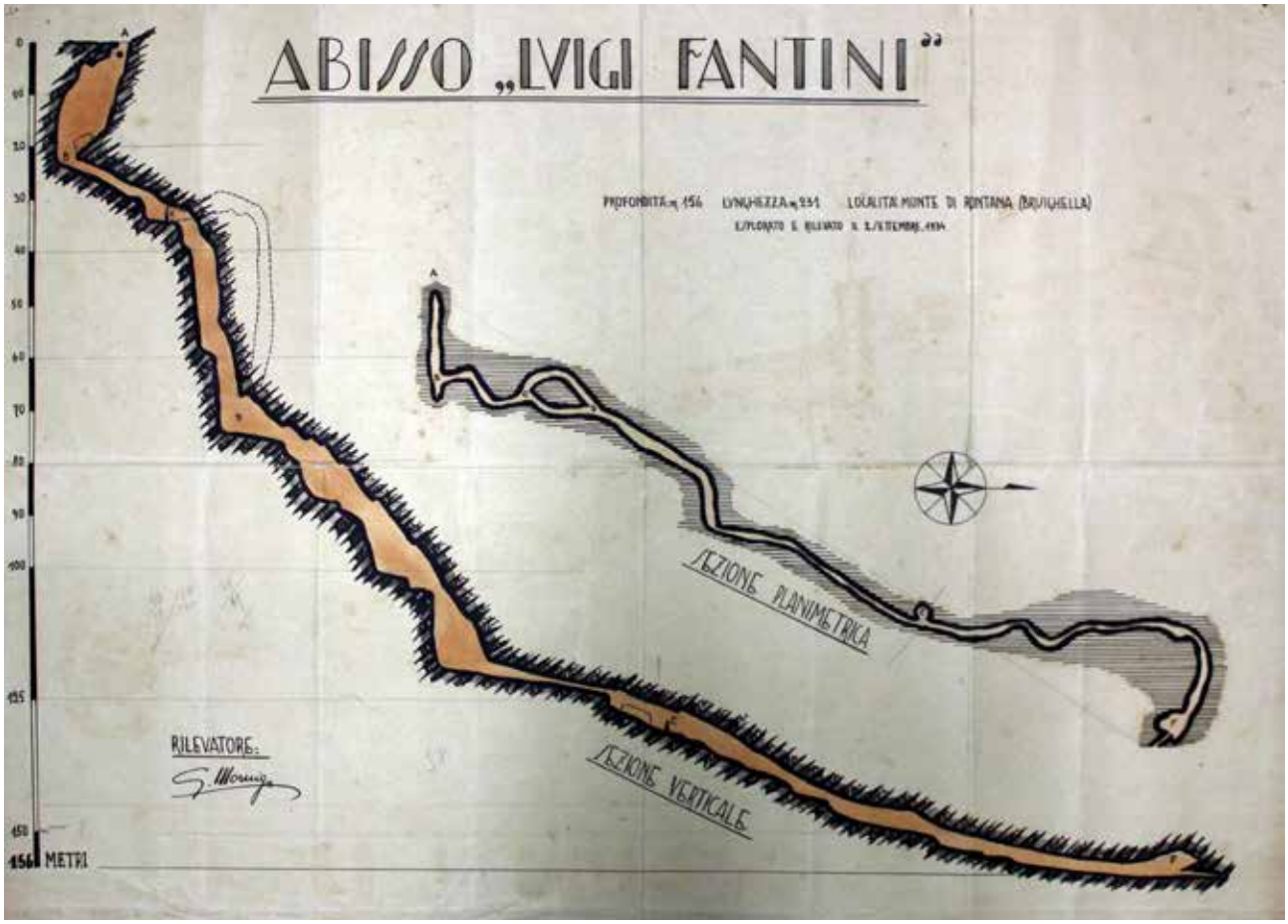
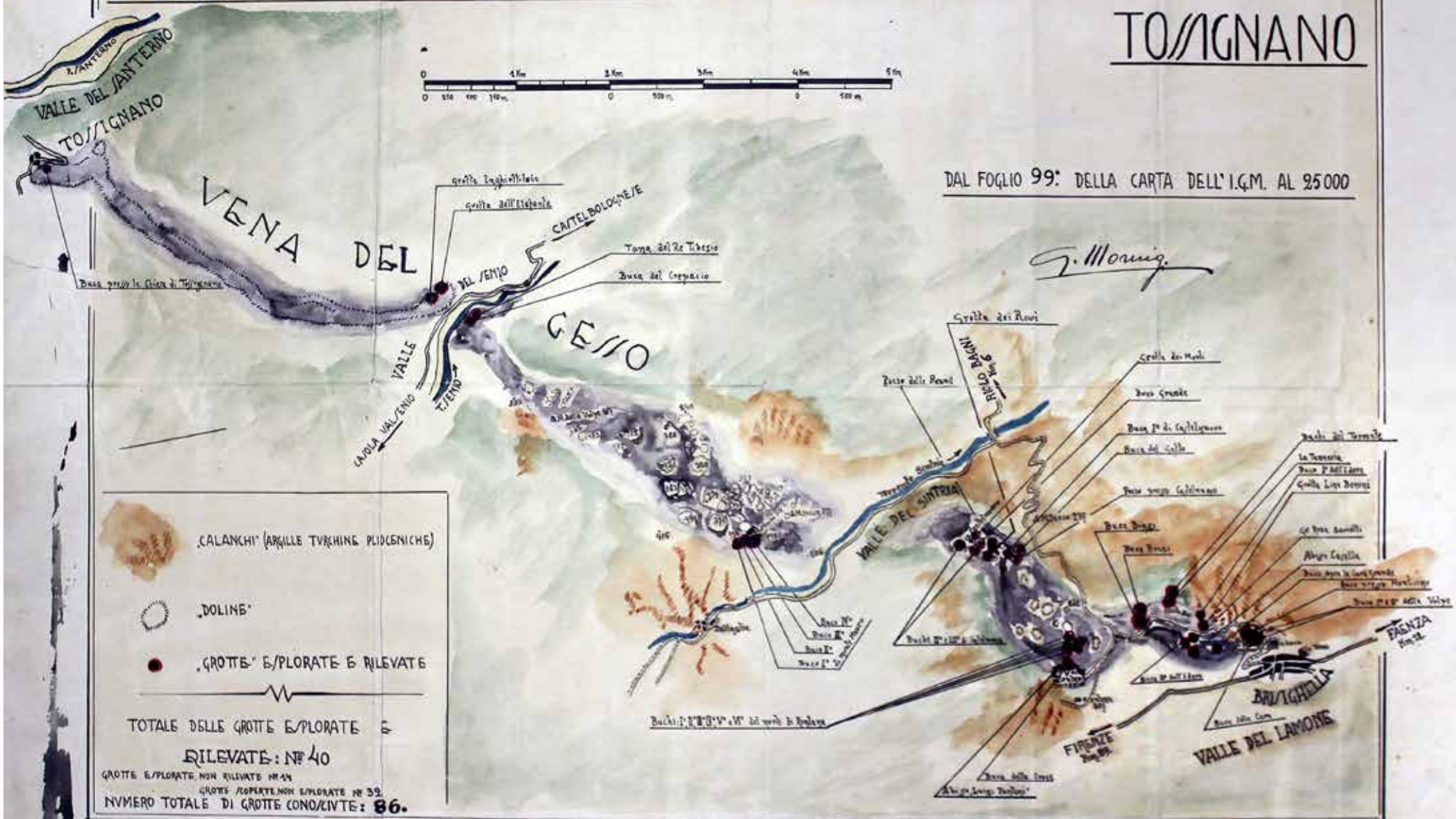


Fig. 6 – Rilievo dell'Abisso "Luigi Fantini" eseguito da Giovanni Mornig negli anni Trenta del secolo scorso. Il tratto qui rilevato ha un dislivello di soli 101 metri (Archivio Gruppo Speleologico Faentino).

I FENOMENI CARSICI NELLA VENA DEL GESSO DA BRISIGHELLA A TOSSIGNANO



rilievo, l'ha poi "leggermente" sovrastimata assegnandole una profondità di ben 156 metri!
In Romagna, Mornig non si limita a esplorare e a topografare grotte. In collaborazione con Luigi Fantini, documenta fotograficamente le cavità esplorate. Per sua iniziativa, nasce anche un piccolo "museo speleologico" ospitato nei locali del Liceo-Ginnasio "Torricelli" di Faenza. Qui vengono raccolti plastici, realizzati dallo stesso Mornig, poi foto, carte speleologiche, minerali di grotta e reperti paletnologici provenienti dai suoi scavi alla Tanaccia. Si tratta del primo museo dedicato agli aspetti più nascosti ed eclatanti della Vena del Gesso, a coronamento degli anni trascorsi a esplorare e a studiare le grotte e gli abissi di Romagna.
Nell'aprile 1935 Mornig, fascista convinto, lascia la Romagna e parte volontario per la guerra d'Africa.
Farà brevemente ritorno nei gessi romagnoli a metà degli anni cinquanta.
Speleologo d'altri tempi, personaggio anche discutibile, ma, nel contempo, figura di un certo fascino, non fosse che per una vita condotta decisamente fuori dai canoni. Oggi, il suo lascito speleologico va, forse, ridimensionato. Si è scritto e detto più volte, e a ragione, che è stato il fondatore della speleologia romagnola, tuttavia i successivi sviluppi non devono molto alla figura del triestino (Grimandi *et alii* 2023).



Fig. 8 – Lo *Studio sulla formazione gessoso-calcarea nell'alta Valle del Secchia*, a cura del Comitato Scientifico della sezione CAI di Modena, primo volume delle Memorie del Comitato Scientifico Centrale del Club Alpino Italiano.

Il secondo dopoguerra, gli anni cinquanta e sessanta

È il *Gruppo Speleologico Emiliano* che, all'indomani del secondo conflitto mondiale, riprende le esplorazioni nelle Evaporiti triassiche dell'Alta Valle del Secchia. Con scarsità di mezzi e attrezzature organizza tra il 1945 e il 1947 una serie di campi di studio a valenza multidisciplinare.
L'insieme dei dati raccolti in quelle campagne, con la conseguente discussione scientifica, viene infine pubblicato nel 1949, con il fondamentale *Studio sulla formazione gessoso-calcarea nell'alta Valle del Secchia*, a cura del Comitato Scientifico della sezione CAI di Modena, primo volume delle Memorie del Comitato Scientifico Centrale del Club Alpino Italiano (Comitato Scientifico della Sezione di Modena 1949) (fig. 8). Queste campagne in Val di Secchia segnano dunque la ripresa dell'attività speleologica organizzata in Emilia-Romagna e sono di esempio, nel loro aspetto interdisciplinare, di una speleologia a venire.

Anche nei gessi messiniani del Basso Appennino reggiano è sempre il GSE di Modena a riprendere le esplorazioni dopo la tragica sospensione delle attività in conseguenza degli eventi bellici.
Il compendio di queste ricerche, con l'accatastamento di ben 51 grotte, viene in luce in occasione del VI Congresso nazionale di Speleologia di Trieste (Malavolti *et alii* 1955).
La prematura morte di Malavolti, l'assunzione di rilevanti impegni accademici da parte Daria Marchetti e di Mario Bertolani, suo marito, punti di riferimento nel gruppo, in particolare per quanto riguarda la ricerca scientifica, a cui si aggiunge l'età ormai adulta dei componenti di quel gruppo pionieristico di speleologi contribuiscono a limitare in ambito prettamente esplorativo, almeno sino ai primi anni '70, un vero proprio ricambio generazionale nel GSE. L'attività di ricerca scientifica nondimeno prosegue, spostandosi per lo più fuori provincia, grazie all'impulso del giovane ricercatore Antonio Rossi, già allievo di Bertola-

Fig. 7 (nella pagina a fianco) – Carta speleologica della Vena del Gesso romagnola elaborata da Giovanni Mornig nel 1935 (Archivio Gruppo Speleologico Faentino).

ni. Ma le uscite nel reggiano, seppure saltuarie e sempre sotto la guida di Bertolani, portano a individuare l'ingresso dell'Inghiottitoio di Ca' Speranza che negli anni successivi si rivelerà porta di accesso al complesso sistema carsico della Mussina (Formella 2020).

L'attività del *Gruppo Speleologico Bolognese* riprende nel 1950, culminando con la partecipazione al III Congresso Nazionale di Speleologia di Bari. Luigi Fantini, pur dedicandosi prevalentemente alla paletnologia, nello stesso anno prende parte, a Verona, alla rifondazione della Società Speleologica Italiana. Fantini onora così il ruolo di Presidente che gli è stato conferito vent'anni prima, continuando a promuovere la speleologia.
Nel 1957 l'ingresso di un consistente nucleo di giovanissimi nel GSB equivale ad una rifondazione, ben presto confermata dall'intraprendenza e dalla bravura di Giancarlo Pasini (1940-2014) e Luigi Zuffa (1937-1961), protagonisti nel 1958 della prima traversata lungo il cunicolo allagato di 930 metri che congiunge l'Inghiottitoio dell'Acquafredda alla Grotta della Spipola. Vero artefice dell'organizzazione del GSB è Giulio Badini (1944-2020), autore di innumerevoli scritti, fra i quali eccelle la seconda edizione de *Le Grotte Bolognesi*, compendio di quanto fino allora acquisito sull'argomento (Badini 1967). Il progressivo incremento dell'organico del gruppo viene favorito, a partire dal 1961, dalla creazione della *Scuola di Speleologia di Bologna*, mentre si diffonde l'ingiustificato convincimento che nei gessi di casa, a livello esplorativo, resti ben poco da fare.
Nel panorama di relativa stasi delle ricerche locali che ne segue, nel 1964 Giancarlo Zuffa (fratello di Luigi) disostruisce il cunicolo terminale di una piccola cavità sul fondo della Valle cieca di Budriolo e scopre la Grotta Serafino Calindri, una cavità di oltre 2 chilometri di sviluppo che, accanto alle stupende morfologie erosive, ospita una nutrita varietà di speleotemi gessosi e carbonatici e le inequivocabili testimonianze di frequentazione umana nel periodo del Bronzo, coeve quindi a quelle del Farneto. Per proteggerne l'integrità, il gruppo bolognese provvede a chiuderne l'ingresso. La Calindri pertanto diviene la prima grotta protetta nel dopoguerra.
Contemporaneamente all'attività del consolidato GSB vengono alla ribalta, tra la fine degli anni cinquanta e nel corso degli anni sessanta, una pletora di gruppi speleologici che, nel breve giro di pochi anni, nascono, producono una limitata attività speleologica per poi scomparire.
Sarà l'*Unione Speleologica Bolognese* (USB), nata nel 1962, ad aggregare progressivamente gli speleologi reduci dagli effimeri gruppi cittadini e divenire così

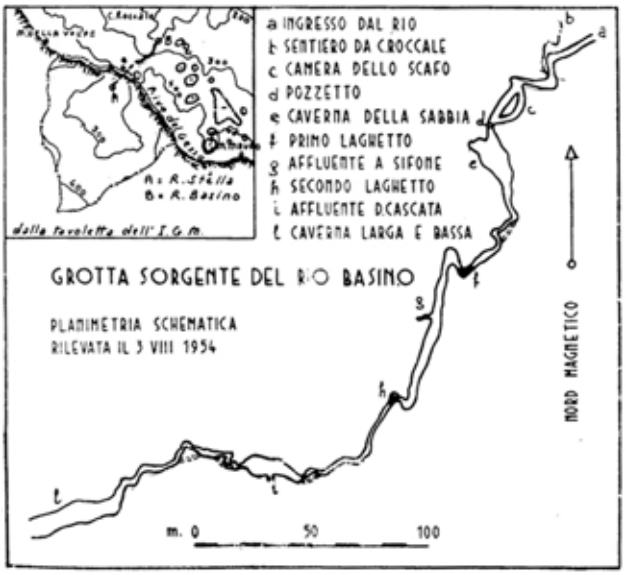


Fig. 9 – Planimetria della Grotta risorgente del Rio Basino presentato dal Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel" di Parma al VI Congresso di Speleologia a Trieste (1956). Il rilievo si interrompe nei pressi della "caverna larga e bassa", cioè in corrispondenza del cosiddetto "laminatoio".

un insieme in cui coesistono e trovano espressione molteplici interessi collaterali alla speleologia, volti all'archeologia, alla mineralogia e, in anticipo sui tempi, alla tutela dell'ambiente.
Fra le due uniche associazioni ormai esistenti e consolidate in città: il GSB e l'USB, si sviluppa allora un'accesa competizione, mitigata dalla condivisa attenzione nei confronti delle sei industrie estrattive del gesso, la cui rapida espansione sta causando crescenti, incommensurabili danni alle grotte e, in superficie, ad estese aree carsiche (Bentini (†) *et alii* in questo volume). Entrambe riterranno opportuno coordinare le iniziative per poi battersi in modo concertato in quella che verrà definita "la lunga lotta contro le cave", anche per scongiurare l'imminente prospettiva dell'apertura di un settimo, grande impianto a cielo aperto, nella dolina di Goibola.

Le esplorazioni speleologiche nella Vena del Gesso romagnola riprendono dopo un lungo iato con la venuta in Romagna del *Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel"* fondato a Parma nell'aprile 1951. Nell'ottobre 1952 gli speleologi parmensi esplorano la Valle cieca del Rio Stella e la relativa risorgente, riscoprendo idealmente il lavoro iniziato da De Gasperi nell'ormai lontano 1912. Hanno così inizio le esplorazioni del complesso carsico che fa capo alla Grotta risorgente del Rio Basino (Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel" 1954; 1955; 1961), che, da quel momento ormai lontano nel tempo, sarà spesso al centro dell'attività speleologica

regionale. Nel corso della metà degli anni cinquanta del secolo scorso il gruppo di Parma prosegue le esplorazioni fino al luglio 1955, quando vengono percorsi "altri 300 metri di nuove gallerie, fino a giungere a circa settecento metri dall'ingresso, arrestandosi di fronte a una frana impenetrabile".
Oggi risulta impossibile risalire al punto esatto raggiunto dallo *Strobel* (fig. 9), comunque sia, le esplorazioni del gruppo speleologico di Parma, scioltosi all'inizio degli anni sessanta, si interrompono con la campagna del 1955 ed occorre attendere un paio d'anni perché i neocostituiti gruppi speleologici faentini riprendano le fila del lavoro.
Nel corso del 1954, nel settore occidentale della Vena del Gesso, è sempre il *Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel"* ad individuare e ad esplorare l'Inghiottitoio presso Ca' Poggio, una grotta ad andamento sub-verticale, la cui esplorazione e relativo rilievo, molto approssimativo, saranno completati due anni dopo.
Nel 1956 nascono a Faenza due gruppi speleologici, il *Gruppo Speleologico "Città di Faenza"* e il *Gruppo Speleologico "Vampiro"*, che si fondono nel 1966 dando origine all'attuale *Gruppo Speleologico Faentino* (GSFa).
Tra i fondatori del "*Vampiro*" e successivamente del GSFa si distingue Luciano Bentini (1934-2009), animatore e figura di riferimento della speleologia romagnola, fino alla sua scomparsa, nonché "voce che grida nel deserto" in tante battaglie per la difesa dell'ambiente nei gessi romagnoli (Piastra 2010).
I due gruppi prendono contatto con Mornig che torna in Romagna a metà degli anni cinquanta per le sue ultime campagne esplorative nella Vena del Gesso. Ma il "Corsaro", segnato da dure esperienze e dall'alcolismo, non è più lo stesso. Il suo contributo all'attività speleologica è, in quegli anni, del tutto marginale.
Risale comunque a quel periodo la stesura del suo lavoro *Grotte di Romagna*; poi pubblicato postumo soltanto nel 1995 a cura della *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna* (Mornig 1995) e successivamente ricompreso nel volume a lui dedicato (Grimandi *et alii* 2023). Questo suo scritto è una sintesi delle esplorazioni e degli studi idrologici da lui condotti nella Vena del Gesso (fig. 10).
Tra il 1956 e il 1964 i due gruppi faentini frequentano con una certa assiduità la Vena del Gesso, ottenendo buoni risultati esplorativi.
Nei gessi di Brisighella vengono esplorati i rami attivi della Tana della Volpe, unendo così due cavità (Buco I e II della Volpe) esplorate, a suo tempo, da Mornig.
Nel 1958 è la volta della scoperta e dell'esplorazione del grande complesso ipogeo della Tanaccia che, a suo tempo, sfuggì clamorosamente alle ricerche di Mornig, nonostante questo si fosse soffermato più volte nella caverna iniziale della cavità per svolgere ricerche paletnologiche.
Nel luglio 1957 riprendono le esplorazioni del sistema carsico Inghiottitoio del Rio Stella-Grotta risorgente del Rio Basino (figg. 11-13). Dopo alcuni anni di faticose esplorazioni le due cavità sono separate da un diaframma di pochi metri, particolarmente ostico da superare, e che resta invalicabile fino al settembre 1964 quando i due gruppi faentini effettuano il collegamento. È così resa possibile una traversata che per decenni sarà considerata uno dei percorsi più ardui e impegnativi dell'intera Vena del Gesso.
In quegli anni, nei gessi di Monte Mauro e Monte della Volpe inizia l'attività estrattiva la grande cava di Monte Tondo che, ancora oggi ad oltre sessanta anni di distanza, distrugge alcuni dei sistemi carsici gessosi più importanti in assoluto (Bentini (†) *et alii* in questo volume).
A partire dal 1960 è poi la volta del C.E.R.I.G. (Centro Emiliano Ricerche Idro-Geologiche) di Bologna, che ha il merito di aver intuito, per primo, la vastità e la portata del sistema carsico che fa capo alla Risorgente del Rio Gambellaro, nei gessi in sinistra idrografica del Torrente Senio (Lucci, Piastra 2022).

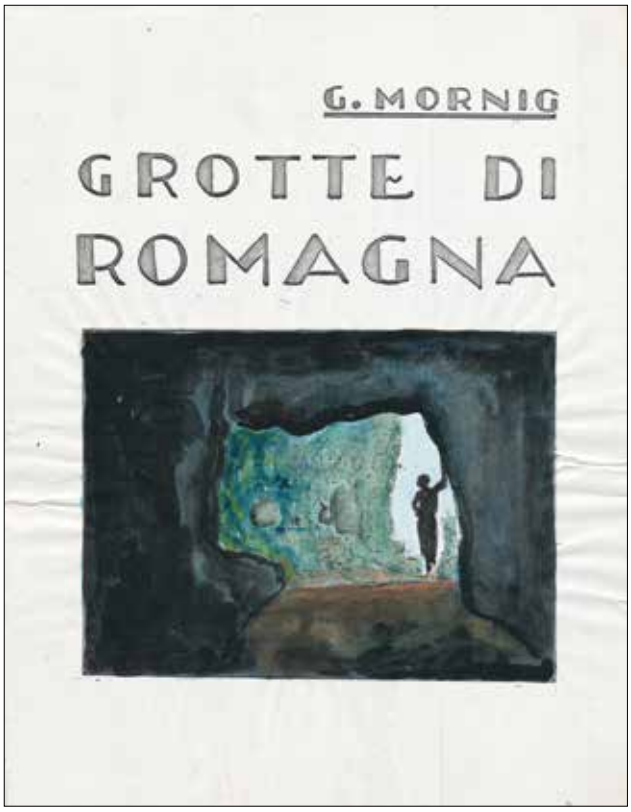


Fig. 10 – Copertina della bozza di stampa di "Grotte di Romagna", opera che Giovanni Mornig ultimò nel 1957. Pubblicata per la prima volta a tiratura limitata nel 1995 dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (Mornig 1995) e, nel 2023, ricompresa nel volume monografico a lui dedicato (Grimandi *et alii* 2023).







Nei primi anni Sessanta nasce il Gruppo Speleologico Imolese che, da subito, frequenta le grotte che fanno capo alla Risorgente del Rio Gambellaro, senza tuttavia aggiungere nulla a quanto già si conosce.
Nel 1964, i due gruppi speleologici faentini pubblicano la monografia *Le cavità naturali nella Vena del Gesso tra i fiumi Lamone e Senio*, che è una sintesi del lavoro fin qui svolto (Gruppo Speleologico "Città di Faenza", Gruppo Speleologico "Vampiro" 1964) con esclusione delle aree in sinistra Senio. Questa pubblicazione chiude una fase delle esplorazioni speleologiche in Romagna che, da quella data e per circa 15 anni, hanno una battuta d'arresto.

Dopo una pausa di alcuni decenni, si deve ad Antonio Veggiani la ripresa degli studi e delle esplorazioni nei gessi della Romagna orientale (Veggiani 1959-60). Lo studioso romagnolo si sofferma per la prima volta sui fenomeni carsici nei pressi dei Torrenti Chiusa e Fanantello. Veggiani descrive, in dettaglio, la zona di Sapigno e le grotte che si sviluppano lungo il Fosso Gambone, sulla sinistra idrografica del Torrente Chiusa.
È interessante notare come alcune grotte, descritte da Veggiani, risultino letteralmente scomparse, mentre altre, anche con ingressi oggi ben evidenti, non sono state, a suo tempo, descritte. Nella sostanza, le passate descrizioni di grotte non più accessibili costituiscono una diretta e preziosa testimonianza della rapida evoluzione dei fenomeni carsici in queste zone. Veggiani descrive poi il sistema carsico di Casa Guidi, nei pressi di Maiano, sulla sinistra idrografica del Torrente Fanantello. In particolare esplora e rileva, per circa un centinaio di metri, la Grotta presso Casa Guidi.
Nel corso del 1963 sempre Veggiani viene incaricato dalla Pro Loco di Gemmano di eseguire un'esplorazione della Grotta di Onferno (Veggiani 1964) per valutare, in prospettiva, la turisticizzazione dell'asse principale della cavità.
Risale poi al 1965 la pubblicazione di un altro importante saggio che costituisce una prima sintesi delle ricerche speleologiche fino ad allora effettuate nella Romagna orientale (Bentini *et alii* 1965). Viene ripresa la descrizione della zona nei pressi del Fosso Gambone e dei dintorni di Casa Guidi. La descrizione delle cavità prosegue poi con la Grotta del Pontaccio. Anche in questo caso vengono riscontrate alcune differenze nella morfologia della cavità dall'epoca delle prime visite di De Gasperi.

Una nuova speleologia

Sul finire degli anni sessanta del secolo scorso si chiude una fase caratterizzata dal consolidamento dei gruppi "storici" e da un'attività esplorativa circoscritta ad un numero relativamente limitato di cavità.
A seguito della diffusa, e quanto mai erronea, convinzione che le grotte regionali siano ormai in gran parte esplorate, l'attenzione degli speleologi si sposta ai vicini massicci calcarei extraregionali, dove l'attività esplorativa appare foriera di ben più eclatanti risultati. Non è certo compito di questo articolo una disanima sull'attività dei gruppi al di fuori dei confini regionali, tuttavia non è fuori luogo menzionare le notevoli esplorazioni condotte, in quegli anni, in particolare dal GSB, dall'USB e dal GSFa nel massiccio calcareo delle Alpi Apuane e alla Spluga della Preta nei Monti Lessini. Resta comunque una costante nel tempo l'attività di molti gruppi regionali, che, da allora, ampliando sempre più i confini, ottengono notevoli risultati esplorativi nelle grotte italiane ed estere.
Nel frattempo, nel 1974, nasce la *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna* (FSRER) che a norma di statuto: "…trae origine dalla *Commissione Catastale Regionale*, costituita nel 1953 dai Gruppi Speleologici dell'Emilia-Romagna al fine di provvedere alla costituzione, alla conservazione ed all'aggiornamento del Catasto delle cavità naturali ed artificiali della Regione. Oltre questo compito istituzionale, la Federazione promuove e coordina le attività di ricerca speleologica nel territorio regionale, le azioni volte alla conoscenza, allo studio, alla protezione ed alla tutela dei beni culturali ambientali e paesaggistici presenti nelle zone carsiche e aree di interesse speleologico, alla valorizzazione delle aree e dei fenomeni carsici e delle cavità artificiali di interesse storico, culturale sociale e antropologico, cura la pubblicazione del Catasto delle cavità naturali ed artificiali della Regione e dei risultati conseguiti dalle ricerche, la diffusione della Speleologia e la prevenzione degli incidenti in grotta. Promuove e svolge indagini e ricerche scientifiche di carattere speleologico, speleoarcheologico ecc. Cura la pubblicazione dei risultati conseguiti nelle attività svolte e organizza convegni, congressi, seminari, borse di studio, campi di lavoro, mostre, corsi e ogni altra iniziativa di carattere sociale e culturale inerente la Speleologia e l'ambiente di interesse speleologico".
Nel tempo, la FSRER assumerà sempre più un ruolo di protagonista nel coordinamento scientifico e di protezione degli ambienti carsici regionali, interpre-

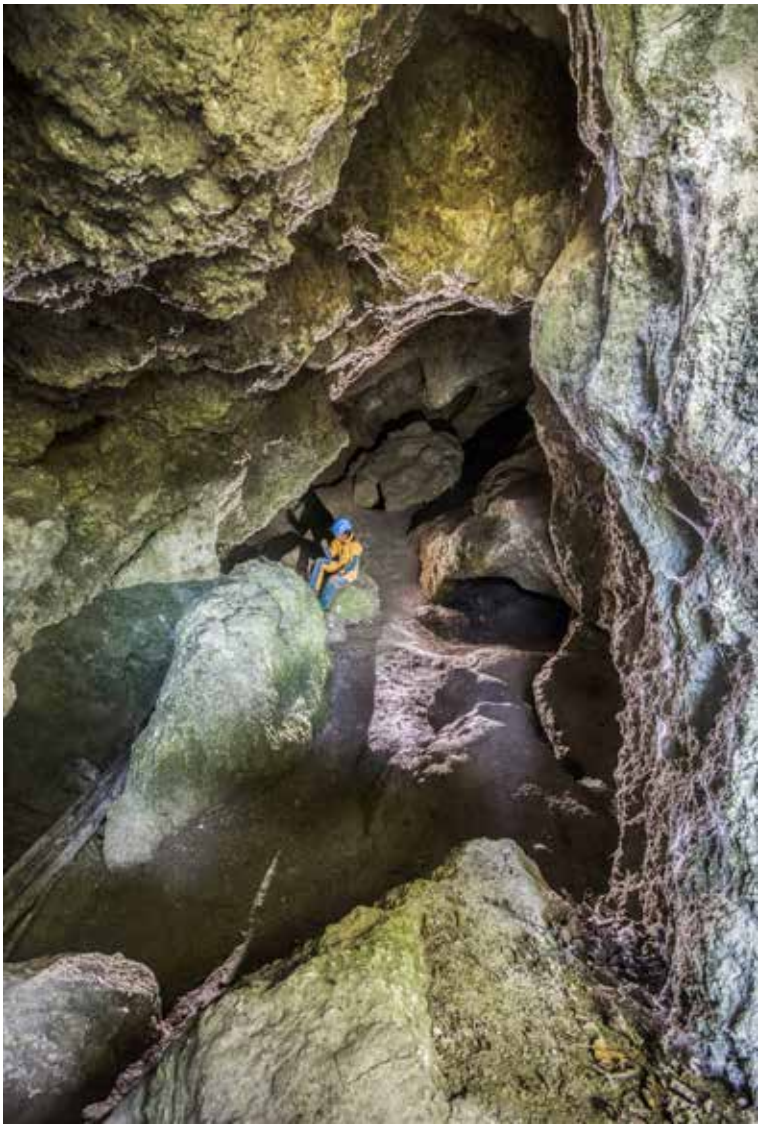
Figg. 11-13 (nella pagina a fianco) – Anni Sessanta del secolo scorso: esplorazioni nella Grotta risorgente del Rio Basino (foto Archivio Gruppo Speleologico Faentino).

tando, al meglio, le finalità indicate nello statuto, incoraggiando la coesione e la collaborazione tra i gruppi speleologici federati, cioè, nella sostanza, la totalità dei gruppi attivi regionali.
Dopo una serie di pubblicazioni cartacee (Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna 1980; Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 1996; 1997; 2000; 2001; 2004; 2007) giunge il momento di informatizzare il *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia-Romagna* che trova degna sede istituzionale nel portale dell'*Area Geologia Suoli* e *Sismica* della Regione stessa.
Sono anche gli anni in cui il Soccorso Speleologico si organizza ed assume una sua forte connotazione. La *XII Zona Speleologica* del *Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico*, opera in Emilia-Romagna con squadre di volontari e di medici estremamente competenti e con profonda preparazione tecnica.
L'attività delle scuole di speleologia, afferenti sia alla *Società Speleologica Italiana* (SSI) e sia al CAI, si fa costante, con corsi di livello base coordinati dai singoli gruppi e corsi di II e III livello con contenuti sia strettamente tecnici che scientifici e divulgativi gestiti dalla FSRER e dalla SSI.

Le grandi esplorazioni regionali

Con il patrocinio dei Civici Musei, il 9 maggio 1967 viene fondato il Gruppo Speleo-Paletnologico Gaetano Chierici (GSPGC) di Reggio Emilia che rivolge ovviamente gran parte della propria attività alle grotte in evaporiti del reggiano, a cui si somma un'altrettanta intensa attività in campo paletnologico e archeologico che andrà via via scemando nelle fasi successive di vita del GSPGC.
Alla stasi di attività dei primi anni settanta succederà un folto gruppo di forti giovani esploratori. La memoria e il testimone tra le due generazioni sono sostenuti innanzi tutto da William Formella che diventerà colonna portante e faro del gruppo sino alla sua prematura scomparsa nel 2021. Di quella nuova generazione di speleologi notevole è l'impegno documentale profuso, con la collaborazione o la completa redazione di importanti monografie che organizzano e perfezionano lo stato delle conoscenze acquisite, sforzi sempre finalizzati alla promozione di azioni di tutela concreta del patrimonio carsico del reggiano (Aa.Vv. 1988; Chiesi 2001; 2009).
Nei gessi messiniani reggiani una tenace opera di esplorazione alla ricerca di prosecuzioni alla Tana della Mussina di Borzano (figg. 14-16) viene premiata con il superamento del III sifone che porta alla scoperta del "ramo delle stalattiti", triplicando lo sviluppo sino allora rilevato. Il 21 settembre 1983 viene superato l'imponente frana che ne costituiva il limite esplorativo; la successiva campagna esplorativa porterà lo sviluppo rilevato al limite attuale di 727 metri (Chiesi 1984). Contemporaneamente si scava al fondo dell'Inghiottitoio di Ca' Speranza e finalmente nel 1985 si passa oltre, ritrovando il torrente e percorrendolo fino all'attuale fondo. Negli anni successivi verranno esplorati i rami alti, numerosi rami fossili e modesti "arrivi" minori. Lo sviluppo totale raggiunge i 1200 m.
Nel 1984 l'impegno profuso per la completa rivisitazione del catasto grotte della zona di massima estensione degli affioramenti triassici, porta alla scoperta di nuove grotte e inaspettate prosecuzioni inesplorate: vengono rilevati 4.669 metri in 45 grotte nel corso di un solo anno, tra cui spicca per importanza e complessità di progressione l'Inghiottitoio dei Tramonti con sviluppo rilevato di 700 metri. Il gruppo prende così coscienza, oltre che dello straordinario incontaminato valore ambientale di quell'area carsica, delle ulteriori potenzialità esplorative. Agli inizi di gennaio del 1998, dopo discontinue successive punte di scavo e disostruzione, viene compiuta la congiunzione tra la Risorgente e Inghiottitoio II di Monte Caldina: il sistema carsico di Monte Caldina, 1040 m di sviluppo, con un dislivello di 265 metri ancora oggi vanta il record mondiale di profondità in grotte in evaporiti. Nel gennaio 2001 viene superata la frana al fondo a monte del Tanone Grande della Gacciolina, scoprendo così l'enorme salone di crollo che verrà dedicato alla memoria di Mario Bertolani e, finalmente, l'11 novembre 2006 sempre a seguito di una campagna di disostruzione e scavo, si realizza la congiunzione con il Tanone Piccolo della Gacciolina (figg. 17-19).
In sintesi: la documentazione del valore naturalistico straordinario di quel territorio naturale, con l'esplorazione di ben 76 nuove grotte, la scoperta di 2 nuove specie troglobie, la descrizione di una flora di eccezionale interesse ecologico con specie endemiche, analisi e considerazioni sul chimismo delle acque delle sorgenti carsiche salate di Poiano e tant'altro ancora, hanno costituito le basi scientifiche fondamentali per la tutela di quell'area, oggi compresa entro il Parco Nazionale dell'Appenino Tosco-Emiliano.
L'attività esplorativa nelle grotte in evaporiti del reggiano ha poi registrato un notevole impulso a partire dai primi anni ottanta a causa della paventata, quanto scellerata, apertura di cave nell'area dell'alta Valle

Figg. 14-16 (nella pagina a fianco) – Tana della Mussina di Borzano (RE), ambienti prossimi all'ingresso (foto P. Lucci).







del Secchia. Il GSPGC si è da subito battuto per una effettiva tutela di quello straordinario patrimonio naturalistico con gli strumenti propri della speleologia: esplorazione, studio e documentazione. Lo sforzo profuso ha dapprima ottenuto l'inserimento dell'area carsica nel primo Piano Paesistico provinciale, poi nella istituzione del Parco Regionale dell'Alto Appennino Reggiano nel 1988 ed infine Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, nel 2001.

Il processo di avvicinamento fra il Gruppo Speleologico Bolognese e l'Unione Speleologica Bolognese si protrarrà con fasi alterne per 19 anni e si concluderà con l'atto federativo del 1979. L'operazione avrà successo e comporterà un solo, doloroso, sacrificio: la rinuncia, dopo il numero del 1978, alla pubblicazione della rivista periodica *Speleologia Emiliana*, edita dal 1964 dall'USB, la cui testata sarà ceduta nel 1990 alla FSRER. Organo di stampa del GSB-USB resterà *Sottoterra*, rivista semestrale del GSB dal 1962.
Di qui l'opportunità e la scelta di dar seguito alla narrazione dei progressi registrati dalla Speleologia nei Gessi bolognesi, accreditandoli all'insieme del gruppo GSB-USB.
Nel 1968 la cava Calgesso intercetta la sezione terminale di un complesso carsico che ha indubbia origine nella dolina dell'Inferno. Identificata in un primo tempo come "Grotta della cava presso il Farneto" e caratterizzata da un alto meandro percorribile a più livelli, assumerà il nome definitivo di "Grotta Carlo Pelagalli".
L'anno seguente è dedicato ad un altro notevole impegno: l'attrezzamento della Grotta Novella per l'installazione di un laboratorio fisico-chimico (fig. 20). In quello stesso periodo viene a giorno un profondo pozzo sul versante nord della dolina della Spipola: la Grotta delle Pisoliti.
Nel quinquennio che va dal 1977 al 1981 riprendono le ricerche speleologiche nel settore della Croara, che danno luogo alle esplorazioni del Buco del Bosco, della Grotta presso Ca' Fornace e, nel PPP, della diramazione "Rodolfo Regnoli" nell'Inghiottitoio dell'Acquafredda. Le operazioni topografiche in questa labirintica cavità aprono la via all'esplorazione di nuovi, grandi ambienti e di gallerie estese in direzione del Buco dei Buoi, ove, nel 1989, la disostruzione del "Cunicolo dei Nabatei", lungo 120 metri, accerterà la loro connessione.
I rilievi di dettaglio della Grotta della Spipola, terminati nel 1985, le assegnano uno sviluppo di 3.249 metri, mentre lo sviluppo complessivo dell'Inghiottitoio dell'Acquafredda, realizzato a più riprese tra il 1988 e il 1995, ammonta a 4.490 metri, fino al punto di intersezione con la Spipola. Al Complesso carsico Acquafredda-Spipola-Prete Santo risultano pertanto fisicamente collegati, nel tronco a monte, il PPP e il Buco dei Buoi e, in quello a Valle, il Buco del Muretto e il Buco del Prete Santo, per complessivi 10.115 metri. La Risorgente dell'Acquafredda non vi è compresa, in quanto le gallerie della cava Prete Santo già negli anni trenta hanno interrotto la continuità del Complesso.
Il GSB-USB, nel 50° anniversario della fondazione del gruppo, organizza, nel 1982, a Bologna il *XIV Congresso Nazionale di Speleologia* e nel 1984 collabora con la FSRER e l'Istituto Italiano di Speleologia in occasione del *Simposio Internazionale sul carsismo nelle Evaporiti*, al quale prende parte una nutrita e prestigiosa rappresentanza di scienziati di livello internazionale.
Gli anni novanta del XX secolo assistono alla congiunzione del Buco del Fumo con la Grotta Secca, della Grotta Ferro di Cavallo con la Grotta S. Cioni, del Buco del Muretto con la Grotta del Prete Santo e, d'intesa con il Parco Regionale dei gessi Bolognesi, alla chiusura protettiva della Grotta della Spipola.
La rapida evoluzione della speleologia, aperta all'esperimento di una molteplicità di indagini specialistiche, dà luogo ad una stretta interazione, foriera di reciproci vantaggi e di entusiasmanti prospettive, fra il GSB-USB e gli istituti universitari deputati all'approfondimento della ricerca scientifica.
Per commemorare la fondazione nel 1903 della *Società Italiana di Speleologia*, presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Bologna, il gruppo vi organizza nel 2003 il *XIX Congresso Nazionale*.
In poco più di vent'anni, le campagne di disostruzione nei gessi hanno come effetto quella che è stata definita una vera e propria "rivoluzione copernicana" nella conoscenza dei fenomeni carsici e dell'idrologia sotterranea fra Savena ed Idice.
A partire dal 2012 e nel quinquennio successivo, il più significativo risultato ottenuto dalle disostruzioni e dal conseguente, arduo avanzamento in regioni ipogee sconosciute ha come obiettivo la Grotta del Partigiano, di cui si scopre la connessione con la Grotta dei

Fig. 17 (nella pagina a fianco, in alto) – L'antro di ingresso del Tanone Piccolo della Gacciolina nelle evaporiti triassiche dell'Alta valle del Secchia (foto P. Lucci).

Fig. 18 (nella pagina a fianco, in basso) – Tanone Grande della Gacciolina. Nelle pareti è visibile una megabreccia a blocchi di gesso ricchi di ossidi e/o idrossidi di ferro (colore bruno), di minerali argillosi (verde) e frammenti di dolomia (nero) (foto P. Lucci).







Fig. 19 – Tanoni della Gacciolina. Il Rio di Sologno lungo il Salone Mario Bertolani (foto P. Lucci).

Modenesi, fino a formare un unico, grande Complesso, di oltre 3.600 metri di sviluppo (figg. 21-22).
Mentre nel nuovo complesso si susseguono i tentativi di progressione lungo le direttrici che si spingono verso monte, si riaprono fronti esplorativi sul fondo delle cavità idraulicamente connesse e in quelle che gli elaborati topografici fanno ritenere raggiungibili: la Grotta di Cà Fornace e il Complesso Grotta Secca-Fumo.
Maggiori difficoltà e impegno richiederà l'avanzamento lungo il torrente a monte della Grotta del Farneto che attrae nuovamente l'attenzione degli speleologi. Essa consentirà non solo di procedere nel cunicolo allagato, ma anche di accedere a settori della grotta isolati per mezzo secolo dai riempimenti causati dalle piene.
Altre ricerche interessano le cavità nei gessi della dolina dell'Inferno: alla Grotta M. Loubens, nel corso del 2015, durante la risalita di un camino, è rinvenuto il cranio di una giovane donna a cui la datazione al C_{14} attribuisce ad un'età di 5500 anni.
Sono fruttuose anche le operazioni di disostruzione condotte nell'area della Croara, fra i torrenti Savena e Zena, ove si scoprono punti d'accesso a una dozzina di nuove grotte e prosecuzioni. La più notevole di esse è il Buco dell'Ossobuco, nel primo vano del quale gli



Fig. 20 – Il laboratorio fisico-chimico della Grotta Novella (foto archivio GSB-USB).



Fig. 21 – Complesso carsico Partigiano-Modenesi. Concrezioni calcaree nel salone Antonio Rossi (foto F. Grazioli).



Fig. 22 – Complesso carsico Partigiano-Modenesi. Il salone Antonio Rossi, interessato da diffusi crolli (foto F. Grazioli).

speleologi si imbattono in un omero e una mandibola umana, anch'essa datata con C_{14} a 5500 anni.
Nel 2022 la Rivista del GSB-USB *Sottoterra*, edita ininterrottamente dal 1962, esce con il numero 153, dedicato al 90° anniversario della fondazione del Gruppo e, l'anno seguente, si verifica un'ulteriore scoperta: la grotta Inferno di Cristallo, la cui rilevanza è attestata sia dalla ricchezza di concrezioni e ricristallizzazioni, sia dal rinvenimento di reperti fittili, destinati presumibilmente a connotarla come un'importante stazione preistorica.

A partire dagli anni Ottanta del secolo scorso in Romagna nascono nuovi gruppi speleologici che si dedicano a sistematiche attività di disostruzione sia esterne e sia in profondità in grotte già note. Anche il Gruppo Speleologico Faentino torna a occuparsi con continuità dei gessi di casa e dà avvio a intense campagne di scavi. I risultati non si fanno attendere: nel corso dei successivi 20 anni lo sviluppo complessivo delle cavità passa da circa 10 a oltre 40 chilometri.
Nei gessi di Brisighella viene scoperta, nel 1980, dal *Gruppo Speleologico Faentino*, la Grotta di Alien. Quindici anni più tardi, dopo la disostruzione dell'ingresso, viene esplorata, sempre dai faentini, la Grotta Giovanni Leoncavallo, che successivamente è collegata alla Grotta di Alien. Sempre a metà degli anni Novanta, ancora il GSFa, forza lo storico fondo della Grotta Rosa Saviotti, esplora alcune centinaia di metri di nuovi ambienti che poi collega al vicino Abisso Acquaviva. Anche la Tana della Volpe viene più volte rivisitata e, all'inizio del nuovo secolo, si aggiungono nuovi rami fossili.
Nei gessi di Rontana e Castelnuovo, ancora ad opera del GSFa, vengono aperti nel 1985 gli Abissi Mornig e Peroni.
Nel 1984 e nel 1986, sempre i faentini, effettuano la colorazione delle acque dell'Abisso Fantini: viene così confermata l'ipotesi che esse tornino a giorno tramite la Grotta Risorgente del Rio Cavinale.
Nel 1988, nei pressi di Monte Rontana, ad opera dello *Speleo GAM Mezzano-RA*, gruppo romagnolo fondato nel 1985, viene allargata la fessura terminale della Grotta a nord dell'Abisso Fantini, poi ribattezzata Abisso Garibaldi: vengono così esplorati nuovi ambienti che, l'anno successivo, sono collegati all'Abisso Fantini. Ancora lo *Speleo GAM* forza la fessura, considerata impraticabile, ove si perdono le acque dell'Abisso Fantini; ciò consente di esplorare altre gallerie attive per alcune centinaia di metri, fino a dove l'acqua si perde nuovamente tra massi in frana.
Nei gessi di Monte Mauro, sempre lo *Speleo GAM Mezzano* esplora, nel corso del 1987, l'Abisso Babilonia. Ancora i mezzanesi esplorano l'Abisso Ravenna, nei pressi di Ca' Castellina, e il Buco del Biancospino, nei pressi di Ca' Monti. Vengono anche superati i vecchi fondi del Pozzo I di Ca' Monti e della Grotta a sud est di Ca' Faggia cavità precedentemente esplorata, nel primo tratto, dagli speleologi forlivesi. Anche la Grotta del Pilastrino viene ampliata dallo *Speleo GAM Mezzano*, fino a raggiungere il rio proveniente dalla vicina Grotta della Colombaia.
Il *Gruppo Speleologico Faentino* esplora, nel corso del 2007, la Grotta Lisania, ubicata a ovest del percorso ipogeo del Rio Basino, la Grotta Brutta, cavità tettonica nei pressi della sella di Ca' Faggia e trova nuove prosecuzioni nella Grotta sotto la Rocca di Monte Mauro. I faentini esplorano anche le Fessure di Monte Incisa, grotta tettonica, speleologicamente di scarsa importanza, ma di notevole interesse per la presenza di una gran quantità di reperti protostorici fluitati.
Una delle cavità più importanti di quest'area è, senza dubbio, l'Abisso Vincenzo Ricciardi, esplorato dal gruppo faentino nell'autunno 1992. Si apre in una dolina ubicata 700 metri a nord ovest della cima di Monte Mauro e scende per circa 100 metri in direzione dell'Abisso Luciano Bentini.
Il *Gruppo Speleologico Ambientalista CAI Ravenna*, fondato nel 1993, supera il vecchio fondo dell'Abisso di Ca' Monti, che poi collega alla vicina Grotta Benelli-Frontali. Assai più interessante è però l'esplorazione, iniziata nel settembre 2000 sempre a opera del GSA CAI RA, della Grotta Sempal, cavità che consente di accedere al percorso ipogeo della risorgente ubicata lungo la forra del Rio Basino, in destra idrografica del corso d'acqua principale. Una successiva colorazione confermerà l'ipotesi che le acque di questa cavità sono le stesse che, a monte, scorrono lungo la Grotta della Colombaia e la Grotta del Pilastrino.
Sempre nei gessi di Monte Mauro una grossa novità esplorativa è rappresentata dall'Abisso Luciano Bentini (già Abisso F10) (figg. 23-25). Dopo un lungo lavoro di disostruzione di una piccola dolina ubicata sopra la sella di Ca' Faggia, nel novembre 1990 gli speleologi faentini aprono una nuova cavità destinata, per le notevoli difficoltà, a cambiare modi e metodi di esplorazione.
La grotta viene velocemente discesa fino alla profondità di 100 metri dove una strettoia percorsa da una forte corrente d'aria blocca le esplorazioni. Nel gen-

Figg. 23-25 (nella pagina a fianco) – Speleotemi e morfologie carsiche nell'Abisso Luciano Bentini (F10) nei gessi di Monte Mauro (foto Archivio Gruppo Speleologico Faentino, sopra e F. Grazioli, sotto).







naio 1991 la strettoia viene superata e finalmente la grotta si apre sviluppandosi in molteplici direzioni; le uscite esplorative si susseguono frenetiche fino a raggiungere un primo fondo a 187 metri e un secondo a 200 metri di profondità, dove le acque di un torrentello si disperdono in fessure impercorribili. La successiva colorazione delle acque rivela che queste sono le stesse dell'affluente a cascata del Rio Basino. Un incidente, non grave, raffredda un po' gli entusiasmi degli speleologi che, per qualche anno interrompono le esplorazioni. Nel 1998 e successivamente nel 2008 e nel 2009 riprendono le ricerche con interessanti esplorazioni in prossimità del fondo. Nel frattempo, nel corso del 2010, vengono esplorati altri ambienti di notevoli dimensioni e, nel 2012, è la volta del "Ramo Martina" che si dirige verso le grandi doline di Monte Mauro. A ben 34 anni dalla scoperta, l'esplorazione dell'Abisso Luciano Bentini, condotta dal *Gruppo Speleologico Faentin*o, in collaborazione con il *Gruppo Speleologico Paletnologico "G. Chierici"* di Reggio Emilia, non si può ritenere conclusa. In particolare nelle zone più lontane, in prossimità del fondo, le potenzialità esplorative sono ancora notevoli; anche le operazioni di rilievo non sono concluse, mancando all'appello rami già da tempo esplorati.

Nei gessi di Monte Tondo, in prossimità dell'omonima grande cava è invece lo Speleo GAM Mezzano ad iniziare un'intensa campagna esplorativa fatta di scavi, disostruzioni e risalite con uso di palo telescopico.

Questo, unitamente alla possibilità di accedere alle cavità naturali tramite le gallerie di cava che le avevano intercettate in più punti, permetterà, nel volgere di alcuni anni, di decuplicare lo sviluppo delle cavità note. Nell'agosto 1990 lo *Speleo GAM Mezza*no inizia appunto le esplorazioni dei sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivellari (Ercolani *et alii* 2013).

Una fenditura con forte corrente d'aria, ubicata in una dolina nei pressi della cava, viene allargata e, dopo una breve disostruzione, vengono esplorati i primi metri dell'Abisso Mezzano. Nei mesi successivi, alcune disostruzioni più impegnative consentono poi di raggiungere il grande pozzo da 54 metri e, di seguito, la galleria di cava che l'ha pesantemente mutilata.

Nel marzo 1991, partendo da una breve caduta d'acqua in una galleria di cava posta a nord-est dell'Abisso Mezzano, viene esplorata la Buca Romagna. Un ramo, in particolare, si avvicina alla superficie: un lungo ed impegnativo scavo, dall'interno, "regala" un normale ingresso esterno alla grotta e rende inutile il transito dalle gallerie di cava.

Nel febbraio 1992, inizia la lunga e complessa esplorazione dell'Abisso Tre Anelli (fig. 26). Si tratta di una cavità intercettata in molti punti dalle gallerie di cava: questi vengono utilizzati come accesso per le esplorazioni. Nell'agosto 1992 iniziano le esplorazioni nella Grotta I di Ca' Boschetti. Il tratto sifonante, che chiude la grotta verso monte, viene faticosamente disostruito rendendo accessibili nuovi ed articolati ambienti.

Nel 1993 durante le operazioni di rilievo del primo tratto della Grotta del Re Tiberio, viene scoperta, a seguito di un cedimento del piano di calpestio dovuto alla sottostante galleria di cava, una sepoltura protostorica, risalente all'età del Bronzo.

Nello stesso periodo vengono rinvenute, nei dintorni dell'ingresso della grotta, diversi piccoli incavi di età indefinita. In un anfratto ubicato ad ovest dell'ingresso della Grotta del Re Tiberio vengono scoperte alcune nicchie artificiali ed alcuni reperti fittili.

Successivamente, nel giugno 1995, dopo un'impegnativa disostruzione, viene raggiunto il ramo attivo della Grotta.

Nell'agosto 1996, partendo da una stretta fenditura ubicata nei gradoni di cava, inizia l'esplorazione dell'Abisso Cinquanta una grotta assai complessa che richiederà quattro anni di intenso lavoro esplorativo.

Nell'ottobre 1997 nella Grotta Grande dei Crivellari una breve risalita lungo un cunicolo laterale consente l'esplorazione di nuovi ambienti oltre il vecchio salone terminale, fino ad intercettare un altro corso d'acqua.

Nell'aprile 2002 inizia la disostruzione di una condotta sub-orizzontale nei pressi del terminale della parte storica della Grotta del Re Tiberio. Dopo una serie di faticose uscite si accede a nuovi ambienti, da cui è possibile proseguire l'esplorazione in diverse direzioni. Una condotta, occlusa da riempimenti, sembra proseguire in direzione dell'Abisso Cinquanta. Dopo una lunga disostruzione, nel febbraio 2003, le due grotte sono collegate.

Nei gessi compresi tra il Fiume Santerno ad ovest e il Torrente Senio ad est nel corso del 1984 il *Gruppo Speleologico Faentino* disostruisce un cunicolo sul fondo della dolina nei pressi della sella di Ca' Budrio: la più alta del sistema carsico di Ca' Siepe. I faentini esplorano così l'Abisso Antonio Lusa fino a una profondità di 116 metri.

Ma la data emblematica per le esplorazioni speleologiche nei gessi di quest'area è di certo il 23 dicembre 1990, quando la *Ronda Speleologica Imolese* (RSI), dopo alcuni anni di sporadici tentativi di disostruzione iniziati nel 1985, supera finalmente il vecchio

Fig. 26 (nella pagina a fianco) – Pozzo di 30 metri nell'Abisso Tre Anelli, cavità appartenente al sistema carsico del Re Tiberio (foto P. Lucci).







fondo dell'Inghiottitoio a ovest di Ca' Siepe, raggiungendo, in breve tempo, la notevole profondità di 159 metri (Lucci, Piastra 2022). Negli anni successivi, si susseguono alcune centinaia di uscite di scavo, disostruzione, risalite su corda e rilievo, con esplorazioni che si fanno via via più impegnative. Nel 1992, sempre gli speleologi imolesi, effettuano il collegamento con l'Abisso Antonio Lusa, nel 1997 aprono un nuovo ingresso nei pressi di Ca' Calvana e nel 2005 collegano la cavità con il Pozzo a ovest di Ca' Siepe.
Un'altra data emblematica per le esplorazioni speleologiche, questa volta in sinistra Santerno, è, senza dubbio, il 6 gennaio 2001, quando gli speleologi della RSI individuano, e successivamente esplorano, la Grotta della Befana. Sorprende che una cavità con uno sviluppo di circa 1500 metri sia ubicata in emergenze gessose di così limitata estensione superficiale. Ma l'interesse di questa cavità è dovuto, in particolare, alla presenza di una rara sorgente sulfurea che dà luogo a speleotemi di rara bellezza (figg. 27-28).
Infine, a partire dal 2013 e fino al 2019, dopo alcuni anni di sosta, riprendono le esplorazioni della *Ronda Speleologica Imolese* nell'Inghiottitoio a ovest di Ca' Siepe: in una remota zona, nei pressi del fondo, sono percorsi i "Rami del Nuovo Mondo", che fanno superare a questa grande cavità i 5 chilometri di sviluppo.
Alla ricerca di nuovi spunti esplorativi, lo *Speleo GAM* scopre, nel novembre 2000, alla base della falesia sud del massiccio di Monte Mauro, una cavità, successivamente denominata Grotta della Lucerna (fig. 29), che presenta enigmatiche tracce di lavorazione, costituite per lo più da ambienti con pareti lavorate con attrezzi metallici e in parte artificialmente tamponati: si tratta di una cava di età romana di *lapis specularis*, la prima ad essere individuata in Italia (Guarnieri 2015; Guarnieri in questo volume). In seguito, nei gessi di Monte Mauro vengono individuate una ventina di altre cave ipogee di minor sviluppo e una cava di maggiori dimensioni a cielo aperto, ubicata a nord della cima di Monte Mauro (Costa *et alii* 2019).
Dopo alcuni anni di esplorazioni e disostruzioni Monte Mauro contiene trincee, gallerie carsiche allargate o gallerie di nuova escavazione e depositi di scarto di produzione. Ad oggi, si tratta del sito mondiale dove è stato rinvenuto il maggior numero di cave romane al di fuori dalla Spagna.

Con l'uscita dalla scena speleologica di Antonio Veggiani, le esplorazioni nei gessi della Romagna orientale sono condotte per diversi anni dal *Gruppo Spele-*

Figg. 27-28 – Grotta della Befana. Speleolotemi gessosi in prossimità della sorgente sulfurea (foto F. Grazioli).

ologico Bolognese e *dall'Unione Speleologica Bolognese* con il contributo, per un limitato periodo di tempo, della *Società Speleologica Riccionese* (SSR).
Nel settembre 1965 sono appunto il GSB e la SSR a esplorare la Grotta delle Volpi nei pressi della cava Prioli, non lontano dell'abitato di Sassofeltrio. Purtroppo questa cavità non sarà più ritrovata e non è dato sapere se, nel frattempo, sia stata distrutta dalla vicina cava, ormai da tempo dismessa.
Nel 1967 la *Società Speleologica Riccionese* esplora e rileva la Grotta del Minatore, che si apre nei pressi del Fosso Buless, affluente in destra idrografica del Torrente Fanantello.
All'inizio degli anni Ottanta il Governo della Repubblica di San Marino affida *all'Istituto Italiano di Speleologia*, con sede a Bologna, uno studio sistematico dei fenomeni carsici del territorio (Forti, Gurnari 1983).
Va poi citata la Grotta del Rio Strazzano (Comune di S. Leo) in destra idrografica del Marecchia (Garberi *et alii* 2016). Dell'esplorazione di questa cavità non si ha praticamente alcuna notizia. La prima notizia certa riguardante questa cavità si riferisce a un evento tragico: il 28 ottobre 1973 Dino Rinaldi perde la vita durante un'esercitazione del nascente Soccorso Alpino Appenninico, travolto da un rovinoso crollo della volta.
Il primo decennio del duemila vede finalmente alla ribalta i gruppi speleologici marchigiani che iniziano sistematici studi ed esplorazioni nelle aree carsiche a quel tempo ancora comprese nella Regione Marche.
Speleologi di vari gruppi riprendono le attività di revisione, documentazione e ricerca negli affioramenti gessosi del comune di Sant'Agata Feltria; vengono individuati accessi non ancora documentati nella parte alta della collina di Sapigno, mentre di altre cavità elencate da Veggiani non si trova traccia.
Nello stesso periodo, anche i gruppi emiliano-romagnoli proseguono ricerche, studi e rilievi nelle grotte della Romagna orientale. Nel corso del 2006, la *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna* viene interessata dagli enti locali (Comune di Gemmano e Provincia di Rimini) per relazionare in merito allo "stato di salute" della grotta di Onferno, da circa un ventennio adibita alle visite turistiche. La FSRER delega ai gruppi bolognesi del GSB-USB, con il contributo dello *Speleo Club Forlì*, il relativo studio, che prevede anche il rilievo di dettaglio dell'intero complesso.
L'occasione si presenta propizia per riprendere le esplorazioni, dopo alcuni decenni di stasi, sia all'interno della grotta principale che nelle vicine cavità. Il risultato più importante è certamente la completa esplorazione dell'Inghiottitoio di Onferno (Grotta



Fig. 29 – Grotta della Lucerna. Corridoio con pareti finemente scalpellate. Il tratto verticale al centro della foto, subito sotto la speleologa, ha incise alcune pedarole. Questo ambiente, completamente artificiale, consisteva inizialmente in una fessura tamponata da argilla con inclusioni di *lapis specularis* (foto P. Lucci).

Rodolfo Regnoli) e il successivo collegamento con la cavità principale.
Alla fine del primo decennio del duemila giungono altre importanti novità esplorative, in zone da sempre parte della Regione Emilia-Romagna, ma, fino ad allora, assolutamente ignorate. La *Ronda Speleologica Imolese* esplora, in un piccolo affioramento gessoso, 1500 metri a nord dell'abitato di Gesso, la Grotta di Pasqua di Montescudo, la quale, con uno sviluppo di ben 1300 metri si pone al primo posto tra le grotte della Romagna orientale.
Lo *Speleo GAM Mezzano* esplora, in un affioramento gessoso sulla destra idrografica del Torrente Chiusa (Comune di Sogliano al Rubicone, Provincia di Forlì-Cesena), alcune nuove grotte. Tra queste, va citata la Grotta al Sasso della Civetta che, con 500 metri di sviluppo, è la maggiore dell'area carsica dei Torrenti Chiusa e Fanantello (Garberi *et alii* 2016) (figg. 30-32).
A partire dal 2014 la *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna* promuove una serie di ricerche e studi multidisciplinari che si conclude con la pubblicazione della monografia dedicata al carsismo ed alle miniere di zolfo dismesse da decenni nelle aree della Romagna orientale (Garberi *et alii* 2016).
Da un punto di vista strettamente esplorativo, il progetto, quantomeno in relazione alle cavità naturali, non ha certo realizzato grandi risultati, essendo la Grotta del Rio Gaggio, con sviluppo di soli 157 metri, la maggiore cavità esplorata.
Sono state però riviste, documentate fotograficamente e in parte topografate ex novo tutte le cavità accessibili: di alcune di queste s'era, da tempo, persa memoria. Le cavità già in territorio marchigiano sono state incluse, con nuovo numero identificativo, nel Catasto emiliano-romagnolo.
Sono state evidenziate alcune peculiarità che riguardano grotte note da tempo o di più recente esplorazione. In sostanza, per la prima volta, si ha a disposizione un quadro complessivo ed organico dei fenomeni carsici nei gessi della Romagna orientale, che presentano tratti decisamente peculiari nell'articolato panorama delle aree carsiche gessose regionali.
Successivamente a questo progetto ben poco è stato aggiunto in termini di nuove esplorazioni. Solo recentemente, il *Gruppo Grotte Ariminum (RN)* e lo *Speleo GAM Mezzano* hanno rivisto l'area carsica nei gessi alabastrini del Rio Strazzano (Comune di San Leo), individuando nuove grotte e nuovi percorsi ipogei delle acque.

Parchi e cave nei gessi regionali

Il simposio organizzato dal GSB-USB nel 1971, nel *Centenario della scoperta della Grotta del Farneto*, è l'occasione per mettere a fuoco e denunciare la gravità dei danni provocati a quella e a molte altre cavità naturali dalle cave di gesso (USB 1972).
Negli anni a venire si assiste ad una recrudescenza della lotta del GSB-USB contro le cave di gesso, che si conclude nel 1977, con la chiusura di 5 dei 6 impianti estrattivi in esercizio fra Idice e Savena. (Aa.Vv. 2014; Grimandi, 2011; Bentini (†) *et alii* in questo volume).
Nel corso del simposio gli speleologi bolognesi espongono ai colleghi le loro preoccupazioni per la conservazione dell'ambiente dei gessi. In superficie, il sistematico abbandono di rifiuti nelle aree carsiche più frequentate e le discariche abusive nelle doline fanno sì che risultino del tutto insufficienti le periodiche operazioni di bonifica spontaneamente effettuate dal gruppo.
Dopo la chiusura delle cave, si intensificano le iniziative del GSB-USB volte a promuovere l'istituzione di un parco regionale, la cui autorità e il cui scopo siano in grado di tutelare la naturalità dei Gessi bolognesi, sempre più compromessa dall'espansione urbanistica e dall'inquinamento.
Gli speleologi bolognesi si pongono incisivamente alla testa del movimento ambientalista che, nel volgere di alcuni anni, riuscirà a convincere la Regione dell'importanza e dell'urgenza di adottare un efficace strumento di tutela per un territorio al quale i gessi e le grotte conferiscono inestimabili caratteristiche di pregio e unicità. La Legge istitutiva del Parco Regionale dei gessi Bolognesi, ostacolata da fiere opposizioni, molte esitazioni e rinvii, sarà emanata nel 1988.
Non si esaurirà comunque il compito degli speleologi, impegnati a dimostrare che l'originalità e quindi la valenza primaria di quel primo parco carsico della Regione, situato al centro del comprensorio metropolitano di Bologna, è motivata in primo luogo dalla presenza dei gessi e dei connessi fenomeni carsici superficiali e profondi.
Dopo la costituzione del Parco dei Gessi bolognesi è solamente nel 2005, che la Regione approva la legge che istituisce il Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola.
Ma, a differenza dei Gessi bolognesi, nella Vena del Gesso romagnola è attiva, dal 1958, una cava che sta intensamente sfruttando l'area di Monte Tondo, tanto che la Grotta del Re Tiberio, di rilevante interesse naturalistico, speleologico ed archeologico, è stata, e viene ancor oggi, pesantemente mutilata (fig. 33). I si-

Figg. 30-32 (nella pagina a fianco) – Grotta al Sasso della Civetta. Peculiari strutture sedimentarie nelle gessoareniti della Romagna orientale (foto P. Lucci).



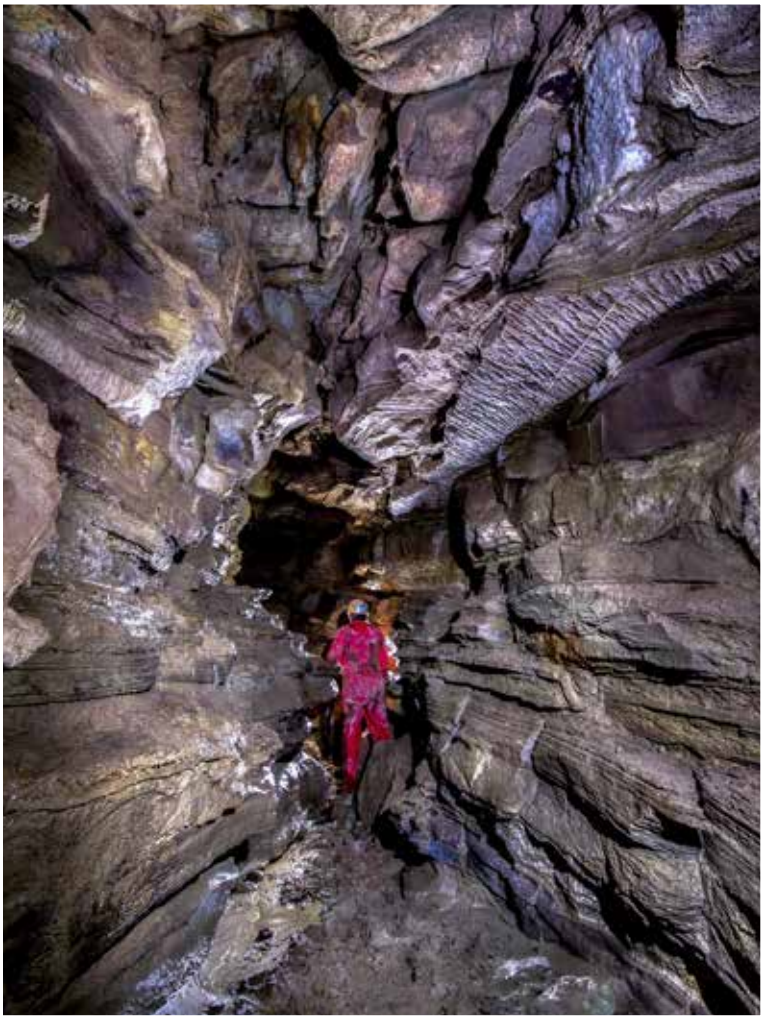






Fig. 33 – La cava di Monte Tondo nel marzo 1964 (foto Archivio Adelio Olivier).

stemi carsici presenti all'interno della montagna, tra i maggiori non soltanto della Vena del Gesso, sono stati intercettati dalla cava e, a seguito di ciò, l'idrologia sotterranea viene irreparabilmente alterata. Anche le morfologie carsiche superficiali sono state in massima parte distrutte; l'arretramento del crinale nonché la regimazione delle acque esterne hanno pesantemente alterato anche l'idrologia di superficie.

Dall'inizio degli anni Novanta in poi, la FSRER è sempre fattivamente intervenuta ed ha costantemente supportato l'impegno dei gruppi speleologici nel difficile compito di difendere e salvaguardare l'area carsica di Monte Tondo dall'invadenza della cava (Ercolani *et alii* 2013; Aa.Vv. 2014; Ercolani *et alii* 2022; FSRER 2020; Bentini (†) *et alii* in questo volume).

I progetti e gli studi scientifici multidisciplinari

A partire dagli ultimi mesi del 2007, la *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna* si fa promotrice del *Progetto Stella-Basino* che vede il contributo diretto di gran parte dei gruppi speleologici della regione. Viene realizzata una serie di indagini che affrontano, in maniera sistematica e approfondita, i tanti motivi di interesse di un ambiente carsico gessoso da considerare tra i più estesi e importanti dell'intero continente. All'esplorazione e al rilievo dell'intero complesso hanno fanno seguito gli studi geopetrografici e geomorfologici dell'area compresa tra Monte della Volpe e Monte Mauro. Sono poi condotte ricerche di biospeleologia con particolare attenzione ai chirotteri, presenti in colonie numerose all'interno della struttura carsica. Data la complessità del progetto sono coinvolti studiosi di varie discipline, nonché le Università di Bologna e Modena-Reggio Emilia. Al termine delle operazioni di rilievo, lo sviluppo complessivo del sistema carsico Stella-Basino passa da 1500 a 4800 metri. Il progetto si conclude nel mese di ottobre 2010 con la pubblicazione della relativa monografia (Forti, Lucci 2010).

Il *Progetto Stella-Basino* è stato pensato come punto di partenza di un programma più ampio, comprendente studi multidisciplinari e relative pubblicazioni, in grado di offrire una lettura approfondita e d'insieme di tutte le aree carsiche regionali: risultato di una straordinaria collaborazione tra gruppi speleologici affiliati alla *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna*, istituti universitari, soprintendenze

regionali, associazioni locali, ricercatori e singoli studiosi, in grado di affrontare tematiche anche distanti dagli interessi usualmente connessi con il mondo della speleologia.
L'anno successivo all'uscita del volume dedicato al *Progetto Stella-Basino* va alle stampe *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, pubblicazione multidisciplinare a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (oggi Area Geologia Suoli e Sismica) e della FSRER (fig. 34), a suo modo antesignano del presente volume, sostanzialmente aggiornato su molti temi (Lucci, Rossi 2011).
Nel corso degli anni successivi, alla Vena del Gesso romagnola ed ai "gessi e Solfi" della Romagna orientale sono dedicati 5 corposi volumi inseriti nella collana *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*.
Nel 2013, viene infatti ultimato lo studio multidisciplinare su *I gessi e la cava di Monte Tondo* (Ercolani *et alii* 2013), mentre nel giugno 2015 anche lo studio riguardante *I gessi di Brisighella e Rontana* giunge a buon fine (Lucci, Piastra 2015).
Il volume *gessi e Solfi della Romagna orientale* viene pubblicato nel corso del 2016 (Garberi *et alii* 2016).
Segue il volume su *I gessi di Monte Mauro* (Costa *et alii* 2019) e, infine, il volume dedicato a *I gessi di Tossignano* che comprende le aree carsiche di Monte del Casino e Monte Pènzola (Lucci, Piastra 2022).
Nell'area bolognese il GSB-USB pubblica, nel 2012, il volume multidisciplinare *Le grotte bolognesi*, come secondo aggiornamento dell'opera di Fantini del 1934 (De Maria *et alii* 2012), mentre nel 2018 è la volta della monografia dedicata ai rinvenimenti paleontologici della Cava a filo nell'area dei gessi della Croara (Nenzioni, Lenzi 2018). Non manca poi una pubblicazione a carattere prettamente divulgativo come è *la Guida ai fenomeni carsici del Parco Regionale dei Gessi bolognesi* (Grimandi *et alii* 2020).
Ai convegni, organizzati in collaborazione con gli istituti universitari e con le soprintendenze regionali, segue sempre, a breve, la pubblicazione dei relativi atti. A Faenza, nel settembre 2013, è organizzato il primo convegno mondiale sul *lapis specularis* (Guarnieri 2015). Nell'ottobre 2017 è organizzato, a Brisighella, il convegno *"...nel sotterraneo Mondo" La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia* che, in stretta collaborazione con le soprintendenze regionali, fa il punto su 150 anni di scoperte e studi archeologici nelle grotte regionali (Boccuccia *et alii* 2018). Il Convegno, organizzato nel 2021 a San Lazzaro di Savena dal GSB-USB nel 150°anniversario della scoperta della Grotta del Farneto, aggiorna il quadro delle conoscenze speleologiche, archeologiche, paletnologiche storiche e ambientali. (Busi *et alii* 2022). Altrettanto fa il Convegno, organizzato a Faenza l'anno successivo che si occupa della Grotta del Re Tiberio, altra "grotta simbolo" regionale, e della cava di Monte Tondo che la distrugge (Ercolani *et alii* 2022).
Nel 2016 è la volta di una pubblicazione che evidenzia il lungo e impegnativo lavoro svolto dagli speleologi nell'ambito del Progetto europeo *life-Gypsum* (Aa. Vv. 2016).
Nel 2020 si dà alle stampe una corposa monografia sugli aspetti archeologici della Tana della Mussina nei gessi messiniani reggiani (Tirabassi *et alii* 2020) che viene pubblicata, così come le altre monografie di carattere archeologico, nella collana scientifica delle soprintendenze regionali.
Importanti sono poi gli studi connessi alle problematiche ambientali, con particolare riguardo alla cava di gesso di Monte Tondo (FSRER 2020).
Vanno poi citati gli studi e le pubblicazioni riferiti agli speleolotemi nei gessi e nelle anidriti (Calaforra, Forti 2021), nonché alla fauna messiniana di "Cava



Fig. 34 – *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, pubblicazione multidisciplinare edita nel 2011 a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (oggi Area Geologia Suoli e Sismica) e della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna. A 13 anni di distanza il volume appare superato su diversi temi, stante la veloce evoluzione delle esplorazioni speleologiche e degli studi ed esse connessi.

Monticino" (Rook 2021).
Nuovi studi, condotti dall'Università di Modena-Reggio Emilia con il contributo della FSRER, aggiornano le conoscenze sulle Fonti di Poiano, nelle Evaporiti triassiche dell'Alta Valle del Secchia (RE) (Tronchetti *et alii* 2021).
Anche alle figure che hanno fatto la storia della speleologia nella nostra Regione sono dedicati quattro volumi, rispettivamente a Luciano Bentini, Francesco Orsoni, Luigi Fantini e Giovanni Mornig (Piastra 2010, Busi 2019, Busi, Grimandi 2021; Grimandi *et alii* 2023).
Una sintesi di quanto realizzato nel tempo degli speleologi regionali è pubblicata in un numero speciale della rivista *Speleologia Emiliana*, edita in occasione del 40° anniversario della fondazione della FSRER (Aa.Vv. 2014).
Sono tuttora in corso ricerche di speleogenesi, archeologia e microbiologia con uscita delle relative pubblicazioni previste nei prossimi tempi.
Si tratta, in ultima analisi, di un vasto ed eccezionale materiale che vuole coniugare ricerca e divulgazione scientifica al fine di fornire, tramite un'approfondita documentazione delle emergenze naturali e culturali, gli elementi utili per una corretta conoscenza, pianificazione e gestione del territorio.

Conclusioni

Questa è una breve e sicuramente non esaustiva presentazione delle principali attività speleologiche effettuate negli ultimi 120 anni negli affioramenti evaporitici dell'Emilia Romagna. Attività che hanno permesso di farne, senza alcun dubbio, non solo l'areale gessoso maggiormente esplorato e studiato al mondo, ma anche quello che ha ricevuto la maggiore salvaguardia e conservazione. Ciò, con la clamorosa eccezione della cava di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) che tuttora sta distruggendo alcuni tra i più importanti sistemi carsici nel gesso e rischia di mettere seriamente in discussione l'integrità del sito UNESCO.
Vi è poi da sottolineare un'altra importante conseguenza scaturita dalle intense e sistematiche esplorazioni condotte dai gruppi speleologici che hanno generato una vera e propria "esplosione" di ricerche scientifiche nei campi dell'idrogeologia, della mineralogia, della biologia, della paleontologia e della archeologia. in gran parte coordinate dalla *Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna.*
È, infatti, proprio grazie al contributo dato a questi studi che la speleologia regionale ha potuto acquisire una posizione di rilievo a livello regionale, diventando il referente ufficiale per questo tipo di attività. Ed è grazie infine alle sollecitazioni venute dal mondo speleologico se la Regione ha deciso di proporre al Governo di presentare la candidatura a World Heritage dell'UNESCO dei suoi gessi, che nel 2023 è stata accettata. È stato quindi certificato in maniera definitiva che le evaporiti dell'Emilia-Romagna non sono solamente l'area carsica gessosa più esplorata e studiata al mondo ma anche la più importante del Pianeta per le sue caratteristiche intrinseche.

Bibliografia

Aa.Vv. 1988, *L'area carsica dell'alta Val di Secchia - Studio interdisciplinare dei caratteri ambientali.* Regione Emilia Romagna.

Aa.Vv. 2014, *Speleologia Emiliana. Numero speciale pubblicato in occasione del 40° anniversario della fondazione della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna,* XXXV, V.

Aa.Vv. 2016, *Il progetto Gypsum - Tutela e gestione di habitat e specie animali associati alle formazioni gessose dell'Emilia-Romagna*, Faenza.

G. Badini 1967, *Le Grotte Bolognesi*. Ed. di Rassegna Speleologica Italiana, Como, 1967, p.144

L. Bentini, P.P. Biondi, A. Veggiani 1965, *Le ricerche speleologiche nel territorio romagnolo tra il Montone e il Foglia*, "Studi Romagnoli" XVI, pp. 473-508.

P. Boccuccia, R. Gabusi, C. Guarnieri, M. Miari (a cura di) 2018, *"...nel sotterraneo Mondo" La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia.* Atti del Convegno, Brisighella (RA), Convento dell'Osservanza - Centro visite Carnè, 6-7 ottobre 2017.

C. Busi 2019, *Francesco Orsoni. Storia di un bolognese, pioniere della Speleologia e dell'Archeologia Preistorica*.

C. Busi, P. Grimandi 2021, *Luigi Fantini – Vita e ricerche di un uomo straordinario*.

C. Busi, P. Forti, P. Grimandi (a cura di) 2022, *Atti del Convegno per il Centocinquantesimo Anniversario della scoperta della Grotta del Farneto*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 38).

J.M. Calaforra, P. Forti 2021, *Speleotemi peculiari dei gessi e delle anidriti*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 36).

M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2019, *I Gessi di Monte Mauro. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIV), Faenza.

M. Chiesi 1984, *Tana della Mussina di Borzano (RE2) - nuove diramazioni verso l'inghiottitoio*, "Ipoan-

tropo" 2, 1984, pp. 6-8

M. Chiesi (a cura di) 2001, *L'area carsica di Borzano (Albinea-Reggio Emilia*), (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, S. II, vol. XI), Comune di Albinea.

M. Chiesi (a cura di) 2009, *Il Progetto Trias, studi e ricerche sulle evaporiti triassiche dell'alta Val di Secchia e sull'acquifero carsico di Poiano*", Società Speleologica Italiana, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, S. II, vol. XXII, 2009.

Comitato Scientifico della Sezione di Modena 1949, *Studio sulla formazione gessoso-calcarea nell'alta Valle del Secchia*. (Club Alpino Italiano, Memorie del Comitato Scientifico Centrale 1) Modena.

G.B. De Gasperi 1912, *Appunti sui fenomeni carsici nei Gessi di Monte Mauro (Casola Valsenio)*, "Rivista Geografica Italiana" XIX, III-IV, pp. 319-326.

G.B. De Gasperi, L. Quarina 1914, *Fenomeni carsici nei gessi presso la Repubblica di San Marino*, "Mondo Sotterraneo" 10, 4-6, p. 77.

D. Demaria, P. Forti, P. Grimandi, G. Agolini (a cura di) 2012, *Le grotte bolognesi*, Gruppo Speleologico Bolognese, Unione Speleologica Bolognese, Bologna

M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2022, *La Grotta del Re Tiberio. Valori ambientali e valori culturali*. Atti del convegno 26-27 marzo 2022. Museo Civico di Scienze Naturali "Domenico Malmerendi" Faenza (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XLI).

M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di) 2013, *I Gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza.

L. Fantini 1934, *Le Grotte Bolognesi*. Officine Grafiche Combattenti, Bologna, 1934, XII, p.72.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 1996, *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*, Vol. 1.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 1997, *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*. Vol. 2.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 1998, *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*. Vol. 3.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 2000, C*atasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*. Vol. 4.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 2001, *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*. Vol. 5.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 2004, *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*. Vol. 6.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 2006, *Catasto delle cavità naturali dell'Emilia Romagna*. Vol. 7.

Federazione Speleologica Regionale dell'emilia-Romagna (a cura della) 2020, *La cava nei Gessi di Monte Tondo ovvero documenti e immagini di una montagna che non c'è più.*

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (a cura di), 1980, *Il Catasto delle cavità naturali dell'Emilia-Romagna*, Ed. Pendragon, 1980, p.250.

W. Formella 2020, *Storia delle esplorazioni alla Tana della Mussina e al suo sistema carsico*, in I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi (a cura di) *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del Ventunesimo secolo*, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, pp. 121-151.

P. Forti, G. Gurnari 1983, *Le cavità naturali della Repubblica di San Marino*, "Sottoterra" (Rivista quadrimestrale di speleologia del Gruppo Speleologico Bolognese C.A.I.) XXII, 65.

P. Forti, P. Lucci 2010 (a cura di), *Il Progetto Stella-Basino*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIII), Bologna.

M.L. Garberi , P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2016, *Gessi e solfi della Romagna orientale*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXI), Faenza.

P. Grimandi, P. Forti, P. Lucci (a cura di) 2020, *Guida ai fenomeni carsici del Parco Regionale dei Gessi bolognesi*.

P. Grimandi, P. Guidi, P. Lucci 2023, *Giovanni Mornig: le grotte, una vita.*

Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel" 1954, *Attività di Campagna del Gruppo Grotte "P. Strobel" di Parma*, "Annuario 1953", p. 21.

Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel" 1955, *Attività di Campagna del Gruppo Grotte "P. Strobel" di Parma*, "Annuario 1954", p. 11.

Gruppo Grotte "Pellegrino Strobel" 1961, *Atti-*

vità di Campagna del Gruppo Grotte "P. Strobel" di Parma, "Annuario 1955-56", p. 13.

Gruppo Speleologico "Città di Faenza", Gruppo Speleologico "Vampiro" 1964, *Le cavità naturali della Vena del Gesso tra i fiumi Lamone e Senio*, Faenza.

C. Guarnieri (a cura di) 2015, *Il vetro di pietra. Il* lapis specularis *nel mondo romano dall'estrazione all'uso,* Atti del I Convegno Internazionale, Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, 26-27 settembre 2013.

P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2015*, I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza.

P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2022*, I Gessi di Tossignano. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XL).

P. Lucci, A. Rossi (a cura di) 2011, *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna.

F. Malavolti 1935, *Nuove esplorazioni del Gruppo Grotte nei gessi dello Scandianese,* "Il Cimone", V, p. 2.

F. Malavolti, M. Bertolani, R. Trani, D. Bertolani Marchetti, C. Moscardini 1955 *La zona speleologica del Basso Appennino reggiano,* in: *Atti del VI Convegno Nazionale di Speleologia* (Le Grotte d'Italia) 1, III, , pp.187-215.

O. Marinelli 1917, *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*, (Memorie Geografiche di Giotto Dainelli 34), Firenze.

G. Mornig s.d. [1948], *Fascino di abissi*, Trieste.

G. Mornig 1995, *Grotte di Romagna*, (a cura di L. Bentini), Bologna.

G. Nenzioni, F. Lenzi 2018 (a cura di), *Geopaleontologia dei Gessi bolognesi*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXII).

S. Piastra (a cura di) 2010, *Una vita dalla parte della natura. Studi in ricordo di Luciano Bentini*, Faenza.

L. Quarina 1916, *Fenomeni carsici nei gessi di Onferno*, "Mondo Sotterraneo" 12, 1-3, pp. 32-35.

F. Ronchetti, M. Deiana, S. Lugli, V. Critelli, D. Arosio, M. Mussi, L. Longoni, V. I. Ivanov, M. Taruselli, D. Brambilla, A. Curotti, S. Bergianti, M. Ercolani, B. Sansavini 2021, *Nuove evidenze sulla circolazione idrica sotterranea delle fonti carsiche di Poiano (Appennino reggiano)*.

L. Rook (a cura di) 2021, *La fauna messiniana di Cava Monticino (Brisighella, RA)*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 37).

I. Tirabassi, W. Formella, M. Cremaschi, (a cura di) 2020, *La Tana della Mussina di Borzano. Dallo scavo pionieristico dell'Ottocento agli studi scientifici del Ventunesimo secolo*, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna.

G. Trebbi, 1926, *Fenomeni carsici nei gessi emiliani: la Risorgente dell'Acquafredda.* "Giornale di Geologia", Bologna, 5.2, 1, p. 31.

USB 1972, *Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia-Romagna e del Simposio di studi sulla Grotta del Farneto*, Rassegna Speleologica Italiana, X, Como.

A. Veggiani 1959-60, *Fenomeni carsici nella formazione gessoso-solfifera di Sapigno e Maiano (S. Agata Feltria)* "Le Grotte d'Italia", III, 3, pp. 132-142.

A. Veggiani 1964, *La Grotta di Onferno presso Gemmano*, "Bollettino Mensile della C.C.A.A. – Forlì.

Siti Internet

https://fsrer.it/site/

https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/catasto-cavita-naturali

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

L'attività estrattiva nei gessi dell'Emilia-Romagna

Luciano Bentini[1] (†), Mauro Chiesi[2], Massimo Ercolani[3],
William Formella[4] (†), Paolo Forti[5], Paolo Grimandi[6], Piero Lucci[7]

Riassunto
Viene ripreso quanto scritto 12 anni fa nel volume "Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna" edito dalla Regione Emilia-Romagna e dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, riguardo l'attività estrattiva nei gessi regionali. Nel caso della grande cava di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola), tuttora in attività, viene documentato quanto accaduto negli ultimi anni a seguito della scadenza del piano decennale delle attività estrattive, dell'approvazione del primo piano territoriale del parco regionale della Vena del gesso Romagnola e dell'inserimento dei sistemi carsici prossimi alla cava nella "core zone" UNESCO. Per quanto riguarda le cave ormai inattive da decenni, si deve oggi amaramente constatare che i danni arrecati al territorio non sono per nulla sanati o, in genere, sanabili in futuro.

Parole chiave: ambiente, cave nel gesso, sistemi carsici, cava di Monte Tondo, parchi carsici regionali, "core zone UNESCO".

Abstract
The paper re-elaborates a previous article dating back to 12 years ago, in Italian language, focused on the quarrying activity in the gypsum outcrops, published in the volume "Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna", put under the aegis of the Emilia-Romagna Region and the Regional Speleological Federation of Emilia-Romagna. Regarding Mt. Tondo quarry (Municipality of Riolo Terme, Province of Ravenna), still in activity, the essay discusses what happened after the end of the 10-year plan for the excavation in this site, the approval of the management plan of the Vena del Gesso Romagnola Regional Park, the delimitation of the "core zone" of EKCNA UNESCO World Heritage in Mt. Tondo including the local karst systems. Regarding the other former quarries of the region, just a few saw a process of restoration or rinaturation, and their environmental quality is still deteriorated.

Keywords: *Environment, Gypsum Quarries, Karst Systems, Mt. Tondo Quarry, Regional Karst Parks, UNESCO core zone.*

Tu cammini nella foresta e vedi il legname.
Martin Heidegger

Premessa

Nel maggio 2011 la Regione Emilia-Romagna e la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna pubblicano "Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna" a cura di Piero Lucci e Antonio Rossi, volume da considerare antesignano del presente.
Al momento di porre mano a questo articolo, su un argomento quanto mai complesso e controverso, gli autori hanno considerato che, quanto scritto a suo tempo, era, nella sostanza, proponibile ancor oggi, sia per quanto riguarda le cave dismesse e sia per quanto riguarda la grande cava di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) tuttora in attività.
Ovvio che, in quest'ultimo caso, serviva un adeguato aggiornamento per documentare quanto, negli ultimi anni, è accaduto.
Per quanto riguarda le cave ormai inattive da decenni,

[1] Gruppo Speleologico Faentino

[2] Società Speleologica Italiana; Gruppo Speleologico Paletnologico Gaetano Chierici, Reggio Emilia; maurochiesi3@gmail.com

[3] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano-RA; massimoercolani55@gmail.com

[4] Gruppo Speleologico Paletnologico Gaetano Chierici, Reggio Emilia

[5] Istituto Italiano di Speleologia; Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese; Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; paolo.forti@unibo.it

[6] Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese; pinodilamargo42@gmail.com

[7] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano-RA; pierolucci@libero.it

si deve oggi amaramente constatare che i danni arrecati al territorio non sono per nulla sanati o, in genere, sanabili in futuro. Restano diffuse situazioni di pericolo legate ad instabilità delle gallerie e dei versanti interessati, a suo tempo, dall'attività estrattiva. L'idrologia epigea e ipogea risulta, nella maggior parte dei casi, irrimediabilmente compromessa. In sostanza: il gesso non si rigenera se non in tempi geologici.

L'attività estrattiva del gesso in Alta val Secchia e nel Basso Appennino Reggiano

Il testo che segue è stato scritto da William Formella, colonna portante del gruppo speleologico reggiano, rilevatore e curatore del catasto grotte sino alla sua scomparsa nel 2021.
Redatto nel 2010, non poteva delineare lo stato attuale di mancata messa in sicurezza, ripristino e definitiva dismissione delle attività estrattive del Monte del Gesso di Vezzano sul Crostolo. Le evidenze della grave situazione di instabilità, dovute anche al probabile allagamento dei piani inferiori di cava, con importanti crolli a cielo aperto e improvvise aperture di nuove fratture in superficie, si ripetono ormai con sempre maggiore frequenza.

Mauro Chiesi

Nel territorio della provincia di Reggio Emilia due sono le aree con affioramenti costituiti da rocce gessose che, potenzialmente, potevano essere oggetto di attività di sfruttamento di cava.
I Gessi triassici della media e alta Val Secchia che, a partire dal Mulino di Poiano, risalgono fino al Passo del Cerreto insinuandosi nelle valli laterali del Rio di Sologno, del Torrente Ozola e di altri affluenti minori.
I Gessi messiniani della fascia collinare che, come affioramenti a forma di lente paralleli alla catena appenninica, si estendono dal Monte del Gesso di Scandiano al Monte del Gesso di Vezzano sul Crostolo.
Nella prima area, principalmente per la natura delle rocce costituite da gessi e anidriti caoticamente intercalati a calcari e dolomie, l'utilizzo di questo materiale, come malta legante nella costruzione di muri di pietra naturale ottenuta con lo sbriciolamento e la cottura della componente gessosa, era tradizionalmente praticato solo a livello locale e con un impatto ambientale pressoché inesistente.
Qualche testimonianza, sia dei procedimenti di cottura (presenza di piccoli forni a legna) che dello sfruttamento della roccia come materiale da costruzione, si può ancora osservare nella zona del Fiume Secchia compresa fra monte Carù e monte Caldina ad esempio nei ruderi del Mulino di Porcile o sui muri di vecchi edifici come a Busana. L'unico tentativo di sfruttamento intensivo del gesso in questa area montana risale ai primi anni '80 del secolo scorso quando si diede inizio ad un progetto, con finalità mai ben dichiarate, di escavazioni a Monte Carù; si avanzava soltanto l'ipotesi di un "improbabile" suo impiego per la preparazione di pannelli in cartongesso.
La pronta reazione da parte dei gruppi ambientalisti reggiani ed, in particolar modo, del Gruppo Speleologico "G. Chierici" (GSPGC) contribuì a sventare quello che poteva diventare un irrimediabile scempio di una delle aree naturalistiche più importanti e conservate della regione.
Nei Gessi messiniani del basso Appennino reggiano il materiale, anche se presente in affioramenti più modesti, è di qualità migliore e molto più adatto ad uno sfruttamento commerciale a vasta scala.
Fin dall'antichità, soprattutto nei territori di Scandiano e di Vezzano sul Crostolo (figg. 1-4), questo materiale è stato oggetto di sfruttamento diventando sia fonte primaria di sussistenza per gli abitanti locali ma anche causa di tensioni soprattutto per l'intenso disboscamento conseguente alla richiesta di grandi quantità di legname necessarie per la sua cottura in piccoli ma funzionali fornelli, spesso a gestione familiare.
L'estrazione si intensifica, anche se con fasi alterne, soprattutto tra la metà del XV° secolo e la metà dell"800, sotto il dominio degli Estensi, in funzione dei bisogni per la costruzione degli edifici monumentali del capoluogo, anche se va sottolineato che ben poco profitto ne veniva ai cavatori i quali erano sottoposti ad estenuanti fatiche a fronte di ben miseri guadagni.
Dopo l'unità d'Italia, si costituì a Scandiano una grande industria edilizia: la Società Anonima per la Fabbricazione del Cemento, della Calce Idraulica e del Gesso; a Vezzano invece un consistente sviluppo dell'attività estrattiva avvenne attorno al 1885 quando si formò la Società Brindani-Leoni-Braglia che si avvaleva di una fornace a fuoco continuo.
Questa industrializzazione segnò la fine della secolare produzione a carattere famigliare e l'avvio delle grandi escavazioni con mezzi meccanici sempre più "moderni", portando questa attività economica al terzo posto a livello provinciale, preceduta solamente da quelle casearia e suinicola.
Abbandonate le piccole cave, l'estrazione si concentrò a Ventoso di Scandiano e a Vezzano sul Crostolo, con effetti sempre più vistosi di trasformazione del paesaggio e mai tenendo in alcuna benché minima considerazione i fenomeni carsici incontrati durante l'avanzamento dei fronti di scavo.
Nel periodo compreso tra i due eventi bellici mondiali l'attività estrattiva diminuì e vi furono vari passaggi di proprietà e fusioni fra le diverse Società; l'escavazione riprese nel secondo dopoguerra, lenta ma continua, per far fronte alla crescente espansione edilizia e alla

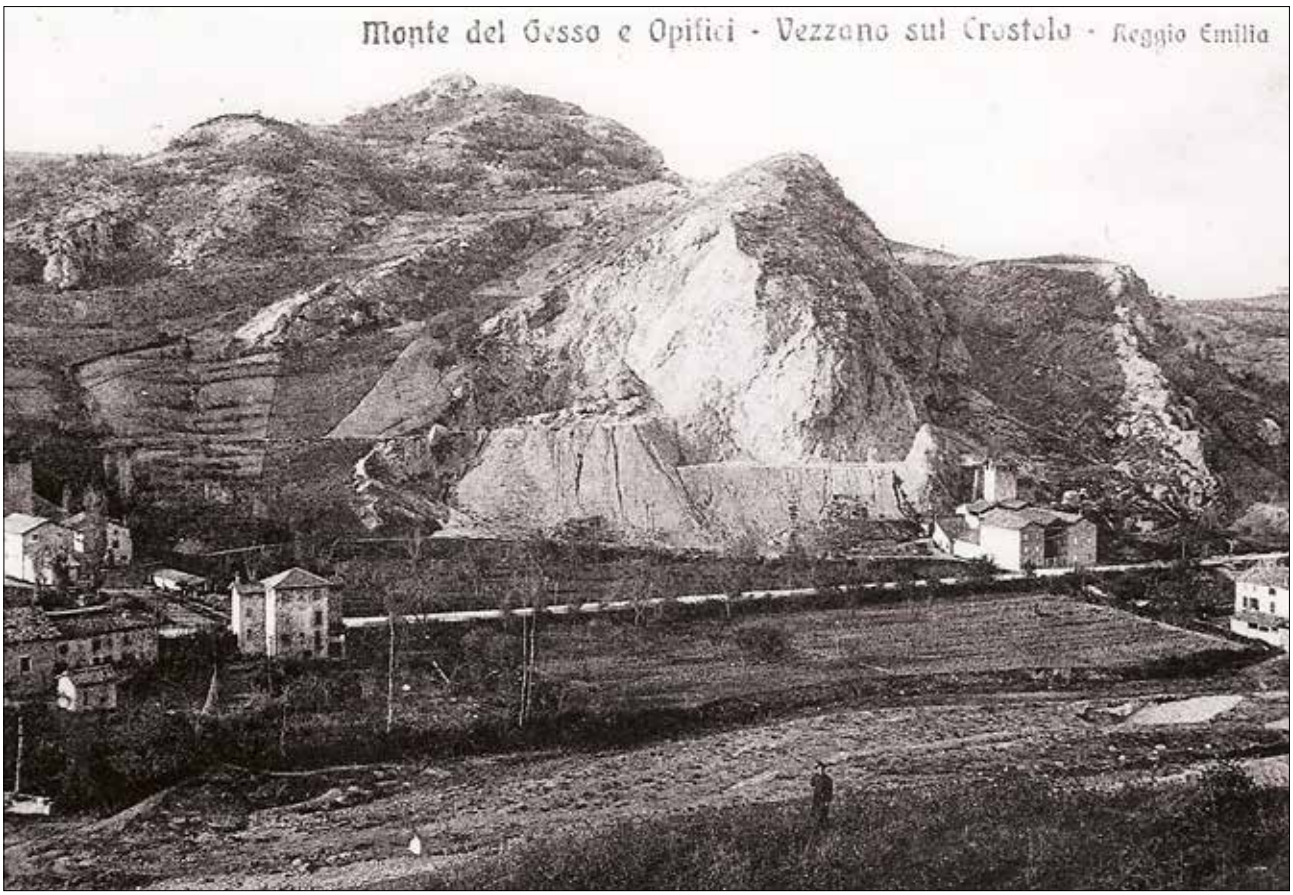


Fig. 1 – Cartolina del Monte del Gesso di Vezzano sul Crostolo, 1913 (foto Archivio GSPGC).

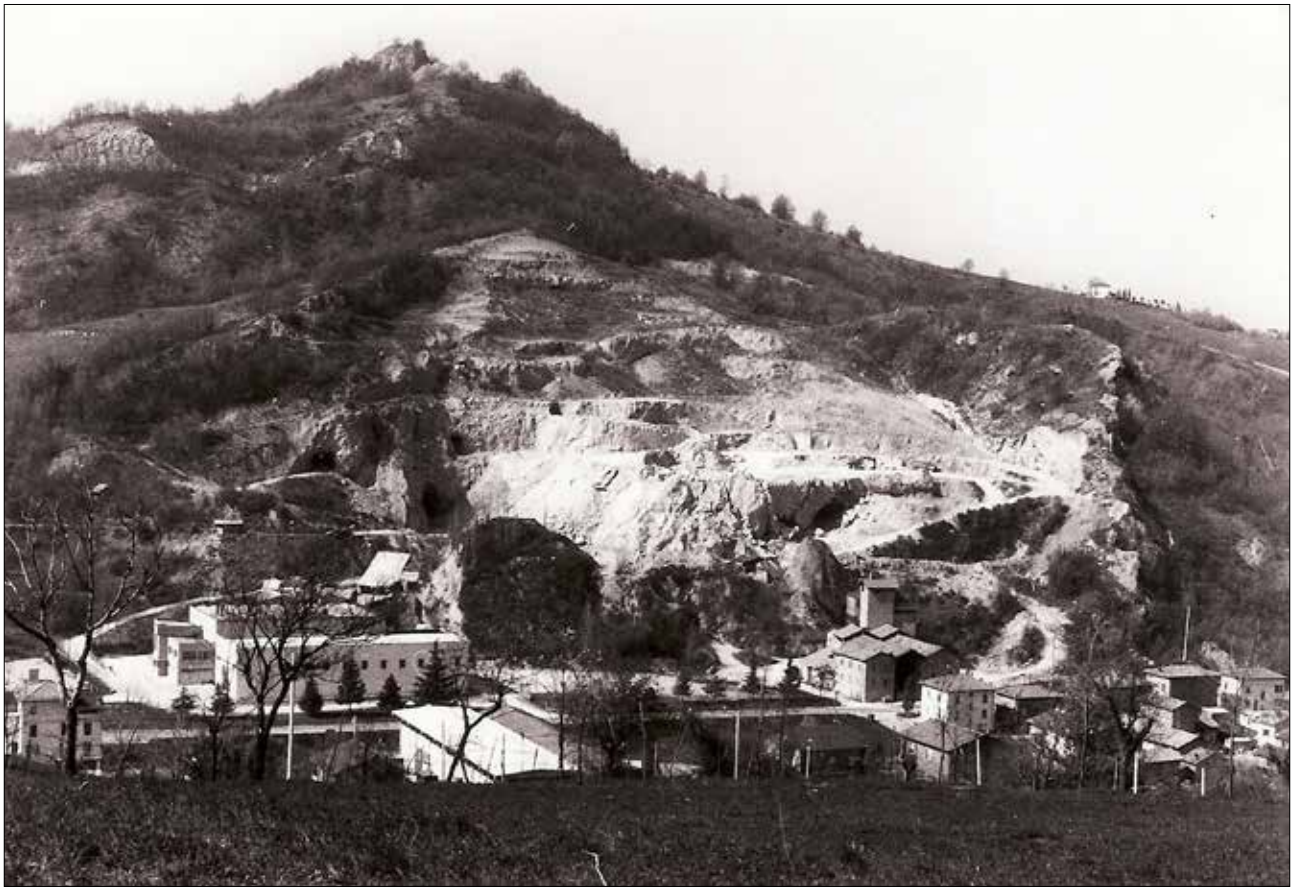


Fig. 2 – La stessa inquadratura della foto sopra. Avanzamento del fronte di cava, 1990 (foto W. Formella).

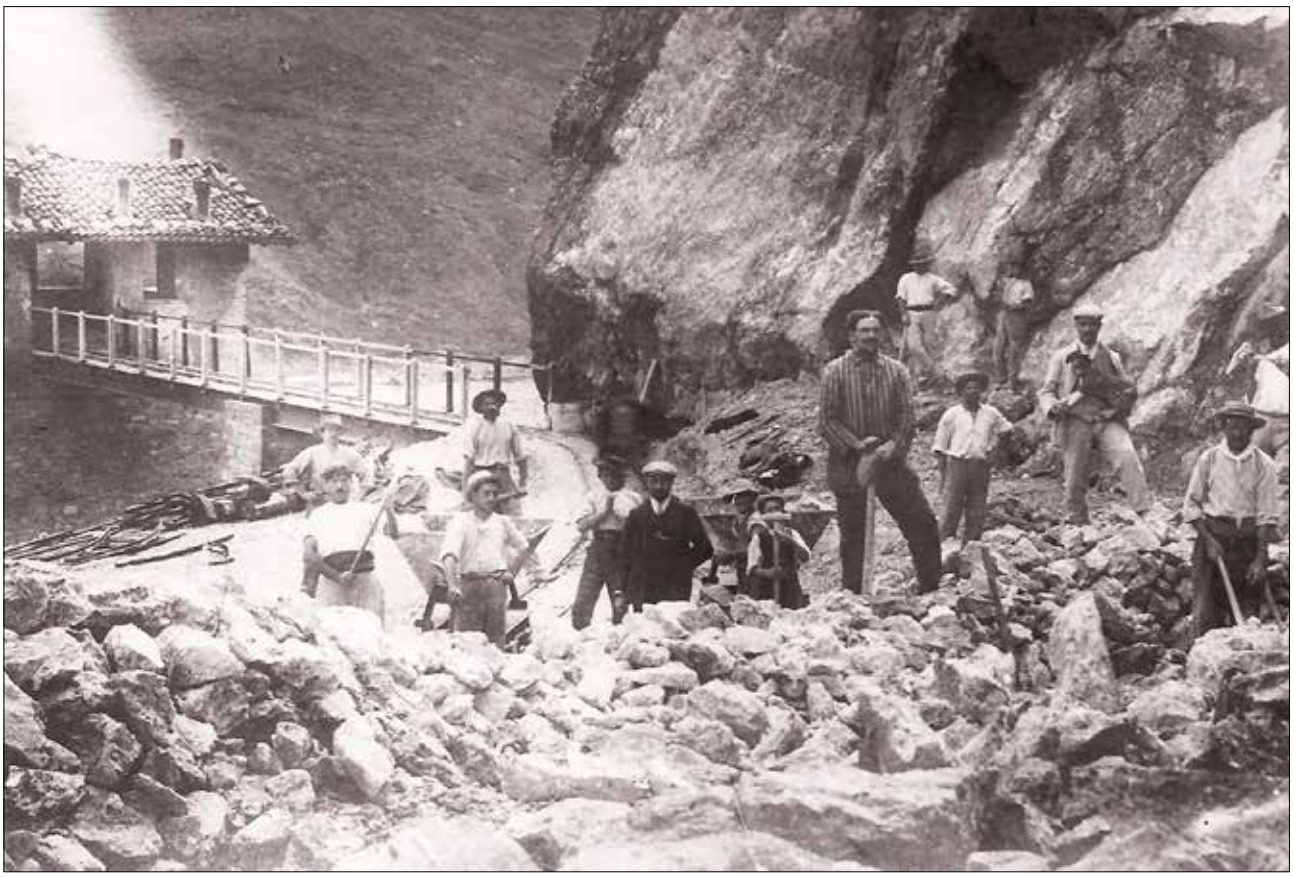


Fig. 3 – Cartolina di Vezzano sul Crostolo: le maestranze della cava di gesso, 1910 (foto Archivio GSPGC).

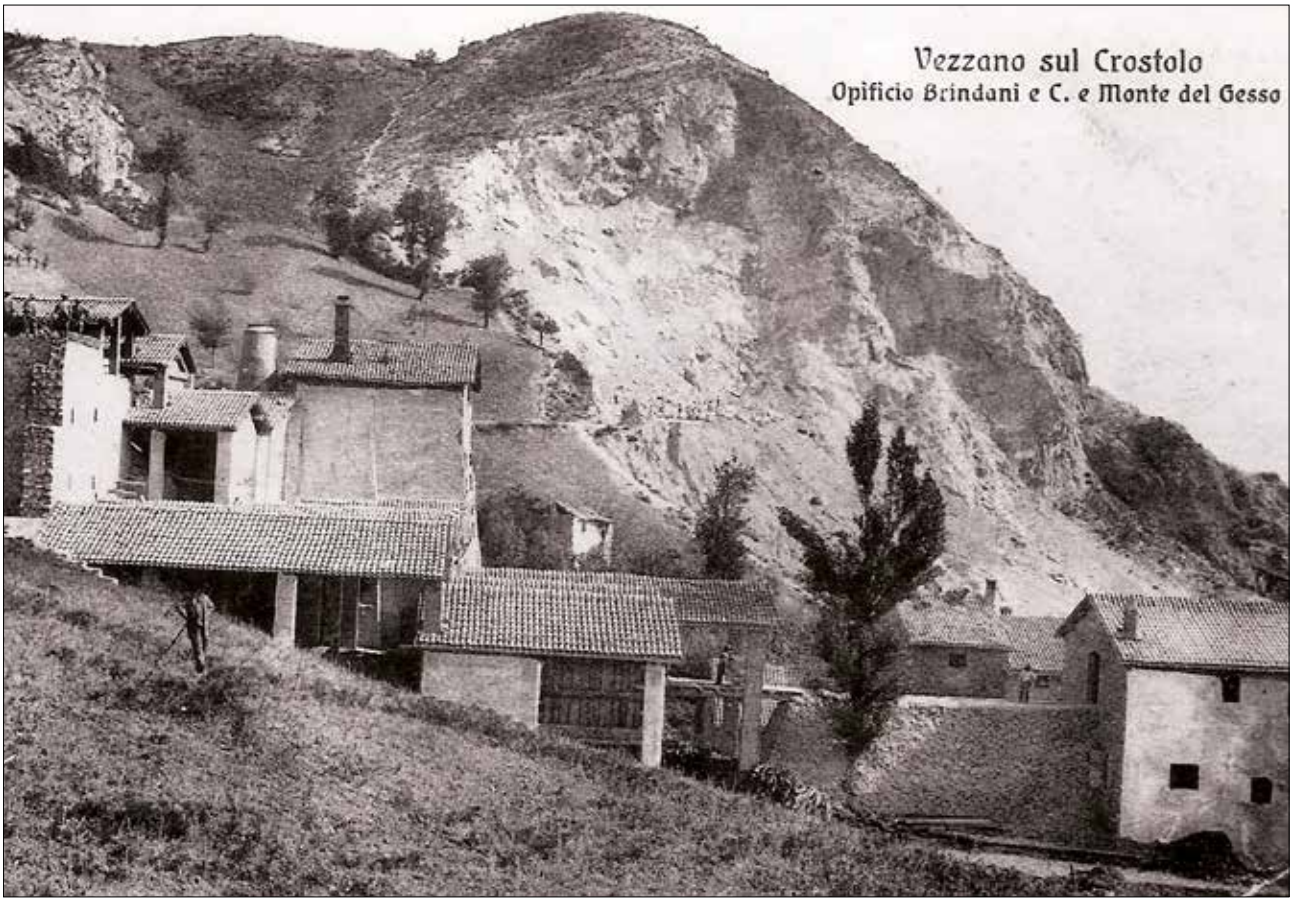


Fig. 4 – Cartolina di Vezzano sul Crostolo: opificio Brindani & C. 1910 (foto Archivio GSPGC).

aumentata richiesta di gesso da utilizzare in agricoltura, nella conservazione degli alimenti, come disinfettante, fertilizzante e chiarificatore di vini.
Alla fine degli anni '60 le cave di Vezzano divennero di proprietà della CIG (Compagnia Italiana Gessi) di cui era proprietario l'imprenditore bolognese Elio Rosmino che aveva creato una potente industria del gesso con stabilimenti in varie zone d'Italia dove aveva introdotto nuove tecniche di escavazione basate sull'apertura di grandi gallerie, col metodo delle "camere e pilastri". In questo periodo sempre nel territorio di Vezzano vennero insediate due nuovi siti estrattivi nelle località La Vigna e sul Rio Sassi, affluente del torrente Campola; queste due cave vennero rispettivamente e definitivamente chiuse negli anni 1981 e 1978.
Rimanevano aperte solo le cave sulla S.S. 63 in località "La Fornace" di Vezzano: quella gestita dalla CIG-IECME, incorporata dalla VIC italiana, che cessò definitivamente la sua attività nel 1991, e quella di proprietà della Emiliana Gessi che risulta tuttora operante anche se la sua attività estrattiva è al momento sospesa.
Sembra così concludersi una lunga storia di lavoro e di sfruttamento di una risorsa naturale che ha profondamente segnato le persone e il paesaggio passando da un'economia di sussistenza ad un profitto intensivo incurante della qualità dell'ambiente, Di questo passato rimangono oggi solo delle "storie di uomini" e delle profonde ferite inferte ai fianchi delle montagne che il tempo fatica a cancellare.

Bibliografia

Aa.Vv. 2004, *Le cave di gesso nel comune di Vezzano sul Crostolo.* Tipografia San Martino (Reggio Emilia).

M. Chiesi, W. Formella, S. Tedeschi 1990, *Il Gesso di Vezzano*, "Ipoantropo, bollettino del Gruppo Speleologico GSPGC di Reggio Emilia" anno 1990, pp. 5-16.

M. Chiesi, W. Fornella, A. Casadei Turroni 2009, *Settanta anni di speleologia nell'alta valle di Secchia*, in *Il Progetto Trias*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, 22), pp. 51-68.

W. Formella 2011, *L'attività estrattiva del gesso in alta Val Secchia e nel basso Appennino reggiano*, in P. Lucci A. Rossi (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna.

F. Milani 1971, *Vezzano e le sue frazioni nel solco della storia*, Editrice Age (Reggio Emilia).

A. Scicli 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*. Poligrafico Artioli (Modena).

Le attività estrattive del gesso nell'area bolognese

L'articolo che segue è stato scritto da Paolo Grimandi e pubblicato nel volume "Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna, edito dalla Regione Emilia-Romagna e dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna.
Dopo aver ricordato l'antichissima consuetudine bolognese legata all'impiego del gesso per la realizzazione di manufatti e, soprattutto, come materiale da costruzione, l'autore passa in rapida rassegna le vicende delle attività condotte dalle cave nel territorio interposto fra i Torrente Lavino e il Torrente Idice dal momento in cui, all'inizio del'900, conclusa la millenaria fase estrattiva "artigianale", prese avvio l'evoluzione dei macchinari, delle tecniche e dei processi industriali di trasformazione del prodotto.
Il progresso tecnologico consentì una rapida espansione delle escavazioni, in superficie e in sotterraneo, cui si sommarono l'ingordigia e l'insipienza degli esercenti, favorite dall'assoluta mancanza di controlli, fattori che causarono ingentissimi, irreparabili danni all'ambiente dei Gessi bolognesi. Furono gli speleologi del Gruppo Speleologico Bolognese e dell'Unione Speleologica Bolognese a denunciare per primi, nel 1960, l'insostenibilità della situazione e a battersi per la salvaguardia di un patrimonio la cui unicità e il cui incommensurabile pregio sono oggi riconosciuti dall'UNESCO. L'ultima delle sei cave di gesso del bolognese concluse la sua attività trent'anni dopo.
Le cave non solo insidiarono e in parte distrussero l'integrità della vasta e peculiare fenomenologia carsica esogena e profonda, ma innescarono processi di grave alterazione alla rete di drenaggio sotterraneo ed allo stesso equilibrio dei rilievi gessosi e inquinamenti, con ripercussioni che, in termini economici e di sicurezza, si riverberano ancor oggi e si manifesteranno chissà per quanto tempo ancora.
La nota illustra per sommi capi la realtà dei fatti accaduti fino a 12 anni fa e formula previsioni di circostanze che si sono puntualmente verificate nel lasso di tempo intercorso da allora. Si deve constatare infatti che, in tutte le aree del bolognese in cui sono state condotte attività estrattive del gesso, i tentativi di regimare e porre rimedio ai pericoli ed ai risentimenti di ordine statico e idraulico provocati dalle cave hanno comportato e richiederanno ingenti investimenti da parte degli Enti locali.
L'abbandono delle cave da parte degli esercenti e la loro fuga da ogni responsabilità di fronte al deplorevole stato in cui si trovavano al momento del diniego del rinnovo delle concessioni, hanno infatti posto a carico del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi, della Provincia di Bologna e della Regione Emilia-Romagna e, talora, di privati cittadini, l'assunzione dei pro-

blemi e dei rischi strettamente connessi al dissennato e lucroso sfruttamento del gesso, protrattosi per mezzo secolo. Credo sia giusto ricordare come è potuto accadere e chi ha dato causa a tutto questo e la specifica autorità per poterlo contenere, o evitare.

Paolo Forti

I primi utilizzatori del gesso nel Bolognese sono stati gli uomini che nel 1250 a.C. frequentarono la Grotta S. Calindri e che vi lasciarono vasellame e frammenti di manufatti realizzati con un impasto di canne ed arbusti e scagliola. È possibile addirittura che siano stati sfruttati gli abbondanti depositi presenti in una sezione della cavità di *moonmilk* solfatico, prodotto della alterazione biologica del gesso. Al di là di questo episodio, la scoperta della selenite come formidabile e basilare materiale da costruzione è da ascrivere ai Romani che, dalla fondazione di Bononia (189 a.C.) in poi, lo estrassero in grandi blocchi dalle vicine cave di Monte Donato e, dopo averli accuratamente squadrati, li impiegarono per costruire elementi architettonici o decorativi. La più gigantesca opera in gesso che vide parte della città circondata da una muraglia in blocchi sovrapposti a secco, alta 7 m, larga 2 in sommità e lunga 2 Km, venne eretta sulle spinte di impellenti necessità difensive. Questa prima cinta muraria della città non è databile, ma la sua costruzione viene collocata presuntivamente fra il 250 ed il 650 d.C,, quale protezione di un'area estesa 17 ha che corrispondeva ad 1/3 dell'insediamento romano. Nei secoli successivi gli elementi selenitici delle mura furono reimpiegati per erigere ponti, strutture basali di torri, pilastri, archi e capitelli. La "riscoperta" della scagliola da parte dei Bolognesi è invece datata con esattezza al 4 luglio 1210: tutto avvenne al termine di un furioso incendio, quando, come riferisce nel 1872 Giuseppe Guidicini,*"abbruciarono tutte le case,…sostenute da colonne di legno poggiate sopra pezzi di gesso, nel quale, gettandovi acqua, si vide che faceva una presa meravigliosa. S'incominciò quindi a cuocerlo, e a servirsene nelle fabbriche*". Luigi Ferdinando Marsili visitò nei primi anni del '700 alcune cave di gesso del Bolognese, dal Prete Santo (S. Lazzaro di Savena) a Gesso (Zola Predosa), precisando che *"la più ferace (è) nella Villa detta San Rafaele (Monte Donato), … profonde cento passi incirca, orride all'aspetto e pericolose per chi vi travaglia. Si rompe la montagna col benefizio delle mine, che distaccando grossissimi pezzi danno commodo a' lavoranti di ridurli in più piccioli proporzioni a ben cucinarsi nelle fornaci"*. La vicinanza di Bologna con l'affioramento gessoso di Monte Donato favorì, fino all'ultimo dopoguerra, la sua identificazione come "polo estrattivo" privilegiato dalla città, sì da veder nascere al suo intorno alcuni borghetti abitati dai "Gessaroli" e dalle loro famiglie. Nell'area operavano alcune piccole imprese che organizzavano il lavoro di salariati addetti all'estrazione a cielo aperto, anche se l'estensione del giacimento consentiva ai molti che avevano necessità di raggranellare qualche spicciolo, di recarvisi e prelevare direttamente il gesso. Risulta che tale fenomeno microeconomico fosse piuttosto diffuso, soprattutto per la preparazione di modesti quantitativi di stucchi da intonaci (scagliola) e per la costruzione delle "piole": piccoli ed appuntiti monoliti di selenite utilizzati, per delimitare le aiuole dei giardini. L'area di Monte Donato, quindi, è stata oggetto di intenso sfruttamento per più di 18 secoli, a cui ha fatto seguito, dopo il 1950, una disordinata aggressione urbanistica, che ha visto l'occupazione delle pendici collinari più basse da parte di complessi abitativi popolari e di quelle più alte e pregiate, da parte di facoltosi privati che vi hanno eretto ville o pretenziosi condominii, con annessi vasti spazi pesantemente recintati. L'esito di tutto questo è oggi ben visibile, in quanto ogni testimonianza dei fenomeni carsici superficiali ed ipogei appare cancellata o sconvolta e quel poco che resta è regolarmente reso inaccessibile da pretenziosi divieti. I fatti descritti portano a constatare che, se il prelievo di gesso avesse potuto mantenersi concentrato a Monte Donato, limitandosi ai 25.000 mc un tempo estratti per dare corpo alla prima cinta di mura romane e, successivamente, per rispondere al solo fabbisogno dell'edilizia locale, probabilmente la piccola storia delle cave nel Bolognese sarebbe stata assai diversa. Purtroppo, già alla fine dell"800, il rapido sviluppo della tecnologia e l'incremento della richiesta da parte delle attività edilizie, innescano una proliferazione di iniziative industriali che, nel breve volgere di mezzo secolo, vedrà l'apertura nel ristretto territorio compreso fra il Torrente Savena ed il Torrente Idice di ben 5 cave, che registreranno una produzione annua (autodenunciata dagli esercenti nel 1970, e quindi da intendersi come minima) di 127.000 mc. Quattro di esse si trovavano in Comune di S. Lazzaro ed una in quello di Pianoro. Una sesta era attiva a Gesso, una frazione del Comune di Zola Predosa.

La Cava Calgesso (fig. 5), aperta in destra del Torrente Zena, è una delle cave più antiche del bolognese. A partire dal 1960 cominciò ad operare alternativamente in galleria ed all'esterno. Le lavorazioni sul fronte di cava causarono ripetuti fenomeni di crollo che investirono la Strada di fondovalle Zena e lo stesso alveo del torrente. Il progressivo arretramento del versante giunse ben presto ad insidiare la stabilità della celebre Grotta del Farneto, una delle più importanti stazioni preistoriche italiane e a destabilizzare il tetto del Sottoroccia, nel quale Luigi Fantini, a partire dal 1939



Fig. 5 – Il versante Sud-Est del Farneto, 15 anni dopo il rovinoso crollo del 1991: a sinistra, le gallerie della cava Calgesso, al centro la frana che ha annientato il Sottoroccia e, a destra, il collasso del portale che sovrastava l'ingresso storico della Grotta del Farneto (foto P. Grimandi).

aveva rinvenuto e raccolto i resti scheletrici di una comunità ivi insediata fin dal periodo del Rame.
Le ricorrenti proteste, indirizzate dal Fantini stesso e dall'Unione Speleologica Bolognese alla Soprintendenza, alla Prefettura ed al competente Corpo delle Miniere, tendenti ad ottenere un effettivo controllo e il contenimento delle attività estrattive della cava, non ottennero alcun risultato. Nel 1971 l'USB, in occasione del Centenario della scoperta della cavità da parte di Francesco Orsoni, organizzò il VII Convegno Speleologico dell'Emilia-Romagna e il Simposio di studi sulla Grotta del Farneto. Gli Speleologi, illustrando la reale situazione del sito, sottolinearono con chiarezza le singole responsabilità degli Enti ed indicarono gli interventi da realizzare per ridurre i danni ambientali ed i rischi alla stabilità del Sottoroccia e della Grotta. Il Corpo delle Miniere fornì ampie garanzie sulla sicurezza statica della Grotta preistorica e fissò il limite di 60 m di distanza dall'ingresso della cavità per l'impiego degli esplosivi, rifiutandosi al contempo di installare capisaldi fissi per poter verificare il rispetto dell'ordinanza. Purtroppo, trascorsero solo 14 mesi per veder crollare il pilastro destro del maestoso portale di accesso alla Grotta del Farneto. A questo punto, fortunatamente, intervenne il Comune di S. Lazzaro di Savena, che impose la sospensione dei lavori ed avviò i contatti con l'esercente per l'acquisto dell'area, perfezionato nel 1974. Fra il 1980 ed il 1981 si susseguirono gli scoscendimenti sul fronte di cava, che giunsero ancora una volta ad interessare la sottostante viabilità ma soprattutto ad assottigliare la parete di sinistra che la separava dalla Grotta, ove vennero alla luce le perforazioni di fornelli da mina praticati fino ad una distanza di soli 6 m dal suo pilastro sinistro. Nonostante costosi interventi di consolidamento, finanziati con danaro pubblico, il monumentale portale della cavità crollò nel maggio del 1991.

La Cava Prete Santo (fig. 6), sita in destra del Torrente Savena, vide l'inizio dei lavori a cielo aperto nel 1885. Nei primi anni '20 il fronte in avanzamento intercettò e distrusse la sezione terminale del Sistema carsico Acquafredda-Spipola, nota come Grotta del Prete Santo, isolandola dalla Risorgente, situata più a valle. Nel 1960 la Soc. Ghelli, rilevata dal Gruppo Rosmino, dopo avere ampliato lo stabilimento per la trasforma-



Fig. 6 – Le gallerie della cava Prete Santo (foto G. Agolini).

zione del prodotto, intraprese le escavazioni in sotterraneo. La "coltivazione" venne ben presto estesa a due livelli e, nonostante le indicazioni topografiche fornite dal Gruppo Speleologico Bolognese, intercettò le acque del collettore ipogeo dell'Acquafredda, causandone il progressivo, rapido abbassamento, che raggiunse i 15 m dalla quota naturale dell'alveo. In un primo tempo le acque furono deviate artificialmente a gravità nel Torrente Savena, mediante una lunga conduttura interna alla cava, poi cominciarono a spagliare lungo le gallerie che ascendevano verso il terzo livello, che si altimetricamente sviluppato ad una quota inferiore a quella dell'alveo del Torrente Savena. L'eccentricità e l'assottigliamento dei pilastri innescarono i primi risentimenti statici in corrispondenza delle balze gessose sovrastanti l'abitato della frazione Ponticella, sulle quali era sorto un fitto insediamento di villette a schiera. A seguito della dissennata procedura autorizzata dal Corpo delle Miniere, che consentiva il rilevamento degli avanzamenti di cava dopo le escavazioni, si "scoprì" che gli edifici lesionati si trovavano esattamente sulla verticale delle gallerie. Nel frattempo, il 3° livello della cava, in cui si infiltravano le acque del torrente, cominciò a richiedere l'aggottamento da parte di un numero crescente di elettropompe. Si trattava del risultato del forzato ringiovanimento del corso sotterraneo dell'Acquafredda, che seguiva il richiamo delle fratture e dagli interstrati marnosi messi a nudo dalla cava.

In quegli anni il passaggio delle competenze in materia di cave dal deprecato Corpo delle Miniere alla Regione Emilia-Romagna penalizzò pesantemente i cavatori, i quali si videro costretti, per la prima volta, a rendere ufficialmente conto delle loro malefatte. La Provincia di Bologna, che coordinava il PIC (Piano Intercomunale Cave), decise di avvalersi della competenza e dei rilevamenti condotti dagli Speleologi del GSB e dell'USB i quali, pur non essendo libero accesso all'interno delle cave, erano depositari di puntuali conoscenze in quanto, da anni, effettuavano mirate ispezioni notturne. Le loro relazioni, corredate da planimetrie che risultarono assai più esatte ed aggiornate di quelle presentate al PIC dalle Ditte esercenti, rivelarono una situazione ambientale disastrosa e l'entità degli abusi perpetrati impunemente per decenni. In breve, accadde che, fra il 1975 ed il 1977, le domande di rinnovo delle concessioni di escavazione, di norma finalizzate ad ulteriori espansioni degli impianti, pur redatte da eminenti professori universitari e supportate da variopinti, ma poco credibili progetti di ripristino, vengano rigettate in blocco. Per quanto riguarda la Cava del Prete Santo, dai calcoli eseguiti

risultò estratto fino al 1976 un milione di mc di gesso, cubatura inferiore a quella che la Ditta si prefiggeva di continuare ad estrarre nell'immediato futuro.
Nonostante un'ordinanza del 1977 disponesse la cessazione di ogni attività e la presentazione di un piano per il recupero statico ed idrogeologico delle situazioni compromesse, riguardante anche il Sistema carsico Acquafredda-Spipola, i lavori di escavazione proseguono in sotterraneo fino al 1979, quando gli Speleologi e la Commissione del PIC, con la scorta dei Vigili Urbani, comandati di prestare il loro intervento "anche con la forza", effettuarono un ennesimo sopralluogo. Ancora una volta venne accertato che l'unico obiettivo dell'esercente era quello di operare in spregio alle prescrizioni ricevute e di estrarre, a qualsiasi costo, quanto più gesso fosse possibile. Fu allora emessa l'ordinanza per la chiusura della fornace di servizio alla filiera estrattiva (riconosciuta "insalubre di 1° Classe"), provvedimento questo che demotivò ogni altro tentativo di resistenza da parte della cava. Come accade ad ogni impianto abbandonato, senza alcun concreto intervento di consolidamento, ripristino e recinzione, la Cava del Prete Santo, a distanza di oltre 30 anni dalla cessazione dell'attività estrattiva, manifesta inalterati i problemi statici e le situazioni di oggettivo pericolo che ne determinarono la chiusura. Attualmente, nell'area un tempo occupata dagli impianti, è stato costruito un vasto insediamento abitativo. Il fronte di cava, soggetto ad un rapido processo di dissesto, si trova a poche decine di metri da tali edifici e le gallerie sono ora liberamente accessibili, in quanto non esiste una recinzione continua, nemmeno lungo l'alta falesia gessosa denominata del Prete Santo. All'interno, il suo livello più profondo è sommerso dalle acque ed il secondo parzialmente allagato, per cui è prevedibile che la dissoluzione operata dalle acque insature provochi il progressivo assottigliamento dei pilastri di sostegno e lo svuotamento degli interstrati marnosi, con ben prevedibili, ulteriori risentimenti di ordine statico.

La Cava Croara (fig. 7) si insediò a Sud di Monte Croara, in Comune di Pianoro, nel 1954. Ne era esercente la IECME, del Gruppo Rosmino. Il materiale estratto veniva trasportato per essere lavorato nello stabilimento costruito in Comune di S. Lazzaro di Savena, situato a qualche Km di distanza. Le escavazioni, dopo una fase di attività a cielo aperto, proseguirono in sotterraneo, in direzione del fondo della Valle cieca dell'Acquafredda. Nel 1970 le gallerie si sviluppavano su di un dislivello di 150 m, mentre all'esterno, incurante del D.M. 25.0.1965 con cui la Croara era stata dichiarata "di notevole interesse pubblico", l'aggressione del versante aveva creato un ampio anfiteatro e determinato la scomparsa della falesia naturale e del bosco a quercioli, decapitando la stessa cima di Mon-



Fig. 7 – La valle cieca dell'Acquafredda, ove ha origine il Sistema carsico Acquafredda-Spipola. A sinistra, il corso epigeo del Rio Acquafredda e la falesia di Monte Castello, oltre la quale verso Nord, si intravede la dolina della Spipola ed il vallone del Rio dei Cavalli. A destra, il Monte Croara e l'ex cava omonima. Sul fondo la Città di Bologna (foto F. Grazioli).

te Croara, punto trigonometrico ufficiale dell'IGM. I sedimenti marnosi d'interstrato che costituivano lo "sterile" per la cava, venivano scaricati lungo un gigantesco conoide, che si riversava in parte della dolina attigua della "Grotta Elena", convogliando il materiale più fine direttamente nel corso del Sistema carsico Acquafredda-Spipola. Con altro materiale "sterile", rottami e pneumatici la cava colmò in seguito la dolina del "Tacchino" e l'inghiottitoio omonimo, a valle dello spartiacque fra Savena e Zena. Le gallerie, da parte loro, intercettarono importanti cavità naturali, quali la "Grotta del Ragno" (danneggiata) e la "Grotta del Tempio" (distrutta). Anche in questo caso il Gruppo Speleologico Bolognese e l'Unione Speleologica Bolognese collaborarono con il PIC, fornendo documentazione e rilievi, dai quali risultò evidente l'accentuarsi di una situazione di generale dissesto, in quanto intere porzioni della montagna risultavano fessurate e prossime al collasso.
Nel 1977 il Comune di S. Lazzaro impose la chiusura dell'impianto di trasformazione e quello di Pianoro negò il rinnovo della concessione di estrazione del gesso. Attualmente l'area di cava, acquisita da privati, è parzialmente recintata lungo i lati Nord ed Est, mentre l'intero fronte di escavazione, profilato a gradoni e le stesse gallerie sono oggetto di frequenti crolli.

La Cava Farneto (fig. 8), ubicata in sinistra del Torrente Zena, con annesso piccolo impianto per la produzione di gesso crudo triturato, destinato ai cementifici, risulta aperta dal 1948. Nel 1958 viene costruito un impianto per la trasformazione del materiale estratto in scagliola e gesso murario. Esercente era la Ditta F.lli Fiorini - Gessi Emiliani. Anche in questo caso, dopo una prima fase, in cui le attività erano condotte a cielo aperto, i lavori ebbero seguito in sotterraneo, in direzione NO, su due livelli sovrapposti, comprendenti un sistema di camere e di pilastri grossolanamente interposti. Negli anni '70 la produzione era stimata in 300.000 mc. Nei trent'anni di esercizio, la cava ha distrutto tutte le cavità naturali intercettate e costituenti il tronco terminale del Sistema carsico "Calindri-Osteriola", cioè la splendida "Grotta delle Campane", il "Buco del Cucco", il "Pozzo Ossifero di Bosco Piano" ed altre minori. Nel 1964 il GSB scoprì la "Grotta S. Calindri", che costituisce il settore centrale del Complesso carsico che drena verso il Torrente Zena le acque della Valle cieca di Budriolo. L'ingresso, situato a 700 m di distanza dalla cava, dà accesso ad una cavità di oltre 2 Km di sviluppo, che ospita morfologie di eccezionale interesse e testimonianze di frequentazione umana in epoca preistorica. Dieci anni dopo gli Speleologi, nel corso di visite non autorizzate, accertarono che le gallerie della cava stavano pericolosamente sovrapponendosi al tronco terminale della Grotta. Presero quindi contatto sia con la Proprietà, che con il Corpo delle Miniere, per ottenere rassicurazioni in merito. A tale scopo fornirono i rilievi plano-altimetrici della Grotta Calindri che, venne loro garantito, non poteva correre alcun pericolo, in quanto le direzioni e le quote di sviluppo dei lavori di escavazione erano divergenti rispetto a quelle della cavità. Trascorse un solo anno (era il 1975), quando all'interno della cavità si verificò una frana di materiale detritico, disseminata da una miriade di candelotti di esplosivo, che ostruì il suo torrente sotterraneo. Il Corpo delle Miniere ordinò alla Gessi Emiliani di provvedere al ripristino del corso d'acqua ipogeo ma, nel contempo, "accertò", in base ai rilievi forniti dal titolare della cava, che il movimento franoso doveva intendersi assolutamente fortuito ed irripetibile, in quanto l'avanzamento in atto distava decine di metri da quel punto. Gli Speleologi, per nulla convinti di tale fantasiosa rassicurazione, si spinsero nuovamente all'interno della cava per rilevare l'intera sequenza interna delle gallerie e contemporaneamente sollecitarono al Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali, tramite la Società Speleologica Italiana, l'adozione di precisi provvedimenti di tutela archeologica della Grotta. L'esito del confronto fra i due diversi elaborati grafici era prevedibile: quelli redatti dalla proprietà della cava non riportavano almeno 300 m di gallerie, l'altimetria di riferimento era affetta da un errore di quota di 25-30 m e perfino l'orientamento del Nord era deviato di 60° verso Est. Il Corpo delle Miniere si limitò ad osservare che errare costituiva un difetto tutto umano: l'esercente avrebbe curato un diligente "aggiornamento" dei suoi elaborati e dei piani di cava, che avrebbero indubbiamente confermato anche la sostanziale inesattezza dei rilevamenti topografici degli Speleologi. Ma non fu così; infatti, due mesi dopo, i lavori della cava sfondarono il diaframma di gesso che separava la galleria principale in avanzamento dalla Grotta preistorica, creando un varco di 8 mq, esattamente nella posizione indicata dagli Speleologi del Gruppo Speleologico Bolognese. Finalmente, nel settembre del 1976 il Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali pose il vincolo archeologico sulla Grotta S. Calindri. Questo provvedimento, unitamente alle norme della Legge Regionale n° 8/76 ed alla contemporanea e decisa azione condotta dalla Commissione del PIC, costrinse l'esercente alla chiusura dell'impianto. Negli anni successivi l'intera cava è stata oggetto di rovinosi crolli, che hanno dato luogo all'apertura di una enorme voragine e di profonde fenditure lungo tutta la sua pendice soprastante. L'area, oggi pericolosissima, non è adeguatamente recintata ed è facilmente accessibile. Inoltre, gli olii minerali allora sversati dalla fornace nel tronco a valle del sistema



Fig. 8 – Le voragini e le fenditure create in superficie dal collasso delle gallerie della cava Farneto in sinistra Zena (foto F. Grazioli).

carsico costituiscono ancora, in concomitanza con gli eventi di piena del reticolo sotterraneo, una fonte di inquinamento delle acque del Torrente Zena.

La "Cava Madonna dei Boschi", aperta in località "Il Castello" e meglio nota come "Cava a Filo" (fig. 9), costituiva l'unico esempio nel territorio bolognese di "coltivazione" condotta interamente a cielo aperto, col sistema "apuano" del cavo elicoidale da taglio, della sabbia silicea e delle carrucole di rinvio. Ne era esercente la Ditta D. Venturi, di P. Tura. La produzione (fra il 1950 ed il 1980, con lunghi periodi di interruzione) era valutata in 10.000 mc. I grandi parallelepipedi di gesso sezionati dal fronte trovavano utilizzazione nell'edilizia funeraria, mentre la loro riduzione in lastre si volgeva al settore dei rivestimenti di pregio. Questo impianto dapprima squarciò, poi distrugge totalmente il pozzo carsico nei cui sedimenti di riempimento il Gruppo Speleologico Bolognese aveva rinvenuto e recuperato, dal 1960 in poi, il più cospicuo deposito di fauna pleistocenica della Regione (Bison, Superbison, Megaceros, ecc.), oltre a cancellare le testimonianze dei ruderi (non ancora studiati) del Castello della Corvara, da cui prende nome l'intera area, già citato nel 1781 da S. Calindri. L'area della ex Cava a Filo è stata recentemente sistemata ed attrezzata dal Parco dei Gessi in vista di una ripresa degli scavi e per una sua fruizione didattica.

La sesta, grande "Cava di Gessi", ubicata presso l'omonima frazione di Zola Predosa, gestita dalla Gessi Emiliani dei F.lli Fiorini, verso la fine degli anni '60 si vide autorizzare l'ampliamento, cui seguì la realizzazione, nel centro abitato di Zola, di un moderno impianto di trasformazione e stoccaggio del gesso. La cava, incontrollata come e più delle altre, scavò un vasto reticolo di gallerie, approfondendosi al di sotto del Monte Castello e dei rilievi circostanti, intercettando in più punti la "Grotta M. Gortani", di cui, in un primo tempo, aveva distrutto la risorgente. Una decina d'anni più tardi, il vasto sistema di grandi fratture causato dai collassi gravitativi interni, cominciò ad interessare la superficie, alterandone vistosamente la morfologia ed interrompendo in più punti la rete di sentieri che attraversava i boschi, tanto da renderne estremamente pericolosa la frequentazione.
Il Gruppo Speleologico Bolognese e l'Unione Speleologica Bolognese, vista l'impossibilità di recupero ambientale dell'area e nondimeno, considerando ingiusto penalizzare una Società a cui da poco il Comune aveva concesso di investire ingenti risorse finanziarie nell'area di Zola Predosa, non si opposero all'ipote-



Fig. 9 – La cava a Filo, che estraeva gesso in blocchi, al Castello di Madonna dei Boschi (foto Archivio GSB-USB).

si di designare l'area della cava di Gessi come unico polo estrattivo del bolognese. Questo avvenne e, ovviamente, provocò ulteriori, devastanti effetti sull'ambiente, fino a quando, fra gli anni '80 e '90, la Gessi Emiliani cessò ogni attività estrattiva.

Bibliografia

Aa.Vv. 1972, *Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia-Romagna e del Simposio di studi sulla Grotta del Farneto*.

G. Badini 1971, *Interrogazione parlamentare sulle aree carsiche del Bolognese*, Notiziario Rassegna Speleologica Italiana.

G. Badini 1971, *Il massacro dei Gessi*, Natura e Società, 9, pp. 11-12.

G. Badini 1973, *Le grotte del bolognese: un patrimonio da salvare*, La Mercanzia, Bologna, 28, 6, pp. 488-492.

G. Biagi 1964, *Sulla attività svolta dall'USB per salvaguardare e valorizzare le zone carsiche del Comune di S. Lazzaro di Savena*, Speleologia Emiliana, 1, I, pp. 39-58.

F. Bocchi 1978, *Relazione conclusiva del Convegno "Salviamo i gessi"*, Bologna 17-18 Mag.

Comune di S. Lazzaro di Savena 1977, *Il punto della situazione*, Sottoterra, XVI, 47, p. 6.

P. Forti 1977, *Proteggere non basta*, Sottoterra, XVI, 47, pp. 7-8.

P. Grimandi 1976, *Il padrone delle miniere*, Sottoterra, XV, 44, pp. 7-9.

P. Grimandi 1978, *L'azione distruttiva delle cave nell'area del Parco*, Atti del Convegno "Per il rilancio del Parco dei Gessi", Bologna, 9 Mag.

P. Grimandi 1987, *Il Muro, Calindri 149/ER* ; Sottoterra XXVI, 77 pp. 20-26.

P. Grimandi 1995, *Il "caso" Spipola*; Sottoterra, XXXIV, 100, pp. 82-83.

P. Grimandi 2000, *1964-1987: la salvaguardia della Calindri*; Sottoterra, XXXVIX, 110, pp. 87- 93.

P. Grimandi 2005, *L'inquinamento del Sistema Calindri-Osteriola, in Val di Zena*; Sottoterra, XLIV, 121, pp. 53-55.

P. Grimandi 2008, *La distruzione dell'ingresso storico della Grotta del Farneto*, in *La Grotta del Farneto: una Storia di persone e di natura*, Parco Regionale Gessi Bolognesi, pp. 19-25.

P. Grimandi 2014, *Le attività estrattive del gesso nell'area Bolognese*, *Speleologia Emiliana. Numero speciale pubblicato in occasione del 40° anniversario*

della fondazione della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, XXXV, V.

P. Grimandi, P. Forti, P. Lucci (a cura di) 2020, *Guida ai fenomeni carsici del Parco Regionale dei Gessi bolognesi*.

G. Rivalta 1978, *La distruzione delle grotte nella provincia di Bologna*, Atti del Convegno "Salviamo i gessi", Bologna 17-18 Mag. 1975, pp. 59-66.

A. Scicli 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*, Poligrafico Artioli (Modena).

Le cave nei gessi romagnoli

Tra gli autori dell'articolo sulle cave di gesso romagnole che segue (oltre ai sottoscritti) va aggiunto Luciano Bentini (Faenza, 1934-2009), studioso e speleologo del Gruppo Speleologico Faentino, che per anni, e sostanzialmente da solo, ha condotto, con costanza e determinazione, una strenua battaglia contro le cave, in difesa della "sua" Vena del Gesso.
Purtroppo, a differenza delle aree reggiane e bolognesi, i gessi romagnoli contano ancora due cave in attività: la ben nota cava di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) alla quale si aggiunge, dopo il passaggio del comune di Sassofeltrio (RN) dalle Marche all'Emilia-Romagna avvenuto nel giugno 2021, la cava nei pressi del "Monte del Gesso" poche centinaia di metri ad est della Repubblica di San Marino.
Entrambe le cave sono di proprietà della multinazionale Saint-Gobain.

Massimo Ercolani, Piero Lucci

Le cave nella Vena del Gesso romagnola: un profilo storico

Nel basso Appennino faentino e imolese gli esordi dell'attività estrattiva legata al gesso risalgono a molti secoli addietro, ma, poiché i quantitativi cavati erano esigui (fino al secondo dopoguerra le coltivazioni si svolgevano infatti artigianalmente) (fig. 10), essa si sviluppò a lungo con un impatto ambientale pressoché irrilevante. A partire dagli anni '50 del '900 si verificò invece una vera e propria rivoluzione nello sfruttamento, ad opera di grandi siti industriali, fortemente meccanizzati, che iniziarono una sistematica distruzione di ambienti unici, come i rilievi presso il Santuario del Monticino di Brisighella (Cava Gessi del Lago d'Iseo SpA), la gola di Tramosasso presso Tossignano (Cava SPES) e soprattutto Monte Tondo presso Borgo Rivola (Cava ANIC). Tutto questo in conseguenza dell'aumento nella domanda del minerale e dell'ampliarsi delle sue applicazioni: dai cementi, agli usi agricoli, al cartongesso etc.

Nella Romagna occidentale, per il passato più o meno remoto si hanno notizie di piccole cave presso un po' tutte le località della Vena: Sassatello-Gesso, Borgo Tossignano, Tossignano, Borgo Rivola e Brisighella. Circa l'estremità occidentale della Vena, in corrispondenza delle località di Sassatello e Gesso (Casalfiumanese), la vecchia letteratura scientifica di inizio '900 ricorda un cospicuo sfruttamento del gesso alabastrino qui affiorante come pietra ornamentale. A Borgo Tossignano e Tossignano, nella zona di Tramosasso, lungo il Rio Sgarba, la cottura del gesso avveniva già nel Medioevo e proseguì nel corso dei secoli sino al XIX secolo. A partire dal 1921 la Società Anonima Gessi Emiliani (SAGE), ben presto assorbita dalla neonata Stabilimenti Italiani Riuniti (SIR), affrontò con larghezza di mezzi il problema della produzione di gessi speciali, aprendo una cava in località Paradisa, sulla sinistra del Santerno, e costruendo in destra idrografica grandi fabbricati, un forno rotante e una teleferica attraversante il corso d'acqua; questa attività cessò definitivamente a seguito delle distruzioni subite durante la Seconda guerra mondiale. Nel 1969 una nuova cava fu aperta dalla Società Prodotti Edilizi Speciali (SPES) nella gola del Tramosasso, laddove l'estrazione si era già concentrata nei secoli precedenti. Lo sfruttamento del giacimento fu impostato sia a giorno sia in sotterraneo: a cielo aperto la coltivazione si sviluppava a gradoni, in sotterraneo essa veniva condotta col metodo a camere e pilastri.
A Borgo Rivola, prima dell'apertura della Cava ANIC (Azienda Nazionale Idrogenazione Carburanti), esistevano almeno due cave artigianali con relative fornaci, poste in sinistra idrografica del Senio. La prima, di proprietà Villa-Lanzoni, era posta a quota più bassa e la sua apertura risaliva verosimilmente alla prima metà del XIX secolo; la seconda, di proprietà Poggi, era ubicata in posizione più elevata. Entrambe conclusero la propria attività sul finire degli anni '50, in seguito alla insostenibile concorrenza della dirimpettaia Cava ANIC, appena aperta. A proposito di Brisighella, già il prelato Giovanni Andrea Caligari nella sua Cronaca (1594) ricorda puntualmente le cave e le fornaci da gesso locali; nella seconda metà dell'800, sempre presso tale centro si contavano otto fornaci capaci di ridurre in polvere circa 300 quintali di gesso al giorno. Era un lavoro duro, condotto, qui come altrove nella Vena, a livello artigianale da "poveraglia" del luogo, i gessaroli, che cuocevano il minerale in rudimentali fornaci e lo riducevano in polvere con bastoni e mazze di legno. In seguito, la macinatura si effettuò con macine di pietra fatte girare da muli o asini; più tardi, attraverso mulini azionati da motori a scoppio o elettrici.



S·I·R

STABILIMENTI ITALIANI RIUNITI

PER L'INDUSTRIA DERIVATI SOLFATO DI CALCIO

ANONIMA – SEDE VENEZIA – CAPITALE L. 2.000.000

ELENCO PRODOTTI

Stabilimento di Borgo di Tossignano.

Prodotti comuni:
- Pietra naturale in blocchi e frantumata.
- Gesso agricolo.
- Gesso da costruzione.
- Gesso da forma (fettuccia rossa).
- Gesso da stucchi (id. verde).

Prodotti speciali:
- Gesso da forma extra per marsigliesi e ceramiche.
- Durosolfato per pavimenti e rivestimento pareti.
- Marmocemento.
- Annaline per cartiere e colorifici.
- Gesso da dentisti: per modelli. per impronte. per rivestimento.
- Gesso da chirurgia.
- Elettromastice per fissaggio isolatori.

Stabilimento di Lovere.
- Caolino.
- Gesso da costruzione.
- Gesso da forma speciale.

Stabilimento di Brisighella.
- Gesso agricolo.
- Gesso da costruzione.
- Scagliola speciale.

A vostra disposizione
per sottomettervi informazioni e quotazioni.

Fig. 10 – Archivio privato G.L. Poggi. Foglio pubblicitario dei prodotti degli stabilimenti S.I.R. di Borgo Tossignano (all'epoca, frazione di Tossignano – BO), Lovere (BG) e Brisighella. Anni '30 del Novecento.

In età prebellica, nei pressi di questo abitato erano ancora attive numerose piccole cave: esse minacciavano la stabilità dei tre caratteristici monumenti (Santuario, Rocca, Torre) che sorgono sulla cima dei cosiddetti "Tre Colli", in quanto i cavatori continuavano a "rosicchiare" gesso alla base dei rispettivi rilievi. Le giuste proteste e discussioni si trascinarono per anni e infine il Prefetto della Provincia di Ravenna emanò dei decreti che impedirono la prosecuzione dei pericolosi lavori.

Scomparse così queste piccole cave, nel Brisighellese ne rimasero attive soltanto due: la prima, Cava del Monticino (fig. 11), era situata immediatamente a monte di Brisighella ed era esercitata dalla Gessi del Lago d'Iseo, così denominata per via della sede legale a Lovere in provincia di Bergamo, che l'acquistò nel 1939 e nel dopoguerra ne aumentò la produzione, costruendo un nuovo stabilimento produttivo, il Molinone. La seconda, situata a 2,5 km dal centro abitato in località Marana (fig. 12), per molto tempo fu gestita dalla ditta Fratelli Malpezzi e intorno alla fine degli anni '60 fu rilevata dalla Gessi del Lago d'Iseo, che ne ampliò l'estrazione abbattendo il minerale sia a giorno che in sotterraneo. Al termine dei lavori di coltivazione l'area fu lasciata in precarie e pericolose condizioni di instabilità.

La situazione appena descritta, nell'ambito della quale la Vena del Gesso veniva a delinearsi come un vero e proprio distretto minerario e le cave occupavano un ruolo di primo piano nella sfera economica e occupazionale, si protrasse sino agli anni '80-primi anni '90, quando le mutate condizioni socio-economiche e le pressioni delle associazioni ambientaliste portarono alla chiusura dapprima della SPES e successivamente della Cava Monticino.

Nella Vena del Gesso, l'unico sito estrattivo in attività rimasto è quello di Monte Tondo, presso Borgo Rivola.

Non solo Vena del Gesso: l'attività estrattiva storica nelle altre aree gessose romagnole

Ad est di Brisighella, gli affioramenti gessosi iniziano a farsi progressivamente meno continui e imponenti, mentre invece i depositi solfiferi appartenenti alla medesima Formazione (la Gessoso-solfifera) vedono un netto aumento del numero e della potenza dei giacimenti (Predappio, Formignano, Sant'Agata Feltria, Perticara etc.). Nonostante l'assoluta limitatezza dei volumi estraibili, tali gessi (in parte semi-alloctoni), sparpagliati tra il Faentino e il Riminese, conobbero comunque sino al recente passato uno sfruttamento a carattere artigianale, conclusosi nell'immediato secondo dopoguerra. Una tale dinamica si spiega con il fatto che il gesso è un minerale tenero, la cui cottura avviene a temperature basse e la cui lavorazione richiede tecnologie elementari, presentando di conseguenza costi concorrenziali rispetto alla calce, derivata da calcari. Il boom economico italiano degli anni '50-'60, congiuntamente ai processi ad esso collegati (industrializzazione, meccanizzazione spinta etc.), condannò in modo inesorabile tutti questi siti pre/proto-industriali alla chiusura. Da ovest verso est, furono oggetto di una modesta coltivazione tra la fine del XIX e gli inizi del XX secolo i Gessi della Bicocca (Brisighella), in destra Lamone, mentre lungo la valle del Marzeno, in corrispondenza del confine comunale tra Brisighella e Modigliana presso Tossino, risulta attestata una cava ospitata da una limitatissima placca di natura evaporitica, attiva tra gli anni '20-'30 e gli anni '50.

I gessi ricompaiono poi presso Polenta (Bertinoro),

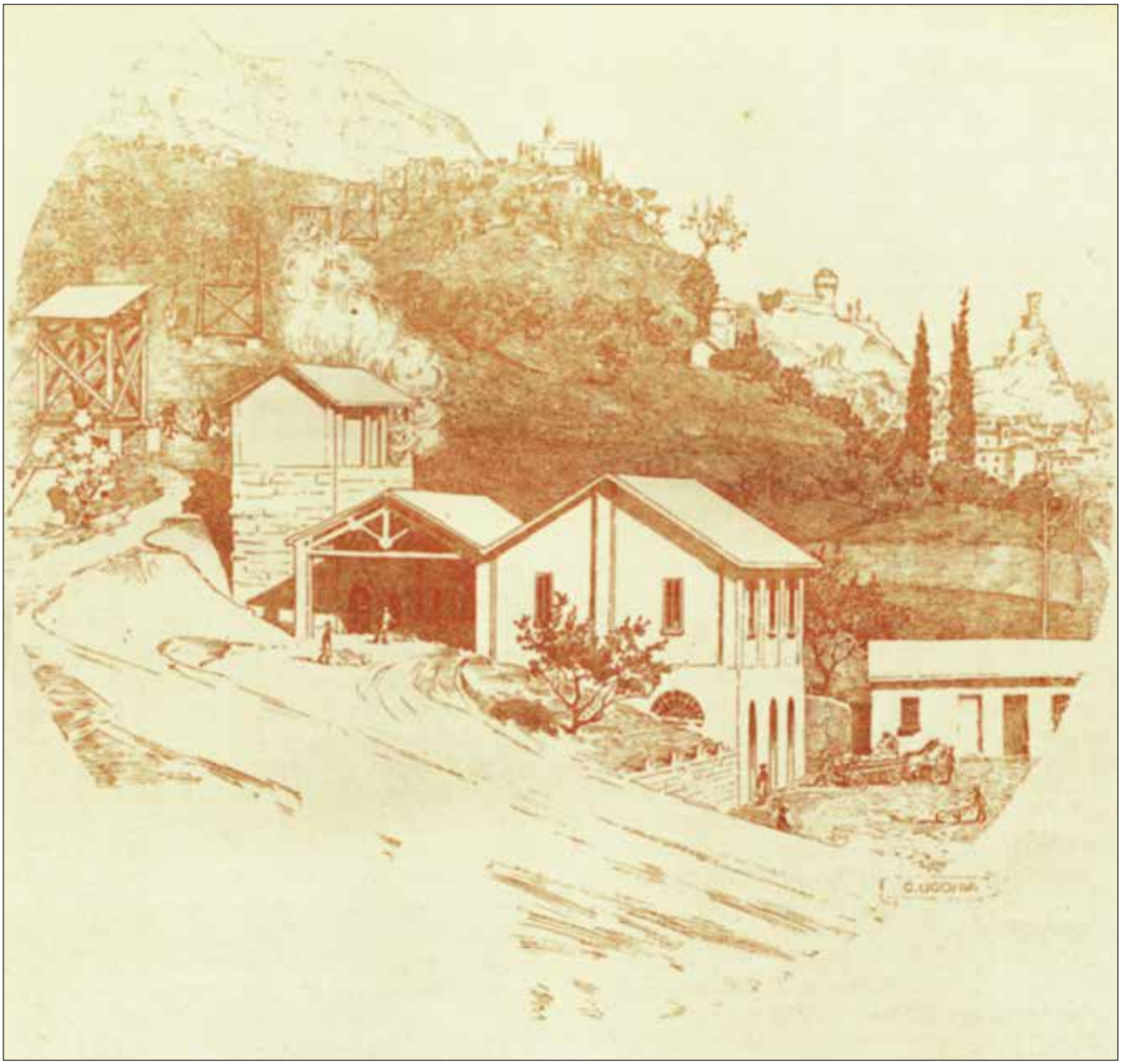


Fig. 11 – Il "Molinone" e la teleferica a contrappeso che trasportava il minerale dalla cava del Monticino all'opificio, in un'opera, virata all'arancio, di G. Ugonia.



Fig. 11 – Le gallerie del lato nord-occidentale della cava Marana: prospettiva dall'interno verso l'esterno (foto P. Lucci). La coltivazione in sotterraneo, sviluppata su un solo livello, seguì qui il tradizionale metodo "camere e pilastri", demolendo un bancone gessoso.

associati allo zolfo (l'estrazione storica è in questo caso documentata dallo scienziato bolognese Luigi Ferdinando Marsili in un suo manoscritto del 1717); proseguendo più ad est, piccole ma significative realtà estrattive del gesso sono individuabili in territorio di Sogliano al Rubicone e soprattutto in comune di Borghi, in particolare nella frazione di Tribola. Lungo la valle del Marecchia, in comune di Torriana, presso la frazione di Montebello, è tuttora attiva una minuscola cava di gesso come pietra ornamentale, mentre un ennesimo sito di estrazione artigianale, attivo tra gli inizi del XX secolo e gli anni '50, è identificabile alla base della rupe di Onferno (Gemmano).

La cava di Monte Tondo

La demolizione di Monte Tondo ad opera della locale cava di gesso è iniziata nel 1958 (figg. 12-14) sotto la proprietà ANIC (poi Enichem ANIC), con base a Ravenna (all'epoca uno dei maggiori poli chimici d'Europa), e prosegue tuttora, dopo l'intermezzo di gestione della VIC Italia - British Plaster Board (BPB), sotto la proprietà Saint Gobain. Si tratta della più grande cava di gesso a cielo aperto dell'Unione Europea (fig. 15). Attualmente l'estrazione è finalizzata alla produzione di componenti per l'edilizia che viene effettuata nel vicino stabilimento di Casola Valsenio.

La cava a giorno ha una tipica geometria a gradoni a mezzacosta e si estende dal punto di vista altimetrico da quota 220 m (piazzale di base) a quota 350 m (circa) sul lato NE del monte mediante la coltivazione di banchi in traversobanco fino al contatto delle argille di base verso est, con una rotazione dei gradoni di coltivazione che si mantengono comunque in traversobanco. L'altezza media dei gradoni è di circa 15-20 m con pendenza rispetto all'orizzontale dell'ordine di circa 60°-68° e pedata della larghezza minima di 5 m. Al di sotto del piazzale di base sono presenti i vuoti delle coltivazioni in sotterraneo localizzate su 4 livelli principali alla quota 220 m, 200 m, 160 m e 140 m e che presentano differente estensione planimetrica. Le coltivazioni sotterranee hanno nella maggioranza dei casi camere di altezza sui 15 m e larghezza di 10 m con una soletta residua tra i vari livelli di circa 5 m e con i pilastri di spessore minimo di 7 m.

La cava presso Borgo Rivola è stata indicata dal Piano Territoriale Regionale del 1989 come unico polo regionale in cui concentrare l'escavazione del gesso onde procedere alla progressiva chiusura e ripristino delle altre cave di gesso presenti in regione. Se questa scelta ha permesso di interrompere l'attività estrattiva nelle altre zone nei Gessi emiliano-romagnoli, essa ha però determinato un intenso sfruttamento dell'area

di Monte Tondo, tanto che la Grotta del Re Tiberio, di rilevante interesse speleologico e archeologico, posta su uno dei suoi versanti, è stata pesantemente danneggiata. Inoltre, i sistemi carsici presenti all'interno della montagna, sono stati intercettati dalle gallerie in avanzamento in numerosi punti e a diversi livelli di profondità. Per esigenze tecniche anche le acque esterne sono state artificialmente regimate tramite trivellazioni, per cui non seguono più la loro rete di deflusso originaria.

L'intervento di salvaguardia e difesa effettuato dagli speleologi

Fino dagli anni '90 le conoscenze relative ai sistemi carsici nell'area di cava erano limitate al ramo fossile della Grotta del Re Tiberio, la cui parte iniziale (circa 60 m) è stata frequentata dall'uomo a partire dall'Età del Rame. I restanti rami fossili per uno sviluppo di circa 300 m risultano essere stati esplorati fin dal XIX secolo. Erano inoltre parzialmente note alcune cavità facenti parte del sistema carsico che si sviluppa nei pressi dei Crivellari e di Ca' Boschetti.
Le esplorazioni, iniziate dallo Speleo GAM Mezzano nell'estate del 1990, hanno portato all'individuazione di due distinti sistemi carsici, per uno sviluppo complessivo prossimo ai 10 km. Entrambi si sviluppano nell'area di proprietà e di attività della cava. L'attività esplorativa, di rilievo e di studio delle cavità e delle acque carsiche in esse presenti è proseguita senza soluzione di continuità per circa 12 anni fino ad essere bloccata, per volontà della proprietà della cava stessa, nei primi mesi del 2004. I dati fino allora raccolti hanno fornito uno strumento essenziale di conoscenza dell'area in questione che si è dimostrato determinante per la stesura dell'ultimo piano di attività estrattiva. A seguito dell'intervento degli speleologi è stato possibile salvaguardare gran parte dei sistemi carsici al momento conosciuti.
Nel 1994 in un ramo della Grotta del Re Tiberio, intercettato dalle gallerie di cava, è stata individuata dagli speleologi una sepoltura risalente all'Età del Bronzo. Successivamente anche in alcune cavità vicine vengono trovate testimonianze di frequentazione protostorica. Ciò ha confermato che l'area di interesse archeologico è assai più vasta di quanto un tempo supposto e non è limitata al solo tratto iniziale della Grotta del Re Tiberio. Le precarie condizioni del piano di calpestio della Grotta del Re Tiberio, dove



Fig. 12 – 27 agosto 1958: la cava di Monte Tondo pochi mesi dopo l'apertura ufficiale (foto Archivio Adelio Olivier). Il cerchio rosso evidenzia l'ingresso della Grotta del Re Tiberio.

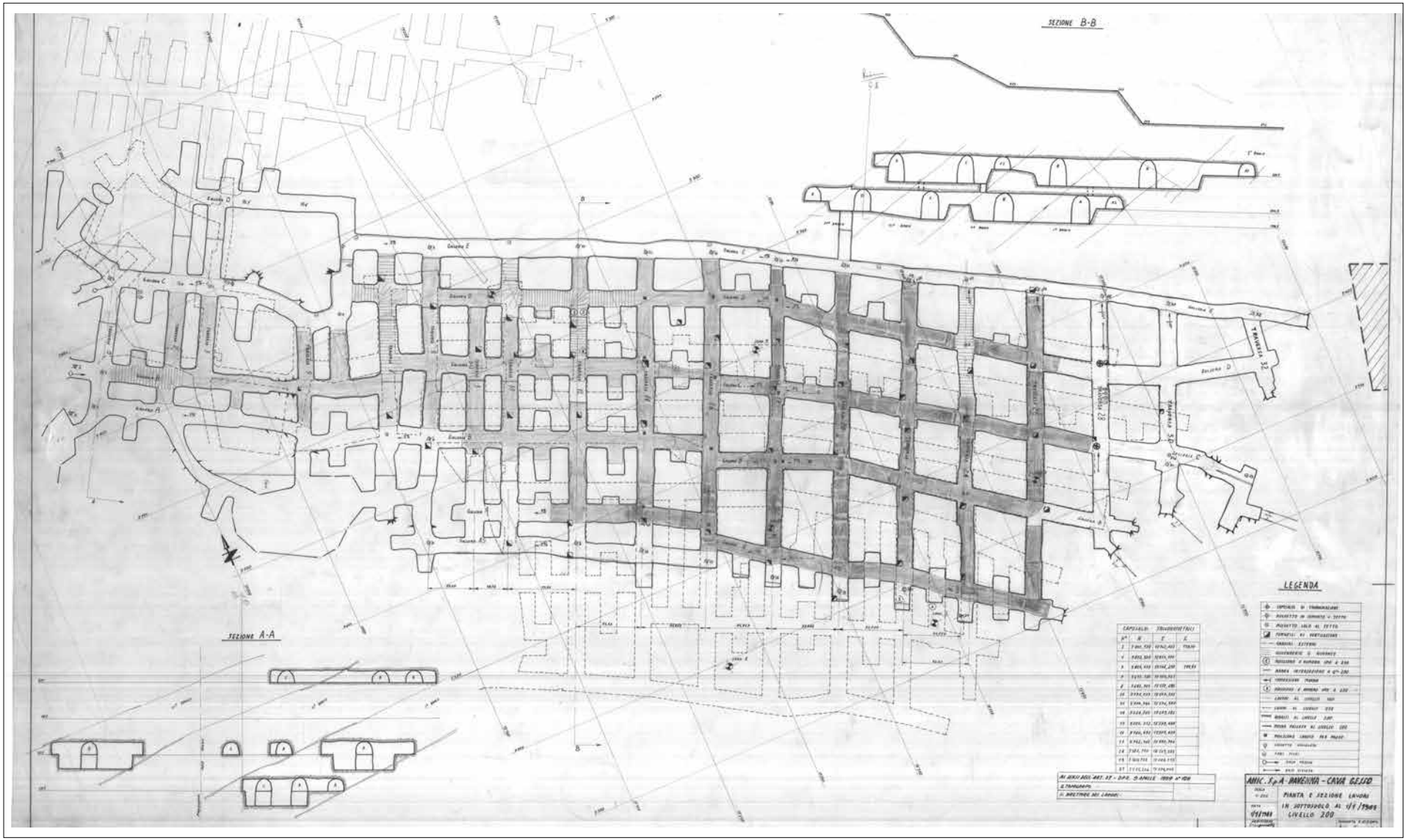


Fig. 13 – Cava di Monte Tondo. Pianta e sezioni dei lavori in sotterraneo al 1 gennaio 1984, livello 200 (Archivio Adelio Olivier).

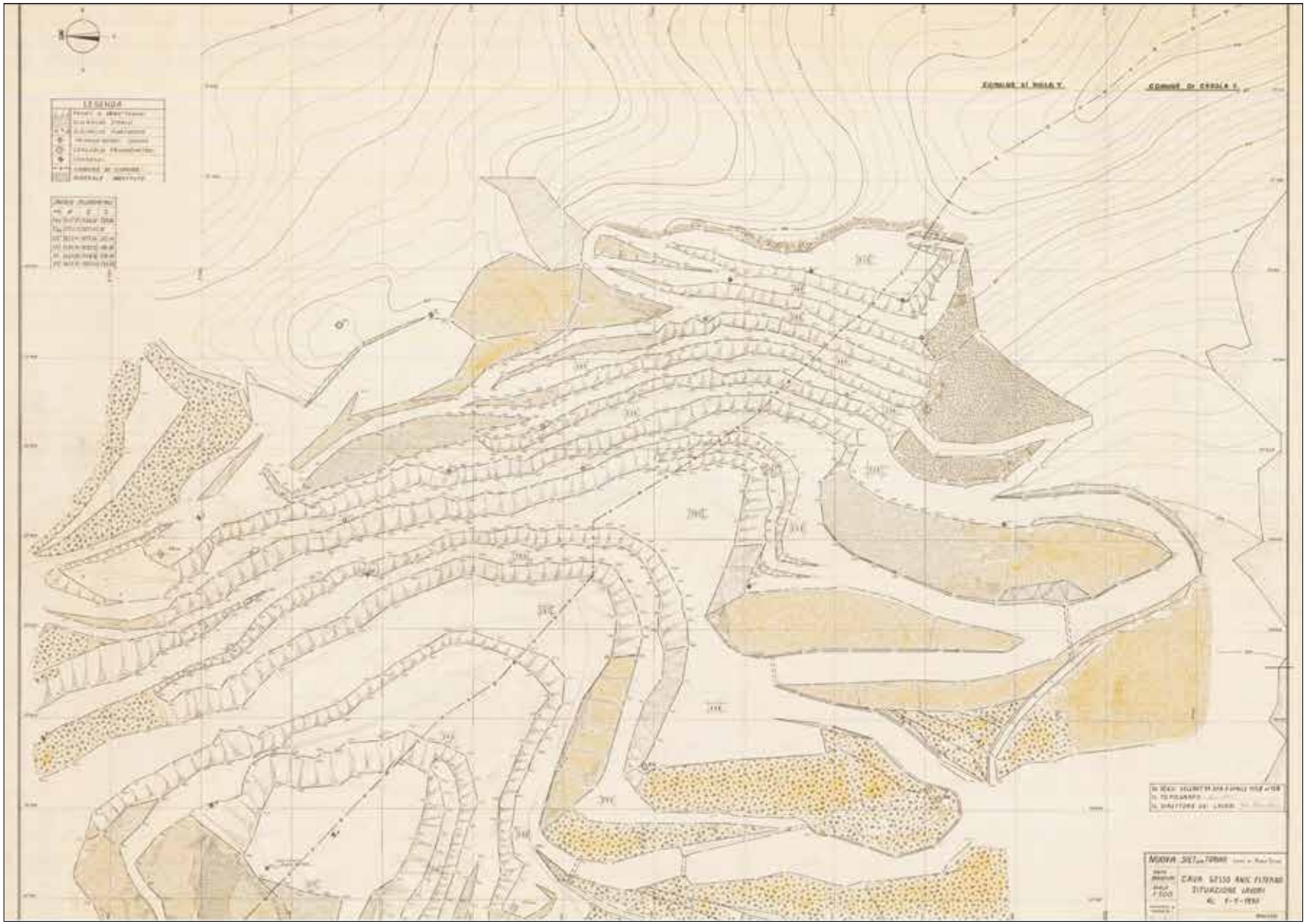


Fig. 14 – Cava di Monte Tondo. Pianta lavori in esterno al 1 gennaio 1990 (Archivio Adelio Olivier).

queste sepolture sono state individuate, indusse gli speleologi a realizzare uno studio di dettaglio dell'area in questione. L'indagine preliminare ha confermato la gravità della situazione, rimarcando l'assoluta necessità di un più approfondito studio dell'area; infatti l'eventuale cedimento dell'instabile ponte costituito da riempimenti, in parte di origine antropica, comporterebbe la probabile perdita dei reperti archeologici ancora in loco. Soltanto negli ultimi tempi, in previsione di un probabile utilizzo turistico del tratto iniziale della grotta e di nuovi scavi archeologici, si è provveduto a consolidare il piano di calpestio interessato da fenomeni di sprofondamento e di crollo dovuti alla presenza della sottostante galleria di cava. La complessità dei problemi connessi all'interazione tra attività di cava e ambiente circostante, nonché l'urgenza di giungere a soluzioni che possano, almeno in parte, attenuarli, ha reso necessario il coinvolgimento di Enti e Istituzioni in grado di fornire un contributo di esperienze per approfondimenti su specifici temi dibattuti.

Su pressante richiesta degli speleologi viene incaricato il Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali dell'Università di Bologna di effettuare uno studio preliminare dell'area di cava che inserisca, nel contesto geo-morfologico, le vie di circolazione sotterranea delle acque e le grotte conosciute e che delinei una ipotetica "linea di tutela ambientale" entro cui contenere in futuro la coltivazione. Nel corso del 1997 vengono effettuati cinque sopralluoghi di rilevamento, in base ai quali viene effettuata un'accurata ricostruzione tridimensionale delle caratteristiche stratigrafiche di dettaglio dell'affioramento evaporitico (successione dei cicli: peliti eusiniche-gesso) e delle sue condizioni strutturali (faglie, pieghe e fratture) in relazione al graduale procedere della coltivazione mineraria. Questo studio, finanziato dalla proprietà della cava, dal Comune di Riolo Terme e dalla Provincia di Ravenna, con il contributo operativo dello Speleo GAM, viene portato a termine in tempi brevissimi con la stesura di una carta geologica di dettaglio. Le conclusioni, seppure inevitabilmente indicative e di massima, sono in sostanza semplici e di facile attuazione: una coltivazione razionale del gesso a Monte Tondo, pur comportando costi di poco maggiori, può essere condotta in futuro intaccando solo marginalmente l'attuale linea di cresta e lasciando sostanzialmente intatte le grotte al momento conosciute.



Fig. 15 – Panoramica con angolo di 180° del fronte della cava di Monte Tondo (foto P. Iucci).

Contemporaneamente gli speleologi danno inizio ad un rapporto di collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna e con il Museo Comunale di Imola, dove sono conservati i reperti della Grotta del Re Tiberio risalenti agli scavi compiuti da Giuseppe Scarabelli nel XIX secolo. Le indicazioni da essi forniti consentono alla Soprintendenza il recupero di numerosi reperti e l'avvio dello studio degli stessi. La Soprintendenza solleciterà poi la messa in sicurezza del sito e programmerà nuovi scavi che dovranno, almeno in parte, essere effettuati con il contributo della Cava e del Comune di Riolo Terme.

Lo studio ARPA e i piani di attività estrattiva

Sono stati gli speleologi a promuovere i primi concreti contatti con il Comune di Riolo Terme, nel cui territorio si trovano gran parte della cava e tutte le grotte in questione. Nei due incontri, fortemente voluti dallo Speleo GAM, in cui sono presenti tutti i soggetti interessati (Cava, Regione Emilia-Romagna, Provincia di Ravenna, Comune di Riolo Terme, Università di Bologna, Soprintendenza, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna e Speleo GAM), si prende finalmente atto della pesante situazione ambientale creatasi e della necessità di salvaguardare quanto rimane dopo oltre 40 anni di attività estrattiva. Vengono stabilite alcune premesse fondamentali, riconosciute da tutti i presenti: la necessità di proseguire l'attività estrattiva, in quanto la cava rappresenta una realtà economica rilevante alla quale ancora la valle del Senio non può rinunciare, e nello stesso tempo che l'attività di cava non potrà continuare ad essere esercitata in modo indiscriminato, ma dovrà essere gestita tenendo conto delle esigenze di difesa di quanto ancora è presente in zona Monte Tondo, con particolare attenzione ai nuovi sistemi carsici.

La Provincia di Ravenna, a cui spetta l'elaborazione tecnica del piano di attività estrattive, ha quindi proceduto ad individuare una linea di confine che praticamente ricalca quella proposta nello studio preliminare. Subito dopo l'approvazione della revisione quinquennale del piano di estrazione da parte del Comune di Riolo Terme è la Provincia stessa a delimitare "fisicamente" la linea indicata tramite picchetti posti lungo la cresta di quello che un tempo era Monte Tondo. Questo limite, seppur



da ritenersi invalicabile soltanto per la durata del piano, di fatto salvaguarda tutte le grotte conosciute. Ciò rappresenta un notevole salto di qualità; si tratta, in sostanza, del primo riconoscimento ufficiale dell'importanza dei sistemi carsici locali, nonché della necessità di salvaguardarli, anche a costo di qualche sacrificio economico. Questo studio preliminare non pretende di essere esauriente e non può costituire il solo documento che individui definitivamente i limiti invalicabili da parte della cava da oggi fino al momento della sua chiusura finale; è necessario uno studio approfondito e completo dell'area di Monte Tondo. La Regione Emilia-Romagna interviene finanziando e affidando l'indagine all'ARPA. Nel dicembre 2001 viene completato lo studio. Anche in questo caso lo Speleo GAM collabora fornendo i rilievi delle grotte e i dati aggiornati degli studi idrologici.

La Conferenza dei soggetti contraenti l'accordo approva le conclusioni dello studio che suggerisce quattro scenari alternativi come base per l'elaborazione dei futuri piani di attività estrattiva. Successivamente viene approvato il nuovo PIAE che sostanzialmente ricalca lo scenario n. 4 proposto dallo studio ARPA e così sintetizzabile: "*Arretramento del ciglio superiore del fronte verso nord* […] *e verso est* […] *e coltivazione fino alla quota 180 m. Abbassamento del crinale di 20-30 m da est a ovest con l'impostazione di una quota che sale da 300 m fino a 380 m* […] *la lunghezza complessiva dell'abbassamento è dell'ordine di non più di 50 m complessivi. La coltivazione è orientata in modo da preservare l'Abisso Mezzano fin dal suo imbocco. Nella parte alta viene infatti garantita una distanza di rispetto tra l'ultimo gradone e l'imbocco di circa 45-50 m. Tale distanza tra le coltivazioni e il pozzo dell'abisso (che ha un andamento circa verticale), cresce con l'approfondimento delle coltivazioni aumentando il massiccio di protezione della grotta. Per limitare ulteriormente l'interferenza della coltivazione con l'Abisso Mezzano, in sede di progetto esecutivo, si potranno diminuire i quantitativi di esplosivo fatti brillare per ogni volata. La grotta alta che soffia viene invece asportata per la parte conosciuta e la grotta Abisso 50 viene in parte intaccata nei due rami fossili che già convergono verso la cava.* […] *Viene mantenuto inalterato il crinale del Monte della Volpe. La volumetria complessivamente estraibile in questo caso è dell'ordine di 4-4,5 Mm³*".

L'opzione scelta tuttavia non ottiene il consenso degli speleologi che ritengono preferibile uno scenario meno invasivo e comunque in grado di garantire volumetrie complessivamente estraibili dell'ordine di 2,5-3,0 Mm^3 (scenario n. 3 dello studio ARPA) che, a fronte di una richiesta annuale di 200.000 m^3, sono ampiamente sufficienti ad assicurare una lunga durata dell'attività estrattiva. Oggi, ciò che serve è, in primo luogo, un serio e costante intervento di monitoraggio ambientale delle attività estrattive in corso, nonché delle zone ormai abbandonate dalla cava che interagiscono fortemente con gli acquiferi carsici. Fino a quando è stato possibile, gli speleologi hanno sopperito in prima persona e senza alcun compenso a questa evidente carenza; ora è necessario che questo impegno trovi incarichi ufficiali con ampi mandati di controllo e di interventi sospensivi dell'attività di cava qualora non vengano rispettate le disposizioni del PIAE vigente. Infine, va affrontato il problema del recupero ambientale dell'area in previsione di una futura chiusura della cava.

Cava di Monte Tondo: aggiornamento a luglio 2024 (fig. 16)

Alla fine degli anni cinquanta del secolo scorso, cioè all'inizio dell'attività estrattiva della cava di Monte Tondo, l'insigne naturalista romagnolo Pietro Zangheri così scriveva:

> è motivo di vivo rincrescimento che l'esigenza industriale, anche quando potrebbe farlo con ben lieve sacrificio, non tenga alcun conto delle cose di interesse naturalistico, e scientifico in genere; questo si è verificato di recente per le pinete di Ravenna, questo si verifica qui a [Borgo] Rivola.

Oggi, quanto scriveva Zangheri decenni fa è di grande attualità, poiché i lavori di cava non hanno conosciuto sosta, mentre le ricerche scientifiche e i monitoraggi condotti nell'area hanno evidenziato, ancora una volta, che i due sistemi carsici lì presenti hanno valenza mondiale, e infatti, non a caso, sono inseriti nella "*core zone*" UNESCO.

Dall'approvazione del penultimo Piano Infraregionale delle Attività Estrattive (PIAE) avvenuto nel 2011 fino ad oggi, il monitoraggio ambientale a cura della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna è proseguito senza soluzione di continuità.

Il convegno, organizzato a Faenza il 26 e 27 marzo 2022 sempre dalla FSRER e a cui nello stesso anno ha fatto seguito la pubblicazione dei relativi atti, ha avuto lo scopo di fornire una sintesi aggiornata della situazione del grande sistema carsico del Re Tiberio e quindi dell'attigua cava di Monte Tondo. L'apporto di studiosi delle Università di Modena Reggio Emilia e di Bologna, nonché delle Soprintendenze regionali, anche in questo caso, si è dimostrato determinante per illustrare, in dettaglio, quanto ancora resta da salvaguardare nell'area in questione.

Nel frattempo, altre organizzazioni con vocazione ambientalista hanno affiancato gli speleologi, renden-

do certamente più incisiva la battaglia per la difesa di ciò che resta di Monte Tondo.

Norme di tutela

Per la sua importanza paesaggistica, nel corso del tempo l'area di cava è stata inserita all'interno di adeguate norme di tutela.
In particolare è inserita nel Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola, ed è Sito Rete Natura 2000.
Nel sito Rete Natura 2000 sono presenti 3 habitat prioritari.
Ai sensi della legge che ha istituito il Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola, l'area della cava di Monte Tondo è inserita nell'area contigua e marginalmente nelle zone B e C.
Nell'area contigua si applicano le norme degli strumenti urbanistici comunali vigenti fatta eccezione, tra le altre, per le seguenti attività che sono esplicitamente vietate:
b) la modifica o l'alterazione del sistema idraulico sotterraneo;
c) la modifica o l'alterazione di grotte, doline, risorgenti o altri fenomeni carsici superficiali o sotterranei;
Quanto stabilito dalle lettere b) e c) è definito a meno delle prescrizioni del Piano Territoriale.
"Nelle zone A, B, C e D è vietata l'apertura di miniere e l'esercizio di attività estrattive anche se previste dalla pianificazione di settore. Nelle aree contigue dei Parchi si applica il medesimo divieto, fatta salva la possibilità del Piano Territoriale del Parco di prevedere attività estrattive".
Infine, l'area esterna ai confini del vigente PIAE, è inserita nella "*core zone*" UNESCO.

Lo studio della Regione, dalla Provincia di Ravenna, del Comune di Riolo Terme, del Comune di Casola Valsenio e dell'Unione della Romagna Faentina

Questo studio, pubblicato nell'agosto 2021, ha avuto lo scopo primario di suggerire gli scenari per il proseguimento dell'attività estrattiva partendo dal citato "scenario 4" dello studio ARPA. La valutazione finale del gruppo di esperti, supportato da un gruppo di lavoro composto da rappresentanti della Regione, dell'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Romagna, di ARPAE, dell'Unione della Romagna Faentina, della Provincia di Ravenna e dell'Agenzia Sicurezza Territoriale e Protezione Civile, evidenzia che l'attività estrattiva può continuare ancora al massimo per un decennio e che comunque ogni ulteriore espansione dell'area estrattiva appare immotivata.
Lo studio contempla 4 scenari futuri che vengono di seguito sinteticamente commentati.
Scenario A ovvero: "alternativa zero". Questo scenario prevede l'immediata cessazione dell'attività estrattiva, in base a quanto condiviso 20 anni fa da tutti i soggetti in causa, a seguito dello studio ARPA recepito nel PIAE 2006. Ad oggi, questo scenario, come evidenziato nello studio, creerebbe gravi problemi occupazionali.
Scenario B ovvero: "Ipotesi di prosecuzione dell'attività estrattiva secondo lo scenario 4 dello studio ARPA 2001". Questo scenario, raccomandato dallo studio, prevede di contenere l'area di estrazione del gesso entro i confini del vigente PIAE ovvero entro il cosiddetto "limite invalicabile". Va sottolineato che lo studio stesso, nell'ambito dello "Scenario B", raccomanda di "considerare il nuovo periodo di attività come l'ultimo possibile e concedibile, inserendo opportune clausole di salvaguardia negli atti autorizzativi corrispondenti", infine, raccomanda "di utilizzare il decennio di ulteriore attività mineraria per attuare adatte politiche di uscita dal lavoro degli addetti oggi impiegati, in modo da minimizzare il problema al momento della cessazione delle attività".
Scenario C ovvero: "Attuazione dell'ipotesi di cui al cap. 13.5 dello studio di ARPA 2001". Lo studio ARPA affermava che tale coltivazione doveva essere realizzata più con lo scopo di raccordare la cava con la Vena vergine del gesso piuttosto che essere impostata come coltivazione vera e propria. Lo scenario C di fatto prevede un ampliamento della cava in zona B del parco (dove comunque è severamente vietata l'attività mineraria), nonché un incremento di 1.000.000 m^3 di materiale estraibile.
Scenario D ovvero: "Ipotesi di progetto di Saint Gobain Italia Spa". Si tratta, come si evince chiaramente dal titolo, dello scenario elaborato e proposto da Saint Gobain. Lo studio mette comunque in evidenza come la proposta di Saint Gobain sia "finalizzata piuttosto ad un'altra futura possibilità di ampliamento estrattivo piuttosto che di cessazione definitiva della cava" e quindi incompatibile con gli scopi dello studio e quanto da esso raccomandato.

Il Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola, il suo Piano Territoriale (PTP), la cava di Monte Tondo e l'UNESCO

Sono ormai trascorsi 20 anni dalla costituzione del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola.
Fino ad oggi, il Parco stesso era privo di Piano Territoriale (PTP), cioè dello strumento fondamentale di gestione e governo del territorio, nonostante questo sia, per legge, richiesto.
Nel corso del 2011, viene redatta, con il contributo volontario della Federazione Speleologica Regiona-

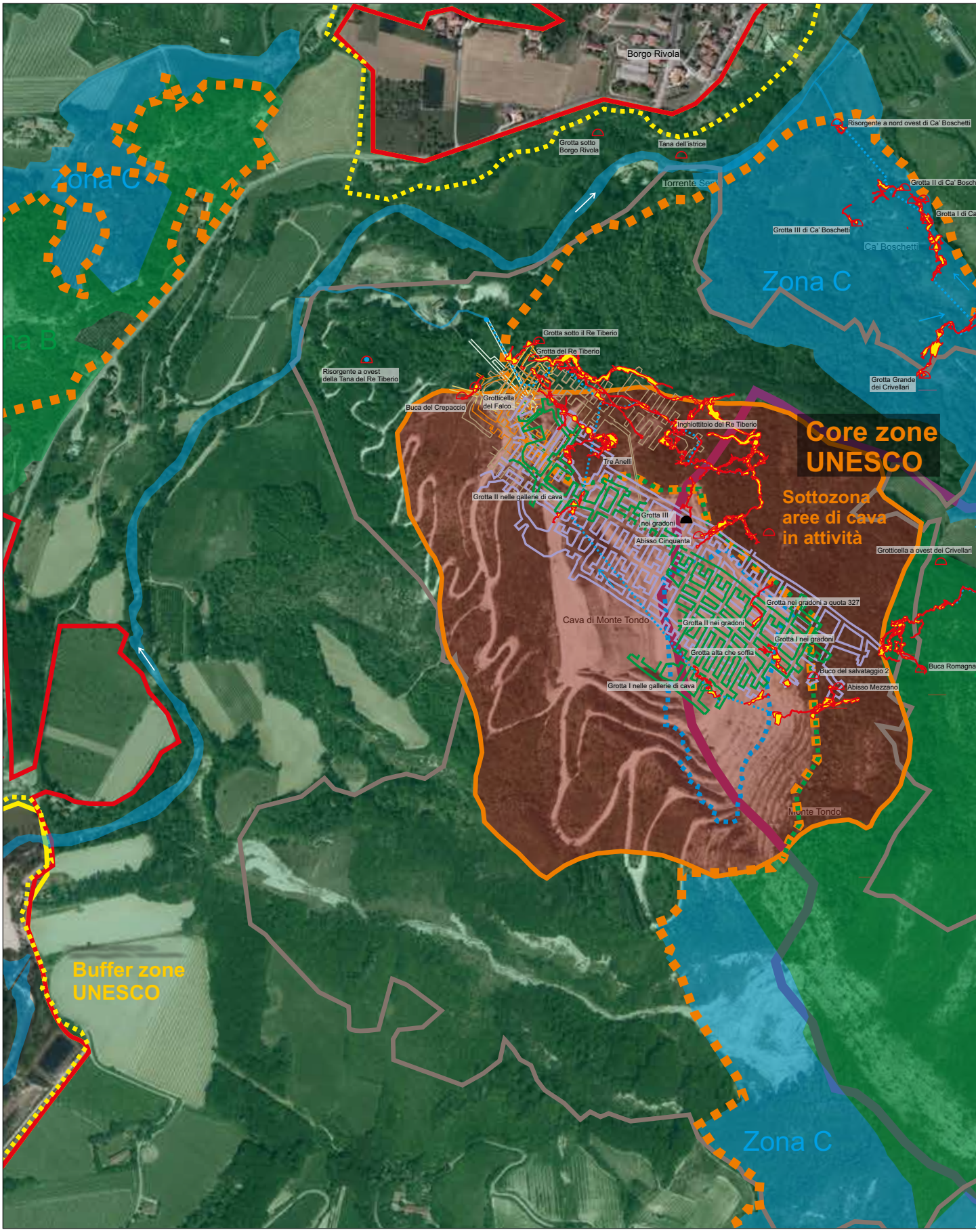
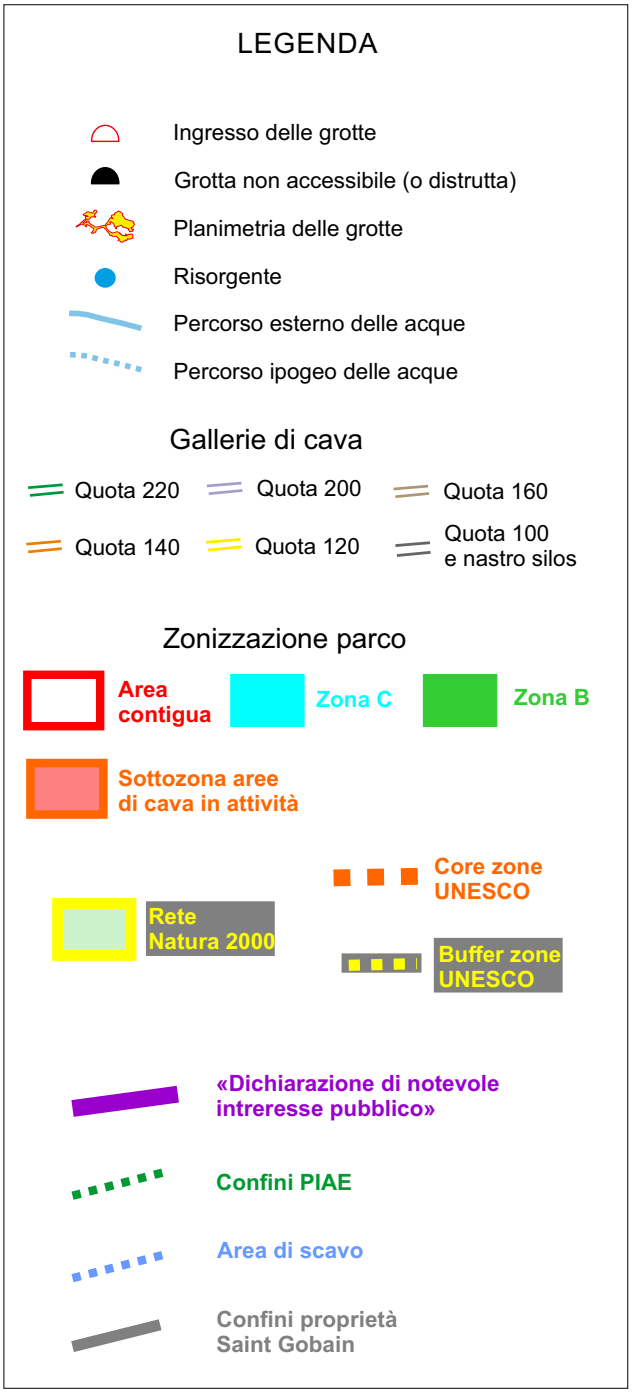

Borgo Rivola
Grotta sotto Borgo Rivola
Tana dell'istrice
Risorgente a nord ovest di Ca' Boschetti
Grotta II di Ca' Bosch
Grotta I di Ca
Grotta III di Ca' Boschetti
Ca' Boschetti
Zona C
Zona C
Grotta sotto il Re Tiberio
Grotta del Re Tiberio
Risorgente a ovest della Tana del Re Tiberio
Grotta Grande dei Crivellari
Grotticella del Falco
Buca del Crepaccio
Inghiottitoio del Re Tiberio
Core zone UNESCO
Tre Anelli
Grotta II nelle gallerie di cava
Sottozona aree di cava in attività
Grotta III nei gradoni
Abisso Cinquanta
Grotticella a ovest dei Crivellari
Grotta nei gradoni a quota 327
Cava di Monte Tondo
Grotta II nei gradoni
Grotta I nei gradoni
Grotta alta che soffia
Buco del salvataggio 2
Buca Romagna
Grotta I nelle gallerie di cava
Abisso Mezzano
Monte Tondo
Buffer zone UNESCO
Zona C



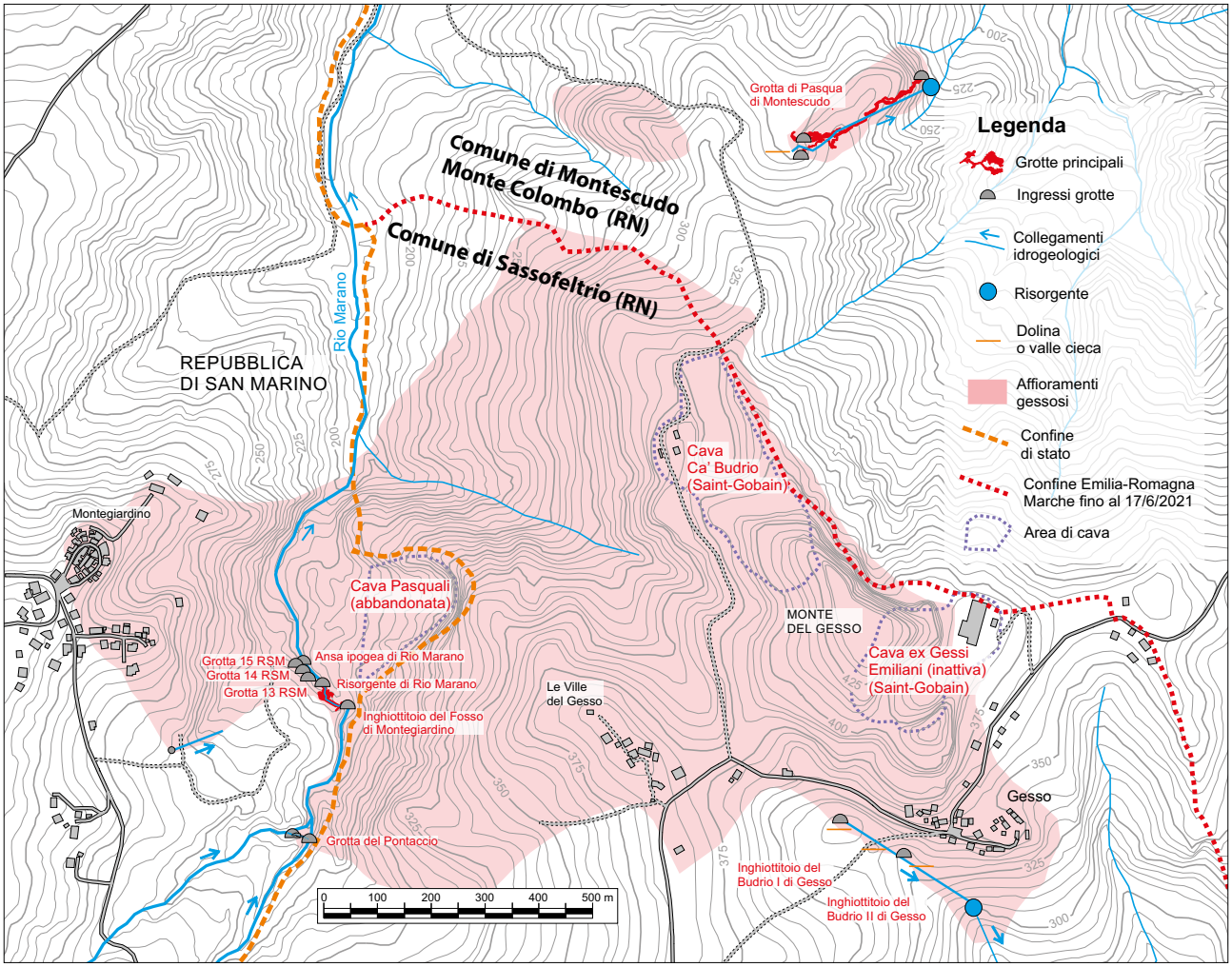
Fig. 16 – Nella foto georeferenziata (Regione Emilia-Romagna 2020) sono riportati i percorsi delle acque, le planimetrie delle grotte (per una chiara lettura dei fenomeni carsici di questa zona vedi tavola 11, pag. 141), le planimetrie delle gallerie di cava, nonchè i perimetri che definiscono le aree di salvaguardia e le aree di sfruttamento del territorio.
Il risultato, nei dettagli, è decisamente caotico e di non immediata lettura. Ciò palesa i limiti e le contraddizioni di quanti, nel tempo, non hanno saputo dare risposte coerenti ed univoche alla gestione di un territorio di estremo interesse storico e naturalistico e ormai irreparabilmente mutilato dalla cava di Monte Tondo.



le dell'Emilia-Romagna, una proposta di piano a cui però non viene dato seguito.
Oggi il PTP è stato finalmente approvato e in tempi rapidi. Ciò è dovuto al fatto che, in assenza di questo, non è possibile autorizzare il piano delle attività estrattive (PIAE) della cava di Monte Tondo.
Il PTP riconosce che "*l'attività estrattiva ha determinato una forte modifica dell'assetto geomorfologico e idrogeologico dell'area interessata all'interno di Rete Natura 2000*" ne consegue che "*l'attività estrattiva non è compatibile con le norme che regolamentano la Rete Natura 2000*". Sempre nei documenti del PTP si afferma che "*l'attività estrattiva non è ecosostenibile in quanto si asporta la formazione gessosa che non ha più possibilità di rigenerarsi*".
Lo stesso PTP istituisce poi una "*Sottozona aree di cava in attività*" che si estende oltre l'attuale limite di escavazione stabilito dal vigente PIAE. Questa "*Sottozona*" non è oggi soggetta ad attività estrattiva poiché appunto esterna al limite imposto dal PIAE. Inoltre è compresa in "Rete Natura 2000" ed è parte dell'area "*core*" del Patrimonio Mondiale UNESCO, in quanto qui si sviluppano, in parte, i sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivellari che, a norma di legge, non devono essere alterati.
Naturalmente serve che queste stringenti norme di tutela, che intepretano nel modo migliore lo spirito UNESCO, non vengano in alcun modo messe in discussione.

Il Piano Infraregionale delle Attività Estrattive (PIAE) e i monitoraggi ambientali

Il 20 dicembre 2023, il Consiglio Provinciale, acquisito il parere motivato del Comitato Urbanistico Regionale (CUR), approva il PIAE valido dal 2021 al 2031.
Il PIAE riconosce che "*L'attività estrattiva ha profondamente e in modo irreversibile alterato e modificato la situazione originaria dell'affioramento della Vena del Gesso a tal punto che non sarà più possibile una ricomposizione paesaggistica volta a riprodurre lo stato*

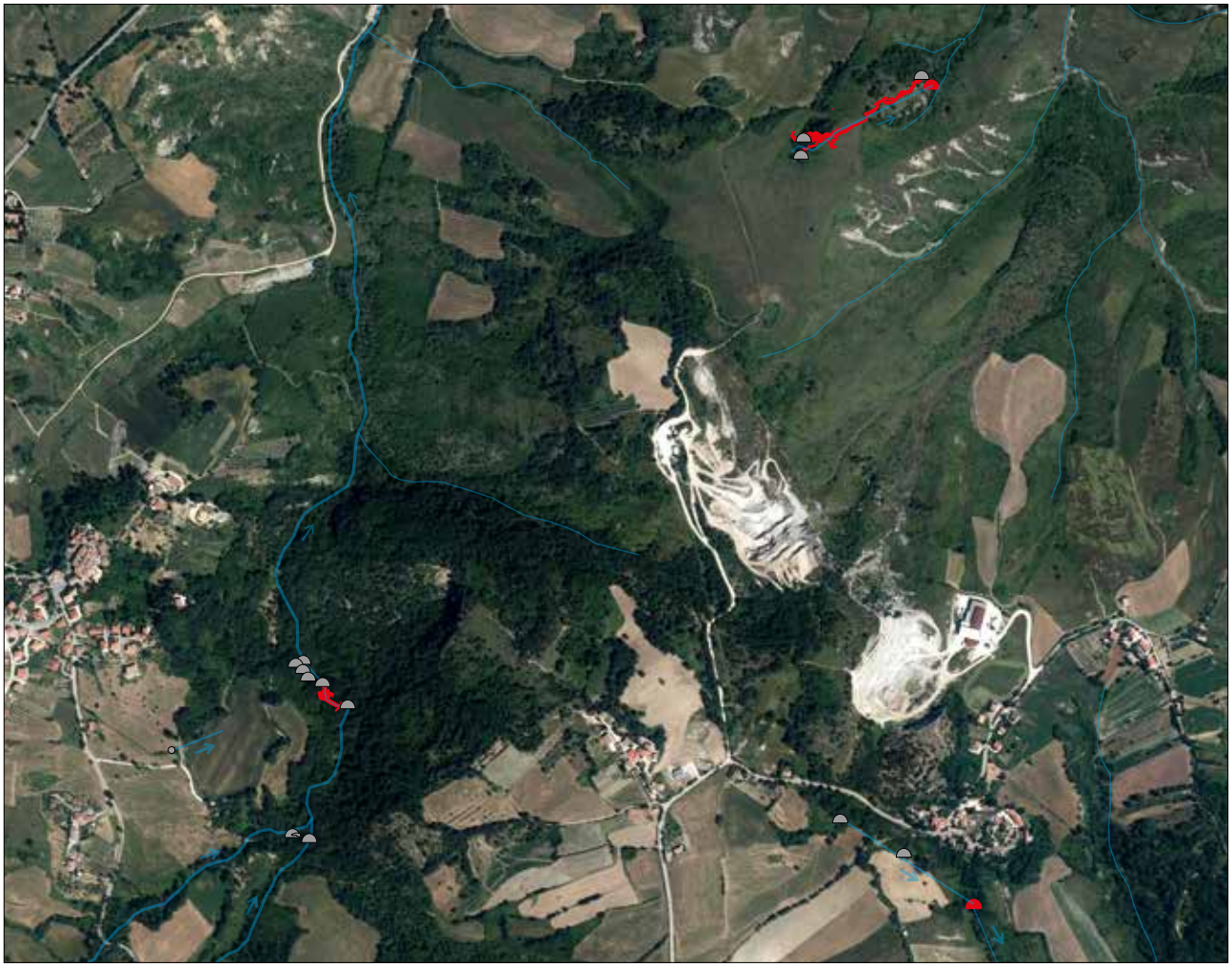


Figg. 17-18 – Gli affioramenti gessosi macrocristallini ricompresi tra la Repubblica di San Marino e i comuni di Montescudo-Monte Colombo e Sassofeltrio (provincia di Rimini). Quest'ultimo comune è entrato a far parte dell'Emilia-Romagna nel giugno 2021. Ne segue che, dopo tale data, la cava di Monte Tondo non è il solo polo estrattivo gessoso attivo a livello regionale, essendosi aggiunto appunto il polo di Ca' Budrio, sempre di proprietà di Saint-Gobain.

e l'assetto caratteristico dell'affioramento".
Recepisce, in parte, le raccomandazioni contenute nello studio regionale del 2021 e quindi non concede ampliamenti dell'area estrattiva come, del resto, in obbligo di fare, stante le vigenti norme di protezione ambientale.
Il documento ribadisce l'importanza di tutelare i fenomeni carsici la cui distruzione è, del resto, vietata dalle vigenti norme. Conseguentemente, la Provincia si impegna a svolgere un monitoraggio continuo che riguarda in particolare i fenomeni carsici.
Con Provvedimento Autorizzativo Unico (PAUR) adottato dalla Giunta Regionale nel maggio del 2024, il compito di svolgere "*il monitoraggio continuo dello stato di conservazione dei fenomeni carsici*" è assegnato alla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna che già lo svolge dal 2011.
La conferma dell'incarico alla FSRER è poi ulteriormente motivata a seguito del riconoscimento UNESCO. Infatti nel documento PAUR si legge "*il 19 settembre 2023 l'UNESCO ha riconosciuto la rilevanza mondiale della Vena del Gesso, conferendo il riconoscimento di Patrimonio Mondiale dell'Umanità ai "Fenomeni carsici e grotte nelle evaporiti dell'Appennino Settentrionale"; il proseguimento dell'attività estrattiva non prevede l'intercettazione di nuove cavità ipogee e sono state previste idonee misure di monitoraggio anche condotte dalla Federazione Speleologica dell'Emilia-Romagna*".

Le cave di Monte del Gesso di Sassofeltrio (RN)

A Gesso di Sassofeltrio (Provincia di Pesaro-Urbino fino al giugno 2021, oggi provincia di Rimini), sorto in corrispondenza di un affioramento di gesso primario, la tradizione estrattiva è certamente secolare.
Presso Monte del Gesso, a nord-ovest di Gesso, erano attivi due distinti fronti (figg. 17-18).
Il primo fu aperto nel versante sud-orientale del rilievo in corrispondenza dell'allora confine regionale tra Marche ed Emilia-Romagna. Dotato di annesso



Il piccolo affioramento gessoso, ubicato a nord, ospita la Grotta di Pasqua di Montescudo. Questa cavità (che ha uno sviluppo di circa 1300 metri) è degna di entrare a far parte delle aree UNESCO, una volta definiti i necessari requisiti di protezione dell'area (da Garberi *et alii*, modif.). Da segnalare, a titolo di curiosità, l'"estroflessione confinaria" sammarinese già cartografata tra XVIII e XIX secolo, in corrispondenza della cava Pasquali, attiva fino agli anni trenta del novecento.

stabilimento di lavorazione, esso era originariamente riconducibile alla Montegessi SPA, poi passò a Marco Tomasetti (attivo soprattutto a Sassofeltrio); negli anni Ottanta subentrò quindi la VIC, mentre l'ultimo passaggio di proprietà ha portato all'attuale conduzione della Gessi Emiliani, con sede a Zola Predosa (BO) e lì in passato attiva. La cava, oggi chiusa, è stata acquistata da Saint-Gobain.

Il secondo sito è collocato nel versante nord-occidentale di Monte del Gesso, in una località nota anche come Ca' Budrio (toponimo quest'ultimo etimologicamente ricollegabile alla presenza di fenomeni carsici). Originariamente di proprietà dell'Italgessi di Italo Tomasetti, parente di Marco, il fronte passò poi negli anni Ottanta anch'esso alla VIC, a cui è poi subentrata la BPB (gruppo inglese già proprietario del sito di Monte Tondo, Riolo Terme), per poi giungere all'attuale gestione del gruppo francese Saint-Gobain. Ai tempi dell'Italgessi, il minerale era lavorato in uno stabilimento posto in località Fratte (Sassofeltrio), laddove oggi sorge l'azienda Italmix.

Attualmente la cava è attiva; il gesso qui estratto trova impiego nel settore dei cementi, e in più il sito della cava ospita un impianto per il riciclo di cartongesso da demolizioni.

Bibliografia

L. Bentini, M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra 2011, *Le attività estrattive del gesso nell'area romagnola*, in: P. Lucci, A. Rossi (a cura di), Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna, Bologna, pp. 171-179.

M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2022, *La Grotta del Re Tiberio. Valori ambientali e valori culturali*. Atti del convegno 26-27 marzo 2022. Museo Civico di Scienze Naturali "Domenico Malmerendi" Faenza (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XLI).

M. Ercolani, P. Lucci, S. Piastra, B. Sansavini (a cura di) 2013, *I gessi e la cava di Monte Tondo. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza.

M. Ercolani, P. Lucci, B. Sansavini 2004, *Esplorazione dei sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivellari e salvaguardia dell'area di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) interessata dall'attività di cava*, in: P. Forti (Ed.), *Gypsum Karst Areas in the World: their protection and tourist development,* ("Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", s. II, vol. XVI), Bologna.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 2020, *La cava nei Gessi di Monte Tondo, ovvero documenti e immagini di una montagna che non c'è più*, Bologna.

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna 2021, *La cava nei Gessi di Monte Tondo, ovvero documenti e immagini di una montagna che non c'è più*, Bologna.

M.L. Garberi , P. Lucci, S. Piastra (a cura di) 2016, *Gessi e solfi della Romagna orientale*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXI), Faenza.

A. Scicli 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*, Poligrafico Artioli (Modena).

Le evaporiti dell'Appennino settentrionale
Patrimonio dell'Umanità
Sintesi multidisciplinare
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 45, 2024

Otto anni da un'idea, la storia della candidatura del sito seriale "Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale" a Patrimonio dell'Umanità

Massimiliano Costa[1], Giovanna Daniele[2], Massimo Ercolani[3], Monica Palazzini Cerquetella[4], Marco Pizziolo[5]

Riassunto
L'articolo racconta gli otto anni di lavoro trascorsi tra la proposta di candidare le grotte dei gessi dell'Emilia-Romagna (avanzata a fine 2015 dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna dapprima all'Ente gestore del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola, poi alla Regione Emilia-Romagna) e la nomina ufficiale a patrimonio mondiale dell'umanità UNESCO del sito seriale "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale", avvenuta a Riyadh il 19 settembre 2023.

Parole chiave: patrimonio mondiale dell'umanità, dossier di candidatura, percorso di candidatura.

Abstract
The article recounts the eight years of work that passed between the application to UNESCO World Heritage Site of the gypsum caves of Emilia-Romagna (occurred at the end of 2015 by the Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna first to the management body of the Vena del Gesso Romagnola Regional Park, then to the Emilia-Romagna Region) and the official nomination of the serial site "Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines" as a UNESCO World Heritage Site, which took place in Riyadh on 19 September 2023.

Keywords: *world heritage, candidacy dossier, candidacy course.*

Premessa

Quando si mettono in contatto gruppi di persone con esperienze diverse ma accomunate da un comune entusiasmo può capitare che a partire da una idea di partenza se ne sviluppi un'altra, figlia della prima ma molto diversa e molto più ambiziosa.
Questo è quanto successo per la candidatura a patrimonio mondiale dell'umanità UNESCO del sito seriale "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale.
Il primo germe della candidatura è nato dalla stretta collaborazione tra l'Ente di gestione del Parco della Vena del Gesso Romagnola (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Romagna) e la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (FSRER), collaborazione che si è sviluppata fin dalle prime fasi di gestione del parco e ha rappresentato un fattore determinante nel perseguimento degli obiettivi dell'area protetta.
All'inizio del 2015, il Comitato Esecutivo dell'Ente Parco, su proposta del direttore, Massimiliano Costa, deliberò l'intenzione di candidare la Vena del Gesso Romagnola a Riserva della Biosfera, nell'ambito del programma *Man and Biosphere* dell'UNESCO. Dopo alcuni contatti con il Ministero dell'Ambiente per approfondire la procedura da seguire, il direttore del Parco iniziò a redigere il dossier, con la preziosa collaborazione assicurata come di consueto dalla Federazione Speleologica, per la compilazione degli aspetti relativi agli habitat ipogei.
Alla fine del 2015, tuttavia, la Federazione avanzò all'Ente Parco una proposta diversa e più ambiziosa:

[1] Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Delta del Po; Presidente del Comitato Tecnico-Scientifico per la redazione del dossier di candidatura.

[2] Regione Emilia-Romagna - Settore Patrimonio culturale.

[3] Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano-RA; massimoercolani55@gmail.com

[4] Regione Emilia-Romagna - Settore Aree Protette, Forestazione e Sviluppo delle aree montane.

[5] Regione Emilia-Romagna - Settore Difesa del territorio.



Fig. 1 – Il dossier della IUCN (Unione Mondiale per la Conservazione della Natura) dedicato alle grotte e ai fenomeni carsici, pubblicato nel 2008, dove si evidenzia l'assenza di aree carsiche in roccia evaporitica nella lista dei siti "Patrimonio Mondiale UNESCO".

ottenere il riconoscimento di Patrimonio dell'Umanità UNESCO per i fenomeni carsici nei gessi dell'Emilia-Romagna. L'intuizione di tale fondamentale cambiamento di rotta è da attribuire al Professor Paolo Forti, storico punto di riferimento scientifico della FSRER stessa.

Il professor Forti, presidente onorario dell'*Union Internationale de Spéléologie* (UIS), è stato infatti uno dei primi scienziati a comprendere la rilevanza mondiale dei fenomeni carsici evaporitici di questa parte della catena appenninica. Già titolare della Cattedra di Speleologia dell'Università di Bologna, Presidente della Società Speleologica Italiana e Direttore dell'Istituto Italiano di Speleologia, ha esplorato e ricercato centinaia di grotte e cavità in decine di Paesi in tutto il mondo ed è per questo considerato uno dei massimi esperti internazionali in questo campo.

L'opportunità di avviare il processo di candidatura per l'inclusione nella Lista del Patrimonio Mondiale dei gessi era già contenuta del dossier IUCN (organo consultivo della Convenzione del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO sul patrimonio naturale) "*World Heritage Caves & Karst. A global review of karst World Heritage properties: present situation, future prospects and management requirements*" del 2008 (fig. 1), nel quale si legge che ci si aspetta che solo pochi altri siti carsici possano essere aggiunti alla lista dei beni patrimonio dell'umanità, poiché i fenomeni carsici sono già adeguatamente rappresentati. Tuttavia, poiché tali siti rappresentati riguardano ambienti con rocce calcaree, nel documento si legge che: "*nei casi in cui le caratteristiche carsiche sulle rocce evaporitiche siano di eccezionale valore geologico universale e siano accessibili e comprensibili dalla società civile, allora tali casi potrebbero meritare considerazione per l'iscrizione al Patrimonio Mondiale*". Il professor Forti era ben consapevole, insieme ad altri scienziati internazionali, dell'assenza di siti evaporitici gessosi nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO.

Dopo alcuni passaggi per approfondire l'iter di candidatura l'Ente Parco decise di informare i sindaci dei sei Comuni del territorio del Parco della Vena del Gesso Romagnola, riuniti nella Comunità del Parco, e di proporre l'adesione al progetto *in nuce* anche agli Enti di gestione delle altre aree protette, in considerazione del valore straordinario dei fenomeni carsici nei rispettivi territori: l'Ente Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, per i Gessi Triassici, e l'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Emilia Orientale, per i Gessi Bolognesi. Nel 2016, dopo una serie di incontri rivolti ai residenti, ottenendo una buona adesione, la proposta di candidatura fu formalizzata alla Regione Emilia-Romagna.

La profonda e continua collaborazione tra la FSRER e la Regione Emilia-Romagna, costruita fin dalla approvazione della Legge Regionale n. 9/2006 "Norme per la conservazione e valorizzazione della geodiversità dell'Emilia-Romagna e delle attività ad essa collegate" è stato un ulteriore elemento fondamentale per lo sviluppo efficace della candidatura. Grazie a questa collaborazione, in meno di un mese, il 21 dicembre 2016 la Giunta regionale, su proposta dell'allora Assessora all'ambiente, Paola Gazzolo, e supportata dal Servizio geologico, sismico e dei suoli, ora Settore Difesa del territorio della Direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente, avviò il processo amministrativo di candidatura con la deliberazione n. 2273, disponendo:

> "*1) di considerare positivamente la richiesta della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna di proporre la candidatura per l'inserimento dei fenomeni carsici gessosi dell'Emilia-Romagna nella World Heritage List dell'UNESCO;*
> *2) di dare mandato alla Direzione Cura del Territorio e dell'Ambiente della Regione di compiere le verifiche di fattibilità organizzative e tecnico-econo-*

miche e di promuovere le opportune azioni presso gli Enti e i soggetti interessati per il loro coinvolgimento nell'obiettivo proposto;

3) di provvedere con un atto successivo alla approvazione di un protocollo di intesa da proporre per la sua sottoscrizione ai soggetti interessati, contenente gli obiettivi, le azioni, i tempi, le specifiche responsabilità e gli impegni in termini di risorse umane, finanziarie e strumentali per attuare il percorso di candidatura per l'inserimento delle aree gessose della Emilia-Romagna nella World Heritage List dell'UNESCO".

Si richiamano le tappe del processo di candidatura, schematizzabili in tre fasi successive, che corrispondono ad altrettanti obiettivi del processo stesso:

1. Iscrizione del sito proposto nella "Tentative list";
2. Proposta di candidatura del sito al World Heritage Center UNESCO;
3. Valutazione della candidatura da parte di IUCN;

1. Iscrizione del sito proposto nella "Tentative list".

La prima fase della candidatura prevede la richiesta di iscrizione nella lista propositiva nazionale (*Tentative List*), con la quale lo Stato segnala al Centro del Patrimonio Mondiale (World Heritage Center-WHC) i beni per i quali intende chiedere l'iscrizione nella Lista del Patrimonio Mondiale nell'arco di 5-10 anni. L'iscrizione di un sito nella Lista propositiva non comporta automaticamente la successiva candidatura da parte dello stato membro, né tantomeno l'iscrizione dello stesso nella Lista del Patrimonio Mondiale.

La procedura di candidatura nella Lista propositiva prevede la compilazione di un apposito formulario, ed il suo invio alla CNIU (Commissione Nazionale Italiana UNESCO), con il supporto del Ministero competente, nel nostro caso il Ministero dell'Ambiente (ora Ministero per l'ambiente e la Sicurezza Energetica - MASE). Il Consiglio Direttivo della CNIU valuta annualmente le proposte di inserimento nella *Tentative list* e, in caso di esito positivo, trasmette la decisione al WHC (World Heritage Center) UNESCO.

Durante il 2017 la Regione, la Federazione Speleologica e gli Enti di Gestione delle aree protette, con il coordinamento del professor Forti, redassero quindi la proposta tecnica per richiedere di inserire le "Grotte e carsismo evaporitico dell'Emilia-Romagna" nella *Tentative List* italiana (fig. 2).

Tra i vari criteri individuati dall'UNESCO per le candidature e i riconoscimenti, fu scelto il criterio viii): "*per essere esempi eccezionali che rappresentano le fasi principali della storia della Terra, tra cui la documentazione della vita, i processi geologici significativi in corso nello sviluppo delle forme del terreno o le caratteristiche geomorfiche o fisiografiche significative*". Nella proposta di sito seriale, cioè composto da più aree, furono inclusi i Gessi Triassici (Parco nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano e sito Natura 2000 IT4030009), i Gessi di Zola Predosa (sito Natura 2000 IT4050027), i Gessi Bolognesi (Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa e sito Natura 2000 IT4050001) e la Vena del Gesso romagnola (Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola e sito Natura 2000 IT4070011). La presenza di aree protette è fondamentale, poiché l'UNESCO riconosce il Patrimonio dell'Umanità solamente ai siti adeguatamente tutelati, conservati e gestiti.

Il documento di candidatura, costituito dall'Annex 2-a della complessa e rigorosa modulistica UNESCO e da una "Supplementary description" del sito, fu trasmesso alla Commissione Nazionale Italiana per l'UNESCO (CNIU) e al Ministero dell'Ambiente il 17 gennaio 2018. Il giorno 24 dello stesso mese il Consiglio direttivo della CNIU accolse la candidatura nella *Tentative list* italiana, registrandola ufficialmente il giorno 31/01/2018.

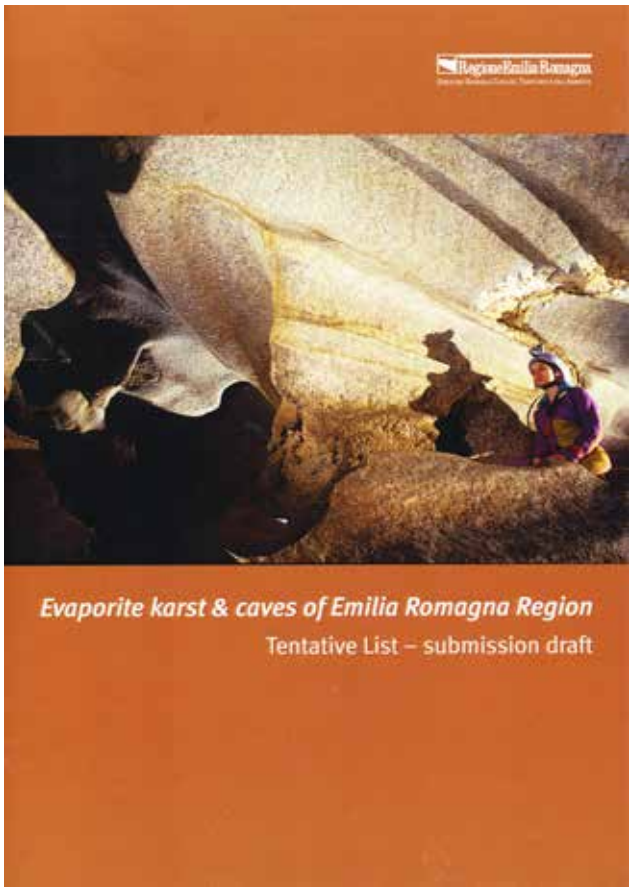


Fig. 2 – Frontespizio del documento con la richiesta di inserimento del sito allora denominato "Grotte e carsismo evaporitico dell'Emilia-Romagna" nella *Tentative List* italiana.

2. La proposta di candidatura a Patrimonio mondiale UNESCO.

La seconda fase del processo aveva l'obiettivo di arrivare alla candidatura effettiva da parte dello Stato italiano. Che questo processo non fosse di breve durata lo si poteva immaginare considerando che ogni stato membro può candidare un solo sito all'anno e l'Italia candida alternativamente un sito di rilevanza culturale e uno di rilevanza naturale. La tempistica attesa era stimata indicativamente in 5 anni.
Gli elementi fondamentali da sviluppare in questa fase erano quindi:

1. la redazione del dossier di candidatura o "*Nomination Dossier*", da trasmettere nuovamente alla Commissione Nazionale Italiana per l'UNESCO e al Ministero dell'Ambiente per fornire loro tutti gli elementi utili a decidere se candidare il sito al World Heritage Centre (WHC);
2. la prosecuzione della promozione e presentazione della candidatura sul territorio e lo sviluppo di attività di supporto.

Per la redazione del "*Nomination Dossier*" la Regione decise, con la determinazione del Direttore Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente, n. 12029 del 25 luglio 2018, di nominare formalmente un gruppo di lavoro tecnico-scientifico, di durata triennale, rinnovabile. Il gruppo, costituito inizialmente da 19 componenti tra professori universitari, funzionari della Soprintendenza e dell'Istituto beni artistici, culturali e naturali (IBC), funzionari tecnici della Regione, degli Enti di gestione delle aree protette e speleologi della FSRER, fu prorogato e modificato con la determinazione n. 17425 del 22 settembre 2021 che portò il numero di componenti a 25. Il gruppo, presieduto da Massimiliano Costa, allora direttore del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola, coadiuvato dalla vicepresidente Giovanna Daniele, allora funzionaria del Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione si riunì la prima volta a ottobre 2018 per pianificare le modalità di lavoro. Iniziò, così, la redazione del dossier, che sarebbe stata portata a termine, in modo gratuito e con grande passione, in un tempo decisamente breve rispetto agli standard UNESCO.
La prima versione del dossier di candidatura fu inviata a giugno 2019 al Ministero, per un parere preliminare. A settembre 2019 il Ministero comunicò che il dossier era completo e adeguato dal punto di vista tecnico-scientifico, ma risultava carente rispetto agli aspetti relativi alle forme di coinvolgimento dei residenti, dell'opinione pubblica in generale e degli Enti locali. Andava inoltre redatto il piano di gestione del sito e lo stile andava adeguato ad una candidatura UNESCO. Per gli ultimi due punti, i funzionari del Ministero suggerirono di incaricare una ditta esterna specializzata.
Così, a novembre 2019 l'Ente di gestione del Parco della Vena del Gesso Romagnola chiese alla Regione di cofinanziare l'incarico ad una ditta specializzata. Nel novembre dell'anno successivo, la Regione assegnò all'Ente di gestione la somma richiesta di 21.960,00 euro, a fronte di una spesa di 32.940,00 euro. L'Ente di gestione del Parco della Vena del Gesso, data la rilevanza strategica del progetto, decide di farsi carico degli 11.000,00 euro di differenza tramite il proprio bilancio, a beneficio anche degli altri Enti di gestione dei parchi coinvolti. A dicembre 2020 l'Ente di gestione incaricò la ditta Dolomiti Project, con sede in Feltre (BL), che aveva già brillantemente seguito la candidatura a Patrimonio dell'umanità delle Dolomiti.
Nel frattempo, la Regione, allo scopo di costituire una rete che coinvolgesse nell'obiettivo il maggior numero possibile di soggetti istituzionali, predispose, tramite i funzionari del Servizio geologico, sismico e dei suoli, un "Protocollo di Intesa fra Enti territoriali della Regione Emilia-Romagna per il supporto alla candidatura alla World Heritage List dell'UNESCO delle aree carsiche e gessose dell'Emilia-Romagna" (DGR n. 478/2019). Tale protocollo fu sottoscritto definitivamente in data 27 aprile 2020 (repertorio regionale n. 149/2020), congiuntamente a tutti gli altri Enti locali coinvolti (Enti Parco, Comuni, Unioni di Comuni, Province), per dare vita ad un tavolo politico di condivisione territoriale, coordinato dall'Assessora ai Parchi e alla Pianificazione territoriale della Regione, Barbara Lori. Di seguito gli Enti sottoscrittori:

- Regione Emilia-Romagna
- Parco Nazionale Appennino Tosco-Emiliano
- Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale
- Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità Romagna
- Città Metropolitana di Bologna
- Provincia di Ravenna
- Provincia di Reggio Emilia
- Nuovo Comprensorio Imolese
- Unione dei Comuni Savena-Idice
- Unione dei Comuni della Romagna Faentina
- Unione dei Comuni Montani dell'Appennino Reggiano
- Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)
- Comune di Ventasso (RE)
- Comune di Villa Minozzo (RE)
- Comune di Borgo Tossignano (BO)
- Comune di Casalfiumanese (BO)
- Comune di Fontanelice (BO)
- Comune di Pianoro (BO)
- Comune di San Lazzaro (BO)

- Comune di Zola Predosa (BO)
- Comune di Brisighella (RA)
- Comune di Casola Valsenio (RA)
- Comune di Riolo Terme (RA)

Per quanto riguarda le attività di promozione, vennero avviate altre iniziative, di cui una delle più significative fu la mostra itinerante, composta da 13 pannelli, organizzata a cura della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna e dello Speleo GAM di Mezzano, con il finanziamento della Regione Emilia-Romagna e dell'Ente di gestione del Parco della Vena del Gesso. Ogni pannello illustra un aspetto specifico dell'area candidata. La mostra fu allestita nei vari borghi del territorio della proprietà candidata, in occasione di sagre e feste popolari organizzate a cura delle comunità locali, spesso in associazione con eventi collaterali quali convegni, conferenze e visite guidate. Questo il calendario degli allestimenti:

- 29 settembre 2018 - Casalfiumanese (Bologna)
- 1-4 novembre 2018 - Casola Valsenio (Ravenna)
- 27 novembre - 21 dicembre 2018 - Faenza (Ravenna)
- 1-5 marzo 2019 - Borgo Tossignano (Bologna)
- 6-7 aprile 2019 - Borgo Rivola (Ravenna)
- 22 aprile 2019 - Fontanelice (Bologna)
- 3 maggio 2019 - Brisighella (Ravenna).

La pandemia di Covid-19 non consentì di proseguire con le attività sul territorio.
Durante tutto il 2021 la ditta Dolomiti Project, rappresentata per questa commessa da Stefano Furin, svolse un ottimo lavoro redazionale, avvalendosi costantemente delle approfondite conoscenze del gruppo di lavoro tecnico-scientifico e del supporto del tavolo istituzionale di condivisione, nonché del costante e prezioso supporto del Ministero, in particolare del consulente ministeriale Mario Colantoni. Il dossier venne riorganizzato con una impostazione che, partendo dallo stesso concetto territoriale, ne conservava i contenuti tecnico-scientifici. Per enfatizzare l'importanza universale del bene seriale candidato, si decise di cambiare il nome, sostituendo il riferimento territoriale della Regione Emilia-Romagna con quello geografico dell'Appennino settentrionale, evidenziando, così, come proprio il clima temperato di questa parte della catena montuosa avesse permesso il formarsi, nel corso dei millenni, degli straordinari fenomeni carsici nelle evaporiti di quest'area. Si decise di riscrivere i testi, a partire dalla prima versione del dossier, assegnando al comitato redazionale il compito di redigere i nuovi capitoli: Stefano Lugli (Università di Modena e Reggio Emilia) la geologia; Paolo Forti (Università di Bologna) la mineralogia; Massimo Ercolani (Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna) il carsismo; Massimiliano Costa (Parco della Vena del Gesso) la biologia; Stefano Piastra (Università di Bologna) gli aspetti umani; Monica Palazzini Cerquetella (Regione Emilia-Romagna) la gestione delle aree protette. Cesare Micheletti e Loredana Ponticelli, consulenti incaricati da Dolomiti Project, diressero questa fase del progetto ed elaborarono il piano di gestione del sito.
È in questa fase che vennero aggiunte altre aree per completezza e rappresentatività (Bassa Collina Reggiana ed Evaporiti di San Leo) e, alla fine, il sito seriale proposto risultò composto da 7 "Component sites" così identificati:

CS1 - Alta Valle del Secchia
CS2 - Bassa Collina Reggiana
CS3 - Gessi di Zola Predosa
CS4 - Gessi Bolognesi
CS5 - Vena del Gesso Romagnola
CS6 - Evaporiti di San Leo
CS7 - Gessi di Onferno

Conseguentemente, il già citato protocollo di intesa venne esteso ad altri Enti locali coinvolti sul territorio (DGR n. 2160/2021):

- Ente di gestione per I Parchi e la Biodiversità Emilia Centrale
- Unione dei Comuni delle Colline Matildiche
- Unione dei Comuni Tresinaro - Secchia
- Comune di Albinea (RE)
- Comune di Scandiano (RE)
- Comune di Vezzano sul Crostolo (RE)
- Comune di Viano (RE)
- Unione dei Comuni delle Valli del Reno, Lavino, Samoggia
- Comune di Sasso Marconi (BO)
- Provincia di Rimini
- Unione dei Comuni della Valmarecchia
- Unione dei Comuni della Valconca
- Comune di Gemmano (RN)
- Comune di San Leo (RN)

L'area candidata, nella sua versione definitiva, ha una superficie di 3,680 ettari ed è circondata e protetta da una zona cuscinetto (buffer) di 8,348 ettari.
A gennaio 2022 la nuova versione del dossier venne approvata dalla Regione con la DGR n. 28/2022, e trasmessa al Ministero il 18 gennaio '22. Il Dossier, completo di allegati, e la DGR 28/2022 sono attualmente a disposizione all'indirizzo web: https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/carsismo-evaporiti-grotte-appennino-settentrionale. Il nome di coloro che hanno partecipato alla realizzazione di tale Dossier è indicato a pag. 3 del volume stesso.
A seguito di questa trasmissione, valutata la completezza e l'adeguatezza della candidatura e della docu-

mentazione, il dossier venne assunto dagli uffici del Ministero per sottoporlo, secondo l'iter della procedura, alla valutazione del Consiglio direttivo UNESCO in tempo utile per una decisione entro lo stesso gennaio 2022.
Il giorno 25/01/2022 il Consiglio direttivo della Commissione italiana UNESCO, a soli 4 anni dall'inserimento nella "*Tentative list*", deliberò come candidatura italiana alla Lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO per il 2023 il "Carsismo nelle Evaporiti e Grotte dell'Appennino Settentrionale".
Il giorno 03/02/2022 il Ministero degli Esteri comunicò al Ministero l'avvenuto deposito, il 28 gennaio, presso il Segretariato Unesco a Parigi, del dossier relativo alla candidatura alla Lista del Patrimonio Mondiale del sito naturale "Carsismo nelle Evaporiti e grotte dell'Appenino settentrionale".

3. La valutazione della candidatura da parte di IUCN.

Per le proposte di siti naturali il WHC si avvale della valutazione della IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura). Il *panel* di esperti designato avvia quindi una istruttoria tecnica che dura circa un anno e mezzo e prevede vari passaggi:

1. Verifica documentale.
2. Missione di valutazione in loco.
3. Sessioni di valutazione e informazioni aggiuntive.
4. Rapporto conclusivo di valutazione dell'IUCN e connessa proposta di decisione (*draft decision*).

Successivamente alla presentazione del febbraio 2022, UNESCO trasmise a IUCN il dossier di candidatura e iniziò la fase istruttoria secondo i passaggi sopra indicati.
Con nota del Ministero dell'Ambiente il 21 marzo 2022 la Regione fu informata, dall'organismo UNESCO preposto (IUCN), dell'esito positivo della verifica di completezza della candidatura. Pertanto fu avviata formalmente la fase valutativa di merito della candidatura.
Dal 21 al 28 novembre 2022 si svolse la visita al sito seriale da parte della valutatrice IUCN/UNESCO Gordana Beltram, esperta di aree protette, zone umide e per anni direttrice del Parco Nazionale delle Grotte di San Canziano, in Slovenia.
La visita, pianificata nei minimi dettagli, si svolse con grande cura ed attenzione, secondo il seguente programma:

1° giorno Bologna.
2° giorno Alta Valle del Secchia (fig. 3)
3° giorno Bassa Collina Reggiana
4° giorno Vena del Gesso romagnola
5° giorno Vena del Gesso romagnola
6° giorno Evaporiti di San Leo (grotta del Rio Strazzano) e Gessi di Onferno
7° giorno Gessi Bolognesi
8° giorno Bologna.

Durante la visita la valutatrice ebbe modo di visitare le grotte e le aree carsiche dei siti candidati, di confrontarsi con gli amministratori dei diversi territori e con i portatori di interessi, di incontrare i funzionari dei parchi e di approfondire con cura ogni aspetto dei valori naturalistici e culturali del territorio, delle tutele esistenti, dei fattori di minaccia, delle aspettative della società civile.
In data 7/07/2023 il Ministero comunicò che IUCN aveva concluso l'iter di valutazione tecnica e redatto la "*Technical evaluation*" https://whc.unesco.org/archive/2023/whc23-45com-inf8B2-en.pdf (pag. 203-212).
Come da procedura, il report IUCN contiene la proposta di una bozza di decisione sull'esito della candidatura, accompagnata da prescrizioni e raccomandazioni, che viene sottoposta ai 21 membri (tra cui l'Italia) del Comitato del Patrimonio Mondiale per la decisione finale. Il Comitato ha il compito di recepire o, eventualmente, modificare in tutto o in parte la proposta di IUCN in occasione della propria conferenza annuale.
Infine, arrivò la convocazione per la 45° Conferenza del Comitato UNESCO che si sarebbe svolta a Riyadh, in Arabia Saudita, dal 10 al 25 settembre 2023.
Alla conferenza partecipò una delegazione della Regione Emilia-Romagna, composta dall'Assessora Barbara Lori, dal direttore generale Cura del territorio e dell'ambiente Paolo Ferrecchi, dal dirigente del Servizio Geologico, sismico e dei Suoli, Sergio Monti, dal presidente del comitato tecnico-scientifico Massimiliano Costa, dal prof. Stefano Lugli, dal consulente Cesare Micheletti. I componenti della delegazione, guidati dall'ambasciatore italiano all'UNESCO, Liborio Stellino e dai funzionari del Ministero dell'Ambiente Antonio Maturani, Mario Colantoni e Stefania Aucelli, orgqnizzarono numerosi incontri con le rappresentanze di altri Paesi e con IUCN, per presentare la candidatura e condividere soluzioni e impegni per alcune criticità evidenziate dalla stessa IUCN.
Il 19 settembre 2023 si svolse l'esame in seduta plenaria della candidatura da parte del Comitato UNESCO con la presentazione della candidatura e della relativa valutazione da parte del direttore generale di IUCN, Tim Badman, geologo britannico.
L'organo di consulenza tecnica dell'UNESCO può proporre tre alternative: bocciatura della candidatura, ripresentazione della candidatura l'anno successivo con revisioni e integrazioni o approvazione

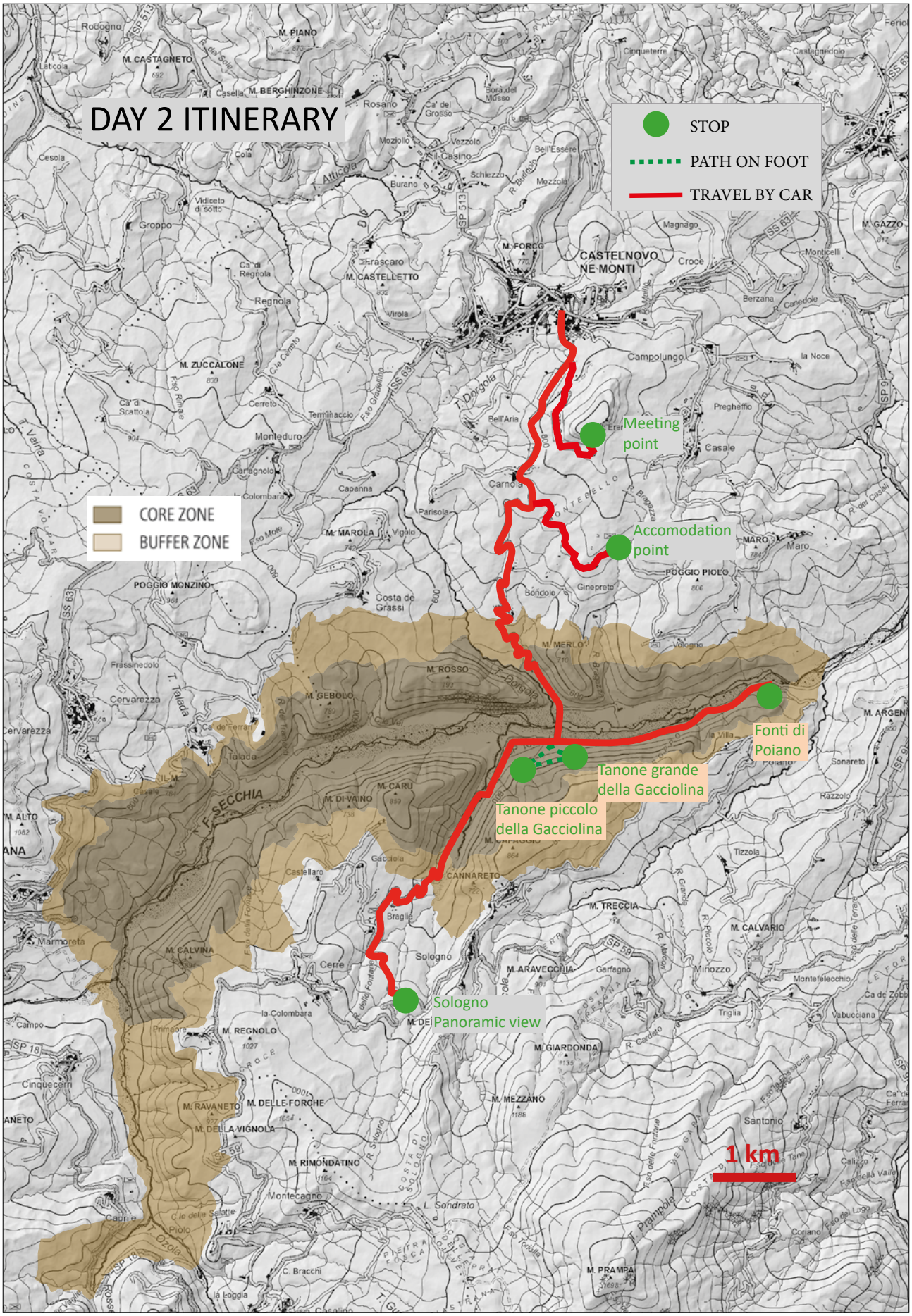


Fig. 3 – Itinerario della valutatrice IUCN/UNESCO Gordana Beltram nelle evaporiti dell'Alta Valle del Secchia (RE).

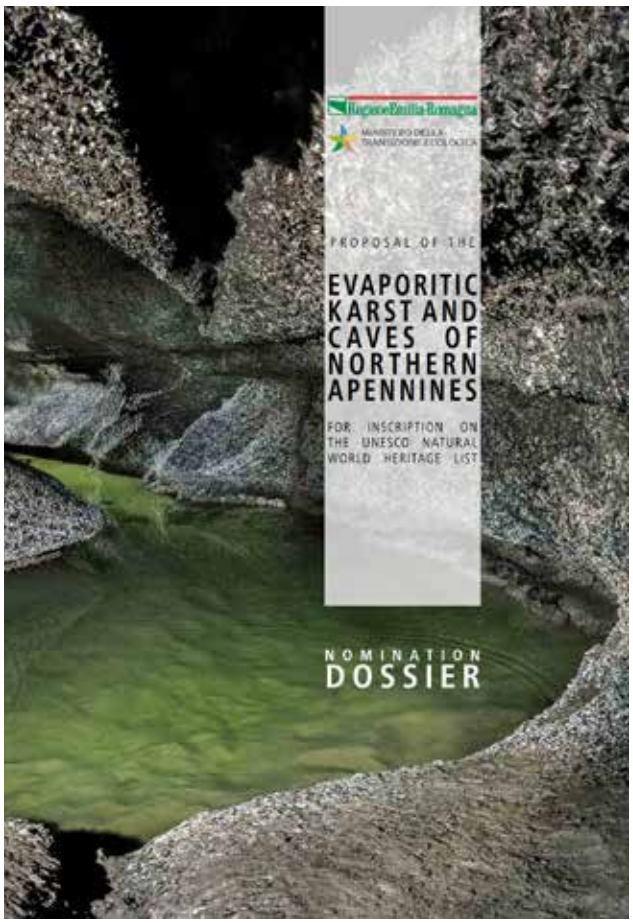


Fig. 4 – La versione finale del dossier di candidatura trasmesso dal Ministero dell'Ambiente all'UNESCO nel febbraio 2022.

della candidatura. La valutazione del sito "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale" ebbe un giudizio estremamente positivo per quanto riguarda la qualità tecnico-scientifica del dossier (fig. 4); tuttavia, evidenziando alcune carenze di tutela in determinati ambiti, chiedeva la ripresentazione del dossier l'anno successivo.
In una situazione di questo tipo, il Comitato UNESCO può però valutare di promuovere immediatamente il sito candidato, emendando la valutazione IUCN e inserendo impegni inderogabili per lo Stato proponente, tenuto a risolvere le criticità evidenziate entro un anno. Dopo le valutazioni positive espresse da molti Paesi e il commento dell'ambasciatore italiano, fu infatti scelta questa ultima opzione e l'ambasciatore dell'Etiopia propose un emendamento che impegnava l'Italia a risolvere le problematiche evidenziate dal parere di IUCN.
Dopo la garanzia fornita dall'ambasciatore italiano, l'emendamento fu votato con larga maggioranza dal Comitato UNESCO e il presidente proclamò solennemente l'avvenuto riconoscimento del "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale" quale patrimonio mondiale dell'umanità (fig. 5).
Le prescrizioni ricevute, contenute nella DECISION.45 COM 8B_32, disponibile al seguente indirizzo web: https://whc.unesco.org/en/list/1692, impegnano lo stato italiano a istituire pienamente la struttura di gestione del sito seriale e a:

1. Presentare una modifica minore dei confini per l'ampliamento di due parti componenti situate in Alta Valle Secchia e nella Vena del Gesso Romagnola - Monte Mauro.
2. Sviluppare un solo ed unitario sistema di protezione per tutte le parti del sito seriale.
3. Garantire che la zonazione della Riserva della Biosfera dell'Appennino Tosco-Emiliano sia in linea con il regime di protezione e gestione necessario per il sito UNESCO
4. Preparare un piano di gestione dei visitatori che identifichi le aree con livelli elevati di visite previste e la capacità di carico delle stesse aree;

Queste prescrizioni sono tassative, con obbligo di presentare un report sulla loro attuazione.
Merita, in chiusura, di essere riportata la dichiarazione di Eccezionale Valore Universale con cui il nostro patrimonio dell'umanità è stato inserito nella lista mondiale:
"*Il Carsismo e le Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale costituiscono gli esempi più completi, eccezionali e accessibili dei fenomeni carsici in gesso e anidrite in condizioni climatiche subtropicali umide. Situata nell'Italia settentrionale, questa proprietà seriale unisce insieme le aree più studiate a livello internazionale per quanto riguarda l'idrogeologia, la mineralogia e la speleologia nei sistemi carsici evaporitici. Le rocce evaporitiche di questa proprietà si sono depositate in due distinti periodi geologici: la disgregazione del supercontinente Pangea (circa 200 milioni di anni fa) e durante la catastrofe ecologica quando il Mar Mediterraneo è ampiamente evaporato (circa 6 milioni di anni fa). Il sistema di grotte si è sviluppato negli ultimi 500.000 anni. Il sito ospita diversi tipi di evoluzione mineralogica del gesso, inclusa la sua trasformazione in anidrite e alabastro e molti speleotemi e minerali che sono peculiari di questa zona, grazie a una complessa relazione tra rocce, evoluzione geologica e clima. Le esplorazioni e le scoperte avvenute in quest'area, descritte nelle pubblicazioni speleologiche pioniere, sono considerate pietre miliari nello sviluppo delle geoscienze. La proprietà comprende la grotta evaporitica con il dislivello più profondo del mondo (sistema di Monte Caldina), la grotta epigenetica più grande del mondo (sistema Spipola-Acquafredda) e la più grande sorgente carsica di sale d'Europa (fonti di Poiano). In una fascia molto stretta, fatta di contrafforti verticali che emer-*



Fig. 5 – Riyad (Arabia Saudita) 19 settembre 2023, proclamazione del sito "Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale" a Patrimonio Mondiale UNESCO.

gono dalle argille circostanti, è possibile studiare l'evoluzione dei depositi evaporitici mesozoici e cenozoici, con la stessa facilità di accesso che ha portato alla loro esplorazione fin dall'era pre-scientifica. Molte grotte sono state esplorate fin dalla preistoria e sono diventate una delle prime aree di scavo di lapis specularis, gli straordinari cristalli trasparenti che hanno sostituito il vetro in epoca romana. Criterio (VIII): La proprietà comprende i sistemi carsici solfato-alite più completi sulla Terra, grazie all'eccezionale combinazione di condizioni climatiche subtropicali umide e un ambiente geologico peculiare. Include anche una collezione completa di morfologie carsiche epigee e ipogee, dalle superfici di dissoluzione in contrafforti di gesso esposte verticalmente, agli speleotemi negli abissi delle grotte. In un'area relativamente piccola, oltre 900 grotte (tra le più grandi, profonde e complesse di questo tipo su scala globale) rappresentano il miglior carsismo solfato-alitico documentato scientificamente al mondo dal punto di vista geologico, speleologico e idrologico. Una ricchezza insolita di speleotemi e minerali rari, a volte unici per queste grotte, ha attratto naturalisti e scienziati sin dal XVI secolo e decine di fenomeni carsici evaporitici sono stati descritti qui per la prima volta. La disciplina della speleologia è nata in questa zona e la sua facile accessibilità la rende un luogo di ricerca primario anche oggigiorno. Il valore educativo di questa proprietà è ben illustrato nelle numerose grotte aperte al pubblico".

La visita della valutatrice IUCN Gordana Beltram, perfetta in ogni aspetto organizzativo (anche grazie a Marcella Pradella di IF Tourism Company) è stata accompagnata dall'entusiasmo di tutte le comunità incontrate. A partire dal secondo giorno in alta val Secchia fino all'ultimo nei Gessi Bolognesi si sono svolti infatti affollati e approfonditi incontri con cittadini e stakeholders. Accanto alle numerose presenze di sostegno alla candidatura, in un caso, a Riolo Terme, vi sono state alcune proteste da parte di un'organizzazione di agricoltori e da parte di lavoratori legati alla estrazione del gesso dalla cava di Monte Tondo, preoccupati per il futuro delle loro attività. Giova ricordare che il riconoscimento a Patrimonio Mondiale dell'UNESCO non impone alcun nuovo vincolo in quanto vengono riconosciuti soltanto siti che già si sono dati norme che ne garantiscano la conservazione e l'integrità nel tempo. L'agricoltura non è mai considerata dal dossier come minaccia o attività che necessiti di vincoli, viene citata soltanto laddove, nel capitolo sulla geografia umana, viene descritta come attività caratteristica del territorio candidato. Il dossier non prevede la necessità di introdurre nuovi vincoli da parte degli Enti locali nemmeno per l'attività estrattiva, ma di confermare le norme esistenti. Anche in quell'occasione in ogni caso, la valutatrice IUCN è stata impeccabile, gestendo brillantemente la situazione.





Manifestazione di protesta, a Riolo Terme, delle maestranze di Saint Gobain e degli agricoltori affliati alla Coldiretti durante la visita della valutatrice IUCN, Gordana Beltram (foto M. Pizziolo).



L'incontro svoltosi nella sala del Museo della Preistoria di San Lazzaro tra la valutatrice IUCN e i numerosi stakeholders presenti (foto M. Pizziolo).



Un momento del sopralluogo nei Gessi bolognesi all'ingresso della Grotta della spipola (Foto C. Micheletti).





ISBN: 978-88-946820-8-3