



Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

# 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



*a cura di*

Massimo Ercolani, Piero Lucci e Stefano Piastra

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia

Serie II vol. XLI

2022



Cultura, non è possedere un magazzino ben fornito di notizie,  
ma è la capacità che la nostra mente ha di comprendere la vita,  
il posto che vi teniamo, i nostri rapporti con gli altri uomini.  
Ha cultura chi ha coscienza di sé e del tutto,  
chi sente la relazione con tutti gli altri esseri.

Antonio Gramsci, *Quaderni del Carcere, 1929-1935*

Con il patrocinio di:



SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA,  
BELLE ARTI E PAESAGGIO  
PER LE PROVINCE DI RAVENNA,  
FORLÌ-CESENA E RIMINI



REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
SERVIZIO GEOLOGICO,  
SISMICO E DEI SUOLI



PARCO REGIONALE  
DELLA VENA DEL GESSO  
ROMAGNOLA



ENTE DI GESTIONE PER I PARCHI  
E LA BIODIVERSITÀ - ROMAGNA



Progetto finanziato con il contributo della Legge Regionale 9/2006 “Norme per la conservazione e valorizzazione della geodiversità dell’Emilia-Romagna e delle attività ad essa collegate”.

Si ringrazia la Regione Emilia-Romagna per l’autorizzazione all’utilizzo della cartografia e delle foto aeree.

I vari contributi della monografia sono stati sottoposti a *peer review* da parte del Comitato Scientifico della collana.

La responsabilità di quanto affermato nei testi va attribuita ai singoli autori.

I testi editi dalla FSRER sono disponibili in formato PDF nel sito [www.venadelgesso.it](http://www.venadelgesso.it).

In copertina: sistema carsico della Grotta del Re Tiberio. Il tratto terminale della risorgente fossile, oggetto di frequentazione umana a partire dalla Protostoria e precocemente indagato agli esordi della Paleontologia italiana (foto P. Lucci).

ISBN: 978-88-946820-4-5



Finito di stampare nel  
mese di Dicembre 2022

Tutti i diritti d’autore, di traduzione, elaborazione o riproduzione sotto qualsiasi forma, intera o parziale, sono riservati a:

Società Speleologica Italiana  
Via Zamboni, 67 - 40126 Bologna (BO).



Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

# 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

a cura di Massimo Ercolani, Piero Lucci e Stefano Piastra

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia

Serie II vol. XLI

2022

Il cerchio giallo evidenzia l'ingresso della Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme, RA), tratto fossile terminale dell'omonimo sistema carsico, affacciato sulla Stretta di Rivola e contiguo alla grande cava di gesso di Monte Tondo (foto P. Lucci).

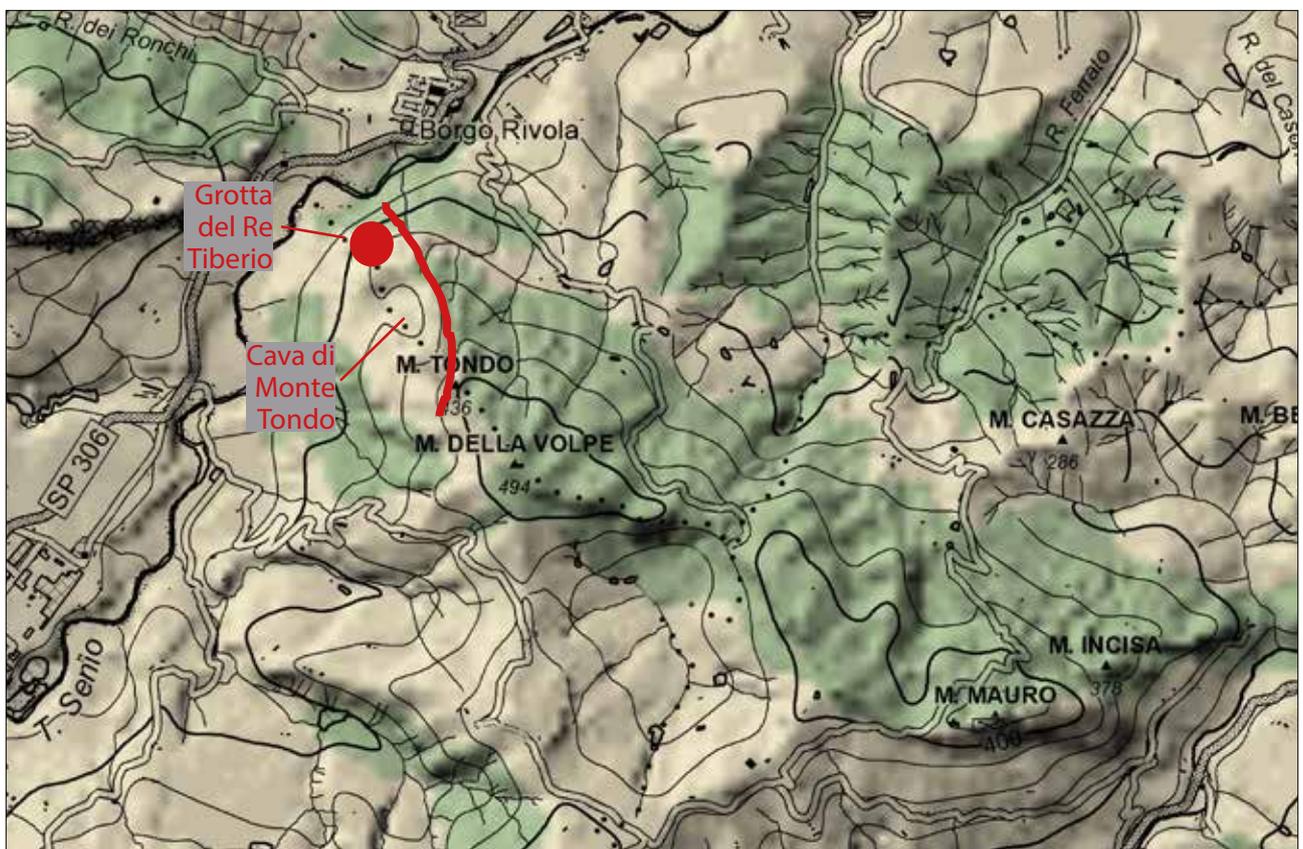
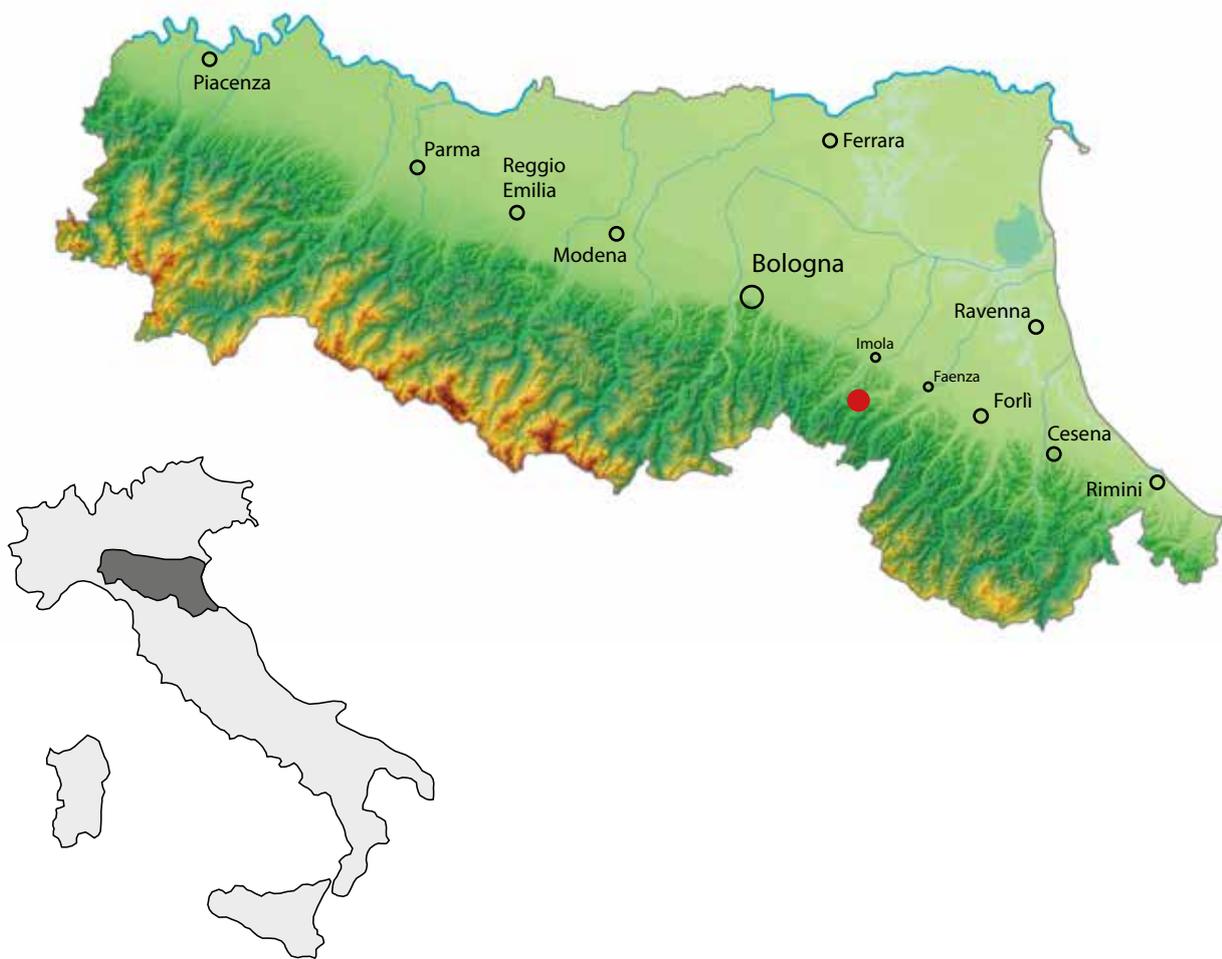






## INDICE

<i>Massimo Ercolani, Piero Lucci, Stefano Piastra</i> Introduzione.	p. 9
<i>Stefano Lugli</i> Inquadramento geologico della Grotta del Re Tiberio: criteri per definire l'evoluzione dei sistemi carsici nei gessi messiniani del Mediterraneo.	p. 11
<i>Marco Sami, Edoardo Martinetto</i> Monte Tondo, gli interstrati fossiliferi e la paleoflora nel Messiniano.	p. 19
<i>Veronica Chiarini, Andrea Columbu, Luca Pisani, Jo De Waele</i> L'importanza del sistema carsico del Re Tiberio nel definire il modello di evoluzione dei paesaggi nei gessi: il Progetto <i>EvolGyps</i> .	p. 35
<i>Luca Pisani, Piero Lucci</i> Le grotte e i sistemi carsici di Monte Tondo. Una ricostruzione 3D tramite il software cSurvey.	p. 49
<i>Erminio Paolo Canevese, Paolo Forti, Roberta Tedeschi</i> Raccolta dati, modellizzazione 3D e metodi di utilizzo del database: il rilievo laser scanning della Grotta del Re Tiberio.	p. 55
<i>Piero Lucci, Stefano Piastra</i> L'apertura della cava ANIC di Monte Tondo (1958) e la Grotta del Re Tiberio. Una storia per immagini.	p. 65
<i>Massimo Ercolani, Paolo Forti, Piero Lucci</i> L'interazione tra i sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivellari e la cava di Monte Tondo.	p. 71
<i>Paolo Forti, Massimo Ercolani, Piero Lucci</i> Le dendriti depositatesi all'interno dei cristalli di gesso della Grotta II nelle gallerie di cava (Monte Tondo, Vena del Gesso romagnola): un esempio evidente del ruolo fondamentale giocato dai microorganismi nello sviluppo dei depositi chimici in grotta.	p. 101
<i>Fausto Bonafede, Michele Vignodelli, Elena Dalla Dea, Massimo Ercolani</i> Storie di piante, tra passato e presente, alla Grotta del Re Tiberio.	p. 115
<i>Sergio Montanari, Alessandro Alessandrini</i> La flora del sentiero d'accesso alla Grotta del Re Tiberio.	p. 123
<i>Massimo Bertozzi</i> I Chiotteri: dalla Grotta del Re Tiberio alle gallerie della cava di Monte Tondo.	p. 141
<i>Monica Miari, Massimo Sericola</i> Il comprensorio del Re Tiberio tra tutela e ricerca archeologica. Nuovi dati e <i>status quaestionis</i> .	p. 147
<i>Stefano Piastra</i> Giuseppe Scarabelli e la Grotta del Re Tiberio. I rilievi cartografici.	p. 165
<i>Stefano Piastra</i> La divulgazione di una cavità naturale. La Grotta del Re Tiberio nei quotidiani e nei periodici (1890-1942).	p. 183
<i>Massimiliano Costa</i> Il sistema carsico del Re Tiberio nell'ambito della candidatura "Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale" a Patrimonio dell'Umanità UNESCO.	p. 197



Ubicazione della Grotta del Re Tiberio (Borgo Rivola, Riolo Terme, RA), finitima alla cava di gesso di Monte Tondo.

## INTRODUZIONE

Esattamente 150 anni fa, nel 1872, il grande geologo e paleontologo imolese Giuseppe Scarabelli (1820-1905) diede alle stampe, negli "Atti della Società Italiana di Scienze Naturali", un suo fondamentale articolo dedicato alla Grotta del Re Tiberio sotto forma di lettera al «Chiarissimo Signor Professore» Antonio Stoppani (1824-1891), con cui egli era in contatto (G. SCARABELLI, *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, 1872, pp. 40-57).

In tale contributo Scarabelli discusse, con un modernissimo approccio geoarcheologico, i risultati degli scavi paleontologici da lui intrapresi all'interno della cavità nel 1870, in funzione del V Congresso Internazionale di Antropologia e Archeologia Preistoriche in programma a Bologna l'anno seguente e nella cui organizzazione il Nostro rivestì un ruolo centrale: di fatto, si tratta dell'atto di nascita dell'archeologia protostorica in senso stratigrafico nel nostro paese.

A un secolo e mezzo di distanza dall'opera dello scienziato imolese, nonostante numerosissime pubblicazioni (su tutte, ricordiamo un volume compreso entro le "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", M. ERCOLANI, P. LUCCI, S. PIASTRA, B. SANSAVINI (a cura di), *I Gessi e la cava di Monte Tondo*, Faenza 2013), la Grotta del Re Tiberio continua ad essere al centro degli studi e a riservare nuovi spunti per la ricerca.

Prova ne sono gli scritti qui raccolti, atti di un convegno tenutosi il 26 marzo 2022 presso il Museo Civico di Scienze Naturali "Domenico Malmerendi" di Faenza, con escursione post-congressuale il giorno successivo.

Organizzato sotto l'egida della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, l'evento scientifico faentino è stata l'occasione per aggiornare e integrare tramite nuove acquisizioni lo stato delle conoscenze riguardanti tale sistema carsico, di cui molti conoscono la sola risorgente fossile indagata già da Scarabelli e affacciata sulla Stretta di Rivola (Riolo Terme, RA), ma che in realtà è ben più esteso, risultando tra i maggiori nelle evaporiti regionali.

Il taglio dei vari articoli affronta i tanti valori, naturali e culturali, del Re Tiberio nella loro pluralità, complessità e interdipendenza, in una prospettiva interdisciplinare.

Si tratta dell'ennesimo contributo di ricerca per un'emergenza, quale la Vena del Gesso romagnola, che va considerata l'area gessosa meglio conosciuta in Italia, parte della candidatura a *World Heritage* UNESCO *Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines* (<http://www.venadelgesso.it/wh.html>), prossima al responso finale.

È allo stesso tempo un ulteriore tassello per comprendere appieno, se mai ce ne fosse stato ancora bisogno, l'assoluta preminenza della Grotta del Re Tiberio nella sua globalità, della cui tutela e integrità in relazione agli scavi della finitima cava di Monte Tondo, tuttora in attività, la politica e le comunità locali devono farsi carico.

**Massimo Ercolani**

Speleo GAM Mezzano;

Federazione Speleologica Regionale  
dell'Emilia-Romagna

**Piero Lucci**

Speleo GAM Mezzano;

Federazione Speleologica Regionale  
dell'Emilia-Romagna

**Stefano Piastra**

Alma Mater Studiorum

Università di Bologna,

Dipartimento

di Scienze dell'Educazione



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLA GROTTA DEL RE TIBERIO: CRITERI PER DEFINIRE L'EVOLUZIONE DEI SISTEMI CARSICI NEI GESSI MESSINIANI DEL MEDITERRANEO

STEFANO LUGLI<sup>1</sup>

### Riassunto

Le grotte sono veri e propri "affioramenti sotterranei", dove si possono osservare caratteristiche geologiche mal visibili all'esterno. Lo studio degli aspetti stratigrafici e strutturali del primo tratto della Grotta del Re Tiberio fino alla Sala Gotica indica che l'ingresso si apre nella selenite ramificata della parte alta del sesto ciclo della Formazione Gessoso-solfifera, in corrispondenza di una frattura verticale orientata est-ovest. Nella Sala Gotica è visibile il passaggio stratigrafico tra la parte alta del 6° ciclo, caratterizzata da selenite ramificata, e la base del 7° ciclo, costituita da selenite massiva e selenite bandata. La parete est della Sala Gotica è delimitata da una faglia che disloca il contatto stratigrafico soltanto sulla parete nord, rivelando che il blocco est ha subito una rotazione in senso orario. I criteri geologici utilizzati in questo studio valgono per i Gessi inferiori di tutto il bacino del Mediterraneo.

**Parole chiave:** gesso, selenite, Formazione Gessoso-solfifera, rilievo geologico di grotta.

### Abstract

*The caves are "underground outcrops" where geological features poorly visible outside can be observed. The study of the stratigraphic and structural aspects of the first section of the Re Tiberio Cave up to the Sala Gotica ('Gothic Hall') indicates that the entrance opens into the branching selenite of the upper part of the sixth cycle of the Gessoso-solfifera Formation, in correspondence with a vertical fracture, oriented east-west. In the Gothic Hall it is possible to see the stratigraphic passage between the upper part of the 6th cycle, characterized by branching selenite, and the base of the 7th cycle, consisting of massive selenite and banded selenite. The eastern wall of the Gothic Hall is bounded by a fault that displaces the stratigraphic contact only on the north wall, revealing that the eastern block has undergone a clockwise rotation. The geological criteria used in this study are valid for the Lower Gypsum of the whole Mediterranean basin.*

**Keywords:** Gypsum, Selenite, Gessoso-solfifera Formation, Cave Geological Survey.

### Introduzione: gli "affioramenti sotterranei"

Nella Vena del Gesso la Formazione Gessoso-solfifera presenta caratteristiche geologiche del tutto peculiari, che rappresentano un riferimento internazionale per comprendere le modalità con le quali si è sviluppata la crisi di salinità, la catastrofe ecologica che ha sconvolto il bacino del Mediterraneo quasi sei milioni di anni fa. Un aspetto spesso sottovalutato nello studio geologico dei gessi è che la presenza di grotte e di cavità artificiali ha il vantaggio di mostrare le rocce senza gli effetti dell'alterazione superficiale. L'alterazione è un fenomeno naturale che dipende dall'azione degli agenti atmosferici e che può cancellare o rendere difficoltoso il riconoscimento delle caratteristiche originarie delle rocce. I cristalli di gesso vengono corrosi

dalla pioggia in modo irregolare, si sfaldano e vengono disgregati dall'attacco biologico di licheni, muschi e alghe. Nel sottosuolo questi fenomeni non possono avvenire, anzi l'azione del flusso delle acque sotterranee tende a levigare la superficie esponendo i cristalli e le strutture delle rocce in modo eccellente, rivelando così dettagli non apprezzabili all'esterno. Le cavità devono quindi considerarsi "affioramenti sotterranei" di primaria importanza per comprendere l'evoluzione geologica dei gessi. A questo importante aspetto se ne aggiunge un altro non meno importante: alcune parti della successione evaporitica non affiorano all'esterno e sono visibili solo nel sottosuolo. Per esempio, non esiste altra possibilità di studiare in dettaglio i primi due strati se non nelle profondità dei cunicoli sotterranei, naturali o artificiali che siano (si veda LUGLI

<sup>1</sup> Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Via Campi 103, 41125 Modena (MO) - stefano.lugli@unimore.it

2022).

Percorrendo le cavità si possono studiare al meglio le caratteristiche che esercitano influenza diretta sullo sviluppo ed evoluzione delle grotte: presenza e spaziatura delle discontinuità strutturali (fratture e faglie), delle discontinuità stratigrafiche (interstrati pelitici, livelli carbonatici e selciferi), spessore degli strati, dimensione dei cristalli e tessitura e struttura delle rocce.

Nonostante questo importante vantaggio, sono praticamente inesistenti gli studi stratigrafici condotti nel sottosuolo, mentre quelli strutturali eseguiti fino ad oggi nei gessi messiniani dell'Emilia Romagna sono ormai un certo numero (FORTI *et alii* 1997; BLOIS, BERRY 2011; GHISELLI *et alii* 2011; CURZIO 2016; PISANI *et alii* 2018). La maggior parte di questi lavori manca però di riferimenti stratigrafici, un aspetto fondamentale perché la valutazione corretta dei rigetti, l'entità del movimento delle faglie, si può fare solo se viene condotta anche l'analisi delle associazioni di *facies* deposizionali degli strati deformati. Il primo punto degli studi dovrebbe essere la risposta alla domanda: in quale tra i 16 strati della successione si trova l'ingresso la grotta? E quali altri strati della successione sono attraversati dai condotti carsici? Queste informazioni sono quasi sempre assenti negli studi fino ad oggi pubblicati.

Questa nota illustra gli aspetti stratigrafici e strutturali del primo tratto della Grotta del Re Tiberio fino alla Sala Gotica. Lo scopo è fornire i criteri geologici per inquadrare la problematica dei livelli stratigrafici lungo i quali si apre la cavità. Deve quindi intendersi come il punto di partenza per il rilevamento stratigrafico e strutturale di dettaglio dell'intero sistema carsico. La metodologia qui illustrata può essere utilizzata non solo in tutti gli affioramenti della Formazione Gessoso-solfifera, in Emilia-Romagna e in Italia, ma anche per tutti i Gessi inferiori messiniani nell'intero bacino del Mediterraneo, utilizzando le colonne stratigrafiche e la descrizione di *facies* di LUGLI *et alii* 2010.

### *Organizzazione stratigrafica della Vena del Gesso*

La Vena del Gesso presenta una organizzazione verticale degli strati spettacolare, descritta da LUGLI *et alii* 2010 integrando e aggiornando le caratteristiche individuate da VAI, RICCI LUCCI (1977). L'architettura generale consiste in una sequenza di spessi strati che può superare lo spessore di 200 m, separati da sottili livelli di argilla. Sono 16 gli strati di gesso che compongono la Vena, separati da sottili strati argillosi di spessore inferiore al metro (fig. 1). I due cicli più bassi

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.

Questa organizzazione ciclica dipende dal fatto che la sedimentazione della successione è stata influenzata dalle variazioni climatiche naturali provocate da cause astronomiche e in particolare dalla precessione degli equinozi (LUGLI *et alii* 2010). I gessi si sono formati nelle fasi climatiche aride, quando la forte evaporazione dell'acqua marina favoriva la cristallizzazione dei minerali evaporitici. L'argilla che separa gli strati gessosi è invece riferibile alle fasi climatiche umide, quando piogge intense provocavano il ruscellamento delle aree emerse. Ciascuna coppia di strati gesso/argilla registra la deposizione avvenuta nell'arco di circa 21.000 anni (fig. 1). Ne consegue che i 16 strati della Vena del Gesso sono stati deposti in circa 340.000 anni.

Nella maggior parte dei casi, tenendo conto delle caratteristiche descritte, è possibile individuare in quale ciclo evaporitico tra i sedici della sequenza si apre una grotta. Quando questo non è possibile bisognerebbe almeno indicare se lo strato si trova nella parte bassa o nella parte alta individuando la presenza o meno della selenite ramificata (*branching selenite* di LUGLI *et alii* 2010). Queste informazioni sono disponibili per le aree dove si trovano i Gessi inferiori messiniani in Italia e in tutto il bacino del Mediterraneo, utilizzando le colonne stratigrafiche pubblicate in LUGLI *et alii* 2010 (compreso il Bolognese, si veda la colonna della sezione Idice di LUGLI *et alii* 2010, fig. 13).

### *Assetto strutturale della Vena del Gesso*

Gran parte della Vena del Gesso è caratterizzato da deformazioni estensionali e compressive (MARABINI, VAI 1985), con blocchi gessosi grandi quanto intere montagne e sovrascorrimenti poco profondi. Gran parte dei blocchi sono ruotati e troncati al tetto dalla superficie erosiva messiniana e in gran parte drappeggiati dalla Formazione a Colombacci (Messiniano terminale) e dalle Argille Azzurre (Pliocene basale). Le discontinuità non interessano gli strati sovrastanti e sottostanti la Vena, ma si propagano a partire da una superficie di scollamento nella parte superiore delle argille eusiniche. Attribuito a "tettonica compressiva tangenziale" (o "pellicolare") lungo faglie orientate

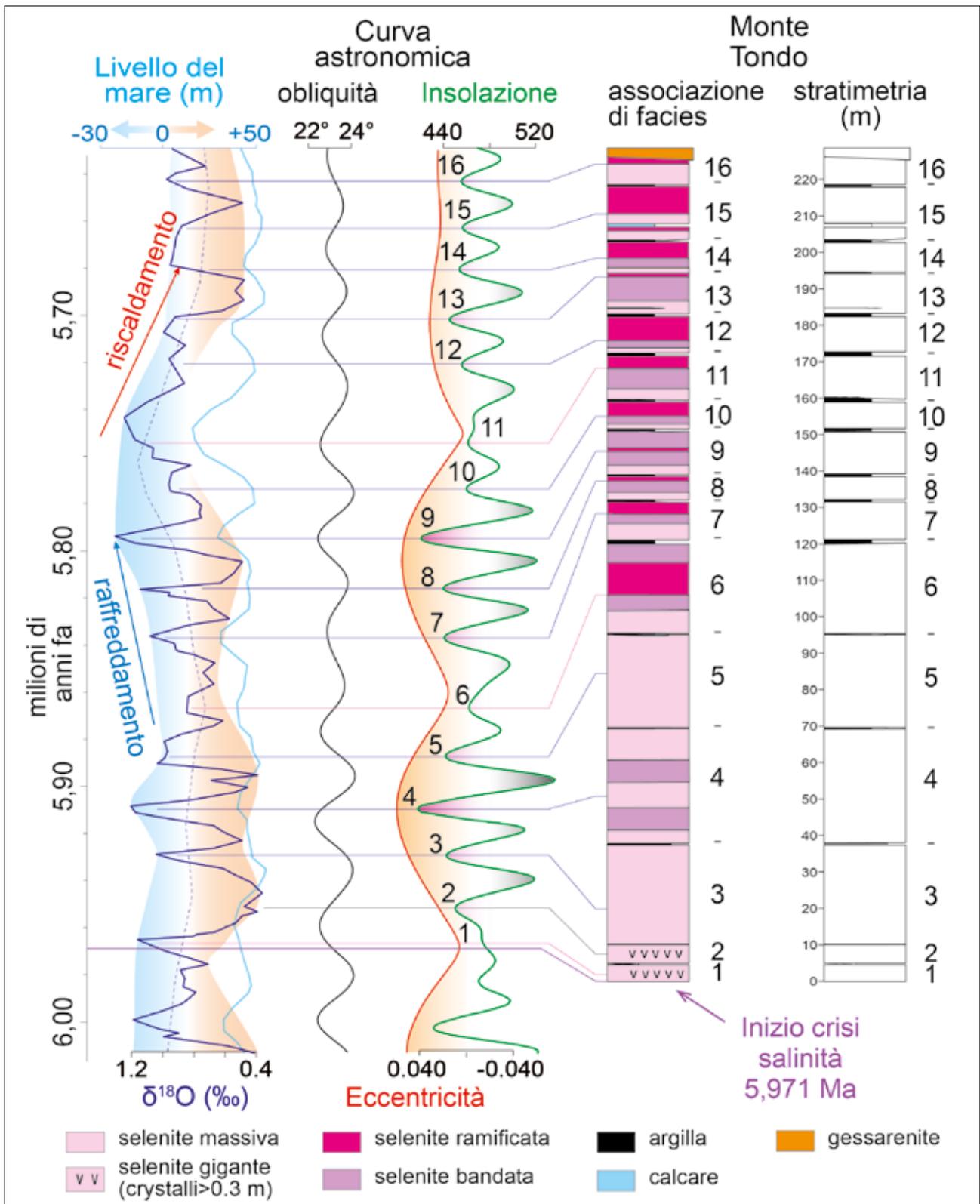


Fig. 1 – L'organizzazione degli strati nella Vena del Gesso è una diretta conseguenza delle variazioni nell'entità dell'insolazione legata alle variazioni dei parametri astronomici (semplificato da LUGLI *et alii* 2010).



Fig. 2 – Assetto stratigrafico e strutturale della Vena del Gesso lungo la valle del Senio. L'ingresso della Grotta del Re Tiberio si apre nell'ultimo banco di grande spessore, il sesto (foto P. Lucci).

verso nord-est (MARABINI, VAI 1985; MONTANARI *et alii* 2007), l'assetto a blocchi ruotati non è compatibile con movimenti tettonici post-Messiniano, ma è riferibile allo scivolamento indotto da enormi frane sottomarine innescate da una fase tettonica che ha coinvolto l'intero bacino del Mediterraneo subito dopo la deposizione dei Gessi Inferiori. In particolare nella Vena sono state innescate dalla deformazione tettoniche riferibili alla crescita dell'anticlinale di Riolo, oggi sepolta tra Riolo Terme e Castel Bolognese (ROVERI *et alii* 2003).

Le faglie che tagliano i gessi non sono quindi vere e proprie dislocazioni tettoniche, ma le superfici di contatto tra blocchi che si sono accatastati in seguito ad una antica frana

#### *Organizzazione stratigrafica e strutturale dell'ingresso della Grotta del Re Tiberio*

I rapporti tra gli spessori degli strati visibili, la distribuzione di diversi tipi di cristalli di selenite e il modo nel quale questi sono associati e impilati permette di riconoscere la parte della successione dove si trova l'ingresso della grotta del Re Tiberio.

Come è possibile notare osservando la sequenza degli strati nella parete erosa dal Torrente Senio, la grotta si apre proprio nell'ultimo strato spesso, mentre lo strato al di sopra dell'ingresso è il primo tra quelli più sottili (fig. 2). L'informazione derivante dalla organizzazione degli strati indica quindi che l'ingresso si trova nel sesto strato.

Salendo lungo il sentiero verso la grotta si ha la possibilità di osservare che lo strato sottostante a quello dove si apre l'ingresso i cristalli di selenite sono costituiti dalla *facies* massiva e da quella bandata, ma non è presente la *facies* ramificata. Giunti nell'antro di ingresso si nota la presenza nella parte alta e nel soffitto

della grotta di cristalli di selenite ramificata, che sono presenti anche nella parte alta dello strato soprastante. L'ingresso della grotta si trova quindi nel primo strato a presentare la selenite ramificata e questa caratteristica conferma, insieme alle indicazioni derivante dagli spessori degli strati, che la grotta si apre nel sesto strato della successione.

L'esame della parete lungo la val Senio mostra anche una delle discontinuità più marcate visibili nella zona. Si tratta di uno spettacolare raddoppio strutturale, un sovrascorrimento che ha portato un blocco appartenente alla parte alta della successione, tra il 5° e l'11° strato, a sovrapporsi ad un blocco della parte bassa della successione, rappresentata dalla sequenza dal 3° fino all'8° strato (fig. 2).

Questa discontinuità è stata denominata faglia Scarabelli (FORTI *et alii* 1997) e rappresenta una situazione simile a quella visibile a Monte Penzola (LUGLI *et alii* 2022) e a Monte Mauro, dove addirittura si è avuta la triplicazione della sequenza (REGHIZZI *et alii* 2019).

#### *Organizzazione stratigrafica e strutturale fino alla Sala Gotica*

Il tratto iniziale della grotta segue una discontinuità verticale orientata grossomodo est-ovest che non presenta dislocazioni: si tratta quindi di una frattura, e non di una faglia (fig. 3). All'interno della grotta, le prime dislocazioni si trovano nella Sala Gotica, dove una faglia orientata grossomodo nord-sud ne delimita la parete est (fig. 4). Nella Sala Gotica affiora in modo spettacolare il passaggio stratigrafico tra il 6° e il 7° banco (fig. 5). Del 6° banco è visibile soltanto la selenite ramificata, la quale chiude lo strato verso l'alto che qui, al contrario di quanto rilevato all'interno della vicina cava di Monte Tondo, non presenta un nuovo strato di selenite bandata al tetto. Sono queste

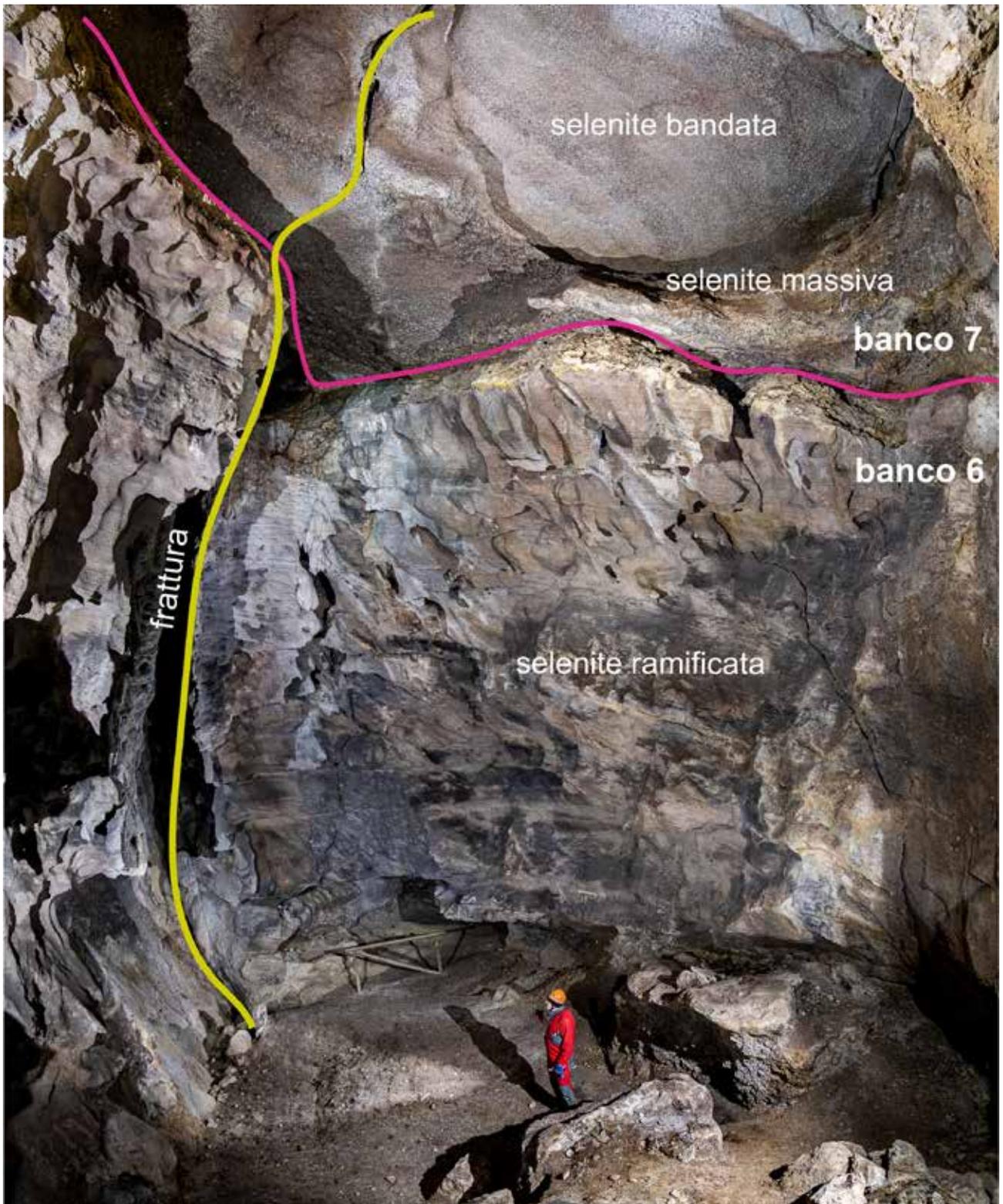


Fig. 3 – Faglia con modesto rigetto sulla parete nord della Sala Gotica. Sul lato opposto della sala la dislocazione si riduce notevolmente. Il blocco di destra è quindi ruotato rispetto al blocco di sinistra (foto P. Lucci).

variazioni laterali di *facies* che si sviluppano a distanze brevissime e appaiono del tutto normali. Il passaggio stratigrafico tra il 6° e il 7° banco è dislocato di un paio di metri sul lato nord della sala, ma non sul lato opposto della parete sud. Questa differenza di assetto sulle due pareti indica che il blocco sulla parete est ha subito una rotazione in senso orario.

### Considerazioni conclusive

Le caratteristiche descritte indicano che la Grotta del Re Tiberio rappresenta uno straordinario esempio di “affioramento sotterraneo”, dove si possono ammirare spettacolari passaggi stratigrafici marcati dalla presenza di diversi tipi di selenite (massiva, bandata e ramificata), attraversati da fratture e faglie lungo le quali si sono sviluppati i condotti carsici.

I criteri da seguire per rilevare gli assetti stratigrafici e strutturali delle grotte che si aprono nei Gessi inferiori messiniani qui illustrati valgono per l'intero bacino del Mediterraneo.

Questa nota vuole anche essere uno stimolo e il punto di partenza per realizzare il rilevamento stratigrafico e strutturale di dettaglio dell'intero sistema carsico del Re Tiberio.

### Bibliografia

- L. BLOIS, B. BERRY 2008, *Measurements to characterize discontinuities of quarry faces of chalk “Monte Tondo” in Riolo Terme (Italy) through terrestrial 3d laser scanning method and to compare them at survey techniques data traditional*, “Electronic Journal of Geotechnical Engineering” 13, pp. 1-29.

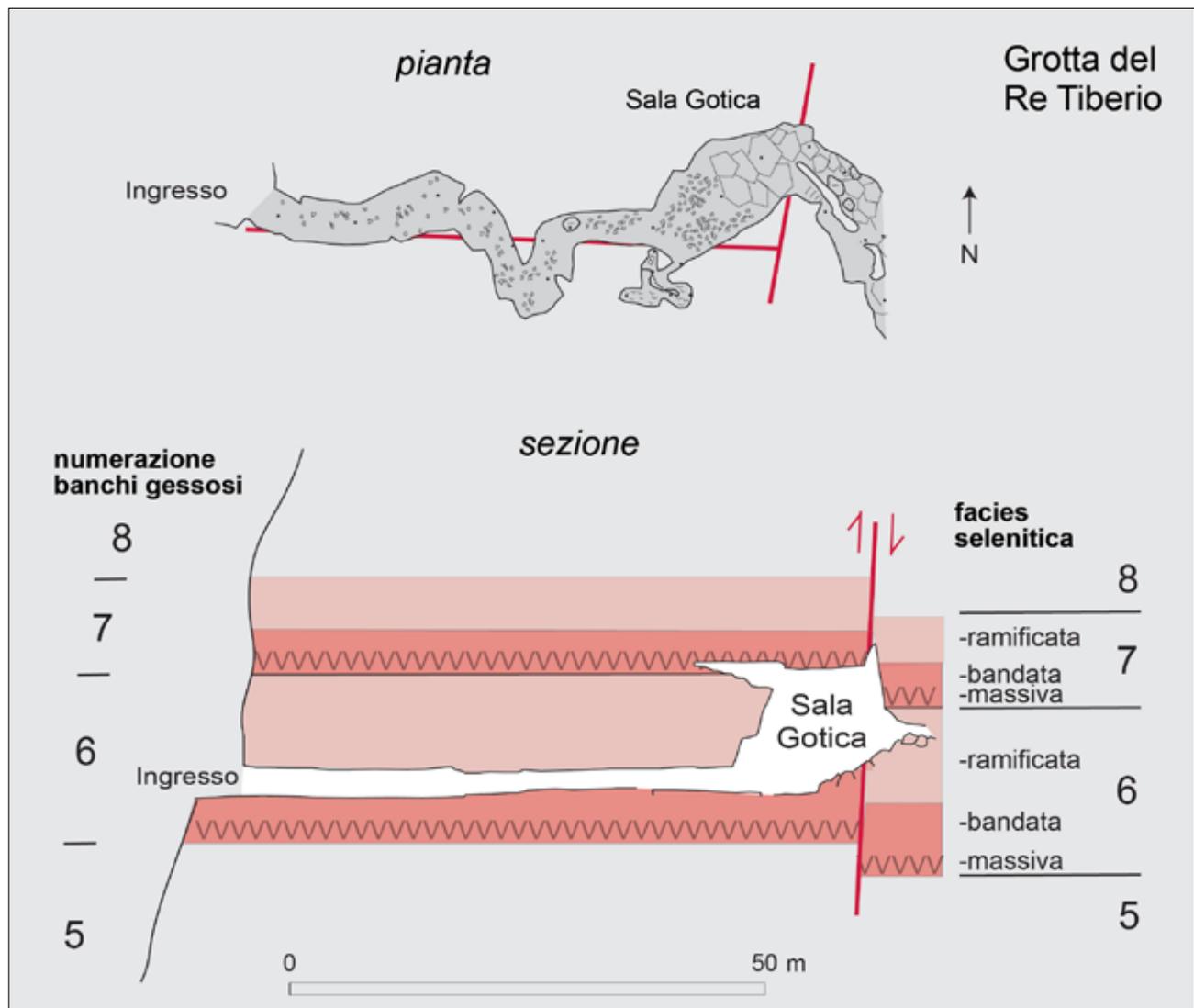


Fig. 4 – Rilievo delle discontinuità strutturali nella parte iniziale della Grotta del Re Tiberio in funzione delle *facies* deposizionali degli strati gessosi (mappa di base tratta da ERCOLANI *et alii* 2015).



Fig. 5 – Frattura sulla parete ovest della Sala Gotica e passaggio stratigrafico nel soffitto della cavità. Notare come il passaggio stratigrafico tra il banco 6 e il banco 7 non sia dislocato dalla discontinuità (foto P. Lucci).

- S. CURZIO 2016, *Rilevamento geologico della Grotta della Spipola*, Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, Alma Mater Studiorum Università di Bologna.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013, *Le grotte di Monte Tondo*, 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 s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 115-167.
- P. FORTI, S. MARABINI, G.B. VAI 1997, *Convenzione con il Comune di Riolo Terme sullo studio geologico, idrogeologico e carsico della porzione della Vena del Gesso romagnola interessata dalla cava di gesso di Borgo Rivola*, Relazione Preliminare, Bologna.
- A. GHISELLI, M. MERAZZI, A. STRINI, R. MARGUTTI, M. MERCURIALI 2011, *Hypogeal geological survey in the "Grotta del Re Tiberio" natural cave (Apennines, Italy): a valid tool for reconstructing the structural setting*, "Central European Journal of Geosciences" 3, 2, pp. 155-168.
- 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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, vol. XL), Bologna, pp. 25-28.
- S. LUGLI, V. MANZI, M. ROVERI 2022, *I Gessi di Tossignano, una storia straordinaria*, in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Tossignano*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, vol. XL), Bologna, pp. 13-24.
- 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. MARABINI, G.B. VAI 1985, *Analisi di facies e macro-tettonica 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.
- L. PISANI, M. ANTONELLINI, J. DE WAELE 2018, *Struttura e carsismo dei Gessi Bolognesi*, in 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, vol. XXXII), Bologna, pp. 15-34
- M. REGHIZZI, S. LUGLI, V. MANZI, M. ROVERI 2019, *Aspetti geologici 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, s. II, vol. XXX-IV), Bologna, pp. 17-34.
- 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.
- G.B. VAI, F. RICCI LUCCHI 1977, *Algal crusts, autochthonous and clastic gypsum in a cannibalistic evaporite basin; a case history from the Messinian of Northern Apennine*, "Sedimentology" 24, pp. 211-244.

## MONTE TONDO, GLI INTERSTRATI FOSSILIFERI E LA PALEOFLORE MESSINIANA: UN AGGIORNAMENTO

MARCO SAMI<sup>1</sup>, EDOARDO MARTINETTO<sup>2</sup>

### Riassunto

La paleoflora messiniana di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) è stata studiata e pubblicata in SAMI, TEODORIDIS 2013 e TEODORIDIS *et alii* 2015. Successive ricerche, effettuate negli anni 2016-2018, hanno permesso di arricchire tale paleoflora con altri 8 taxa (*Adiantum* sp., *Buxus pliocaenica*, *Craigia brononii*, *Eucommia europaea*, cf. *Fraxinus*, cf. *Gleditsia*, *Hydrangea* sp., *Populus latior*), portando l'elenco della paleoflora in esame ad un totale di ben 81 taxa (1 Pteridofita, 11 Gimnosperme, 69 Angiosperme).

**Parole chiave:** fossili vegetali, Monte Tondo, Formazione Gessoso-solfifera, Messiniano, Italia.

### Abstract

*The Messinian paleoflora of Mt. Tondo (Gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola, Northern Italy) has been studied and published in SAMI, TEODORIDIS 2013 and TEODORIDIS et alii 2015. Subsequent research, carried out in the years 2016-2018, allowed to enrich this paleoflora with 8 other taxa (Adiantum sp., Buxus pliocaenica, Craigia brononii, Eucommia europaea, cf. Fraxinus, cf. Gleditsia, Hydrangea sp., Populus latior), bringing the list of the paleoflora under examination to a total of 81 taxa (1 Pteridophyte, 11 Gymnosperms, 69 Angiosperms).*

**Keywords:** Fossil Plants, Mt. Tondo, Gessoso-solfifera Formation, Messinian, Italy.

### Introduzione

Sedimenti messiniani assegnati alla Formazione Gessoso-solfifera (VAI, RICCI LUCCHI 1976) affiorano estesamente nel basso Appennino della Romagna occidentale.

Al loro interno la presenza di resti fossili di piante venne già rilevata nella metà dell'Ottocento dal grande geologo imolese Giuseppe Scarabelli per l'area di Tossignano (SCARABELLI 1864) e successivamente nel Brisighellese da Paolo Principi (PRINCIPI 1942).

Il Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza conserva, dagli anni Ottanta del secolo scorso, una ricca raccolta di foglie fossili (filliti) di età messiniana proveniente dal sito di Tossignano (Borgo Tossignano, BO), il cui nucleo è costituito da una cospicua collezione privata acquisita dal Museo faentino nel 1983 (VIAGGI 1989).

In tempi più recenti (anni 2012-2018), in occasione del progetto multidisciplinare avviato dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna sui Gessi di Monte Tondo (Borgo Rivola, RA), ovvero

dell'area a sud dell'abitato di Borgo Rivola soggetta ad un'intensa attività mineraria a partire dal 1958 (PIASTRA, RINALDI CERONI 2013; MARGUTTI *et alii* 2013), le raccolte del Museo faentino si sono arricchite di una seconda notevole paleoflora sempre di età messiniana.

In collaborazione col Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola e grazie alla disponibilità della proprietà della cava, collaboratori del Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza (Marco Sami, con l'indispensabile aiuto del sig. Antonio "Tonino" Benericetti) hanno potuto intraprendere ricerche paleontologiche in un sito solitamente di difficile accesso; il rinvenimento di alcune centinaia di campioni di filliti, nonché resti fossili di pesci ed insetti, è andato ad incrementare le collezioni del Museo faentino (SAMI, TEODORIDIS 2013).

Scopo di questa nota è l'aggiornamento dell'interessante paleoflora di Monte Tondo alla luce di alcuni studi successivi (TEODORIDIS *et alii* 2015; MARTINETTO, MACALUSO 2018) ed in seguito ai nuovi rinvenimenti effettuati negli anni 2016-2018.

<sup>1</sup> Museo Civico di Scienze Naturali, via Medaglie d'Oro 51, 48018 Faenza (RA) - marco.sami@cheapnet.it

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, via Valperga Caluso 35, 10125 Torino - edoardo.martinetto@unito.it

## Il giacimento di Monte Tondo

Come riportato in SAMI, TEODORIDIS (2013) e in TEODORIDIS *et alii* (2015), lavori ai quali si rimanda anche per un più completo inquadramento geologico del giacimento, i resti vegetali provengono dagli interstrati argillosi dei Gessi Primari Inferiori (ROVERI, MANZI 2007) esposti nella grande cava ora a cielo aperto di M. Tondo. Il principale livello fossilifero è costituito dall'interstrato pelitico compreso tra il XII ed il XIII ciclo evaporitico (fig. 1): considerando che, in base alla ciclostratigrafia calibrata astronomicamente, la deposizione dei Gessi Primari Inferiori sarebbe avvenuta tra 5,96 e 5,61 milioni di anni fa (Ma), e che la durata di ogni ciclo precessionale dovrebbe essere stata di 21 mila anni (KRIJGSMAN *et alii* 1999), per la paleoflora di Monte Tondo si può ragionevolmente ipotizzare una datazione prossima a circa 5,70 Ma (CARNEVALE *et alii* 2008).

Le filliti preservate negli interstrati sono spesso conservate sotto forma di impronte (impressioni) e preservano tracce della cuticola organica carboniosa soltanto in rari casi (compressioni); i resti sono raramente integri ed in gran parte incompleti o frammentari a causa della loro tafonomia probabilmente legata ad accumuli fogliari operati dal trasporto fluviale. La documentazione carpologica (frutti e semi fossili) è molto scarsa, essendo limitata a pochi con *Tetraclinis* e *Taxodium*, a qualche seme di *Pinus* e a rari frutti di *Acer*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Carpinus*, *Eucommia*, *Engelhardia* e *Craigia*.

Il materiale fossile raccolto consta complessivamente di quasi 300 esemplari: se in un primo lavoro preliminare vi erano stati riconosciuti 45 *taxa* di piante superiori (SAMI, TEODORIDIS 2013), col prosieguo delle ricerche tale lista si è accresciuta fino a 74 *taxa* comprendenti 11 specie di conifere e 63 di angiosperme (TEODORIDIS *et alii* 2015).

Ricerche condotte negli anni 2016-2018, perciò successivamente alla pubblicazione di TEODORIDIS *et alii* 2015, hanno permesso di recuperare ulteriori informazioni riguardo alla composizione della paleoflora arricchendone la lista con ulteriori 8 *taxa*, alcuni dei quali dalle interessanti implicazioni paleogeografiche.

### Nuove segnalazioni

#### - *Adiantum* sp. (fig. 2)

La caratteristica morfologia fogliare flabellata potrebbe avvicinarsi anche a quella di *Ginkgo adiantoides*, ma le ramificazioni dicotomiche fino a 3-4 volte della stessa nervatura, unitamente alle dimensioni ridotte della fillite, fanno propendere per il genere *Adiantum*. Resti

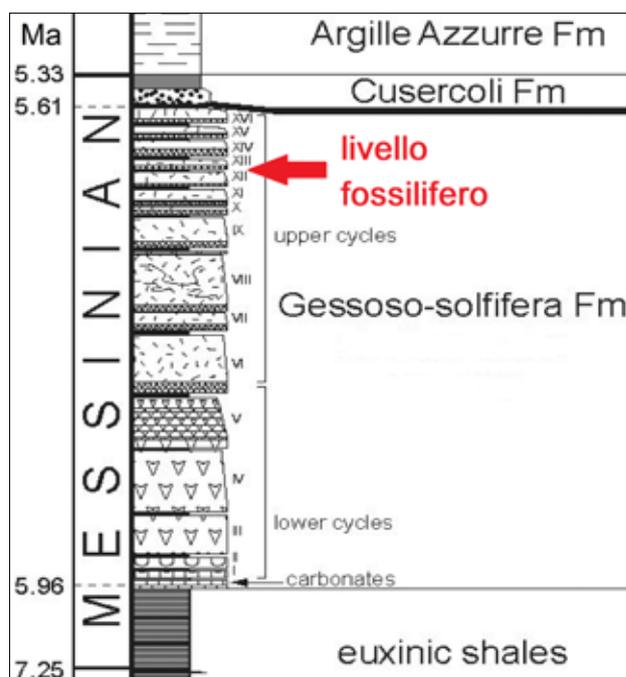


Fig. 1 – Schema stratigrafico della successione dei cicli evaporitici dei Gessi Primari Inferiori della Vena del Gesso e posizione stratigrafica del livello fossilifero (da ROVERI *et alii* 2006, modificato).

fogliari attribuiti a questo *taxon* sono segnalati in alcuni giacimenti europei del Neogene, ma sono sempre rari e non sottoposti a revisioni recenti. In Italia è stata descritta una specie fossile proveniente dal Messiniano di Senigallia (ETTINGSHAUSEN 1864), *Adiantum senogallense*, e un altro reperto è stato segnalato nel Messiniano del Piemonte (CAVALLO *et alii* 1986).

Tale fillite mostra una notevole somiglianza con la specie vivente *A. capillus-veneris* (capelvenere), piccola felce tipica di luoghi ombreggiati e umidi, rupi con stillicidi, grotte e sorgenti soprattutto su calcare con distribuzione subcosmopolita che comprende aree temperato calde e subtropicali di Eurasia, Africa e America; in Italia dal piano fino a 1500 m di quota. In particolare, nel nostro esemplare le aree scure sul margine fogliare sembrano costituire una traccia dei sori, la cui disposizione e forma subrettangolare corrisponde maggiormente a quella di esemplari americani di capelvenere piuttosto che a quelli europei (<https://plants.ces.ncsu.edu/plants/adiantum-capillus-veneris/>).

#### - *Buxus pliocaenica* SAPORTA & MARION (fig. 3)

La fitta disposizione delle nervature secondarie e l'apice fogliare non retuso sono piuttosto caratteristici di tale bossacea fossile, assai diffusa nel Mio-Pliocene dell'Eurasia (HUANG *et alii* 2018). In Italia è, invece, molto rara, giudicando dai pochi reperti fogliari finora segnalati solo per il Messiniano del Piemonte



Fig. 2 – Rara fronda di felce del genere *Adiantum*, confrontabile con l'attuale capelvenere (*A. capillus-veneris*); le aree scure sul margine fogliare sembrano costituire una traccia dei sorì (ovvero le strutture contenenti le spore) (foto M. Sami).



Fig. 3 – Fillite del bosso messiniano *Buxus pliocaenica* (foto M. Sami).



Fig. 4 – Porzione di frutto alato di *Craigia* cf. *bronni*; il genere *Craigia* è localizzato attualmente nella Cina meridionale e Vietnam settentrionale (foto M. Sami).

(MARTINETTO *et alii* 2007). È confrontabile con l'attuale *Buxus sempervirens* (bosso comune), distinguibile per l'apice fogliare retuso.

- *Craigia brononii* (UNGER) KVAČEK, BUZEK et MANCHESTER (fig. 4)

Questo *taxon* è documentato dal frammento di uno dei cinque carpelli di un frutto alato. Il genere *Craigia* (Fam. Malvaceae) compare nel Paleocene dell'Asia nord-orientale (Penisola di Sakhalin) e si diffonde sia in Nordamerica (Eocene-Oligocene), sia nel resto dell'Asia ed Europa (Oligocene / Pliocene); in Italia è documentato nel Miocene e Pliocene di Piemonte e Toscana (KVAČEK *et alii* 2005; MARTINETTO 2001). Sopravvive oggi con 2 sole specie relitte nel Sud della Cina e nel Nord del Vietnam, in aree montuose con clima subtropicale. È interessante rilevare come il genere *Craigia* faccia parte di quel ristretto gruppo di piante i cui resti fossili sono stati rinvenuti e descritti prima della successiva riscoperta nella Flora attuale!

- cf. *Fraxinus* (fig. 5a-c)

Tale fillite presenta una disposizione delle nervature compatibile sia con alcuni frassini che con le juglandacee. A confronto con queste ultime, il margine con denti poco prominenti farebbe escludere il gen. *Pterocarya* (fig. 5g) e questo reperto mostra maggiore affinità al gen. *Cyclocarya* (fig. 5d-f). Tuttavia, il tipo di dentelli osservati nel fossile (fig. 5c) si discosta anche da quello acuminato dell'attuale *Cyclocarya paliurus* (fig. 5f). Tale genere della Fam. Juglandaceae ha avuto nel Cenozoico una diffusione che abbracciava tutto l'emisfero boreale (olartica). Segnalato per la prima volta in Nord America occidentale nel Paleocene Superiore (ca. 55 Ma), si diffonde poi nel corso del Terziario in Asia ed in Europa, ma subisce una precoce estirpazione dal Nord America (Eocene Inferiore), persistendo in Europa fino al Pliocene Superiore (CRANE, DU VAL 2013). Fossili di *Cyclocarya* sono segnalati in Italia solo grazie a rari frutti rinvenuti nel Pliocene del Piemonte (MARTINETTO 1998; CAVALLO, MARTINETTO 2001). L'unica specie attualmente vivente, *Cyclocarya paliurus* (BATALIN) ILJINSKAYA, è endemica negli ambienti ripariali delle regioni montane del Sud-Est della Cina, tra 24° N e 40° N di latitudine.

A seguito di vari confronti il fossile di Monte Tondo

è risultato più affine a esemplari sia fossili (fig. 5h, i) sia attuali (fig. 5l, m) del genere *Fraxinus*, anche se si ritengono indispensabili ulteriori ricerche per confermare l'attribuzione generica.

Le difficoltà nella diagnosi delle foglie di frassino ci rendono difficile elencare quelle del Cenozoico italiano che potrebbero effettivamente appartenere a frassini. Foglie di almeno tre specie fossili distinte di frassino (*F. angusta*, *F. bilinica* e *F. ungeri*=*F. paviiifolia*) sono documentate in numerosi siti fossiliferi del Cenozoico europeo, anche se spesso se ne sono rinvenuti solo pochi esemplari. Verrebbe la tentazione di accostare la foglia di Monte Tondo a quelle di una delle tre specie, *Fraxinus ungeri* (GAUDIN) KNOBLOCH ET KVAČEK, per la quale gli autori (KNOBLOCH, KVAČEK 1976) scelsero come tipi di riferimento alcune foglie fossili dei travertini messiniani della Toscana, descritte nell'Ottocento come resti d'ippocastano (GAUDIN 1857). Secondo l'autorevole sito web The International Fossil Plant Names Index (<http://ifpni.org/>) il nome *Fraxinus ungeri* andrebbe rimpiazzato da *Fraxinus paviiifolia* (GAUDIN) ILJINSKAJA, basato su foglie fossili dello stesso sito toscano, che GAUDIN (in GAUDIN, STROZZI 1860) reinterpretò come appartenenti a un noce, interpretazione poi rivista da ILJINSKAJA (1964), che li riferì a *Fraxinus*. Ora, avendo accertato che la flora del Messiniano italiano comprendeva almeno una specie di frassino, che chiamiamo *Fraxinus paviiifolia* (fig. 5m), constatiamo anche che essa mostra una dentellatura più fitta rispetto alla foglia di Monte Tondo. Quest'ultima è invece più simile a quella osservata nelle foglie fossili di *F. angusta* HUMMEL (fig. 5l). La distinzione delle specie fossili sembra però richiedere lo studio della cuticola (KNOBLOCH, KVAČEK, 1976; KVAČEK *et alii* 2008), non ancora analizzata nei pochi e incerti esemplari italiani. Quasi sicuramente gli esemplari toscani, come tutti quelli conservati in travertino, non hanno resti di cuticola; cionondimeno KNOBLOCH e KVAČEK (1976) li ritennero conspecifici con nuovi esemplari della Germania di cui illustrarono le cuticole. Le differenze nella struttura della cuticola di *F. angusta*, *F. bilinica* e *F. paviiifolia* sono illustrate da KVAČEK *et alii* 2008; pertanto, la consultazione di questo ed altri lavori ci potrà in futuro consentire di chiarire l'identità di eventuali foglie fossili con cuticola provenienti dal Messiniano romagnolo.

Fig. 5 (nella pagina accanto) – a-c) Impronta e controimpronta di una foglia fossile di Monte Tondo, attribuibile a cf. *Fraxinus*, con dettaglio dei dentelli regolari e poco sporgenti (foto M. Sami); d-f) esemplari d'erbario di *Cyclocarya paliurus*, con dettaglio dei dentelli regolari e poco prominenti, ma acuminati; g) esemplare d'erbario di *Pterocarya fraxinifolia*, con dentelli molto più prominenti; h) foglia fossile del Pliocene della Germania, attribuita a *Fraxinus*; i) foglia fossile del Messiniano della Toscana, attribuita a *Fraxinus paviiifolia*, sinonimo di *F. ungeri*; l, m) foglia attuale di *Fraxinus americana* della collezione Hickey di preparati fogliari, con dettaglio dei dentelli simili a quelli dell'esemplare di Monte Tondo.

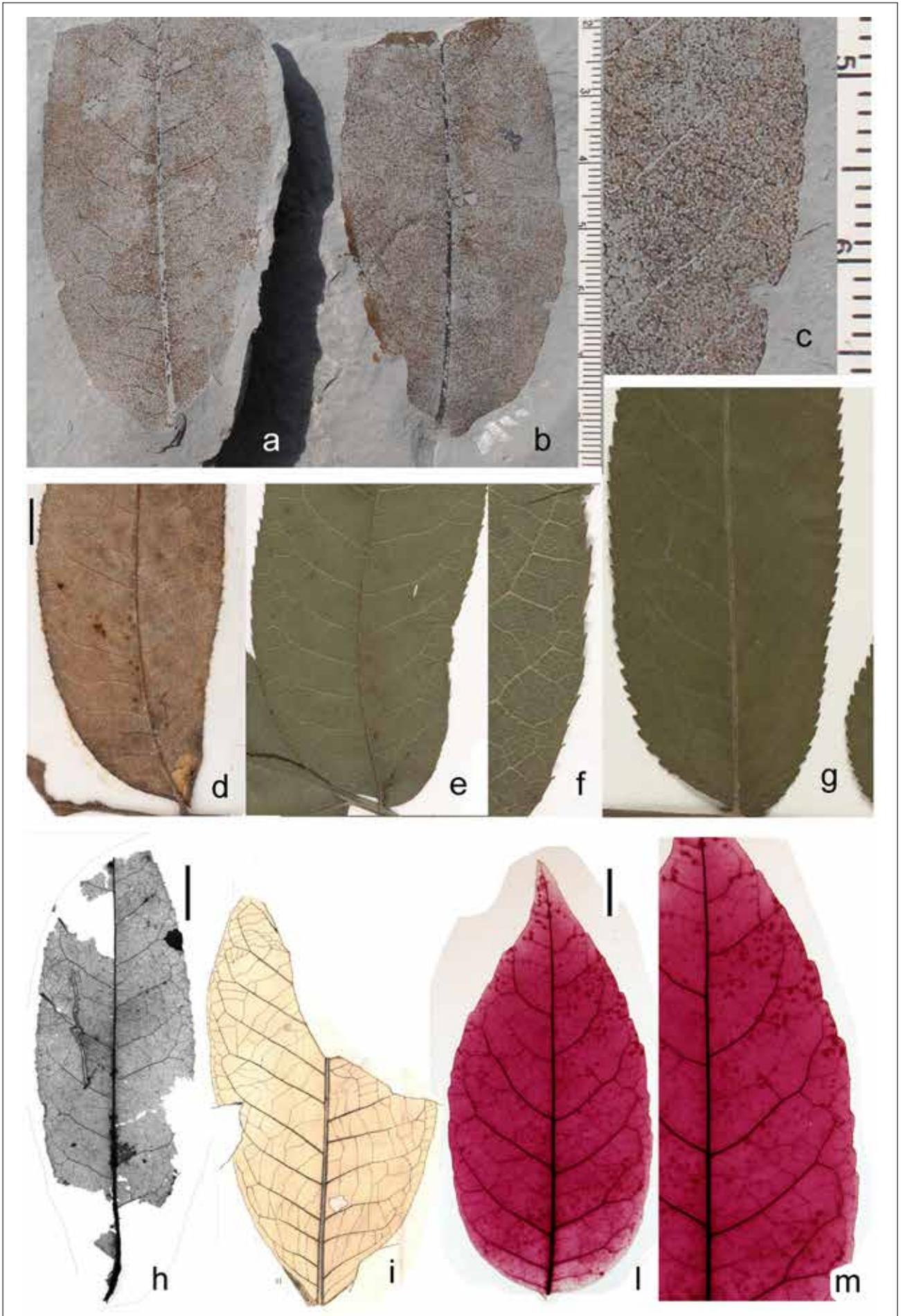




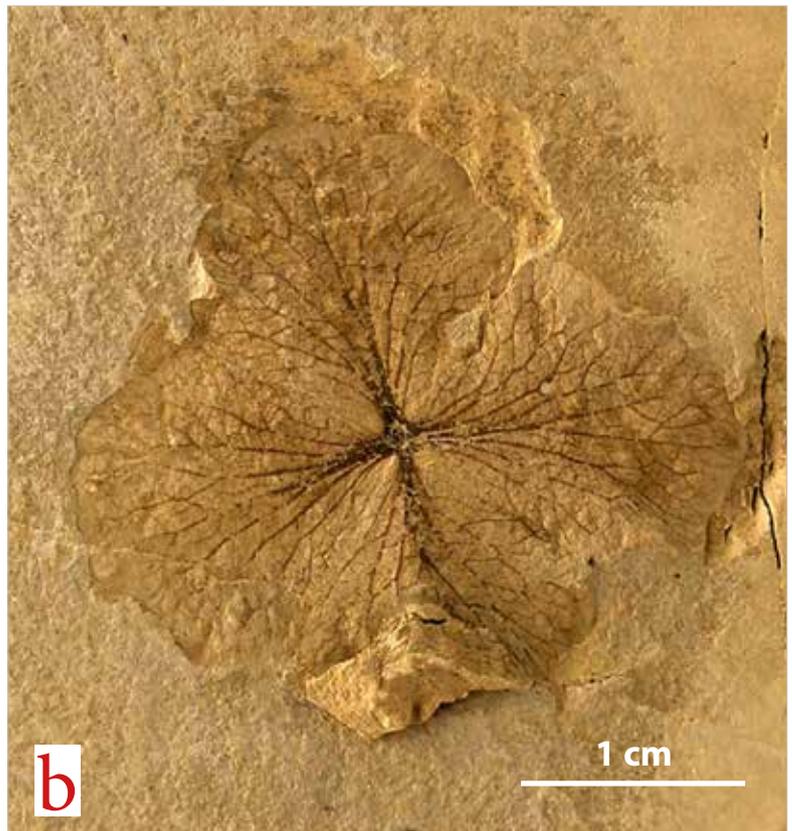
Fig. 6 – Frutto fossile di *Eucommia europaea*, simile all’attuale “albero della gomma cinese” (*E. ulmoides*) della Cina centro-orientale (foto M. Sami).

- *Eucommia europaea* MAEDLER (fig. 6)

Questa specie fossile, riferita alla sola fruttificazione (una samara), è testimoniata a Monte Tondo da due reperti che ne costituiscono l’attestazione più antica per l’Italia (MARTINETTO, MACALUSO 2018); prima di questi esemplari infatti *E. europaea* era documentata in Italia a partire soltanto dal Pliocene Superiore (località Santa Barbara, AR) (MARTINETTO 2015). In Europa, Asia Nord-orientale e Nord America è nota dall’Eocene al Pleistocene Inferiore. Risulta assai simile all’unica specie vivente della Famiglia Eucommiaceae, *Eucommia ulmoides* OLIVER o “albero della gomma cinese”, endemica della Cina centro-orientale e insediata in aree collinari tra i 25° e 35°N di latitudine.



Fig. 7 (a destra) – Fillite di cf. *Gleditsia*, un genere di leguminose arboree caratterizzato dalla presenza di robuste spine ramificate su tronco e rami diffuso nelle regioni temperate e subtropicali delle Americhe, dell’Asia e dell’Africa (foto M. Sami).



- cf. *Gleditsia* (fig. 7)

La morfologia fogliare è compatibile con quella di una foglia della leguminosa *Gleditsia*, ma non si possono evidenziare caratteri esclusivi di questo genere per cui l'attribuzione viene indicata con dubbio.

Tale genere, facente parte della Fam. Fabaceae, è stato segnalato fin dall'Oligocene e soprattutto nelle flore mioceniche di Nord America, Caucaso ed Asia orientale; in Europa è presente nel Miocene Medio e Superiore di Germania, Polonia, Ungheria, Romania e Ucraina e nel Pliocene di Germania e Polonia. Nella nostra penisola risulta estremamente raro, tanto che, allo stato attuale, questa sembrerebbe costituire la prima segnalazione per il Mio-Pliocene; d'altro canto, una tra le attestazioni più recenti per l'Europa occidentale è *G. aff. caspica* del non lontano sito di Oriolo di Faenza, al passaggio Pleistocene Inferiore/Pleistocene Medio (DENK *et alii* 2022).

Attualmente questo genere di alberi, caratterizzato dalla presenza di robuste spine ramificate su tronco e rami, è diffuso nelle regioni temperate e subtropicali delle Americhe, dell'Asia e dell'Africa.

- *Hydrangea* sp. (fig. 8)

Questa compressione, per quanto assai lacunosa, mostra tre nervi primari, ortogonali tra loro, che si dipartono da una struttura centrale. Un quarto fascio di nervature, ortogonale ai due nervi primari adiacenti, suggerisce che il fossile possa rappresentare la porzio-



Fig. 8 – a) Fiore sterile, assai lacunoso, di un'ortensia messiniana (*Hydrangea* sp.) rinvenuta a Monte Tondo; b) fiore sterile simile al precedente, ma più completo, dal Messiniano dell'Albese (foto G. Repetto); c) infiorescenza essiccata di un'ortensia attuale, per confronto (foto M. Sami).

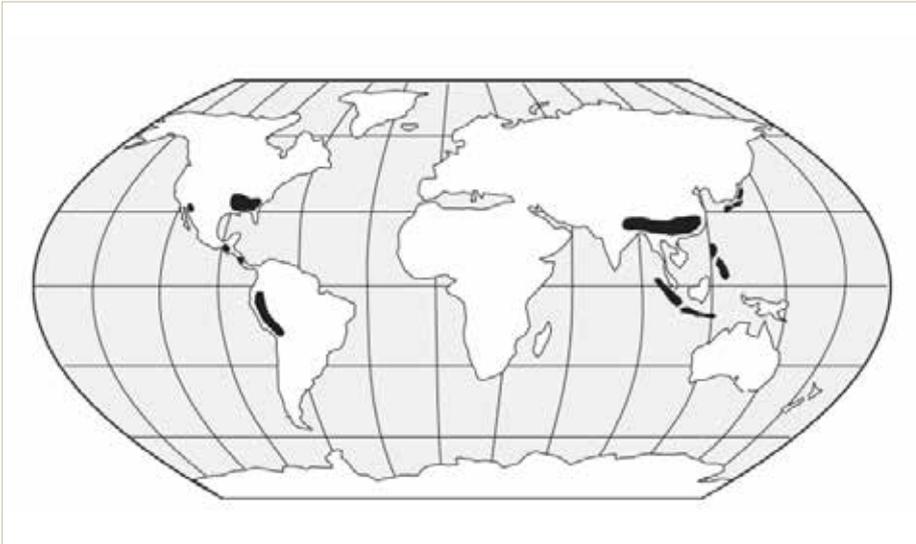


Fig. 9 – Areale geografico (in nero) dell'attuale diffusione del genere *Hydrangea* (da LAWSON HILL, ROTHERA 1995).

ne centrale di un fiore sterile a 4 sepali di *Hydrangea* sp. (S.R. MANCHESTER, com. pers.). Il margine irregolarmente dentato è conservato in un singolo sepallo, ma tutti i caratteri visibili concordano con quelli di un esemplare più completo restituito dai depositi messiniani del Piemonte (CAVALLO *et alii* 1986), in particolare: sepali che si ricoprono tra loro nella parte centrale, con dentatura marginale ampia e poco sporgente, ciascuno con un fascio di nervature che si dipartono ad angolo retto tra loro e si ramificano molto precocemente. Queste caratteristiche concordano con quelle dell'attuale specie est asiatica *H. macrophylla* e altre ad essa affini, le quali sono però note per una gran variabilità nella morfologia florale (OHBA, AKIYAMA 2014). Per questo motivo sono necessari ulteriori studi comparativi per verificare se i due fossili in questione possano essere assegnati a una delle poche specie fossili descritte per il Cenozoico europeo (MAI 1985). Il genere *Hydrangea*, meglio conosciuto col termine popolare di “ortensia”, ha un record fossile che parte dal Paleocene (Nord America) ed è segnalato nel Miocene dell'Eurasia (MUSTOE 2002); in Italia pare essere documentato in maniera affidabile soltanto grazie al predetto esemplare del Messiniano del Piemonte (CAVALLO *et alii* 1986). Attualmente tale genere è diffuso con una ventina di specie di cespugli, piccoli alberi o piante rampicanti sia nelle Americhe (USA sud-orientali e aree montuose di Centro e Sud America) che principalmente nelle foreste temperate dell'Asia orientale (fig. 9; MUSTOE 2002).

*Populus latior* AL. BRAUN (fig. 10)

(Sinonimo non valido: *Populus populina* (BRONGNIART) ERV. KNOBLOCH).

Specie fossile del Mio-Pliocene d'Europa. In Italia è particolarmente frequente nelle associazioni plioceniche dei dintorni di Asti (MARTINETTO 2003, riportato

con il nome *P. populina*), ma qualche fillite è stata riscontrata anche in giacimenti messiniani del Piemonte. Si tratta di una forma ritenuta abitatrice di paleoambienti ripariali (DENK 2016), assai vicina all'attuale *Populus tremula* (pioppo tremulo), dal quale è talvolta indistinguibile per alcune morfologie fogliari. In TEODORIDIS *et alii* (2015) a Monte Tondo il genere *Populus* era stato segnalato dubitativamente grazie all'impronta di una minuscola brattea (cf. *Populus* sp.) di attribuzione incerta; questo esemplare permette di confermarne la presenza con sufficiente certezza.

#### Cenni paleogeografici

Anche a Monte Tondo, analogamente a quanto riscontrato in altri giacimenti neogenici italiani, il numero di *taxa* “esotici” scomparsi dalle attuali flore europee, ma tuttora viventi in altri continenti è consistente (tab. 1). Il motivo principale è da ricercare nel deterioramento climatico verificatosi nel corso del Plio-Pleistocene e nelle intense oscillazioni climatiche del Pleistocene Medio e Superiore (glaciazioni quaternarie), che produssero una forte riduzione dei vasti areali di molti *taxa* a distribuzione oloartica (BERTINI, MARTINETTO 2008; 2011).

Numeroso è l'elenco dei *taxa* significativi dal punto di vista paleogeografico. Senza voler essere esaustivi, oltre ai sopracitati generi *Craigia*, *Eucommia* - oggi giorno confinati esclusivamente in Asia sud-orientale - o a *Gleditsia* ed *Hydrangea* - presenti nelle Americhe ed in Asia - ricordiamo a mo' di esempio qualche altra Angiosperma “esotica” come *Daphnogene polymorpha*, confrontabile con l'odierno genere *Cinnamomum* del Sud Est asiatico; *Engelhardia orsbergensis*, Juglandacea diffusa sempre nel Sud Est dell'Asia; *Trigonobalanopsis rhamnoides*, Fagacea estinta con i pa-

renti più stretti (generi *Trigonobalanus* e *Castanopsis*) che vivono attualmente in Asia sud-orientale; infine, tra le Gimnosperme, la Cupressacea *Taiwania* che è oggi insediata nelle montagne di Taiwan, Cina sud orientale ed Indocina settentrionale (BRAMBILLA, GALLO 2002; BERTINI, MARTINETTO 2008).

#### Analisi paleoambientale e paleoclimatica

Dal punto di vista paleoambientale i nuovi ritrovamenti arricchiscono l'elenco dei *taxa*, ma non modificano sostanzialmente la ricostruzione dell'antico paesaggio messiniano delineata in TEODORIDIS *et alii* (2015), che qui di seguito viene riassunta.

Innanzitutto lo studio effettuato si fonda sull'utilizzo di alcuni metodi (MAI 1995) che permettono di ipotizzare tutta una serie di parametri paleoambientali. Analizzando col metodo fitosociologico la paleoflora di Monte Tondo è stato possibile individuare almeno 4 principali associazioni vegetali.

La prima associazione, quella della foresta mista palustre, doveva essere insediata in zone marginali di bacini lacustri o meandri fluviali abbandonati e comunque in ambienti caratterizzati da acque a bassa energia. Le specie di tale associazione sono assai poco rappresentate e comprendono il "cipresso calvo" *Taxodium dubium*, la "brasca d'acqua" *Potamogeton* sp. e varie monocotiledoni graminoidi (Poaceae o Cyperaceae), incluse possibili "canne".

Un altro insieme legato all'abbondante disponibilità idrica è quello della vegetazione ripariale situata lungo le sponde di fiumi e torrenti e comunque in grado di sopportare un substrato costantemente impregnato d'acqua. Anche in questo caso i generi sono limitati a pochi *taxa*, comunque significativi, quali *Sequoia*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Populus* e *Alnus*. L'associazione certamente più ricca e diversificata fra le quattro presenti è quella della foresta mesofila, un *habitat* che richiede substrati più asciutti rispetto agli insiemi precedenti: essa comprendeva diverse Lauracee, quali *Laurophyllum pseudoprinceps*, *Ocotea heerii*, *Daphnogene polymorpha* ecc. poi *Platanus leucophylla*, *Quercus* spp., *Trigonobalanopsis rhamnoides*, *Carpinus* sp., *Engelhardia*, *Pterocarya paradisiaca* (fig. 11), Leguminosae spp., *Acer* spp., *Ailanthus pythii*, *Dicotylophyllum* spp., "Bambusa" e le conifere *Tetraclinis salicornioides*, *Taiwania* sp. e *Cupressus rhenana*.

Un possibile contributo della paleovegetazione forestale montana è indicato da *Betula* sp. (fig. 12), anche se le betulle nel Neogene potevano crescere pure a bassa quota (WOROBIEC, WOROBIEC 2019), così come altre forme da alcuni indicate come "montane" come per esempio *Fagus gussonii* e varie specie di *Pinus*.

Nel suo complesso, questa paleoflora risulta floristicamente molto simile a quella coeva e geograficamente adiacente di Tossignano (TEODORIDIS *et alii* 2015; SAMI, VIAGGI 2022), ma anche ad altre note associazioni di piante messiniane dell'Italia centro-settentrionale (KOVAR-EDER *et alii* 2006; BERTINI, MARTINETTO 2008; 2011), della Francia (ROIRON 1991) e della Grecia (KVAČEK *et alii* 2002; DENK 2016).

Oltre che all'esame tassonomico, sempre in TEODORIDIS *et alii* 2015 le filliti recuperate a Monte Tondo sono state oggetto di un'accurata analisi "fisionomica" per stabilire una serie di parametri paleoclimatici. In pratica tale tipo di indagine discende dalla considerazione che debba esistere una forte correlazione tra il clima in cui la pianta si accresceva ed alcuni parametri morfologici della foglia: per esempio temperatura e margine fogliare (a parte le zone aride/desertiche, al diminuire della temperatura si rileva anche una diminuzione delle foglie con margine intero) oppure precipitazioni e area della foglia (al diminuire della piovosità le dimensioni fogliari si riducono per risparmiare la perdita di liquidi mediante la traspirazione). L'aspetto interessante di tale approccio è che non occorre necessariamente conoscere con precisione a quale raggruppamento botanico appartenga l'impronta fossile studiata, quanto piuttosto capire se la sua fisionomia la distingue dalle altre specie che formano l'associazione oppure no (WOLFE 1993).

Questo tipo di analisi ha permesso di ipotizzare per la paleoflora di Monte Tondo un antico ambiente con temperatura media annuale compresa tra 16°C-16,5°C (fig. 13; TEODORIDIS *et alii* 2015), un valore superio-



Fig. 10 – Compressione conservante la lamina carboniosa di *Populus latior*, pioppo mio-pliocenico simile al moderno pioppo tremulo (foto M. Sami).

<b>Taxa fossili</b>	<b>Taxa viventi affini</b>
<i>Acer</i> cf. <i>integerrimum</i> Viviani in Kuferstein	
<i>Acer</i> cf. <i>integrilobum</i> Unger	<i>Acer cappadocicum</i> (W Asia)
<i>Acer</i> sp.	
<i>Adiantum</i> sp.	<i>A. capillus-veneris</i>
<i>Ailanthus pythii</i> (Ung.) Kovar- Eder et Kvaček	
<i>Alnus</i> cf. <i>menzelii</i> Raniecka-Bobrowska	<i>A. serrulata</i> (SE USA, Caucaso)
" <i>Bambusa</i> " sp.	Bambusoideae spp.
<i>Berberis</i> cf. <i>teutonica</i> (Unger) Kovar-Eder et Kvaček	<i>Berberis</i> spp.
cf. <i>Berchemia</i> sp.	
<i>Betula</i> sp.	<i>Betula</i> spp.
<i>Buxus pliocaenica</i> Saporta et Marion	<i>Buxus sempervirens</i>
<i>Carpinus</i> cf. <i>orientalis</i> Miller (frutto)	<i>Carpinus orientalis</i>
<i>Carpolithes</i> sp. 1	
<i>Carpolithes</i> sp. 2	
<i>Carya</i> sp.	<i>Carya</i> spp. (SE Asia, N America)
<i>Chamaecyparis</i> sp.	<i>Chamaecyparis</i> spp. (E Asia, N America)
<i>Chaneya</i> cf. <i>membranosa</i> (Goeppert) Manchester et Zastawniak	Rutaceae
<i>Craigia bronniei</i> (Unger) Kvaček, Buzek et Manchester	<i>Craigia yunnanensis</i> (S Cina)
<i>Cupressoconus</i> sp.	
<i>Cupressus rhenana</i> (Kilpper) Mai et Velitzelos	<i>Cupressus</i> spp.
<i>Daphnogene polymorpha</i> (A. Braun) Ettingsh.	<i>Cinnamomum</i> spp. (SE Asia)
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1	
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 4	
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 5	
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 6	
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 7	
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 8	
<i>Engelhardia macroptera</i> (Brongn.) Ung.	<i>Engelhardia</i> spp. (SE Asia)
<i>Eucommia</i> cf. <i>europaea</i> Maedler	<i>Eucommia ulmoides</i> (E Cina)
<i>Fagus gussoni</i> Massalongo emend. Knobloch et Velitzelos	<i>Fagus</i> spp. (America, Europa)
cf. <i>Fraxinus</i>	
<i>Gleditsia</i> sp.	<i>Gleditsia</i> sp. (M. Caspio, E Asia, E USA)
<i>Hedera</i> sp.	<i>Hedera</i> sp.
<i>Hydrangea</i> sp.	<i>Hydrangea</i> spp. (America, SE Asia)
<i>Laurophyllum</i> cf. <i>pseudoprinceps</i> Weyland et Kilpper	Lauraceae vel Magnoliaceae
<i>Laurophyllum</i> sp. 1	Lauraceae
<i>Laurophyllum</i> sp. 2	Lauraceae
Leguminosae sp. 1	Leguminosae
Leguminosae sp. 2	Leguminosae
Leguminosae sp. 3	Leguminosae
Leguminosae sp. 4	Leguminosae

<i>Liquidambar europaea</i> A. Braun / cf. <i>L. magniloculata</i> Czechtz et Skirgiello	<i>Liquidambar styraciflua</i> (SE USA) vel <i>L. orientalis</i> (E Mediterraneo)
cf. <i>Liquidambar</i> sp.	
<i>Magnolia liblarensis</i> (Krausel et Weyland) Kvaček	Magnoliaceae vel Lauraceae
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta	<i>Myrica</i> sp.
<i>Nyssa disseminata</i> Kirchheimer (frutto)	<i>Nyssa sylvatica</i> (E USA)
cf. <i>Nyssa</i> sp.	
<i>Ocotea heerii</i> (Gaudin) Takhtajan	<i>Ocotea foetens</i> (Is. Canarie, Madeira)
cf. <i>Photinia</i> sp.	Rosaceae
<i>Phyllites</i> sp.	
Pianta <i>incertae sedis</i>	
<i>Pinus</i> cf. <i>rigios</i> (Ung.) Ettingsh.	<i>Pinus</i> sp.
<i>Pinus paleostrobus</i> Ettingsh.	<i>Pinus</i> sect. <i>Strobus</i> (NE USA)
<i>Pinus</i> sp. (cono)	<i>Pinus</i> sp.
<i>Pinus</i> sp. (seme)	<i>Pinus</i> sp.
<i>Platanus leucophylla</i> (Ung.) Knobloch	<i>Platanus occidentalis</i> (NE USA)
Poaceae vel Cyperaceae gen. et sp. indet.	Poaceae
<i>Populus latior</i> Al. Braun	<i>Populus tremula</i> (Eurasia)
<i>Populus</i> sp. (frutto)	<i>Populus</i> sp.
<i>Potamogeton</i> sp.	<i>Potamogeton</i> sp.
<i>Pterocarya paradisiaca</i> (Unger) Iljinskaya	<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Caucaso)
<i>Pungiphyllum cruciatum</i> (A. Braun) Frankenhauser et Wilde	?
cf. <i>Pyracantha</i> sp.	Rosaceae
<i>Quercus kubinyii</i> (Kovats ex Ettingsh.) Czechtz vel. <i>Q. drymeja</i> Ung.	<i>Quercus</i> sect. <i>Cerris</i>
<i>Quercus mediterranea</i> Ung.	<i>Quercus</i> sect. <i>Ilex</i>
<i>Quercus pseudocastanea</i> Goeppert	<i>Quercus</i> sect. <i>Cerris</i>
<i>Quercus roburoides</i> Gaudin	<i>Quercus petraea</i>
<i>Quercus</i> sp. (frutto)	<i>Quercus</i> spp.
cf. <i>Quercus</i> spp.	
<i>Rosa</i> sp.	<i>Rosa</i> sp.
Rosaceae Gen. et sp. indet. 1	
Rosaceae Gen. et sp. indet. 2	
<i>Salix</i> sp.	<i>Salix</i> spp.
<i>Sequoia</i> sp.	<i>Sequoia sempervirens</i> (O USA)
<i>Taiwania</i> sp.	<i>Taiwania cryptomerioides</i> (Taiwan)
<i>Taxodium dubium</i> (Sternb.) Heer	<i>Taxodium</i> sp. (SE U.S.A., Messico)
<i>Tetraclinis salicornioides</i> (Ung.) Kvaček et Walther	<i>Tetraclinis articulata</i> (NO Africa)
cf. Theaceae gen. et sp. indet.	Theaceae (SE Asia, S America)
<i>Trigonobalanopsis rhamnoides</i> (Rossm.) Kvaček et Walther	<i>Trigonobalanus</i> spp., <i>Castanopsis</i> sp. (SE Asia)
<i>Ulmus plurinervia</i> Unger	<i>Ulmus parvifolia</i> (E Asia)
<i>Zelkova zelkovifolia</i> (Unger) Buzek et Kotlaba	<i>Zelkova</i> spp. (SE Europa, E Asia)

Tab. 1 – Elenco aggiornato della paleoflora di Monte Tondo; sono evidenziati in rosso i *taxa* non presenti in TEODORIDIS et alii 2015.



re a quello odierno dell'area in esame: per confronto nella vicina cittadina di Riolo Terme è di 13,6°C (fonte: ARPAE Emilia Romagna, periodo 1990-2015). Pure le precipitazioni annuali, stimate in circa 980-1355 mm/anno (fig. 14), risultano significativamente più cospicue rispetto a quelle attuali: sempre a Riolo Terme tale parametro raggiunge i 786 mm/anno (dato ARPAE Emilia Romagna, periodo 1990-2015). È inoltre probabile che la distribuzione annuale delle piogge fosse improntata ad una distinta stagionalità, anche se, diversamente dall'attuale clima della costa adriatica, la stagione secca forse non coincideva col periodo estivo. Tutti i dati climatici così ricavati, unitamente alle significative correlazioni a carattere paleogeografico, indicano per Monte Tondo un tipo di clima temperato caldo/subtropicale prevalentemente umido, in linea anche con le ricostruzioni basate sulle analisi polliniche effettuate per gli stessi strati (BERTINI 2006; BERTINI, MARTINETTO 2008). Infine, il tipo di consorzio vegetale attuale di riferimento sembrerebbe quello della cosiddetta "Foresta a latifoglie sempreverdi", attualmente diffuso nelle aree montuose della Cina centrale in condizioni climatiche temperate calde (temperatura media 14°-17°C) ed umide (precipitazioni annuali superiori ai 1000 mm) (MARTINETTO *et alii* 2007; BERTINI, MARTINETTO 2008).

### Bibliografia

- 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 Zanclan vegetation and climate of Northern and Central Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 47, 2, pp. 105-121.
- A. BERTINI, E. MARTINETTO 2011, *Reconstruction of vegetation transects for the Messinian / Piacenzian of Italy by means of comparative analysis of pollen, leaf and carpological records*, "Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology" 304, pp. 230-246.
- G. BRAMBILLA, L.M. GALLO 2002, *Analisi stratigrafica*

Fig. 11 (in alto) – Fillite consistente in un'impressione di *Pterocarya paradisiaca*, affine all'attuale noce del Caucaso (*P. fraxinifolia*) (foto M. Sami).

Fig. 12 (in basso) – Compressione di una betulla messiniana (*Betula* sp.), un *taxon* probabilmente insediato nelle aree montuose più interne (foto M. Sami).

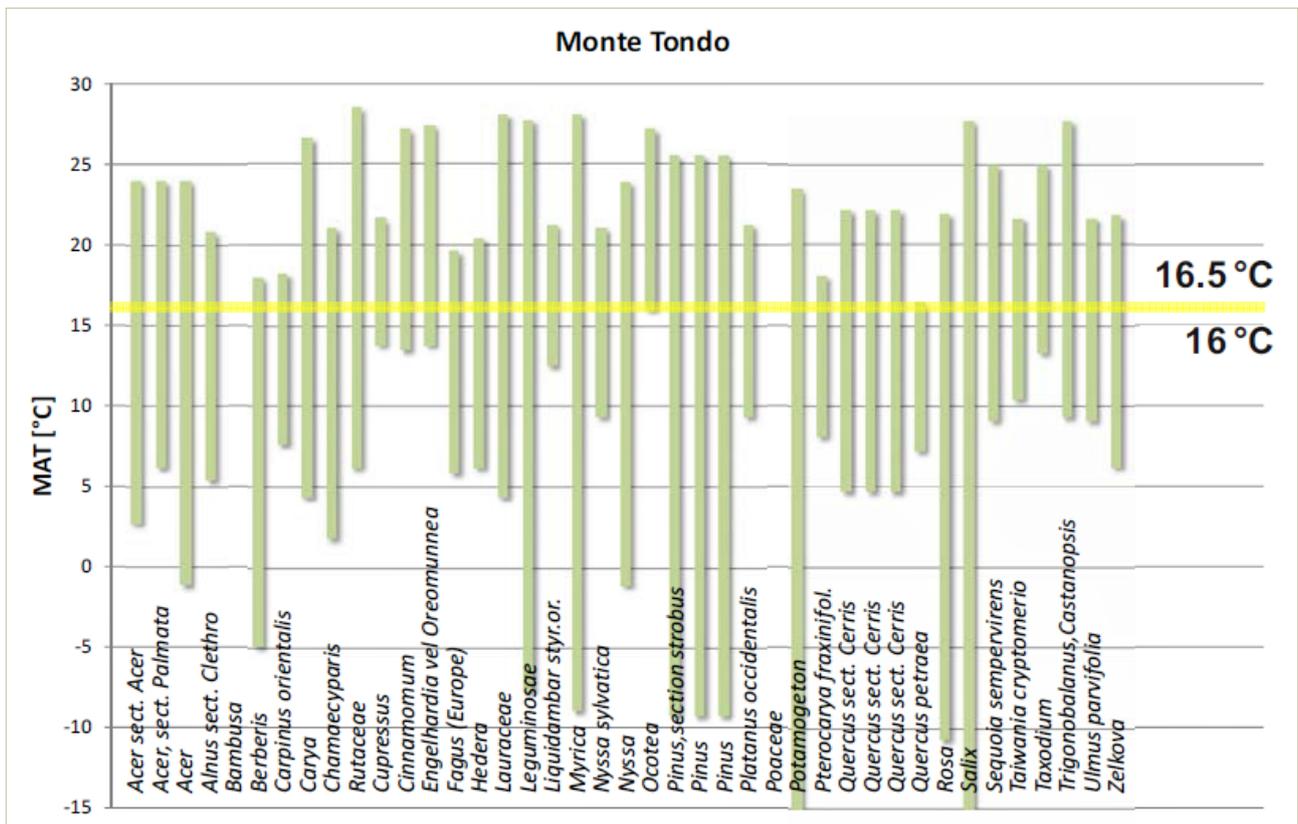


Fig. 13 – Temperatura media annua calcolata per la paleoflora di Monte Tondo (da TEODORIS *et alii* 2015).

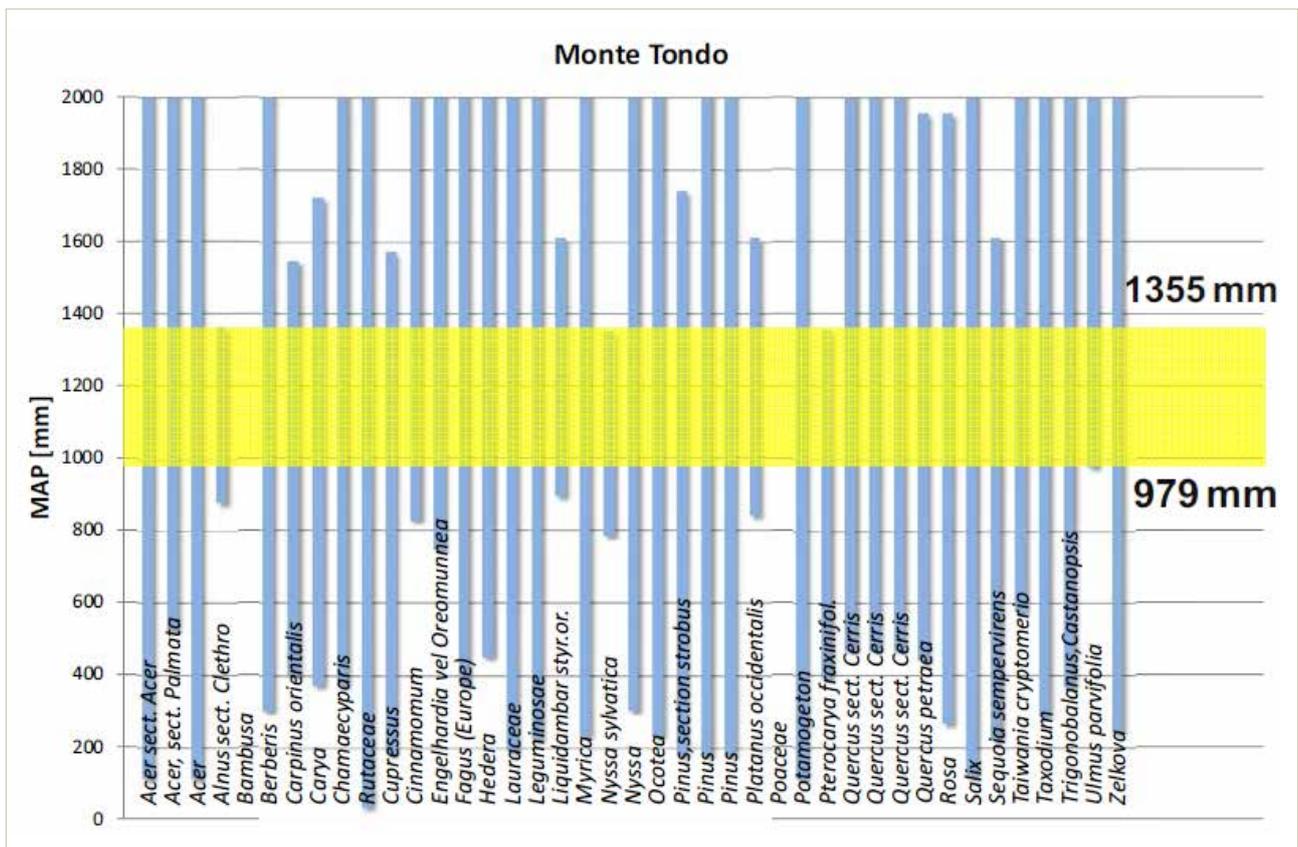


Fig. 14 – Piovosità media annua (fase umida del ciclo precessionale) stimata per la paleoflora di Monte Tondo (da TEODORIS *et alii* 2015).

- e paleobotanica della successione messiniana di Bric S. Margherita (Nizza Monferrato, Asti, Italia NW)*, “Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino” 19, 1, pp. 191-283.
- O. CAVALLO, M. MACAGNO, G. PAVIA 1986, *Fossili dell'Albese. Aspetti geologici e paleontologici delle Langhe e del Roero*, Alba.
- P. CAVALLO, E. MARTINETTO 2001, *Flore carpologiche del Pliocene di Castelletto Cervo (Biella)*, “Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino” 18, 2, pp. 277-343.
- P.R. CRANE, A. DU VAL 2013, 771. *Cyclocarya paliurus*, “Curtis's Botanical Magazine” 30, 3, pp. 222-232.
- T. DENK 2016, *Palaeoecological interpretation of the late Miocene landscapes and vegetation of northern Greece: A comment to Merceron et al., 2016 (Geobios 49, 135–146)*, “Geobios” 49, pp. 423-431.
- T. DENK, M. SAMI, V. TEODORIDIS, E. MARTINETTO 2022, *The late Early Pleistocene flora of Oriolo, Faenza (Italy): assembly of the modern forest biome*, “Fossil Imprint” 78, 1, pp. 217-262.
- B. VON ETTINGSHAUSEN 1864, *Die Farnkräuter der Jetztwelt zur Untersuchung und Bestimmung der in den Formationen der Erdrinde eingeschlossenen Ueberreste von vorweltlichen Arten dieser Ordnung nach dem Flächen-Skelet bearbeitet*, Vienna.
- C.T. GAUDIN 1857, *Note sur quelques empreintes végétales des terrains supérieurs de la Toscane*, “Bulletin des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles” 5, 41, pp. 330-339.
- C.T. GAUDIN, C. STROZZI 1860, *Contributions à la flore fossile italienne IV*, “Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften” 17, 7, pp. 4-25.
- H.-S. HUANG, T. SU, Z.-K. ZHOU 2018, *Fossil leaves of Buxus (Buxaceae) from the Upper Pliocene of Yunnan, SW China*, “Palaeoworld” 27, pp. 271-281.
- I.A. ILJINSKAJA 1964, *Tortonskaja flora Svshovitse*, “Trudy Botanicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR”, s. 8, Paleobotanika 5, pp. 113-144.
- E. KNOBLOCH, Z. KVAČEK 1976, *Miozaene Blatterflora vom Westrand der Bohmischen Masse*, “Rozpr. Ustr. Ust. Geol.” 42, pp. 1-129.
- J. KOVAR-EDER, Z. KVAČEK, E. MARTINETTO, P. ROIRON 2006, *Late Miocene to Early Pliocene vegetation of Southern Europe (7-4 Ma) as reflected in the megafossil plant record*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeogeography” 238, pp. 321-339.
- W. KRIJGSMAN, F.J. HILGEN, S. MARABINI, G.B. VAI 1999, *New paleomagnetic and cyclostratigraphic age constraints on the Messinian of the Northern Apennines (Vena del Gesso Basin, Italy)*, “Memorie della Società Geologica Italiana” 54, pp. 25-33.
- Z. KVAČEK, D. VELITZELOS, E. VELITZELOS 2002, *Late Miocene Flora of Vegora, Macedonia, N. Greece, Korali*.
- Z. KVAČEK, S.R. MANCHESTER, M.A. AKHMETIEV 2005, *Review of the fossil history of Craigia (Malvaceae s.l.) in the Northern Hemisphere base on fruits and co-occurring foliage*, in *Modern Problems of Palaeofloristic, Palaeophytogeography and Phytostriatigraphy*, (International Paleobotanical Conference), Mosca, pp. 114-140.
- Z. KVAČEK, V. TEODORIDIS, H.-J. GREGOR 2008, *The Pliocene leaf flora of Auenheim, Northern Alsace (France)*, “Documenta Naturae” 155, 10, pp. 1-108.
- T. LAWSON-HILL, B. ROTHERA 1995, *Hydrangeas – A gardeners' Guide*, Portland.
- D.H. MAI 1985, *Beiträge zur Geschichte einiger holziger Saxifragales Gattungen*, “Gleditschia” 13, pp. 75-88.
- R. MARGUTTI, I. ZEMBO, S. SARTOR 2013, *La cava di Monte Tondo oggi*, 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. 489-535.
- E. MARTINETTO 1998, *East Asian elements in the Plio-Pleistocene floras of Italy*, in A. ZHANG, W. SUGONG (Eds.), *Proc. Int. Symp. Floristic charact. Diversity East Asian Plants*, Berlino, pp. 71-87.
- E. MARTINETTO 2001, *Studies on some exotic elements of the Pliocene floras of Italy*, “Palaeontographica Abteilung B” 259, pp. 149-166.
- E. MARTINETTO 2003, *Leaves of terrestrial plants from the Pliocene shallow marine and transitional deposits of Asti (Piedmont, NW Italy)*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 42, 1-2, pp. 75-111.
- E. MARTINETTO, D. UHL, E. TARABRA 2007, *Leaf physiognomic indications for a moist warm-temperate climate in NW Italy during the Messinian (Late Miocene)*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeogeography” 253, pp. 41-55.
- E. MARTINETTO 2015, *Monographing the Pliocene and early Pleistocene carpo-floras of Italy: methodological challenges and current progress*, “Palaeontographica Abteilung B” 293, pp. 57-99.
- E. MARTINETTO, L. MACALUSO 2018, *Quantitative*

- application of the whole-plant concept to the Messinian-Piacenzian flora of Italy*, "Fossil Imprint" 74, 1-2, pp. 77-100.
- G.E. MUSTOE 2002, *Hydrangea fossils from the Early Tertiary Chuckanut Formation*, "Washington Geology" 30, 3-4, pp. 17-20.
- H. OHBA, S. AKIYAMA 2014, *Observations on Variation in the Ornamental Flowers of Hydrangea macrophylla (Thunb.) Ser. (Hydrangeaceae)*, "Bull. Nat. Mus. Nat. Sci., Ser. B" 40, 4, pp. 139-144.
- S. PIASTRA, R. RINALDI CERONI 2013, *L'apertura e l'attività della cava ANIC di Monte Tondo in una prospettiva storico-geografica. Aspetti produttivi, implicazioni sociali, riflessi sul sistema locale (1958-1993)*, 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. 463-486.
- P. PRINCIPI 1942, *Le flore del Neogene*, (R. Università degli Studi di Firenze, Facoltà Agraria e Forestale), Firenze.
- P. ROIRON 1991, *La macroflore d'âge Miocène supérieur des diatomites de Murat (Cantal, France), implications paléoclimatiques*, "Palaeontographica Abteilung B" 223, pp. 169-203.
- M. ROVERI, S. LUGLI, V. MANZI, R. GENNARI, S.M. IACCARINO, F. GROSSI, M. TAVIANI 2006, *The record of Messinian events in the Northern Apennines foredeep basins*, in R.C.M.N.S. Interim Colloquium, Parma 2006, "The Messinian salinity crisis revisited II", Pre-congress field trip, Acta Naturalia de "L'Ateneo Parmense" 42, 3.
- M. ROVERI, V. MANZI 2007, *Gessoso-Solfifera*, in M.B. CITA, E. ABBATE, M. BALINI, M.A. CONTI, P. FALORNI, D. GERMANI, G. GROPELLI, P. MANETTI, F.M. PETTI (a cura di), *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Catalogo delle Formazioni, Unità tradizionali (2)*, "Quaderni Servizio Geologico d'Italia", s. III, 7, pp. 303-310.
- M. SAMI, V. TEODORIDIS 2013, *Gli aspetti paleontologici della cava di Monte Tondo: nota preliminare*, 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. 59-80.
- M. SAMI, P. VIAGGI 2022, *I fossili dei Gessi di Tossignano: una finestra sull'antico bacino messiniano della 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, vol. XL), Bologna, pp. 29-49.
- 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.
- 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., 71, 3-4, pp. 249-292.
- G.B. VAI, F. RICCI LUCCHI 1976, *The Vena del Gesso in northern Apennines: growth and mechanical breakdown of gypsified algal crusts*, "Memorie della Società Geologica Italiana" 16, pp. 217-249.
- P. VIAGGI 1989, *Fossili messiniani del torrente Sgarba (Tossignano, Bologna)*, Tesina di Laurea, Università di Bologna, Bologna.
- J.A. WOLFE 1993, *A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages*, "U.S. Geological Survey Bulletin" 2040, Washington.
- G. WOROBIEC, E. WOROBIEC 2019, *Wetland vegetation from the Miocene deposits of the Bełchatów Lignite Mine (Central Poland)*, "Palaeontologia Electronica" 22.3.63, pp. 1-38.

#### Siti internet

<http://ifpni.org/>.

Ringraziamenti: soprattutto all'amico Tonino (Antonio) Benericetti per la paziente ed insostituibile collaborazione al recupero dei reperti, a Giovanni Repetto del Museo Civico "F. Eusebio" di Alba (CN) e al Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza per averci permesso lo studio dei reperti; a Thomas Denk e Steven R. Manchester per l'aiuto nell'identificazione di alcuni di essi.



## L'IMPORTANZA DEL SISTEMA CARSICO DEL RE TIBERIO NEL DEFINIRE IL MODELLO DI EVOLUZIONE DEI PAESAGGI NEI GESSI: IL PROGETTO *EVOLGYPS*

VERONICA CHIARINI<sup>1,2,5</sup>, ANDREA COLUMBU<sup>4</sup>, LUCA PISANI<sup>1,2,3</sup>, JO DE WAELE<sup>1,6</sup>

### Riassunto

Le grotte sono archivi di informazioni sugli ambienti del passato, in quanto registrano i processi geologici che hanno portato alla loro formazione. In alcuni casi l'evoluzione delle grotte è strettamente collegata all'evoluzione del reticolo idrografico di superficie, le cui modifiche vengono trasmesse al sistema carsico. È il caso delle grotte epigeniche che si trovano nei gessi messiniani dell'Emilia-Romagna. Studi effettuati in passato sul sistema carsico del Re Tiberio hanno permesso di dimostrare come l'evoluzione speleogenetica in queste litologie sia relativamente veloce e principalmente controllata dalle oscillazioni climatiche, dalla conseguente evoluzione del paesaggio e dal contesto geologico-strutturale locale. L'approfondimento e l'integrazione delle conoscenze frammentarie ad oggi disponibili racchiude un enorme potenziale per lo studio della storia evolutiva delle morfologie sia sotterranee che di superficie di questi territori. Con il progetto *EvoGyps* ci si pone come obiettivo quello di approfondire la relazione tra la formazione delle grotte nei gessi messiniani e l'evoluzione del paesaggio esterno nel corso del tardo Quaternario attraverso: 1) la datazione di concrezioni carbonatiche; 2) la digitalizzazione delle poligonali dei rilievi esistenti e la realizzazione di nuove ove necessario; 3) l'osservazione di dettaglio delle morfologie di grotta e il rilevamento dei terrazzi fluviali nelle valli che intercettano i principali affioramenti gessosi.

**Parole chiave:** Speleogenesi, Quaternario, evoluzione del paesaggio, gessi messiniani, carsismo.

### Abstract

*Caves can be considered true archives of information regarding the environments of the past, since they are able to record the geological processes which led to their formation. In some situations, cave evolution is strictly related to that of the surface drainage network, which changes are transferred to the karst system. This is the case of the epigenic caves developing in Messinian gypsum of Emilia-Romagna region. Some studies carried out in the past on the Re Tiberio karst system demonstrated that speleogenesis in these rocks is relatively fast and mainly controlled by climate and by the local structural context. The detailed analysis and integration of current, still fragmentary knowledge, hold a great potential for the study of the evolution of both subterranean and surface morphologies in these territories. With the *EvoGyps* project we aim at further investigating the relation between cave formation in the Messinian gypsum of this region and the evolution of the landscape during the Late Quaternary. This goal will be reached through: 1) detailed sampling of carbonate speleothems, both inside caves and at the surface, their U/Th dating; 2) the digitalization of the polygon lines of existing cave maps and the surveying of new ones where necessary; 3) a detailed observation of cave morphologies and fluvial terraces along the valleys intercepting the gypsum outcrops.*

**Keywords:** *Speleogenesis, Quaternary, Landscape Evolution, Messinian Gypsum, Karst.*

<sup>1</sup>Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali, Via Zamboni 67, 40126 Bologna - veronica.chiarini3@gmail.com, lucapiso94@gmail.com, jo.dewaele@unibo.it

<sup>2</sup>Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

<sup>3</sup>Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese

<sup>4</sup>Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra, Via Santa Maria 53, 56126 Pisa - andrea.columbu@unipi.it

<sup>5</sup>Gruppo Speleologico Faentino, Via Medaglie d'Oro 51, 48018 Faenza (RA)

<sup>6</sup>Istituto Italiano di Speleologia / Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali, Via Zamboni 67, 40126 Bologna

## Introduzione

In una visione “antropocentrica”, le grotte vengono definite come cavità naturali che si sviluppano all’interno della crosta terrestre, grandi abbastanza da consentire una potenziale esplorazione da parte dell’essere umano. Si tratta di una definizione molto ampia, che racchiude al suo interno una grande varietà di ambienti ipogei naturali che si differenziano sia per la tipologia di roccia nella quale si sviluppano, che per il processo speleogenetico che ha portato alla loro formazione. Le grotte, infatti, si possono formare in svariate tipologie di roccia (da quelle sedimentarie, alle magmatiche fino alle rocce metamorfiche) attraverso processi molto diversi tra loro che spaziano dalla “semplice” azione dell’acqua, a quella del vento e del ghiaccio, fino ai fenomeni vulcanici e tettonici (es., FORD, WILLIAMS 2007). Ne deriva che, sebbene tutte le grotte siano accomunate dall’assenza totale di luce solare e da un certo grado di isolamento rispetto alla superficie, ognuna di esse ha una storia diversa da raccontare. Lo studio approfondito di una cavità può infatti fornire informazioni interessanti non solo sulla cavità stessa (sia dal punto di vista geologico, biologico, o archeologico), ma anche sull’evoluzione geologica della regione in cui si trova. Di tutti i processi speleogenetici esistenti, il più comune è rappresentato da quello carsico che riguarda l’azione di dissoluzione e corrosione ad opera dell’acqua in contatto con rocce solubili (cioè rocce carbonatiche, come calcari e dolomie, e rocce evaporitiche, come gesso e salgemma). Il carsismo è un fenomeno complesso e include una vasta varietà di processi che comprendono, ad esempio, l’azione dell’acqua meteorica che si infiltra all’interno degli ammassi rocciosi attraverso fratture o di veri e propri corsi d’acqua, la risalita di acque profonde e/o termali, la miscela tra acque a composizione chimica diversa, l’azione di batteri in grado di acidificare le soluzioni acquose e, quindi, favorire la dissoluzione dei calcari, etc. (FORD, WILLIAMS 2007). Tra i vari fattori che influenzano l’evoluzione dei sistemi carsici ne troviamo alcuni che possono fornirci informazioni importanti riguardo i processi geologici che hanno caratterizzato una determinata area come, ad esempio, la variazione nel tempo del livello di base dei corsi d’acqua, il tasso di sollevamento degli ammassi rocciosi e le variazioni della tavola d’acqua. Una comprensione dettagliata dei processi alla base della formazione di un sistema carsico, associata allo studio dei depositi che si trovano all’interno delle cavità, può quindi permettere di capire non solo come una grotta si sia formata, ma anche l’evoluzione che ha caratterizzato l’ambiente circostante esterno.

L’Italia, con circa il 20% del suo territorio costituito

da rocce carsificabili (calcari, dolomie, marmi ed evaporiti) rappresenta un ottimo terreno di ricerca in tal senso. Ne sono un esempio i recenti studi condotti nel sistema carsico Cavallone-Bove del massiccio della Majella, che hanno permesso di scoprirne l’origine ipogenica e determinarne un’età pari a circa 1,5 milioni di anni, la quale ha permesso di stimare un tasso di sollevamento medio dell’ammasso roccioso pari a circa 670 m per milione di anni (D’ANGELI *et alii* 2019). In altri siti, come ad esempio nella grotta di Argentarola in Toscana (BARD *et alii* 2002; ANTONIOLI *et alii* 2004) e nella grotta di Infreschi in Campania (BINI *et alii* 2020) è stato invece possibile ricostruire le oscillazioni del livello marino avvenute nel corso del tardo Quaternario e dell’ultimo periodo interglaciale. Negli ultimi decenni, numerosi studi hanno sfruttato le potenzialità dei sistemi carsici per meglio comprendere non solo la speleogenesi degli stessi, ma anche l’evoluzione del paesaggio di superficie in diverse regioni italiane, tra cui il Lazio, la Liguria, il Trentino, la Toscana, la Sardegna e l’Emilia-Romagna (ALESSANDRI *et alii* 2021; COLUMBU *et alii* 2021; SAURO *et alii* 2021; PICCINI *et alii* 2015 e PICCINI *et alii* 2003; DE WAELE *et alii* 2012; COLUMBU *et alii* 2015).

Le grotte dell’Emilia-Romagna, per la quasi totalità sviluppate in rocce evaporitiche (DE WAELE *et alii* 2011), sono state ampiamente studiate sin dal XVII secolo (es. i gessi dell’alta Val di Secchia; BOTTEGARI 1612). In questa regione i gessi affiorano principalmente sul margine settentrionale dell’Appennino (gessi messiniani) e lungo la Valle del Secchia (gessi triassici). Questi ultimi, che si distinguono facilmente da quelli messiniani per la loro struttura microcristallina ed il colore (bianco invece che grigio), ospitano la sorgente più importante di tutta la regione (le Fonti salmastre di Poiano) (RONCHETTI *et alii* 2021). I gessi triassici dell’Alta e Media Val di Secchia ospitano quasi 130 cavità naturali con uno sviluppo complessivo di oltre 9 km. Qui si trova la grotta epigenica più profonda al mondo nei gessi: il complesso carsico di Monte Caldina, profondo 265 metri, ma attualmente ostruito all’ingresso (ALESSANDRINI *et alii* 1988). Le aree carsiche più estese dell’Emilia-Romagna si trovano invece nei gessi messiniani. Gli affioramenti principali sono localizzati nell’area bolognese (tra il Torrente Lavino e il Sillaro) e nella Vena del Gesso romagnola (tra il Sillaro e la riva destra del Lamone). Nella prima area sono state esplorate circa 220 cavità naturali, per uno sviluppo complessivo di circa 33 km, mentre nella Vena del Gesso romagnola sono censite circa 300 grotte, per un totale di 48 km di sviluppo.

Il gesso è caratterizzato da una solubilità molto elevata rispetto alle rocce carbonatiche (oltre 2,5 g/l a 25°C, rispetto a circa 0,015 g/l del carbonato di calcio), e, di

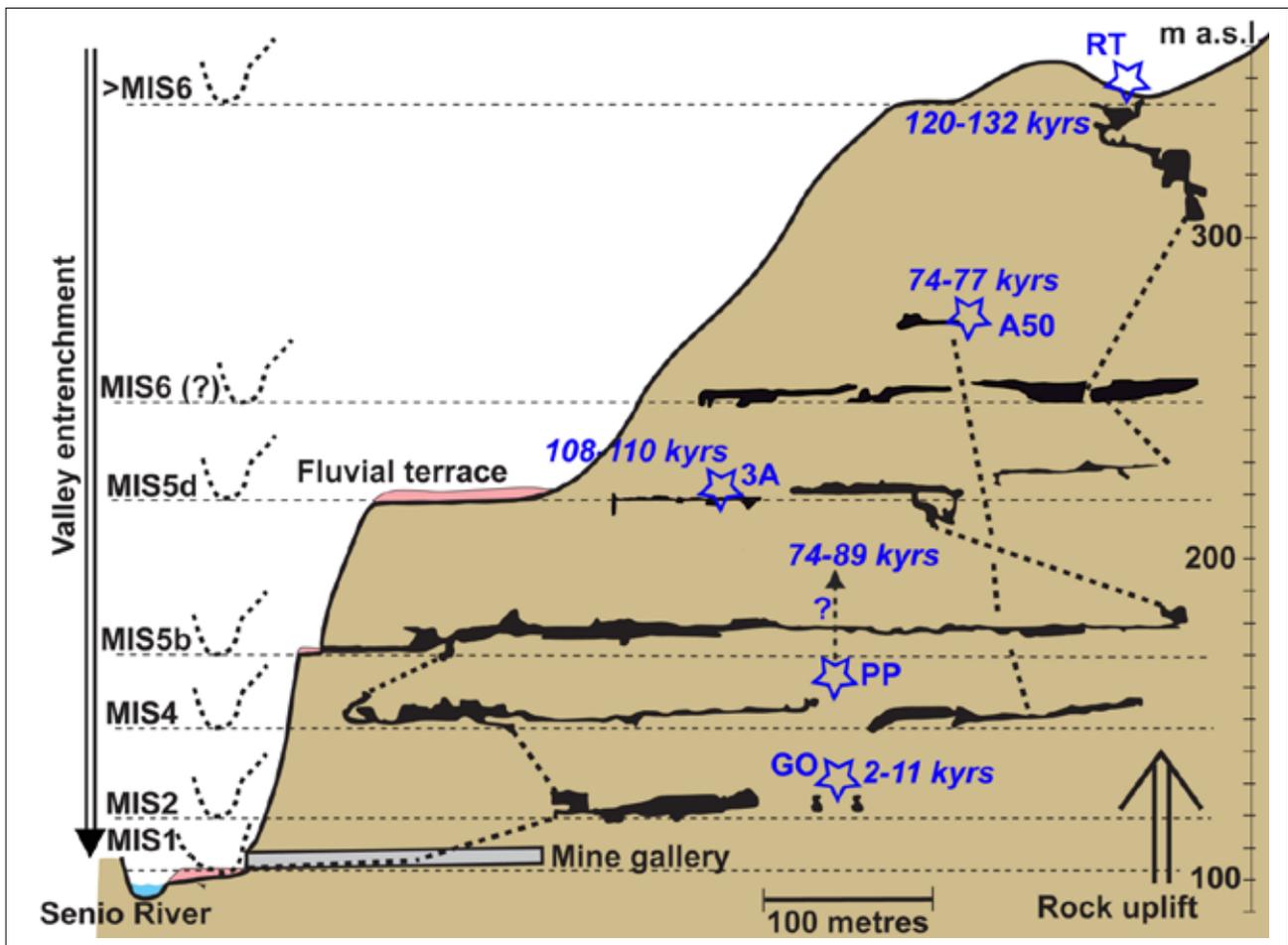


Fig. 1 – Sezione schematica di Monte Tondo con rappresentazione del sistema carsico del Re Tiberio (da COLUMBU *et alii* 2015).

conseguenza, è soggetto a processi carsici (sia sotterranei che superficiali) molto rapidi. Tale caratteristica fa sì che l'evoluzione speleogenetica dei sistemi carsici che si sviluppano nei gessi sia in grado di registrare i processi geologici che avvengono in superficie in risposta a variazioni climatiche e/o ambientali anche di breve periodo (COLUMBU *et alii* 2015; COLUMBU *et alii* 2017). In questa regione è stato dimostrato che il carsismo si sia sviluppato secondo due fasi ben distinte. La prima avvenne durante il Messiniano (ca. 5,5 milioni di anni fa) quando, in seguito ad una temporanea emersione, si formarono sia piccole cavità, successivamente riempite da sedimenti (ex cava del Monticino, Brisighella, RA; MARABINI, VAI 1989) che veri e propri sistemi carsici (Zola Predosa; DE WAELE, PASINI 2013). La seconda, tutt'ora attiva, iniziò poco dopo la definitiva emersione dei gessi dal mare, verosimilmente attorno a 600 mila anni fa (COLUMBU *et alii* 2017).

Nell'ultimo decennio si è intensificato lo studio dei fenomeni carsici di questa regione, portando a risultati interessanti soprattutto per quanto riguarda il sistema carsico del Re Tiberio e le dinamiche evolutive delle grotte nei gessi in relazione alle oscillazioni

climatico-ambientali tardo quaternarie (COLUMBU *et alii* 2015; COLUMBU *et alii* 2017). Tuttavia, il quadro conoscitivo è ancora frammentario sia per il numero di campioni datati (circa due dozzine), che per la scarsa estensione spaziale nella quale è stato condotto lo studio. *EvolGyps* si propone pertanto di estendere le indagini svolte finora a tutti i sistemi carsici della Vena del Gesso romagnola e dei Gessi Bolognesi, con lo scopo di approfondire la loro evoluzione in funzione del contesto strutturale locale e delle oscillazioni climatiche tardo quaternarie.

#### *Gli studi pilota sul sistema carsico del Re Tiberio*

Il sistema carsico del Re Tiberio si sviluppa all'interno dell'area di Monte Tondo (Borgo Rivola, RA) per oltre 7 km e può essere definito come un sistema multilivello, organizzato in 5 livelli principali di gallerie sub-orizzontali (COLUMBU *et alii* 2015; DE WAELE *et alii* 2013; fig. 1).

Si tratta del sistema carsico epigenico meglio sviluppato dell'intera area in cui affiorano i gessi messinia-

ni. La presenza di un ammasso roccioso spesso oltre 250 m e lambito dal Torrente Senio, costituisce infatti una condizione ideale per la conservazione di una corrispondenza tra l'evoluzione speleogenetica e quella del paesaggio esterno. Gli studi realizzati in precedenza, basati sulle datazioni di concrezioni carbonatiche e sulla comparazione dei livelli sub-orizzontali delle grotte e i terrazzi fluviali del Senio, hanno evidenziato lo stretto legame tra le condizioni climatiche e l'evoluzione del sistema carsico (COLUMBU *et alii* 2015; fig. 1). La formazione delle condotte carsiche è stata correlata alle oscillazioni climatiche tardo quaternarie a scala millenaria, stabilendo un modello evolutivo che vede la formazione di condotte a sviluppo sub-orizzontale durante periodi caratterizzati da clima freddo e relativamente arido (glaciali e stadiali), mentre nei periodi caldo-umidi (interglaciali e interstadiali) si assiste ad un rallentamento dei processi speleogenetici e ad uno sviluppo diffuso del concrezionamento carbonatico (COLUMBU *et alii* 2015). Nello studio citato è stato poi possibile definire un'età limite della formazione dei livelli principali del sistema carsico del Re Tiberio, il più antico dei quali potrebbe essersi formato attorno a 190 mila anni fa, mentre il livello principale, quello che ospita il tratto visitabile della Grotta del Re Tiberio, si sarebbe formato all'incirca 90 mila anni fa (COLUMBU *et alii* 2015; fig. 1).

### *Il progetto EvolGyps*

Mentre gli studi degli ultimi dieci anni hanno non solo aumentato le conoscenze sul sistema carsico del Re Tiberio, ma anche dimostrato il potenziale dei sistemi carsici nei gessi messiniani nel fornire informazioni relative all'evoluzione del paesaggio esterno, *EvolGyps* si propone di ampliare l'areale geografico d'indagine, estendendo lo sguardo all'intera Vena del Gesso romagnola e ai Gessi Bolognesi. Inoltre, è stata aumentata la risoluzione di indagine, integrando:

- 1) il rilevamento dei terrazzi fluviali, tramite attività di terreno e attraverso l'utilizzo di software GIS;
- 2) la digitalizzazione dei rilievi delle grotte principali, in modo da identificare in maniera più precisa le quote dei livelli sub-orizzontali e, per l'area bolognese, un'analisi dettagliata dei paleocorsi tramite nuove acquisizioni di poligonali strumentali con DistoX e Topodroid;
- 3) il campionamento di ulteriori speleotemi finalizzato alle datazioni radiometriche attraverso il metodo uranio-torio (U/Th) sia in ambiente esterno che in grotta.

L'obiettivo è quello di fornire una descrizione esausti-

va dei fenomeni speleogenetici nei gessi messiniani della Regione Emilia-Romagna, associata ad una ricostruzione dell'evoluzione del paesaggio nel corso del tardo Quaternario.

### *Metodi*

Durante la prima fase del progetto, svoltasi principalmente nel 2020, sono stati controllati e digitalizzati i rilievi delle principali grotte delle due aree di studio. Attraverso l'utilizzo del software cSurvey, e della sua funzionalità "reSurvey", sono state estratte le poligonali dei rilievi topografici storici sprovvisti di dati numerici digitali, allo scopo di ottenere le quote (s.l.m.) precise di ogni singolo caposaldo indicato nel rilievo per consentire una corretta correlazione con le morfologie esterne. Per quanto riguarda l'analisi delle quote e degli sviluppi dei livelli di grotta sub-orizzontali si sta procedendo attraverso l'utilizzo del software Compass.

In totale sono stati digitalizzati 93 rilievi storici in Romagna, mentre per l'area bolognese si è proceduto principalmente ad una misurazione *ex novo* della poligonale dei principali sistemi carsici presi in esame (alcuni facilitati dalla concomitanza con le recenti e nuove esplorazioni speleologiche del GSB-USB). La lista dei principali sistemi carsici presi in esame è elencata nella tab. 1.

La scelta di acquisire nuove poligonali strumentali di dettaglio in alcuni dei principali sistemi carsici dell'area bolognese è stata vincolata alla necessità di lavorare ad una risoluzione più alta rispetto all'area della Vena del Gesso romagnola, dove l'intervallo altimetrico dei livelli orizzontali ha una distribuzione molto più ampia. Questa importante differenza riscontrata fin da subito tra le due aree di studio riguarda proprio la scala alla quale si sviluppano i fenomeni carsici. Nelle grotte dell'area romagnola sono infatti ben evidenti dei veri e propri livelli sub-orizzontali, con dislivelli superiori alle decine di metri, all'interno dei quali possono essere presenti dei "sub-livelli". Nel Bolognese, invece, anche in virtù delle quote minori raggiunte dagli affioramenti di gesso (la quota massima è di circa 290 m s.l.m. contro i 515 m s.l.m. di Monte Mauro nella Vena del Gesso), le grotte presentano dislivelli di gran lunga minori.

Il dislivello massimo osservabile tra i paleocorsi dei principali sistemi carsici, come Spipola-Acquafredda, Grotta Calindri o Buca di Ronzana-Farneto non supera i 40 m, e la presenza di livelli orizzontali geneticamente correlati posti a quote più alte è stata interpretata con certezza solo nell'area della Croara, con, ad esempio, il sistema del Buco del Bosco-Osso-

<b>Sistemi carsici</b>	<b>Rilievi e date</b>	<b>Metodo di acquisizione</b>
<b>Gessi Bolognesi</b>		
Sistema Acquafredda – PPP – Buoi – Spipola	Nuova poligonale strumentale, 2020-2021	Rilievo DistoX
Sistema Ronzana – Partigiano – Modenesi – Farneto	Rilievi numerici completi, 2013-2021	Rilievo DistoX
Sistema Grotta Serafino Calindri	Rilievo strumentale di dettaglio (da ROSSI, MAZZARELLA 1998)	Rilievo tradizionale
Grotta di Fianco alla Chiesa di Gaibola	Nuova poligonale strumentale, 2021	Rilievo DistoX
Sistema di Monte Croara (Grotta del Ragno)	Rilievi numerici completi, 2011	Rilievo DistoX
Grotte sotto il Castello (Buco del Bosco – Buco dell'Ossobuco – Buco delle Lumache)	Rilievi numerici completi, 2019-2020	Rilievo DistoX
Grotte di Miserazzano (Grotta del Casetto e Buco dei Vinchi)	Digitalizzazione rilievi storici, 1994-1998	Resurvey
<b>Vena del Gesso romagnola</b>		
Sistema della Grotta del Re Tiberio	Digitalizzazione rilievi storici, 1993-2003	Resurvey
Sistema dei Crivellari – Ca' Boschetti	Digitalizzazione rilievi storici, 1995-2001	Resurvey
Sistema del Rio Stella – Rio Basino – Abisso Bentini	Rilievi numerici completi, 1992-2018 e digitalizzazione rilievi storici	Rilievo tradizionale + Rilievo DistoX + Resurvey
Sistema Risorgente Sempal	Rilievi numerici completi, 2006-2017	Rilievo Tradizionale
Sistema Rosa Saviotti – Grotta Tanaccia – Buchi Torrente Antico	Digitalizzazione rilievi storici, 1992-2014	Resurvey
Sistema di Ca' Siepe – Rio Gambellaro	Nuova poligonale strumentale, 2018-2020 e digitalizzazione rilievi storici 1994-2008	Rilievo DistoX + Resurvey + Rilievo tradizionale
Sistemi carsici delle doline di Monte Mauro	Digitalizzazione rilievi storici e rilievi numerici completi	Rilievo tradizionale + Resurvey
Grotte di Monte Incisa e Co' di Sasso	Digitalizzazione rilievi storici e rilievi numerici completi	Rilievo tradizionale + Resurvey
Sistema Mornig – Peroni – Risorgente Cavinale	Rilievi numerici completi, 1992-1999	Rilievo tradizionale
Complesso Garibaldi – Fantini	Rilievo numerico completo, 1992	Rilievo tradizionale
Tana della Volpe	Digitalizzazione rilievo storico, 1994	Resurvey

Tab.1 – Elenco dei sistemi carsici analizzati e relativi metodi di elaborazione delle topografie.



Fig. 2 – Grotte riposizionate nell’area bolognese. I codici riportati corrispondono agli identificativi del catasto regionale delle cavità naturali.

buco (Monte Castello) e quello della Grotta del Ragno (Monte Croara), che potrebbero rappresentare i più antichi sistemi preservati nell’area bolognese. Nell’area romagnola, nonostante alcuni sistemi carsici presentino una configurazione analoga, tra cui quello della Grotta del Re Tiberio o del sistema carsico Rio Stella-Rio Basino-Abisso Bentini, il dislivello tra i paleocorsi più antichi e il livello di base è di oltre 200 m (COLUMBU *et alii* 2015). Si è pertanto deciso di trattare le due aree in maniera autonoma, utilizzando una scala di risoluzione diversa per poi confrontare solo in un secondo momento i dati raccolti e la loro elaborazione.

Per aumentare l’attendibilità dei dati e minimizzare l’errore di correlazione tra le varie morfologie di grotta (estratte dai rilievi digitalizzati o le nuove poligonali) con le osservazioni relative al paesaggio esterno (terrazzi fluviali e potenziali terrazzi morfologici), nel corso del 2021 si è provveduto a effettuare il posizionamento geografico e a rilevare l’altimetria degli ingressi di tutte le principali grotte inserite nel progetto. A tal proposito è stato utilizzato il GPS Garmin GPSMAP 65s, riportando sia la quota barometrica che quella GPS e avendo cura di calibrare regolarmente il barometro secondo i punti quotati della CTR 1: 5.000 della Regione Emilia-Romagna. Ad oggi sono state riposizionate 21 grotte nell’area bolognese (fig. 2) e 41

nell’area romagnola (fig. 3). Tali dati verranno utilizzati anche come aggiornamento del catasto delle cavità naturali della Regione Emilia-Romagna gestito dalla Federazione Speleologica Regionale (FSRER).

Tra il 2020 e il 2021 sono stati campionati un totale di 135 frammenti di concrezioni carbonatiche di cui 60 in area bolognese e 75 in area romagnola (tab. 2, fig. 4). Questi sono stati tagliati e catalogati per consentire la scelta di quelli idonei alle datazioni U/Th.

Tra i campioni risultati idonei, sono stati scelti e inviati all’Università Nazionale di Taiwan (Taipei) un totale di 80 campioni (tab. 2).

Infine, nel corso del 2021 è iniziata la campagna di rilevamento dei terrazzi fluviali volta all’identificazione e al rilevamento delle quote delle morfologie fluviali delle valli che intercettano gli affioramenti gessosi oggetti del presente studio. Per il rilevamento delle quote è stato utilizzato lo stesso strumento adottato per gli ingressi delle grotte (Garmin GPSMAP 65s). Tale attività è inoltre supportata da osservazioni ed elaborazioni attraverso l’uso di software GIS di modelli digitali del terreno (DTM5x5) e modelli digitali di elevazione (DSM2x2) della Regione Emilia-Romagna e sarà implementata attraverso l’utilizzo del software di analisi geomorfologica LSDTopoTools sviluppato dal gruppo di ricerca “Land Surface Dynamics” dell’Università di Edimburgo (Scozia).

*Risultati preliminari: il sistema carsico del Re Tiberio e l'Abisso Luciano Bentini a confronto*

Prima di discutere i risultati preliminari, è necessaria una premessa per introdurre i concetti e le terminologie che verranno successivamente elaborati. Se è vero che le grotte epigenetiche dei gessi messiniani presentano molte similitudini tra loro, è altrettanto vero che queste si trovano in contesti molto diversi, caratterizzati da diverse distanze planimetriche rispetto a quello che è il livello di base locale (i principali corsi d'acqua), da importanti differenze negli spessori degli ammassi rocciosi, da diversi tassi di sollevamento tettonico in funzione del settore in cui si trovano e a distanze diverse da quello che è invece il livello di base globale (il mare). Questi elementi devono essere presi tutti in considerazione, in quanto possono lasciare un segno diverso nelle morfologie e nell'evoluzione dei singoli sistemi carsici. Inoltre, l'osservazione e l'analisi geomorfologica delle grotte nei gessi può essere effettuata a diverse scale. Sebbene infatti si possano trovare gallerie sub-orizzontali che si sono formate in

equilibrio con il livello di base locale (indicate come "livelli" di grotta), più in dettaglio è possibile invece osservare nelle pareti di queste gallerie dei paleo-livelli di stazionamento a cui ci riferiremo con il termine di "paleocorsi" (fig. 5). Mentre i primi forniscono informazioni generali riguardanti l'evoluzione a scala multi-millennaria di sistemi carsici multilivello in funzione di importanti variazioni del livello di base (es. COLUMBU *et alii* 2015), i secondi possono indicare gli step evolutivi delle singole gallerie e possono essere particolarmente utili per lo studio dei sistemi che non presentano numerosi livelli sovrapposti. In questo articolo tratteremo esclusivamente l'analisi dei livelli principali delle gallerie di grotta, le cui quote saranno approssimate a partire dallo sviluppo delle sole poligonali dei rilievi topografici.

L'analisi della distribuzione delle quote ad intervalli altimetrici di 3 m realizzata con il software Compass ha restituito, come previsto, un'ottima corrispondenza con i livelli precedentemente individuati attraverso l'analisi visiva dei rilievi delle grotte, anche se alcune differenze possono essere riscontrate in termini

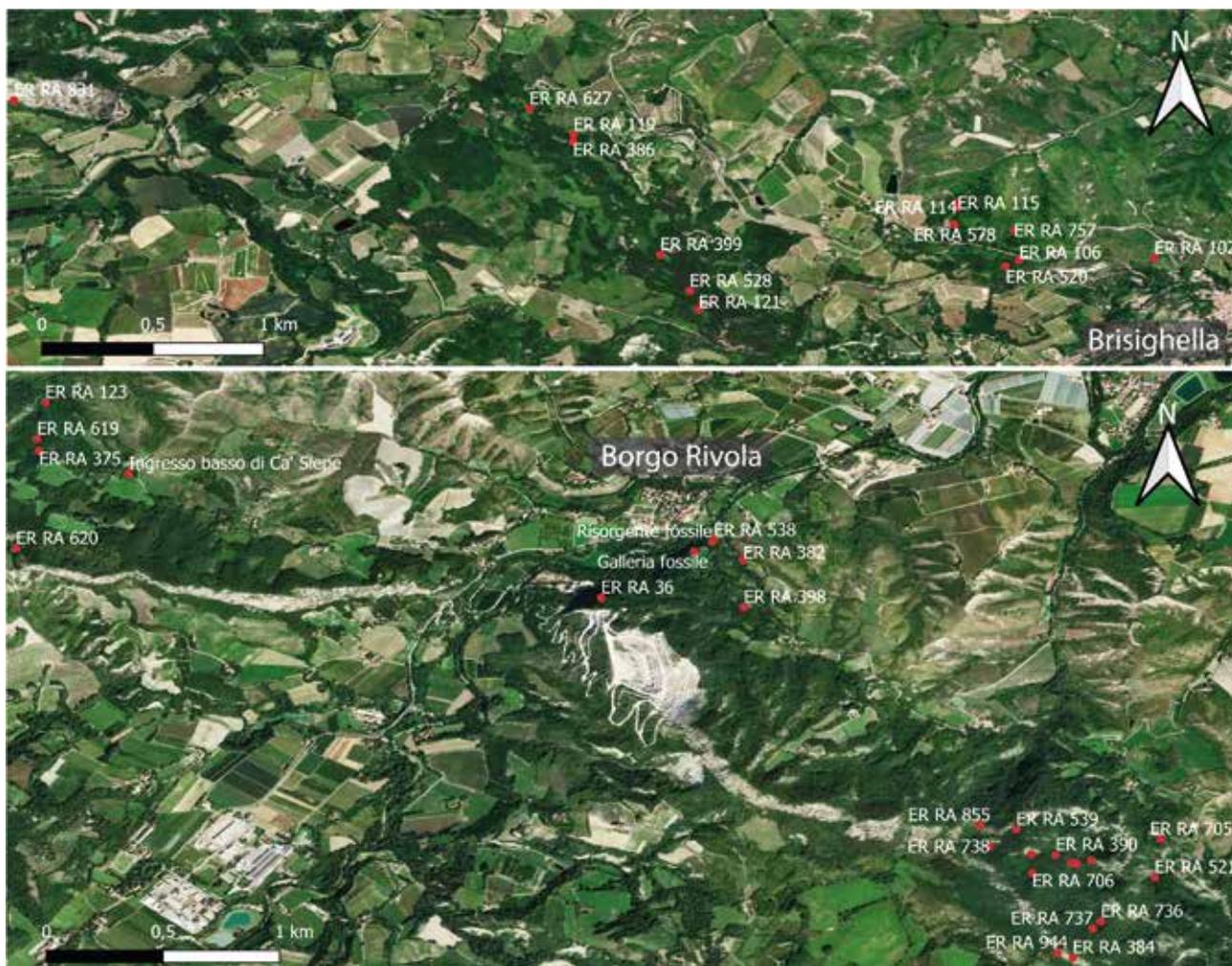


Fig. 3 – Grotte riposizionate nell'area del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola. I codici riportati corrispondono agli identificativi del catasto regionale delle cavità naturali.



Fig. 4 – Speleotemi campionati in superficie (punti gialli) e ingressi delle grotte dove sono stati prelevati campioni (punti azzurri) nell'area bolognese (sopra) e nell'area del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola (sotto).

di quote assolute, dovute alla rilevazione di quote diverse degli ingressi delle cavità (DE WAELE *et alii* 2013). Tuttavia, l'analisi numerica delle quote ha permesso di individuare dei potenziali ulteriori livelli e dei probabili sub-livelli che nello studio precedente erano stati considerati come livelli unici (fig. 6). Più in dettaglio, il livello più giovane del sistema, la cui formazione è riferita all'ultimo periodo glaciale (MIS 2 – circa 20.000 anni fa) in COLUMBU *et alii* (2015) è stato riscontrato alla quota di circa 129 m s.l.m. Il livello sovrastante, formatosi probabilmente nel corso della fase fredda avvenuta circa 70.000 anni fa (MIS4), può essere riferito a due sub-livelli distinti, identificati rispettivamente alle quote di circa 156 e 165 m s.l.m (fig. 6). Lo stesso si osserva per il livello principale di tutto il sistema carsico, formatosi probabilmente circa 90.000 anni fa (MIS5b, COLUMBU *et alii* 2015), che nell'elaborazione numerica del rilievo appare suddiviso in due sub-livelli alle quote, rispettivamente di 180 m s.l.m. (tratto storico della grotta) e circa 190-195 m s.l.m. Al di sopra di questo livello principale, alla quota di circa 210 m s.l.m., si osserva un possibile livello

non individuato nello studio del 2015. Procedendo verso l'alto si evince un'ottima corrispondenza tra il livello probabilmente formatosi circa 110.000 anni fa (MIS5d) di COLUMBU *et alii* (2015) e quello osservato alla quota di circa 228 m s.l.m nell'elaborazione digitale del rilievo. Il livello più antico, formatosi durante una fase fredda antecedente l'ultimo interglaciale (probabilmente circa 190.000 anni fa) corrisponde infine a due livelli minori che si sviluppano alle quote di circa 252 e 267 m s.l.m. Resta quindi da chiarire se questi “nuovi” livelli costituiscano effettivamente dei sub-livelli, e quale siano le implicazioni geologiche, speleogenetiche e climatiche.

Distogliamo per un momento l'attenzione dal sistema carsico del Re Tiberio per parlare di un altro importante sistema che, per il contesto nel quale si sviluppa, potrebbe fornirci ulteriori informazioni per comprendere meglio l'evoluzione speleogenetica (e non solo) locale: l'Abisso Luciano Bentini (già noto come Abisso F10). Tale grotta, tuttora in esplorazione, si sviluppa per oltre 2,5 km con un dislivello pari a circa 200 m e drena parte delle acque che confluiscono all'interno

del sistema carsico Rio Stella-Basino (che può essere considerato la sua risorgente principale), che emergono poi alla quota di circa 153 m s.l.m. L'importante dislivello le conferisce la potenzialità di aver registrato periodi prolungati di stazionamento del livello di base locale portando alla formazione di livelli sub-orizzontali, così com'è avvenuto per il sistema carsico del Re Tiberio. Dall'osservazione della sezione del rilievo dell'Abisso Bentini è emersa la presenza di almeno 4 livelli principali, il più importante dei quali (circa 240 m s.l.m.) è stato correlato con il livello principale del sistema carsico del Re Tiberio, formatosi probabilmente 90.000 anni fa (CHIARINI *et alii* 2019). L'elaborazione dei livelli di grotta, eseguita considerando finestre altimetriche di 3 m come nel caso del Re Tiberio, ha confermato la presenza dei 4 livelli già osservati, che presentano tra loro dislivelli che variano tra 20 e 30 m, e di un possibile ulteriore livello intermedio tra i due più giovani (fig. 7). Il livello più elevato si sviluppa alla quota di circa 290 m s.l.m. e corrisponde al ramo che conduce alla Sala del Tè e al sifone di sabbia che si trova alla base del pozzo delle lame. Un secondo livello

si sviluppa alla quota di circa 267 m s.l.m. e corrisponde al tratto di grotta compreso tra la diramazione che conduce alla Sala del Tè e quella del ramo Martina. Combinando l'osservazione del rilievo della grotta con il risultato della distribuzione delle tratte del rilievo in funzione della profondità, i due picchi identificati in fig. 7 alle quote di 240 e 246 m s.l.m. possono essere considerati come appartenenti allo stesso livello principale e corrispondono al ramo Martina e al ramo della Fontana Zen. Alla quota di 230 m s.l.m. si riscontra la presenza di un possibile ulteriore livello, che però non è chiaramente identificabile nel rilievo ed una verifica sul terreno sarebbe necessaria per poterlo confermare. Il ramo attivo del vecchio fondo rappresenta l'ultimo e più recente livello che si sviluppa tra le quote di 213 e 220 m s.l.m., mentre l'ultimo picco in fig. 7, alla quota di 207 m s.l.m. non è chiaro dal rilievo se possa essere considerato un livello a sé stante o se faccia parte del livello precedente. Pertanto, in assenza di ulteriori osservazioni sul terreno, verrà considerato come un unico livello in questa fase.

Da un confronto fra i due sistemi carsici si riscontra

Area geografica	Concrezioni campionate	Concrezioni campionate all'esterno scelte per le datazioni U/Th		Concrezioni campionate in grotta scelte per le datazioni U/Th	
Gessi Bolognesi	60	2	Dolina della Goibola	2	Grotta della Spipola
		1	Dolina della Spipola nei pressi del Buco dei Sambuchi	2	Inghiottitoio delle Selci
		1	Nel bordo della Dolina dell'Inferno	4	Inghiottitoio dell'Acquafredda
		1	Sentiero vicino ingresso del Farneto	3	Grotta del Partigiano-Modenesi
				3	Grotta del Farneto
		1	Dolina Buco dei Buoi	4	Grotta Calindri
				1	Buco dei Vinchi
				1	Inghiottitoio della Cava a Filo
				2	Buco del Bosco
				2	Buco dei Buoi
				2	Grotta Chiesa di Gaibola
				1	Grotta Novella
Vena del Gesso romagnola	75	19	Gessi di Monte Mauro	1	Grotta del Rientro
		5	Gessi di Monte della Volpe e Monte Tondo	1	Grotta del Re Tiberio
				1	Abisso Mezzano
		7	Gessi di Monte del Casino	2	Abisso Lusa
				1	Grotta Lanzoni
				3	Grotta Ca' Siepe
		1	Gessi di Brisighella e Rontana	1	Abisso Fantini
				2	Abisso Mornig
2	Abisso Garibaldi				

Tab. 2 – Concrezioni campionate nelle due aree di studio e concrezioni scelte per le datazioni U/Th.

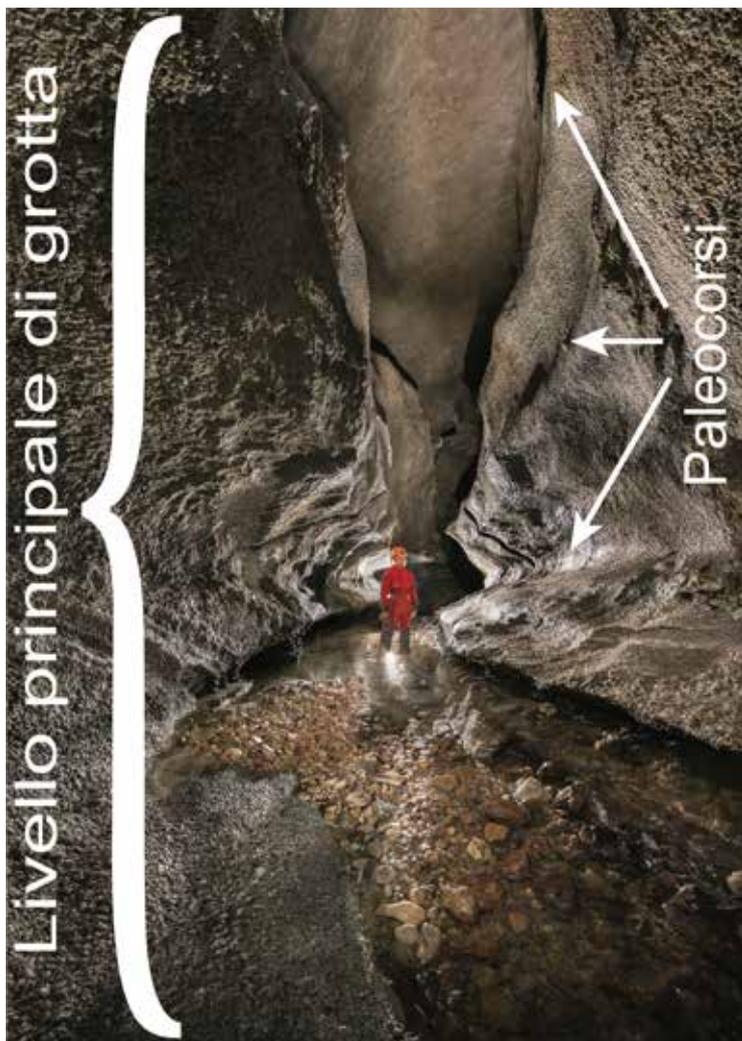


Fig. 5 – Meandro della Grotta risorgente del Rio Basino. Esempio esplicativo delle differenti scale di osservazione prese in considerazione nel progetto *Evo/Gyps* (foto P. Lucci, modif.).

un'ottima corrispondenza in termini di dislivelli tra il livello di base locale attuale (la Risorgente del Rio Basino per l'Abisso Bentini e il fondovalle del Torrente Senio per il complesso del Re Tiberio) e i due livelli principali osservati nell'Abisso Bentini, e quelli del complesso carsico del Re Tiberio formatisi, rispettivamente 70 e 90 mila anni fa (MIS 4 e MIS5b in fig. 8). Pertanto, i primi, potrebbero avere la stessa età dei livelli del sistema carsico del Re Tiberio (riquadri neri in fig. 8). Si trova infine una buona corrispondenza tra il possibile livello dell'Abisso Bentini individuato alla quota di 230 m s.l.m. e il livello che corrisponde al tratto storico del Re Tiberio (freccie rosse in fig. 8). Anche in questo caso, sebbene appaia ragionevole attribuirli al livello sovrastante, che costituisce in entrambi i sistemi carsici il livello più sviluppato in termini di estensione spaziale, risulta comunque un dato interessante da considerare per ulteriori elaborazioni ed interpretazioni di dettaglio. La corrispondenza tra i due sistemi non è invece evidente spostandosi verso l'alto e, quindi, verso le porzioni di grotta più antiche (freccie tratteggiate in fig. 8). Mentre l'evoluzione dei due sistemi carsici a partire dal livello maggiormente

sviluppato appare "in fase", la stessa cosa non avviene quindi per le porzioni più antiche (fig. 8). Ad oggi le acque che vengono drenate dall'Abisso Bentini confluiscono all'interno della grotta di attraversamento Rio Stella-Basino, il cui torrente ne costituisce l'attuale livello di base (EVILIO 2010). Il Rio Basino, a sua volta, dopo aver percorso la sua omonima forra, si immette nel Torrente Senio in prossimità della località Isola. Attualmente, entrambi i sistemi carsici risultano essere influenzati dalle dinamiche evolutive del Torrente Senio. Considerando inoltre la distanza tra i due sistemi, appare improbabile che gli ammassi rocciosi di cui fanno parte siano (o siano stati) interessati da tassi di sollevamento della catena appenninica significativamente diversi tra loro, soprattutto in una scala temporale così ristretta. Pertanto, in prima approssimazione, si potrebbe ipotizzare che, almeno a partire dal momento in cui il livello principale del complesso carsico del Re Tiberio si iniziò a sviluppare, l'evoluzione di entrambi i sistemi sia stata strettamente influenzata dall'evoluzione fluviale del Torrente Senio. Le differenze riscontrate per le porzioni probabilmente più antiche di entrambi i sistemi, suggerirebbero la

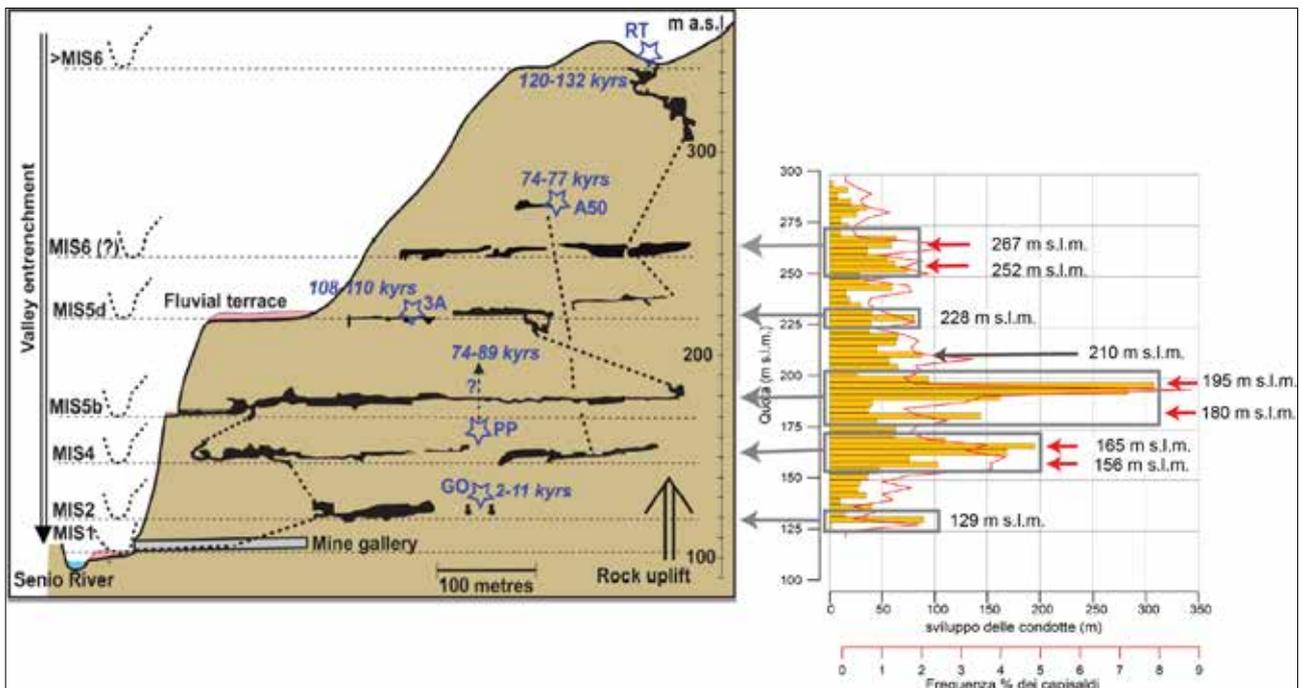


Fig. 6 – Il complesso carsico del Re Tiberio. Sinistra: schema dei principali livelli di grotta e periodo di formazione (da COLUMBU *et alii* 2015). Destra: Distribuzione degli sviluppi delle tratte della poligonale del rilievo (istogramma) e frequenza dei capisaldi in funzione di classi altimetriche di 3 m. I riquadri e le frecce grigie mettono in relazione i livelli dello studio di COLUMBU *et alii* (2015) con quelli osservati dall'analisi delle distribuzioni delle tratte della poligonale del rilievo in funzione della profondità. Le frecce rosse indicano possibili sub-livelli, mentre la freccia nera indica un potenziale livello non riscontrato nello studio del 2015.

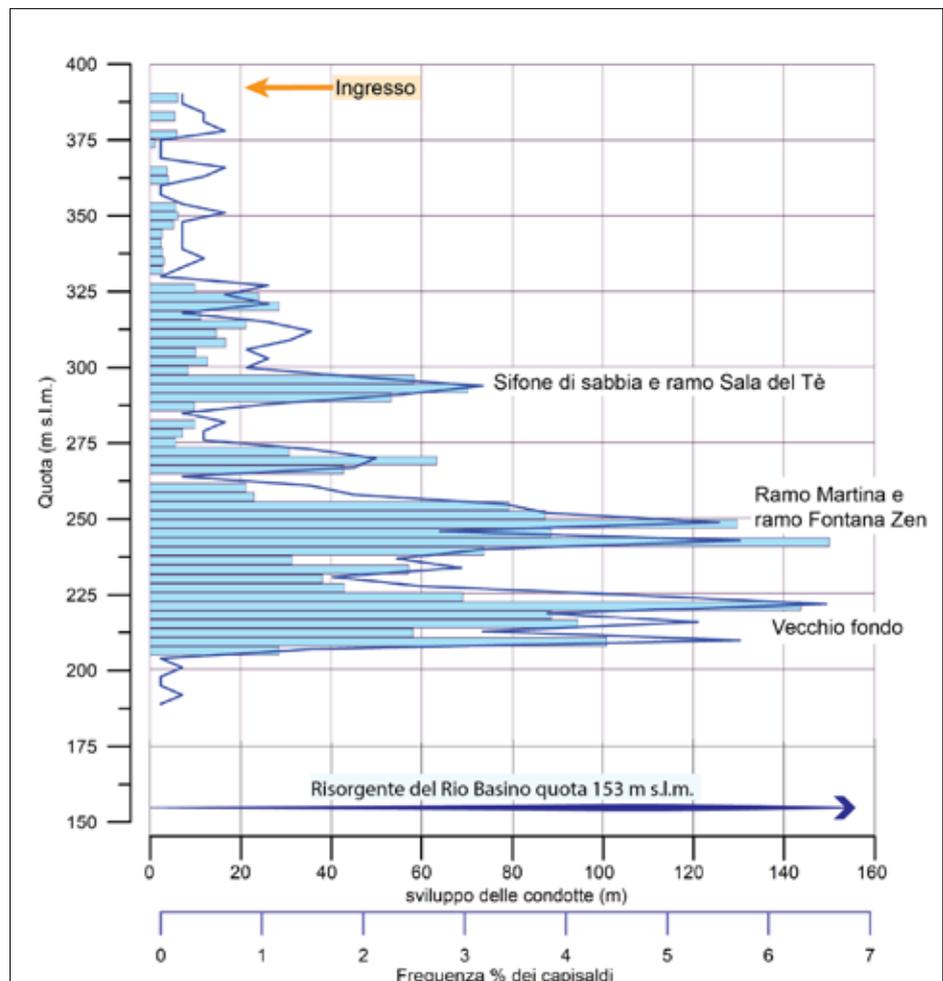


Fig. 7 – Distribuzione degli sviluppi delle tratte della poligonale del rilievo (istogramma azzurro) e frequenza percentuale dei capisaldi (linea blu) in funzione di classi altimetriche di 3 m dell'Abisso Luciano Bentini.

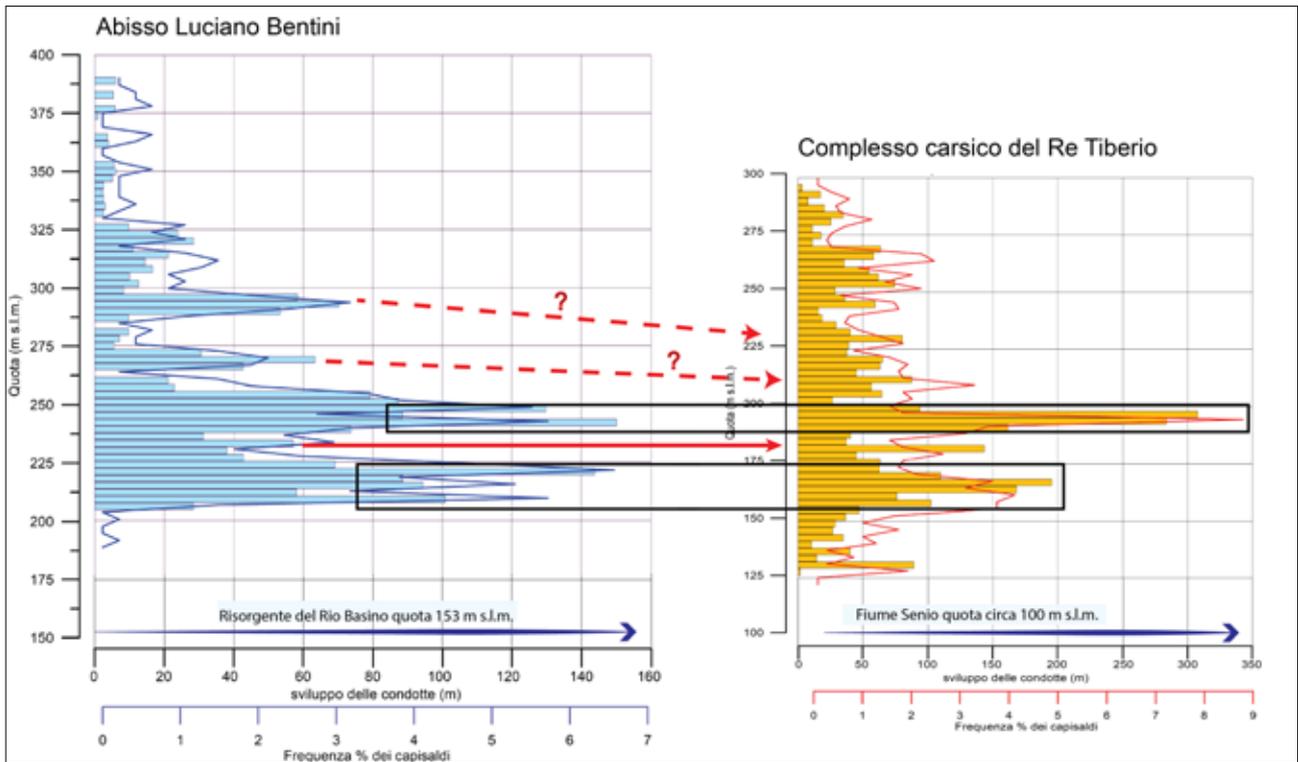


Fig. 8 – Confronto tra la distribuzione delle tratte della poligonale in funzione della profondità dell'Abisso Luciano Bentini (sinistra) e del complesso carsico del Re Tiberio (destra).

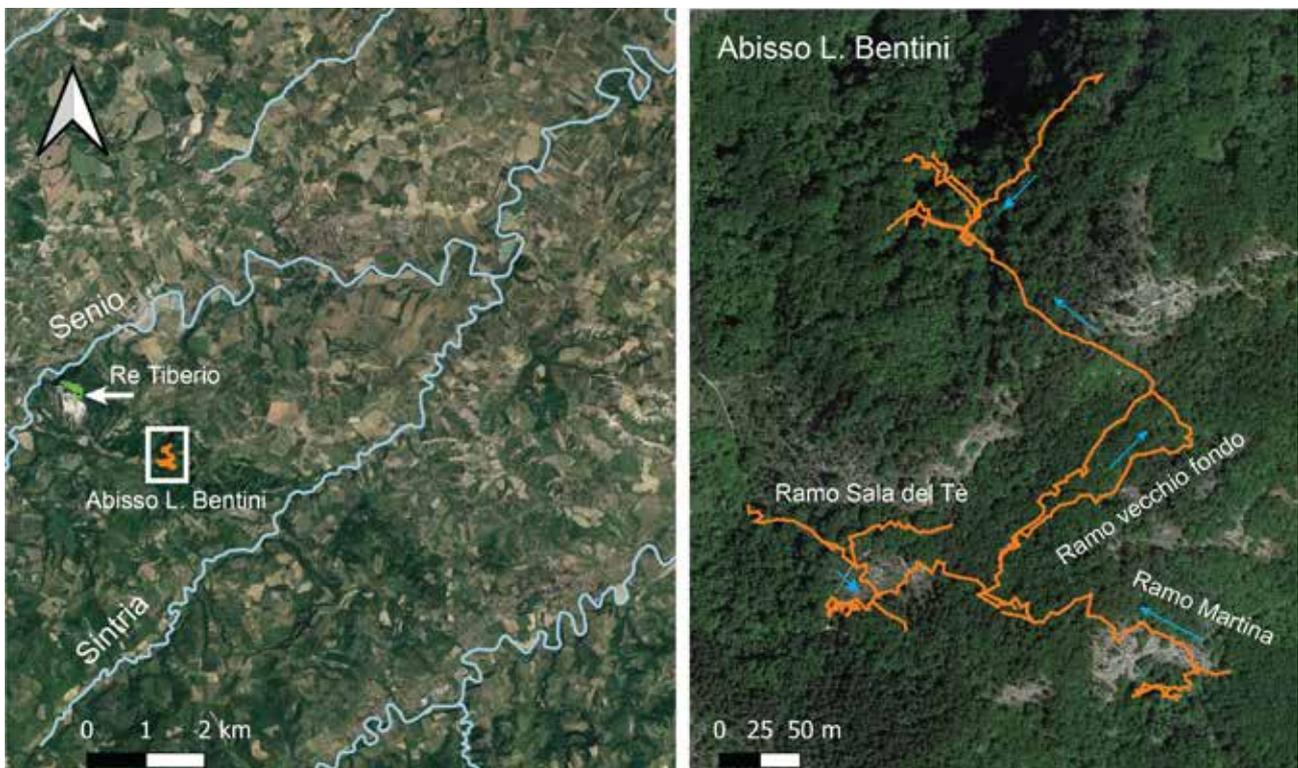


Fig. 9 – Sinistra: immagine satellitare della valle del Senio e del Sintria. Sono evidenziati in azzurro i corsi d'acqua, in verde il sistema carsico del Re Tiberio e in arancione l'Abisso Luciano Bentini. Destra: sviluppo in pianta dell'Abisso Luciano Bentini; le frecce azzurre indicano la direzione dell'acqua o l'inclinazione delle gallerie.

presenza di un qualche fattore che abbia influenzato i due sistemi indipendentemente l'uno dall'altro. Se escludiamo il tasso di sollevamento tettonico per i motivi sopra descritti, l'unico altro importante fattore rimane l'evoluzione del sistema idrografico. In altre parole, le evidenze geomorfologiche presenti nel reticolo carsico sembrano indicare l'afferenza, in passato, del sistema carsico del Re Tiberio e dell'Abisso Bentini a due distinti bacini idrografici. Va menzionato che, durante l'evoluzione geomorfologica di quest'area, il Torrente Senio è stato catturato dal Torrente Sintria, come è facilmente osservabile dallo sviluppo topografico odierno (fig. 9). Tale evento è potenzialmente avvenuto tra 200.000 e 75.000 anni fa (MARABINI, VAI 2013), periodo che ben si raccorda con il momento a partire dal quale i due sistemi carsici iniziarono ad evolvere in fase. Ne consegue che, prima della cattura fluviale, le acque drenate dal paleo Abisso Bentini non venissero recapitate al Torrente Senio, ma ad un altro corso d'acqua principale che potrebbe corrispondere a quello che è ora il Torrente Sintria. Lo sviluppo in direzione sud-est dei rami più antichi dell'Abisso Bentini, seguito da un brusco cambio di direzione di drenaggio delle acque verso nord/nord-est dei rami più giovani, potrebbe costituire un ulteriore indizio a supporto di questa ipotesi (fig. 9). Tuttavia, sebbene lo scenario appena descritto appaia plausibile, si tratta comunque di un'osservazione preliminare che andrà ulteriormente indagata. Difatti, per il momento è stata considerata assodata l'età più antica dei livelli di grotta in base alla quota, in quanto nelle grotte epigeniche nei gessi messiniani i livelli più giovani si trovano normalmente alle quote più basse. Tuttavia, se i rami alti dell'Abisso Bentini (cioè la zona della Sala del Tè e del sifone di sabbia) si fossero invece formati in età più recente rispetto ad altre parti della grotta, l'interpretazione andrebbe rimodulata.

### Conclusioni

Gli studi realizzati negli ultimi decenni sul sistema carsico del Re Tiberio sono stati di fondamentale importanza per la comprensione del potenziale intrinseco delle morfologie di queste grotte nello studio dell'evoluzione del paesaggio, costituendo una solida base per lo sviluppo del progetto *EvolGyps*. I risultati preliminari sono promettenti, confermando l'importanza del progetto. Tale studio presenta una concreta occasione per rafforzare e, in alcuni casi completare, i dati geomorfologici di superficie e in particolare l'evoluzione del reticolo fluviale del margine settentrionale dell'Appennino emiliano-romagnolo. Le conoscenze generate da questo studio potranno inoltre sostenere

la candidatura avanzata dalla Regione Emilia-Romagna, con forte supporto da parte della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna e di numerosi speleologi, per inserire i fenomeni carsici nelle evaporiti regionali nella lista dei Patrimoni Mondiali UNESCO, con lo scopo di favorirne la tutela e la valorizzazione.

### Bibliografia

- L. ALESSANDRI, G.L. CARDELLO, P.A.J. ATTEMA, V. BAIOCCHI, F. DE ANGELIS, S. DEL PIZZO, F. DI CIACCIO, A. FIORILLO, M. GATTA, F. MONTI, M. ONORI, M.R. ROLFO, M. ROMBONI, G. SOTTILI, S. TROISI 2021, *Reconstructing the Late Pleistocene – Anthropocene interaction between the neotectonic and archaeological landscape evolution in the Apennines (La Sassa cave, Italy)*, “Quaternary Science Reviews” 265, 107067.
- A. ALESSANDRINI, D. BERTOLANI MARCHETTI, M. BERTOLANI, E. BORGHI, D. CANOSSINI, G. CATELLANI, G. CARVI, M. CHIESI, G. FONTANESI, W. FORMELLA, P. FORTI, F. FRANCAVILLA, F. LUSETTI, G. MORELLI, P. PATERI, E. PRATA, E. RABBI, C. TELLINI, S. TAGLIAVINI 1988, *L'area carsica dell'alta Val di Secchia, studio interdisciplinare dei caratteri ambientali*, “Studi e Documentazioni” 42, pp. 1-303.
- F. ANTONIOLI, E. BARD, E.-M. POTTER, F. SILENZI, S. IMPROTA 2004, *215-ka History of sea-level oscillations from marine and continental layers in Argentarola Cave speleothems (Italy)*, “Global and Planetary Change” 43, 1-2, pp. 57-78.
- E. BARD, F. ANTONIOLI, F. SILENZI 2002, *Sea-level during the penultimate interglacial period based on a submerged stalagmite from Argentarola Cave (Italy)*, “Earth and Planetary Science Letters” 196, 3-4, pp. 135-146.
- M. BINI, G. ZANCHETTA, R.N. DRYSDALE, B. GIACCIO, P. STOCCHI, M. VACCHI, J.C. HELLSTROM, I. COUCHOUD, L. MONACO, A. RATTI, F. MARTINI, L. SARTI 2020, *An end to the Last Interglacial highstand before 120 ka: Relative sea-level evidence from Infreschi Cave (Southern Italy)*, “Quaternary Science Reviews” 250, 106658.
- C. BOTTEGARI 1612, *Relazione di un viaggio all'acqua salata di Minozzo in quel di Reggio (di Modena)*, Modena.
- V. CHIARINI, L. GRILLANDI, S. OLIVUCCI, K. POLETTI, J. DE WAELE 2019, *L'Abisso Luciano Bentini (F10) nell'ambito dell'evoluzione quaternaria della Vena*

- del Gesso*, in M. COSTA, P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Monte Mauro*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXIV), Bologna, pp. 235-242.
- A. COLUMBU, P. AUDRA, F. GÁZQUEZ, I.M. D'ANGELI, J.-Y. BIGOT, G. KOLTAI, R. CHIESA, T.-Y. YU, H.-M. HU, C.-C. SHEN, C. CARBONE, V. HERESANU, J.-C. NOBÉCOURT, J. DE WAELE 2021, *Hypogenic speleogenesis, late stage epigenic overprinting and condensation-corrosion in a complex cave system in relation to landscape evolution (Toirano, Liguria, Italy)*, "Geomorphology" 476, 107561.
- 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" 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" 42, 10, pp. 1447-1459.
- I.M. D'ANGELI, M. NAGOSTINIS, C. CARBONE, S.M. BERNASCONI, V.J. POLYAK, L. PETERS, W.C. MCINTOSH, J. DE WAELE 2019, *Sulfuric acid speleogenesis in the Majella Massif (Abruzzo, Central Apennines, Italy)*, "Geomorphology" 333, pp. 167-179.
- J. DE WAELE, F. FERRARESE, D.E. GRANGER, F. SAURO 2012, *Landscape evolution in the Tacchi area (central-east Sardinia, Italy) based on karst and fluvial morphology and age of cave sediments*, "Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria" 35, pp. 119-127.
- J. DE WAELE, G. PASINI 2013, *Intra-messinian gypsum palaeokarst in the Northern Apennines and its palaeogeographic implications*, "Terra Nova" 25, 3, pp. 199-205.
- J. DE WAELE, F. FABBRI, P. FORTI, P. LUCCI, S. MARABINI 2013, *Evoluzione speleogenetica del sistema carsico del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola)*, 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 81-102.
- 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*, Bologna, pp. 25-59.
- D.C. FORD, P.W. WILLIAMS 2007, *Karst Hydrogeology and Geomorphology*, Chichester.
- R. EVILIO 2010, *Le esplorazioni*, 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. 64-68.
- S. MARABINI, G.B. VAI 1989, *Geology of the Monticino quarry, Brisighella, Italy. Stratigraphic implications of its late Messinian mammal fauna*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 369-382.
- S. MARABINI, G.B. VAI 2013, *Gli antichi fondovalle della Vena del Gesso nei dintorni di Monte Tondo (Romagna occidentale)*, 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 15-44.
- L. PICCINI, R.N. DRYSDALE, H. HEIJNIS 2003, *Karst morphology and cave sediments as indicators of the uplift history in the Alpi Apuane (Tuscany, Italy)*, "Quaternary International" 101-102, pp. 219-227.
- L. PICCINI, J. DE WAELE, E. GALLI, V.J. POLYAK, S.M. BERNASCONI, Y. ASMEROM 2015, *Sulphuric acid speleogenesis and landscape evolution: Montecchio cave. Albegna river valley (Southern Tuscany, Italy)*, "Geomorphology" 229, pp. 134-143.
- 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, G. SANSAVINI 2021, *Nuove evidenze sulla circolazione idrica sotterranea delle fonti carsiche di Poiano (Appennino reggiano)*, Bologna.
- A. ROSSI, B.S.L. MAZZARELLA 1998, *La Grotta Calindri: dati e considerazioni sui suoi riempimenti fisici*, "Sottoterra" 107, pp. 33-51.
- F. SAURO, M.G. FELLIN, A. COLUMBU, P. HÄUSELMANN, A. BORSATO, C. CARBONE, J. DE WAELE 2021, *Hints of the Late Miocene Evolution of the Tonale-Adamello-Brenta Region (Alps, Italy) Based on Allochthonous Sediments From Raponzolo Cave*, "Frontiers in Earth Science" 9, 672119.

Ringraziamenti: si ringrazia la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna per il supporto economico che ha reso possibile il progetto e tutti gli speleologi appartenenti ai gruppi federati (in particolare a: SGAM, GSB-USB, CVSC, GSFa, RSI) che hanno partecipato e stanno partecipando attivamente alla raccolta dei dati (campionamenti di concrezioni e realizzazione di rilievi di grotte) fondamentali per la realizzazione del progetto stesso.

## LE GROTTI E I SISTEMI CARSICI DI MONTE TONDO. UNA RICOSTRUZIONE 3D TRAMITE IL SOFTWARE CSURVEY

LUCA PISANI<sup>1</sup>, PIERO LUCCI<sup>2</sup>

### Riassunto

I rilievi cartacei delle grotte e dei sistemi carsici dell'area di Monte Tondo, realizzati durante le esplorazioni e gli studi dello Speleo GAM Mezzano (RA), sono stati digitalizzati tramite la funzione *resurvey* del software cSurvey. Tale strumento consente di ricreare la poligonale di un rilievo topografico tramite la selezione di punti (capisaldi) eseguita manualmente e digitalmente sul disegno della cavità in pianta e sezione longitudinale. Tale operazione permette di ricostruire i dati numerici della poligonale e di visualizzare la stessa all'interno di appositi software GIS e modelli 3D. In questo lavoro vengono presentate le principali grotte di Monte Tondo che sono state oggetto dell'operazione di *resurvey*, e i loro rispettivi sistemi carsici.

**Parole chiave:** Rilievo topografico, modelli 3D, cSurvey, *resurvey*, GIS.

### Abstract

*The topographic surveys of the caves and karst systems of Mt. Tondo (Messinian Gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola, Northern Italy), acquired during the explorations and the studies by the Speleo GAM Mezzano (RA), were digitized using the resurvey tool of the cSurvey software. This tool allows recreating the survey shots of a topographic survey by a manual and digital selection of points (survey stations) on the cave sketch, both in plan and longitudinal section. This operation allows also reconstructing the numerical data of the topographic survey and handle it within GIS software and 3D models. This work presents the main caves of Monte Tondo that were resurveyed and their related karst systems.*

**Keywords:** Topographic Survey, 3D Models, cSurvey, Resurvey, GIS.

### Introduzione

Il rilievo topografico di una cavità è lo strumento indispensabile per rappresentare nello spazio l'ubicazione e l'andamento di una grotta. Se con i classici rilievi disegnati sulla carta questa rappresentazione si limitava alle due proiezioni in pianta e sezione longitudinale, oggi, soprattutto grazie allo sviluppo di software ed *app* per il rilievo speleologico (ad esempio Compass, Therion, cSurvey, Topodroid, PocketTopo, etc.), è possibile visualizzare in maniera automatica e senza apparenti difficoltà l'andamento tridimensionale di una cavità (HEEB 2009). Queste rappresentazioni 3D permettono una chiave di lettura innovativa e potente per indagare l'andamento spaziale e morfologico di una grotta. I più recenti sviluppi della tecnologia laser scanner consentono di raggiungere dettagli ancora più impressionanti, essendo l'acquisizione dei dati direttamente *in situ*, e godendo di una

risoluzione e di un'accuratezza decisamente maggiore, la quale consente di rappresentare fedelmente non solo l'andamento, ma anche il volume reale dei vuoti. Vale la pena sottolineare che i modelli 3D calcolati dai tradizionali rilievi speleologici sono una riproduzione approssimata, ma pur sempre rappresentativa, del volume reale della cavità e, se non altro, permettono di visualizzare immediatamente l'andamento dei condotti sotterranei nelle tre dimensioni dello spazio e in relazione alla superficie topografica o alle altre cavità presenti nelle vicinanze. Inoltre, la possibilità di manipolare i dati numerici di un rilievo tramite software speleologici permette innumerevoli benefici nell'ambito della gestione dei dati per calcoli quantitativi (estrazione di informazioni su quote, distanze, dislivelli, orientamento, etc.) e per la raffigurazione del rilievo (sia esso in 3D o classico in pianta/sezione) su sistemi informativi geografici GIS (ALBERT 2017). Qualora i dati numerici di un rilievo speleologico non

<sup>1</sup> GSB-USB APS, Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese, Bologna (BO) / Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento BIGEA, Bologna (BO) - lucapiso94@gmail.com

<sup>2</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano - pierolucci@libero.it

siano disponibili o si voglia ricostruire direttamente i dati di un rilievo storico, è possibile calcolare la poligonale di una cavità a partire dal suo disegno tramite il software cSurvey. Sebbene questo processo non sia privo di errori, esso rappresenta uno degli unici metodi a disposizione per ottenere i dati numerici laddove essi non siano più disponibili e/o non vi sia la possibilità (o necessità) di eseguire un nuovo rilievo topografico *ex novo*. Tale operazione è stata eseguita sulle cavità dell'area carsica di Monte Tondo, in cui i dati numerici delle poligonali erano mancanti. Ciò ha permesso di creare un modello 3D in cui visualizzare le poligonali di tutte le grotte affini ai due grandi sistemi carsici della zona, il sistema Abisso Mezzano - Grotta del Re Tiberio e quello della Buca Romagna - Risorgente a nord-ovest di Ca' Boschetti. Alle venticinque poligonali ricalcolate e digitalizzate a partire dai disegni dei rilievi storici, le poligonali di tre nuove grotte rilevate nel 2021 con tecniche moderne (DistoX e Topodroid) sono state aggiunte nel modello per completarne il quadro conoscitivo.

### Resurvey

La funzione *resurvey* presente nel software cSurvey permette di ricostruire i dati di una poligonale partendo dal disegno di pianta e sezione longitudinale di una cavità. Al fine di ricostruire una poligonale completa e corretta, queste proiezioni (pianta e sezione longitudinale) sono fondamentali e permettono di risalire alle posizioni relative nello spazio dei singoli capisaldi originali. È quindi indispensabile disporre di

un disegno correttamente proiettato in scala da sottoporre all'operazione di *resurvey*. L'operazione è ancora più semplificata nel caso in cui, direttamente nel disegno, siano riportati in modo preciso ed univoco i medesimi punti di capisaldi in entrambe le proiezioni. Il *resurvey* permette di operare direttamente su un'immagine rasterizzata del disegno in maniera digitale. Una volta selezionata l'immagine corrispondente al disegno su cui operare, sia per la pianta che per la sezione, si definiscono manualmente i capisaldi individuati sul disegno, uno per ogni proiezione (fig. 1). Nel caso in cui nel disegno sia presente una parte di poligonale/disegno traslata è possibile definire un punto come traslazione di un altro caposaldo già esistente. Il programma marcherà il nuovo punto come caposaldo traslato, considerandolo opportunamente nei calcoli di restituzione della poligonale. I collegamenti tra i capisaldi vengono specificati manualmente e devono essere definiti sia in pianta che in sezione longitudinale. Una volta definiti tutti i capisaldi, il caposaldo d'origine, e i collegamenti tra di essi, è necessario definire due punti che marcino la scala in cui è stato proiettato e disegnato il rilievo originale. Eseguendo tale operazione per definire la scala metrica sia in pianta che in sezione, il calcolo della poligonale sarà il più accurato possibile. L'inclinazione di un tratto di poligonale verrà infatti calcolata basandosi sul dislivello calcolato in sezione ( $\Delta Y$ ) e la distanza calcolata in pianta ( $\Delta X$ ). Se il rilievo originale oggetto di *resurvey* era già stato disegnato con una proiezione corretta per la declinazione magnetica (orientata al nord geografico), la poligonale ricalcolata non avrà bisogno di ulteriori

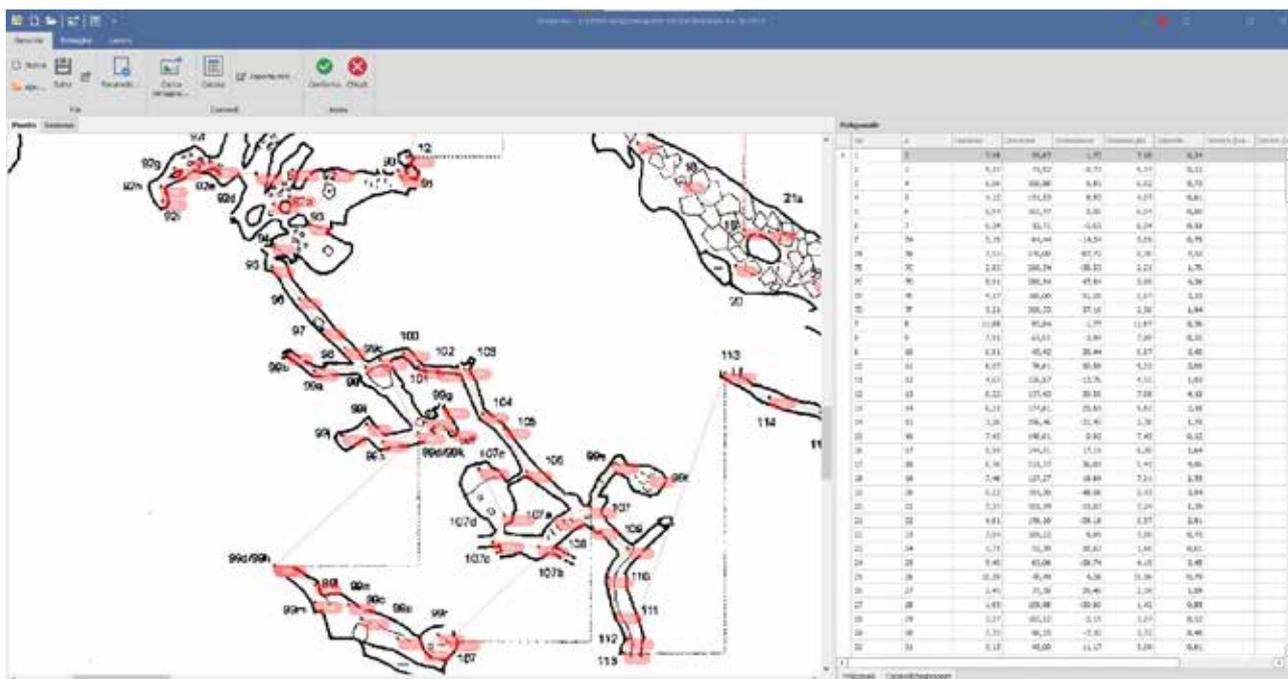


Fig. 1 – Esempio di interfaccia di *resurvey* durante la definizione dei capisaldi in pianta.

<b>N. catasto</b>	<b>Nome</b>	<b>Sviluppo spaz. rilievo originale</b>	<b>Sviluppo spaz. resurvey</b>	<b>Sviluppo plan. rilievo originale</b>	<b>Sviluppo plan. resurvey</b>	<b>Dislivello rilievo originale</b>	<b>Dislivello resurvey</b>	<b>Errore lineare (%)</b>
ER RA 725	Abisso Mezzano	650	630	420	417	139	138	0,62%
ER RA 885	Grotta I nelle gallerie di cava	197	198	?	119	40	38	0,12%
ER RA 886	Grotta II nelle gallerie di cava	176	184	?	150	30	30	0,01%
ER RA 827	Grotta alta che soffia	55	56	42	41	19	18	nd
ER RA 882	Grotta I nei gradoni	224	232	?	137	86	87	nd
ER RA 883	Grotta II nei gradoni	123	123	?	105	53	54	nd
ER RA 884	Grotta III nei gradoni	134	135	?	104	48	49	nd
ER RA 735	Tre Anelli	1074	1038	655	663	144	138	0,40%
ER RA 739	Inghiottitoio del Re Tiberio	168	170	96	92	76	76	nd
ER RA 36-ER RA 826	Complesso Grotta del Re Tiberio Abisso Cinquanta	4434	4369	3788	3523	169	169	2,52% *
ER RA 889	Grotticella del Falco	12	12	?	8	5	5	nd
ER RA 880	Grotta sotto il Re Tiberio	520	590	?	476	55	42	0,89%
ER RA 881	Buca del Crepaccio	60	60	47	39	27	23	nd
ER RA 711	Risorgente a nord-ovest della Tana del Re Tiberio	10	14	9	13	3	3	nd
ER RA 734	Buca Romagna	1249	1194	919	937	117	118	0,56%
ER RA 888	Grotta a sud-est dei Crivellari	22	21	?	10	14	14	nd
ER RA 887	Grotta sotto la scuola dei Crivellari	25	25	?	22	8	8	nd
ER RA 368	Grotta a ovest dei Crivellari	81	96	61	77	25	26	nd
ER RA 704	Grotta Enrica	90	96	71	76	16	14	0,10%
ER RA 398	Grotta Grande dei Crivellari	589	568	460	455	82	82	0,02%
ER RA 382	Grotta I di Ca' Boschetti	800	830	624	638	38	44	2,26%
ER RA 383	Grotta II di Ca' Boschetti	210	211	171	178	30	28	nd
ER RA 846	Grotta III di Ca' Boschetti	85	85	?	60	43	43	nd
ER RA 538	Risorgente a nord-ovest di Ca' Boschetti	30	31	29	30	6	6	nd
<b>Grotte nuove rilevate nel 2021</b>		<b>sviluppo spaz.</b>	<b>sviluppo plan.</b>	<b>dislivello tot.</b>				
ER RA 1013	Grotta nei gradoni a quota 327	8	6	4				
ER RA 1014	Buco del Salvataggio I	8	6	4				
ER RA 1015	Buco del Salvataggio II	6	4	4				

Tab. 1 – Dati catastali a confronto delle grotte presenti nell'area di Monte Tondo.

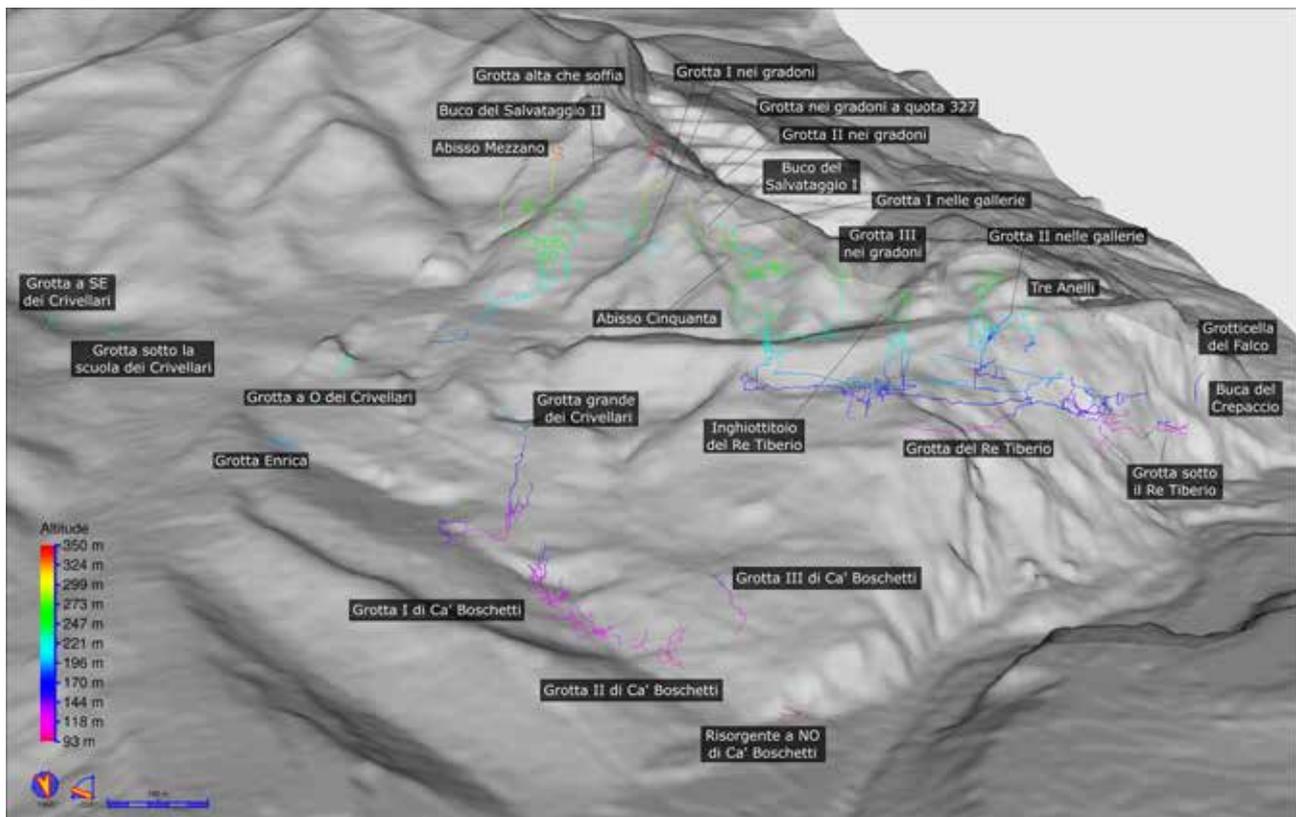


Fig. 2 – Modello 3D visualizzato tramite il software Loch delle grotte di Monte Tondo. Il DTM di base è fornito dalla Regione Emilia-Romagna (5x5 m).

modifiche. In caso contrario, è possibile specificare la declinazione magnetica sia direttamente durante il *resurvey*, che in un secondo momento nelle proprietà del file esportato in formato cSurvey. Nel caso delle grotte di Monte Tondo, molti dei rilievi erano già corretti per la declinazione magnetica, mentre per quelli sprovvisti è stato utilizzato l'algoritmo di correzione geografica presente in cSurvey indicando come data di realizzazione del rilievo quella riportata sul disegno originale e a catasto.

#### *Le poligonali digitalizzate e i sistemi carsici di Monte Tondo*

Per una completa descrizione delle cavità appartenenti all'area carsica di Monte Tondo si rimanda all'articolo dettagliato di ERCOLANI *et alii* 2013, pubblicato nel volume *I Gessi e la cava di Monte Tondo*. Il lavoro qui descritto si limita a presentare l'elenco delle grotte la cui poligonale è stata "resurveyzzata" e i relativi dati di sviluppo spaziale, dislivello, ed errore metrico lineare (espresso in %) in seguito al calcolo della nuova poligonale in cSurvey qualora siano presenti delle tratte chiuse ad anello (tab. 1).

Le poligonali sono state quindi georeferenziate posizionando i capisaldi di ingresso delle singole cavità

ed è ora possibile visualizzarle tramite software GIS, in formato .kml (Google Earth) e in appositi modelli tridimensionali sfruttando software come cSurvey, Loch o Caveview (fig. 2). Si può notare come molte delle poligonali presentino una buona corrispondenza con i dati indicati nei rilievi storici e che gli errori più grandi siano associati ai complessi di estensione maggiore. Inoltre, gli errori lineari, laddove è stato possibile calcolarli in seguito a chiusura di anelli di poligonale, sono sempre risultati molto bassi, ad esclusione del complesso del Re Tiberio-Abisso Cinquanta, dove esso contempla anche l'eventuale errore sui posizionamenti geografici dei capisaldi dei due ingressi. Un'altra stima qualitativa della buona riuscita del *resurvey* è la corrispondenza dei valori di dislivello (e di conseguenza quote s.l.m. dei capisaldi), che ricade sempre all'interno di un range di  $\pm 5/6$  m rispetto ai dati dei rilievi originali. Unica eccezione è la Grotta sotto il Re Tiberio, dove la discrepanza è di 13 m, ma questa potrebbe essere dovuta alla considerazione o meno delle gallerie di cava nel calcolo della poligonale (da noi escluse dal calcolo dei dati).

In sintesi, le principali cavità dell'area di Monte Tondo possono essere suddivise in due distinti sistemi carsici: 1) il sistema Abisso Mezzano – Grotta del Re Tiberio; 2) il sistema Buca Romagna – Risorgente a nord-ovest di Ca' Boschetti (fig. 3).

Il primo sistema ha come principale e più lontano punto di inghiottimento delle acque superficiali quello dell'Abisso Mezzano. Le acque di questa cavità confluiscono nella Grotta del Re Tiberio dopo aver attraversato le Grotte I e II nelle gallerie di cava. A questo sistema fanno capo anche l'Abisso Cinquanta, i Tre Anelli e l'Inghiottitoio del Re Tiberio, cavità con scorrimento idrico attivo, nonché le numerose cavità fossili intercettate dalle gallerie e gradoni di cava nella zona. L'attuale risorgente del sistema è artificiale, dovuta all'intercettazione delle acque ad opera dell'attività estrattiva.

Il secondo sistema inizia invece alla Buca Romagna, dove le acque di infiltrazione vengono convogliate, attraverso un percorso sotterraneo tutt'ora ignoto, nella Grotta Grande dei Crivellari, attraversano le grotte di Ca' Boschetti, ed emergono in superficie alla Risorgente a nord-ovest di Ca' Boschetti. Anche le cavità minori attorno al borgo dei Crivellari (Grotta Enrica, Grotta ad ovest dei Crivellari, Grotta a sud-est dei Crivellari) sono con buona probabilità appartenenti a questo secondo sistema carsico.

### Conclusioni

La possibilità di visualizzare, gestire ed elaborare i dati numerici di un rilievo topografico digitalmente rappresenta una risorsa inestimabile non solo per l'attività speleologica, ma anche per la conoscenza e la divulgazione del patrimonio carsico di un territorio. La visualizzazione 3D dei sistemi carsici di Monte Tondo permette di comprendere le relazioni tra i vari livelli sub-orizzontali delle cavità e le morfologie esterne (ad esempio i terrazzi fluviali), nonché la capacità di calcolare automaticamente quote, dislivelli ed informazioni altimetriche-spaziali su qualsiasi punto di interesse nei rilievi. Qualsiasi lavoro scientifico e di ricerca in grotta, non può prescindere dalla solida base conoscitiva della "geografia" dei vuoti, e questo oggi è ancor più favorito dalla possibilità di lavorare con software di rilievo digitali e completamente *paperless* (PANNUZZO, CORVI 2011; HEEB 2014). Se da un lato questo ha velocizzato, facilitato ed ottimizzato le fasi di acquisizione dei dati, dall'altro ha drasticamente calato l'attenzione dei rilevatori verso la com-

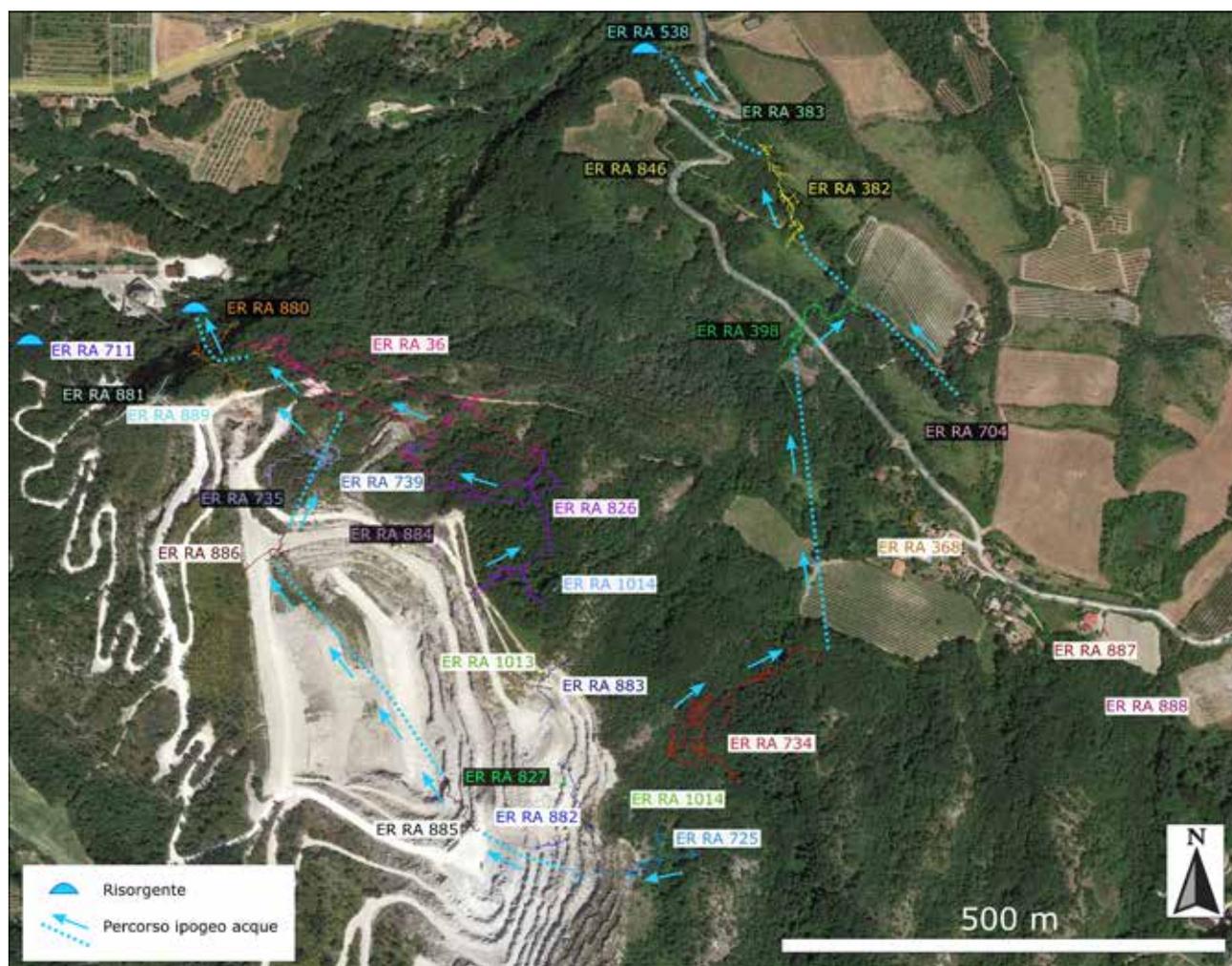


Fig. 3 – Poligonali digitalizzate delle grotte di Monte Tondo esportate in formato .kml e visualizzate in Google Earth.

pleta e dettagliata restituzione grafica dei disegni delle cavità. Si può affermare infatti che i recenti sviluppi tecnologici abbiano condizionato il passaggio da un approccio ancora in parte “qualitativo” ad uno, in molti casi, meramente (ed unicamente) “quantitativo”. Siamo certi che, nel giro di pochi anni, nuove e ancor più performanti tecnologie diventeranno sempre più accessibili. La sfida del futuro sarà quella di combinare l'accurata restituzione grafica dei rilievi topografici con le potenzialità fornite dall'elaborazione numerica, cercando di non tralasciare nessuno di questi due approcci e sfruttando al meglio le risorse di cui disporremo.

## Bibliografia

- G. ALBERT 2017, *Aspects of cave data use in a GIS*, in S. KARABULUT, M. CENGIZ (eds.), *Cave Investigation*, (IntechOpen), Londra.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013, *Le grotte di Monte Tondo*, 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp.115-167.

- B. HEEB 2009, *An all-in-one electronic cave surveying device*, “CREG Journal” 72, pp. 8-10.
- B. HEEB 2014, *The next generation of the DistoX cave surveying instrument*, “CREG Journal” 88, pp. 5-8.
- G. PANNUZZO, M. CORVI 2011, *Rilevare con DistoX e palmare*, “Speleologia” 64, pp. 58-61.

## Siti internet

<https://www.csurvey.it/download/csurvey.pdf>.

Si ringrazia sentitamente Federico Cendron per l'indispensabile aiuto con cSurvey e per aver ideato e realizzato il software. Inoltre, ringraziamo Massimo Ercolani, Baldo Sansavini, lo Speleo GAM Mezzano e tutti coloro che hanno partecipato alla realizzazione dei rilievi originali delle grotte di Monte Tondo durante le esplorazioni degli ultimi decenni.

## RACCOLTA DATI, MODELLIZZAZIONE 3D E METODI DI UTILIZZO DEL DATABASE: IL RILIEVO LASER SCANNING DELLA GROTTA DEL RE TIBERIO<sup>1</sup>

ERMINIO PAOLO CANEVESE<sup>2</sup>, PAOLO FORTI<sup>3</sup>, ROBERTA TEDESCHI<sup>4</sup>

### Riassunto

Effettuare con metodi tradizionali rilievi accurati in ambienti sotterranei è molto difficile a causa della complessità nello sviluppo delle grotte, dell'estrema variabilità delle morfologie presenti e anche soprattutto per le difficili condizioni in cui ci si trova a operare. Il rilievo con tecnologia laser scanner è un metodo che si può applicare praticamente in ogni tipo di cavità naturale per ottenere un database tridimensionale estremamente accurato, da cui l'utilizzatore finale può estrarre tutte le informazioni utili per raggiungere gli obiettivi che si era dato sia in campo applicativo, sia di ricerca scientifica. In questo lavoro viene presentato il rilievo 3D della "Sala Gotica" della Grotta del Re Tiberio (Riolo Terme) realizzato nel settembre del 2010 dalla Virtualgeo, processando i dati ottenuti con la tecnologia laser scanner. Il modello digitale così ottenuto ha permesso di definire in modo estremamente dettagliato la forma complessiva di questo salone, che è stato quindi riprodotto in una serie di rappresentazioni grafiche. Infine, si sottolinea la possibilità di utilizzare i dati acquisiti (ed in particolare il modello 3D) a scopi didattici e divulgativi, mantenendo comunque gli stessi standard di precisione e di rigore scientifico.

**Parole chiave:** Rilievo 3D, tecniche laser scanner, grotte in gesso, Vena del Gesso romagnola.

### Abstract

*Precise surveying in underground contexts with traditional systems is a challenge due to the complexity of natural forms, the extent of the caves, and the work conditions. Laser scanning is a solution that can be applied to many cave surveys to get a complete high-precision three-dimensional database, from which the end user can select the information on the basis of his technical and operational, or research objectives. Laser scanning is a multidisciplinary tool for knowledge and information management concerning the cave. This paper illustrates the three-dimensional laser scanning survey, data processing, and representation of the so-called 'Gothic Hall' of Re Tiberio Cave (Riolo Terme, Italy), carried out by Virtualgeo in September 2010. The three-dimensional digital model, which was obtained from processing the acquired laser data, allowed us to define in detail the shape of the surveyed object, which was represented in a series of graphic representations. Another advantage of laser scanning technology is the possibility to use the acquired data (and, in particular, the 3D model) for educational and dissemination purposes, with the same standards of precision and scientific rigor.*

**Keywords:** 3D Modelling, Laser Scanner Techniques, Gypsum Karst, Vena del Gesso Romagnola.

### Introduzione

Il sistema carsico del Re Tiberio si sviluppa nei Gessi messiniani di Monte Tondo in destra del Torrente Senio (Riolo Terme, Ravenna) ed è attualmente il fenomeno carsico più importante e conseguentemente, almeno per alcuni aspetti, il più studiato della Vena del Gesso romagnola (DE WAELE *et alii* 2011; LUCCHI, ROSSI 2011).

Per sviluppo e complessità è la seconda grotta in gesso

italiana e tra le prime 5 in Europa con più di 6000 metri di sviluppo planimetrico e una profondità di circa 200 metri. Oggigiorno il sistema carsico del Re Tiberio fa parte del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola, che è stato fondato nel 2005, ed è inoltre un SIC (IT4070011); ciononostante però continua ad essere parzialmente demolito da una cava di gesso ancora attiva nelle immediate vicinanze.

Dal punto di vista speleologico, le morfologie presenti nella grotta sono praticamente controllate dalla stra-

<sup>1</sup> Traduzione italiana del lavoro presentato nel 2013 al XVI Congresso Internazionale di Speleologia, Brno, Repubblica Ceca (CANEVESE *et alii* 2013).

<sup>2</sup> Virtualgeo s.r.l., viale Trento 105/D, I-33077 Sacile, Italia - erminio.canevese@virtualgeo.it

<sup>3</sup> Istituto Italiano di Speleologia, via Zamboni 67, I-40126 Bologna, Italia & La Venta Exploring Team - paolo.forti@unibo.it

<sup>4</sup> S.P.A.R.T.A. s.r.l., viale Trento 105/D, I-33077 Sacile, Italia & La Venta Exploring Team - roberta.tedeschi@sparta.it

tificazione e dalle discontinuità tettoniche (faglie e fratture). La stratificazione ha giocato un ruolo fondamentale nella genesi e sviluppo delle grandi gallerie, che si sono sviluppate essenzialmente lungo i giunti di strato, mentre le discontinuità hanno favorito lo svilupparsi di morfologie gravitative come i pozzi e i canyon, poiché le fratture sono le vie preferenziali per il flusso delle acque sotterranee che sono in costante ricerca di equilibrio con il livello di base locale.

La direzione principale della Grotta del Re Tiberio è NW-SE, anche se al suo interno vi sono alcuni tratti labirintici e alcune gallerie con direzione SW-NW. La grotta ha un andamento generalmente orizzontale con 5 livelli di gallerie sovrapposte connesse tra di loro da piccoli pozzi verticali. Tuttavia molte parti della grotta sono state parzialmente distrutte dalla cava e pertanto le loro caratteristiche sedimentologiche e morfologiche sono difficili da leggere.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area carsica di Monte Tondo è rimasta del tutto sconosciuta per lungo tempo e solo recentemente sono stati condotti studi specifici (ERCOLANI *et alii* 2003). Attualmente si sa che l'area di Monte Tondo è suddivisa in due sistemi carsici ben distinti tra loro:

a) Nel primo le acque dell'Inghiottitoio del Re Tiberio, dell'Abisso Mezzano, dell'Abisso dei Tre Anelli e dell'Abisso Cinquanta raggiungono la Grotta del Re Tiberio. Alcune porzioni di queste grotte sono state intercettate dalle gallerie di cava, mentre la risorgente del sistema carsico è posizionata proprio nel piazzale di cava a pochi metri dal letto del Torrente Senio. La Grotta del Re Tiberio è stata anche attivamente frequentata dall'età del Bronzo (in cui probabilmente fu utilizzata come località funeraria) e fino al XV secolo dell'era moderna (quando probabilmente era una zecca clandestina): la grotta è famosa per i suoi reperti archeologici, essendo stata oggetto di campagne di scavo fin dalla metà del XIX secolo (PACCIARELLI 1996).

b) Il secondo sistema carsico inizia dalla Buca Romagna e raggiunge la sorgente posta a NW di Ca' Boschetti, dopo aver attraversato la Grotta Grande dei Crivellari e le due grotte di Ca' Boschetti. Inoltre un affluente che parte dalla Grotta Enrica raggiunge direttamente la Grotta Grande dei Crivellari.

Da ultimo va ricordato che alcune recenti esplorazioni speleologiche hanno portato alla scoperta di resti archeologici in altre grotte della Vena del Gesso, di-

mostrando così che l'importanza archeologica dell'area è molto più vasta di quanto ritenuto fino a poco tempo fa, quando la si riteneva confinata esclusivamente all'ingresso della Grotta del Re Tiberio (FORTI *et alii* 1997; ERCOLANI *et alii* 2003).

Infine va qui ricordato che il rilievo laser scanning delle grotte e degli ipogei artificiali è ampiamente discussa nella letteratura specialistica.

Come nel caso del Re Tiberio, le grotte molto spesso presentano un insieme di valori e di interessi: infatti non sono semplicemente importanti bellezze naturali o particolari e rare peculiarità morfologiche, ma sono soprattutto eccezionali archivi geologici e molto di più... Spesso presentano, infatti, anche valori storici, archeologici, artistici ed etno-antropologici.

Nel caso dello studio di una grotta è pertanto necessario applicare un metodo di lavoro con approccio multidisciplinare, per poter realizzare un archivio dati tale che ne permetta una conoscenza esaustiva e soprattutto la possibilità di trattamento incrociato di tutte le informazioni raccolte.

Se ci limitiamo alla geologia e all'ingegneria applicata alla geologia, la recente bibliografia dimostra come la tecnica del laser scanning sia estremamente utile non solo per gli studi geomorfologici ma anche per il monitoraggio e il controllo quantitativo sia per il trattamento di eventi naturali (siano essi di routine o eccezionali) e per la corretta gestione delle trasformazioni antropiche del territorio (sfruttamento delle risorse naturali, creazione di infrastrutture, etc.) (ALBA *et alii* 2005, 2009; CLERICI *et alii* 2005; FRANCONI *et alii* 2010; RICCUCCI *et alii* 2010).

Altre interessanti applicazioni della tecnica del laser scanning sono relative a casi in cui si trovano mescolati valori geologici e culturali, come nel caso delle antiche miniere (HANKE *et alii* 2009; TUCCI *et alii* 2009b).

Negli ultimi anni è rapidamente cresciuta la consapevolezza che il laser scanning è uno strumento davvero fondamentale per il rilievo degli ipogei (naturali e/o artificiali) (BERALDIN *et alii* 2006; BAIOCCHI *et alii* 2011), e questo è particolarmente vero per studi e ricerche che coinvolgano l'archeologia e/o la paleontologia (CAPRIOLI *et alii* 2003; FRYER *et alii* 2005; CHANDELIER, ROCHE 2009; GONZÁLEZ-AGUILERA *et alii* 2009; PUCCI, MARAMBIO 2009; TUCCI *et alii* 2009a).

Tutto questo si basa dell'altissima precisione del rilievo tridimensionale effettuato con il laser scanner, che si integra facilmente con gli eventuali rilievi di grotta già esistenti ed effettuati con strumenti topografici tradizionali.

Inoltre può divenire lo stesso database può semplicemente essere trasformato nella piattaforma per l'inte-

grazione e la categorizzazione dei dati e dei documenti che provengono dai campionamenti sul terreno e le successive analisi di laboratorio, o altri studi specialistici.

Questo semplifica la condivisione dei dati e delle loro elaborazioni tra istituzioni, professionisti, studenti, ecc., favorendo così gli scambi interdisciplinari.

Tali scambi possono essere facilmente estesi al campo della fruizione turistica, creando realtà virtuali o riproduzioni fisiche, che permettano ai turisti di visitare la grotta in maniera semplice e priva di rischi per la loro incolumità, e soprattutto anche in caso di cavità chiuse o comunque non facilmente accessibili.

### *Il rilievo laser scanning in grotta*

Il rilievo di una delle più importanti (dal punto di vista archeologico) cavità naturali della Vena del Gesso romagnola è l'ultimo di una serie di rilievi di grotte importanti effettuati con la tecnica di elaborazione dati 3D e realizzati dalla Virtualgeo, non solo in Italia, ma anche all'estero. Questa ditta infatti fornisce non solo il rilievo laser scanning e la sua successiva elaborazione in funzione delle necessità del progetto specifico, ma sviluppa anche il software dedicato (CANNEVESE *et alii* 2008, 2009, 2011) (fig. 1).

Realizzare rilievi accurati in grotta utilizzando i tradizionali metodi (quali quello della "stazione totale" o utilizzando ancora meno sofisticati strumenti quali bussola distanziometro e clinometro) è oggettivamente quasi impossibile se si considera la naturale complessità morfologica delle grotte e, ancora di più, le difficili condizioni ambientali in cui ci si trova ad operare. Per questi motivi l'utilizzo del laser scanner in grotta può essere una risorsa fondamentale per ottenere database, completi sia dal punto di vista qualitativo sia da quello quantitativo e soprattutto di altissima precisione.

Gli strumenti laser scanning combinano infatti le funzioni della misura delle distanze a un teodolite, che aggiunge i relativi angoli orizzontali e verticali. Pertanto i laser scanner acquisiscono le coordinate spaziali (x,y,z) delle superfici analizzate come "nuvole di punti" ad alta densità analizzando i segnali di ritorno dell'impulso emesso dal laser. Oltre alle loro coordinate spaziali, per ogni punto della nuvola il laser scanner acquisisce anche l'intensità del segnale di ritorno che a sua volta fornisce informazioni sul materiale che costituisce la superficie riflettente. Infine permette di associare a ogni punto rilevato un ben determinato colore RGB, grazie all'accoppiamento con un apparecchio fotografico.

I laser scanner terrestri attualmente disponibili sul

mercato hanno tipi di funzionamento differenti, di ricezione del segnale di ritorno, e di elaborazione dello stesso (tempo di volo, sfasamento, triangolazione), intervallo di operatività (che può variare da pochi decimetri a alcune migliaia di metri), e infine accuratezza e precisione.

Pertanto la scelta di un ben definito tipo di laser scanner va fatta in base non solo alle caratteristiche dell'oggetto (o dell'area) di cui deve essere fatto il rilievo, ma anche delle sue specifiche caratteristiche tecniche: vanno quindi valutate l'accuratezza, il campo visivo, la distanza, la velocità di acquisizione, la lunghezza d'onda dell'impulso, la riflettanza del materiale, i fattori ambientali (per esempio l'esposizione diretta al sole o l'umidità), le caratteristiche che ne permettono un facile trasporto (peso, dimensioni, robustezza), il tipo di alimentazione e di interfaccia, il metodo di immagazzinamento e di esportazione dei dati, l'intervallo di temperatura e di umidità in cui va utilizzato, etc.

Il fatto che sia in grado di fare misure molto rapide, acquisendo una grande quantità di dati di alta precisione e la sua versatilità di utilizzo fanno sì che l'utilizzo del laser scanning permetta la realizzazione rapida e *in situ* di rilievi molto precisi anche in presenza di ampie aree che presentano una notevole complessità morfologica.

Inoltre, grazie alla rapidità e all'automazione del processo che permette di operare anche in remoto, il laser scanner garantisce alti livelli di produttività (utilizzando anche un solo operatore) e, quando ci si trovi a dover lavorare in luoghi difficili o, peggio, pericolosi per l'uomo, permette di effettuare il rilievo "da remoto".

Un altro grande vantaggio della tecnica del laser scanning è che il rilievo così ottenuto è del tutto indipendente dal potere discrezionale del topografo che ha effettuato il rilievo stesso e permette pertanto a diversi utilizzatori (dai ricercatori in differenti ambiti ai responsabili della gestione di un dato territorio/oggetto) di leggere e selezionare i dati per loro significativi del modello della nuvola di punti e/o di quello 3D, ottenuto sempre dalla nuvola, anche molto tempo dopo o quando si intendono confrontare scansioni effettuate in tempi differenti.

Una volta che con un software appropriato, e sulla base di chiari punti di riferimento, si siano allineate le nuvole di punti ad un singolo sistema di coordinate cartesiane, viene così ricostruita la forma tridimensionale dell'oggetto o della area rilevata.

Il risultato finale dell'elaborazione delle scansioni laser è una nuvola di punti generale che altro non è che un modello digitale tridimensionale, dimensionalmente accurato, dell'oggetto rilevato che contiene



Fig. 1 – Grotta del Re Tiberio: A) in primo piano la “stazione totale” utilizzata per il rilievo cartografico della Grotta del Re Tiberio; B) il laser scanner modello FARO LS PHOTON 20-120 all’ingresso della Grotta del Re Tiberio (foto R. Tedeschi).

anche una informazione cromatica relativa al tipo di sostanza riflettente incontrata delle onde emesse dal laser scanner.

Quest'ultima informazione, che può essere rappresentata come scala di grigio ovvero come colori RGB, aiuta visivamente gli utilizzatori finali ad interpretare il soggetto rilevato e ad estrarre i dati geometrici dal modello puntuale.

Negli anni 2006-2008 i principali lavori di rilievo laser scanning con produzione di rilievi 3D effettuati dalla Virtualgeo all'interno di grotte naturali sono stati: il rilievo della Grave nel complesso carsico di Castellana, delle grotte della miniera di Naica (Messico) e quello della Grotta di Santa Barbara in Sardegna

Nelle Grotte di Castellana, che si aprono nel calcare di Altamura, la Virtualgeo ha effettuato il rilievo laser scanning della Grave, che è il più grande (lungo circa 100 m, largo più di 40 m e alto circa 60) e complesso pozzo della Regione Puglia e tra i più importanti dell'Italia meridionale (CANEVESE *et alii* 2009).

All'interno di un progetto multidisciplinare internazionale sviluppatosi in Messico all'interno della Miniera di Naica (nello Stato di Chihuahua) è stato effettuato il rilievo laser scanning della Cueva de las Espadas e della Cueva de los Cristales, due relativamente piccole cavità naturali sviluppatesi nelle formazioni carbonatiche Albiane della Sierra de Naica e intercettate recentemente dalle gallerie minerarie. L'importanza di queste grotte è data dal fatto che ospitano i più grandi cristalli di gesso attualmente conosciuti al mondo (nella Cueva de las Espadas raggiungono i 12 metri di lunghezza e quasi 2 metri di diametro (CANEVESE *et alii* 2008, 2009).

Infine, in Sardegna presso Iglesias, è stata rilevata la Grotta di Santa Barbara all'interno della miniera di San Giovanni. Questo sistema carsico consiste di due grandi cavità subverticali che sono attualmente considerate tra le più antiche grotte in calcare del mondo. Inoltre la cavità superiore (Santa Barbara 1) è una delle più famose grotte di miniera del nostro pianeta per la presenza di grandi e perfetti cristalli tabulari di barite di color mielato che ricoprono tutte le sue pareti (CANEVESE *et alii* 2009, 2011).

In tutte queste grotte l'utilizzo del laser scanner ha permesso l'acquisizione di una enorme quantità di dati assolutamente necessaria per descrivere in dettaglio la complessità delle stesse. Inoltre, a Naica, ha permesso di superare specifici problemi relativamente all'estreme condizioni ambientali presenti in quelle cavità (temperatura di 48°C e umidità costantemente al 100% e a volte superiore nella Cueva de los Cristales), mentre nelle altre due località ha evitato l'interferenza con il flusso turistico, particolarmente elevato a Castellana.

### *3D laser scanning della Sala Gotica nella Grotta del Re Tiberio*

Nel settembre del 2010, è stato effettuato con il laser scanner un rilievo tridimensionale dei primi 60 metri della Grotta del Re Tiberio, grande sistema carsico con uno sviluppo di oltre 4 km in gran parte percorribili senza particolari attrezzature da grotta: dal suo ingresso sviluppato in una galleria suborizzontale si accede alla Sala Gotica, che deve il suo nome per essere un grande vuoto sub-circolare del diametro di circa 15 metri con una volta ogivale che ricorda le cattedrali gotiche: l'interesse di questa prima porzione della Grotta del Re Tiberio risiede essenzialmente nel fatto che ospita importanti strutture archeologiche.

Il presente lavoro si focalizza sul rilievo, l'elaborazione dei dati e la modellizzazione 3D della Sala Gotica e della porzione di galleria che le dà accesso dall'esterno. Lo scopo del rilievo era quello di documentare in maniera estremamente accurata la forma della cavità, con un sistema che permetta di rilevare e georeferenziare la posizione e lo sviluppo di tutte le morfologie importanti (comprese le discontinuità: faglie, fratture, etc..) e che fosse in grado di far produrre, in maniera semplice e in modo flessibile, delle rappresentazioni grafiche che potessero integrare le mappe già esistenti. Per effettuare il rilievo si è utilizzato un laser scanner con tecnologia di sfasamento, che per misurare la distanza di un oggetto confronta gli impulsi riflessi a differenti lunghezze d'onda.

Lo strumento aveva un intervallo di acquisizione medio (quindi utilizzabile per distanze non troppo lunghe), un campo di acquisizione praticamente sferico (particolarmente adatto per rilevare dall'interno ambienti chiusi come appunto le grotte o parte di esse) e un'alta velocità di acquisizione di punti-per-secondo. Inoltre, se paragonato ad altri modelli, ha una struttura molto compatta e un peso minore, fattori questi che lo rendono particolarmente adatto ad essere portato ed utilizzato in grotta (tab. 1)

Prima di procedere con il rilievo con il laser scanner, si è predisposto un piano per l'acquisizione dei dati per trovare le migliori posizioni per le stazioni dello scanner (in funzione dello sviluppo della grotta e la possibilità di facile gestione delle persone coinvolte e della mobilità dello strumento stesso): questo per ridurre le "ombre" nelle scansioni e per definire i migliori angoli di scansione e ottenere quindi una risoluzione uniforme delle "nuvole" così ottenute (in particolare definendo la distanza media tra le stazioni utilizzate per le scansioni e le superfici da acquisire, come anche decidendo volta per volta la densità della griglia dei punti) e prevenendo infine un'buona area di sovrapposizione tra le superfici acquisite con le va-

<b>Operatività</b>	Fino a 79 m
<b>Velocità di misura</b>	Fino a 508.000 punti/secondo
<b>Accuratezza</b>	±1 mm fino a 25 m, ±2 mm fino a 50 m
<b>Campovisivo orizzontale e verticale</b>	360/310°
<b>Peso</b>	14 kg
<b>Dimensioni</b>	294 × 199 × 360 mm
<b>Condizioni di operatività</b>	da -10 °C a +45 °C, ambiente privo di condensa, perfettamente operante tra sole pieno e buio completo
<b>Macchina fotografica associata</b>	Canon EOS 450 D – 12 MPixel

Tab. 1 – Specifiche tecniche del laser scanner HDS6100 utilizzato per rilevare la Sala Gotica della Grotta del Re Tiberio.

	<b>Grotta del Re Tiberio (in totale)</b>	<b>Sala Gotica</b>
Scansioni	14	6
Punti	circa 630.000.000	circa 270.000.000
Immagini 2D	84	36
Dati laser	7 GB	3,5 GB
Dimensioni delle immagini 2D	378 MB	165 MB

Tab. 2 – Insieme dei dati acquisiti dal laser scanner e dalla macchina fotografica nella Grotta del Re Tiberio e, nella colonna di destra, il dettaglio riguardante specificatamente la Sala Gotica.

rie scansioni.

Prima di partire con il lavoro di acquisizione punti, sono stati posizionati (in posti facilmente visibili) 38 oggetti di riferimento (piccole sfere bianche) che sono stati rilevati con la “stazione totale” per utilizzarli poi per georeferenziare e allineare tra loro le nuvole di punti ottenute dalle successive varie scansioni.

Quindi è stato condotto un lavoro topografico in modo da creare una traversa aperta (con 5 punti di controllo) per rilevare la posizione esatta dei 38 oggetti di riferimento. Per collegare, poi, con l'ambiente esterno la cartografia della grotta sono stati utilizzati i sei capisaldi esistenti per l'interno, mentre per l'esterno si sono rilevati un certo numero di punti di controllo.

In circa 8 ore di lavoro due tecnici hanno definito la

traversa, rilevato i 38 punti di controllo e infine effettuato la scansione dei 60 metri della Grotta del Re Tiberio. La quantità di dati acquisiti è riassunta in tab. 2. Una volta completata l'acquisizione con il laser scanner dei dati, si è proceduto alla loro elaborazione e rappresentazione grafica. Questi passaggi sono fondamentali per ottimizzare le caratteristiche del laser scanner; pertanto è necessario utilizzare un software specifico per processare le informazioni acquisite sul campo e per realizzare un reale modello tridimensionale che possa soddisfare non solo tutte le necessità multidisciplinari che erano alla base del rilievo ma anche quelle, ancora ignote, che potrebbero manifestarsi in futuro.

Il processo di elaborazione dai dati acquisiti sul campo inizia con l'allineamento degli stessi (per ottenere una sola nuvola di punti globale), quindi si procede con la pulizia e il filtraggio di tale nuvola per rimuovere il “rumore di fondo” e i punti non significativi utilizzando un programma apposito della Leica Geosystems.

La nuvola di punti così ottenuta è praticamente un modello della superficie della grotta che riporta esattamente le sue dimensioni e la sua morfologia e in particolare tutte le anche minime irregolarità presenti sulle sue pareti. Pertanto le informazioni contenute sono quindi di gran lunga migliori, sia per quantità che per qualità, dei dati che potevano essere ricavati anche dai più accurati rilievi topografici tradizionali o anche da specifici studi effettuati *in loco*. Le nuvole di punti permettono poi facilmente non solo la visualizzazione della morfologia della grotta attraverso immagini realizzate in scala di grigio o a colori ma anche l'estrazione di tutti i dati dimensionali per ciascun punto (distanza lineare e inclinazione) (fig. 2).

Per ottenere una superficie continua tridimensionale le nuvole di punti sono state elaborate con uno specifico programma “CloudCUBE”, specificatamente sviluppato dalla Virtualgeo per la piattaforma AutoCAD. Attraverso questo programma i milioni di punti rilevati in grotta sono stati utilizzati per realizzare un modello tridimensionale continuo della grotta che può essere definito “intelligente”. Infatti non solo è assolutamente corretto dal punto di vista dimensionale (mantiene in sé la precisione del rilievo laser scanner incardinata sulla topografia tradizionale con l'allineamento delle varie nuvole di punti ottenute in grotta), rappresentando così in estremo dettaglio la morfologia di ogni punto rilevato, ma permette anche di ottenere visualizzazioni grafiche in ogni orientamento sia necessario, espandendo quindi di molto l'utilizzazione potenziale del rilievo stesso.

La modellizzazione delle dimensioni della grotta e delle sue morfologie (estremamente complesse, irregolari e di dimensioni molto variabili) è stata fatta



Fig. 2 – Rappresentazione di una sezione Nord-Sud della Sala Gotica ottenuta dal modello realizzato a partire dalla nuvola di punti.

utilizzando le tecniche più adatte (maglie a griglie triangolari a 2,5D e 3D, “superfici” quadrangolari e aree “regionali”). La costruzione delle griglie triangolari è stata fatta direttamente sulle nuvole di punti utilizzando una tecnica automatica.

Nel processo di congiunzione dei punti (triangolazione) la griglia 2.5D si basa esclusivamente sulle coordinate x e y (risultando così più adatta per le superfici planari), mentre la griglia 3D considera tutte e tre le coordinate cartesiane e pertanto risulta essere più adatta per rappresentare superfici tridimensionali complesse.

Il modello digitale della Sala Gotica e della galleria di entrata, ottenuto partendo dalle nuvole di punti, è risultato un completo database tridimensionale di alta precisione, che ha quindi permesso una definizione geometrica spaziale molto accurata e dettagliata.

Una serie di rappresentazioni grafiche (pianta con linee di contorno e quote, sezioni trasversali significative con applicate mappe ortofotografiche) sono state elaborate dal modello (fig. 3).

Tali rappresentazioni forniscono una chiara descrizione grafica della grotta (un altro esempio è fornito in fig. 4).

Bisogna comunque chiarire che dal modello tridimensionale è possibile ricavare un numero illimitato

di rappresentazioni grafiche di qualunque tipo e con qualunque scala, e plottare ogni tipo di livello e di sezione realizzata lungo un qualunque piano e tutto questo senza alcun lavoro aggiuntivo di rilievo sul terreno per acquisire nuovi dati. Questo significa eliminare tempi e costi aggiuntivi di trasferta e soprattutto elimina tutti i problemi che potrebbero sorgere per effettuare nuovi accessi al sito, che, nel caso della Grotta del Re Tiberio sono oggettivamente notevoli, soprattutto per problemi connessi ai pericoli di crollo dovuti ai lavori minerari della limitrofa cava di gesso tuttora in attività.

Inoltre il modello della Grotta del Re Tiberio può essere facilmente “segmentato”, cioè suddiviso in parti associate a differenti strati (visivamente identificati da differenti colori) per esempio associati a richieste particolari e/o standard personalizzati (per esempio, secondo le unità geologiche, etc.).

Un modello segmentato può essere uno strumento particolarmente utile (anche per i non esperti), grazie ai colori che rendono l’interpretazione più facile ed immediata. Inoltre può essere direttamente “interrogato” relativamente alla dimensione e gli altri dati informativi.

Infine, il modello digitale, sia esso segmentato o no, permette di estrarre ogni tipo di informazione di-

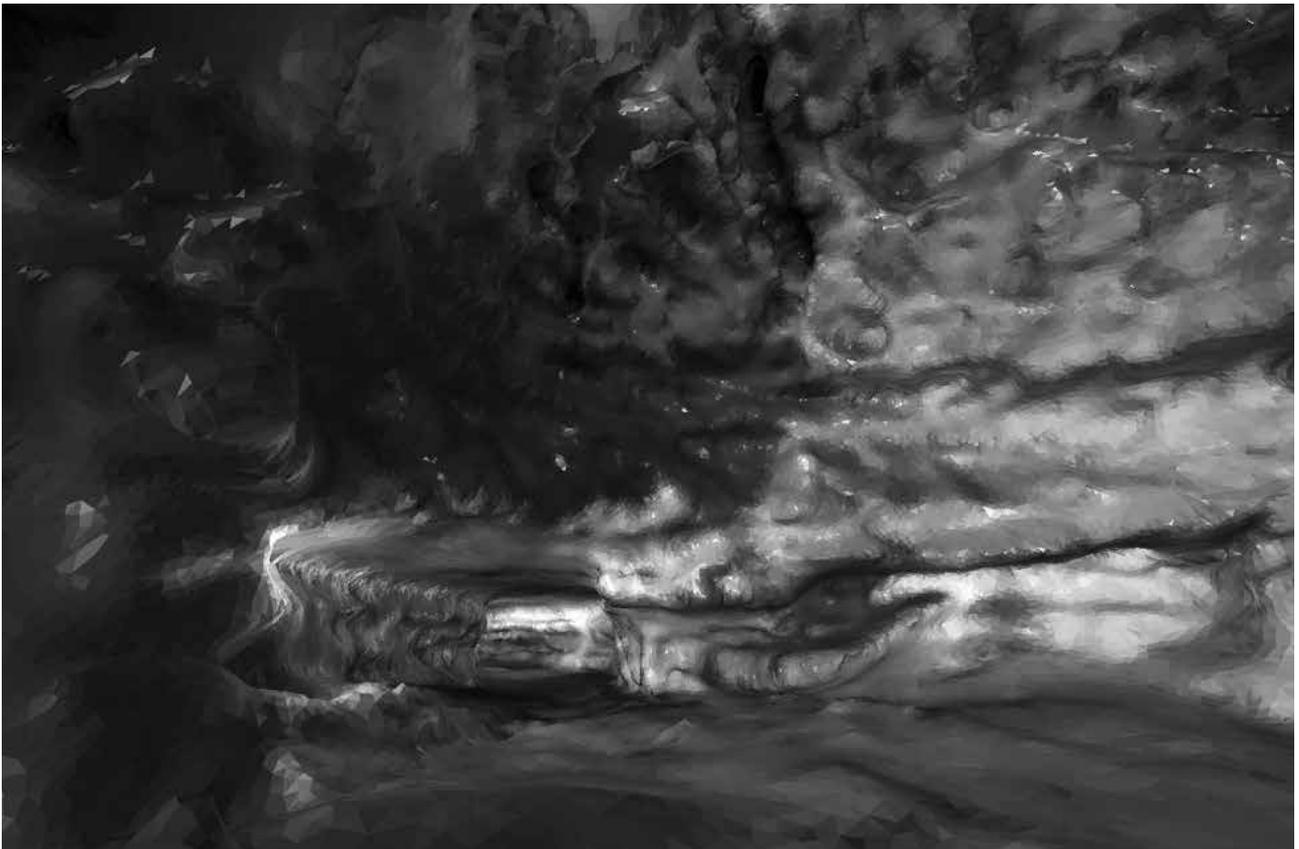


Fig. 3 – Modello 3D della Sala Gotica vista da Ovest: nella parte inferiore della figura è visibile la griglia tridimensionale di triangoli.

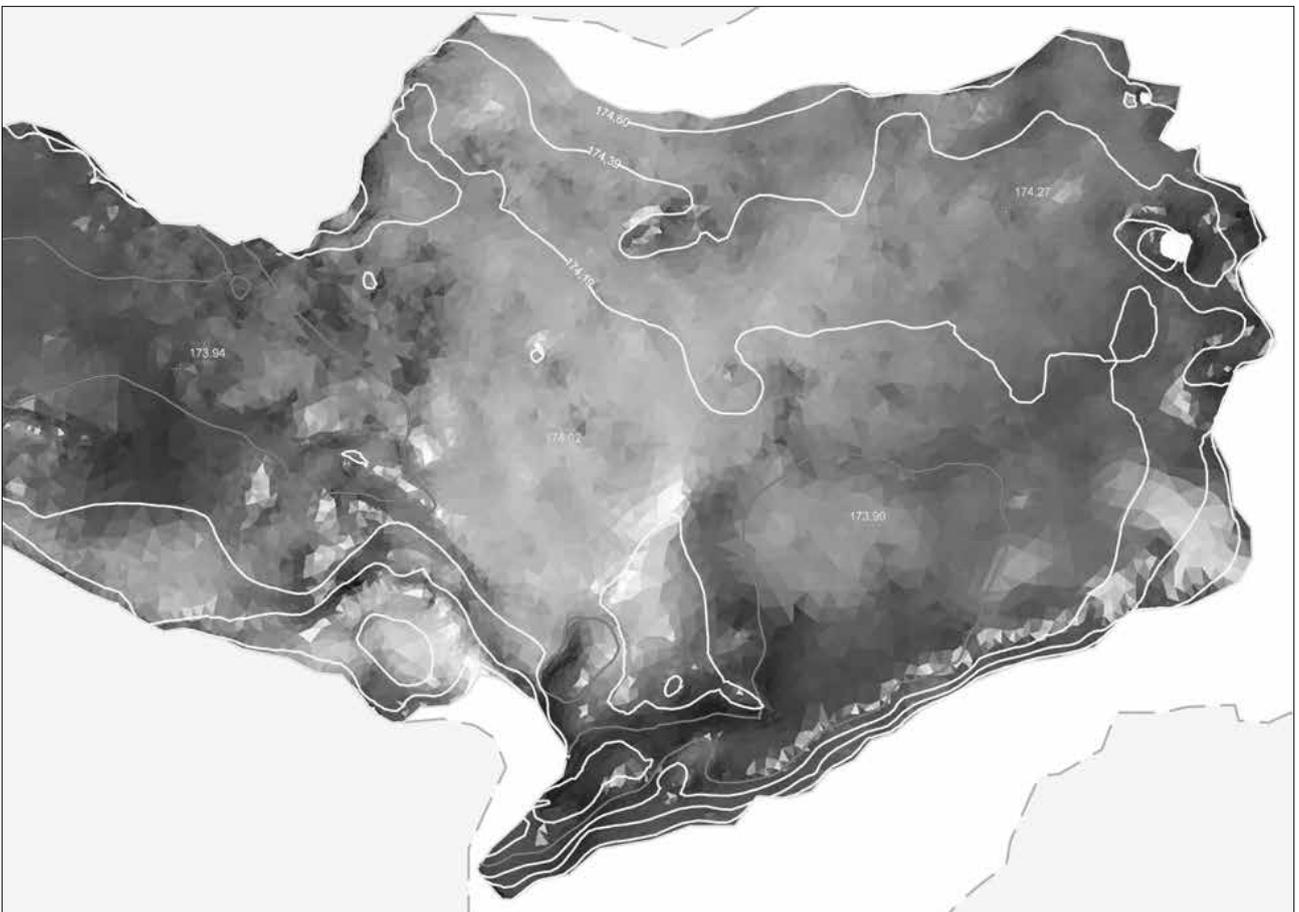


Fig. 4 – Pianta della Sala Gotica con riportate le curve di livello.

mensionale (lineare, angolare, di inclinazione) e di calcolare le curve di livello, aree e volumi. Inoltre è possibile studiare e misurare fenomeni in evoluzione (distacco di rocce, scivolamenti, etc.) sovrapponendo i modelli digitali ottenuti in periodi differenti.

### Conclusioni

Il rilievo topografico in grotta e i sistemi di modellizzazione tridimensionale presentati qui permettono di ottenere un database accurato che consente di effettuare un elevato numero di analisi qualitative e calcoli affidabili per lo studio morfologico della situazione attuale della cavità e anche per analizzare lo stato generale di stabilità della roccia e le eventuali modificazioni nel tempo dello stesso.

La possibilità teorica di utilizzare i dati del rilievo, e soprattutto il modello 3D per ricerche multidisciplinari in grotta (senza alcuna restrizione spazio-temporale) è infine una prospettiva particolarmente interessante. Il modello digitale e le rappresentazioni grafiche che ne derivano possono essere utilizzati non solo per studiare la situazione attuale del soggetto analizzato ma anche per verificare ipotesi di studio. Per esempio, nel campo geologico per analizzare crolli avvenuti nel passato, o in uno studio storico per integrare gli scavi archeologici condotti in passato e i materiali attualmente esposti in un museo, e molti altri ancora.

Inoltre, i dati acquisiti con il laser scanning e, in particolare, il modello 3D possono essere utilizzati non solo ai fini della ricerca o dell'impiego tecnico-operativo, ma anche per scopi didattici e di divulgazione. Infatti partendo dai dati acquisiti sul terreno (fotografie e nuvole di punti) e dal modello tridimensionale è relativamente semplice ottenere prodotti utili per la divulgazione scientifica (sia in campo geologico che archeologico nel caso della Grotta del Re Tiberio) o per realizzare una "visita virtuale" alla grotta, come un tempo lo erano le tradizionali fotografie tridimensionali e/o i normali video, ma in questo caso realizzando immagini panoramiche a 360°, animazioni basate sulla nuvola di punti, modelli 3D per esplorare la cavità, etc.

### Bibliografia

M. ALBA, L. LONGONI, M. PAPINI, F. RONCORONI, M. SCAIONI 2005, *Feasibility and problems of TLS in modeling rock faces for hazard mapping*, in *Proceedings of the ISPRS Workshop "Laserscanning 2005"*, XXXVI, part 3/W19, pp. 156-161.

M. ALBA, F. RONCORONI, M. SCAIONI 2009, *Application of TLS for Change Detection in Rock Faces*, in *Proceedings of the ISPRS Workshop "Laserscanning 2009"*, XXXVIII, part 3/W8, pp. 99-104.

V. BAIOCCHI, R. CAZZELLA, F. GIANNONE, L. LISO, A. SONNESSA, M. VECCHIO 2011, *Il rilievo LIDAR del Cenote Pozzo del Merro (Sant'Angelo Romano)*, in *Atti della 15° Conferenza nazionale ASITA, s.l.*, pp. 195-200.

J. BERARDIN, F. BLAIS, L. COURNOYER, M. PICARD, D. GAMACHE, V. VALZANO, A. BANDIERA, M. GORGOLIONE 2006, *Multi-Resolution Digital 3D Imaging System Applied to the Recording of Grotto Sites: the Case of the Grotta dei Cervi*, in *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage "VAST 2006"*, s.l., pp. 45-52.

E.P. CANEVESE, P. FORTI, R. TEDESCHI 2013, *New acquisition, 3D modelling and data base use methods: the laser scanner survey of Re Tiberio Cave*, in *Proceedings of the 16th International Speleological Congress, Brno, II*, pp. 340-345.

E.P. CANEVESE, P. FORTI, A. NASEDDU, L. OTTELLI, R. TEDESCHI 2011, *Laser Scanning Technology for the Hypogean Survey: the case of Santa Barbara Karst System (Sardinia, Italy)*, "Acta Carsologica" 40, 1, pp. 65-77.

E.P. CANEVESE, R. TEDESCHI, P. FORTI, P. MORA 2008, *The Use of Laser Scanning Techniques in Extreme Contexts: the Case of Naica Caves (Chihuahua, Mexico)*, "Geologia tecnica & ambientale" 2, pp. 19-37.

E.P. CANEVESE, R. TEDESCHI, P. FORTI, F. UCCELLI 2009, *Laser Scanning Use in Cave Contexts: the Cases of Castellana and Santa Barbara (Italy) and Naica (Mexico)*, in *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Congress of Speleology, III*, pp. 2061-2067.

M. CAPRIOLI, M. MINCHILLI, A. SCOGNAMIGLIO, G. STRISCIUGLIO 2003, *Using photogrammetry and laser scanning in surveying monumental heritage: le Grotte di Castellana*, in *Proceedings of the International, ISPRS Workshop "Vision Techniques for Digital Architectural and Archaeological Archives"*, "International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences" XXXIV, part 5/W12, pp. 107-110.

L. CHANDELIER, F. ROCHE 2009, *Terrestrial Laser Scanning for Paleontologists: the Tautavel Cave*, in *Proceeding of the XXII CIPA Symposium "Digital Documentation, Interpretation & Presentation of Cultural Heritage"*.

- A. CLERICI, M. GELMINI, M. RAVELLI, M. SGRENZAROLI, G. VASSENÀ 2005, *Applicazioni del Laser Scanner terrestre a temi geologico-tecnici*, "Giornale di Geologia Applicata" 2, pp. 328-333.
- 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 dell'Emilia-Romagna*, Bologna, pp. 25-59.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2003, *L'esplorazione dei sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivelari (Vena del Gesso romagnola) e la salvaguardia dell'area di Monte Tondo 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, pp. 147-157.
- P. FORTI, S. MARABINI, G.B. VAI 1997, *Studio geologico, idrogeologico e carsico della porzione della Vena del Gesso romagnola interessata dalla cava di gesso di Borgo Rivola*, Relazione preliminare.
- M. FRANCONI, R. SALVINI, S. RICCUCCI, E. MACHETTI 2010, *Tecnologie geomatiche per l'analisi di stabilità dei fronti rocciosi tramite modellazione numerica ad elementi distinti*, in *Atti della 14° Conferenza nazionale ASITA*, s.l., pp. 1025-1030.
- J.G. FRYER, J.H. CHANDLER, S.F. EL-HAKIM 2005, *Recording and Modelling an Aboriginal Cave Painting: with or without Laser Scanning?*, in *Proceedings of the ISPRS Working Group V/4 Workshop "Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*, Venice (Italy), "International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences" XXXVI, part 5/W17.
- D. GONZÁLEZ-AGUILERA, A. MUÑOZ-NIETO, J. GÓMEZ-LAHOZ, J. HERRERO-PASCUAL, G. GUTIERREZ-ALONSO 2009, *3D Digital Surveying and Modelling of Cave Geometry: Application to Paleolithic Rock Art*, "Sensors" 9, pp. 1108-1127.
- K. HANKE, G. HIEBEL, K. KOVACS, M. MOSER 2009, *Surveying and Geoinformation, Contributions to an Interdisciplinary Special Research Program on the History of Mining Activities*, in *Proceeding of the XXII CIPA Symposium "Digital Documentation, Interpretation & Presentation of Cultural Heritage"*.
- P. LUCCI, A. ROSSI (a cura di) 2011, *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna.
- M. PACCIARELLI (a cura di) 1996, *La collezione Scara-belli, II, Preistoria*, Casalecchio di Reno.
- B. PUCCI, A. MARAMBIO 2009, *Olerdola's cave, Catalonia: a Virtual Reality Reconstruction from Terrestrial Laser Scanner and GIS Data*, in *Proceedings of the International ISPRS Workshop "Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*, "International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences" XXXVIII, part 5/W1.
- S. RICCUCCI, R. SALVINI, M. FRANCONI, A. SCOGNETTI 2010, *La tecnologia laser scanning per l'analisi morfologica multitemporale delle aree estrattive: moderne metodologie topografiche a servizio dell'analisi di stabilità*, in *Atti della 14° Conferenza nazionale ASITA*, s.l., pp. 1503-1508.
- G. TUCCI, V. BONORA, N. CROCETTO, A. NOBILE 2009a, *Misurare l'irregolare: applicazioni della geomatica alla tutela e al recupero di un habitat rupestre a Gravina in Puglia*, in *Atti della 13° Conferenza nazionale ASITA*, Bari, pp. 1809-1814.
- G. TUCCI, V. BONORA, N. CROCETTO, A. NOBILE 2009b, *Rilievo 3D per lo studio della morfologia e delle tracce di lavorazione di una cava storica*, in *Atti della 13° Conferenza nazionale ASITA*, Bari, pp. 1803-1808.
- A. VEGGIANI 1957, *La Grotta del Re Tiberio nei Gessi di Rivola*, "Studi Romagnoli" VIII, pp. 667-692.

Ringraziamenti: gli Autori ringraziano la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna per aver permesso l'accesso alla Grotta del Re Tiberio e la ditta Wunderkammer s.n.c. di Bologna per aver dato l'opportunità di effettuare il rilievo con il laser scanner.

## L'APERTURA DELLA CAVA ANIC DI MONTE TONDO (1958) E LA GROTTA DEL RE TIBERIO. UNA STORIA PER IMMAGINI

PIERO LUCCI<sup>1</sup>, STEFANO PIASTRA<sup>2</sup>

### Riassunto

L'articolo discute alcuni scatti fotografici appartenenti all'archivio privato di Adelio Olivier, già responsabile della cava di gesso di Monte Tondo (Riolo Terme, Ravenna), risalenti agli inizi dell'attività estrattiva dell'ANIC di Ravenna presso la Stretta di Rivola (1958-1960). Sono state selezionate e vengono di seguito discusse alcune immagini particolarmente significative relative al rapporto tra la cava e la Grotta del Re Tiberio negli anni di esordio dei lavori, quando la risorgente carsica fossile subì gli impatti maggiori in seguito agli scavi.

**Parole chiave:** Grotta del Re Tiberio, cava di Monte Tondo, fotografia, carsismo e attività estrattiva del gesso.

### Abstract

*The paper deals with some photos belonging to Adelio Olivier's private archive, former head of the Mt. Tondo quarry (Riolo Terme, Ravenna Province, Northern Italy; Messinian gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola), dating back to the inset (1958-1960) of the quarrying activity in the area by ANIC, public company based in Ravenna. The most significant pictures with regard to the impact of the quarry on Re Tiberio cave were selected and discussed.*

**Keywords:** Re Tiberio Cave, Mt. Tondo Quarry, Photography, Karst and Gypsum Quarrying.

L'apertura, l'ascesa e gli impatti ambientali della cava di gesso di Monte Tondo, nella congiuntura del boom economico italiano, sono stati già analizzati nel dettaglio dalla letteratura scientifica (ERCOLANI *et alii* 2013; PIASTRA, RINALDI CERONI 2013).

Dopo alcuni sondaggi propedeutici nel 1956, il sito estrattivo, la cui localizzazione nella spalla destra della Stretta di Rivola fu suggerita alla proprietà dal grande geologo imolese Giuliano Ruggieri (1919-2002), venne aperto nel 1958 dall'ANIC di Ravenna per l'approvvigionamento di gesso in funzione della produzione di solfato ammonico, fertilizzante a quel tempo economico e di grande successo sul mercato, oggetto di ingenti esportazioni a livello mondiale (PIASTRA 2018). Negli anni di esordio la coltivazione, inizialmente solo a cielo aperto, avvenne a ritmi incalzanti.

Adelio Olivier, già responsabile della cava di Monte Tondo, conserva presso il suo archivio privato una serie di notevoli fotografie degli inizi dei lavori, destinate a testimoniare la progressione. Digitalizzati ad alta definizione e già compresi integralmente entro il DVD allegato al volume *I Gessi e la cava di Monte Tondo* (2013), successivamente in parte editi in altre pubblicazioni (su tutte, FEDERAZIONE SPELEOLOGICA

REGIONALE DELL'EMILIA-ROMAGNA 2020; FEDERAZIONE SPELEOLOGICA REGIONALE DELL'EMILIA-ROMAGNA 2021), tali scatti documentano il forte impatto avuto dagli scavi, soprattutto nei primi anni di attività, sulla Grotta del Re Tiberio.

La risorgente carsica fossile, di fondamentale importanza paleontologica, si trovò improvvisamente minacciata, da un lato, dalle coltivazioni a gradoni; dall'altro, dalle grandi discariche di materiale sterile create in successione marginalmente rispetto ai piani di cava. In seguito all'avanzamento dei fronti il sistema carsico del Re Tiberio a monte, a quel tempo in massima parte ignoto, assistette invece alle prime distruzioni del reticolo carsico e alla relativa alterazione dell'idrologia sotterranea originaria.

Queste brevi note fungono da commento alla "storia per immagini" del rapporto grotta-cava, affidata alle pagine successive, tra anni Cinquanta e Sessanta del Novecento.

Gli scatti del 1958 (figg. 1-2) mostrano un progressivo ampliamento delle discariche di sterile in un ripiano artificiale proprio al di sopra dell'imboccatura della cavità.

Le fotografie datate 1959 (figg. 3-5), nei primi due casi

<sup>1</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano - pierolucci@libero.it

<sup>2</sup> Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, Via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) - stefano.piastra@unibo.it

riprese da valle della Stretta di Rivola, rimandano a una situazione di scarico indiscriminato dei materiali di risulta direttamente sull'imbocco della grotta: in particolare, la foto del maggio 1959 immortalava un vero e proprio conoide detritico, "pensile" al di sopra di un bancone gessoso, indirizzato sul Re Tiberio, mentre nell'immagine dell'agosto 1959 è visibile in tutta la sua gravità la vasta frana, partita da una discarica a monte, scivolata lungo l'allora pendio della Stretta.

Le due fotografie del 1960 (figg. 6-7) risultano emblematiche degli sviluppi successivi: specie nel maggio 1960, l'ingresso della Grotta del Re Tiberio è letteralmente semi-occluso dagli scarichi di detriti sterili, in totale sfregio al valore della cavità, peraltro a quel tempo già oggetto di tutela archeologica in seguito al D.M. del 9 luglio 1951, il quale la dichiarava di «interesse particolarmente importante ai sensi della (...) legge 1 giugno 1939». Difficile non ricollegare a tali pesanti alterazioni la scomparsa entro al Re Tiberio, esattamente negli stessi anni, di *Asplenium sagittatum*, felce rarissima, amante di siti con elevata umidità (si veda BONA-FEDE *et alii*, in questo volume).

A partire dagli anni Sessanta del Novecento gli scavi si indirizzarono più a monte e soprattutto, a partire dalla metà della stessa decade, venne inaugurata un'imponente coltivazione in sotterraneo, quest'ultima destinata a esaurirsi solamente nei tardi anni Ottanta.

## Bibliografia

M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013, *Le grotte 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, pp. 115-167.

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.

S. PIASTRA 2018, *Boom economico, paesaggio, conservazione della natura. Note a margine del documentario Il Gigante di Ravenna (1959)*, "Studi Romagnoli" LXIX, pp. 871-888.

S. PIASTRA, R. RINALDI CERONI 2013, *L'apertura e l'attività della cava ANIC di Monte Tondo in una prospettiva storico-geografica. Aspetti produttivi, implicazioni sociali, riflessi sul sistema locale (1958-1993)*, 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. 463-487.

Ringraziamenti: Adelio Olivier, per aver messo a disposizione il suo archivio privato.

Fig. 1 – 27 agosto 1958: la cava di Monte Tondo pochi mesi dopo l'apertura ufficiale (Archivio Adelio Olivier). Il cerchio rosso, qui come nelle immagini successive, evidenzia l'ingresso della Grotta del Re Tiberio.

Fig. 2 – 30 novembre 1958: il sito estrattivo dopo pochi mesi la fig. 1. Le note manoscritte, apposta da personale tecnico, rimandano alle quote s.l.m. e alle strade di cava da realizzare. Nuove discariche di sterile incombono ora sopra all'ingresso della Grotta del Re Tiberio (Archivio Adelio Olivier).

Fig. 3 – 31 marzo 1959: cava e Grotta del Re Tiberio viste da valle (Archivio Adelio Olivier).

Fig. 4 – 31 maggio 1959: i materiali di risulta della cava incombono pericolosamente al di sopra della Grotta del Re Tiberio (Archivio Adelio Olivier).

Fig. 5 – 31 agosto 1959: le discariche sul versante nord di Monte Tondo, sopra al Re Tiberio, aumentano di superficie; una frana distaccatasi dai cumuli di inerti giunge sino al Torrente Senio, sbarrandolo momentaneamente (Archivio Adelio Olivier). Tali fenomeni di dissesto, che coinvolgevano le discariche della cava, furono ricorrenti: l'evento più eclatante si verificò nel 1968, direzionato verso il fondo "Bugame", a monte della Stretta di Rivola (cf. PIASTRA, RINALDI CERONI 2013, pp. 468-469, fig. 7).

Fig. 6 – 29 febbraio 1960: la cava di Monte Tondo e la Grotta del Re Tiberio viste da valle (Archivio Adelio Olivier).

Fig. 7 – 31 maggio 1960: gli scarichi di inerti della cava hanno semi-occluso l'ingresso della Grotta del Re Tiberio e ricoperto di polvere gessosa la parete su cui essa si affaccia. Appare naturale ricollegare a tali pesanti alterazioni la scomparsa entro al Re Tiberio, esattamente negli stessi anni, della rara felce *Asplenium sagittatum* (Archivio Adelio Olivier).



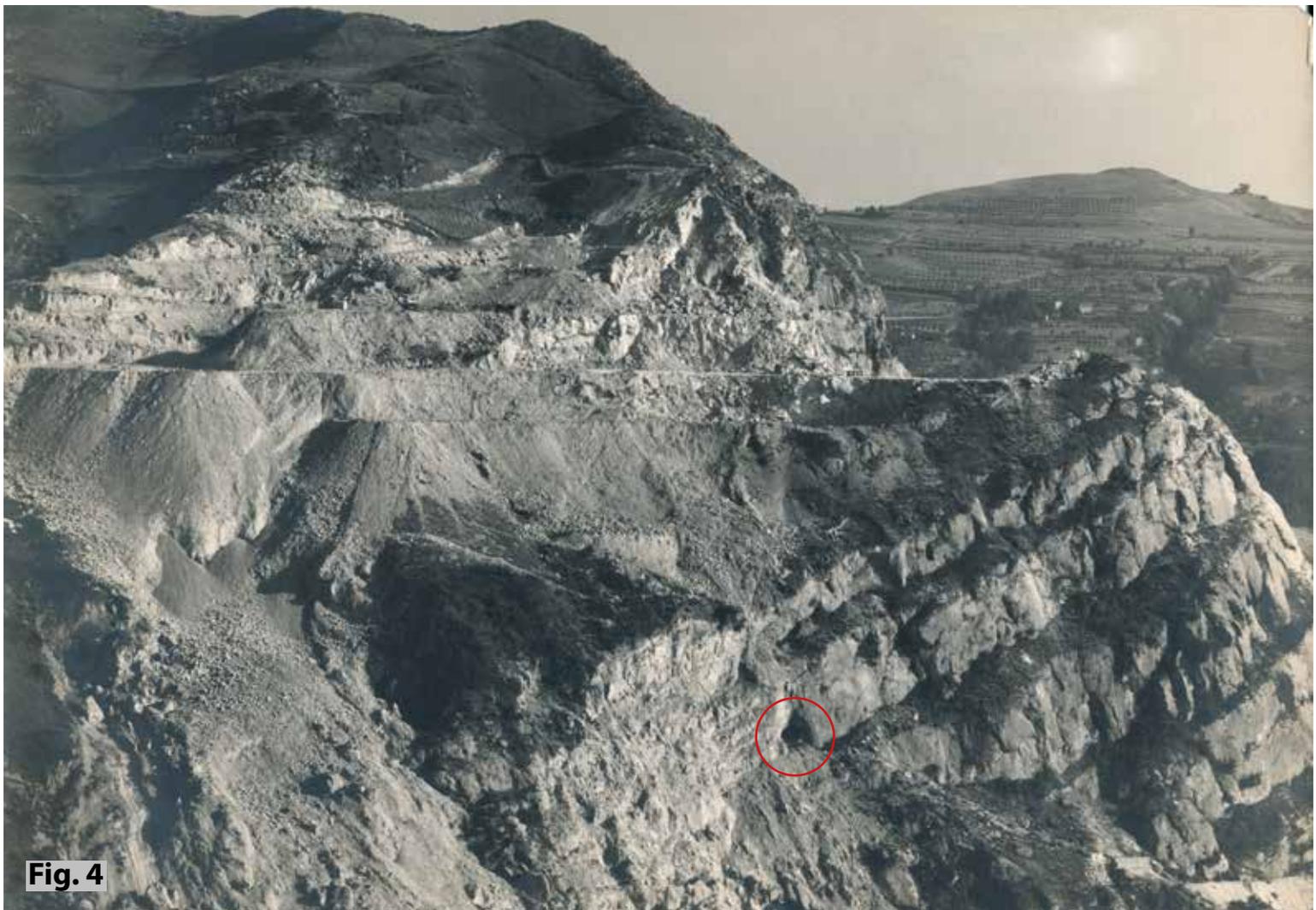
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

31 Agosto 1959



Fig. 5



Fig. 6



**Fig. 7**

## L'INTERAZIONE TRA I SISTEMI CARSICI DEL RE TIBERIO E DEI CRIVELLARI E LA CAVA DI MONTE TONDO

MASSIMO ERCOLANI<sup>1</sup>, PAOLO FORTI<sup>2</sup>, PIERO LUCCI<sup>3</sup>

### Riassunto

Questo articolo documenta l'interazione tra uno dei maggiori siti estrattivi del gesso a livello europeo (la cava di Monte Tondo) e due tra i sistemi carsici in rocce evaporitiche più importanti in assoluto (i sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivellari), non solamente in relazione alla distruzione delle gallerie normalmente percorribili dall'uomo, ma anche ai proto-condotti fossili e alle grotte di miniera, di norma ignorati poiché non transitabili. Vengono poi documentati i monitoraggi effettuati, nel corso degli anni, dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna nell'area della cava di Monte Tondo.

**Parole chiave:** Sistema carsico del Re Tiberio, sistema carsico dei Crivellari, acque carsiche, cava di Monte Tondo, proto-condotti fossili, grotte di miniera, monitoraggi ambientali.

### Abstract

*The paper deals with the interaction between one of the largest quarrying sites in gypsum at the European level (Mt. Tondo quarry) and two of the most important karst systems in Evaporites (Re Tiberio and Crivellari karst systems), not only with regard to the destruction of the tunnels explorable by humans, but also to the fossil proto-conducts and mine-caves, usually neglected because unexplorable by man. The monitoring activities undertaken, through the years, by the Emilia-Romagna Region Speleological Federation in the area of Mt. Tondo quarry (Vena del Gesso romagnola, Riolo Terme Municipality, Northern Italy) is also discussed.*

**Keywords:** Re Tiberio Karst System, Crivellari Karst System, Karst Aquifers, Mt. Tondo Quarry, Mine-Caves, Environmental Monitoring.

La Grotta del Re Tiberio, che si apre nella valle del Torrente Senio sulle pendici gessose di Monte Tondo, in comune di Riolo Terme, è senza dubbio il fenomeno carsico della Vena del Gesso romagnola più conosciuto e tra i più studiati (ERCOLANI *et alii* 2013).

Questa grotta, già nota in tempi antichi, deve molto della sua notorietà alle varie scoperte archeologiche, effettuate già a partire dalla seconda metà del 1800 (SCARABELLI 1851; 1872) e proseguite sino ai giorni nostri, che documentano una sua frequentazione lungo un arco temporale di oltre 5000 anni.

Fino all'inizio degli anni Novanta del XX secolo le conoscenze relative ai sistemi carsici dell'area di Monte Tondo erano limitate al solo ramo fossile iniziale della Tana del Re Tiberio, l'ampio ingresso a 173 m slm visibile a distanza sulla parete in riva destra del Senio. Lo sviluppo delle gallerie esplorate all'epoca superava appena i 300 metri.

L'esplorazione sistematica dei sistemi carsici di Monte Tondo, che ha richiesto alcuni decenni di intenso lavoro, è giunta ora ad una fase avanzata. È stato così

possibile definire in dettaglio sia lo sviluppo delle cavità sia l'idrologia sotterranea.

Contestualmente è proseguita l'estrazione del gesso da parte della contigua cava di Monte Tondo, iniziata nell'ormai lontano 1958.

Questa cava è da considerare tra i maggiori siti estrattivi del gesso a livello europeo; essa ha determinato, in una delle zone di maggior interesse naturalistico e paesaggistico regionale, un impatto ambientale devastante e irreversibile.

La Grotta del Re Tiberio, di rilevante interesse naturalistico, speleologico ed archeologico, è stata pesantemente danneggiata. I sistemi carsici sono stati intercettati dalla cava e, a seguito di ciò, l'idrologia sotterranea è stata irreparabilmente alterata; i tratti fossili delle cavità hanno, a loro volta, subito pesanti mutilazioni. 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.

<sup>1</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano

<sup>2</sup> Istituto Italiano di Speleologia e GSB-USB Bologna

<sup>3</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano

### *I percorsi sotterranei delle acque*

Nella primavera del 1997 sono stati effettuati tre tracciamenti utilizzando come colorante la fluoresceina sodica (ERCOLANI *et alii* 2013).

Per la prima colorazione è stata immessa fluoresceina nell'Abisso Cinquanta lungo un corso d'acqua a quota 180 m s.l.m. Il colorante ha percorso, in circa 2 ore, il tragitto dal punto d'immissione alla risorgente artificiale ubicata nei pressi dei silos (fig. 1) a quota 105 m s.l.m. evidenziando una connessione diretta e rapida con la Grotta del Re Tiberio ove il fluocaptore posto a quota 129 è risultato positivo.

La seconda colorazione ha avuto come punto di immissione la Buca Romagna. Il colorante è stato introdotto a quota 206 m s.l.m. nel ramo interessato da un rio perenne. I risultati della colorazione hanno dimostrato l'indipendenza di questo sistema da quello del Re Tiberio. Il colorante, infatti è trasitato al fondo della Buca Romagna (181 m s.l.m.) passando poi per la Grotta Grande dei Crivellari a quota 140 m s.l.m., nelle Grotte I e II di Ca' Boschetti (rispettivamente a quota 120 m e 100 m s.l.m.) e infine nella Risorgente a nord ovest di Ca' Boschetti (a quota 95 m s.l.m.) (fig. 2).

Per la terza e ultima prova di tracciamento, l'immissione del colorante è avvenuta a quota 225 m s.l.m. nell'Abisso Mezzano e ha dato risultati positivi nei fluocaptori

posti nelle grotte I e II nelle gallerie di cava rispettivamente a quota 197 m e 158 m s.l.m., nella Grotta del Re Tiberio a quota 118 m s.l.m. e alla risorgente di quota 105 m s.l.m. nei pressi dei silos. Non è stato possibile effettuare la colorazione immettendo la fluoresceina nel ramo principale della grotta essendo quest'ultimo intercettato dalle gallerie di cava. La continuità idrologica è fortunatamente assicurata da un piccolo rio presente al terminale di un ramo secondario.

In sintesi, le colorazioni hanno evidenziato la presenza di due ben distinti sistemi carsici (tavv. 1-2):

A - Le acque dell'Abisso Mezzano confluiscono nella Grotta del Re Tiberio, dopo aver attraversato le Grotte I e II nella gallerie di cava. Si immettono sempre nella Grotta del Re Tiberio, in diversi punti di confluenza, anche le acque provenienti dall'Abisso Tre Anelli, dall'Abisso Cinquanta e dall'Inghiottitoio del Re Tiberio. Il dislivello totale è di 223 metri.

B - Le acque della Buca Romagna confluiscono nella Risorgente a nord-ovest di Ca' Boschetti, dopo aver attraversato la Grotta Grande dei Crivellari e le Grotte I e II di Ca' Boschetti. Un affluente, proveniente dalla Grotta Enrica (attualmente inaccessibile a seguito di lavori di sistemazione agricola che hanno cancellato anche la sua piccola dolina di crollo), si immette nel torrente principale nel tratto della Grotta Grande dei Crivellari esplorato nel corso del 1997. Il dislivello totale è di 200 metri.



Fig. 1 – La "risorgente" del sistema carsico del Re Tiberio come si presenta oggi (foto P. Lucci).



Fig. 2 – La piccola Risorgente a nord ovest di Ca' Boschetti (ER RA 538) drena le acque del sistema carsico dei Crivellari e, dopo un brevissimo percorso epigeo, le immette nel Torrente Senio (foto P. Lucci). Fino alla fine degli anni Novanta del secolo scorso il flusso idrico era persistente anche in periodi di prolungata siccità. Negli ultimi anni la risorgente è attiva solamente dopo le piogge. Probabilmente diversi fattori concomitanti, tra i quali di certo l'intercettazione da parte di una galleria di cava di una condotta attiva nella Buca Romagna, hanno contribuito a rendere intermittente il corso d'acqua.

#### *Le alterazioni prodotte dall'attività di cava*

L'attività di cava, nel tempo, ha completamente alterato i sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivellari sia in superficie che in sotterraneo (fig. 3).

In sintesi:

- Fin dai primi mesi di attività la cava ha modificato lo spartiacque di superficie (tav. 3), facendolo arretrare di circa 200 metri in direzione nord est. Oggi le acque dell'area interessata dalle escavazioni sono artificialmente convogliate nelle sottostanti gallerie di cava. In questa zona erano certamente diffuse le morfologie carsiche di superficie (segnatamente doline), stante la presenza, seppure in gran parte oggi distrutti, di inghiottitoi con evidenti segni di scorrimento idrico.
- Il dedalo di gallerie di cava (circa 20 chilometri, su più livelli, tavv. 4-5), intercetta in più punti le cavità naturali (tav. 6), nonché le condotte attive i cui flussi idrici sono irrimediabilmente deviati dai loro naturali percorsi.
- Il fronte di cava, in continuo mutamento a seguito di ogni "volata", intercetta nuovi tratti di condotte del sistema carsico del Re Tiberio.

- Le discariche alterano la morfologia e l'idrologia di superficie. Un esempio emblematico di discarica, da tempo non più utilizzata, è quella ubicata circa 200 metri a nord ovest dell'abitato dei Crivellari. Morfologie carsiche di superficie, tra le quali di certo una dolina, sono sepolte sotto una spessa coltre di detriti (tav. 3).

#### *I proto-condotti fossili e le "grotte di miniera", parti integranti del sistema carsico del Re Tiberio*

In generale si dice che i sistemi carsici in gesso sono molto più semplici degli omologhi in calcare (FORTI 1993; FORTI, ROSSI 2003) e questo è sicuramente vero se si considerano solo le gallerie transitabili dall'uomo ben all'interno del massiccio carsico, dove la competizione selettiva tra i vari dreni ha creato dei sistemi idrogeologici a primario dominante o fortemente dominante.

La cosa si fa progressivamente più complessa spostandosi verso la superficie esterna del massiccio carsico, dove si trovano, attorno ai dreni principali, una "nuvola" di condotti, di dimensioni da metrici a millimetrici: sono la testimonianza del drenaggio embrionale

Fig. 3 – Questo pannello, esposto nel vicino “Museo sul carsismo e la speleologia nella Vena del Gesso romagnola” a Borgo Rivola, documenta l’interazione della cava con il sistema carsico del Re Tiberio, relativamente alla sua evoluzione nel tempo.

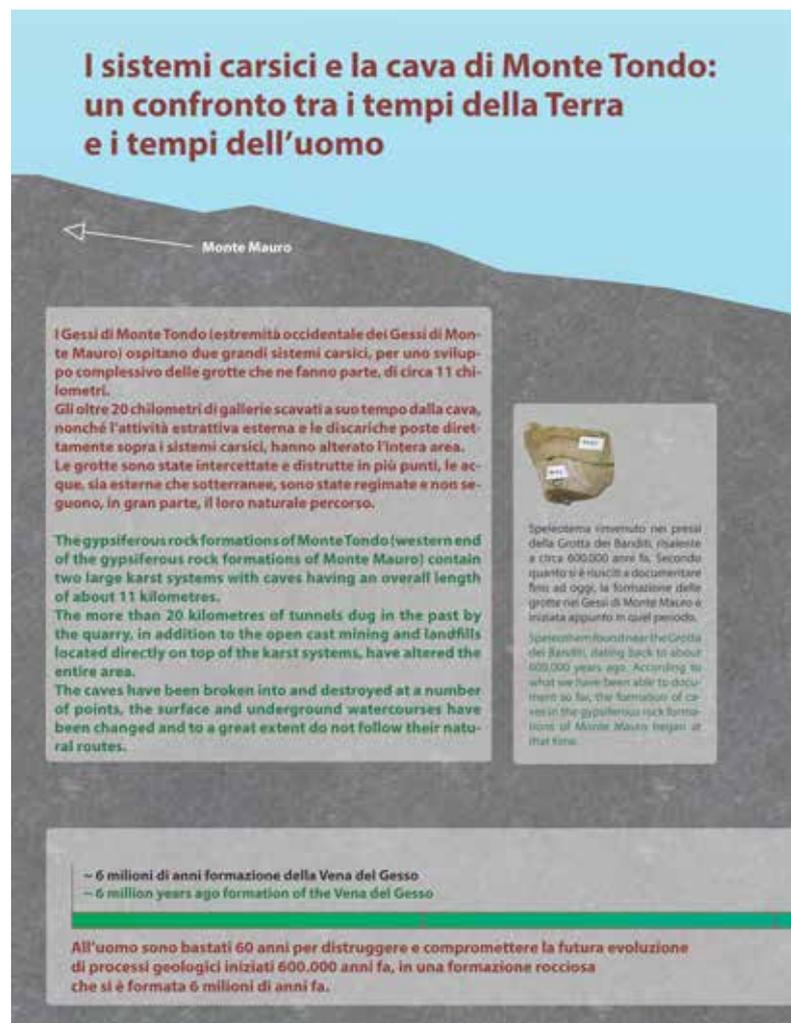
In sintesi:

- È probabile che l’evoluzione del sistema carsico del Re Tiberio sia iniziata in un periodo antecedente a quello che oggi è possibile documentare, stante il rinvenimento, sempre nel massiccio gessoso di Monte Mauro, di speleotemi risalenti a circa 600.000 anni fa. Le condotte più antiche sono state infatti cancellate dalla cava.
- Sono ancora presenti condotte del sistema carsico del Re Tiberio, a partire da circa 110.000 anni fa, che vengono sistematicamente distrutte dall’attività di cava.
- Le acque della risorgente sono state incanalate lungo una galleria di drenaggio (fig. 1). Ciò impedirà, in futuro, l’evoluzione del sistema carsico del Re Tiberio che, in condizioni naturali, tende a sviluppare nuove condotte drenanti, in relazione all’abbassamento del corso d’acqua esterno in cui confluisce.

diffuso attivo, prima che la carsificazione li rendesse praticamente inattivi dato che le gallerie di deflusso maggiori hanno, nel tempo, progressivamente catturato tutta l’acqua di percolazione disponibile (EWERS 1982; DREYBRODT *et alii* 2005; DE WAELE, GUTIERREZ 2022).

Di solito non è possibile analizzare in dettaglio la “nuvola” di proto-condotti che esiste tutt’attorno al sistema di drenaggio principale, ma anche altre porzioni relativamente periferiche del sistema carsico che, per questioni locali litologiche, tettoniche o strutturali, non si sono evolute.

La cava di Monte Tondo, da questo punto di vista, ha rappresentato un singolare campo sperimentale in cui è stato possibile dimostrare in modo incontrovertibile l’esistenza di una complessa “nuvola” di proto-condotti, nonché di cavità carsiche vere e proprie, che fanno da corona al sistema del Re Tiberio non solo nelle aree limitrofe alla superficie esterna, ma a volte anche nelle immediate vicinanze dei punti in cui tale sistema era stato intercettato dalle gallerie di cava, ove si sono potute esplorare alcune cosiddette “grotte di miniera” (FORTI 2005), le quali altro



non sono che porzioni del Re Tiberio stesso, però non connesse alla cavità principale da condotte di dimensioni tali da permetterne il transito agli speleologi.

Queste osservazioni sperimentali, condotte in un arco di tempo sufficientemente lungo se paragonato alla velocità dell’evoluzione carsica in ambiente gessoso, hanno permesso, forse per la prima volta, di documentare dettagliatamente e di comprendere meglio come tutta l’area di un massiccio che ha sviluppato al suo interno un sistema carsico ne è in realtà parte integrante.

Nel corso degli anni, la progressiva escavazione dei gradoni a cielo aperto ha poi permesso di mettere in luce porzioni sempre più profonde di questo network di proto-condotti più o meno estesi, di cui purtroppo oggi rimane solamente una parziale documentazione fotografica, mentre le gallerie di cava hanno praticamente sventrato e trasformato in polvere la stragrande maggioranza dei vuoti carsici, sia piccoli che grandi (le già citate “grotte di miniera”), intercettati dalle escavazioni (fig. 4).

## The karst systems and the quarry of Monte Tondo: a comparison between geological and historical timescales

È molto probabile che l'evoluzione del sistema carsico del Re Tiberio sia iniziata in un periodo anteriore a quello che è stato possibile documentare.

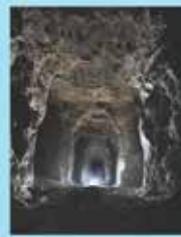
La cava ha infatti cancellato ogni traccia dei livelli di gallerie che si sono formati prima di 110.000 anni fa.

It is very probable that the evolution of the Re Tiberio karst system began in a period prior to that which we have been able to document.

The quarry has, in fact, erased all traces of the levels of tunnels that were formed before 110,000 years ago.



Un meandro della Grotta del Re Tiberio intercettato da una galleria di cava.  
A meander in the Grotta del Re Tiberio broken into by a quarry tunnel.



Galleria di cava di "quota 160" in prossimità della Grotta del Re Tiberio.  
Quarry tunnel at "altitude 160" near the Grotta del Re Tiberio.



La risorgente del sistema carsico del Re Tiberio com'è oggi.  
The resurgence of the Re Tiberio karst system as it appears today.

Skyline prima dell'inizio dell'attività di cava  
Skyline before quarrying started

Skyline attuale  
Present day skyline

L'evoluzione del sistema carsico del Re Tiberio è compromessa.

Le acque della risorgente sono state indirizzate in una galleria artificiale di drenaggio. Ciò impedisce, in futuro, il naturale sviluppo di nuove gallerie a livelli inferiori, in concomitanza con l'abbassamento del cono d'acqua esterno.

The evolution of the Re Tiberio karst system has been compromised. The waters of the resurgence have been channelled into a man-made drainage tunnel. In the future, this will prevent the natural development of new tunnels at lower levels, in conjunction with the lowering of the external water-table.

Età delle gallerie:  
circa 110.000 anni  
Age of the tunnels:  
about 110,000 years

Canale di drenaggio  
Drainage tunnel

– 600.000 anni  
iniziato documentato della formazione delle grotte nei Gessi di Monte Mauro  
– 600,000 years ago

1958: inizio dell'estrazione del gesso nella cava di Monte Tondo  
1958: Start of gypsum quarrying at the Monte Tondo quarry

It has taken man 60 years to destroy and compromise the future evolution of geological processes that began 600,000 years ago, in a rock formation that formed 6 million years ago.

### *I monitoraggi effettuati dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna nell'area di cava*

Dando corso a quanto stabilito dalla Provincia di Ravenna con deliberazione della Giunta provinciale n. 233 del 13 maggio 2011 sulla base della valutazione di incidenza effettuata dal Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola ai sensi della direttiva 92/43/CEE, la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna ha svolto, a partire dal 2011, con cadenza semestrale (ad esclusione del periodo di quarantena dovuto al Covid), i monitoraggi dei sistemi carsici nell'area interessata della cava di Monte Tondo (figg. 7-23). La relativa documentazione è stata poi consegnata alla proprietà della cava e al Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola. Nel corso dei monitoraggi sono stati verificati i "punti critici". In particolare le intersezioni tra cavità naturali, fronte esterno e gallerie di cava. Prendendo a riferimento gli studi e la cartografia inseriti nel volume "I Gessi e la cava di Monte Tondo" (ERCOLANI *et alii* 2013), da considerare punto di riferimento per ogni futura indagine, è stato verificato ciò che, da allora (2013) sino ad oggi,

i lavori di cava hanno modificato e distrutto (tav. 6):

#### Grotte a catasto non più accessibili o distrutte

- Totale distruzione della Grotta alta che soffia (ER RA 827).
- Chiusura dell'ingresso e distruzione di un tratto della Grotta I nei gradoni (ER RA 882).
- Chiusura dell'ingresso e distruzione di un tratto della Grotta II nei gradoni (ER RA 883) [11] (i numeri e le lettere in rosso fanno riferimento ai posizionamenti riportati nella tav. 7). Attualmente dell'ingresso non v'è traccia alcuna. Nel corso del monitoraggio effettuato nei primi mesi del 2018, quando ancora la cavità era accessibile, è stato appurato che, in quel momento, la distruzione riguardava il tratto compreso tra il vecchio ingresso e il caposaldo 4 (figg. 7-8).
- Chiusura dell'ingresso della Grotta III nei gradoni (ER RA 884).

#### Grotte intercettate dall'attività di cava e posizionate nel corso dei monitoraggi

A seguito dell'attività di cava, nuove cavità sono state

mutilate e conseguentemente si sono aperte nei gradoni [1-14]. Queste cavità, sono poi state completamente distrutte, oppure il loro ingresso è ancora visibile, ma arretrato rispetto ai primi monitoraggi. Solitamente le grotte in questione presentano uno sviluppo percorribile di pochi metri, poichè subito interrotte da frane instabili, dovute all'attività di cava. Per questo motivo non è stato possibile effettuare l'esplorazione, estremamente pericolosa, e quindi il rilievo. La presenza di condotte di chiara origine carsica rende comunque certo un loro collegamento con il sottostante sistema carsico del Re Tiberio, a sua volta in gran parte distrutto dall'attività estrattiva.

#### Morfologie carsiche esterne prossime all'area di cava

Si tratta di doline e inghiottitoi occlusi da riempimenti [A-D] (figg. 22-23). Stante la presenza di queste morfologie esterne è ovvio che le relative cavità sono presenti, seppure occluse da riempimenti. L'espansione dell'attività di cava condurrebbe alla loro distruzione.

#### *Conclusioni*

Il controllo costante dei fenomeni carsici intersecati dai lavori della cava di Monte Tondo ha permesso di evidenziare come quelli embrionali siano diffusi in tutta la massa gessosa e che anche fenomeni di carso maturo, come le cosiddette "grotte di miniera", siano molto più comuni di quanto non ritenuto sino a pochi anni addietro. L'insieme di questi fenomeni, anche se percentualmente rilevanti rispetto alle cavità carsiche conosciute, ovviamente non possono in alcun modo essere osservati in assenza di attività estrattive.

È essenzialmente per questo motivo che sino ad oggi queste ultime, in ambiente carsico, siano state considerate accettabili fintantoché non interferivano pesantemente con grotte ben sviluppate e conosciute.

Lo studio attuale però ha dimostrato chiaramente come il danno provocato dalle attività estrattive sia comunque molto maggiore di quanto ritenuto: esse causano infatti la perdita della totalità del carsismo



Fig. 4 – Una visione "antropocentrica" (e di conseguenza parziale, quand'anche non fuorviante) dei danni causati dall'escavazione al sistema carsico del Re Tiberio. Con un cerchio rosso sono infatti evidenziate solamente le cavità intercettate dal fronte di cava in un determinato istante e, per dimensioni, potenzialmente percorribili dall'uomo (foto P. Lucci). Ma una visione "olistica" del concetto di "sistema carsico" implica che vanno considerate, al pari, anche le morfologie carsiche non direttamente accessibili (proto-condotti e "grotte di miniera"), nonché la copertura vegetale (CALAFORRA, FORTI 2021) e la presenza di colonie batteriche (FORTI *et alii* in questo volume), in quanto causa diretta dell'evoluzione dello stesso. Nella sostanza: qualunque umana alterazione dell'area interessata da un sistema carsico la modifica irrimediabilmente.

embrionale e in molti casi anche di carsismo maturo potenzialmente molto importante, rappresentato appunto dalla presenza di numerose “grotte di miniera”. A tal proposito si consideri che il sistema carsico che fa capo alla Grotta del Re Tiberio era noto, fino all’inizio degli anni Novanta del secolo scorso, per uno sviluppo complessivo di circa 350 metri (il cosiddetto “Ramo storico”). A seguito delle esplorazioni condotte dallo Speleo GAM Mezzano a partire dal 1990 e fino al 2012, lo sviluppo noto e messo a catasto dello stesso sistema carsico è ora di ben 7800 metri; ebbene, gran parte di queste cavità si possono considerare “grotte di miniera” essendo state scoperte a seguito della loro intercettazione da parte di gallerie o del fronte di cava, in quanto prive di accessi naturali dall’esterno. Se, per una volta, si abbandona la consueta visione antropocentrica per cui è di interesse solamente ciò che può essere fruito (o meglio sfruttato) dall’uomo si giunge alla conclusione che qualunque intervento umano in un ambiente naturale è destinato a lasciare il segno, spesso in modo indelebile. Per questi motivi sarebbe bene che in futuro venisse esercitato un maggiore controllo sull’attività estrattiva in ambito carsico e soprattutto che questa sia effettuata contestualmente alle attività minerarie stesse e soprattutto per tutto il tempo di queste ultime, essendo questo il solo modo che rende possibile l’individuazione precoce di eventuali importanti fenomeni carsici e ne permette l’auspicata salvaguardia prima che vengano irrimediabilmente compromessi se non totalmente demoliti.

## Bibliografia

- \* J.M. CALAFORRA, P. FORTI 2021, *Speleotemi peculiari dei Gessi e delle Anidriti*, (Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXVI), Bologna.
- J. DE WAELE, F. GUTIERREZ 2022, *Karst Hydrogeology, Geomorphology and Caves*, Chichester.
- W. DREYBRODT, F. GABROVŠEK, D. ROMANOV 2005, *Processes of Speleogenesis: A Modeling Approach*, Lubiana.
- \* M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSVINI 2013, *Le grotte di Monte Tondo*, in M. ERCOLANI, P. LUCCI, S. PIASTRA, B. SANSVINI (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. 115-167.
- R.O. EWERS 1972, *A model for the development of subsurface drainage routes along bedding planes*, MS Thesis, Geography, University of Cincinnati.

- R.O. EWERS 1982, *Cavern development in the dimensions of length and breadth*, Hamilton PhD thesis, McMaster University.
- R.O. EWERS, J.F. QUINLAN 1981, *Cavern porosity development in limestone: a low dip model from Mammoth Cave*, in *Proc. 8th Int. Spel. Congr.*, Bowling Green, pp. 727-731.
- P. FORTI 1993, *Karst evolution and water circulation in gypsum formations*, in *Proceedings of the International Association of Hydrogeologists Congress. Water Resources in Karst*, Shiraz, pp. 791-802.
- P. FORTI 2005, *L’importanza scientifica delle grotte di miniera*, in *Atti del Simposio sulle grotte di miniera tra economia mineraria ed economia turistica*, (Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XVII), Bologna, pp. 15-22.
- \* P. FORTI, A. ROSSI 2003, *Il carsismo ipogeo nei gessi italiani*, in G. MADONIA, P. FORTI (a cura di), *Le aree carsiche gessose d’Italia*, (Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XIV), Bologna, pp. 65-87.
- G. SCARABELLI 1851, *Note sur l’existence d’un ancien lac dans la vallée du Senio en Romagne*, “Bulletin Société Géologique de France” 2, 8, pp. 239-251.
- 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. Riedito in forma sintetica, nello stesso anno, come G. SCARABELLI, *Su di una caverna con avanzi preistorici dell’Appennino di Romagna (Circondario di Faenza)*, “Bollettino del R. Comitato Geologico d’Italia” 7-8, (1872), pp. 209-211.

## Siti internet

I testi contrassegnati con asterisco [\*] sono disponibili in formato PDF nel sito [www.venadelgesso.it](http://www.venadelgesso.it) così come il file del presente volume, nonché le tavv. 1-2 di questo contributo ad alta risoluzione. Qui è anche possibile visualizzare una serie di foto ad alta risoluzione e alcuni video in 4K della cava e delle grotte di Monte Tondo. È inoltre resa disponibile una visita virtuale al “Museo sul carsismo e la speleologia nella Vena del Gesso romagnola”, ubicato nei pressi di Borgo Rivola, a poche decine di metri dall’ingresso della Grotta del Re Tiberio, dove sono illustrate molte tematiche affrontate in questo volume.

## Le tracce della carsificazione embrionale

I fattori che determinano l'estensione spaziale della "nuvola" dei proto-condotti sono molti e differenti e soprattutto interferiscono l'un l'altro, tanto che è oggettivamente impossibile definire per via teorica l'area effettivamente occupata da loro, così come è ancora più difficile prevedere in che zone di un massiccio carsico si possano essere formate grotte prive di ingresso transitabile dall'esterno o comunque, in qualche modo, connesse per via idrologica ad altre cavità della stessa area.

Una formazione permeabile e quindi carsificabile prima che l'acqua cominci a penetrarvi a grande scala è sempre almeno parzialmente anisotropa (non omogenea) per la presenza di vacui sinsedimentari, fratture, faglie stratificazioni ed interstrati di varia natura, anche semi o del tutto impermeabili.

A piccola scala, invece, la distribuzione delle discontinuità (porosità primaria e/o secondaria) può essere ancora considerata abbastanza omogenea e quindi all'inizio della carsificazione, che coincide col momento stesso dell'ingresso dell'acqua meteorica all'interno della formazione, quest'ultima potrà esplicare il suo potere carsificante lungo varie direttrici potenzialmente simili se non analoghe, essendo tutte controllate dal medesimo gradiente idraulico una volta che si sia realizzata la continuità idrologica (fig. 5), (EWERS 1972; EWERS, QUINLAN 1981; EWERS 1982).

Questo fatto permette lo sviluppo della "nuvola" dei proto-condotti che sarà tanto più espansa quanto maggiore risulterà essere l'omogeneità iniziale della formazione carsificabile e quanto più lento risulterà essere il fenomeno della carsificazione.

Col procedere della speleogenesi embrionale, alcuni dei vacui, che già al momento iniziale della loro formazione potevano presentare volumetrie e quindi capacità di assorbimento maggiore, si svilupperanno di più e, progressivamente, tenderanno ad assorbire la totalità delle acque di infiltrazione disponibile nella loro area, fenomeno questo che verrà anche potenziato dalla possibile confluenza di alcuni dreni minori in altri già più sviluppati e, in pratica, renderà progressivamente sempre più disomogenea la distribuzione e l'evoluzione della carsificazione all'interno di questa piccola area del massiccio.

La conclusione teorica del processo potrà dirsi raggiunta, almeno a piccola scala, quando tutta l'acqua di infiltrazione disponibile in una microarea sarà veicolata verso i suoi recapiti da un'unica condotta in equilibrio idraulico con il punto di sversamento.

Passare dalla descrizione di quello che avviene nei primi stadi di carsificazione in una microarea a tutta la formazione permeabile è praticamente impossibile dato che già a media scala, ed esponenzialmente di più a grande scala, i fattori che influenzano il flusso idrico e conseguentemente lo sviluppo delle condotte carsiche possono essere in numero elevato e anche essere antagonisti tra loro, rendendo così impossibile una qualunque modellizzazione di dettaglio.

In altre parole, è assolutamente irrealistico pensare di poter definire per via teorica e in maniera accurata la disposizione spaziale e volumetrica dei proto-condotti all'interno di un grande massiccio carsificabile e, ancora meno, quella degli eventuali vuoti carsici maggiori (grotte di miniera).

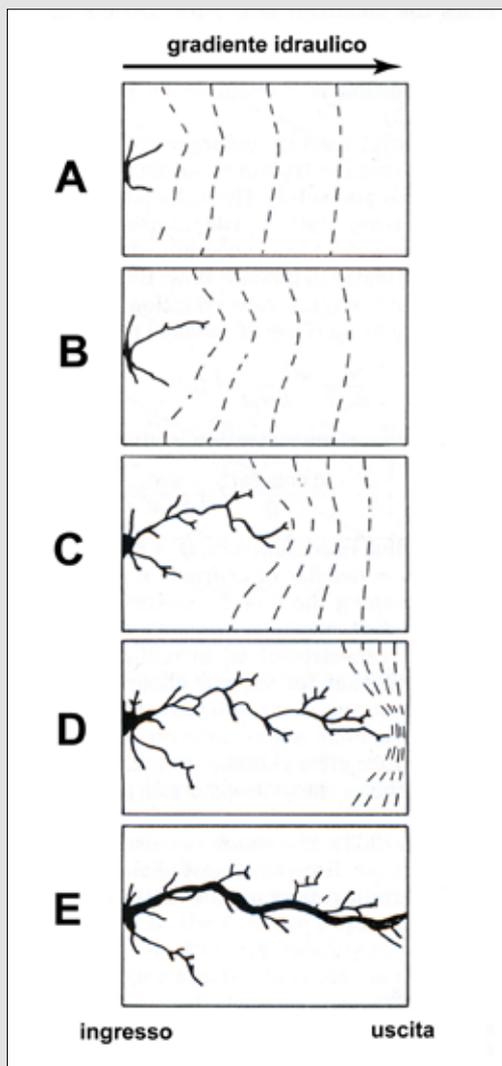


Fig. 5 – A-E: stadi successivi nella propagazione dei proto-condotti all'interno di un acquifero poroso a seguito dell'infiltrazione puntuale di acqua. La propagazione dei condotti embrionali, pur essendo casuale, è sempre controllata dal gradiente idraulico, che a sua volta si modifica per l'esistenza dei protocondotti stessi. Nel momento in cui si ottiene una continuità idraulica dall'ingresso al recapito (E) si sviluppa rapidamente un dreno principale che assorbe tutto il flusso idrico, mentre tutti gli altri proto-condotti vengono abbandonati e perdono quindi ogni funzione idraulica (da EWERS, QUINLAN 1981, modif.).

In effetti anche per via sperimentale la cosa non è facilmente eseguibile essenzialmente per il fatto che ben di rado all'interno di una grotta si sono preservati frammenti della carsificazione embrionale e praticamente mai è possibile definire con sicurezza l'esistenza e la posizione di una grotta priva di accesso di dimensioni umane, per non parlare poi della sua possibile volumetria.

Quindi tutti questi dati, almeno allo stadio attuale delle conoscenze, possono essere ricavati solo "a posteriori", studiando sistematicamente in dettaglio le forme presenti sulle pareti minerarie e/o di cava nel loro progressivo inoltrarsi all'interno di una formazione carsificabile con conseguente intercettazione di fenomeni che, in massima parte, vengono poi distrutti.

#### *Proto-condotti e corretta definizione di alcune forme sotterranee*

Di solito all'interno di un massiccio carsificato le uniche osservazioni che possono essere fatte per esplorazione diretta sono quelle all'interno delle grotte transitabili all'uomo che, però, coincidono sempre con le vie di drenaggio principale, il cui sviluppo ha, di conseguenza, comportato la demolizione e/o l'obliterazione pressoché totale della "nuvola" dei proto-condotti eventualmente presente all'inizio della carsificazione.

È evidente quindi che dentro le grotte le tracce dei proto-condotti e dei dreni embrionali, che esistevano prima della classazione e conseguente gerarchizzazione degli stessi, non potranno essere quasi mai osservate perché, dal momento della loro progressiva evoluzione ed anastomosi sino alla realizzazione della condotta unica di drenaggio, o sono state completamente demolite dal processo di progressivo allargamento del condotto, ovvero non sono rimaste in contatto con la zona in cui i processi di carsificazione erano attivi e sono pertanto state obliterate e quindi fossilizzate da depositi chimici e/o fisici.

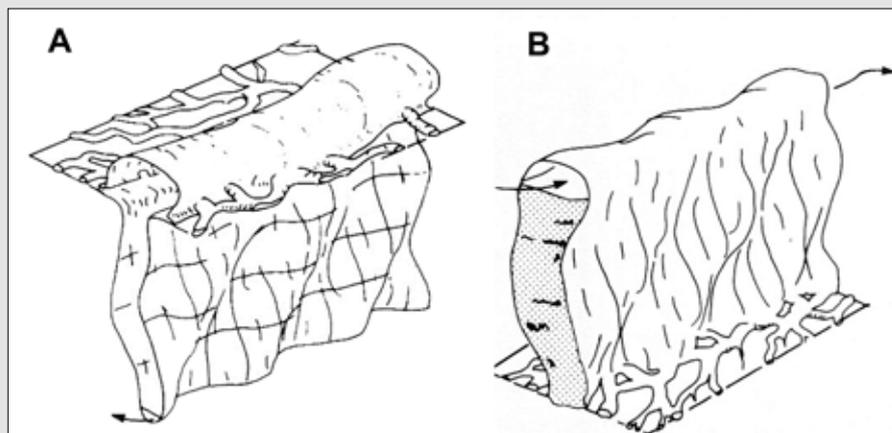
È logico attendersi quindi che, normalmente, dalle osservazioni in grotta non si possa avere una idea anche solo approssimata dell'esistenza, della localizzazione e della estensione originaria della "nuvola" dei proto-condotti. La speleogenesi nei gessi, però, essendo più rapida di due ordini di grandezza rispetto a quella in calcare, permette, almeno in alcuni casi particolari, di riconoscere l'area di sviluppo locale dei proto-condotti e questo, a cascata, consente poi di discriminare tra morfologie assolutamente originatesi in contesti diversissimi, ma che, in alcuni casi, potrebbero essere confuse tra loro.

È il caso classico delle gallerie singenetiche o gravitative (fig. 6A) e paragenetiche o antigravitative (fig. 6B), che, pur presentando caratteristiche morfologiche molto simili, sono il risultato di uno sviluppo il quale procede in maniera diametralmente opposta: dall'alto verso il basso per i canyon o gallerie gravitative e dal basso verso l'alto quelle antigravitative.

La velocità nell'evoluzione verticale nei gessi di queste due forme, infatti, permette, molto più spesso che nei sistemi carsici in calcare, di preservare, almeno in parte, la zona di evoluzione dei proto-condotti, e quindi di risultare un elemento discriminante per la definizione corretta del meccanismo genetico che è stato alla base della loro genesi e successivo sviluppo.

Infatti, si tratterà di gallerie gravitative se la zona embrionale con proto-condotti anastomizzati si troverà al contatto con il soffitto della condotta, mentre in quelle antigravitative le stesse saranno ovviamente a livello del pavimento.

Fig. 6 – A) schema di una galleria gravitativa originatasi per il rapido approfondimento progressivo a partire da una condotta drenante, lungo cui possono quindi essere rimaste tracce dei proto-condotti originari; B) schema di una galleria antigravitativa sviluppatasi per la progressiva sedimentazione di materiale impermeabile al fondo, dove potrebbero essersi conservati i proto-condotti originari.



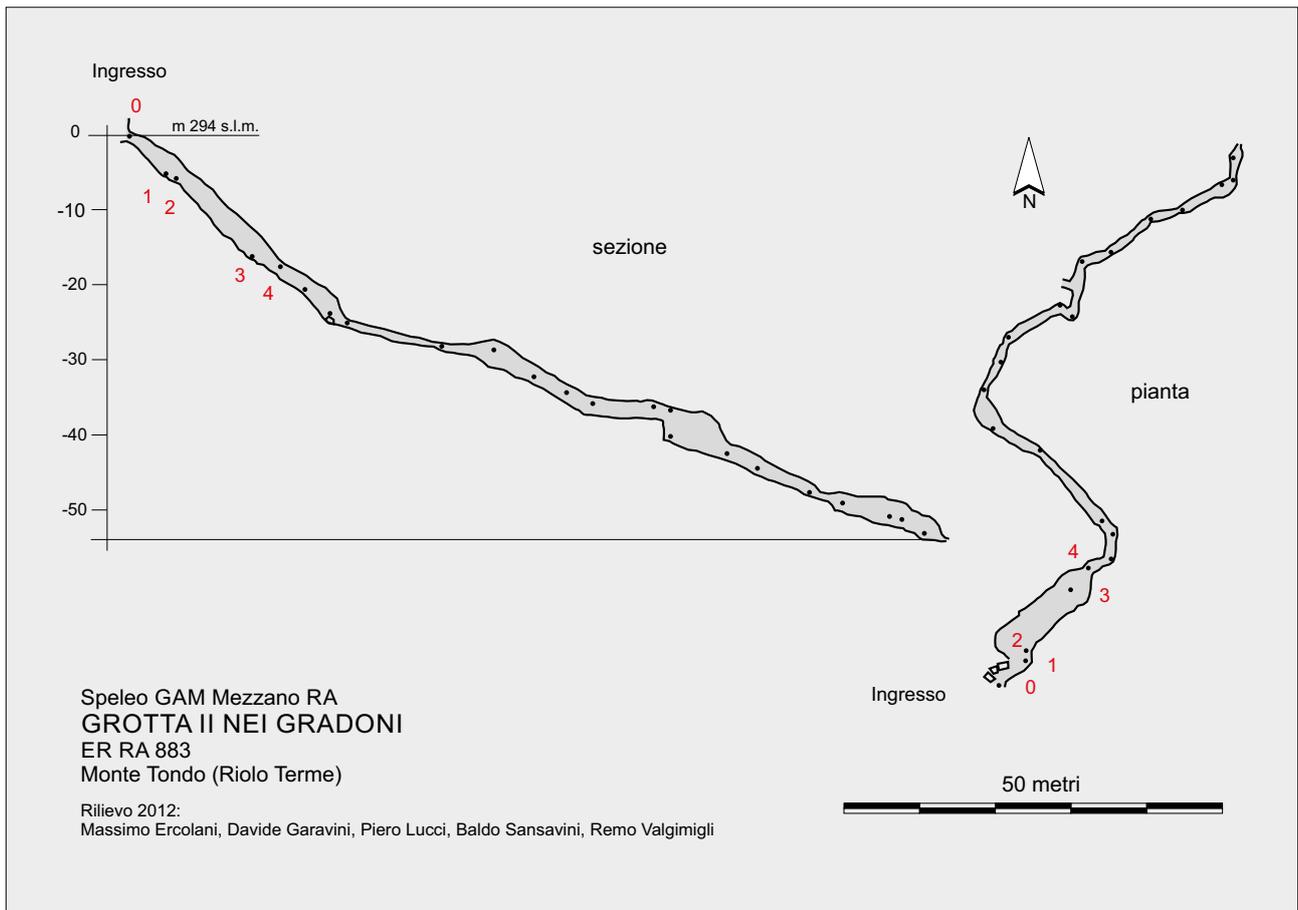


Fig. 7 – Rilievo della Grotta II nei gradoni (da ERCOLANI *et alii* 2013, modif.). Sono evidenziati i primi 5 caposaldi (0-4), tratto sicuramente distrutto.



Fig. 8 – L'ultima foto disponibile dell'ingresso, arretrato al caposaldo 4, della Grotta II nei gradoni. I blocchi di gesso in primo piano, risultato dell'esplosione delle mine, quasi occludono la cavità (foto M. Ercolani).



Fig. 9 - [1] I gradoni superiori mostrano una serie di fratture subverticali parzialmente carsificate, nel gradone inferiore una di queste ha subito il passaggio di una quantità d'acqua maggiore tanto da sviluppare un pozzo fusoidi sezionato dal progredire dei lavori di smantellamento progressivo (foto M. Ercolani).

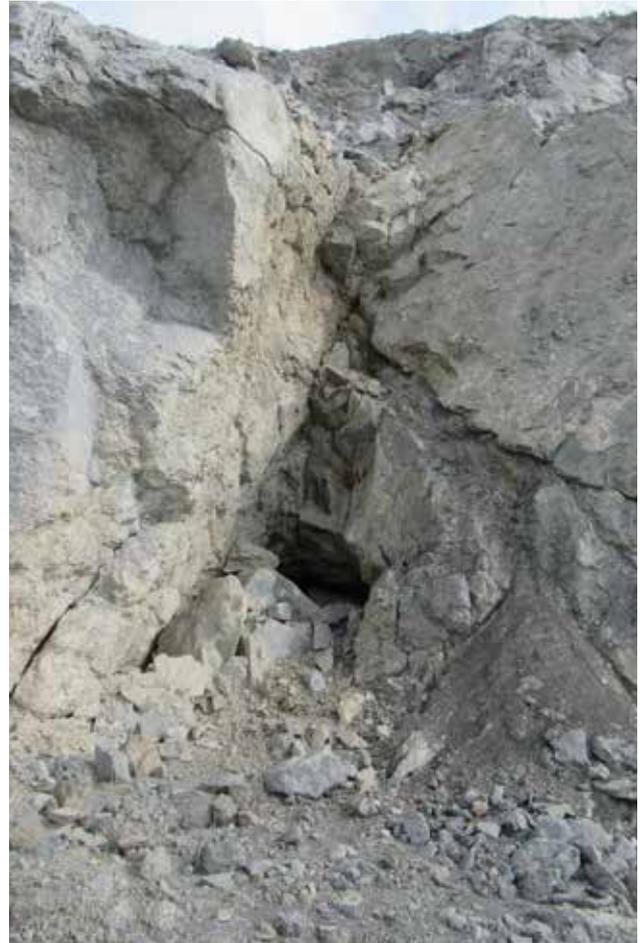


Fig. 10 - [2] Area ricca di fratture da stress alla cui intersezione si è sviluppata una piccola galleria (foto M. Ercolani).



Fig. 11 - [2] Mammelloni che rappresentano la ripartenza di un ciclo sedimentario del gesso, messi in evidenza dall'asportazione dell'interstrato marnoso argilloso sottostante da parte delle acque di circolazione carsica (foto M. Ercolani).

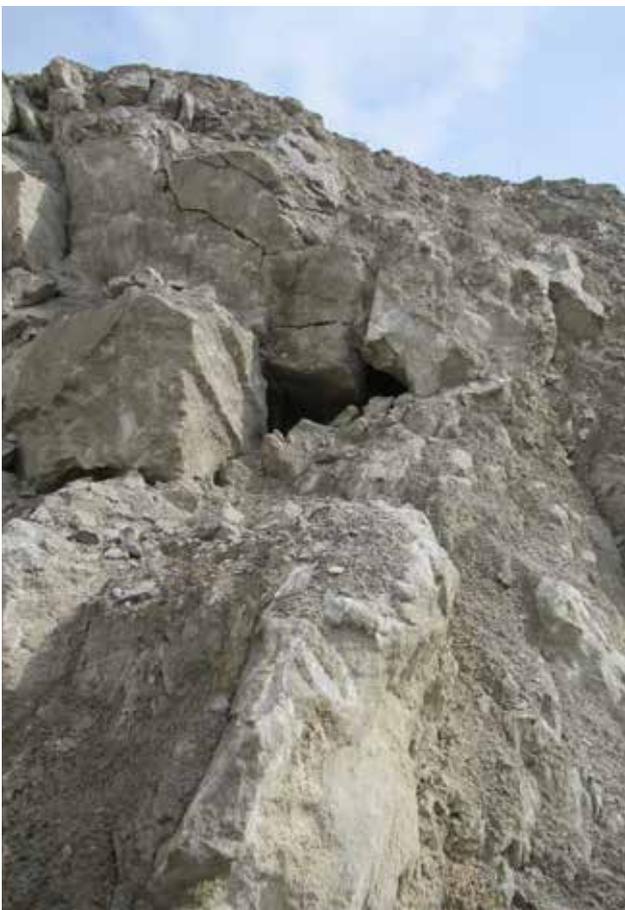
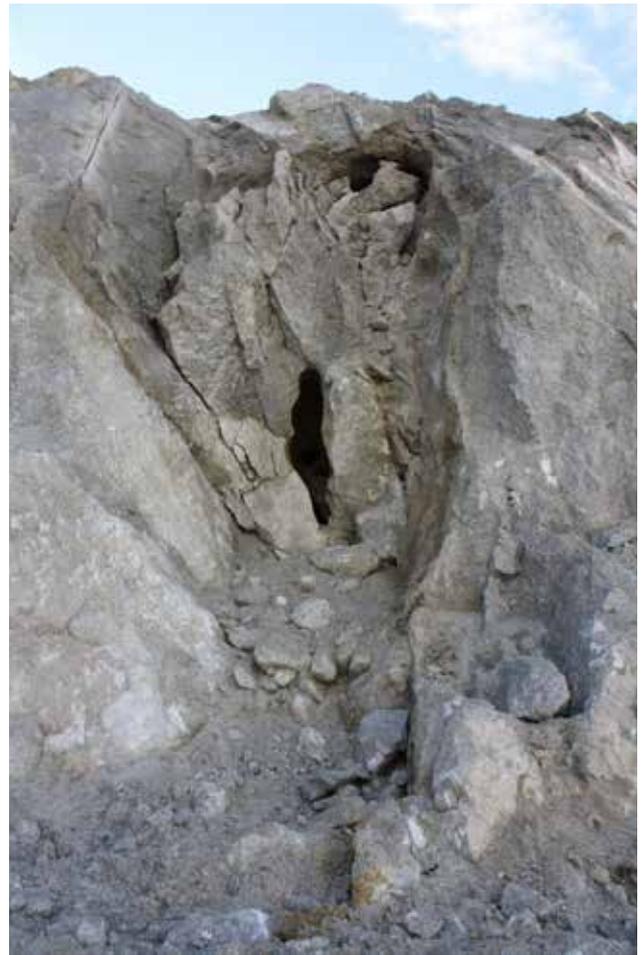


Fig. 12 (in alto a sinistra) – [3] Galleria di drenaggio sub-verticale sviluppatasi lungo una importante frattura (foto M. Ercolani).

Fig. 13 (in alto a destra) – [4] Meandro subverticale di approfondimento vadoso (foto M. Ercolani).

Fig. 14 (a fianco) – [8] Condotta intercettata dall'attività di cava in zona particolarmente densa di cavità carsiche (foto M. Ercolani).



Figg. 15-16 – [9] La progressiva demolizione del gesso ha messo in evidenza la parete di una frattura tettonica lungo cui un tempo si è infiltrata l'acqua meteorica modellandola e depositandovi sopra dei residui limosi (foto M. Ercolani).





Fig. 17 – [10] Galleria carsica tra instabili massi di crollo. I due blocchi più chiari, a destra dell'ingresso, sono residui del materiale usato per il brillamento delle mine (foto M. Ercolani).



Fig. 18 – [13] Galleria di flusso sviluppatasi all'interno di un interstrato marnoso-argilloso (foto M. Ercolani).



Fig. 19 – [14] Area di forte tettonizzazione al cui interno le gallerie si sono sviluppate seguendo la disposizione degli strati di gesso (foto M. Ercolani).



Figg 20-21 – Condotte carsiche completamente occluse da depositi argillosi (foto M. Ercolani).

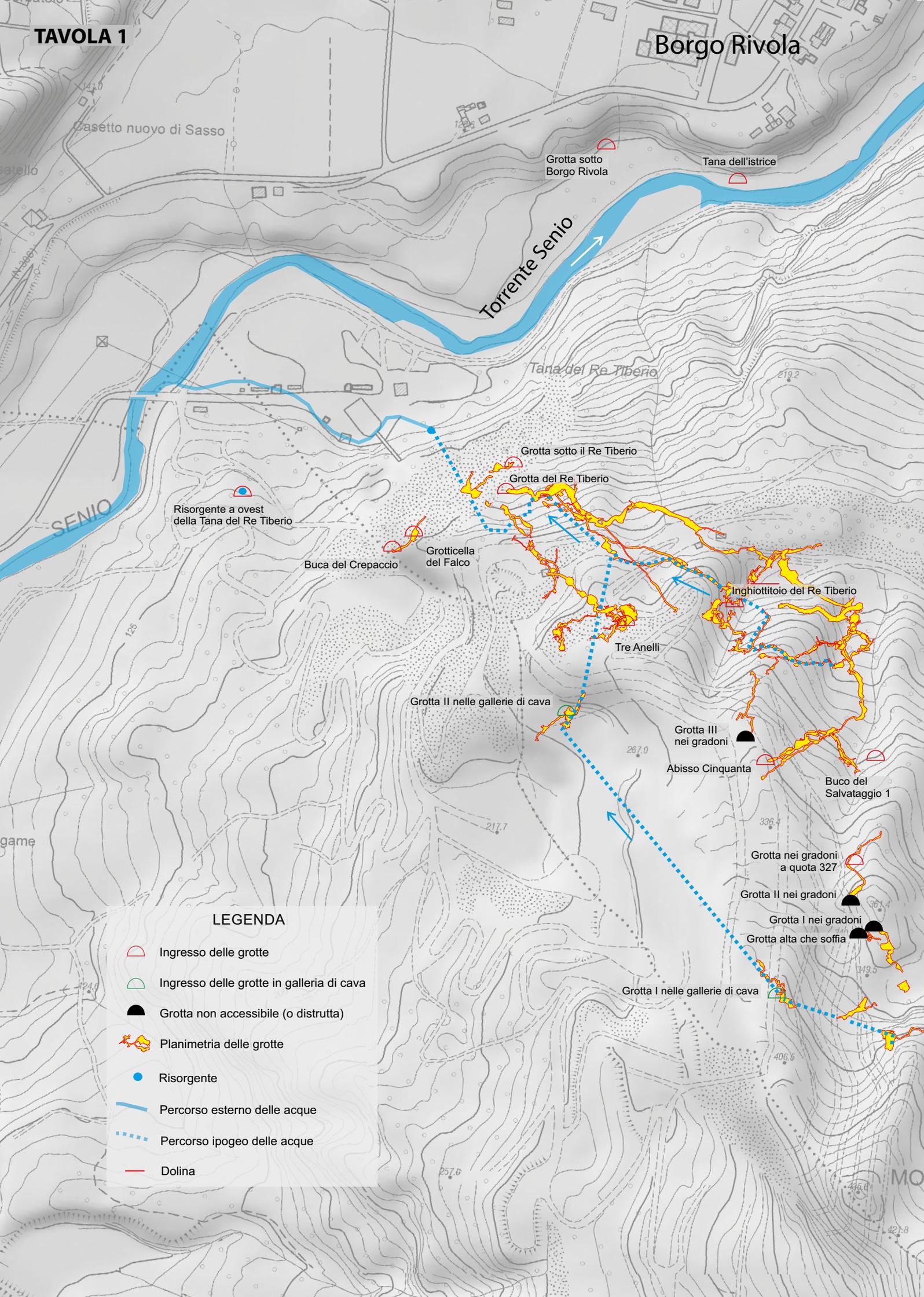


Figg. 22-23 – Morfologie carsiche esterne prossime alla parte superiore del fronte di cava. Saggi di scavo, successivamente eseguiti, hanno evidenziato la presenza di cavità occluse da riempimenti.



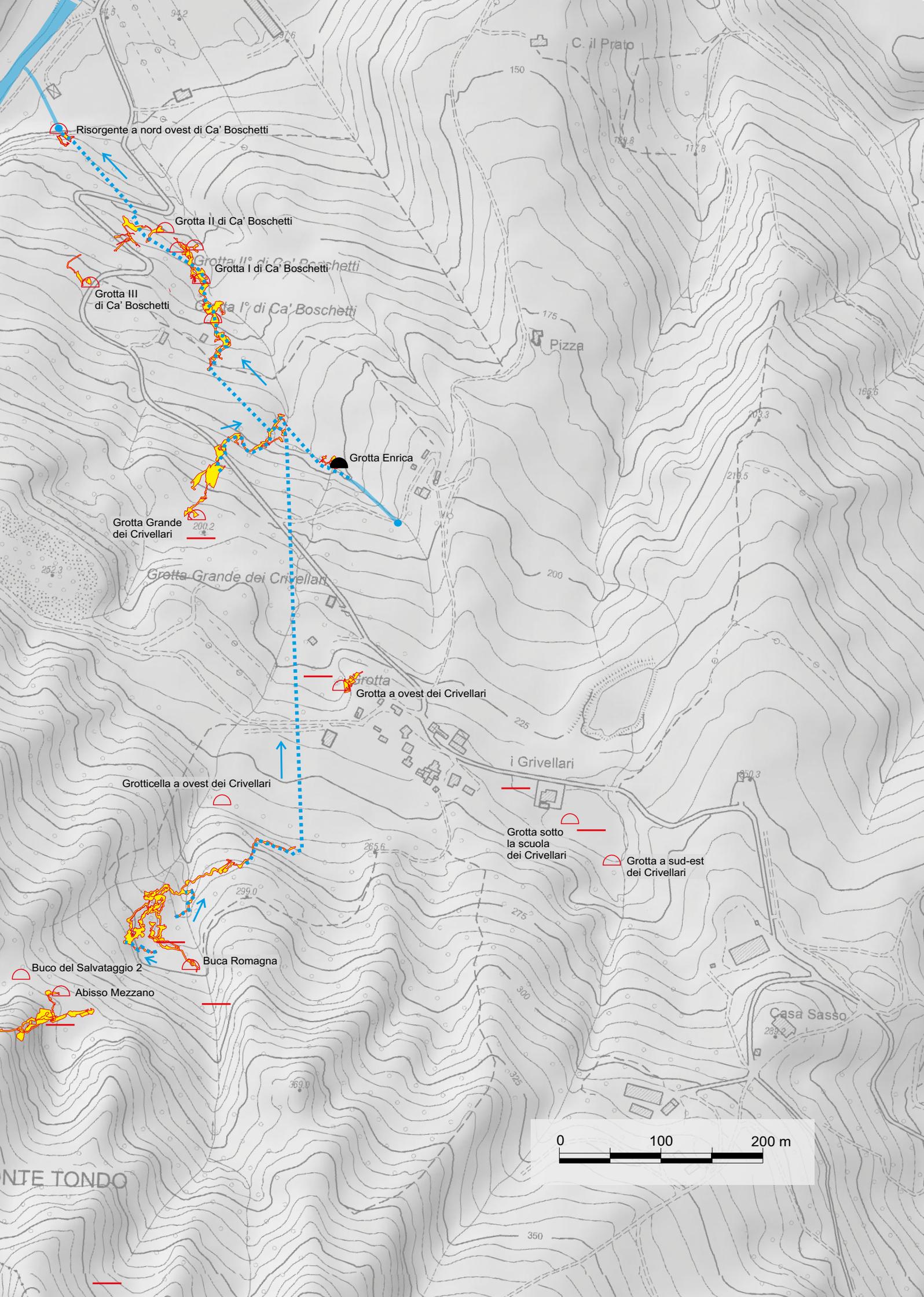
Numero catasto	Nome	Quota ingresso (m s.l.m.)	Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)
ER RA 725	Abisso Mezzano	340	44° 15' 5.158"	11° 40' 23.758"
ER RA 885	Grotta I nelle gallerie di cava	220	44° 15' 5.281"	11° 40' 13.941"
ER RA 886	Grotta II nelle gallerie di cava	172	44° 15' 14.691"	11° 40' 4.592"
ER RA 827	Grotta alta che soffia	340	44° 15' 6.768"	11° 40' 18.827"
ER RA 882	Grotta I nei gradoni	310	44° 15' 7.361"	11° 40' 18.638"
ER RA 883	Grotta II nei gradoni	294	44° 15' 8.787"	11° 40' 17.785"
ER RA 884	Grotta III nei gradoni	265	44° 15' 13.883"	11° 40' 12.864"
ER RA 735	Tre Anelli	284	44° 15' 17.688"	11° 40' 7.747"
ER RA 739	Inghiottitoio del Re Tiberio	266	44° 15' 18.058"	11° 40' 11.687"
ER RA 36	Complesso carsico Grotta del Re Tiberio	182	44° 15' 22.168"	11° 40' 2.107"
ER RA 826	Abisso Cinquanta	256	44° 15' 17.578"	11° 40' 17.587"
ER RA 889	Grotticella del Falco	184	44° 15' 20.578"	11° 39' 58.488"
ER RA 880	Grotta sotto il Re Tiberio	158	44° 15' 23.128"	11° 40' 1.988"
ER RA 881	Buca del Crepaccio	170	44° 15' 20.306"	11° 39' 57.590"
ER RA 711	Risorgente a nord-ovest della Tana del Re Tiberio	117	44° 15' 22.398"	11° 39' 50.357"
ER RA 734	Buca Romagna	303	44° 15' 6.200"	11° 40' 30.100"
ER RA 888	Grotta a sud-est dei Crivellari	227	44° 15' 9.570"	11° 40' 47.960"
ER RA 887	Grotta sotto la scuola dei Crivellari	235	44° 15' 11.564"	11° 40' 46.044"
ER RA 368	Grotta a ovest dei Crivellari	224	44° 15' 15.638"	11° 40' 35.938"
ER RA 704	Grotta Enrica	201	44° 15' 19.708"	11° 40' 39.768"
ER RA 398	Grotta Grande dei Crivellari	193	44° 15' 20.940"	11° 40' 29.940"
ER RA 382	Grotta I di Ca' Boschetti	131	44° 15' 30.120"	11° 40' 29.820"
ER RA 383	Grotta II di Ca' Boschetti	114	44° 15' 30.770"	11° 40' 28.740"
ER RA 846	Grotta III di Ca' Boschetti	137	44° 15' 29.040"	11° 40' 25.140"
ER RA 538	Risorgente a nord-ovest di Ca' Boschetti	99	44° 15' 34.020"	11° 40' 24.120"
ER RA 1013	Grotta nei gradoni a quota 327	327	44° 15' 10.107"	11° 40' 17.916"
ER RA 1014	Buco del Salvataggio I	305	44° 15' 13.500"	11° 40' 18.900"
ER RA 1015	Buco del Salvataggio II	315	44° 15' 6.400"	11° 40' 21.900"

Tab. 1 – L'utilizzo di moderni strumenti di georeferenziazione ha consentito di posizionare con grande precisione gli ingressi delle cavità dell'area di Monte Tondo (PISANI, LUCCI in questo volume, in particolare tab. 1 a p. 51). Per accedere ai dati catastali completi di queste cavità si può consultare "on line" il catasto delle cavità naturali dell'Emilia-Romagna: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/catasto-cavita-naturali-emilia-romagna>



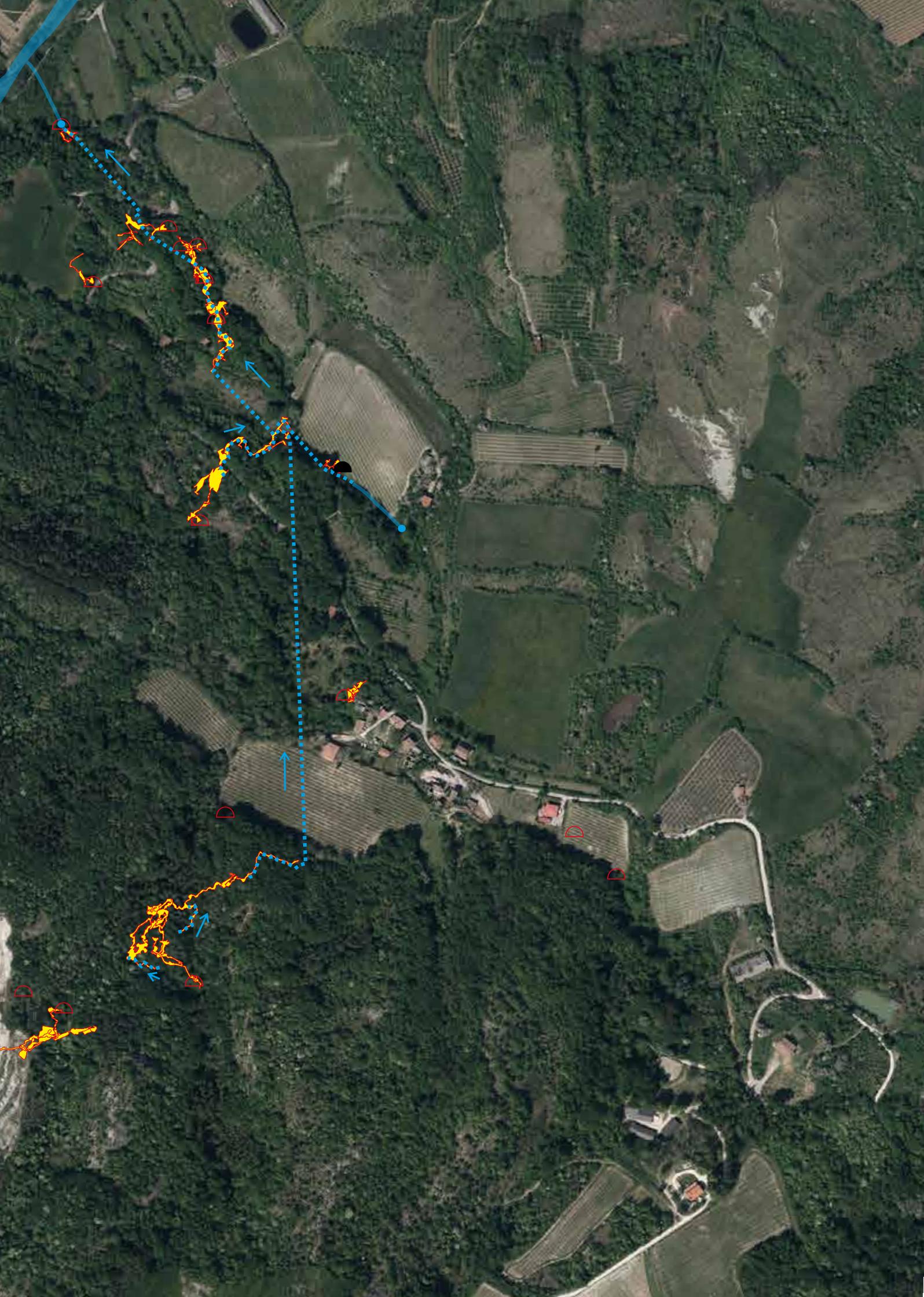
LEGENDA

-  Ingresso delle grotte
-  Ingresso delle grotte in galleria di cava
-  Grotta non accessibile (o distrutta)
-  Planimetria delle grotte
-  Risorgente
-  Percorso esterno delle acque
-  Percorso ipogeo delle acque
-  Dolina



ANTE TONDO







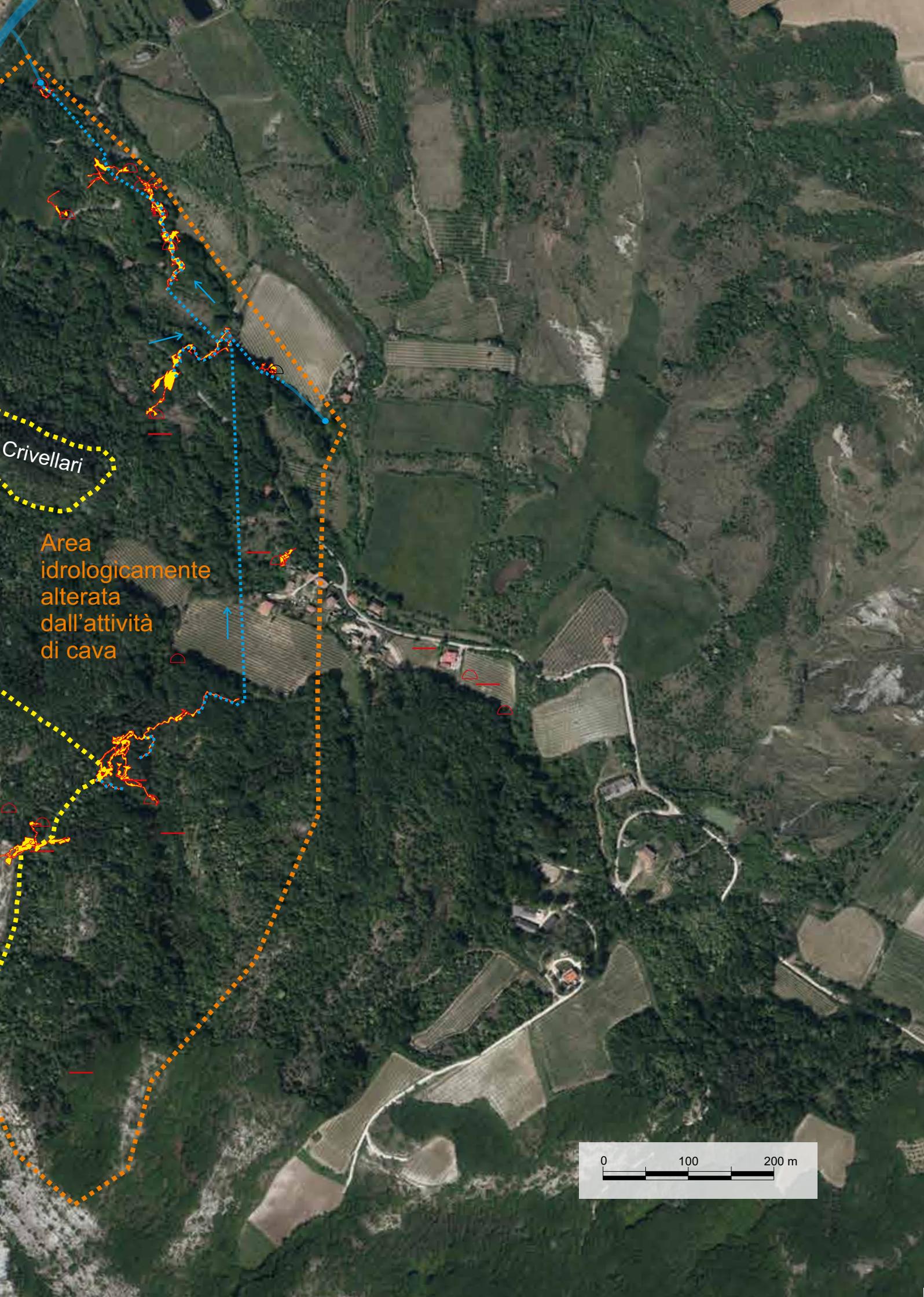
Frana del 1968

Area direttamente alterata dall'attività di cava

Discarica

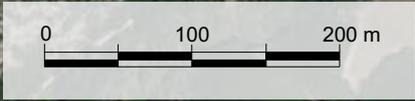
Ubicazione approssimativa dello spartiacque originario, prima degli inizi dell'attività di cava

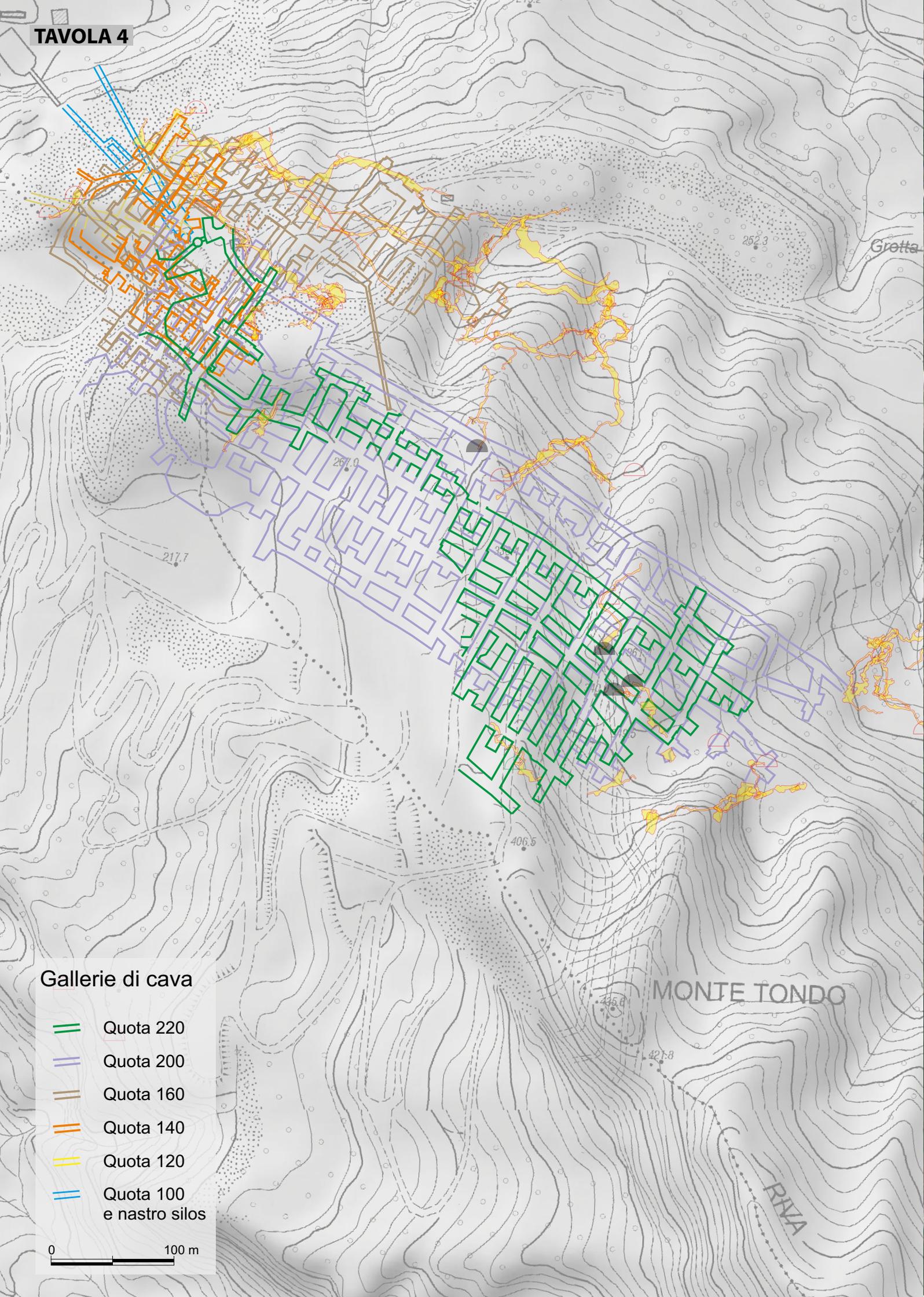
Discarica dei



Crivellari

Area  
idrologicamente  
alterata  
dall'attività  
di cava





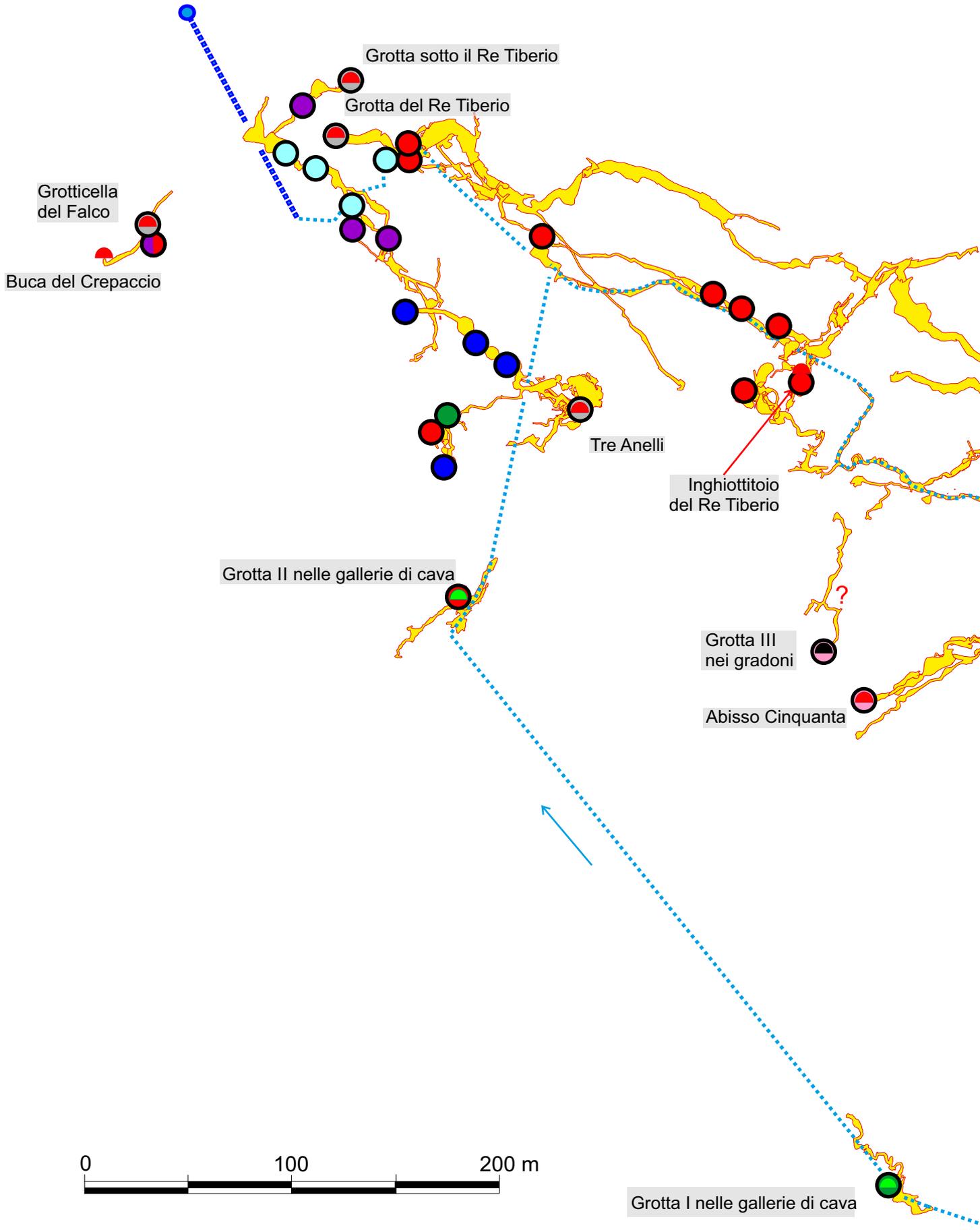
Gallerie di cava

-  Quota 220
-  Quota 200
-  Quota 160
-  Quota 140
-  Quota 120
-  Quota 100  
e nastro silos

0 100 m

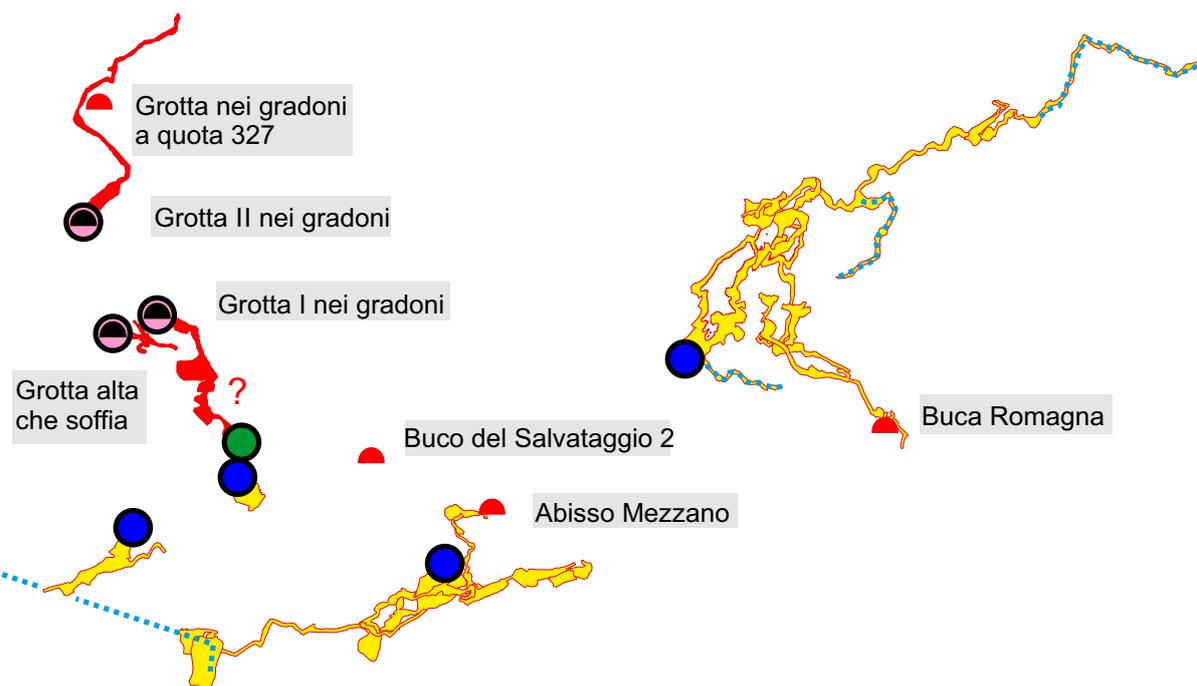


**TAVOLA 6**



## LEGENDA

-  Ingresso delle grotte
-  Ingresso delle grotte in galleria di cava
-  Grotta non accessibile (o distrutta)
-  Planimetria delle grotte
-  Planimetria delle grotte accatastate e successivamente distrutte dall'attività di cava
-  Risorgente artificiale in galleria
-  Percorso ipogeo delle acque
-  Percorso ipogeo delle acque in galleria artificiale
-  Quota 220
-  Quota 200
-  Quota 160      Intersezioni con gallerie di cava
-  Quota 140
-  Quota 120
-  Intersezione con fronte di cava
-  Intersezione con discarica





Grotta inserita a catasto e non accessibile (o distrutta) a seguito dell'attività di cava



Grotta intercettata dall'attività di cava e posizionata nel corso dei monitoraggi

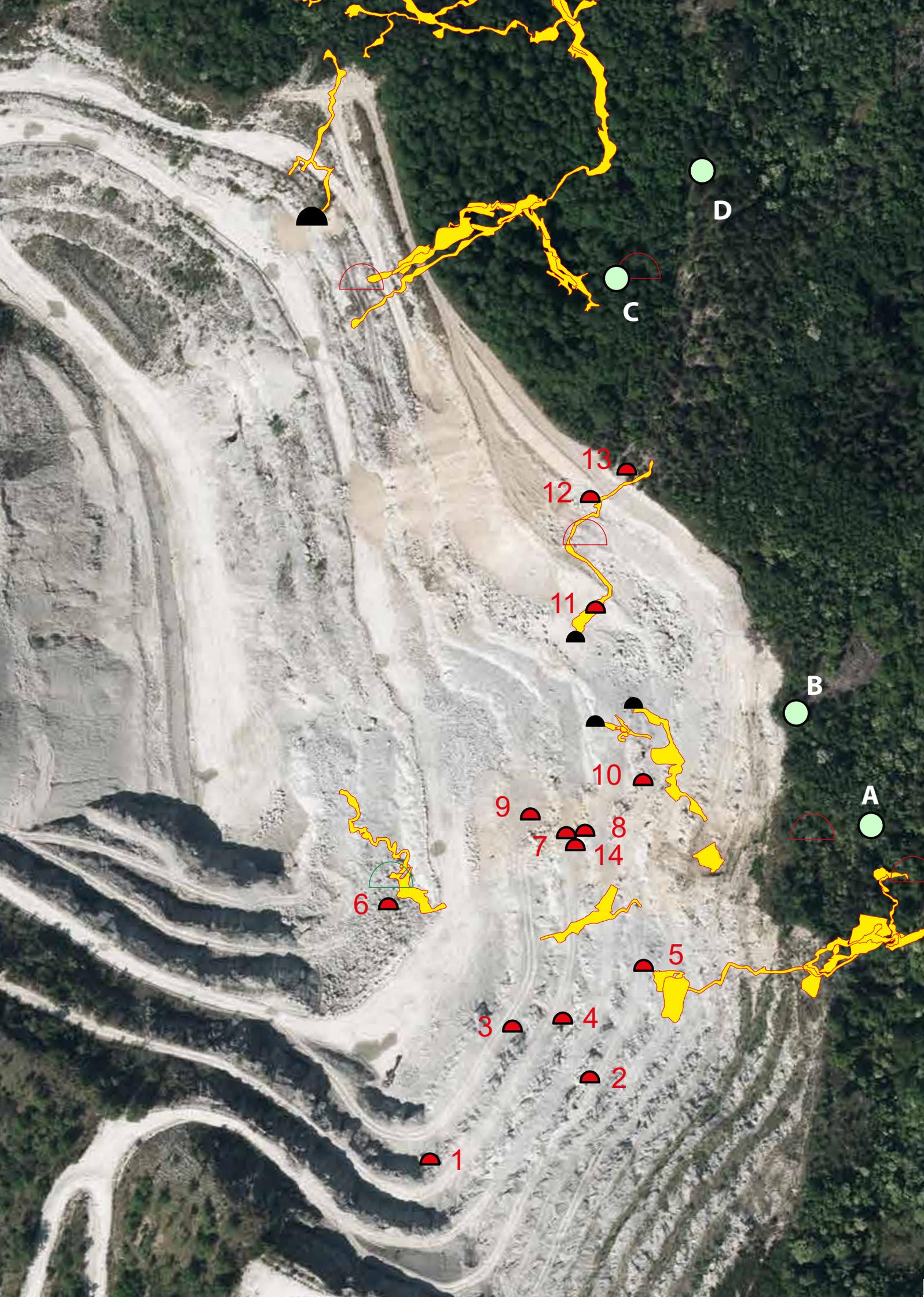


Morfologie carsiche prossime all'area di cava e posizionate nel corso dei monitoraggi

0

100m





6



9



7



8



14



3



4



2



1



11



12



13



10



B



A



C

D



## LE DENDRITI DEPOSITATESI ALL'INTERNO DEI CRISTALLI DI GESSO DELLA GROTTA II NELLE GALLERIE DI CAVA (MONTE TONDO, VENA DEL GESSO ROMAGNOLA): UN ESEMPIO EVIDENTE DEL RUOLO FONDAMENTALE GIOCATO DAI MICROORGANISMI NELLO SVILUPPO DEI DEPOSITI CHIMICI IN GROTTA

PAOLO FORTI<sup>1</sup>, MASSIMO ERCOLANI<sup>2</sup>, PIERO LUCCI<sup>3</sup>

### Riassunto

Nel corso di un'esplorazione effettuata nella Grotta II nelle gallerie di cava, appartenente al sistema carsico della Grotta del Re Tiberio e che si apre all'interno delle gallerie minerarie della cava di Monte Tondo, sono state osservate delle forme dendritiche che si sono sviluppate lungo i piani principali di sfaldamento di alcuni grandi cristalli di gesso secondario. Lo sviluppo di queste dendriti, costituite da ossidi idrossidi idrati di ferro e manganese, è stato sicuramente controllato da specifici batteri solfo-ossidanti e pertanto debbono ritenersi a tutti gli effetti bio-mineralizzazioni. Questa ulteriore scoperta rafforza ancora di più l'ipotesi, che si è fatta strada prepotentemente in questi ultimi anni, che sostiene come la deposizione di minerali, non solo in grotta ma in ogni ambiente naturale e non solo in rare e specifiche circostanze, sia in realtà un processo catalizzato e controllato costantemente da microorganismi.

**Parole chiave:** Dendriti di Fe e Mn, bio-mineralizzazioni carsiche, Grotta II nelle gallerie di cava, Grotta del Re Tiberio, Vena del Gesso romagnola

### Abstract

*During a recent exploration some well-developed dendrites were observed within the "Grotta II nelle gallerie di cava" of the Re Tiberio karst system, which has been intersected by the Mt. Tondo gypsum quarry. They grew within a partially widened main exfoliation plane of some large secondary gypsum crystals. By sure, the development of these dendrites, which consists of Fe and Mn hydrated oxides-hydroxides, was controlled by specific sulphur-oxidizing bacteria and therefore must be regarded as true bio-mineralization. This further finding strengthens the hypothesis that, not only in rare and specific circumstances, most of the mineral deposits, within caves but also in any natural environment of our planet, are the result of a catalytic process always controlled by microorganisms.*

**Keywords:** Fe & Mn Dendrites, Karst Bio-mineralization, 'Grotta II nelle gallerie di cava', Re Tiberio Cave, Vena del Gesso romagnola.

### Introduzione

L'idea che lo sviluppo dei depositi secondari di grotta possa essere influenzato in qualche modo da organismi viventi risale a qualche decennio fa (SHAW 1997; FORTI 2002): infatti la forma esterna e la struttura interna di alcuni speleotemi aveva suggerito ai primi visitatori la possibilità che essi fossero degli organismi viventi e si sviluppavano come delle particolari piante (da qui il nome di "piante pietrose"), caratterizzati

però da un livello di "vita" minore rispetto a quello degli alberi e delle altre essenze vegetali.

All'inizio del XVIII secolo questa teoria fu perfezionata da J.P. TOURNEFORD (1704) che scrisse:

*Alcune rocce si nutrono nello stesso modo delle piante. Forse si riproducono nello stesso modo ...ci sono infatti dei semi che gradualmente crescono e sviluppano la struttura*

<sup>1</sup> Istituto Italiano di Speleologia e GSB-USB Bologna

<sup>2</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano

<sup>3</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano

*concentrica regolare che è nascosta  
al loro interno.*

Questa teoria fornisce la spiegazione del perché, durante il '700, spesso le concrezioni venivano rappresentate come le varie parti di un albero (fig. 1): le stalattiti altro non erano che le radici, le stalagmiti e le colonne il tronco, e infine le eccentriche e i coralloidi le foglie, i fiori e i frutti.

Comunque, il rapido progresso delle scienze chimiche avvenuto dalla seconda metà di quel secolo permise di comprendere compiutamente la reazione per cui le acque affioranti nelle grotte calcaree davano luogo alla rapida formazione delle concrezioni di carbonato di calcio. Dato che il processo di diffusione della CO<sub>2</sub> nell'atmosfera della cavità era totalmente abiotico l'idea delle "piante pietrose" perse completamente tutto il suo credito e da quel momento in avanti ogni possibile interazione biologica sull'evoluzione di un qualsiasi deposito in grotta, non solo di carbonato di calcio ma di qualunque altro minerale, fu completamente escluso per oltre un secolo.

Nel XX secolo, grazie all'eccezionale impulso che la ricerca scientifica ebbe anche all'interno delle cavità naturali, fu possibile riconsiderare tutta la questione della genesi dei depositi chimici in grotta e pertanto,

nella seconda metà di quel secolo, si cominciò a parlare di nuovo (SASOWSKY, PALMER 1994; NORTHUP 1997) della possibilità che organismi viventi (essenzialmente, ma non solo, micro-organismi) controllassero la formazione di molti depositi chimici non carbonatici e, più raramente, la forma di alcuni speleotemi anche di calcite e/o aragonite (HILL, FORTI 1997).

Nel terzo millennio, poi, gli studi di microbiologia in grotta hanno avuto uno sviluppo davvero esponenziale, anche e soprattutto per il fatto che questi ambienti sembrano essere fondamentali per la ricerca astrobiologica (MILLER *et alii* 2014, 2020).

Questo ha portato a nuove scoperte che costantemente vanno ad aumentare, e di molto, il ruolo giocato dagli organismi viventi non solo nello sviluppo di minerali di grotta ma anche nella formazione di alcuni particolari tipi di concrezione.

Nel presente lavoro viene presentato e discusso un particolare tipo di dendriti di Fe e Mn che, per la prima volta, sono state osservate all'interno dei piani di sfaldamento principali di alcuni macrocristalli di gesso secondario (fig. 2) in una grotta che, idrologicamente, è parte del sistema carsico del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola).

Partendo dalla discussione sulle modalità di sviluppo di queste dendriti viene poi, per la prima volta, di-

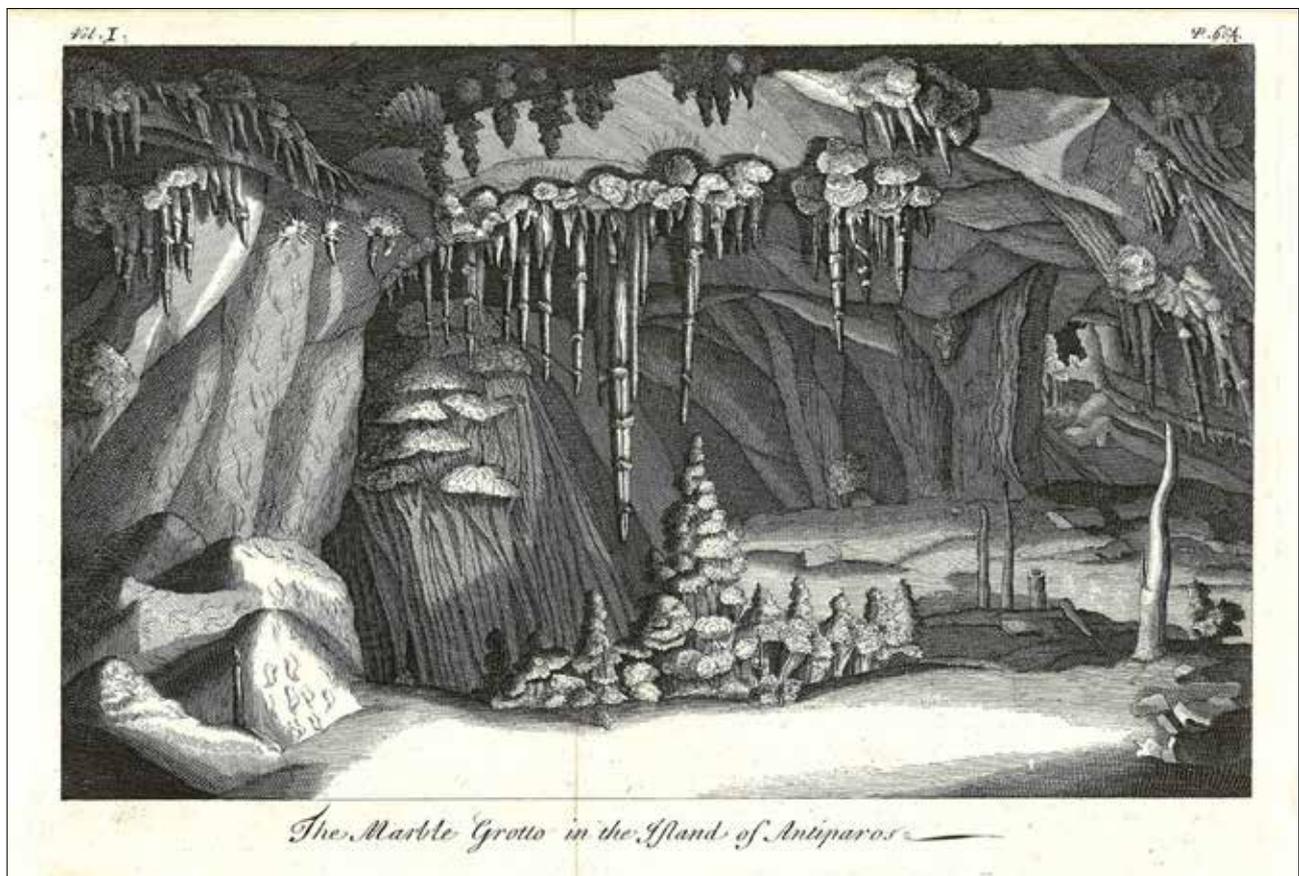


Fig. 1 – Gli speleotemi della Grotta di Antiparos in Grecia rappresentati in una stampa dei primi anni del 1700 come vere e proprie piante a seguito della teoria del Tourneford.



Fig. 2 – Frammento di gesso macrocristallino, campionato nella Grotta II nelle gallerie di cava di Monte Tondo, al cui interno si sono sviluppate delle dendriti di Fe e Mn lungo un piano di sfaldamento principale, che evidentemente si era leggermente divaricato per motivi tettonici o a causa del brillamento delle mine di cava (foto P. Lucci).

scussa la possibilità, che alcuni ricercatori sembrano attualmente sostenere, che la quasi totalità dei depositi chimici secondari di grotta siano derivati da azioni di catalizzazione microbiologica e debbano pertanto essere considerati dei bio-minerali o comunque delle concrezioni biogeniche se non addirittura dei fossili. A questo proposito va osservato che i biominerali e gli speleotemi sicuramente controllati da microrganismi, sono stati descritti in ogni tipo di grotta (termale, tettonica, marina, solfurea, ecc.) e in ogni tipo possibile di roccia incassante (calcare, gesso, quarzite, lava, ecc.) e pertanto sembrerebbe che l'azione biogenica possa estrinsecarsi effettivamente in ogni tipo di ambiente sotterraneo.

#### *La Grotta II nelle gallerie di cava (ER RA 886)*

La Grotta II nelle gallerie di cava a Monte Tondo è una piccola grotta (fig. 3), scoperta ed esplorata dallo Speleo GAM Mezzano alla fine del 2012 (ERCOLANI *et alii* 2013a), che è stato dimostrato fare parte del gran-

de sistema idrogeologico della Grotta del Re Tiberio (ERCOLANI *et alii* 2013b).

#### *La genesi delle dendriti di manganese all'interno dei cristalli di gesso di Monte Tondo*

Inclusioni di minerali differenti in cristalli di gesso sono state segnalate in varie occasioni, tra cui, per varietà e caratteristiche, meritano di essere qui ricordate quelle osservate nei giganteschi cristalli di Naica (FORTI *et alii* 2009).

È la prima volta in assoluto, invece, che dendriti di manganese e, subordinatamente, ferro vengono segnalate all'interno di gessi macrocristallini, anche se strutture analoghe si sviluppano abbastanza comunemente dentro altre rocce e/o minerali, quali per esempio l'agata e il calcedonio (CAMPOS VENUTI 2018).

La localizzazione di queste dendriti, che si sono sviluppate esattamente lungo il principale piano di sfaldamento del gesso {010}, chiaramente indica che l'acqua, da cui si sono formate, vi debba aver circolato per

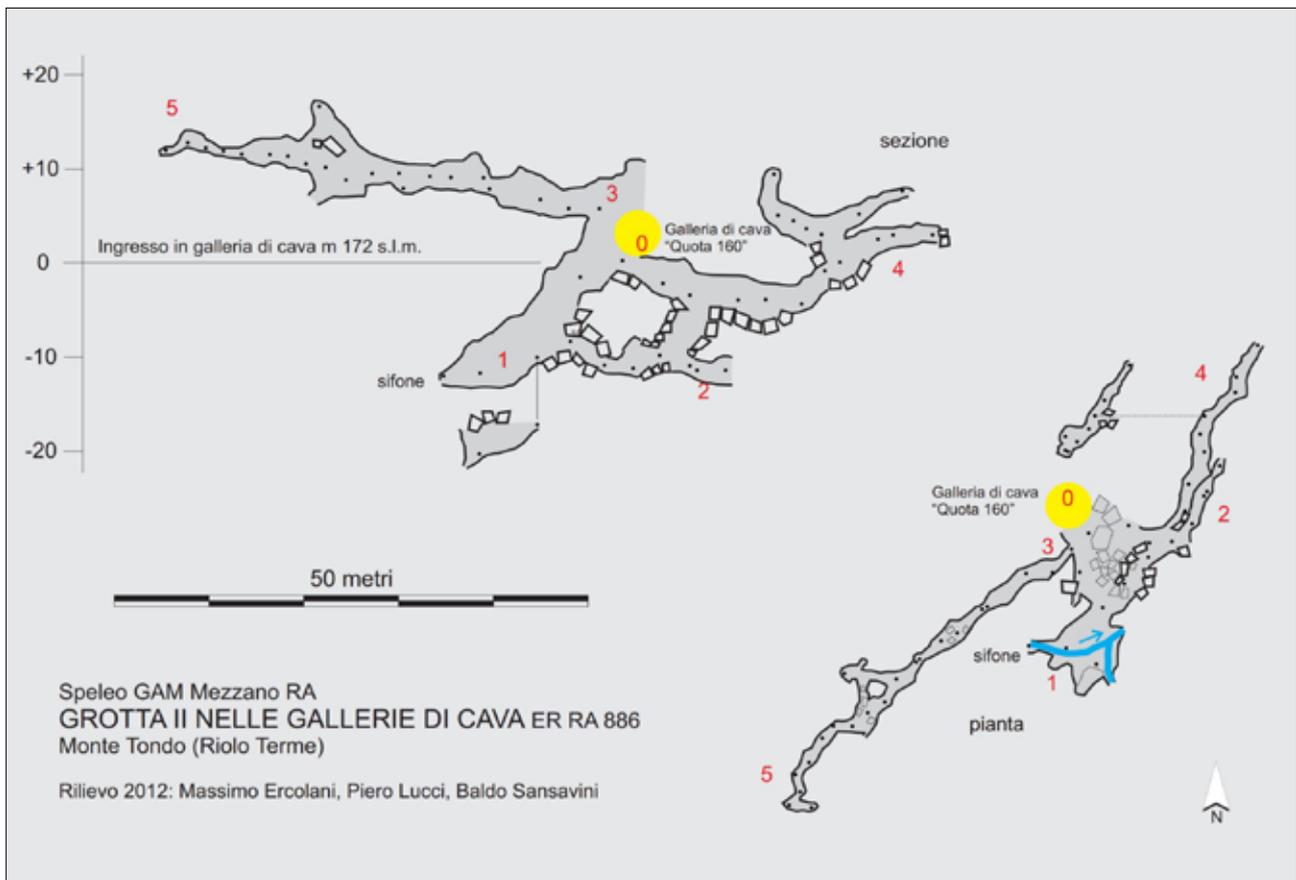


Fig. 3 – Rilievo della Grotta II nelle gallerie di cava: il punto 0 indica dove è avvenuto il contatto tra la galleria di cava e la grotta a seguito di esplosioni minerarie; i gessi con inclusioni di dendriti di ferro e manganese si trovano in prossimità dell'ingresso artificiale (da ERCOLANI *et alii* 2013b).

capillarità e quindi il piano doveva essersi necessariamente, almeno in parte, “scollato” in precedenza.

Sicuramente questo parziale “scollamento” è avvenuto dopo che la diagenesi della roccia ha permesso l'evoluzione dei macrocristalli secondari ma non è possibile dire se sia stato indotto da stress tettonici relativamente antichi, ovvero sia avvenuto in periodi molto più recenti a seguito delle esplosioni delle mine durante l'avanzamento dei lavori di cava, che hanno portato all'intercettazione della grotta da parte delle gallerie della miniera.

Va comunque detto che la presenza all'interno dei cristalli di fratture che hanno interessato anche le dendriti (fig. 4) sembrano suggerire che la deposizione delle stesse sia avvenuta prima dei fenomeni di crollo causati dalla cava.

In ogni caso, quello che è assolutamente certo è che la deposizione degli ossidi idrossidi idrati di Fe e Mn è avvenuta a seguito di reazioni di ossidazione controllate da batteri specifici (ANDREYCHOUK, KLIMCHOUK 2010; CALAFORRA, FORTI 2021).

In un primo momento l'acqua che si è infiltrata nel piano di sfaldamento era povera di ossigeno e quindi

trasportava in soluzione il ferro e il manganese sotto forma di ioni bivalenti.

Successivamente all'interno del piano di sfaldamento divaricato è arrivato ossigeno che quindi, grazie alla presenza di microorganismi eterotrofici ha causato l'ossidazione del  $Mn^{2+}$  a  $Mn^{4+}$ , che è precipitato come  $MnO_2$ , mentre microorganismi autotrofici hanno ossidato il  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$  che ha formato  $Fe(OH)_3 \cdot nH_2O$  (KOTULA *et alii* 2019).

Infine, con ogni probabilità, la formazione delle dendriti è stato un processo ciclico in cui periodi riducenti si sono alternati a periodi ossidanti in modo da permettere così lo sviluppo successivo delle varie ramificazioni delle dendriti stesse (fig. 5).

Infine la lieve differenza cromatica tra le varie parti di una stessa dendrite è la conseguenza del fatto che in ogni stadio di sviluppo possono essere stati più o meno prevalenti le colonie batteriche eterotrofiche o autotrofiche: quelle eterotrofiche sono infatti responsabili del colore più scuro (dovuto ai minerali di manganese) mentre quelle autotrofiche causano la formazione di depositi un poco più chiari (ossidi-idrossidi di ferro).

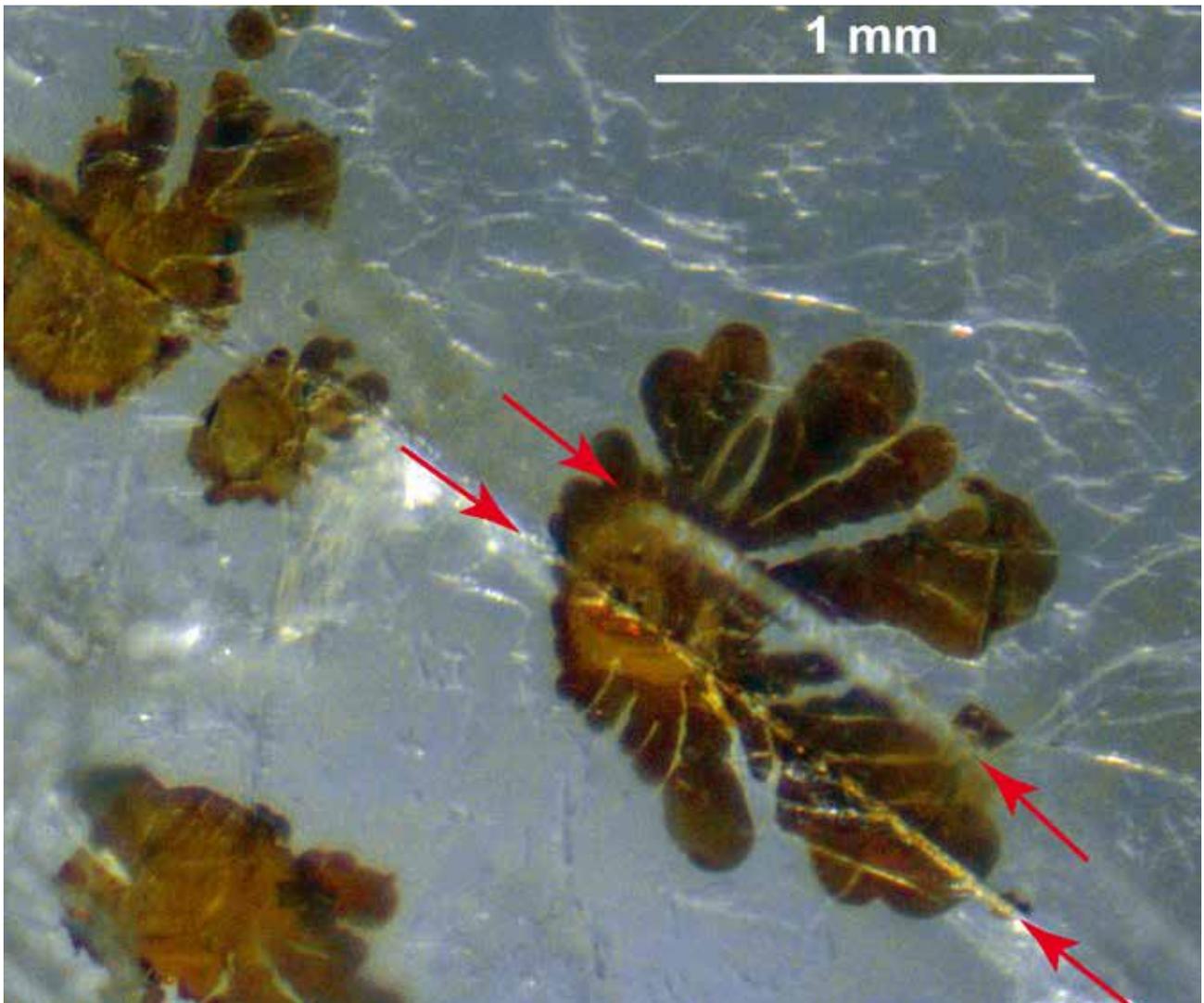


Fig. 4 – Particolare di alcune piccole dendriti che dopo il loro sviluppo, sono state evidentemente interessate da fratturazione (indicate dalle frecce rosse) (foto P. Lucci).

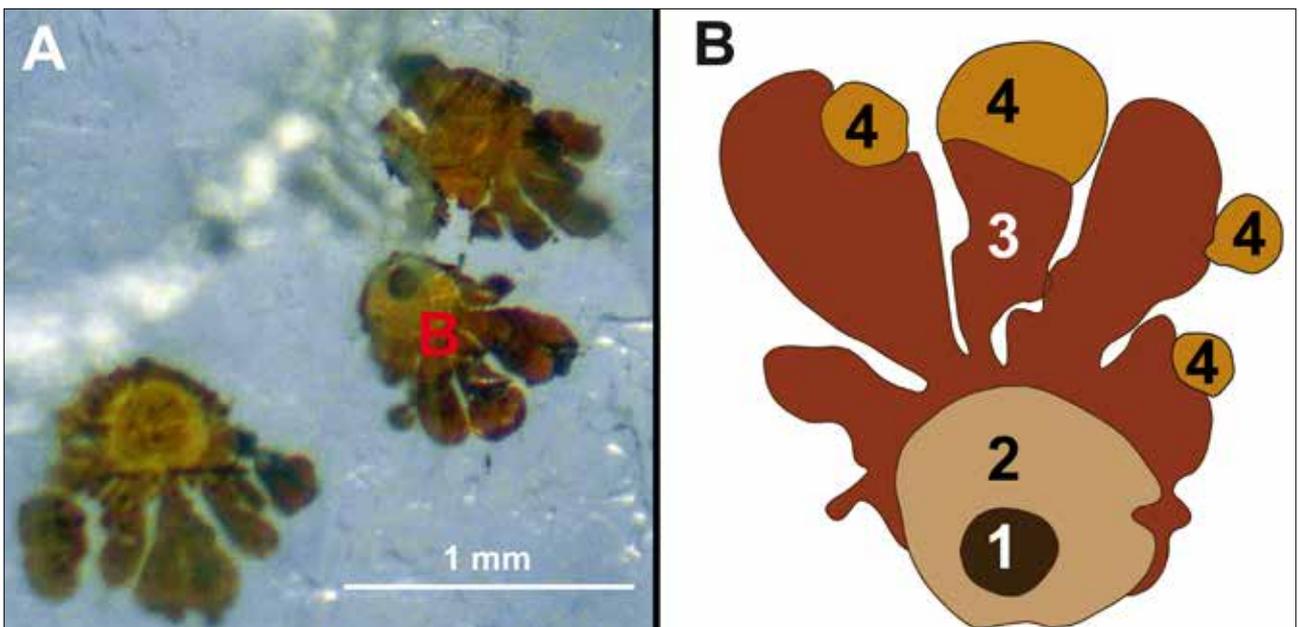


Fig. 5 – A) tre dendriti “embrionali” in cui sono perfettamente distinguibili gli stadi iniziali che le hanno caratterizzate (foto P. Lucci); B) disegno schematico raddrizzato della dendrite centrale in A, in cui sono evidenziati i quattro stadi evolutivi che la hanno caratterizzata.

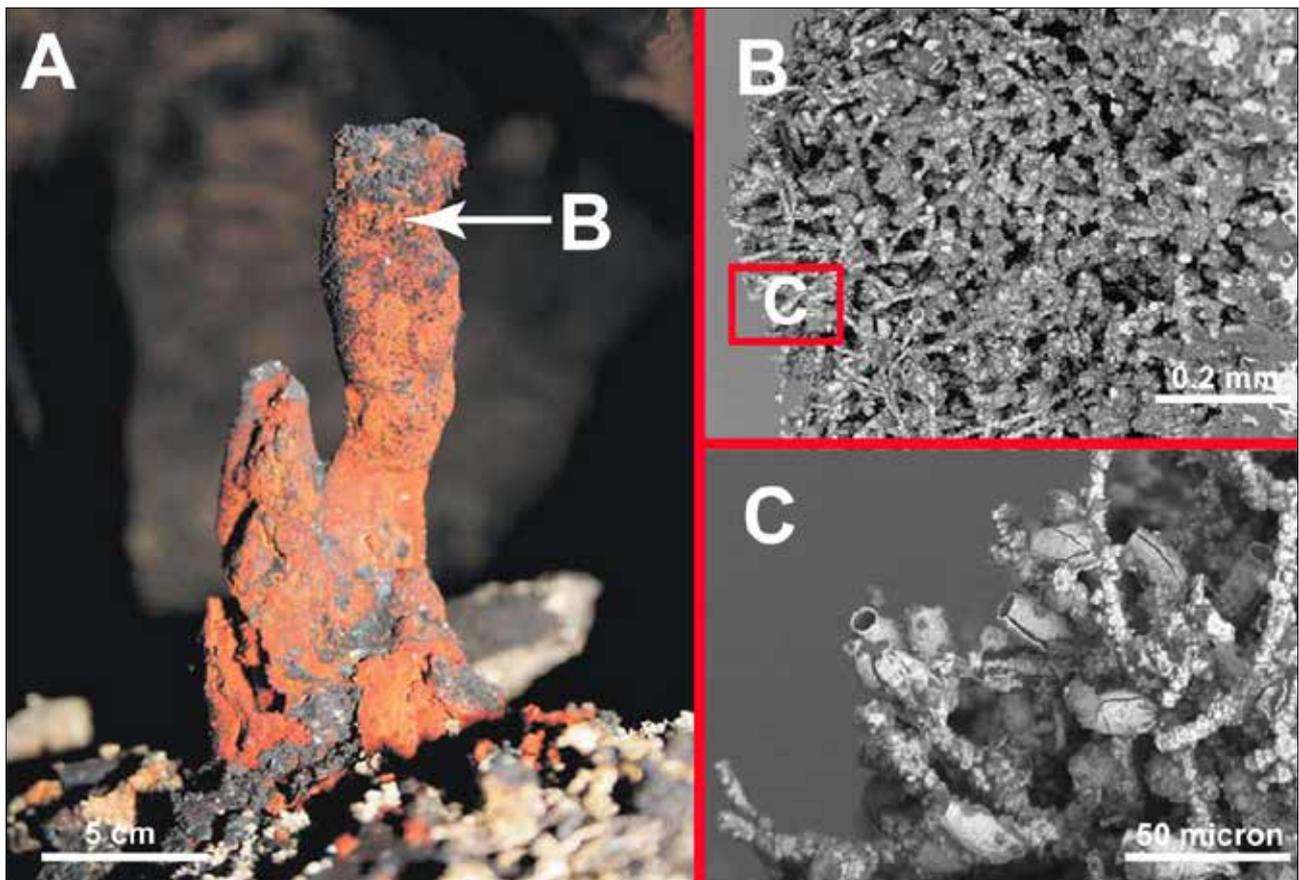


Fig. 6 – A) Grotta Zoloushka, Ucraina: pseudo-stalagmite parzialmente eccentrica, formata da ossidi di ferro cresciuti su una colonia di batteri fungiformi; B) immagine al microscopio elettronico di una sezione trasversale della pseudo-stalagmite che evidenzia la struttura biogenica della stessa; C) ingrandimento di B per mettere in evidenza le strutture biologiche fossilizzate dagli ossidi di ferro (foto V. Andreytchouk) (da CALAFORRA, FORTI 2021).

*Il processo che permette ai microorganismi di catalizzare la deposizione dei minerali*

In questi ultimi decenni si è scoperto che molti microorganismi (batteri, nanobatteri, alghe, funghi, ecc.) possono contribuire alla formazione di una grande quantità di minerali, sia all'esterno che all'interno delle cavità naturali (FORTI 2002).

I meccanismi di volta in volta utilizzati per la “biomineralizzazione” possono differire tra loro, a partire dal semplice supporto passivo per la nuova nucleazione (sviluppo di germi cristallini di dimensioni sufficienti a causarne la precipitazione in forma solida), per arrivare molto più spesso al coinvolgimento diretto, attivo, nelle reazioni chimiche che portano alla precipitazione di minerali differenti (SASOWSKY, PALMER 1994; NORTHUP *et alii* 1997).

Quest'ultimo è il caso per esempio che si verifica sempre quando abbiamo a che fare con reazioni di digestione biologica (come non caso della mineralizzazione dei depositi di guano) o di ossido-riduzione (come nel caso delle complesse reazioni che governano il ciclo dello zolfo e che portano allo sviluppo di un

numero molto elevato di differenti minerali) (fig. 6). Per capire in quale modo agiscono i microorganismi per velocizzare una reazione bisogna partire dal fatto per qualunque reazione chimica, anche “teoricamente” spontanea (in questo caso il passaggio dai reagenti ai prodotti avviene non assorbendo energia (fig. 7A), ma rilasciandone una certa quantità (fig. 7B) necessita sempre di energia per attivarsi (chiamata appunto energia di attivazione) (fig. 7). In pratica una reazione chimica esotermica, pur essendo da considerarsi spontanea, in realtà senza qualcosa che la aiuti a superare il “colmo” rappresentato dall'energia di attivazione, non può avvenire se non in tempo molto lunghi. Molti dei processi naturali, quali appunto sono quelli che sovrintendono la formazione di minerali, sono in generale indotti da reazioni esotermiche (quelle di ossidoriduzione lo sono sempre), dato che l'ambiente naturale tende, in ogni caso, a risparmiare energia. Ma c'è il problema dell'energia di attivazione che, come si è visto pocanzi, è necessario fornire nei primi stadi si sviluppo della reazione. Ebbene, in laboratorio, per velocizzare il processo, ai reagenti della reazione esotermica si aggiunge un

composto (chiamato catalizzatore) che, interagendo con i reagenti stessi, abbassa notevolmente l'energia di attivazione necessaria ma che poi, alla fine del processo, rimane del tutto inalterato (fig. 8A).

E in natura?...

In pratica i microorganismi agiscono come dei veri e propri catalizzatori, intervengono cioè direttamente nella reazione che porta alla deposizione del minerale, rendendola più rapida perché ne abbassano l'energia di attivazione.

Una differenza tra i catalizzatori inorganici e quelli biologici è però data dal fatto che, in ogni caso, questi ultimi necessitano di energia per rimanere vitali e quindi, nel caso di reazioni esotermiche, la assorbono

dalla reazione stessa (fig. 8B), ovviamente causando una diminuzione dell'energia rilasciata nell'ambiente (microorganismi chemioautotrofici), ovvero (organismi eterotrofici) consumano del materiale organico, già presente nel sistema necessario e per il loro sostentamento.

#### Discussione

È evidente che, per il loro meccanismo genetico, le dendriti di ferro e manganese all'interno dei cristalli di gesso della Grotta II nelle gallerie di cava di Monte Tondo debbano a tutti gli effetti essere considerate

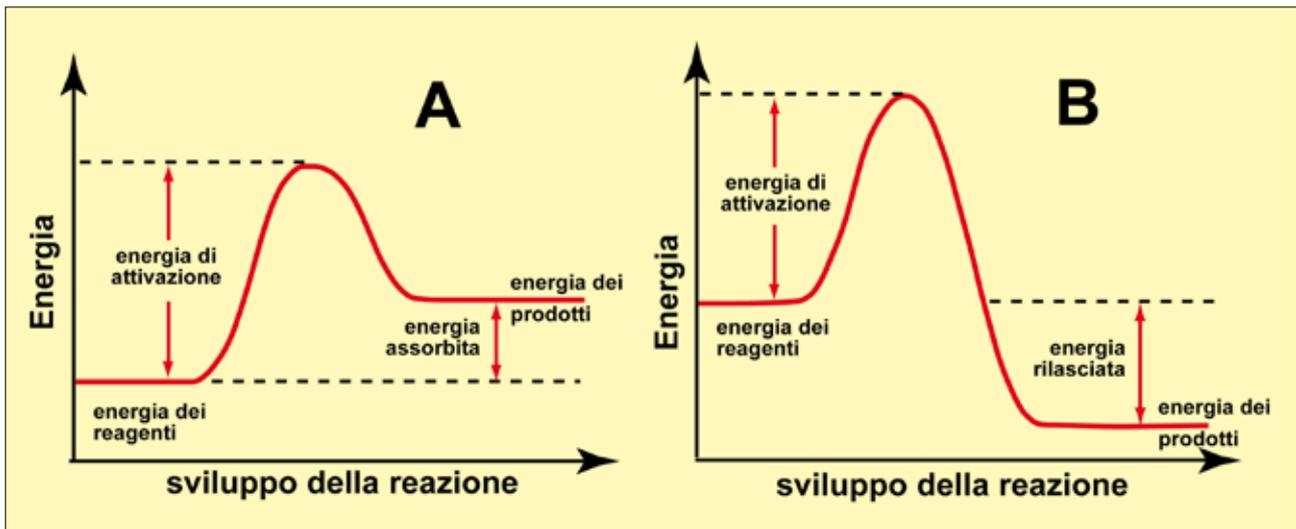


Fig. 7 – Evoluzione dell'energia durante lo sviluppo di una reazione endotermica, che richiede quindi energia dall'ambiente per svilupparsi (A) e di una reazione esotermica che, al contrario, rilascia energia nell'ambiente (B). In entrambi i casi è comunque necessaria una certa energia per innescare la reazione e, nel caso delle reazioni esotermiche, solo dopo che si è formato il complesso attivato si ha sviluppo di energia.

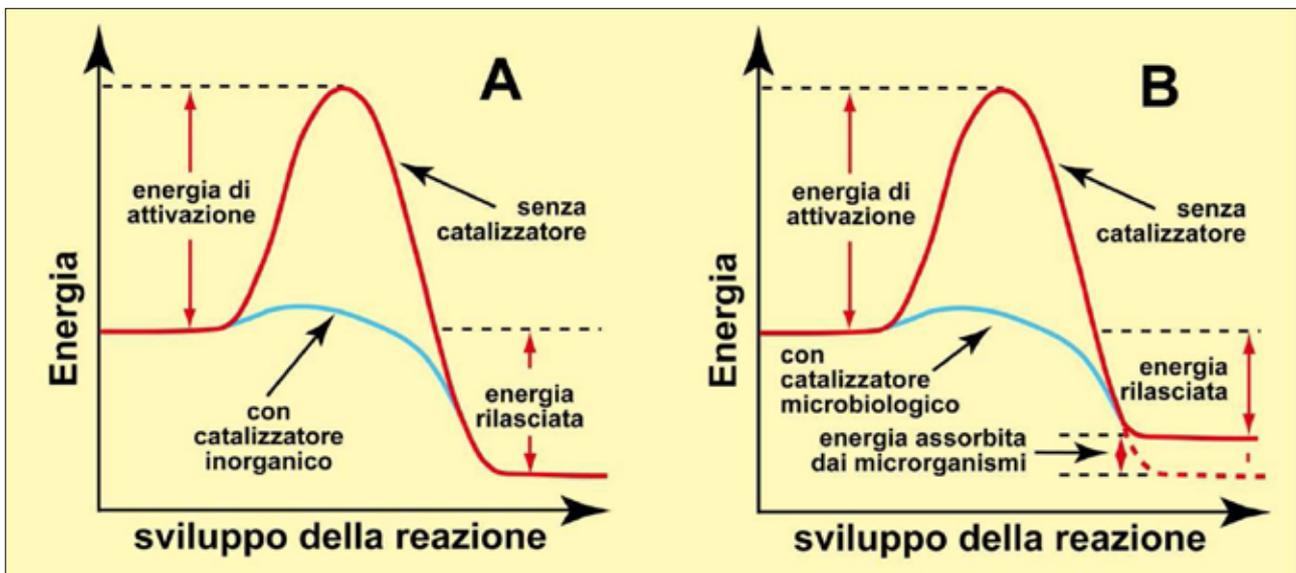


Fig. 8 – Evoluzione dell'energia di una reazione esotermica in assenza e in presenza di catalizzatore inorganico (A) e di catalizzazione microbiologica (B).

delle bio-mineralizzazioni, come, del resto, lo sono i vari minerali rivenuti sia all'esterno (fig. 9) sia all'interno dei giganteschi cristalli di gesso delle Grotte di Naica in Messico (FORTI *et alii* 2009), dove aggregati di minerali, in prevalenza ossidi idrossidi di ferro e manganese ma non solo, sono stati osservati come inclusioni solide all'interno di questi giganteschi cristalli.

Alcune delle inclusioni analizzate (fig. 10A) si sono dimostrate essere particolarmente interessanti: infatti, assieme agli ossidi idrossidi di Fe e Mn presentavano

una notevole variabilità mineralogica con presenza di calcite, dolomite, celestina, e soprattutto una costante presenza di silice amorfa ricopre tutti questi minerali con un sottilissimo strato in modo che la loro morfologia non viene alterata. La silice amorfa, poi, conteneva anche una frazione molto minoritaria di silicati metallici (di cui uno potenzialmente nuovo per la scienza) (FORTI *et alii* 2009).

La cosa interessante è che questi silicati spesso formano aggregati lenticolari complessi di masserelle sferoidali (fig. 10B) che, ad un ingrandimento molto spinto,

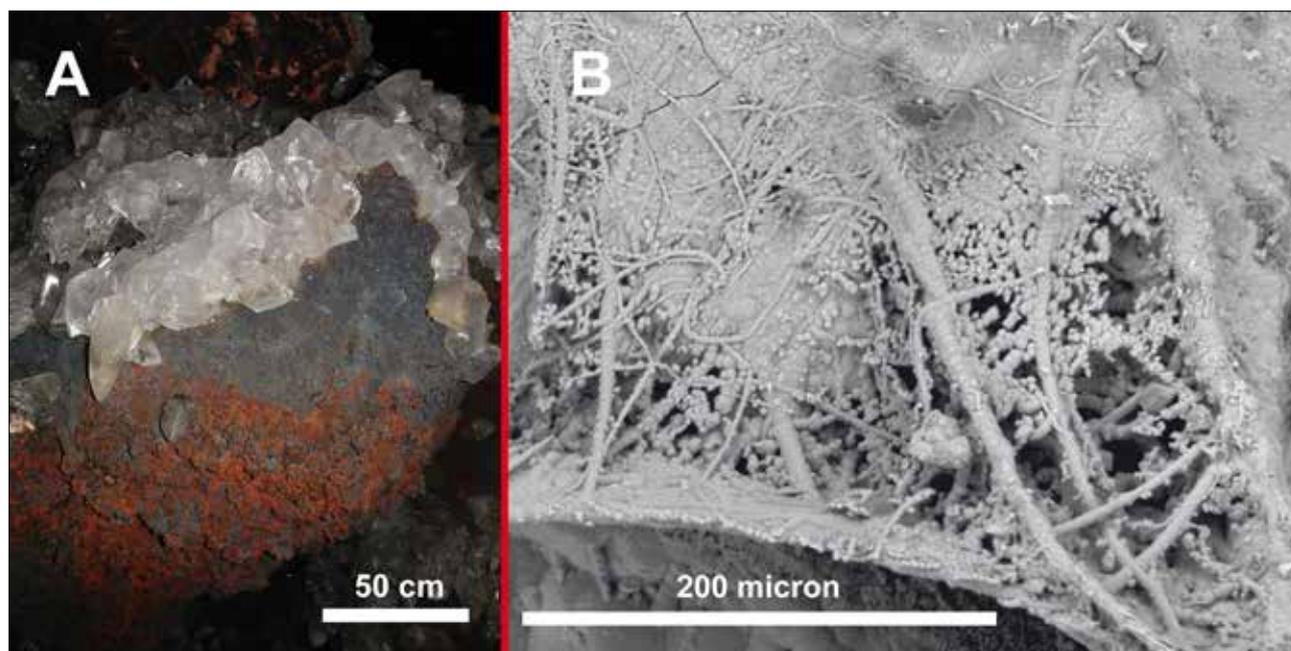


Fig. 9 – Miniera di Naica, Cueva de las Velas. A) i grandi depositi di ossidi idrossidi di ferro, manganese e altri metalli che caratterizzano questa cavità al di sotto del gesso secondario (foto P. Forti); B) al microscopio elettronico questi depositi si sono dimostrati essere essenzialmente un intreccio di colonie di microorganismi fossilizzati dai minerali che si sono depositati su di loro (foto P. Ferrieri).

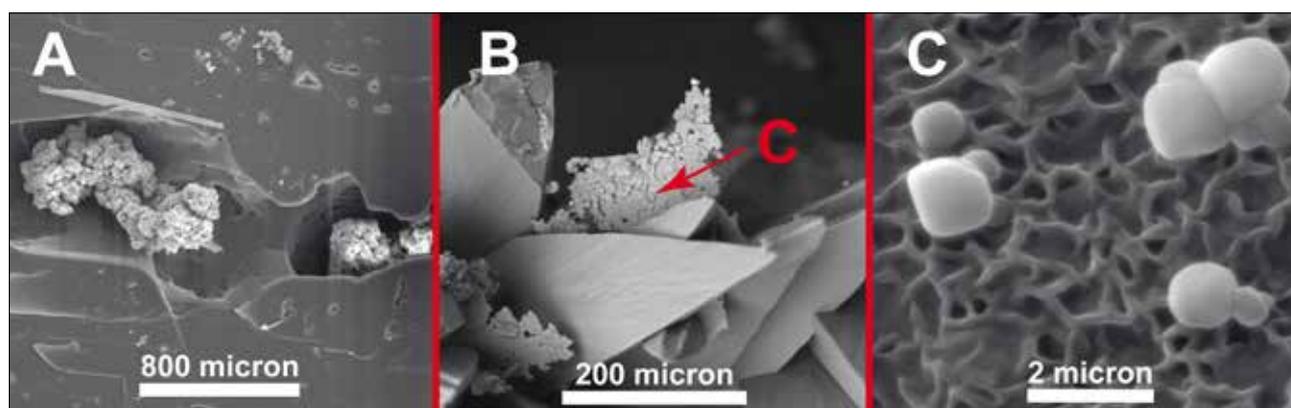


Fig. 10 – Miniera di Naica, Cueva de las Espadas. A) una delle tante inclusioni solide presenti all'interno di un vacuo un tempo riempito dal "liquido madre" (Immagine SEM Giuliana Panieri); B) Le inclusioni solide erano spesso costituite da vari minerali: in questa immagine sono evidenti cristalli euedrali di calcite e dolomite ricoperti da un sottile velo di silice amorfa e su cui si sono depositate strutture complesse di forma lenticolare costituite da un grande numero di sferuletta anch'esse formate da silice amorfa e silicati metallici (Immagine SEM Ermanno Galli); C) a ingrandimento molto maggiore la superficie di queste sferuletta risulta corrugata a "nido d'ape" su cui si sono depositati cristalli parzialmente arrotondati di cloruro di sodio quando tutta l'acqua contenuta nel vacuo è evaporata (Immagine SEM di Ermanno Galli).

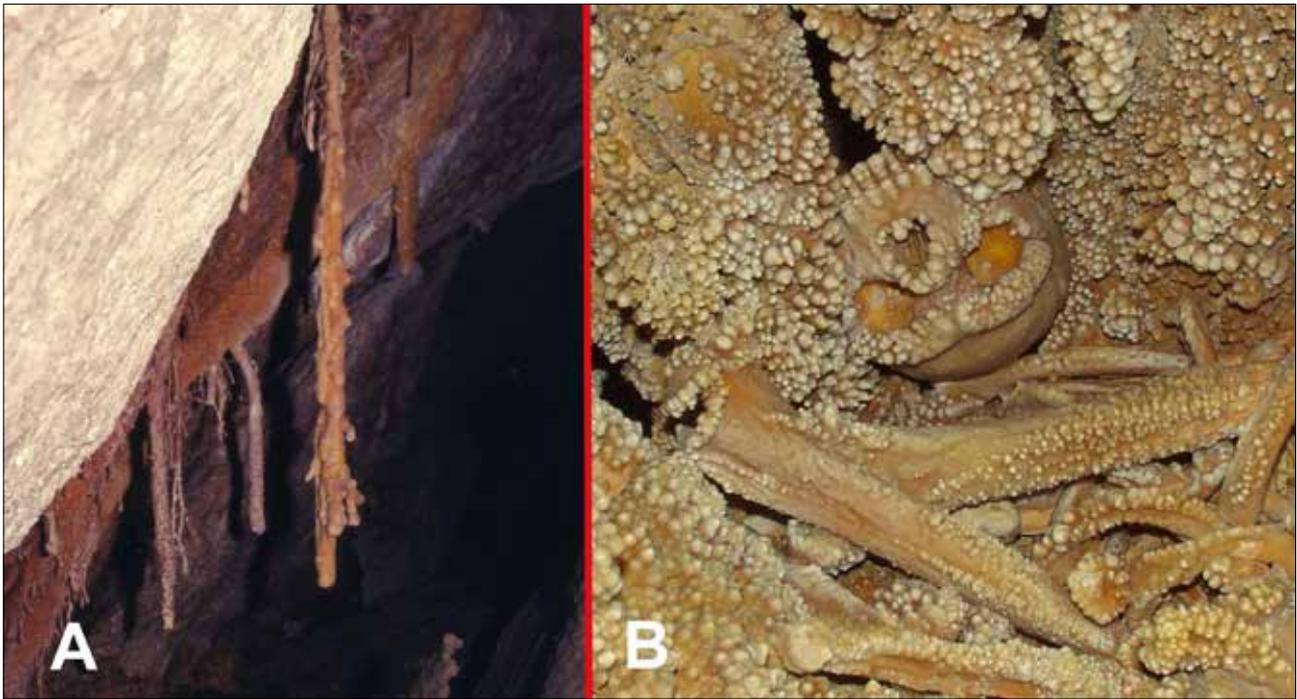


Fig. 11 – A) Grotta degli Occhiali, Bologna: stalattiti e concrezioni pseudoeccentriche di carbonato di calcio sviluppate su radici penetrate all'interno della grotta (foto P. Forti); B) Grotta di Lamalunga, Puglia: crostone stalagmitico e coralloidi cresciuti su uno scheletro umano (foto P. Forti).

rivelano una superficie “nido d'ape”, le cui convoluzioni e piccole creste potrebbero far pensare a un film microbiologico fossilizzato (fig. 10C).

Comunque, in questi ultimi trent'anni gli studi sulle reazioni minerogenetiche controllate da microrganismi hanno avuto un notevolissimo impulso anche grazie alla diffusione di microscopi a scansione di ultima generazione. Grazie a loro è stato possibile dimostrare che praticamente ben oltre la metà dei minerali di grotta oggi conosciuti (tra questi praticamente tutti quelli che si originano dal guano, ma anche tutti i nitrati e gran parte sia degli ossidi-idrossidi sia dei minerali che, di volta in volta formano il latte di monte) si sono formati grazie alla mediazione di differenti microrganismi (HILL, FORTI 1997; ANDREYCHOUK, KLIMCHOUK 2010; ONAC, FORTI 2011).

Per quasi tutto il secolo scorso, invece, la genesi della totalità delle concrezioni di carbonato di calcio è stata ritenuta sempre conseguenza di un processo totalmente abiotico, dovuto esclusivamente agli equilibri che governano il ben noto sistema carbonato di calcio, anidride carbonica e acqua.

L'unica influenza biologica ritenuta possibile era quella in cui il materiale organico veniva utilizzato come supporto passivo su cui si depositava il carbonato di calcio come nel caso delle *rootsicles* (stalattiti e pseudo-eccentriche, che si sviluppano sulle radici che sbucano nell'ambiente di grotta) (fig. 11A) o i crostoni stalagmitici che ricoprono resti scheletrici sia animali

che umani (fig. 11B).

Sempre nella seconda metà del '900 si era capito che le grandi “stalagmiti” spesso contorte, che pendono all'esterno dalla sommità degli ingressi di grotta particolarmente ampi erano in realtà stromatoliti, e, negli ultimi decenni dello stesso secolo si erano scoperte analoghe strutture anche all'interno delle grotte, in particolare nella Grotta di Jenolan in Australia (Cox *et alii* 1989), dove danno luogo a grandi stalagmiti discoidali molto allungate lungo la direzione delle correnti d'aria (fig. 12).

Alla fine del secolo scorso si sono scoperte e studiate anche concrezioni particolarissime in cui organismi troglobi ancora viventi (larve di un tricottero) (POLUZZI, MINGUZZI 1998) sono stati concrezionati a causa della loro stessa respirazione, venendo così fossilizzati rapidamente (fig. 13).

Nei primissimi anni del terzo millennio, poi, nella grotta sottomarina di Lu Lampiune in Puglia (FORTI 2002; ONORATO *et alii* 2001) sono invece state trovate delle grandi pseudostalattiti o *trays* (fino ad oltre un metro di lunghezza) di carbonato di calcio tutte piegate contro la direzione della corrente dominante costituite da colonie di serpulidi e dal loro esoscheletro calcareo.

Mentre nel 2015 è stato descritto (DU PEREZ *et alii* 2015) il particolarissimo meccanismo evolutivo che portava allo sviluppo di *hairy stalagmites* (letteralmente “stalagmiti con capelli”) in alcune grotte del



Fig. 12 – Grotta di Jenolan, Australia: una grande stromatolite (1,5 metri di lunghezza) che cresce nella zona di penombra non lontano da uno dei giganteschi ingressi della grotta (foto P. Forti).

Botswana (fig. 14). Questo nuovo tipo di concrezione era, comunque, stato già segnalato anni prima in grotte dalla Germania, dalla Cecoslovacchia e degli USA (KOPECKY, JENIK 2001; BUNNEL 2010). La loro genesi era estremamente simile a quella delle *rootsicles*, ma coinvolgeva solamente gli apparati radicali più minuti (le radichette) che riescono a spuntare nel vano delle cavità non dal soffitto ma dal pavimento (fig. 14)

Negli ultimi 20 anni, poi, anche la genesi e/o lo sviluppo di concrezioni di grotta, la cui formazione era stata fino ad allora considerata assolutamente inorganica, ha iniziato ad essere vista come indotta e/o controllata da microorganismi: tra queste meritano di essere ricordate i “*pool fingers*” subacquei, i *microgours* che a volte si sviluppano al di sopra delle colate subverticali e/o le stalattiti, le stalagmiti e le colonne.

Infine, in quest’ultimo anno si è giunti alla conclusione che le pisoliti di aragonite dell’Antro del Corchia con piccolissimi nuclei (2-3 micron) costituiti sempre da materiale organico (FORTI, PENSABENE 1989) debbono la loro genesi e sviluppo iniziale a processi di nucleazione e deposizione totalmente controllati da microorganismi, mentre il successivo sviluppo potrebbe anche essere del tutto abiotico anche se non è

al momento possibile escludere che anche lui sia stato condizionato dai microorganismi.

Per quanto detto siano ad ora, è quindi evidente che il contributo degli organismi viventi, e in particolare dei microorganismi, alla genesi e allo sviluppo delle concrezioni di grotta è oggi molto importante.

### Conclusioni

La scoperta nella Grotta II nelle gallerie di cava di Monte Tondo di dendriti di ferro e manganese che si sono sviluppate all’interno di grandi cristalli di gesso secondari e il loro successivo studio ha permesso di dimostrare che si sono formate grazie a reazioni di ossidoriduzione totalmente controllate da microorganismi.

Questo studio, quindi, va ad incrementare quelli che, soprattutto in questi ultimi decenni, hanno evidenziato il ruolo fondamentale giocato dagli organismi viventi nello sviluppo nelle grotte non solo di minerali specifici ma anche delle normali concrezioni.

È facile quindi pronosticare che in un prossimo futuro, con il progredire degli studi mirati su questo aspetto della microbiologia, si assisterà a un sempre maggiore

coinvolgimento diretto in particolare dei microorganismi di un sempre maggior numero di speleotemi. In pratica quindi dopo che alla fine del 1700 si era completamente abbandonata la teoria biologica sullo sviluppo delle concrezioni, proposta un secolo prima (BEAUMONT 1676), sono dovuti passare quasi due secoli prima che si ritornasse a considerare la possibilità che degli organismi viventi possano controllarne la genesi e il successivo sviluppo. Adesso, nel terzo millennio e grazie soprattutto al tumultuoso sviluppo degli studi sui meccanismi esercitati dai microorganismi nella formazione di rocce e minerali, stiamo assistendo ad un prepotente ritorno verso l'ipotesi del coinvolgimento degli organismi vi-

venti formazione, se non della totalità, certo di una porzione rilevante di speleotemi. Il fatto poi che si sia osservato sempre più spesso che gli organismi responsabili per lo sviluppo di molti depositi di grotta vengano perfettamente conservati all'interno di questi ultimi comporta che, a rigor di logica, quegli speleotemi non possano continuare ad essere ritenuti semplicemente minerali, o comunque sedimenti chimici inorganici, ma debbano essere considerati dei veri e propri "fossili". Da ora in poi, anche se potrà sembrare strano, bisognerebbe quindi parlare non solo di "minerali di grotta" ma anche, e forse soprattutto, di "fossili di grotta"!

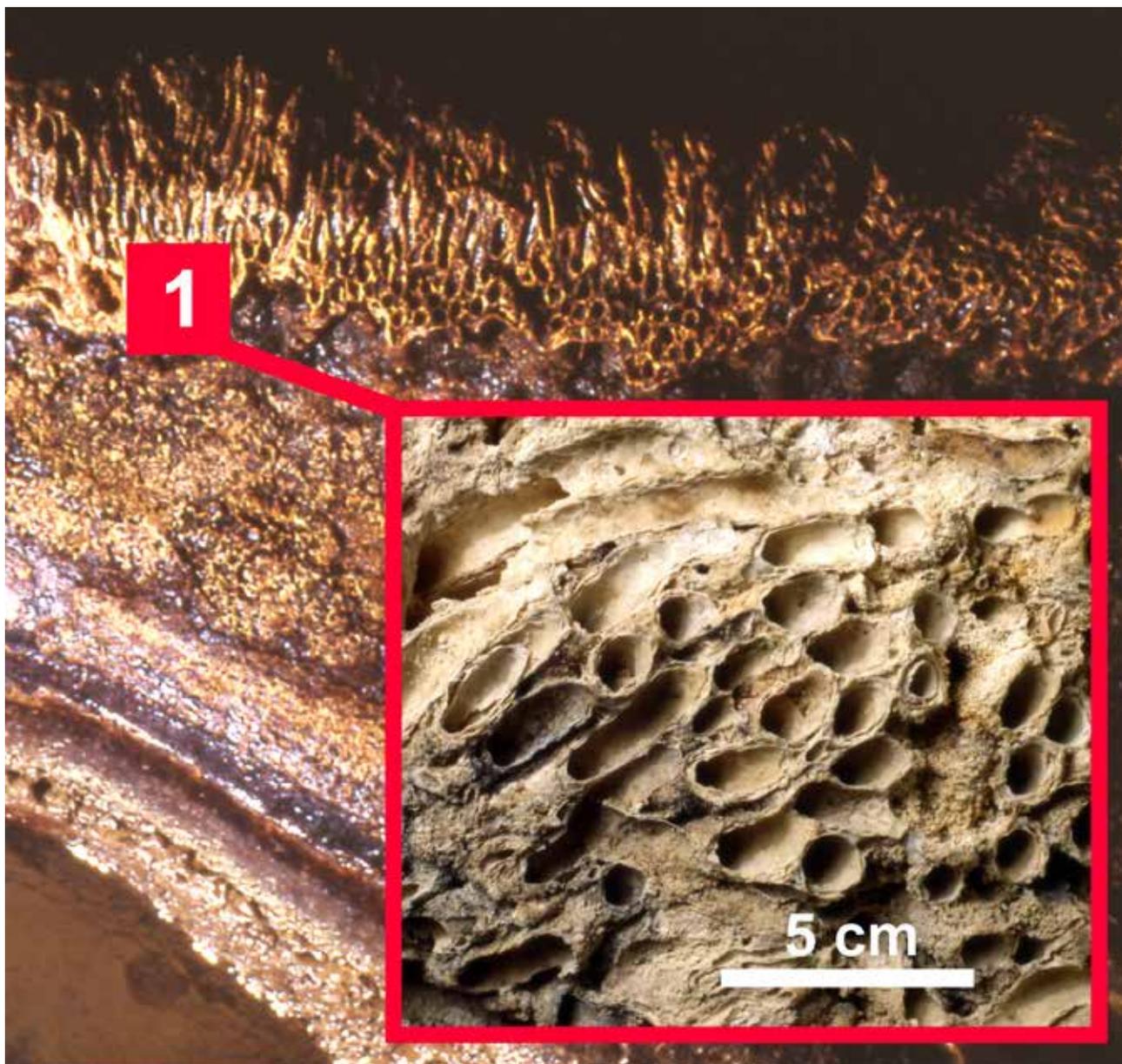


Fig. 13 – Grotta in gesso di Grave Grubbo (Calabria): la concrezione organogena di carbonato di calcio sviluppatasi sopra un ammasso di sansa di olive su cui avevano prosperato le larve di un insetto troglobio del genere *Wormaldia* (foto P. Forti); 1 - particolare per evidenziare la struttura a tubi della concrezione stessa (foto P. Forti). I tubi di carbonato di calcio si sono formati a seguito della respirazione delle larve e la conseguente reazione tra la  $CO_2$  e l'acqua satura di gesso (foto P. Ferrieri).

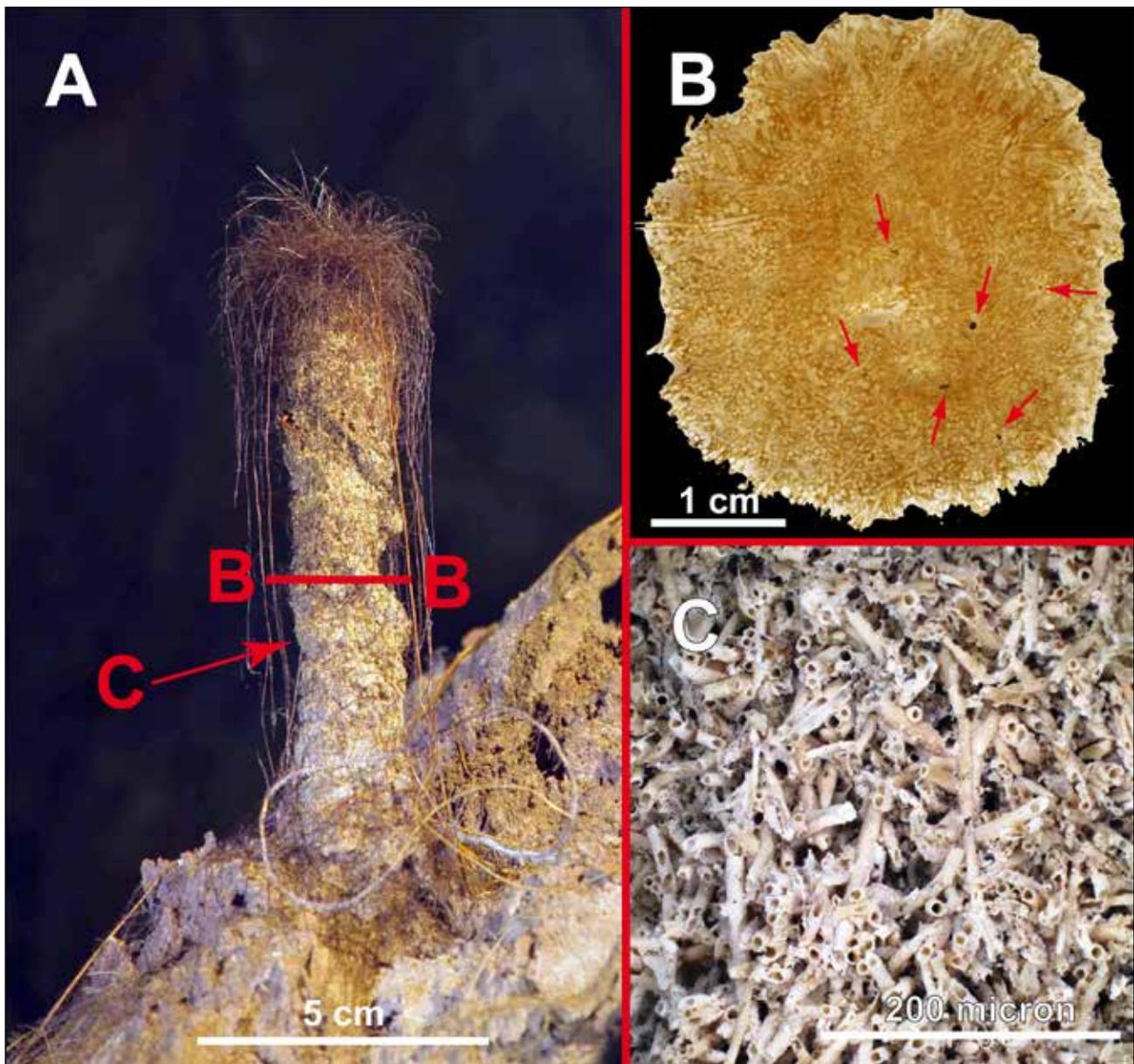


Fig. 14 – A) Una delle “stalagmiti con i capelli” delle Gcwihaba Caves in Botswana (foto Du Perez); B) sezione trasversale del tronco della stalagmite che è totalmente costituito da un intreccio di tubercoli di calcite (C) che si sono sviluppati sulle radichette che poi sono state completamente demolite, lasciando pochi e piccoli residui organici di color marron scuro visibili solo all’interno della stalagmite come evidenziato dalle frecce in alcuni punti di B (foto P. Ferrieri).

## Bibliografia

- V.N. ANDREYCHOUK, A.B. KLIMCHOUK 2010, *Geomicrobiology and redox geochemistry of the Karstified Miocene gypsum aquifer, Western Ukraine: the study from Zoloushka cave*, “*Geomicrobiology Journal*” 18, 3, pp. 275-295.
- E.V. BARLOW 2018, *Conveying the importance of stromatolites to selfguided tourists in Nettle Cave, Jenolan, NWS*, in *Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Congress of Speleology*, Sidney, I, pp. 110-114.
- J. BEAUMONT 1676, *Two letters concerning rockplants and their growth. The second letter of June 17th, 1676*, “*Philosophical Transaction of the Royal Society*” 11, 129, pp. 379-380.
- D. BUNNEL 2010, *Root stalagmite in a carbonate cave*, “*NSS News*”, p. 28.
- J.M. CALAFORRA, P. FORTI 2021, *Speleotemi peculiari dei Gessi e delle Anidriti*, (Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXVI), Bologna.
- M. CAMPOS VENUTI 2018, *Banded Agates - a genetic approach*, Roma.
- M. CAMPOS VENUTI 2022, *Microbial Life in Agates*

and other minerals, c.s.

- G. COX, J.M. JAMES, R.A.L. OSBORNE, K.E.A. LEGGET 1989, *Cyanobacterially deposited speleothems: Sub-aerial stromatolites*, "Geomicrobiological Journal" 7, pp. 245-252.
- G.C. DU PREEZ, P. FORTI, G. JACOBS, A. JORDAAN, L.R. TIEDT 2015, *Hairy Stalagmites, a new biogenic root speleothem from Botswana*, "International Journal of Speleology" 44, 1, pp. 37-47.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013a, *Storia delle esplorazioni speleologiche*, 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 103-114.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013b, *Le Grotte di Monte Tondo*, 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 115-167.
- P. FORTI 2002, *Biogenic speleothems: an overview*, "International Journal of Speleology" 30A, 1/4, pp. 39-56.
- P. FORTI 2010, *Genesis and evolution of the caves in the Naica Mine (Chihuahua, Mexico)*, "Zeitschrift für Geomorphologie" 54, supplement 2, pp. 285-306.
- P. FORTI, G. PENSABENE 1989, *Studio morfologico-genetico delle pisoliti di aragonite dell'Antro del Corchia (Alpi Apuane)*, in *Atti del XV Congresso Nazionale di Speleologia*, (Castellana Grotte, settembre 1987), Castellana Grotte, pp. 189-204.
- P. FORTI, E. GALLI, A. ROSSI 2009, *Le grotte di Naica: non solo giganteschi cristalli di gesso*, "Rivista Italiana di Mineralogia" 3, pp. 180-196.
- C. HILL, P. FORTI 1997, *Cave Minerals of the World*, Huntsville.
- J. KOPECKY, J. JENIK 2001, *Roots forms from pseudokarst*, in C. JUBERTIE, V. DECU (eds.), *Encyclopaedia Biospeleologica*, III, Bucarest, pp. 1420-1421.
- P. KOTULA, A. ANDREYCHOUK, J. PAWLYTA, L. MARYNOWSKI, I. JENDRZEJEWSKA 2019, *Genesis of iron and manganese sediments in Zoloushka Cave (Ukraine/Moldova) as revealed by  $\delta^{13}\text{C}$  organic carbon*, "International Journal of Speleology" 48, 3, pp. 221-235.
- A.Z. MILLER, M.F.C. PEREIRA, J.M. CALAFORRA, P. FORTI, A. DIONÍSIO, C. SAIZ-JIMENEZ 2014, *Siliceous Speleothems and Associated Microbe-Mineral Interactions from Ana Heva Lava Tube in Easter Island (Chile)*, "Geomicrobiology" 31, 3, pp. 236-245.
- A.Z. MILLER, A.M. GARCIA-SANCHEZ, M.L. COUTINHO, M.F.C. PEREIRA, F. GAZQUEZ, J.M. CALAFORRA, P. FORTI, J. MARTÍNEZ-FRÍAS, T. TULKERIDIS, A.T. CALDEIRA, C. SAIZ-JIMENEZ 2020, *Geomicrobiology of secondary mineral deposits coating lava cave walls from Galapagos Islands (Ecuador)*, "Coatings" 10, pp. 1-15; doi:10.3390/coatings10111134.
- D.E. NORTHUP, A.L. REYSENBACH, N.R. PACE 1997, *Microorganisms and speleothems*, in C.A. HILL, P. FORTI, *Cave Minerals of the World*, Huntsville, pp. 261-266.
- B. ONAC, P. FORTI (eds.) 2011, *Cave Minerals*, "International Journal of Speleology" 40, 2, p. 110.
- R. ONORATO, P. FORTI, G. BELMONTE, M. POTO, A. COSTANTINI 2003, *Grotta sottomarina di "Lu Lampiune", novità esplorative e prime indagini ecologiche*, in *Atti del Convegno "Il carsismo nell'Area Mediterranea"*, (Castro Marina, Lecce, 2001), Supplemento a "Thalassia Salentina" 26, pp. 55-64.
- A. POLUZZI, V. MINGUZZI 1998, *Un caso di biocostruzione in un ambiente di grotta*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", s. II, vol. X, Bologna, pp. 93-100.
- I.D. SASOWSKY, M.V. PALMER 1994, *Breakthroughs in Karst Geomicrobiology and Redox Geochemistry*, Symposium Abstract, Karst Waters Institute.
- T.R. SHAW 1997, *Historical introduction*, in C.A. HILL, P. FORTI, *Cave Minerals of the World*, Huntsville, pp. 28-43.
- J.P. TOURNEFORD 1704, *Description du labyrinthe du Candie, avec quelques observations sur l'accroissement et sur la génération des pierres*, "Memoire R. Acad. Paris", pp. 406-424.



## STORIE DI PIANTE, TRA PASSATO E PRESENTE, ALLA GROTTA DEL RE TIBERIO

FAUSTO BONAFEDE<sup>1</sup>, MICHELE VIGNODELLI<sup>1</sup>, ELENA DALLA DEA<sup>1</sup>, MASSIMO ERCOLANI<sup>2</sup>

### Riassunto

In questo contributo viene descritta la Pteridoflora (Felci e Piante affini) presente nella Grotta del Re Tiberio e nelle sue vicinanze; la grotta è nel cuore del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola (Comune di Riolo Terme, RA) e presenta una storia di esplorazioni botaniche molto interessante. Dentro alla grotta è stata infatti rinvenuta nel 1842 da Giacomo Tassinari, farmacista di Imola, una Felce rarissima (*Asplenium sagittatum*); la pianta era sicuramente presente tra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 del secolo scorso sulla base di osservazioni di Pietro Zangheri. In seguito la pianta si è estinta per le attività di una cava qui aperta, che hanno intercettato vene d'acqua e interrotto lo stillicidio all'interno della grotta alterando le condizioni di umidità indispensabili alla crescita della specie. Anche la raccolta di campioni da parte dei botanici di fine '800 e inizio '900 ha contribuito alla scomparsa di *Asplenium sagittatum*, la quale aveva nella Grotta del Re Tiberio l'unica stazione di crescita nella Regione Emilia-Romagna. Nel 2012 e anni successivi è stato approntato e realizzato un progetto per la re-introduzione di *Asplenium sagittatum* nella Vena del Gesso e, più in generale, per la conoscenza e conservazione delle Felci che crescono nella Vena del Gesso, la quale annovera specie di enorme interesse, tra cui *Oosporangium persicum* (= *Cheilanthes persica*), presente anche in prossimità del sentiero che conduce alla Grotta del Re Tiberio.

**Parole chiave:** Pteridoflora, Vena del Gesso, Regione Emilia-Romagna, *Asplenium sagittatum*.

### Abstract

This contribution describes the Pteridoflora (ferns and related plants) present in the Re Tiberio cave and in its vicinity; the cave is in the heart of the Vena del Gesso Romagnola Regional Park (Municipality of Riolo Terme, Ravenna province) and presents a very interesting history of botanical explorations. A very rare fern (*Asplenium sagittatum*) was found inside the cave in 1842 by Giacomo Tassinari, a pharmacist from Imola. The plant was certainly present here between the end of the 1950s and the beginning of the 1960s on the basis of observations by Pietro Zangheri. Subsequently, the plant became extinct due to the activities of a quarry opened in the area, which intercepted veins of water and interrupted the dripping inside the cave, altering the humidity conditions essential for the growth of the plant. The collection of samples by botanists from the late 1800s and early 1900s also contributed to the disappearance of *Asplenium sagittatum*, which had the only growth station in the Emilia-Romagna region in the Re Tiberio cave. In 2012 and subsequent years a project was planned and implemented for the re-introduction of *Asplenium sagittatum* in the Vena del Gesso and, more generally, for the knowledge and conservation of the ferns that grow in the Vena del Gesso, which includes species of enormous interest, such as *Oosporangium persicum* (= *Cheilanthes persica*), also present near the path that leads to the Re Tiberio cave.

**Keywords:** Pteridoflora, Vena del Gesso, Emilia-Romagna Region, *Asplenium sagittatum*.

*Asplenium sagittatum* (DC.) Bange (*Scolopendrio meridionale*, *Scolopendria emionitide*), una pianta emblematica per la tutela della Biodiversità vegetale della Vena del Gesso romagnola

*Asplenium sagittatum* è una felce di grande interesse conservazionistico, inclusa in allegato IV della Direttiva 92/43/CE "Habitat" e allegato I della Convenzione di Berna; risulta specie protetta in varie regioni italiane, tra cui l'Emilia-Romagna (L.R. 2/77). La spe-

cie presenta uno stato di conservazione Vulnerabile (VU) a livello italiano e Minacciata (EN) in Sardegna (CONTI *et alii* 1997). In alcune regioni non è stata più ritrovata da lungo tempo e in Emilia-Romagna risulta estinta all'inizio degli anni '60 (ZANGHERI 1957; ZANGHERI 1964) nell'unica stazione di crescita che corrisponde alla Grotta del Re Tiberio nella Vena del Gesso. Zangheri vide nell'attività estrattiva del gesso, direttamente o indirettamente, la ragione della diminuzione e scomparsa di questa rara felce, in quanto

<sup>1</sup> WWF Bologna Metropolitana ODV

<sup>2</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Speleo GAM Mezzano

la pianta necessita di elevata umidità atmosferica che, alla Grotta del Tiberio, era assicurata da uno stillicidio che lo stesso ZANGHERI (1964) descrive presente sulla parete destra entrando nella grotta fino alla fine degli anni '50. Successivamente lo stillicidio è scomparso, ipotizza Zangheri, a causa dell'attività della finitima cava, qui aperta sulla fine degli anni Cinquanta dall'ANIC di Ravenna. Ciò detto, è pur vero che la scomparsa della pianta è stata determinata anche dalla raccolta eccessiva di piante da parte di botanici professionisti e dilettanti, tanto è vero che numerosi campioni d'erbario (forse un centinaio) sono presenti in numerosi erbari europei, compreso quello dell'Orto botanico dell'Università di Bologna.

*Asplenium sagittatum* venne rinvenuto per la prima volta da Giacomo Tassinari nel 1842, farmacista di Imola e botanico che erborizzò prevalentemente nella Vena del Gesso (all'epoca spesso i farmacisti erano anche botanici).

La storia della scoperta e della scomparsa di questa pianta dalla Vena del Gesso sono descritte in dettaglio da G. Rossi (2013), che riporta testualmente: "(...) Scolopendria emionitide può essere reintrodotta alla Tana del Re Tiberio? Da più parti ci si pone il problema della reintroduzione delle specie nei siti in cui esse risultano estinte e del successo che queste possono

avere (...)".

Intorno al 2012 prese corpo un progetto per la reintroduzione della pianta alla Vena cui collaborò inizialmente lo stesso G. Rossi in contatto con M. Costa, allora Direttore del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola. Negli anni immediatamente successivi si ebbe un'intensa e proficua collaborazione tra la Direzione del Parco, la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, il WWF Bologna Metropolitana e l'Università della Tuscia di Viterbo, nella persona della Prof.ssa S. Magrini. Vennero prelevate le spore da piante di *A. sagittatum* nell'Isola di Pianosa e con particolari tecniche di laboratorio si è riusciti ad ottenere prima i gametofiti (piccole strutture che si sviluppano direttamente dalle spore), e poi gli sporofiti (giovani piantine), derivati dalla fecondazione di gameti prodotti da gametofiti di sesso diverso. Mentre la Prof. Magrini monitorava la crescita delle giovani piantine in laboratorio in condizioni controllate, noi, in stretta collaborazione con gli speleologi, abbiamo iniziato uno studio (ancora in corso) sulle condizioni micro-climatiche delle principali strutture carsiche dell'area (doline, inghiottitoi, forre); inizialmente abbiamo collocato termometri a minima e massima sul fondo e bordo di ogni struttura. Successivamente abbiamo sostituito i termometri a mercu-



Fig. 1 – S. Lazzaro di Savena (BO), 20 Marzo 2015. Consegna delle piante ottenute in laboratorio da S. Magrini attraverso la germinazione di spore prelevate da piante dell'isola di Pianosa, la stazione di *Asplenium sagittatum* più vicina alla Vena del Gesso.

rio con Data Logger in grado di misurare temperatura e umidità ogni 10 minuti (o altro intervallo di tempo prefissato).

Alla fine del 2014 abbiamo valutato che le piantine ottenute dalla Prof. Magrini avessero raggiunto dimensioni adatte per essere trasferite in natura. Il 20 Marzo del 2015, non senza una certa emozione, abbiamo preso in consegna 12 piantine frutto di molto lavoro (fig. 1).

Eravamo perfettamente coscienti che il processo di reintroduzione di una specie localmente estinta è sempre difficile e spesso non si ottengono i risultati sperati. Nel caso di *A. sagittatum* le incertezze erano ancora maggiori, perché non era disponibile uno studio dettagliato sulla sua ecologia. Sappiamo soltanto che *Asplenium sagittatum* sembra essere specie molto vulnerabile; infatti è scomparso, negli ultimi 10 anni, da diverse località in cui cresceva, per esempio in Sardegna alla Grotta dell'Inferno a Muros (M. Vignodelli, sopralluogo del 2014), in Francia a Cap d'Antibes (R. Prelli, *in verbis*), nell'Isola di Capraia (E. Bocchieri, *in verbis*) ed è scomparsa anche all'isola di Pianosa (B. Foggi, *in verbis*) nello stesso luogo in cui crescevano le piante da cui sono state prelevate le spore destinate a produrre individui per la Vena del Gesso romagnola (cfr. fig. 1). Dopo quasi 3 anni di lavoro la Prof. Magrini riuscì ad ottenere 12 piantine di dimensioni sufficienti per il trasferimento in natura.

Pur con alcuni dubbi abbiamo ritenuto opportuno tentare la reintroduzione in tre zone della Vena del Gesso, che avevamo in precedenza individuato come potenzialmente adatte ad ospitare la pianta; le 3 zone prescelte, che non precisiamo per motivi di opportunità, inizialmente non comprendevano la Grotta del Re Tiberio, perché mancava lo stillicidio che era stato considerato come un elemento importante per la presenza della pianta almeno in questa stazione di crescita (ZANGHERI 1957; ZANGHERI 1964).

Quasi tutte le 12 piante messe a dimora erano ancora vitali dopo 3 anni; successivamente la situazione è cambiata e progressivamente le piante sono entrate in crisi e poi sono morte con l'eccezione di una pianta collocata nella parte mediana di una piccola dolina con esposizione ovest (la stessa esposizione dell'imbocco della Grotta del Re Tiberio), in corrispondenza di una cengia con riparo sottoroccia. Questa localizzazione la chiameremo Staz. 1 e risulta essere quella con temperature più miti tra quelle testate soprattutto in inverno e in primavera; qui una pianta di *Asplenium sagittatum* è vitale da 7 anni (dal 2015 al 2022). In fig. 2 un'immagine recente di *A. sagittatum* nella Staz. 1. La pianta si presenta in condizioni vegetative ottime e, già dal 2017, viene notata la presenza di sporangi nella pagina inferiore della lamina fogliare.

Anche negli anni successivi la pianta ha formato regolarmente gli sporangi (fig. 3), organi indispensabili per la riproduzione.

Dopo tre anni dalla comparsa degli sporangi, il 20 Agosto 2020 abbiamo accertato per la prima volta la riproduzione autonoma di questa specie in natura nel corso di un progetto di reintroduzione. I giovani e piccolissimi sporofiti sono comparsi ad una distanza di circa 50 cm dalla pianta madre su di un tratto di roccia gessosa subverticale (fig. 4).

Nel 2018 M. Ercolani e G. Sansavini hanno svolto importanti lavori (concordati con la Direzione del Parco e con noi) per riportare la Grotta del Re Tiberio a condizioni di umidità simili a quelle degli anni '50 quando era ancora presente *A. sagittatum* nella grotta. Negli anni successivi al 2018 (con lo stillicidio presente) nel corso di monitoraggi alla grotta, con raccolta di dati quantitativi, abbiamo accertato che la presenza di *Adiantum capillus-veneris* era nettamente aumentata soprattutto in corrispondenza della canaletta che scola l'acqua dalla parete sud della grotta. Poiché *Adiantum capillus-veneris* è una pianta che accompagna spesso la presenza di *Asplenium sagittatum* nelle stazioni di crescita, abbiamo ritenuto opportuno sfruttare la disponibilità di due piante raccolte da M. Costa, insieme ad altri botanici, in una ricchissima stazione di crescita di *A. sagittatum* in Sicilia. Il modestissimo prelievo è stato fatto in modo tale da non danneggiare in alcun modo la ricca e vitale popolazione presente in Sicilia.

In data 8 Aprile 2019, alla presenza di M. Costa, abbiamo collocato all'imbocco della Grotta del Re Tiberio le due piantine di cui sopra. Una pianta è rimasta in buone condizioni per un anno e mezzo (fino all'estate 2020) e ha prodotto anche 3 nuove fronde. Poi un attacco parassitario ne ha probabilmente causato un collasso improvviso (20 settembre 2020).

L'esperienza maturata in questi anni porta alle seguenti considerazioni e conclusioni:

- sarà necessario effettuare l'intervento di traslocazione utilizzando diverse piante, le quali potrebbero essere quelle che stanno crescendo nel laboratorio della Prof. Magrini dalle spore delle piante di Pianosa. Questa condotta consente di non prelevare, né danneggiare in alcun modo le piante in stazioni naturali, anche se non è priva di rischi e problematiche varie. L'impiego di diverse piante aumenta la probabilità di successo.
- In ogni caso un importante risultato è stato già ottenuto: per la prima volta si è ottenuta la riproduzione in natura di una pianta di *Asplenium sagittatum* ottenuta in laboratorio da spore prelevate in natura. Ovviamente bi-



Fig. 2 – Vena del Gesso, Staz. 1: 3 Maggio 2021, *Asplenium sagittatum* in ottime condizioni vegetative. La pianta è stata prodotta da spore prelevate da piante all'isola di Pianosa, dove attualmente la pianta si è estinta probabilmente per le alterate condizioni climatiche.



Fig. 3 – Vena del Gesso, Staz. 1: 28 Settembre 2018, *Asplenium sagittatum* presenta gli sporangi; la pianta è potenzialmente in grado di riprodursi.



Fig. 4 – Vena del Gesso, Staz. 1: 20 Agosto 2020, giovanissimi sporofiti di *Asplenium sagittatum*. La pianta si è riprodotta.

sognerà verificare se i piccolissimi sporofiti saranno in grado di accrescersi e diventare adulti, fatto tutt'altro che scontato.

- Infine, possiamo affermare che tutto il lavoro fatto ha consentito di acquisire informazioni importanti riguardo all'ecologia della specie; queste informazioni sono fondamentali per la conservazione delle stazioni di *Asplenium sagittatum* rimaste in natura. In particolare, è emerso che le esigenze ambientali della specie sono alquanto diverse dall'affine *A. scolopendrium*, assai diffusa nelle strutture carsiche della Vena.

*Oeosporangium persicum* (Bory) Vis (= *Cheilanthes persica* (Bory) ex Kuhn, *Felcetta persiana*), un'altra felce rarissima in Italia che ha trovato nella Vena del Gesso romagnola condizioni ideali per la sopravvivenza

La storia della scoperta di questa pianta (fig. 5), la notizia della sua presunta scomparsa in Italia e del suo ritrovamento si trovano in ROSSI, BONAFEDE (1995) e in ROSSI (2013).

Dal 2013 al 2017 abbiamo percorso in modo sistema-

tico tutta la Vena del Gesso (compreso il tratto ricadente in Provincia di Bologna presso Borgo Tossignano), individuando 23 principali stazioni di crescita della pianta. Solo 4 piccole stazioni, scoperte negli anni precedenti, non sono state confermate. Per il resto si può dire che le stazioni di crescita individuate circa 20 anni prima sono ancora presenti e in ottima salute con colonie ricchissime (centinaia di individui!) soprattutto nei ripidi dirupi che scendono da M. Incisa verso Co' di Sasso.

Negli ultimi 4-5 anni con l'aiuto degli speleologi, soprattutto nella persona di M. Ercolani, sono state individuate un'altra decina di stazioni.

Al momento possiamo affermare che la Felcetta persiana non è a rischio di scomparsa nella Vena del Gesso romagnola. I popolamenti, complessivamente e in tutte le stazioni visitate, possono essere stimati in un migliaio di individui distribuiti in una trentina di localizzazioni concentrate nella zona di M. Mauro-M. Incisa e M. Tondo-M. della Volpe in prossimità della Grotta del Re Tiberio.

Dal 2017 abbiamo iniziato ad effettuare un monitoraggio sistematico in due stazioni ben precise situate poco distanti dall'imbocco dell'ingresso della Grotta del Re Tiberio<sup>3</sup>. L'indagine è stata svolta con due tran-

<sup>3</sup> Si consiglia di non avventurarsi lungo i due percorsi (staz. A e staz. B), perché esposti e pericolosi. Per vedere o fotografare la Felcetta persiana esistono localizzazioni molto più comode e non pericolose; una di queste è indicata anche dall'apposita cartellonistica lungo il sentiero che conduce alla Grotta del Re Tiberio e che gli scriventi hanno contribuito ad allestire.

setti con lo scopo di ottenere dati quantitativi sulla presenza della pianta.

La prima stazione (staz. A) è situata presso il percorso di avvicinamento all'ingresso della grotta (N 44°15'21,3", E 011°39'57,1"), lungo una parete gessosa esposta a NW (330°). Il transetto, indicato da chiodi di armo, è lungo 10 m (considerando l'inizio e la fine del transetto in corrispondenza dei chiodi più distali), con la metà collocata all'altezza del giovane orniello che cresce isolato addossato alla parete. Si sono conteggiati visivamente gli esemplari di *O. persicum* a partire dal suolo fino ad un'altezza di 3 m da terra.

La seconda stazione, (staz. B) si trova alla destra dell'ingresso della grotta (N 44°15'22,2", E 011°40'01,6"), la fisionomia è sempre quella della parete gessosa esposta, leggermente più coperta dalla vegetazione ma con identica esposizione NW (330°). Dal 2020 questo transetto è lungo 10 m come il precedente.

I risultati del monitoraggio, effettuato ogni anno nel mese di ottobre dal 2017 al 2021, sono evidenziati nel grafico a barre di fig. 6.

Le differenze riscontrate nei conteggi dei vari anni e nei due transetti non sono significative per il momento; le due popolazioni sembrano sostanzialmente stabili.

Facciamo notare che condizioni di siccità prolungata

non consentono la ripresa vegetativa della pianta che rimane con le foglie completamente "rattrappite" così gli individui (soprattutto quelli molto piccoli) risultano poco visibili e quindi sfuggono al conteggio; ciò, per esempio, può essere accaduto nel 2020.

Ovviamente si potranno individuare *trend* statisticamente significativi quando il numero di anni esaminato sarà maggiore. Questa è la prima volta che una delle piante simbolo della Vena del Gesso viene sistematicamente osservata con metodiche quantitative e collaudate.

Valutando complessivamente i dati raccolti possiamo affermare che, al momento, la pianta non corre pericolo immediato essendo le stazioni di crescita relativamente numerose e la consistenza dei popolamenti non trascurabile. Infine, possiamo dire che, per osservazione diretta, non è raro imbattersi in individui molto giovani che vanno interpretati come risultato della riproduzione recente della pianta e questo è un ottimo segnale.

La "storia" della Felcetta persiana alla Vena insegna che, a volte, anche botanici insigni quale era Pietro Zangheri si sbagliano; infatti nel 1964 lo stesso Zangheri la indicava come specie "scomparsa" dalla Vena. Fortunatamente, a tutt'oggi, possiamo affermare che non è così.



Fig. 5 – *Oeosporangium persicum* (= *Cheilanthes persica*, Felcetta persiana) (foto P. Lucci).

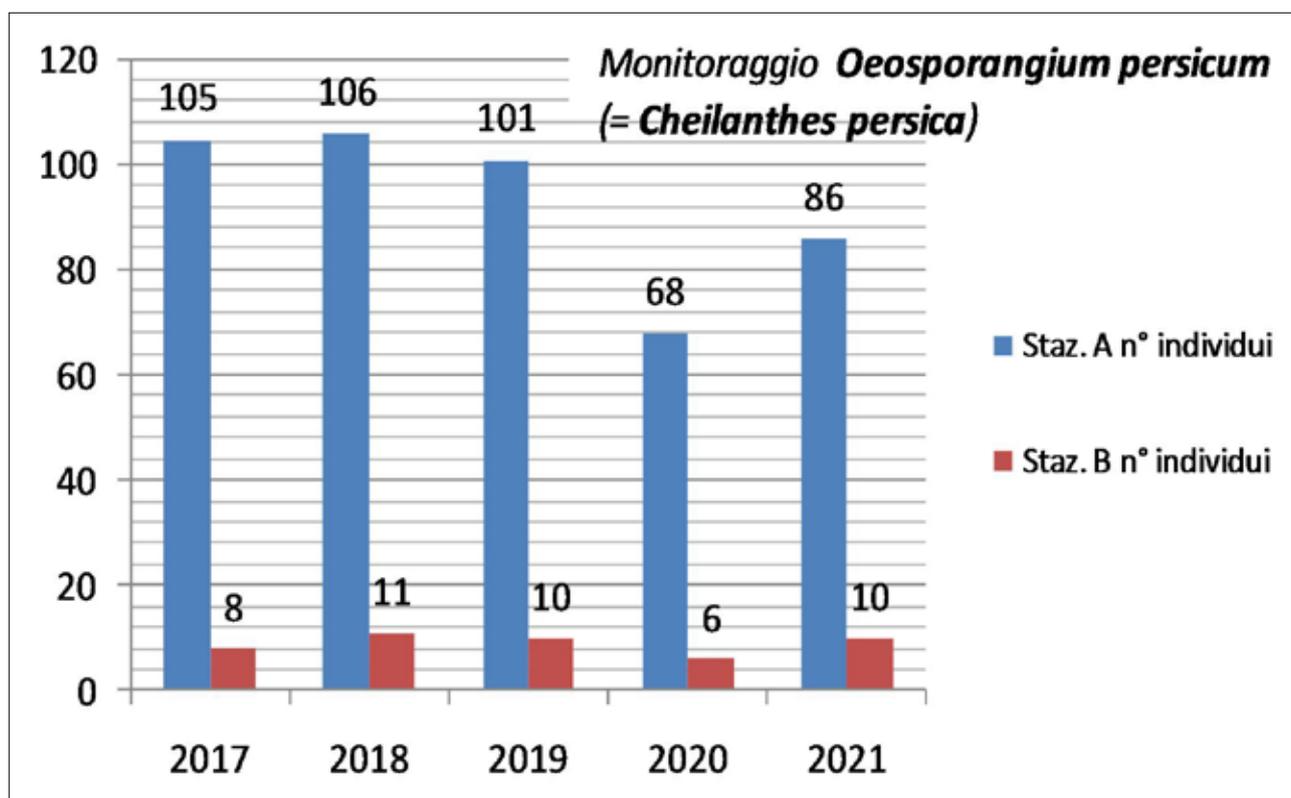


Fig. 6 – Risultati del monitoraggio per *Oeosporangium persicum* (= *Cheilanthes persica*) attraverso 2 transetti (staz. A e staz. B).

## Bibliografia

- F. CONTI, A. MANZI, F. PEDROTTI 1997, *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*, WWF Italia, SBI, Univ. Camerino, Camerino.
- G. ROSSI 2013, *Storie di piante: due rare e note felci della Vena del Gesso romagnola*, 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 243-256.
- G. ROSSI, F. BONAFEDE 1995, *Nuovi dati sulla distribuzione di Cheilanthes persica (Bory) Mett. ex Kuhn nel Preappennino romagnolo (Italia settentrionale)*, "Arch. Geobot." 1, 2, pp. 177-184.
- M. VIGNODELLI, F. BONAFEDE 2019, *Ricerca e conservazione di alcune felci rare e minacciate nei 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, vol. XXXIV), Bologna, pp. 391-397.

- P. ZANGHERI 1957, *La "Vena del Gesso". Rendiconti delle sedute e brevi comunicazioni*, "Nuovo Giorn. Bot. Ital." 64, pp. 696-698.
- P. ZANGHERI 1964, *Una perdita per la flora italiana (l'estinzione della felce Cheilanthes persica Mett. ex Kuhn)*, "Natura e Montagna" s. II, 4, pp. 77-82.

Si ringrazia il Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola gestito dall'Ente di Gestione per i Parchi e Biodiversità-Romagna che, sin da l 2016, ha collaborato per lo svolgimento delle attività descritte in questo contributo.



## LA FLORA DEL SENTIERO D'ACCESSO ALLA GROTTA DEL RE TIBERIO

SERGIO MONTANARI<sup>1</sup>, ALESSANDRO ALESSANDRINI<sup>2</sup>

### Riassunto

Vengono di seguito presentati i dati e le elaborazioni svolte in vari anni di studio botanico lungo il sentiero di accesso e del primo tratto della Grotta del Re Tiberio. Le osservazioni compiute, in parte sono già state pubblicate nella *checklist* di Monte Mauro (MONTANARI *et alii* 2019), altre più recenti sono state compilate da uno degli autori in apposita relazione per conto della Cooperativa Atlantide e consegnate al Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola nel 2019. Nella parte finale di questo articolo, redatta appositamente per il convegno, vengono analizzati dati storici ed attuali, con alcuni interessanti confronti che mettono in luce le variazioni ecologiche avvenute nella flora negli ultimi 50 anni.

**Parole chiave:** Flora, grotta del Re Tiberio, Monte Mauro, Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola, Felci, Pietro Zangheri, Cambiamenti climatici.

### Abstract

*The data and the elaborations carried out in various years of botanical studies along the access path and the first section of the Re Tiberio cave are presented below. The observations made, in part have already been published in the Mt. Mauro checklist (MONTANARI et alii 2019), others more recent have been compiled by one of the authors in a specific report on behalf of the Atlantide cooperative and delivered to the Vena del Gesso Romagnola Regional Park in 2019. In the final part of this article, written specifically for the conference, historical and current data are analyzed, with some interesting comparisons that highlight the ecological variations that have occurred in the flora in the last 50 years.*

**Keywords:** Flora, Re Tiberio Cave, Mt. Mauro, Vena del Gesso Romagnola Regional Park, Ferns, Pietro Zangheri, Climate Changes.

### *Introduzione: un classico luogo della botanica italiana*

La botanica intesa in senso moderno trae le sue origini dal Rinascimento; in particolare l'Italia fu uno dei principali centri di sviluppo, giungendo alla realizzazione di orti botanici e manuali di studio. In questo periodo vennero create le prime opere bibliografiche in cui le specie erano descritte non solo con la scrittura, ma anche con splendide immagini, ancora oggi perfettamente riconoscibili. Ultimo aspetto, che serviva per completare il quadro generale, era la definizione di un sistema di classificazione ed organizzazione degli esseri viventi, che avvenne ad opera di Linneo nel XVIII secolo con l'introduzione della nomenclatura binomia.

A questo punto tutto era pronto, i botanici avevano a disposizione i mezzi e le conoscenze per cominciare le cosiddette "esplorazioni floristiche del territorio".

Ecco quindi spiegato come mai i primi studi botanici in senso moderno per la zona risalgono ai primi dell'Ottocento, ovvero bisognava attendere le condizioni propizie.

In quel periodo Antonio Bertoloni, medico e professore di botanica all'Università di Bologna, intraprese un'opera colossale, che lo avrebbe portato a divenire il padre della moderna botanica italiana e maggiore studioso di quel tempo. Quando l'Italia era ancora divisa in diversi stati, intraprese la redazione della "Flora Italica", una ponderosa opera di 10 volumi compilati in oltre 20 anni di lavoro, in cui erano riassunte le conoscenze botaniche del territorio italiano. Per giungere ad un tale risultato si avvale dell'aiuto anche di vari collaboratori, tra cui alcuni suoi studenti, i quali, provenienti da diverse località principalmente romagnole, toscane ed emiliane, erborizzavano e conferivano al proprio professore numerosi campioni.

<sup>1</sup> Società per gli Studi Naturalistici della Romagna, già collaboratore della Cooperativa Atlantide - pan\_48020@yahoo.com

<sup>2</sup> Ricercatore indipendente.

La Vena del Gesso fu una di quelle zone percorse con “occhi nuovi”, ed in quell’occasione vennero scoperti alcuni tesori naturalistici che proprio oggi mostrano per intero il loro grande valore. Uno studente di Bertoloni, Giacomo Tassinari, futuro farmacista di Imola, andò per piante nella zona di Monte Mauro, raccogliendo due felci rarissime ed indicandone per una il luogo esatto. La Grotta del Re Tiberio divenne una località nota, citata nelle pubblicazioni scientifiche e ben individuabile a partire dalla seconda metà dell’Ottocento.

Già nei secoli passati era d’uso compiere fra i giovani della ricca aristocrazia europea il cosiddetto “*Grand Tour*”, che vedeva l’Italia come una delle principali mete. Mantenendo la tradizione e coniugandola con gli studi medici, giungevano a Bologna da tutta Europa molti studenti in medicina. Chi fra questi era interessato alla botanica aveva nell’escursione a Rivola presso la Grotta del Re Tiberio una interessante possibilità, poiché in essa cresceva una rara felce (*Asplenium sagittatum*), con una delle sue stazioni più a nord e perché tutta la vegetazione dei dintorni era piuttosto notevole. Tutti i botanici che si interessarono della zona passarono e raccolsero piante in questo luogo. Ancora oggi molte collezioni botaniche dei maggiori musei europei conservano campioni provenienti dalla Grotta del Re Tiberio.

Nel ricostruire il contesto storico delle ricerche dei floristi va rammentata anche la *Flora Italica Exsiccata*, un’iniziativa dei primi decenni del secolo scorso nell’ambito della Società Botanica Italiana. Venivano raccolti numerosi campioni di un certo taxon (sicuramente diverse decine), allestendo fogli di erbario corredati di schede critiche e distribuiti ai sottoscrittori. Questi materiali erano contestualmente pubblicati nel “Bollettino della Società Botanica Italiana” in centurie, ovvero in gruppi di 100 taxa.

Nel caso di *Asplenium sagittatum*, venne distribuita con il numero 202 bis e pubblicata nel 1905. L’impatto di questa iniziativa sulla popolazione di questa rara specie (ora scomparsa; si trattava dell’unica popolazione in Regione!) è ancora da valutare, ma di sicuro non fu un impatto positivo.

Per lungo tempo questa piccola zona rimase sotto i riflettori dei botanici, al punto che, nel settembre 1957, vennero ufficialmente in visita con l’escursione della Società Botanica Italiana, condotta da Pietro Zangheri. Il grande naturalista forlivese frequentò sin da giovane l’area compiendo studi e rilievi (ZANGHERI 1930). Quando poi, con molti anni di anticipo rispetto all’attuale sensibilità ambientalista, cominciò a parlare di protezione e salvaguardia

della natura, lo fece prendendo ad esempio ciò che stava accadendo alla Grotta del Re Tiberio. Risale al 1971 la prima proposta ufficiale di creazione di una zona protetta nella Vena del Gesso, redatta dalla SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA con la consulenza di Zangheri.

Di fatto questo è uno dei classici luoghi della botanica italiana.

#### *Materiali e metodi*

La Vena del Gesso è stata percorsa da molti botanici che nel tempo hanno lasciato diversi dati interessanti. Per la particolare e circoscritta area di studio, ovvero il sentiero di accesso alla Grotta del Re Tiberio (dal ponte sul Senio all’ingresso) risultano molto utili i dati bibliografici di ZANGHERI (1959, 1966), il quale individua con molta precisione la località e fa una revisione di tutti i dati precedentemente pubblicati. Ad oltre 50 anni da queste pubblicazioni vi è stato un nuovo impulso per le ricerche sul campo che sono scaturite in varie iniziative recenti.

Di particolare rilievo è stata la *checklist* di Monte Mauro (MONTANARI *et alii* 2019), che, con un elenco di oltre 1000 specie, fotografa con una buona precisione la flora della zona. Ulteriori osservazioni sono state compiute da uno degli autori (SM) in maniera specifica per il sentiero con l’intento di redigere apposita relazione per conto della Cooperativa Atlantide, in seguito consegnata al Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola.

Allo stato attuale quindi ci ritroviamo con due corposi elenchi specifici redatti nella stessa zona a distanza di molti anni, e questo apre alla possibilità di effettuare confronti.

La lista è quella già redatta nella relazione di cui sopra, e segue la sistematica del PIGNATTI (2017-2019); per la migliore comprensione e lettura sono eliminati *in toto* i nomi degli autori, e nel caso di alcuni taxa che hanno recentemente cambiato nome è stata posta tra parentesi la sinonimia.

Nell’analisi statistica, le informazioni relative alla forma biologica, termocorologia e indici di Ellenberg sono stati desunti da PIGNATTI *et alii* (2005). Il confronto tra percentuali delle forme biologiche e della termocorologia, per quanto a volte ben chiaro a livello grafico, è stato verificato col test del “ $\chi$  quadrato” ed il risultato è espressamente indicato nei commenti. Il confronto tra le medie degli indici di Ellenberg è stato verificato col t di Student, risultando significativo solo in un caso (N), come indicato nei commenti.

## La Flora

Il sentiero di accesso alla Grotta del Re Tiberio da molti secoli è uno dei percorsi pedonali più frequentati nella Vena del Gesso. Il cammino si snoda in buona parte fuori dal bosco e si inerpica lungo il versante montuoso fra grossi massi, in un ambiente che Zangheri amava definire come “sfatticcio” roccioso. Queste condizioni erano un tempo assai più diffuse, mentre oggi si assiste ad un notevole sviluppo delle aree alberate con suoli più o meno profondi; è probabile quindi che qui, più che altrove, si siano mantenute quasi inalterate le condizioni ambientali ed ecologiche che permettono lo sviluppo di una flora tipica.

Essendo la grotta una classica meta di escursioni botaniche abbiamo la fortuna di avere notizie precise sulla flora di questo luogo già da alcuni secoli. Di particolare importanza sono i dati lasciatici da CALDESI (1879-1880) nel XIX secolo (11 specie specificamente indicate per la “grotta di Tiberio”) e più recentemente da Zangheri. Quest’ultimo, nel quarto volume della “Romagna Fitogeografica” (ZANGHERI 1959), ci lascia un elenco redatto durante la risalita alla grotta il 10 luglio 1949 e vari rilievi svolti nella Vena del Gesso; purtroppo per tali rilievi manca il punto esatto (ai tempi era impossibile la georeferenziazione); tuttavia una descrizione di massima ci ha permesso di fare una ristretta scelta. Fra questi abbiamo preferito quelli che ci sembrano più prossimi alla grotta, ovvero alle pendici rocciose del Monte della Volpe presso Rivola, con esposizione grossomodo verso Nord Ovest, scartando ambienti come il greto fluviale ed i castagneti.

- Rilievo n. 17 - Rivola presso la Tana Re Tiberio: terreno in strato sottile, pendenza 45° verso

ONO. Praticello a copertura continua; 10 luglio 1949 (mq. 5)

- Rilievo n. 21 - Monte della Volpe (Rivola), pendice nord occidentale. Roccia scoperta e praticelli interposti con deboli strati di terriccio; pendenza 30° verso NNO; copertura al 60%; altezza dello strato erbaceo circa 50 cm; 7 maggio 1950 (mq. 50)
- Rilievo n. 4 - Rivola, pendici monte della Volpe; magri strati di suolo vegetale su roccia parzialmente scoperta; pendenza 25° verso NNO. Copertura 50%; alberetti ed arbusti alti da 2,5 a 3,5 m, strato erbaceo alto 20-25 cm con qualche specie (*Bromus erectus*) di 40-45 cm. 20 maggio 1949 (mq. 100)

I rilievi 17 e 21 sono stati desunti dalla “tabella I, gramineti su roccia”, mentre il rilievo 4 dalla “tabella IV, boschi” del quinto capitolo, relativo alla descrizione della vegetazione, e sembrano riprendere ottimamente i caratteri ambientali del sentiero di accesso alla grotta.

Sommando i dati storici ottenuti da Caldesi e Zangheri, come sopra indicato, si ottiene una prima lista di 102 specie storiche riportate anch’esse nella tabella riassuntiva sottostante.

Recentemente è andata in stampa la *Checklist* della flora vascolare di Monte Mauro (MONTANARI *et alii* 2019); tale lavoro, consegnato nel dicembre 2017, comprende anche l’area di studio, per cui molti dati acquisiti sono già riportati in letteratura ed evidenziati. Le osservazioni lungo il sentiero di accesso alla Grotta del Re Tiberio sono continuate anche nel 2018 (un dato anche nel 2019), per cui in tabella compaiono altri taxa osservati in questo ultimo anno. Complessivamente le osservazioni attuali sono 231.

## Legenda

Abbreviazione	Descrizione
Assente	Specie probabilmente segnalata in passato per errore
-	Specie non segnalata da Zangheri nella ristretta area di studio, ma comunque da lui segnalata nei dintorni di Monte Mauro e Borgo Rivola
( )	Specie segnalata da Zangheri, non osservata di recente nella ristretta area di studio, ma comunque attualmente presente nei dintorni di Monte Mauro e Borgo Rivola
C	CALDESI 1879-1880
Checklist	MONTANARI <i>et alii</i> 2019
EX	Estinta. Segnalata da Zangheri, ma non osservata di recente in tutta la Vena del Gesso
Introdotta	Specie introdotta a margine del sentiero in seguito ad un progetto iniziato nel 2017
Ox	Specie osservata nel 2018-2019
Z	ZANGHERI 1959

## Elenco floristico

N	Nome	Dati storici	Dati attuali	Note
1	<i>Acer campestre</i>	-	Checklist	
2	<i>Achillea collina</i>	-	Checklist	
3	<i>Achillea roseoalba</i>		Checklist	
4	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	C	Checklist	
5	<i>Aegopodium podagraria</i>		Ox	
6	<i>Agrimonia eupatoria</i>	-	Ox	
7	<i>Agrostis stolonifera</i>	Z	Checklist	
8	<i>Ailanthus altissima</i>	-	Checklist	Esotica, neofita
9	<i>Allium sphaerocephalon</i>	-	Checklist	
10	<i>Amelanchier ovalis</i>		Ox	
11	<i>Anemone hortensis</i>	-	Ox	
12	<i>Anisantha madritensis</i>	Z	()	
13	<i>Arabis alpina</i> subsp. <i>caucasica</i>	C	Checklist	
14	<i>Arabis hirsuta</i> / <i>sagittata</i>	Z	()	
15	<i>Arabis turrita</i>		Checklist	
16	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	-	Ox	
17	<i>Artemisia alba</i>	Z	Checklist	
18	<i>Artemisia vulgaris</i>	-	Checklist	
19	<i>Arum italicum</i>	-	Checklist	
20	<i>Arundo plinii</i>	Z	Checklist	
21	<i>Asparagus tenuifolius</i>	Z	()	
22	<i>Asperula purpurea</i>	-	Ox	
23	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	-	Introdotta	
24	<i>Asplenium ceterach</i>	Z	Checklist	
25	<i>Asplenium onopteris</i>		Introdotta	
26	<i>Asplenium ruta-muraria</i>		Introdotta	
27	<i>Asplenium sagittatum</i>	C	EX	In corso progetto di reintroduzione. Specie rarissima; unica località di presenza in regione
28	<i>Asplenium scolopendrium</i>	-	Introdotta	Specie protetta
29	<i>Asplenium trichomanes</i>	C	Ox	
30	<i>Astragalus monspessulanus</i>	-	Checklist	
31	<i>Avena sterilis</i>	-	Checklist	
32	<i>Bellis sylvestris</i>	C	()	
33	<i>Blackstonia perfoliata</i>	Z	Checklist	
34	<i>Brachypodium rupestre</i>	Z	Checklist	
35	<i>Brachypodium sylvaticum</i>		Checklist	
36	<i>Briza media</i>	Z	()	
37	<i>Bromopsis erecta</i> (= <i>Bromus erectus</i> )	Z	Checklist	
38	<i>Buglossoides purpureocaerulea</i> (= <i>Aegonychon purpureocaeruleum</i> )	Z	Checklist	
39	<i>Campanula rapunculus</i>	-	Checklist	
40	<i>Campanula sibirica</i>	Z	Ox	
41	<i>Campanula trachelium</i>	-	Checklist	

42	<i>Carex flacca</i>	Z	Checklist	
43	<i>Carlina vulgaris</i>	-	Checklist	
44	<i>Carthamus lanatus</i>	-	Checklist	
45	<i>Catapodium rigidum</i>	Z	Checklist	
46	<i>Centaurea deusta</i>	-	Checklist	
47	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>gaudinii</i> (= <i>Centaurea bracteata</i> )	Z	Checklist	
48	<i>Centaurea nigrescens</i>	Z	Checklist	
49	<i>Centaurea scabiosa</i>	Z	EX	Estinta, mancano dati recenti per la Vena del Gesso
50	<i>Centaurium erythraea</i>	-	Checklist	
51	<i>Cerastium brachypetalum</i>	-	Ox	
52	<i>Cerastium holosteoides</i>	-	Checklist	
53	<i>Cervaria rivini</i> (= <i>Peucedanum cervaria</i> )	Z	Checklist	
54	<i>Chamaesyce maculata</i> (= <i>Euphorbia maculata</i> )		Checklist	Esotica, neofita
55	<i>Chamaesyce prostrata</i> (= <i>Euphorbia prostrata</i> )		Checklist	Esotica, neofita
56	<i>Chenopodium album</i>		Checklist	
57	<i>Cheilanthes persica</i> (= <i>Allosorus persicus</i> = <i>Oeosporangium persicum</i> )	-	Checklist	Nella Vena del Gesso le uniche stazioni italiane
58	<i>Chondrilla juncea</i>	-	Checklist	
59	<i>Cichorium intybus</i>	-	Checklist	
60	<i>Cirsium arvense</i>	-	Checklist	
61	<i>Cirsium vulgare</i>	-	Checklist	
62	<i>Clematis vitalba</i>	-	Checklist	
63	<i>Clinopodium alpinum</i> (= <i>Ziziphora granatensis</i> = <i>Acinos alpinus</i> )	-	Checklist	
64	<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>nepeta</i> (= <i>Calamintha foliosa</i> )	-	Checklist	
65	<i>Clinopodium vulgare</i>	-	Checklist	
66	<i>Colutea arborescens</i>	-	Checklist	
67	<i>Convolvulus arvensis</i>	-	Checklist	
68	<i>Cornus mas</i>	Z	()	
69	<i>Cornus sanguinea</i>	Z	Checklist	
70	<i>Corylus avellana</i>	Z	Checklist	
71	<i>Cota tinctoria</i> (= <i>Anthemis tinctoria</i> )	-	Checklist	
72	<i>Crataegus monogyna</i>	Z	Checklist	
73	<i>Crepis foetida</i>		Checklist	
74	<i>Crepis lacera</i>	Z	Checklist	
75	<i>Crepis leontodontoides</i>	Z	()	
76	<i>Crepis pulchra</i> subsp. <i>pulchra</i>	-	Checklist	
77	<i>Crepis sancta</i>	Z	Checklist	
78	<i>Crepis setosa</i>	-	Checklist	
79	<i>Cruciata laevipes</i>	Z	()	
80	<i>Cuscuta epithimum</i>		Checklist	
81	<i>Cynodon dactylon</i>	-	Checklist	

82	<i>Cytisophyllum sessilifolium</i>	Z	Checklist	
83	<i>Dactylis glomerata</i>	Z	Checklist	
84	<i>Daucus carota</i>	-	Checklist	
85	<i>Dianthus longicaulis</i>	Z	Checklist	Specie protetta; sono ricondotti qui i precedenti dati relativi a <i>Dianthus gr. sylvestris</i>
86	<i>Digitalis lutea</i> subsp. <i>australis</i>	-	Checklist	
87	<i>Dioscorea communis</i> (= <i>Tamus communis</i> .)	Z	Checklist	
88	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	-	Checklist	
89	<i>Dittrichia viscosa</i> (= <i>Inula viscosa</i> )	-	Checklist	
90	<i>Dryopteris filix-max</i>		Introdotta	
91	<i>Echinops sphaerocephalus</i>	-	Checklist	
92	<i>Echium vulgare</i>		Checklist	
93	<i>Elymus repens</i> (= <i>Elytrigia repens</i> )	Z	Checklist	
94	<i>Emerus major</i>	-	Checklist	
95	<i>Epilobium tetragonum</i>		Checklist	
96	<i>Equisetum arvense</i>	-	Ox	
97	<i>Equisetum ramosissimum</i>		Ox	
98	<i>Equisetum telmateia</i>	-	Checklist	
99	<i>Erigeron canadensis</i>	-	Checklist	Esotica, neofita
100	<i>Erigeron sumatrensis</i>		Checklist	Esotica, neofita
101	<i>Erysimum pseudorhaeticum</i>	Z	Checklist	
102	<i>Euonymus europaeus</i>	C	Checklist	
103	<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	Checklist	
104	<i>Euphorbia cyparissias</i>	Z	Checklist	
105	<i>Ferulago campestris</i> (= <i>Ferulago galbanifera</i> )	C	Checklist	
106	<i>Festuca heterophylla</i>	Z	()	
107	<i>Festuca inops</i>	-	Ox	
108	<i>Festuca rubra</i>	-	Ox	
109	<i>Foeniculum vulgare</i>	Z	()	
110	<i>Fraxinus ornus</i>	Z	Checklist	
111	<i>Fumana ericifolia</i>	C	Checklist	
112	<i>Fumana procumbens</i>	-	Checklist	
113	<i>Galium lucidum</i>	Z	Checklist	
114	<i>Galium verum</i>	Z	()	
115	<i>Genista tinctoria</i>	-	Ox	
116	<i>Geranium molle</i>	-	Ox	
117	<i>Geranium nodosum</i>	Z	()	
118	<i>Glechoma hederacea</i>	-	Ox	
119	<i>Globularia bisnagarica</i> (= <i>Globularia punctata</i> )	Z	()	
120	<i>Gymnadenia conopsea</i>		Ox	
121	<i>Hedera helix</i>	Z	Checklist	
122	<i>Helianthemum apenninum</i>	Z	Checklist	
123	<i>Helianthemum nummularium</i>	Z	()	
124	<i>Helichrysum italicum</i>	Z	Checklist	

125	<i>Helminthotheca echioides</i>	-	Checklist	
126	<i>Hippocrepis comosa</i>	Z	Ox	
127	<i>Holcus lanatus</i>	-	Checklist	
128	<i>Hordeum murinum</i>	-	Checklist	
129	<i>Humulus lupulus</i>		Checklist	
130	<i>Hylotelephium maximum</i>	-	Ox	
131	<i>Hypericum montanum</i>	Z	Ox	
132	<i>Hypericum perforatum</i>	-	Checklist	
133	<i>Hypochaeris achyrophorus</i>	-	Ox	
134	<i>Inula conyzae</i> (=Pentanema squarrosus)	-	Checklist	
135	<i>Inula salicina</i> (=Pentanema salicinum)	Z	()	
136	<i>Iris germanica</i>	Z	()	
137	<i>Juniperus communis</i>	Z	Checklist	
138	<i>Katapsuxis silaifolia</i> (=Cnidium silaifolium)	-	Checklist	
139	<i>Lactuca saligna</i>	-	Checklist	
140	<i>Lactuca serriola</i>		Checklist	
141	<i>Lathyrus latifolius</i>	-	Ox	
142	<i>Lepidium virginicum</i>		Checklist	Esotica, neofita, poche piante vicino alla Grotta del Re Tiberio nel 2014, ora scomparse
143	<i>Leucanthemum pallens</i>		Checklist	
144	<i>Ligustrum vulgare</i>	-	Checklist	
145	<i>Lilium bulbiferum</i> subsp. <i>croceum</i>		Ox	Specie protetta
146	<i>Linum tenuifolium</i>	-	Checklist	
147	<i>Linum trigynum</i>	-	Checklist	
148	<i>Linum viscosum</i>	-	Checklist	
149	<i>Lolium perenne</i>	Z	()	
150	<i>Lonicera caprifolium</i>	-	Checklist	
151	<i>Lotus corniculatus</i>	Z	Checklist	
152	<i>Lotus hirsutus</i> (=Doricnium hirsutum)	-	Checklist	
153	<i>Lotus tenuis</i>		Checklist	
154	<i>Lysimachia arvensis</i>		Checklist	
155	<i>Malva sylvestris</i>	-	Checklist	
156	<i>Medicago lupulina</i>	-	Checklist	
157	<i>Medicago sativa</i>	-	Checklist	
158	<i>Melica ciliata</i> subsp. <i>ciliata</i>		Checklist	
159	<i>Melica transilvanica</i>	-	Ox	
160	<i>Melilotus albus</i>	-	Checklist	
161	<i>Melilotus officinalis</i>	-	Checklist	
162	<i>Melittis melissophyllum</i>	Z	()	
163	<i>Muscari comosum</i> (=Leopoldia comosa)		Ox	
164	<i>Muscari neglectum</i>	-	Ox	
165	<i>Odontites luteus</i>	-	Checklist	
166	<i>Ononis pusilla</i>	-	Checklist	
167	<i>Onosma helvetica</i> subsp. <i>helvetica</i>	-	Checklist	

168	<i>Origanum vulgare</i>	Z	Checklist	
169	<i>Orobanche hederæ</i>		Checklist	
170	<i>Osmunda regalis</i>	Z	Assente	Secondo Zangheri segnalata per svista da Bertoni Campidori nel 1922 presso la Grotta del Re Tiberio
171	<i>Ostrya carpinifolia</i>	Z	Checklist	
172	<i>Papaver dubium</i>		Checklist	Dubbia esoticità
173	<i>Papaver rhoeas</i>	Z	Checklist	Dubbia esoticità
174	<i>Parietaria officinalis</i>	Z	Checklist	
175	<i>Phragmites australis</i>	-	Checklist	
176	<i>Physospermum cornubiense</i>	Z	()	
177	<i>Picris hieracioides</i>	Z	Checklist	
178	<i>Pilosella officinarum</i>	Z	Checklist	
179	<i>Pistacia terebinthus</i>	Z	Checklist	
180	<i>Plantago lanceolata</i>	-	Checklist	
181	<i>Plantago major</i>	-	Checklist	
182	<i>Platanthera bifolia</i>	Z	()	Specie protetta
183	<i>Poa annua</i>	-	Ox	
184	<i>Poa bulbosa</i>	-	Ox	
185	<i>Polygala nicaeensis</i>	Z	()	
186	<i>Polypodium cambricum</i>		Checklist	
187	<i>Potentilla pedata</i>	Z	Checklist	
188	<i>Potentilla reptans</i>	-	Checklist	
189	<i>Prunella vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>		Checklist	
190	<i>Prunus avium</i>	-	Checklist	
191	<i>Prunus spinosa</i>	Z	Checklist	
192	<i>Pteridium aquilinum</i>	Z	Checklist	
193	<i>Pyrus communis</i> subsp. <i>pyraster</i> (= <i>Pyrus pyraster</i> )		Checklist	
194	<i>Quercus ilex</i>	Z	Checklist	
195	<i>Quercus pubescens</i>	Z	Checklist	
196	<i>Ranunculus repens</i>	-	Checklist	
197	<i>Reseda luteola</i>	-	Checklist	
198	<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	Checklist	Esotica, neofita
199	<i>Rosa canina</i>	Z	()	
200	<i>Rosa sempervirens</i>	Z	Checklist	Giunge fino al Bolognese, sempre su gessi
201	<i>Rosa subcollina</i>		Checklist	
202	<i>Rosa subcanina</i>		Checklist	
203	<i>Rosa micrantha</i> (= <i>Rosa nemorosa</i> )	C	EX	Specie di non semplice identificazione, da ricercare, mancano dati recenti per la Vena del Gesso
204	<i>Rostraria cristata</i>	-	Checklist	
205	<i>Rubia peregrina</i>	-	Checklist	

206	<i>Rubus caesius</i>		Checklist	
207	<i>Rubus ulmifolius</i>	Z	Checklist	
208	<i>Ruscus aculeatus</i>	Z	Checklist	Specie protetta
209	<i>Sambucus nigra</i>	-	Checklist	
210	<i>Sanguisorba minor</i>	Z	Checklist	
211	<i>Saponaria officinalis</i>		Checklist	
212	<i>Scabiosa triandra</i>		Checklist	
213	<i>Scandix pecten-veneris</i>	-	Checklist	
214	<i>Scorpiurus subvillosus</i>	-	Ox	
215	<i>Scrophularia canina</i>	-	Checklist	
216	<i>Sedum album</i>	Z	Checklist	
217	<i>Sedum rupestre</i> (= <i>Petrosedum rupestre</i> )	-	Checklist	
218	<i>Senecio vulgaris</i>	-	Checklist	
219	<i>Serratula tinctoria</i>	Z	()	
220	<i>Sesleria italica</i>	Z	Checklist	
221	<i>Setaria pumila</i>	-	Checklist	
222	<i>Setaria viridis</i>	-	Checklist	
223	<i>Sherardia arvensis</i>	-	Checklist	
224	<i>Silene italica</i>	-	Checklist	
225	<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i>	-	Checklist	
226	<i>Silene otites</i>	-	Checklist	
227	<i>Silene vulgaris</i>	Z	Checklist	
228	<i>Solanum dulcamara</i>		Checklist	
229	<i>Sonchus asper</i>	-	Checklist	
230	<i>Sorbus domestica</i>	Z	Checklist	
231	<i>Sorghum halepense</i>	-	Checklist	
232	<i>Spartium junceum</i>	-	Checklist	
233	<i>Stachys annua</i>	-	Ox	
234	<i>Stachys officinalis</i>	Z	()	
235	<i>Stachys recta</i>	Z	Checklist	
236	<i>Stachys sylvatica</i>		Checklist	
237	<i>Symphotrichum squamatum</i>		Checklist	Esotica, neofita
238	<i>Symphytum bulbosum</i>		Checklist	
239	<i>Tanacetum corymbosum</i> subsp. <i>achilleae</i>	Z	Checklist	
240	<i>Taraxacum officinale</i>	-	Checklist	
241	<i>Teucrium chamaedrys</i>	Z	Checklist	
242	<i>Teucrium flavum</i>	C	Checklist	
243	<i>Teucrium montanum</i>	Z	Checklist	
244	<i>Tilia platyphyllos</i>	Z	()	Zangheri nel 1959 indica un solo cespuglio di <i>Tilia cordata</i> , successivamente (1966) lo ri-determina con <i>Tilia platyphyllos</i> . Attualmente è del tutto assente
245	<i>Thlaspi perfoliatum</i> (= <i>Microthlaspi perfoliatum</i> )	Z	()	

246	<i>Thymus striatus</i>	-	Checklist	
247	<i>Tommasinia altissima</i> (= <i>Tommasinia verticillaris</i> )	-	Checklist	
248	<i>Tordylium maximum</i>		Checklist	
249	<i>Torilis arvensis</i>	Z	Checklist	
250	<i>Trachynia distachya</i> (= <i>Brachypodium distachyum</i> )	Z	()	
251	<i>Trifolium campestre</i>	Z	()	
252	<i>Trifolium fragiferum</i>	-	Checklist	
253	<i>Trifolium pratense</i>	-	Checklist	
254	<i>Trifolium repens</i> subsp. <i>repens</i>	-	Checklist	
255	<i>Trifolium scabrum</i>	Z	()	
256	<i>Trisetaria flavescens</i>	Z	()	
257	<i>Triticum ovatum</i> (= <i>Aegilops geniculata</i> )	Z	()	
258	<i>Tussilago farfara</i>	-	Checklist	
259	<i>Ulmus minor</i>	-	Checklist	
260	<i>Urtica dioica</i>	-	Checklist	
261	<i>Verbascum blattaria</i>	-	Checklist	
262	<i>Verbascum chaixii</i> subsp. <i>chaixii</i>	C	Checklist	Poche piante lungo il sentiero della Grotta del Re Tiberio, le uniche attualmente note nella Vena del Gesso
263	<i>Verbascum sinuatum</i>		Checklist	
264	<i>Verbena officinalis</i>	-	Checklist	
265	<i>Veronica arvensis</i>	-	Ox	
266	<i>Veronica persica</i>	-	Checklist	
267	<i>Viburnum lantana</i>	Z	Ox	
268	<i>Vulpia ciliata</i>	-	Checklist	
269	<i>Vulpia ligustica</i>		Ox	
270	<i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i>	-	Checklist	Esotica, neofita

### Specie utili per l'analisi floristica e storica

Complessivamente la lista riporta un elenco di 270 specie; da queste occorre eliminare *Osmunda regalis* (molto probabilmente segnalata in passato per errore) e 4 specie di felci introdotte lungo il percorso, ma non spontanee. Particolare è il caso di un tiglio (*Tilia platyphyllos*), che ai tempi di Zangheri cresceva con un unico cespuglio nei pressi dell'imboccatura della grotta, e di cui si sa ben poco sulla sua spontaneità, per cui si preferisce non considerarlo. In definitiva le specie utili per l'analisi storica sono 264; da un punto di vista storico sono ripartite secondo lo schema in fig. 1.

### Pteridofite

Doverosa premessa è un breve chiarimento sul termine Pteridofite, ovvero felci in senso lato in cui sono

compresi anche gli equiseti, "parenti" molto prossimi delle felci vere e proprie.

Per vari motivi, soprattutto naturalistici e storici, le felci rappresentano un gruppo particolarmente interessante per l'area, nella Vena del Gesso vi sono notizie della attuale presenza di 19 specie viventi di Pteridofite. Considerando anche le introduzioni avvenute nel 2017, è possibile in un breve tratto di sentiero osservare 13/14 specie, ed evocare la presenza della quindicesima (*Asplenium sagittatum*) che aveva nella Grotta del Re Tiberio l'unica stazione nota in Emilia-Romagna. Chi compie il percorso di accesso alla grotta sin dal primo passo, fino all'ingresso della grotta, si trova di fronte ad una vera e propria successione di tali piante che difficilmente potrà incontrare altrove; questo anche grazie all'introduzioni compiute proprio per scopi didattici.

Già di fianco al parcheggio, nella penombra su grossi massi gessosi, crescono spontanei vari individui di

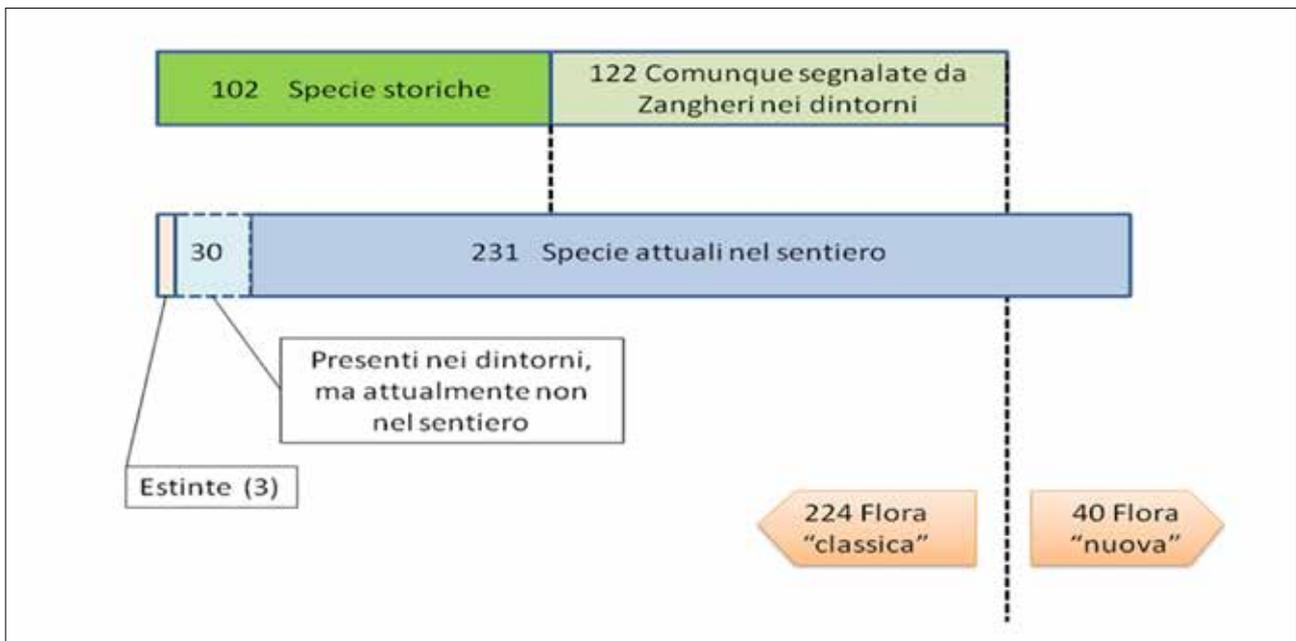


Fig. 1 – Schema che riassume i dati in chiave storica della flora segnalata lungo il sentiero di accesso alla Grotta del Re Tiberio.

erba ruggine (*Asplenium ceterach*), seminascosti tra i muschi. Il sentiero comincia con altri grossi massi ai lati ove è stata introdotta la ruta di muro (*Asplenium ruta-muraria*), mentre sul lato sinistro è recentemente comparsa (2018) una piccola felce. Si tratta di un nuovo individuo spontaneo di asplenio (*Asplenium adiantum-nigrum*). Si prosegue costeggiando un primo tratto di sottobosco fresco e umido in cui sono ben visibili la felce aquilina (*Pteridium aquilinum*) e l'equiseto maggiore (*Equisetum telmateia*), molto più difficili da individuare sono altri due equiseti (*Equisetum ramosissimum* e *Equisetum arvense*), i quali crescono qui con piante isolate e seminascoste. Più oltre si incontrano varie stazioni in cui sono state introdotte l'asplenio adianto nero (*Asplenium adiantum-nigrum*), l'asplenio maggiore (*Asplenium onopteris*), la lingua cervina (*Asplenium scolopendrium*), la felce maschio (*Dryopteris filix-mas*).

Giunti nei pressi della grande scalinata comincia la salita vera e propria, per buona parte fuori dal bosco; qui si possono osservare il polipodio meridionale (*Polypodium cambricum*) sia su muretti a secco che alla base di alcuni tronchi, di nuovo l'erba ruggine (*Asplenium ceterach*), il falso capelvenere (*Asplenium trichomanes*). La felcetta persiana (*Cheilanthes persica*), forse la pianta più illustre del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola è ben osservabile su una parete qualche metro sopra al percorso, ma anche con una giovane pianta in una piccola rientranza della parete, di facile accesso anche per i turisti. Infine dentro alla grotta fa bella mostra di sé il capelvenere (*Adiantum capillus-veneris*).

#### Specie protette e notevoli

Fra le specie osservate, ve ne sono 5 protette:

- *Asplenium scolopendrium*, felce introdotta nel 2017, caratteristica di ambienti freschi è relativamente diffusa nella Vena del Gesso
- *Dianthus longicaulis*, piccolo cespuglietto tipico degli affioramenti rocciosi con splendide fioriture rosa primaverili, per la legge regionale è protetto così come tutti i garofani selvatici
- *Gymnadenia conopsea*, l'unica orchidea osservata a margine del sentiero con pochi individui in un piccolo prato
- *Lilium bulbiferum* subsp. *croceum*, ben diffuso nei dintorni, tipico del sottobosco, ma qui è piuttosto raro (suolo poco profondo?) e non giunge alla fioritura
- *Ruscus aculeatus*, piccolo cespuglietto che cresce nei sottoboschi caldi, specie con influenze nettamente mediterranee
- Zangheri in un rilievo riportava anche *Platantera bifolia*, orchidea ancora diffusa nei dintorni, ma non osservata direttamente nei pressi del sentiero.

L'elenco comprende anche alcune specie molto rare, oppure di interesse geobotanico, che meritano una breve trattazione:

- *Adiantum capillus-veneris*. Piccola felce tipica degli stillicidi, poco comune nella Vena del Gesso. La stazione all'ingresso della Grotta del Re Tiberio è stata già descritta nel XVII secolo
- *Amelanchier ovalis*. Cespuglio montano, tipico degli affioramenti rocciosi; nella Vena è poco co-

mune, in genere si osserva in posizione di cresta. Lungo il sentiero è presente una piccola pianta su una parete di gesso; ci è stata fatta notare da alcuni speleo nel 2019

- *Cheilanthes persica*. La Felcetta persiana, ha nella Vena del Gesso le uniche stazioni italiane, probabilmente si tratta della specie botanica più nota del Parco
- *Crepis lacera*. Si tratta di una entità piuttosto rara, nota in Romagna solo sul Monte Mauro (da Vedreto sino a Re Tiberio), Torriana e San Marino. La specie è un subendemismo italiano, diffuso sulla dorsale appenninica dalla Sicilia all'Emilia, con un areale distaccato in Albania.
- *Verbascum chaixii*. Zangheri riteneva che *Verbascum chaixii* fosse la specie più diffusa di questo genere nell'ambiente di gariga, nei prati e nello "sfatticcio" di tutta la Vena del Gesso, mentre oggi rimane solo con pochi esemplari lungo il sentiero del Re Tiberio, nello stesso luogo ove anche Caldesi lo osservò nella seconda metà dell'Ottocento. Il sentiero ha mantenuto molte delle caratteristiche che un tempo erano comuni per tutta la zona. Infatti era usuale camminare e muoversi a piedi lungo percorsi che si snodavano spesso fuori da bosco e fra numerosi massi gessosi, è possibile che la sopravvivenza in questo luogo sia dovuta alla frequentazione antropica dei visitatori.

### Specie esotiche

La presenza di esotiche è contenuta e si attesta attorno al 4%: si tratta di un valore piuttosto basso, circa la metà rispetto al complessivo della *checklist* del Monte Mauro ed in linea con altre osservazioni compiute nella Romagna orientale su affioramenti gessosi in buono stato di conservazione (MONTANARI *et alii* 2016). Il breve elenco delle specie di origine alloctona comprende 9 esotiche neofite (ovvero giunte in Italia dopo la scoperta dell'America) e 2 di dubbia esoticità (amaurogene o critogeniche).

Particolare è il caso di *Lepidium virginicum*, pianta originaria del Nord America che nell'area di studio è stata osservata nel 2014 sotto alla passerella d'ingresso alla grotta, ed in seguito scomparsa. Si tratta di un tipico caso di specie giunta a seguito dei disturbi antropici, e in breve tempo riassorbita a dimostrazione di una buona resilienza di fondo dell'ambiente studiato. In chiave storica appare molto evidente un forte aumento avvenuto negli ultimi anni. Infatti solo una è segnalata nei rilievi di Zangheri, 4 erano comunque storicamente note nei dintorni, mentre le rimanenti 6 costituiscono una novità recente (fig. 2).

### Specie storiche

Delle 102 presenze storiche solamente 3 si possono considerare (probabilmente) estinte:

- *Asplenium sagittatum* aveva nella grotta l'unica stazione in regione; attualmente è in corso un progetto per la reintroduzione nel Parco (si veda BONAFEDE *et alii* in questo stesso volume)
- *Centaurea scabiosa*, di cui mancano osservazioni recenti nella Vena del Gesso
- *Rosa micrantha*, di non semplice identificazione; mancano dati recenti per la Vena del Gesso (ma osservata nella vicina valle del Sillaro)

Le specie storiche confermate e attualmente ancora presenti sono 69, mentre quelle non osservate lungo il sentiero, ma comunque presenti nei dintorni (Monte Mauro e Borgo Rivola) sono 30. Questo dimostra un buono stato di conservazione generale (fig. 3).

### Specie attuali

Complessivamente le specie osservate recentemente nell'area di studio sono 231, di queste 69 rientrano anche nei dati storici, 122 sono comunque storicamente note nei dintorni (Monte Mauro e Borgo Rivola) e 40 rappresentano una novità (fig. 4). Occorre precisare che, nelle novità, vi sono specie sia di origine esotica e di recente diffusione, sia specie autoctone in espansione.

### Analisi della flora "nuova"

La cosiddetta flora nuova costituisce un interessante insieme di entità di recente insediamento, che evidentemente ha trovato condizioni favorevoli (prima mancanti) nell'area di studio. Si tratta cioè di una notevole fonte di informazioni riguardanti i cambiamenti avvenuti negli ultimi decenni.

Risulta particolarmente interessante confrontare la flora nuova con quella presente da tempo nell'area che definiremo con flora "classica" al fine di individuare differenze significative. Il confronto tra flora nuova e classica è stato fatto relativamente a 3 tipologie:

- Le forme biologiche, che riassumono le strategie adottate dalle piante per superare i periodi di avversità climatica
- La corologia, che si occupa di identificare le aree geografiche e climatiche di origine
- Gli indici di Ellenberg, che forniscono indicazioni utili sulle preferenze ecologiche delle singole specie

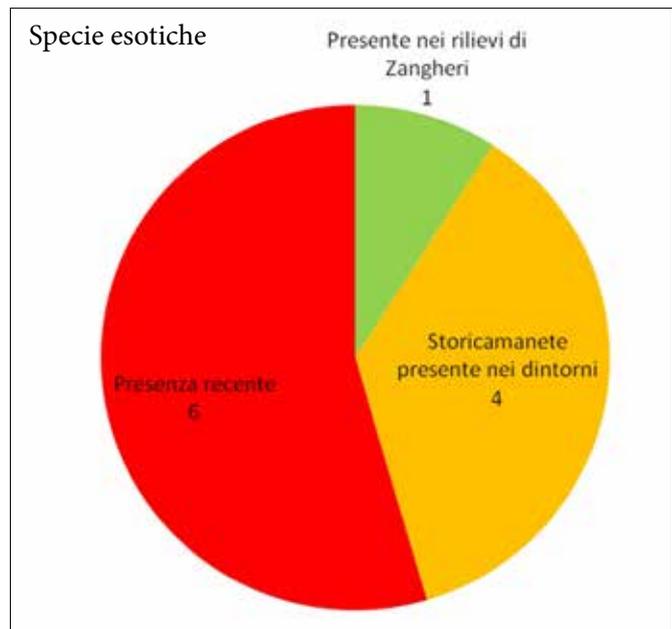


Fig. 2 – Lungo il sentiero sono state individuate solo 11 specie esotiche, molte delle quali giunte di recente.

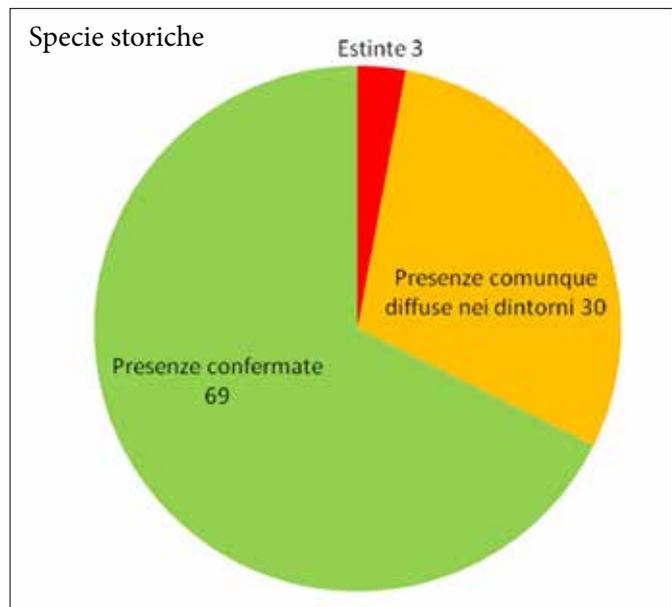


Fig. 3 – I dati storici sono in buona parte confermati, le specie probabilmente estinte sono solo 3.

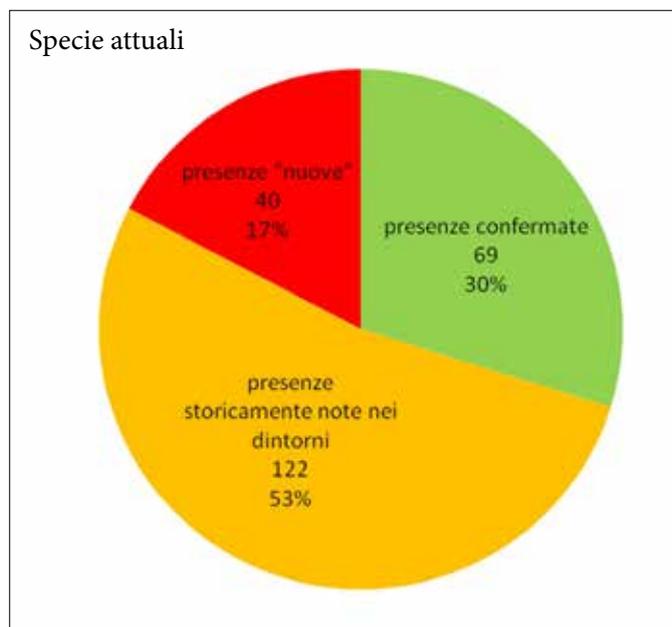


Fig. 4 – Le specie attuali, pur mantenendo molti taxa già noti in passato lungo il sentiero o nei dintorni, mostrano anche una buona parte di presenze "nuove".

### Confronto delle forme biologiche

Il confronto è stato fatto tra le diverse percentuali delle forme biologiche, che sono spesso un riflesso delle condizioni ecologiche dell'ambiente, in base ai diversi modi con cui affrontano i periodi critici (freddo invernale e/o caldo estivo).

Le Terofite (T) sono specie annuali che superano i periodi difficili in forma di seme. L'aumento di questo gruppo viene generalmente assunto come indizio del riscaldamento globale, ma anche dell'impatto antropico.

Altre tre categorie, Geofite (G), Emicriptofite (H) e Camefite (Ch), mostrano un generale spostamento verso quelle forme che offrono maggiore protezione nella stagione avversa, utilizzando organi sotterranei (G). Le piante con gemme a livello del suolo (H), e ancor di più con gemme poste vari centimetri sopra il terreno (Ch), mostrano una tendenza regressiva, poiché svantaggiate da estati più calde ed inverni con meno neve, la quale esplica funzione di protezione dai rigori invernali.

Statisticamente le differenze risultano significative

solo per T (in aumento) e Ch (in diminuzione), ma il *trend* generale è piuttosto chiaro anche per le altre. Le Fanerofite e Nano Fanerofite (P, NP) sono alberi o cespugli che non mostrano particolari differenze in questo caso (fig. 5).

### Spettri corologici e loro modificazioni

Il confronto tra le diverse percentuali dell'incidenza delle diverse categorie corologiche e in particolare delle loro esigenze o preferenze termiche non mostra differenze statisticamente significative; solo l'aumento delle cosmopolite è molto prossimo ( $p = 0,06$ ), ma comunque non significativo, probabilmente a causa dell'esiguo numero di dati.

In via speculativa, volendo ugualmente commentare, l'aumento di specie cosmopolite, collegato alla diminuzione di eurasiatiche e subatlantiche, sembra portare verso un quadro di maggiore aridità con più specie sinantropiche, e ruderali (fig. 6).

### Confronto indici di Ellenberg

Gli indici di Ellenberg esprimono in modo quantita-

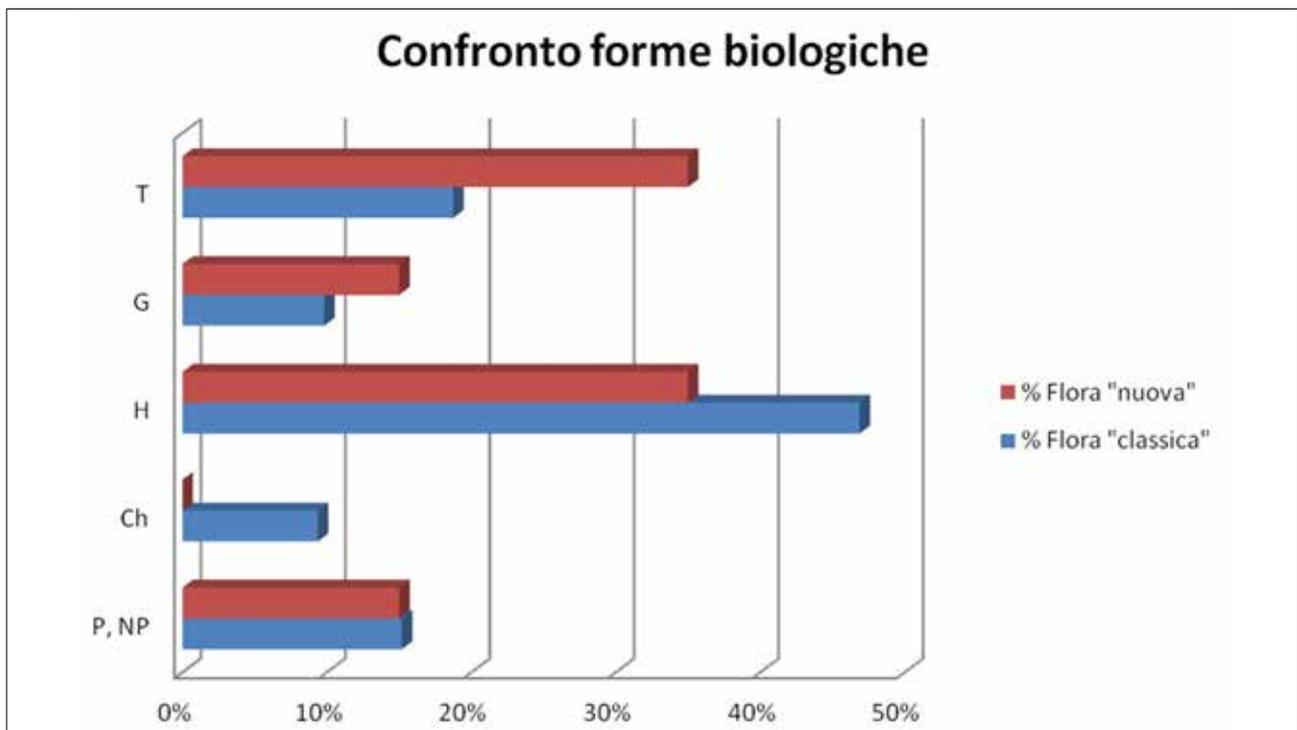
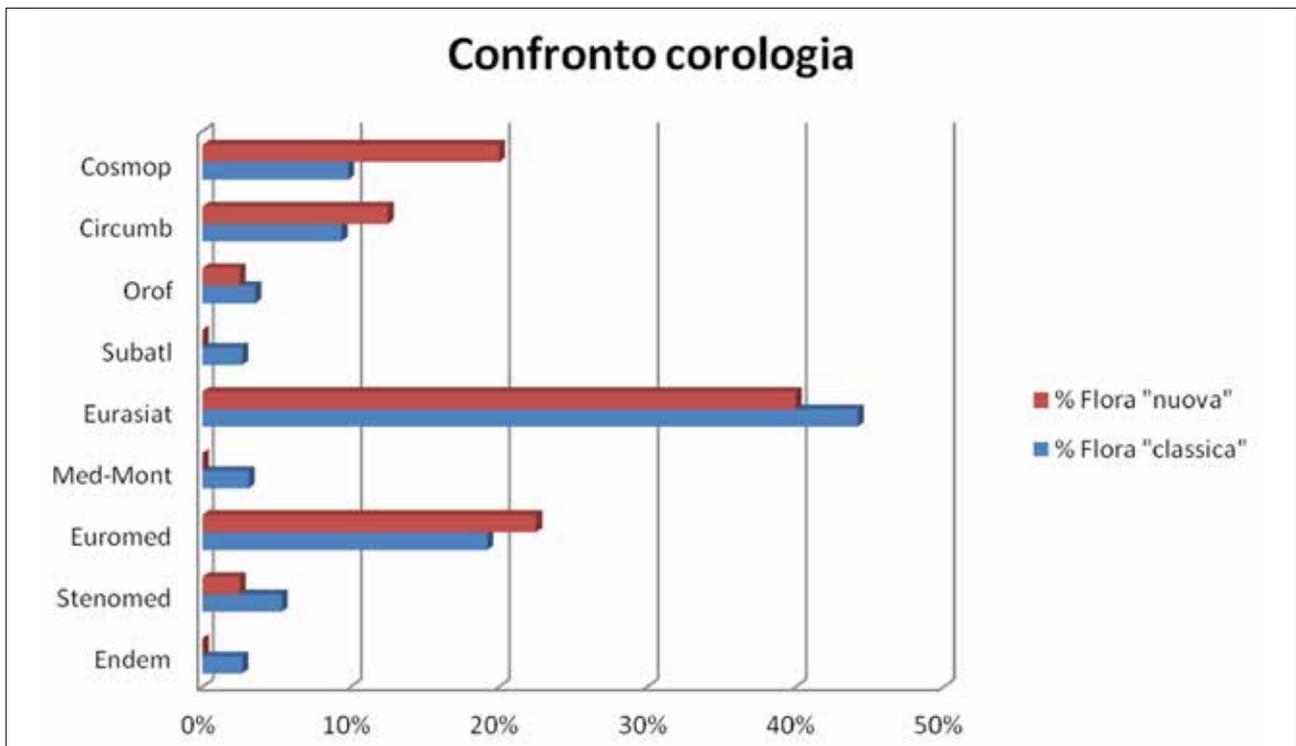


Fig. 5 – Il confronto delle percentuali delle forme biologiche risulta significativamente diverso (righe in giallo,  $p < 0,05$ ) per le Camefite (Ch) e Terofite (T).

	Flora "classica"	% Flora "classica"	Flora "nuova"	% Flora "nuova"
P, NP	34	15,2%	6	15,0%
Ch	21	9,4%	0	0,0%
H	105	46,9%	14	35,0%
G	22	9,8%	6	15,0%
T	42	18,8%	14	35,0%
<b>Totale</b>	<b>224</b>	<b>100%</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>



	Flora "classica"	% Flora "classica"	Flora "nuova"	% Flora "nuova"
Endem	6	2,7%	0	0,0%
Stenomed	12	5,4%	1	2,5%
Euromed	43	19,2%	9	22,5%
Med-Mont	7	3,1%	0	0,0%
Eurasiat	99	44,2%	16	40,0%
Subatl	6	2,7%	0	0,0%
Orof	8	3,6%	1	2,5%
Circumb	21	9,4%	5	12,5%
Cosmop	22	9,8%	8	20,0%
<b>Totale</b>	<b>224</b>	<b>100,0%</b>	<b>40</b>	<b>100,0%</b>

Fig. 6 – L'analisi delle diverse percentuali non ha evidenziato differenze statisticamente rilevanti, probabilmente a causa dell'esiguo numero di dati circa le specie nuove.

tivo l'affinità delle specie rispetto ad alcuni parametri ambientali. Calcolando le medie degli indici della flora classica e flora nuova è possibile confrontarle. Unica differenza statisticamente rilevante è l'aumento di N (nutrienti), che sembra indicare una maggiore tendenza verso specie amanti dei nutrienti nel terreno (fig. 7).

#### Conclusioni

L'ambiente dimostra una notevole ricchezza di specie, con una comunità vegetale poco permeata dalla presenza di esotiche (anche se il *trend* è in aumento: fig. 2).

I dati storici dimostrano una buona tendenza a man-

tenere le specie presenti in passato (fig. 3), con chiare evidenze di un forte ingresso di nuove specie (fig. 4). Si può supporre, che esistano ancora delle aree prossime alla situazione storica che conservano buona parte delle condizioni pregresse (ad esempio qui vi è l'unica stazione superstita di *Verbascum chaixii*), ma anche delle aree con mutate condizioni ecologiche in grado di ospitare molte nuove specie.

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) (fig. 5). Se consideriamo assieme l'aumento delle terofite, delle cosmopolite e dell'indice dei nutrienti del suolo è evidente una propensione verso l'aumento delle temperature, degli stress idrici e delle

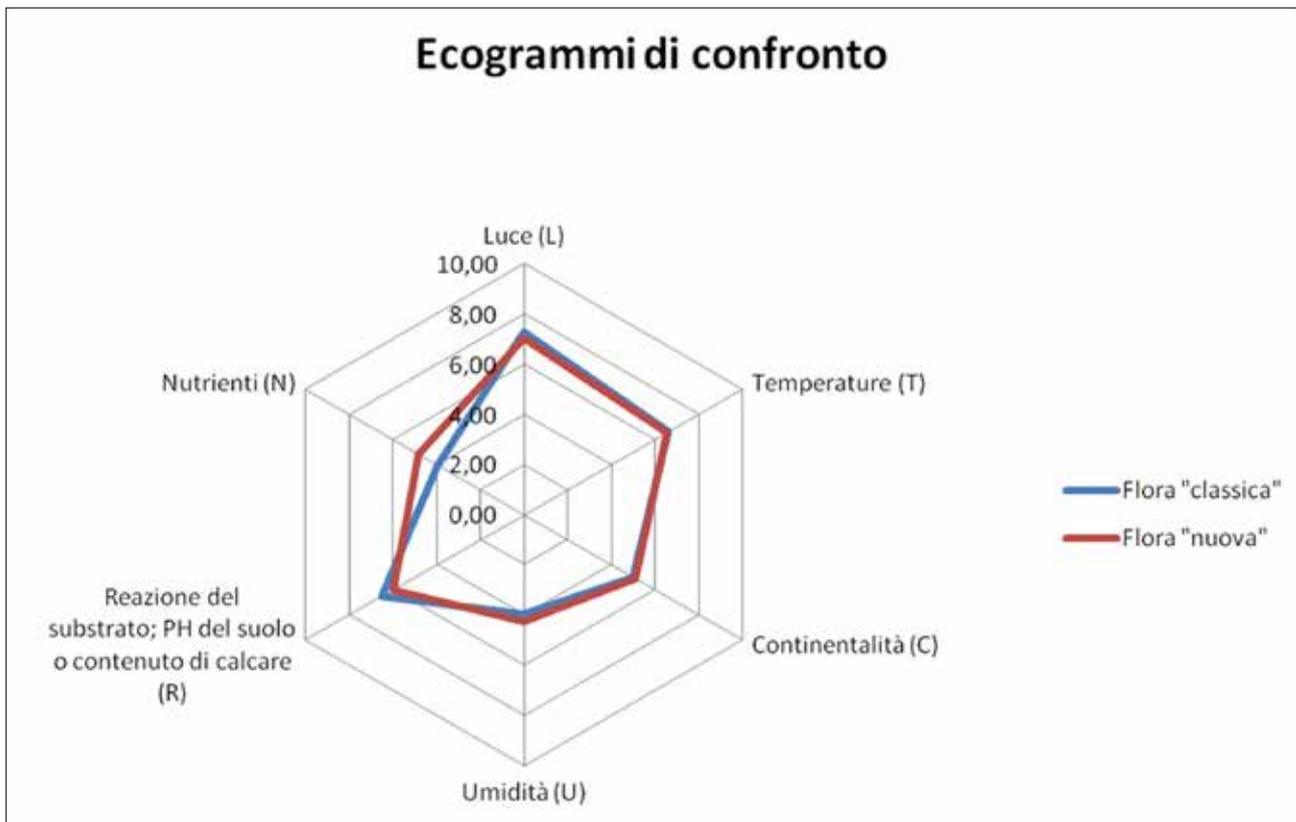


Fig. 7 – Ecogrammi di confronto degli indici di Ellenberg; le medie dei due gruppi sono in buona parte sovrapponibili, salvo che per il parametro N (nutrienti), unico dato statisticamente diverso ( $p < 0,05$ )

	medie flora "classica"	medie flora "nuova"
L	7,29	7,00
T	6,57	6,54
C	4,97	5,08
U	3,95	4,28
R	6,49	6,00
N	3,94	4,80

condizioni di ruderalità. Questi elementi in genere si osservano nelle flore che risentono del riscaldamento globale e del disturbo antropico.

Da un punto di vista botanico, l'escursione verso la Grotta del Re Tiberio rientra fra le due o tre più importanti della Vena del Gesso per vari motivi:

- Storico. La Grotta del Re Tiberio era già citata nella prima flora italica di Bertoloni, luogo esplorato da molti botanici del passato; qui Zangheri nel 1957 condusse l'escursione Società Botanica Italiana. Si tratta di un luogo simbolo per la Botanica italiana.
- Protezionistico. Le vicissitudini del sito rientrano pienamente nel graduale processo che ha condotto alla creazione del Parco regionale. Zangheri cominciò a parlare della necessità di protezione portando la Grotta del Re Tiberio come esempio.
- Pteridologico. Il percorso permette di osservare comodamente la maggior parte delle felci presen-

ti nella Vena del Gesso ed è strettamente legato alle due più rare felci a livello regionale (*Asplenium sagittatum*, *Cheilanthes persica*).

- Conservazionistico. Lungo il percorso permangono delle condizioni ecologiche in grado di supportare delle specie piuttosto rare e protette.
- Scientifico. Siamo nei Gessi di Monte Mauro e Monte della Volpe, una delle aree floristicamente più ricche e importanti della Romagna, ed il percorso permette di osservare molte specie durante tutto l'anno.
- Ecologico. Gli studi botanici storici condotti in passato in questa zona forniscono un'occasione unica per il confronto nel tempo e per considerare i mutamenti ecologici intervenuti
- Didattico. Il sentiero permette una facile fruizione ed avvicinamento alla botanica, anche nei casi in cui i visitatori siano intervenuti per svariati altri motivi (storici, culturali, geologici, speleologici,

ecc.). Il visitatore è immerso nel verde dimostrando fisicamente che il Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola è costituito da un'unione di vari elementi (flora, fauna, geologia,) che sono da considerare tutti assieme.

### Bibliografia inedita

S. MONTANARI 2019, *La flora della grotta di Re Tiberio*.

### Bibliografia

A. ALESSANDRINI, F. BONAFEDE 1996, *Atlante della Flora protetta della Regione Emilia-Romagna*, Bologna.

A. BERTOLONI 1858-1862, *Flora italica cryptogama*, Bologna, 2 voll.

F. BONAFEDE, D. MARCHETTI, R. TODESCHINI, M. VIGNODELLI 2001, *Atlante delle Pteridofite nella Regione Emilia-Romagna*, Bologna.

L. CALDESI 1879-1890, *Florae Faventinae Tentamen*. "Nuovo Giornale Botanico Italiano" vol. XI, 4, 1879, pp. 321-348; vol. XII, 2, 1880, pp. 81-132; vol. XII, 3, 1880, pp. 161-196; vol. XII, 4, 1880, pp. 257-290.

A. FIORI, A. BÉGUINOT, R. PAMPANINI 1906, *Flora Italica Exsiccata. N° 202bis Scolopendrium Hemionitis Sw*. "Nuovo Giornale Botanico Italiano" 13, 1, pp. 7-9.

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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXIV), Bologna, pp. 343-390.

S. PIGNATTI, P. MENEGONI, S. PIETROSANTI 2005, *Biondificazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia*. Braun-Blanquetia, 39, pp. 1-97.

S. PIGNATTI 2017-2019, *Flora d'Italia*, Bologna, 4 voll.

SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA 1971, *Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia*, Camerino.

P. ZANGHERI 1930, *Divagazioni naturalistiche romagnole - La "Grotta del Re Tiberio"*, "La Pié" XI, 9, pp. 190-194; XI, 10, pp. 226-230.

P. ZANGHERI 1958, *Escursione della Società Botanica Italiana attraverso la Romagna e sull'alto Appennino toscano (13-16 Settembre 1957)*, "Nuovo Giornale Botanico Italiano" n.s., 64, pp. 683-709.

P. ZANGHERI 1959, *Romagna fitogeografica (4°) Flora e vegetazione della fascia gessosa - calcarea del basso Appennino Romagnolo*, Forlì.

P. ZANGHERI 1966, *Repertorio sistematico e topografico della flora e fauna vivente e fossile della Romagna*, Verona, 2 voll.

### Siti internet

<https://www.actaplantarum.org/>



## I CHIROTTERI: DALLA GROTTA DEL RE TIBERIO ALLE GALLERIE DELLA CAVA DI MONTE TONDO

MASSIMO BERTOZZI<sup>1</sup>

### Riassunto

L'area carsica dei Gessi di Monte Tondo rappresenta un'importante area di rifugio per molte specie di pipistrelli. Lo studio sui pipistrelli del sito è stato realizzato con diverse metodologie di indagine: acquisizione delle informazioni già note, anche storiche, controlli all'interno di grotte e gallerie di cava, ascolti con *bat detector* e catture con reti (*mist net*). L'attività di ricerca ha permesso di rilevare 15 specie. Il dato più significativo per l'area è la presenza di grandi colonie nelle gallerie della cava di Monte Tondo: una grande colonia riproduttiva mista di *Miniopterus schreibersii*, *Myotis myotis* e *Myotis blythii*; una colonia riproduttiva di *Rhinolophus euryale*; una grandissima colonia svernante di *Miniopterus schreibersii*; una grande colonia svernante di *Rhinolophus ferrumequinum*.

**Parole chiave:** Chiroteri, monitoraggio, cava Monte Tondo, Grotta del Re Tiberio, colonie riproduttive, colonie svernanti.

### Abstract

*The Mt. Tondo Gypsum karst area represents an important roosting zone for several species. The study of the bats in this site has been developed with different methodologies: acquisition of previous informations, including historical data; direct surveys inside caves and quarry tunnels; recordings with bat-detector and captures with mist-nets. The research led to detect 15 species. The most significant data for the area is the presence of large colonies in the tunnels of the Mt. Tondo quarry: a large breeding colony composed by Miniopterus schreibersii, Myotis myotis and Myotis blythii; a Rhinolophus euryale breeding colony; a huge winter colony of Miniopterus schreibersii; a large winter colony of Rhinolophus ferrumequinum.*

**Keywords:** Bats, Monitoring, Mt. Tondo Quarry, Re Tiberio Cave, Breeding Colonies, Winter Colonies.

### Introduzione

L'area di interesse, il sistema carsico della Grotta del Re Tiberio e, più in generale, i Gessi di Monte Tondo, rappresenta per i chiroteri un importante luogo di rifugio, grazie alla presenza di ipogei naturali e artificiali, ma anche una ricca area di foraggiamento sia per le specie considerate troglofile, sia per quelle che utilizzano altri rifugi, come ad esempio edifici ed alberi. I chiroteri sono animali elusivi, di piccole dimensioni, notturni e silenziosi alle nostre orecchie, questo li rende difficili da contattare e studiare. Per questo motivo, le informazioni storiche, e spesso anche recenti, sulle presenze di chiroteri sono generalmente estremamente rare, frammentate o addirittura assenti per vasti territori. Trattandosi però di specie la cui tutela è considerata prioritaria a livello nazionale ed internazionale, nell'ultimo decennio è cresciuto l'in-

teresse della comunità scientifica e delle aree protette verso questi mammiferi. Ciò ha certamente favorito un incremento delle conoscenze su distribuzione ed ecologia dei pipistrelli in alcuni territori. È questo il caso del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola, che negli ultimi anni sta svolgendo indagini generali sulle presenze di chiroteri, oltre a specifici monitoraggi annuali alle principali colonie riproduttive e svernanti del Parco. Va inoltre ricordato che i pipistrelli del Parco sono stati oggetto di studio anche in occasione di due importanti progetti di ricerca e tutela: il Progetto Life "Gypsum" (LIFE08 NAT IT 000369) e il Progetto "Climaparks" (della Provincia di Ravenna), negli anni tra il 2010 e il 2014. Il presente contributo è frutto dei risultati emersi nelle attività di ricerca sopracitate, in gran parte già pubblicati in specifiche monografie sulla Vena del Gesso romagnola (BERTOZZI 2013; BERTOZZI 2019)

<sup>1</sup> Naturalista -incaricato dall'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità Romagna- Via Ortignola, 23A, 40026 Imola (BO) - m.bertozzi73@gmail.com

## Materiali e metodi

Come sempre avviene nello studio della chiroterofauna di un territorio, le informazioni devono necessariamente essere raccolte utilizzando diverse metodologie di indagine. Ciò dipende dall'elusività, dalla rarità e, a volte, dalla difficoltà di determinazione specifica di molte specie di pipistrelli. Sono state innanzitutto verificate le conoscenze pregresse, pubblicazioni e segnalazioni, riferibili all'area di indagine, in particolare riguardanti la ben conosciuta Grotta del Re Tiberio, per la quale sono note anche informazioni storiche sulle presenze di chiroteri. Gli altri dati derivano da indagini dirette sul campo con le più classiche metodologie per lo studio della chiroterofauna (AGNELLI *et alii* 2004; MITCHELL-JONES, MCLEISH 2004), svolte sia durante le attività di studio e monitoraggio di due progetti di ricerca e tutela dei pipistrelli nel Parco della Vena del Gesso romagnola, il Progetto Life "Gypsum" (LIFE08 NAT IT 000369) e il Progetto "Climaparks" (della Provincia di Ravenna), negli anni tra il 2010 e il 2014; sia in anni più recenti, in occasione delle periodiche indagini sulla chiroterofauna del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola, tra gli anni 2014 e 2022. I dati citati derivano quindi dalle seguenti metodologie di indagine: attività di *bat-detectoring* (registrazione e analisi degli ultrasuoni emessi dai pipistrelli in attività, per la determinazione delle specie) in ambiente esterno e davanti agli ingressi di alcune grotte (anni 2011 e 2012); cattura con reti (*mist net*) all'ingresso della Grotta del Re Tiberio e sul Torrente Senio in prossimità dell'area di Monte Tondo (anno 2012); e, soprattutto negli ultimi anni, controlli visivi diretti all'interno di alcuni dei sistemi ipogei presenti nell'area in oggetto, in particolare nella Grotta del Re Tiberio e nelle gallerie della cava di Monte Tondo, sia nel periodo estivo sia in quello invernale. Nei controlli negli ambienti ipogei, la determinazione specifica e il conteggio degli esemplari sono stati fatti a vista e a distanza, mentre nel caso delle catture con *mist net* la determinazione è avvenuta a vista e con il rilievo dei principali parametri biometrici distintivi. In ogni caso, il riconoscimento è avvenuto utilizzando chiavi dicotomiche e specifici caratteri discriminanti (SPAGNESI, TOSO 1999; AGNELLI *et alii* 2004; DIETZ, VON HELVERSEN 2004; MITCHELL-JONES, MCLEISH 2004).

## Risultati

### Le specie di Monte Tondo

Come già indicato nella parte introduttiva, le specie che frequentano l'area dei Gessi di Monte Tondo sono specie sia spiccatamente troglofile, quindi stretta-

mente legate ai numerosi sistemi ipogei dell'area, sia specie che nell'area possono rifugiarsi nelle grotte per il letargo invernale, ma che nella stagione favorevole possono utilizzare altri rifugi, come ad esempio gli edifici o gli alberi. Va inoltre considerata la possibile presenza, vista l'elevata capacità di spostamento, anche di esemplari che si rifugiano esternamente all'area di interesse (si pensi ad esempio all'elevato numero di possibili "edifici-rifugi" del vicino abitato di Borgo Rivola), ma che la utilizzano per le quotidiane attività di foraggiamento. La ricca *check-list* delle specie è proprio il risultato del rilievo di tutte queste presenze, reso possibile solo da un approccio multi-metodologico alla ricerca.

L'elenco delle specie, *check-list*, dei Gessi di Monte Tondo è composta da 15 specie (tab. 1). Una di queste, il vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*), è l'unica specie non rilevata nelle dirette attività di monitoraggio svolte dallo scrivente ed è quindi nota solo con dati precedenti al 2010, nella Grotta del Re Tiberio (LANDI 2005-2006). Il numero totale di specie rilevate è certamente notevole in rapporto alla limitata superficie di territorio considerata.

### I dati storici

Le informazioni storiche sulla presenza di pipistrelli nel territorio sono esclusivamente riferibili alla Grotta del Re Tiberio. Trattandosi della più nota grotta della Vena del Gesso, diffusamente frequentata negli ultimi secoli da studiosi ed eruditi di varie discipline, è possibile rinvenire varie segnalazioni che indicano una notevole abbondanza di pipistrelli al suo interno. Infatti, già a metà dell'Ottocento, e con certezza anche un secolo più tardi, la grotta era conosciuta per l'enorme quantità di guano che vi si trovava, tanto da pensarne uno sfruttamento per fini agricoli (PIASTRA 2013). Questa enorme quantità di guano dell'epoca testimonierebbe la presenza nella cavità di un elevato numero di pipistrelli, probabilmente una grande colonia.

Più recenti sono invece le prime informazioni sulle specie effettivamente presenti nella Grotta del Re Tiberio. A parte il dato inerente la cattura di due esemplari di rinolofa maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) avvenuta agli inizi del '900 (DEL CAMPANA 1914), informazioni più dettagliate sono quelle di Pietro Zangheri (ZANGHERI 1957), che segnala miniottero (*Miniopterus schreibersii*), vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*) e il già citato rinolofa maggiore.

Dati più attuali, e riguardanti anche altre grotte dei Gessi di Monte Tondo, sono quelli raccolti dall'attività speleologica a partire dagli anni '80 del secolo scorso e riassunti da S. Bassi e I. Fabbri (BASSI, FABBRI 1985; BASSI 2009). Fra questi troviamo come nuova segna-

Nome italiano	Nome scientifico e autore	Luogo	Periodo
Rinolofa Euriale	<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	GR	E
Rinolofa maggiore	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	GR	E I
Rinolofa minore	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	GR	E I
Vespertilio di Blyth	<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	GR	E I
Vespertilio di Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	AE	E
Vespertilio smarginato	<i>Myotis emarginatus</i> (Geoffroy, 1806)	GR	E
Vespertilio maggiore	<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	GR	E I
Vespertilio mustacchino	<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	AE	E
Vespertilio criptico (ex Vespertilio di Natterer)	<i>Myotis crypticus</i> (Juste et alii, 2019) (ex <i>Myotis nattereri</i> )	GR	E
Pipistrello albolimbato	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	AE	E
Pipistrello nano	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	AE	E
Nottola comune	<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	AE	E I
Pipistrello di Savi	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	AE	E
Serotino comune	<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	GR AE	E
Miniottero	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	GR AE	E I

Tab. 1 – Check-list delle specie.

Legenda:

GR – dati relativi all'ambiente ipogeo, ottenuti per osservazione diretta, cattura e/o bat-detecting

AE – dati relativi ad ambiente esterno a ipogei e edifici, di esemplari in attività, ottenuti per cattura e/o bat-detecting

E – dati relativi al periodo di attività: primavera, estate e autunno

I – dati relativi al periodo di inattività: inverno

lazione per la Grotta del Re Tiberio il rinolofa Euriale (*Rhinolophus euryale*), oltre a vespertilio maggiore/vespertilio di Blyth (*Myotis myotis/Myotis blythii*), difficilmente distinguibili ad occhio nudo. Inoltre, sono presenti le prime segnalazioni di *Rhinolophus ferrumequinum* per la Grotta Grande dei Crivellari e di rinolofa minore (*Rhinolophus hipposideros*) per la Grotta a Ovest dei Crivellari e la Grotta I di Ca' Boschetti.

#### I dati recenti

La presenza dell'attività estrattiva nell'area di Monte Tondo ha assunto negli ultimi 60 anni circa, 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 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 chiroterofauna 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 e da tempo non più coltivate, ha creato nuovi spazi che i pipistrelli hanno colonizzato in maniera più che consistente. Come già detto, l'elevato numero di pipistrelli noto fin oltre la metà del secolo scorso per l'adiacente Grotta del Re Tiberio, oggi non esiste più; 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. Ciò però non significa che la Grotta del Re Tiberio sia stata totalmente abbandonata dai pipistrelli, vista soprattutto la stretta connessione con gli ambienti sotterranei di

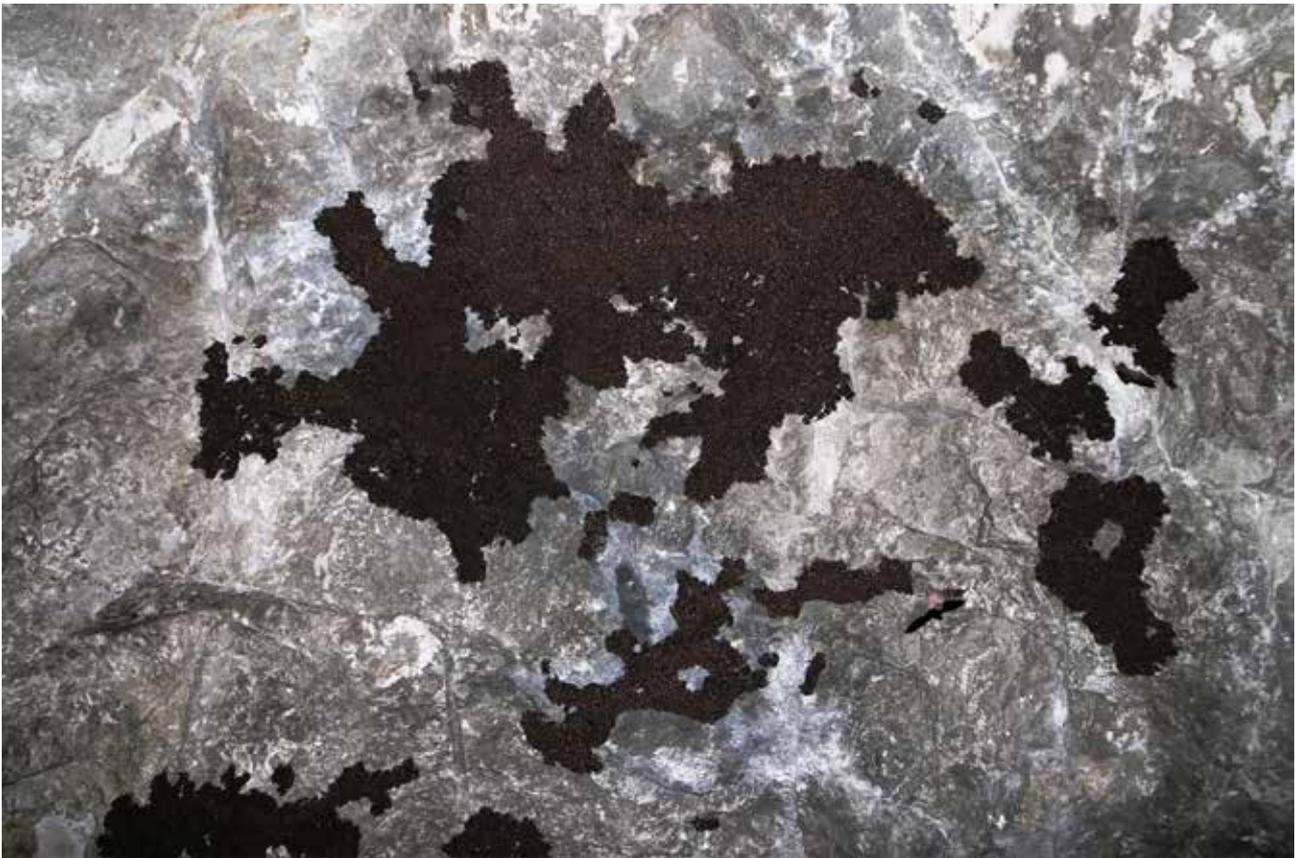


Fig. 1 – Parte della colonia svernante di miniottero (*Miniopterus schreibersii*) nelle gallerie della cava di Monte Tondo, inverno 2018-2019 (foto M. Bertozzi).



Fig. 2 – Parte della colonia svernante di rinolofu maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) nelle gallerie della cava di Monte Tondo, inverno 2018-2019 (foto M. Bertozzi).

cava, che sembrano però frequentarla prevalentemente durante la stagione favorevole nelle ore di attività (serali e notturne) con esemplari delle seguenti specie: *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis emarginatus*, *Myotis crypticus* (ex *Myotis nattereri*) e *Miniopterus schreibersii* (BERTOZZI 2013). Ciò che certamente manca alla grotta è la presenza di colonie svernanti e riproduttive di chiroteri, e il sito si dimostra attualmente *roost* estivo e invernale solo per pochissimi esemplari di *Rhinolophus hipposideros*. Questa è la situazione degli ultimi dieci anni, perché fino all'estate 2012 era nota la presenza nella grotta di una colonia riproduttiva di circa un centinaio di rinolofi Euriale (*Rhinolophus euryale*) (BERTOZZI 2013), scomparsa poi dall'estate successiva e attualmente non più presente. A questa mancanza si è poi contrapposta la scoperta nell'estate 2015 di una nuova colonia riproduttiva, sempre di rinolofa Euriale, all'interno delle adiacenti gallerie di cava, formata da circa 150 esemplari (BERTOZZI 2016). Il dato fa supporre che questa nuova *nursery* possa essere formata da esemplari provenienti dalla colonia nota per la Grotta del Re Tiberio.

Come anticipato, sono però gli ampi ambienti delle gallerie della cava, oggi dismessi, gli spazi maggiormente utilizzati negli ultimi decenni dalla chiroterofauna dell'area. Queste gallerie rappresentano un sito di fondamentale importanza per la conservazione dei chiroteri non solo in ambito locale, ma anche a livello regionale e nazionale. All'interno di questi ipogei artificiali è presente una *nursery* di circa 3000-4000 individui adulti, di tre diverse specie: miniottero (*Miniopterus schreibersii*), a cui appartengono la maggior parte degli esemplari, vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*) (BERTOZZI 2013). Oltre alla colonia riproduttiva, indagini più recenti, hanno evidenziato la presenza estiva di un altro gruppo di miniotteri, stimabile in alcune migliaia di esemplari, che porta ad un totale di esemplari stimabile in almeno 5000-6000 individui, la maggior parte dei quali appartenenti alla specie *Miniopterus schreibersii*.

A queste presenze estive, va inoltre aggiunto il dato, già citato, della colonia riproduttiva di rinolofa Euriale (*Rhinolophus euryale*), scoperta nell'estate 2015, che va però aggiornato alla luce dei risultati dei monitoraggi svolti negli ultimi anni. Infatti, a partire dall'estate 2020, è stato osservato un importante incremento numerico dei pipistrelli della colonia, con un numero di esemplari stimabile in almeno 700 individui. Si tratta quindi di un valore molto maggiore rispetto ai circa 150 degli anni precedenti. Questo rilevante aumento degli esemplari, confermato anche con il monitoraggio dell'estate 2021, è avvenuto in conco-

mitanza della sparizione di un'altra colonia riproduttiva della specie nota, fino al 2019, all'interno della Grotta della Lucerna, nei Gessi di Monte Mauro. La colonia era formata da un numero di esemplari adulti stimato, nei vari anni e con diverse metodologie di indagine, fra i 300 e i 500 individui (BERTOZZI 2016). Una possibile ipotesi dell'incremento numerico della colonia della cava di Monte Tondo, potrebbe essere lo spostamento della colonia della Lucerna (di tutta o di parte di essa) all'interno di quella della cava. Anche se questa ipotesi non può essere confermata, mancando un specifico tracciamento dell'avvenuto spostamento, appare però plausibile sia nella tempistica che nella consistenza numerica, al pari di quanto già ipotizzato nel 2015 per la scomparsa della *nursery* di rinolofa Euriale dalla Grotta del Re Tiberio. Attualmente, la colonia riproduttiva di *Rhinolophus euryale* della cava di Monte Tondo è l'unica nota per l'intera Vena del Gesso romagnola.

Come ultime informazioni sulle presenze estive all'interno delle gallerie di cava, vanno citate le specie rinolofa minore (*Rhinolophus hipposideros*) e rinolofa maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), presenti però solo con pochissimi esemplari.

Durante i mesi più freddi, le gallerie diventano luogo di letargo per numerosissimi esemplari di miniottero, che si concentrano principalmente in uno o due grandi gruppi in cui gli esemplari sono talmente serrati gli uni agli altri da renderne difficile l'esatta determinazione del numero, ma con valori numerici massimi stimati in almeno 16000 esemplari, nell'inverno 2013-2014 (BERTOZZI 2019) e 16.500-17.000, nell'inverno 2018-2019 (fig. 1). Il miniottero non è però l'unica specie a formare colonie svernanti nelle gallerie della cava; è infatti presente anche il rinolofa maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), con una colonia che, negli anni più recenti, ha sempre superato il migliaio di esemplari, con valori massimi registrati superiori ai 1300 esemplari negli inverni 2016-2017 (BERTOZZI 2019) e 2018-2019 (fig. 2). Inoltre, ogni inverno sono presenti oltre 200 esemplari di rinolofa minore (*Rhinolophus hipposideros*), distribuiti in tutte le gallerie della cava, e qualche esemplare di serotino comune (*Eptesicus serotinus*) (BERTOZZI 2013).

Per concludere si segnalano le specie rilevate nelle altre due grotte controllate, in occasione del Progetto Life "Gypsum", anno 2011, nell'area di Monte Tondo: Grotta Grande dei Crivellari e Grotta I di Ca' Boschetti. Per entrambe le cavità sono state individuate con certezza le presenze di alcuni esemplari di rinolofa minore (*Rhinolophus hipposideros*) e di rinolofa maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) (BERTOZZI 2013).

## Bibliografia

- P. AGNELLI, A. MARTINOLI, E. PATRIARCA, D. RUSSO, D. SCARAVELLI, P. GENOVESI (a cura di) 2004, *Linee guida per il monitoraggio dei Chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia*, (Quad. Cons. Natura 19, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica), Roma.
- S. BASSI 2009, *Chiroteri troglodili 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 Chiroteri delle grotte romagnole*, in *Atti Incontro Nazionale di Biospeleologia*, Città di Castello, pp. 153-164.
- 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 347-360.
- M. BERTOZZI 2016, *Studiare i pipistrelli del Parco: conoscerli per proteggerli al meglio*, “La Rivista del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola” 1, 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, s. II, vol. XXXIV), Faenza, pp. 459-475.
- D. DEL CAMPANA 1914, *Mammiferi nuovi o poco noti della grotta di Cucigliana (Monti Pisani)*, “Bollettino della Società Geologica Italiana” 33, pp. 197-211.
- C. DIEZ, O. VON HELVERSEN 2004, *Illustrated identification key to the bats of Europe*, (Electronic Publication Version 1.0. released 15.12.2004), Tuebingen & Erlangen.
- S. LANDI 2005-2006, *Rilievi su Rhinolophus euryale nella Vena del Gesso romagnola*, Tesi di Laurea triennale in Scienze Naturali, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, A.A. 2005-2006.
- A.J. MITCHELL-JONES, A.P. MCLEISH (eds.) 2004, *Bat workers' manual*, (3rd Edition), Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- 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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 403-450.
- D. SCARAVELLI, S. GELLINI, L. CICOGNANI, C. MATTEUCCI (a cura di) 2001, *Atlante dei Mammiferi della Provincia di Ravenna*, (Amm. Prov. Ravenna e S.T.E.R.N.A.), Brisighella.
- M. SPAGNESI, S. TOSO (a cura di) 1999, *Iconografia dei Mammiferi d'Italia*, (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica “Alessandro Ghigi”, Ministero dell'Ambiente – Servizio Conservazione Natura), Roma.
- P. ZANGHERI 1957, *Fauna di Romagna. Mammiferi*, “Bollettino di Zoologia” 24, pp. 17-38.

## IL COMPENSORIO DEL RE TIBERIO TRA TUTELA E RICERCA ARCHEOLOGICA. NUOVI DATI E STATUS QUAESTIONIS\*

MONICA MIARI<sup>1</sup>, MASSIMO SERICOLA<sup>2</sup>

### Riassunto

Il presente contributo si concentra sul patrimonio culturale esistente nell'area del comprensorio della Grotta del Re Tiberio. Le particolari caratteristiche della zona, inserita nel più ampio territorio della Vena del Gesso romagnola, hanno fatto in modo che fin dalle epoche più antiche l'uomo abbia frequentato questo luogo. Questo aspetto ha portato alla progressiva nascita di insediamenti e strutture, integrati nei peculiari ambiti paesaggistici che definiscono la zona e che sono oggi rappresentati da un sistema articolato di beni culturali tutelati, che ne testimoniano l'importanza. Dopo aver analizzato il sistema della tutela, si passano in rassegna le testimonianze archeologiche esistenti attraverso una serie di esempi utili a dare conto delle diverse modalità con cui l'uomo ha abitato e utilizzato il territorio e le sue risorse principali. Per quanto riguarda la frequentazione delle cavità naturali, si segnala in particolare il rinvenimento di testimonianze di carattere funerario cronologicamente riferibili all'antica età del Bronzo all'interno della Grotticella del Falco.

**Parole chiave:** Vena del Gesso, archeologia, Grotta del Re Tiberio, Grotticella del Falco.

### Abstract

*This contribution focuses on the cultural heritage existing in the area of the Re Tiberio Cave (Messinian gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola, Northern Italy). The characteristics of the zone, inserted in the wider territory of the Vena del Gesso romagnola, have ensured that man has frequented this place since the most ancient times. This aspect has led to the progressive birth of settlements and structures, integrated into a peculiar landscape that define the area and which are today represented by an articulated system of protected cultural heritage. After the analysis of the system of protection, the archaeological evidences existing in the area are reviewed, through a series of examples useful for giving an account of the different ways in which man has inhabited and used the territory and its main resources. As regards the natural cavities, it is worth noting the discovery of funerary evidence chronologically referable to the early Bronze Age inside the Falco cave ('Grotticella del Falco').*

**Keywords:** Vena del Gesso, Archaeology, Re Tiberio Cave, 'Grotticella del Falco'.

Il comprensorio della Grotta del Re Tiberio, oggetto del convegno di cui è parte il presente contributo, costituisce a tutti gli effetti un settore, tra i più importanti, della più ampia area caratterizzata dalla presenza di particolari emergenze geologiche note come Vena del Gesso romagnola. Esso è localizzabile nell'area immediatamente adiacente alla cosiddetta "Stretta di Borgo Rivola", un punto dove le acque del Torrente

Senio hanno progressivamente eroso i banchi gessosi creando uno stretto passaggio per valicare la Vena del Gesso, tra le due pareti scoscese del Monte Tondo e del Sasso Letroso.

Prima di analizzare le caratteristiche specifiche del comprensorio in relazione alla presenza umana e alla ricerca archeologica in esso effettuata<sup>3</sup>, appare utile un breve richiamo ai caratteri fondamentali della Vena

\* All'interno del presente contributo, si deve a Monica Miari il paragrafo *Nuovi dati sulla frequentazione delle cavità del comprensorio del Re Tiberio*; si devono invece a Massimo Sericola gli altri paragrafi dell'articolo.

<sup>1</sup> 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 (BO) - monica.miari@cultura.gov.it

<sup>2</sup> Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, via San Vitale 17, 48121 Ravenna (RA) - massimo.sericola@cultura.gov.it

<sup>3</sup> Come diverrà evidente nel prosieguo del contributo, alcuni dei siti archeologici brevemente descritti non sono esattamente localizzati nell'area immediatamente adiacente alla Grotta del Re Tiberio. Questo poiché una descrizione esemplificativa compiuta allargando lo sguardo anche ad altre zone permette di inquadrare in maniera maggiormente esaustiva le caratteristiche certamente presenti anche per l'area del comprensorio del Re Tiberio.

del Gesso, con particolare attenzione a quelli che hanno costituito le ragioni fondamentali alla base dell'insediamento umano fin dalle epoche più antiche.

Al di là delle particolarità della formazione geologica, l'area risulta strategica per il controllo topografico della zona. Gli alti speroni rocciosi sono infatti attraversati da quattro valli fluviali, che costituiscono altrettanti punti di passaggio tra il crinale appenninico e la pianura, dove corre la principale infrastruttura dell'età antica (la *via Emilia*) e dove si trovano i centri urbani sorti a partire dall'età romana. Esse sono caratterizzate da un sistema di terrazzamenti che da sempre hanno costituito punti preferenziali per l'insediamento umano e la localizzazione delle infrastrutture viarie che consentivano gli spostamenti e le attività commerciali (ad es. la *via Faventina*, lungo la valle del Fiume Lamone).

I rilievi gessosi, invece, sono interessati in modo rilevante da fenomeni carsici, sia di superficie che sotterranei. Numerose sono le cavità naturali create dallo scorrimento dell'acqua, che nelle diverse epoche hanno visto un multiforme interesse da parte dell'uomo. Oltre a ciò, il materiale lapideo risulta di facile estrazione: di conseguenza è stato spesso utilizzato come risorsa economica diretta, da ottenere attraverso attività di cava (blocchi da costruzione, *lapis specularis*) e tramite processi di lavorazione (malta, stucchi).

Infine, non è da dimenticare che l'area è sostanzialmente votata ad attività silvo-pastorali, in diretta

connessione con le zone di bassa collina e di pianura, interessate da un forte sfruttamento agricolo, anche a scopo commerciale.

Il comprensorio della Grotta del Re Tiberio, similmente a molte aree della Vena, assomma in sé tutte le caratteristiche sopra esposte, costituendo di fatto una vera e propria sintesi delle peculiarità dell'area, sia in senso positivo che negativo, facendo particolare riferimento allo sfruttamento massivo del materiale lapideo e all'industrializzazione di alcune aree, come è ben evidente dall'immagine satellitare in cui spicca l'area bianca della cava di gesso di Monte Tondo (fig. 1).

È significativo tratteggiare sinteticamente le caratteristiche dei siti e dei modi di frequentazione della Vena del Gesso, molto diversificati nel corso delle epoche per differenti ragioni, ma sempre in costante rapporto con il contesto specifico.

Per tutta la pre-protostoria, a parte alcuni casi, la frequentazione umana ha riguardato soprattutto le grotte e i ripari sottoroccia, con differenti funzioni, tra cui quelle abitative, funerarie e culturali. Le tracce della frequentazione si rinvencono in varie forme all'interno degli ipogei, a partire dall'Età del Rame per proseguire fino all'età del Ferro e, in alcuni casi, anche molto oltre.

Con l'età romana nascono diversi insediamenti rurali, spesso di notevoli dimensioni (ville urbanorustiche), collegati alla viabilità transappenninica e all'uso agricolo dei fondovalle. In questa fase la



Fig. 1 – Area del comprensorio della Grotta del Re Tiberio e della cava di Monte Tondo.

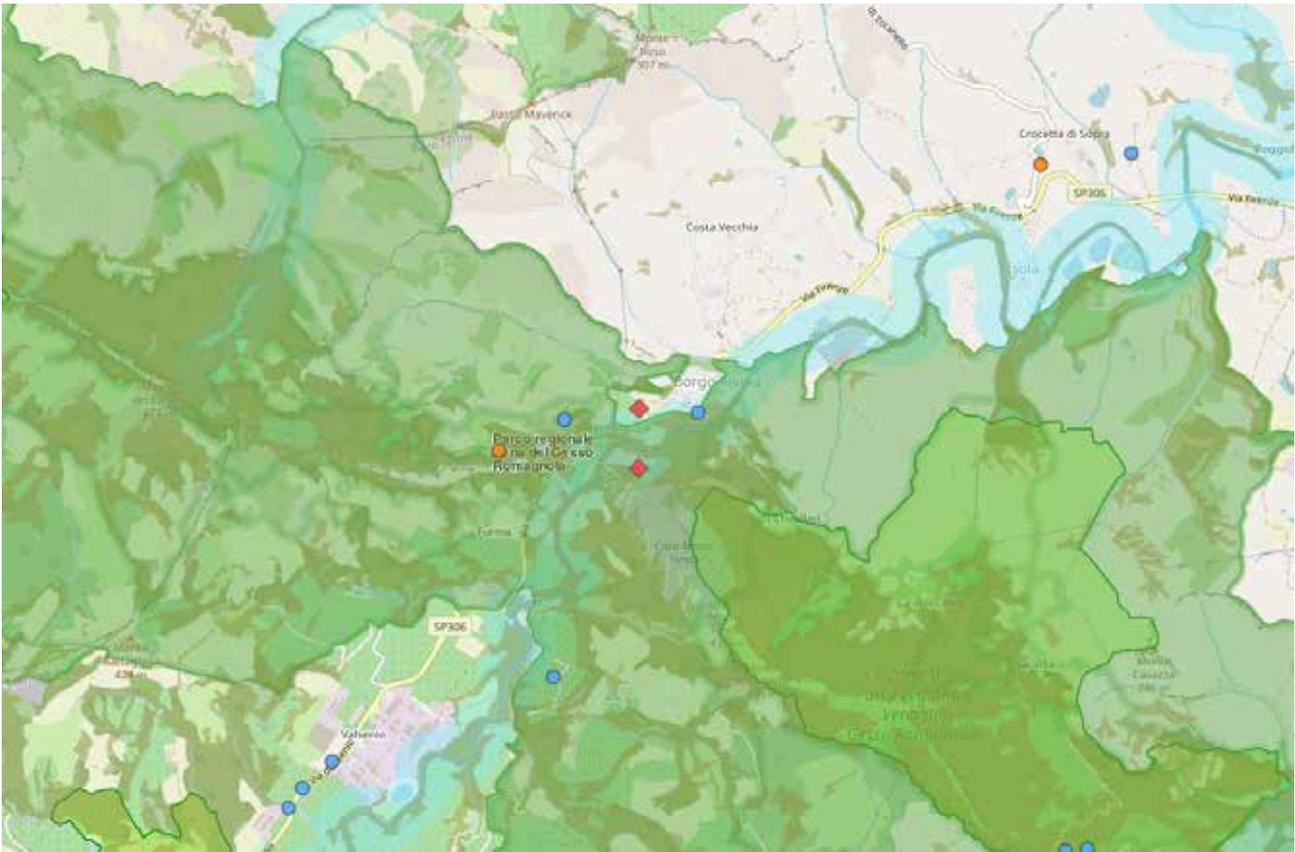


Fig. 2 – Beni architettonici, archeologici e paesaggistici nell’area del Re Tiberio (estratto di mappa dal WebGIS del Patrimonio Culturale dell’Emilia-Romagna).

presenza dell’uomo sulla Vena del Gesso è collegata principalmente allo sfruttamento del materiale gessoso, o meglio di una sua particolare versione, il *lapis specularis*, ottenuto attraverso attività di cava.

L’età medievale vede la nascita di nuove forme di insediamento, soprattutto legate al controllo amministrativo, militare ed economico del territorio. Pievi, castelli e monasteri sorgono numerosi nei pressi dei punti di transito e sulle alture, contribuendo in maniera indelebile alla configurazione del paesaggio. La compresenza di siti archeologici di diverse epoche e consistenze, unita alle strutture architettoniche e a una particolare caratterizzazione e conservazione di valori paesaggistici, ha fatto sì che nell’area si sia venuta a creare una progressiva stratificazione delle forme di tutela, con la presenza di beni architettonici, archeologici e paesaggistici.

Nell’area della Stretta di Borgo Rivola si nota una concentrazione significativa di beni architettonici

tutelati, corrispondenti a edifici di interesse culturale. Si tratta di castelli e torri (Castello di Sassatello, Torre della Lama), chiese e abbazie (Abbazia di Valsenio, oratorio di Borgo Rivola, Chiesa di Sasso Letroso). Questi edifici sono tutelati dalla normativa relativa al patrimonio culturale<sup>4</sup>, sia attraverso provvedimenti di tutela espressi che per legge, sulla base di requisiti di proprietà e di antichità<sup>5</sup>.

Oltre agli edifici storici, particolare rilievo assume la tutela del paesaggio. A causa delle caratteristiche paesaggistiche della Vena del Gesso, sono presenti nella zona differenti tutele corrispondenti ad altrettanti beni paesaggistici, con areali più o meno ampi (fig. 2). Partendo da Est, la campitura in verde chiaro rappresenta l’area della dichiarazione di notevole interesse pubblico della Vena del Gesso. È un provvedimento ministeriale (dell’allora Ministero della Pubblica Istruzione) del 1974, che rende espliciti i caratteri di singolarità dell’area, dal punto di vista

<sup>4</sup> La norma fondamentale per la tutela del patrimonio culturale è il Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs. n. 42 del 2004). All’interno del testo normativo sono disciplinati tutti i procedimenti di individuazione e tutela dei beni culturali e dei beni paesaggistici.

<sup>5</sup> Si tratta di beni culturali considerati tali fino all’espletamento del procedimento di verifica dell’interesse culturale (art. 12 del D. Lgs. 42/2004). In particolare, sono considerati beni culturali e sottoposti a tutela tutte quelle cose appartenenti ad amministrazioni o enti pubblici e a persone giuridiche private senza fine di lucro opera di autore non più vivente e aventi almeno 70 anni.

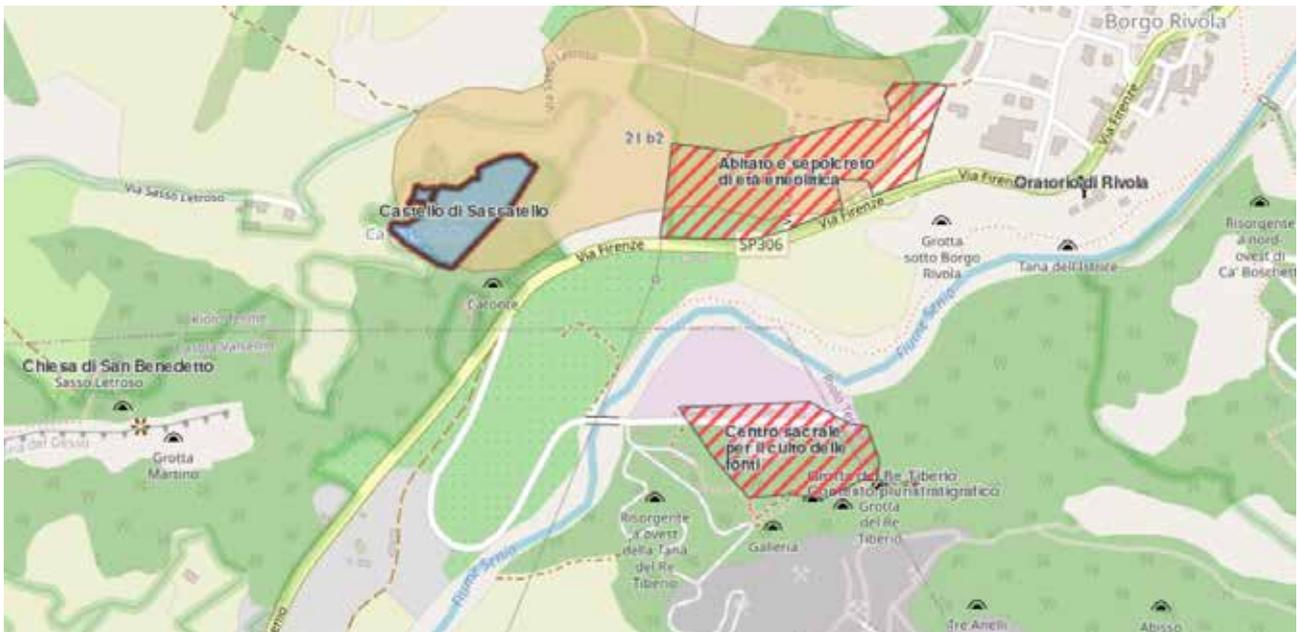


Fig. 3 – I beni archeologici (estratto di mappa dal WebGIS del Patrimonio Culturale dell’Emilia-Romagna).

paesaggistico, naturalistico e speleologico, mettendo in particolare risalto il carattere di bellezza naturale della Vena<sup>6</sup>. Su tutta l’area, inoltre, si individuano altre aree tutelate paesaggisticamente, di più ampia portata: si tratta dei cosiddetti beni paesaggistici *ope legis*, cioè di quelle porzioni di territorio che la legge riconosce di per sé come beni in virtù delle loro caratteristiche intrinseche<sup>7</sup>. La zona più ampia, campita in verde scuro, riguarda la tutela di parchi e riserve, che ricalca i limiti dell’attuale Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola. Oltre ad essa un insieme di aree più o meno grandi, in colore marrone, evidenziano i territori coperti da foreste e/o da boschi, mentre in azzurro è presente una striscia affiancata al corso del Torrente Senio: quest’ultima costituisce la tutela riconosciuta a una fascia di 150 metri a partire dalle sponde o dai piedi degli argini di fiumi e corsi d’acqua. È presente anche una quarta tutela *ope legis*: riguarda le cosiddette “zone di interesse archeologico”, cioè quelle aree che hanno rilievo paesaggistico in quanto in esse risulta evidente, attraverso la presenza di elementi di

carattere archeologico, una particolare conservazione delle forme del paesaggio antico<sup>8</sup>.

Nell’area del Re Tiberio sono presenti anche beni archeologici tutelati (fig. 3). In particolare, vediamo due tutele derivanti da decreti ministeriali (aree a righe diagonali rosse): si tratta innanzitutto della stessa Grotta del Re Tiberio, definita “Centro sacrale per il culto delle fonti” (decreto ministeriale del 1951), e dell’“Abitato e sepolcreto di età eneolitica”, tutelato nel 1991 ma rinvenuto diversi decenni più indietro, di cui si dirà di seguito.

Esistono anche altre forme di tutela archeologica derivanti dagli strumenti di pianificazione locale, a partire dal Piano Territoriale Paesistico Regionale in vigore in Emilia-Romagna<sup>9</sup>. Nella nostra zona l’area campita in giallo individua una “Area di concentrazione di materiali archeologici”: in questo caso, la tutela del piano è più ampia del sito eneolitico per comprendere anche i rinvenimenti di superficie effettuati su tutto il terrazzo fluviale<sup>10</sup>.

Un’ultima forma di tutela archeologica presente

<sup>6</sup> Attualmente, anche sulla scorta di quanto indicato nella Convenzione europea del Paesaggio (Firenze, 2000) il concetto di paesaggio si è notevolmente ampliato, concentrando l’attenzione non solo sulla bellezza naturale, ma anche sugli interventi dell’uomo all’interno del paesaggio stesso e sulle relazioni che instaurano tra questi due fattori.

<sup>7</sup> D. Lgs. 42/2004, art. 142 comma 1, in particolare, nel caso specifico, lettere c), f), g), m).

<sup>8</sup> La tutela relativa alle “Zone di interesse archeologico” (art. 142 c. 1 lettera m del D. Lgs. 42/2004) non è ancora riportata in cartografia in quanto in corso di precisa identificazione.

<sup>9</sup> Piano Territoriale Paesistico Regionale dell’Emilia-Romagna, art. 21, lettera b2.

<sup>10</sup> È da rilevare, inoltre, che le differenze tra le tipologie di tutela (architettonica, archeologica, ecc.) rispondono a un’esigenza di classificazione che alle volte non riesce a dar conto del valore effettivo degli oggetti tutelati. Si noti il caso del castello di Sassatello (perimetrato in azzurro in fig. 3): tutelato come bene architettonico sia per l’epoca sia a causa dei resti in elevato, ha un’evidente dimensione anche archeologica in quanto rappresenta un insediamento molto importante per l’età medievale nella zona. Peraltro, tale caratteristica mista dei siti è ben evidente dalle indagini archeologiche che negli ultimi anni sono state condotte su diversi castelli della Vena del Gesso (castello di Rontana, castello di Monte Mauro).

nell'area è quella derivante dal Piano Strutturale Comunale dell'Unione della Romagna Faentina: le attestazioni archeologiche effettivamente individuate sul territorio sono molto più numerose di quelle sottoposte a specifici regimi di tutela. I triangoli verdi, infatti, corrispondono ad attestazioni archeologiche presenti sul territorio, oggetto di particolare normativa nel Regolamento Urbanistico Edilizio. Nell'area di nostro interesse sono significativamente numerose, ma ve ne sono molte anche altrove, a evidenziare il carattere di conservazione delle tracce antiche e di forte vocazione insediativa della zona<sup>11</sup>.

Passiamo ora all'esame di alcuni siti storici e archeologici nella zona della Grotta del Re Tiberio, utili a rendere manifesta la profonda vocazione insediativa della zona, utilizzata dall'uomo senza soluzione di continuità. Questa breve rassegna non comprende gli insediamenti in grotta, che saranno approfonditi nel prosieguo del contributo.

#### *Età pre-protostorica*

##### Abitato e sepolcreto di età eneolitica di Borgo Rivola

Si tratta di un sito localizzato nei pressi del centro abitato di Borgo Rivola, sul terrazzo fluviale subito a nord del Torrente Senio (fig. 4), i cui resti possono essere fatti risalire all'età del Rame. Nel 1949 e negli anni seguenti, nel corso di lavori lungo la strada, sono state individuate diverse sepolture<sup>12</sup> che hanno restituito una serie di oggetti inquadrabili nell'età del Rame e, più in dettaglio, inseribili all'interno del c.d. gruppo di Spilamberto: di tratta di 2 pugnali, un'ascia e alcune punte di freccia, con assenza di materiale ceramico. Oltre alle sepolture sono state individuate le tracce di un insediamento, probabilmente un villaggio, localizzato nei pressi della necropoli. La zona, dunque, è interessata da forme di insediamento stabile nel corso dell'Eneolitico, in connessione con quanto è possibile rilevare all'interno delle grotte vicine<sup>13</sup>.

Come già visto, il provvedimento di tutela di questo sito archeologico è intervenuto oltre 40 anni dopo il rinvenimento. Questo si è reso necessario in quanto, nonostante il sito fosse ampiamente noto, all'inizio degli anni Novanta la zona era interessata da intense

trasformazioni territoriali che, complice il mutare delle tecniche agricole, sempre più invasive nei confronti delle stratificazioni sepolte, determinavano un pericolo per la conservazione del patrimonio archeologico, mettendo in luce la dinamicità delle forme della tutela sulla base delle diverse fasi storiche.

##### Cava di Ca' Castellina

Si tratta di un sito leggermente esterno dalla nostra area di interesse, localizzato sulle pendici settentrionali di Monte Mauro. In questa zona è possibile individuare altre tracce di insediamento di età pre-protostorica all'esterno di grotte e ipogei, che per quest'epoca costituiscono i principali siti in tutta l'area della Vena del Gesso. Anche in questo caso le tracce antropiche sono rinvenibili nella stratificazione sepolta e non solo attraverso rinvenimenti di materiali in superficie. All'interno della cava di Ca' Castellina, le cui strutture sono state indagate archeologicamente e sono riferi-

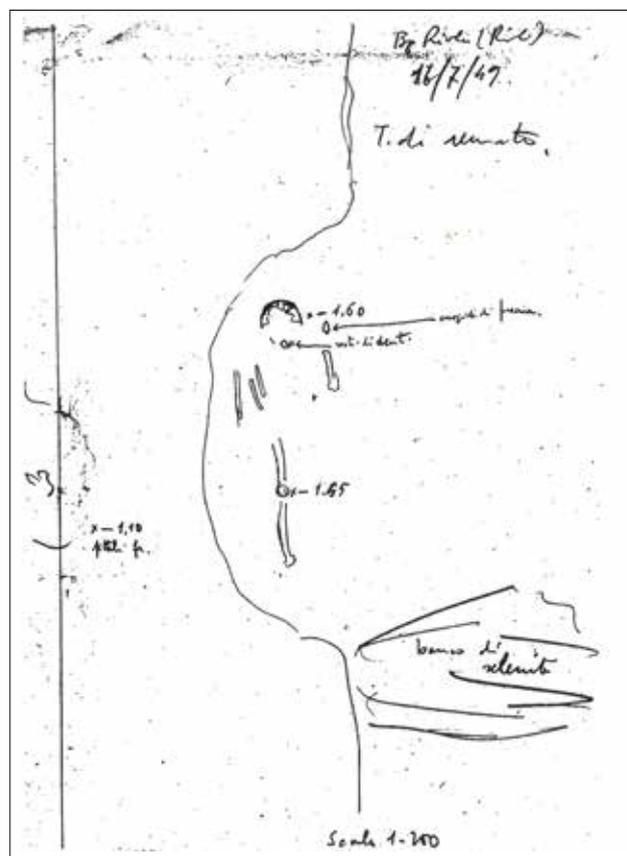


Fig. 4 – Abitato e sepolcreto di età eneolitica di Borgo Rivola. Disegno di una delle sepolture rinvenute (1949).

<sup>11</sup> È importante segnalare che si tratta di una carta di più di dieci anni fa: oggi avremmo una presenza ancora maggiore sulla base dei risultati delle indagini più recenti. All'interno del Piano Strutturale Comunale e del Regolamento Urbanistico Edilizio dell'Unione Romagna Faentina sono incluse una serie di norme e di tavole specificamente riferite alla tutela degli aspetti storici e archeologici del territorio. Tra i diversi elaborati, è presente la Carta delle Potenzialità Archeologiche che individua tutte le evidenze archeologiche note al momento della sua redazione, che nel nostro caso risale nella sua ultima versione al 2009.

<sup>12</sup> La consistenza totale della necropoli resta imprecisata, anche se non doveva trattarsi di una zona sepolcrale particolarmente estesa.

<sup>13</sup> MIARI 2007, pp. 30-33.

bili in via principale ad attività di estrazione esercitate nel corso dell'età basso medievale, è possibile rilevare con certezza anche usi, più o meno sporadici, in epoche più antiche, rendendo Ca' Castellina un sito pluristratificato di grande interesse, in particolare per la ricostruzione dei diversi periodi e modalità di sfruttamento del gesso come risorsa economica.

In questo sito è stato individuato, nel corso delle indagini compiute in anni recenti (2018), un lembo di stratificazione archeologica conservata senza alterazioni, sul quale è stato compiuto un prelievo di campioni di terreno per l'esecuzione di un'analisi al Carbonio 14. Tra due strati costituiti da scarti di lavorazione del gesso, frutto dell'intensa attività di cava, sono stati individuati due ulteriori strati che hanno restituito materiale ceramico ad impasto, consentendo l'inquadramento di entrambe le stratificazioni all'età protostorica. La successiva analisi al C14 dei carboni contenuti negli strati ha restituito una datazione inquadabile tra la tarda età del Ferro e l'età Romano-repubblicana (361-178 BC), evidenziando una frequentazione stabile dell'area, forse già a scopo di cava di gesso, per lo meno dall'età del Ferro (fig. 5)<sup>14</sup>.

#### Insediamiento area Saint-Gobain

L'ultimo caso, per quanto concerne l'insediamento in età pre e protostorica, riguarda un rinvenimento molto recente. Con l'occasione della realizzazione di un nuovo fabbricato all'interno dell'area dell'industria Saint-Gobain, localizzata sui terrazzi fluviali del Senio tra Borgo Rivola e Casola Valsenio, è stata compiuta, tra le fine del 2020 e l'inizio del 2021, un'indagine archeologica attraverso la quale sono stati individuati i resti un insediamento. Si tratta di una singola struttura, i cui resti nella stratificazione corrispondono a un fondo di capanna, con alzata realizzato in materiali deperibili (legno, terra), al cui interno erano conservati diversi strati di terreno contenenti numerosi reperti archeologici.

La struttura, la cui stratificazione è stata integralmente scavata, ha restituito frammenti ceramici ed elementi di industria litica (selci lavorate), attribuibili, sulla base delle caratteristiche tecniche di realizzazione e degli apparati decorativi, al Neolitico iniziale (fig. 6)<sup>15</sup>. Era già noto, d'altra parte, come sui terrazzamenti fluviali di questa zona l'insediamento fosse stato presente fin dalle epoche più antiche. Infatti, nonostan-

te l'apparente isolamento della struttura individuata, dovuta molto probabilmente alla limitata area di indagine, è verosimile pensare che questa fosse parte di un più ampio insediamento, avente le caratteristiche di un villaggio a maglie larghe, come rilevato in altri casi nella stessa area<sup>16</sup>. Di fatto i terrazzi fluviali hanno sempre costituito punti preferenziali per l'insediamento, garantendo riparo dalle piene del fiume e un maggiore controllo della vallata; inoltre, i terreni pianeggianti garantivano un migliore sfruttamento dei suoli e i vicini rilievi collinari il facile approvvigionamento con le risorse boschive.

#### *Età romana*

#### Villa urbano-rustica in località Cuffiano, Riolo Terme (Cimitero)

L'area del Re Tiberio si pone come passaggio obbligato di una delle principali vie di transito transappenninico, nella valle del Torrente Senio. In questo contesto, soprattutto nel corso dell'età romana, assumono fondamentale importanza gli insediamenti legati alla viabilità e allo sfruttamento delle risorse economiche e commerciali. Le strutture di maggiori dimensioni si localizzano in alcune aree adiacenti alla Stretta di Borgo Rivola, laddove vi era maggiore disponibilità di spazio e varietà di risorse.

Un esempio tra i tanti, probabilmente direttamente legato anche alle attività che si svolgevano sulla Vena del Gesso, è costituito dal grande insediamento di età romana individuato nei pressi del cimitero di Riolo Terme, in località Cuffiano. Si tratta di una zona a monte della via di fondovalle, occupata da una grande villa romana. Il sito è stato indagato parzialmente attraverso trincee nel corso di indagini di archeologia preventiva nel 2005 e, più recentemente, di controlli archeologici durante la realizzazione di condotte irrigue, tra il 2020 e il 2021. È un sito con caratteristiche residenziali e produttive e si inquadra dal II secolo a.C. fino almeno al IV secolo d.C. Ha restituito importanti resti delle strutture di alcuni ambienti, realizzati con laterizi, probabilmente prodotti nelle numerose fornaci individuate nella vallata, e con elementi lapidei aventi anche una funzione decorativa, facenti parte delle aree residenziali della villa. Oltre agli spazi abitativi, sono state individuate chiare evidenze delle

<sup>14</sup> Le informazioni in merito agli esiti delle indagini archeologiche sul sito di Ca' Castellina sono tratte dalla documentazione di scavo e dalla relazione delle analisi al C14 prodotte dalla società Tecne Srl, incaricata delle attività archeologiche sotto la direzione scientifica della Soprintendenza ABAP per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

<sup>15</sup> L'analisi dei rinvenimenti effettuati nell'area della fabbrica Saint-Gobain di Casola Valsenio non è ancora terminata. Le informazioni preliminari sono tratte dalla documentazione di scavo prodotta dal dott. Giacomo Cenni, incaricato dalla committenza per le indagini archeologiche sotto la direzione scientifica della Soprintendenza ABAP per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

<sup>16</sup> Si pensi, ad esempio, all'abitato di età neolitica individuato in via Ripa a Riolo Terme (SERAGNOLI 2007, pp. 22-27).



Fig. 5 – Cava di Ca' Castellina, Monte Mauro. Il sito della cava in corso di scavo (foto Tecne Srl).



Fig. 6 – Insediamento area Saint-Gobain. Il fondo di capanna (foto G. Cenni).

attività produttive: è ipotizzabile, sulla base della distribuzione di alcuni ambienti, la presenza di un impianto di lavorazione (*torcularium*) forse dedicato alla produzione del vino, mentre appare evidente lo svolgimento di attività artigianali connesse alla cottura di oggetti, come evidente dalle tracce di terreno rubefatto che suggeriscono la presenza di una fornace o di un altro apparato di produzione (fig. 7)<sup>17</sup>.

#### Le cave di *lapis specularis* e la Grotta della Lucerna

Il *lapis specularis* è un gesso secondario a grandi cristalli trasparenti, facilmente suddivisibile in lastre piane se tagliato lungo il piano di sfaldatura. A partire dall'età romana è stato utilizzato come elemento per finestre, come alternativa più economica al vetro<sup>18</sup>. È stato oggetto di intensa attività estrattiva e di commercializzazione ad amplissimo raggio: negli ultimi de-

<sup>17</sup> GUARNIERI 2007, pp. 53-64. Le informazioni derivanti dalle indagini più recenti derivano dalla documentazione di scavo prodotta dalla società Phoenix Archeologia Srl, incaricata dalla committenza per le indagini archeologiche a seguito del rinvenimento di ulteriori strutture della villa già individuate nel 2005.

<sup>18</sup> COSTA *et alii* 2017.



Fig. 7 – L'area della villa romana in loc. Cuffiano (Riolo Terme) e i resti delle strutture, a destra, e degli impianti produttivi, in basso a sinistra (foto Phoenix Srl).

cenni (a partire dal 2000) è stata documentata un'intensa attività di estrazione di questo materiale anche nella Vena del Gesso romagnola, con la scoperta di numerose cave, sia all'interno di cavità ipogee naturali che attraverso aperture artificiali di gallerie del banco roccioso. Le cave oggi attestate, come evidente nella mappa in fig. 8, si trovano soprattutto nella zona di Monte Mauro, ma sono presenti anche nell'area del Re Tiberio, nella zona di Sasso Letroso sulla sponda nord del Torrente Senio<sup>19</sup>.

Uno degli esempi più significativi dello sfruttamento delle grotte come cave di *lapis specularis* è certamente costituito dalla Grotta della Lucerna, sulle pendici meridionali di Monte Mauro.

È la più grande e articolata cava di *lapis* della Vena del Gesso. Si tratta di una cavità di origine carsica non diversa dalle altre presenti nell'area dei gessi, ma, diversamente da molte di queste, è stata oggetto di un'importante attività di escavazione in età romana, proprio poiché all'interno della grotta sono state individuate consistenti vene di gesso speculare. Questo intenso lavoro ha modificato notevolmente la grotta, alterandone artificialmente lo sviluppo attraverso la

creazione di gallerie artificiali per raggiungere le vene di gesso speculare e consentirne l'estrazione e il successivo trasporto.

Quanto detto è piuttosto evidente da alcune significative immagini (fig. 9): se l'ingresso della grotta presenta un aspetto ancora piuttosto naturale, all'interno dei cunicoli sono molto evidenti le tracce lasciate dall'attività estrattiva: è possibile, ad esempio, vedere una parete completamente scalpellata, dove sono visibili i segni degli strumenti di lavorazione della pietra e di alcune pedarole scavate utilizzate per la discesa.

All'interno della grotta sono stati recuperati alcuni reperti di età romana che consentono di datare in via orientativa il periodo di sfruttamento della grotta a scopi produttivi. Sono state individuate diverse lucerne (da cui il nome attuale della grotta), frammenti ceramici e una moneta di Antonino Pio, che inquadrano le attività di cava tra il II e il III secolo d.C.<sup>20</sup>

#### Edificio romano di Ca' Carnè

Un ulteriore esempio della presenza umana sulla Vena del Gesso in età romana, anche se un po' distan-

<sup>19</sup> In questo contesto si forniscono solo brevi cenni sulla articolata vicenda archeologica del *lapis specularis*. Una disamina completa dei rinvenimenti sulla Vena del Gesso, anche nel quadro nel contesto europeo, è disponibile nel volume curato da Chiara Guarnieri dedicato all'argomento (GUARNIERI 2015).

<sup>20</sup> GUARNIERI 2015, pp. 99-107, 115-126.

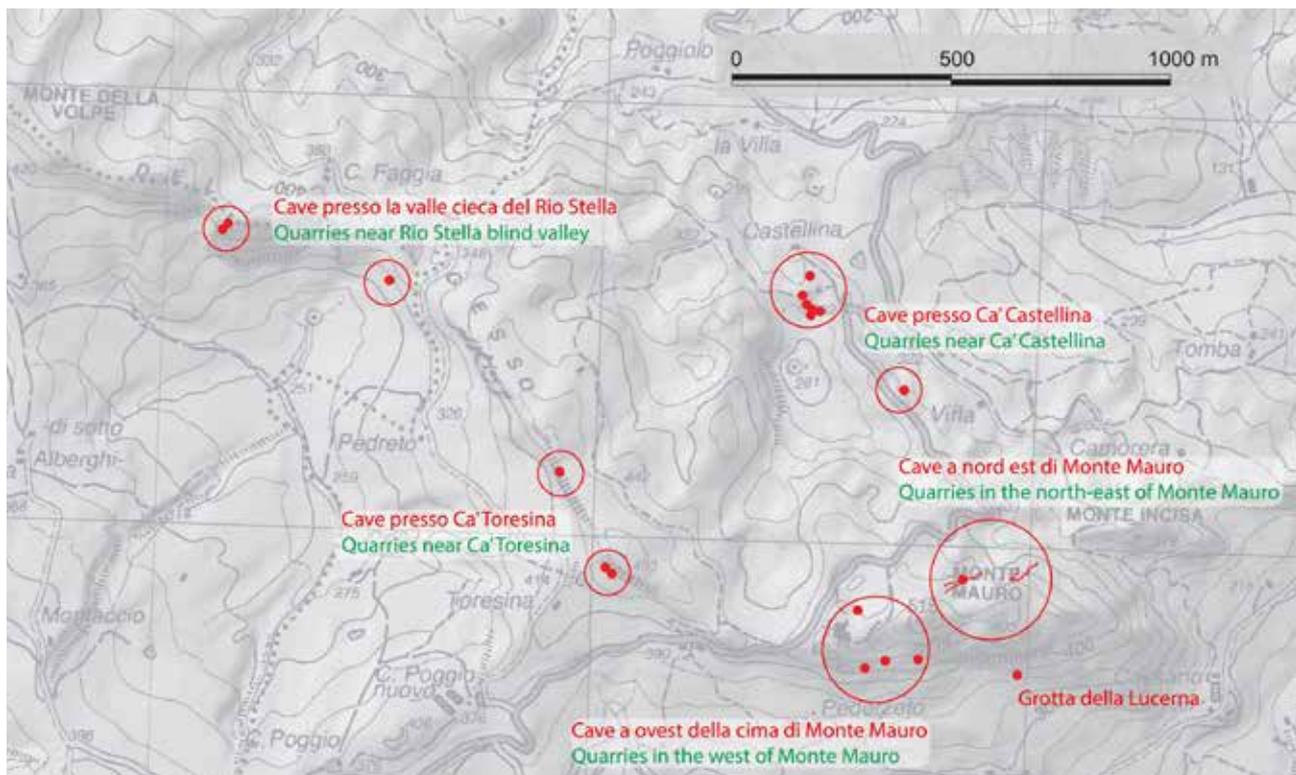


Fig. 8 – Cave di *lapis specularis* nella Vena del Gesso romagnola.

te dal nostro comprensorio di riferimento, è costituito dall'edificio rustico scoperto nei pressi del Rifugio di Ca' Carnè. Lo scavo archeologico del contesto ha permesso l'individuazione di un'area di spargimento di materiali edilizi di circa 81 mq e delle strutture appartenenti all'edificio rustico. Questo era realizzato in materiali deperibili (terra cruda e legno), con laterizi utilizzati soprattutto per la copertura. In base ai dati stratigrafici, la costruzione si colloca tra la fine del I secolo a.C. e l'inizio del I secolo d.C., mentre il suo definitivo abbandono è inquadrabile alla meta del II secolo d.C.

Sono stati individuati due rifacimenti dell'edificio, con datazioni differenti. La prima fase, in terra cruda e legno, è costituita da due ambienti ed è databile tra la fine dell'età repubblicana e la prima metà del I secolo d.C. Dopo un periodo di abbandono viene realizzato un nuovo edificio (Edificio 2), che ricalca la planimetria e la tecnica costruttiva del precedente, con un ampliamento. Sono stati recuperati molti reperti archeologici, che definiscono le fasi di frequentazione e abbandono e in genere connessi alle attività quotidiane svolte nella piccola struttura: tra questi un'olla da fuoco, un coperchio, una scodella in ceramica grezza, monete (fig. 10)<sup>21</sup>.

Mettendo in relazione alcuni materiali rinvenuti, di difficile associazione a un contesto esclusivamente silvo-pastorale, l'alto numero di monete per un edificio rustico (segno di attività commerciali) e le cave di *lapis specularis* rinvenute nell'area non distante di Monte Mauro, è plausibile ritenere la fattoria del Carnè fosse collegata in qualche modo all'attività di estrazione delle cave, documentata per la stessa epoca. Questa struttura poteva costituire un riparo o una residenza temporanea per chi sovrintendeva a qualche titolo all'attività estrattiva, anche se saranno necessarie ulteriori ricerche per definire al meglio questi aspetti<sup>22</sup>.

#### *Età medievale*

##### Le pievi e il sistema plebano

Nel corso dell'età medievale il territorio continua ad essere insediato in maniera diffusa, sia con le modalità precedenti (ad es. frequentazione delle grotte, anche se in maniera più sporadica), sia attraverso la realizzazione di nuove strutture insediative, che sorgono sulla base delle mutate esigenze di carattere politico, economico e sociale. Si affermano nuove forme di in-

<sup>21</sup> GUARNIERI 2015, pp. 151-156.

<sup>22</sup> GUARNIERI 2015, pp. 156-158.



Fig. 9 – Grotta della Lucerna. Parete scalpellata con pedicole (sopra) e reperti archeologici (sotto) (foto P. Lucci).

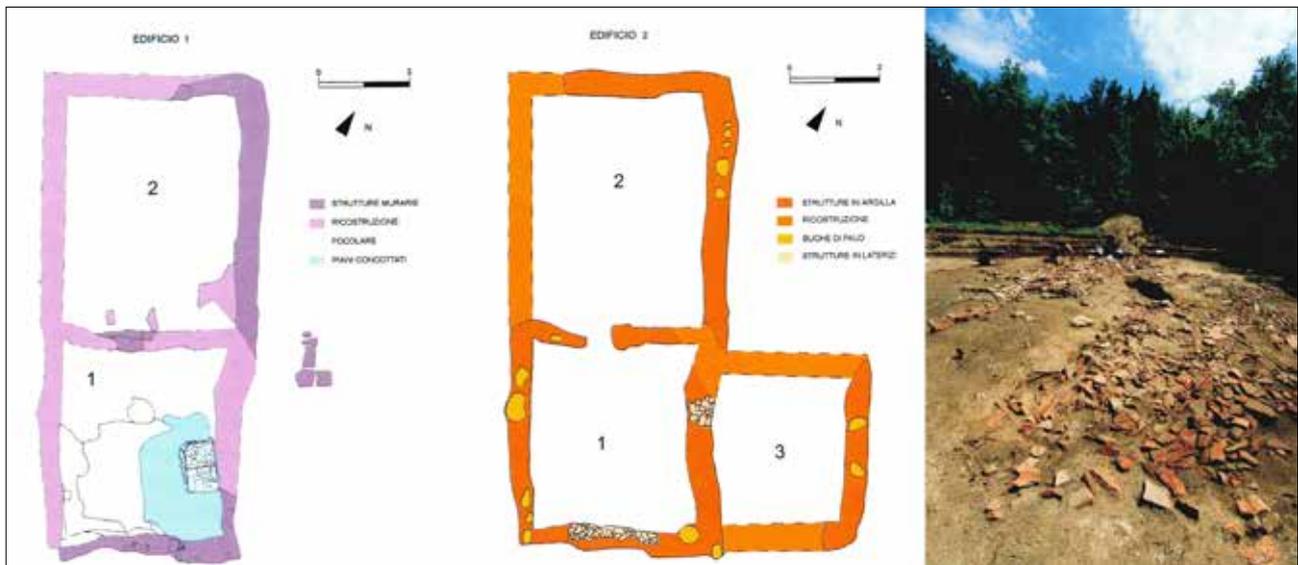


Fig. 10 – Le fasi costruttive dell’edificio romano di Ca’ Carnè (Brisighella). A destra l’area con lo spargimento di materiali edilizi in fase di scavo.

sediamento, con la nascita di pievi, abbazie, castelli, villaggi sparsi o accentrati.

Riferendosi alle strutture di carattere religioso, un ruolo fondamentale per la gestione territoriale viene assunto nel corso dell’alto medioevo dalle chiese plebane, inserite all’interno di un articolato sistema.

Le pievi sono strutture ecclesiastiche rurali a capo di una circoscrizione e svolgono funzioni sia di centro religioso territoriale che di punto di riferimento per il controllo amministrativo e fiscale del territorio. A partire dai secoli centrali del medioevo sono molto diffuse nel territorio romagnolo: nella nostra area di riferimento le pievi fanno capo alle diocesi di Faenza e Imola.

4 pievi sono localizzate direttamente sui rilievi della Vena del Gesso, distribuendosi su alcune sommità montuose a ridosso delle vie di transito e spesso in corrispondenza di centri fortificati. Nessuna di quelle maggiormente note è però presente nelle immediate vicinanze del comprensorio della Grotta del Re Tiberio. La circostanza appare singolare, proprio perché spesso le chiese plebane si posizionavano laddove erano più facilmente raggiungibili dalla popolazione; dunque nei pressi di abitati accentrati o lungo le principali vie di transito, come la via appenninica della valle del Senio.

In verità, approfondendo l’indagine, è possibile intercettare una fonte scritta significativa. Un documento del 1126-1130 cita una pieve di *Sancti Martini in Saxo*. L’edificio è oggi completamente scomparso e non ci sono altre notizie di rilievo per

consentirne un’identificazione sul territorio. L’ipotesi attuale è che si trovi nei pressi dell’odierna chiesa di Borgo Rivola, vicino alla strada che si dirige verso lo stretto passaggio nella Vena del Gesso<sup>23</sup>. Nonostante si sia ancora nel campo delle ipotesi, è comunque significativo rilevare che anche nel comprensorio del Re Tiberio era presente una struttura ecclesiastica di riferimento. Probabilmente, la scarsissima conoscenza in merito a questa chiesa deriva dall’estrema precarietà delle sue strutture, che ne hanno determinato la totale scomparsa, oltre che a lacune nella documentazione disponibile, diversamente da quanto avviene in altri casi. Oltre alla pieve, nella zona sono presenti altre chiese rurali le cui origini sono inquadrabili nel corso dell’età medievale: il riferimento principale è alla chiesa di San Benedetto a Sasso Letroso.

#### Abbazia di Valsenio

Nella rassegna delle principali forme insediative caratteristiche dell’età medievale che hanno interessato l’area, un doveroso accenno va fatto per l’Abbazia di San Giovanni di Valsenio, poco a monte della Vena del Gesso.

Si tratta di un complesso monastico articolato e molto ben conservato nelle sue forme originali, sostanzialmente attribuibili al periodo romanico, con tracce delle strutture precedenti. La chiesa e le strutture abbaziali si affacciano sulla strada, esplicitando chiaramente la funzione anche itineraria del sito (fig. 11). Le sue origini possono essere fatte risalire ai secoli dell’Alto Medioevo (almeno al IX-X secolo), come

<sup>23</sup> AUGENTI *et alii* 2012, pp. 239-240.



Fig. 11 – Abbazia di San Giovanni in Valsenio. Facciata.

testimoniato dalle strutture di un impianto ecclesastico precedente all'attuale, intercettate nel corso di un'indagine archeologica svolta in occasione di lavori di restauro avviati nel 2010. Gli scavi archeologici hanno permesso di portare alla luce diversi livelli pavimentali, le strutture appartenenti alla chiesa altomedievale e alla primitiva cripta, chiarendone anche gli aspetti costruttivi e di organizzazione degli spazi<sup>24</sup>. Di recente, inoltre, gli studi sull'abbazia sono stati riavviati attraverso l'analisi archeologica stratigrafica degli elevati; tale intervento consentirà di avere un quadro chiaro della sequenza costruttiva dell'intero complesso, aprendo la via alla prosecuzione delle indagini archeologiche anche sulle strutture del monastero vero e proprio<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> AUGENTI *et alii* 2012, pp. 252-253; GUARNIERI 2018, pp. 379-381.

<sup>25</sup> L'analisi archeologica stratigrafica degli elevati è stata avviata in occasione della tesi di specializzazione in beni archeologici del dott. Gabriele Boi, allievo della Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici del Dipartimento di Storia Culture Civiltà dell'Università di Bologna. A seguito delle prime indagini effettuate per la tesi, le attività sono proseguite con l'analisi dell'intero complesso nell'ambito di un laboratorio organizzato nell'ambito del corso di Archeologia dell'Architettura della Scuola di Specializzazione, tenuto dal prof. Andrea Fiorini, in collaborazione con la Soprintendenza ABAP di Ravenna.

#### Castello di Sassatello

A conclusione della rassegna delle tipologie di insediamento nell'area del comprensorio del Re Tiberio, si fa riferimento agli insediamenti fortificati, molto numerosi in tutta l'area. In particolare, sullo sperone roccioso sul Torrente Senio posto di fronte alla Grotta del Re Tiberio è localizzato il Castello di Sassatello (*Castrum Saxadelli*). Questo è solo uno dei diversi casi in cui la collocazione topografica e la conformazione morfologica dell'area, la disponibilità di materiale da costruzione e la presenza di insediamenti precedenti, oltre che di risorse economiche, fanno sì che nel corso dell'età medievale nascano (e muoiano) numerosi castelli. Essi svolgevano, oltre a quelle residenziali, soprattutto funzioni di controllo militare, politico ed



Fig. 12 – Castello di Sassatello. Strutture superstiti.

economico del territorio.

Attestato dal 1060 d.C., oggi sono visibili i poderosi resti delle strutture murarie di cinta e dell'area sommitale, realizzati in blocchi di gesso attraverso l'utilizzo del materiale lapideo estratto direttamente dal banco roccioso sottostante (fig. 12). È evidente come il castello sia un luogo fondamentale per il controllo del passaggio alla Stretta di Borgo Rivola, obbligato per il transito da e verso il crinale appenninico.

Si tratta di un sito archeologico molto importante e molto promettente per un'indagine futura, volta a chiarire, oltre all'articolazione delle diverse parti del complesso, anche le funzioni specifiche di questo castello e l'eventuale presenza di un abitato collegato, al momento non ancora individuato con precisione. Inoltre è ancora necessario approfondire la conoscenza su eventuali fasi precedenti all'impianto delle strutture oggi visibili, dato che da una ricognizione nell'area effettuata nel 2001 sono state rilevate tracce di occupazioni precedenti, con il recupero di materia-

li che vanno dall'età romana al basso medioevo senza interruzione, con un cospicuo quantitativo di oggetti appartenenti all'età altomedievale<sup>26</sup>.

#### *Nuovi dati sulla frequentazione delle cavità del comprensorio del Re Tiberio*

Per quanto riguarda la Grotta del Re Tiberio, non occorre ricordare in questa sede come essa rappresenti uno dei contesti archeologici più importanti e studiati dell'Emilia-Romagna, non solo in quanto caratterizzata da una lunga, complessa e diversificata nel tempo frequentazione antropica, ma anche perché indissolubilmente legata alla figura di Giuseppe Scarabelli e alla nascita dell'archeologia preistorica in Italia (MARI *et alii* 2013).

Nei 150 anni e più seguiti alla sua scoperta la cavità è stata, purtroppo, interessata da diverse manomissioni del deposito archeologico, dovute a recuperi non

<sup>26</sup> AUGENTI *et alii* 2012, pp. 195-196; RAVAIOLI 2015, pp. 187-188.



Fig. 13 – Gli scavi archeologici del 2020 nella “Sala Gotica” della Grotta del Re Tiberio (foto P. Lucci).

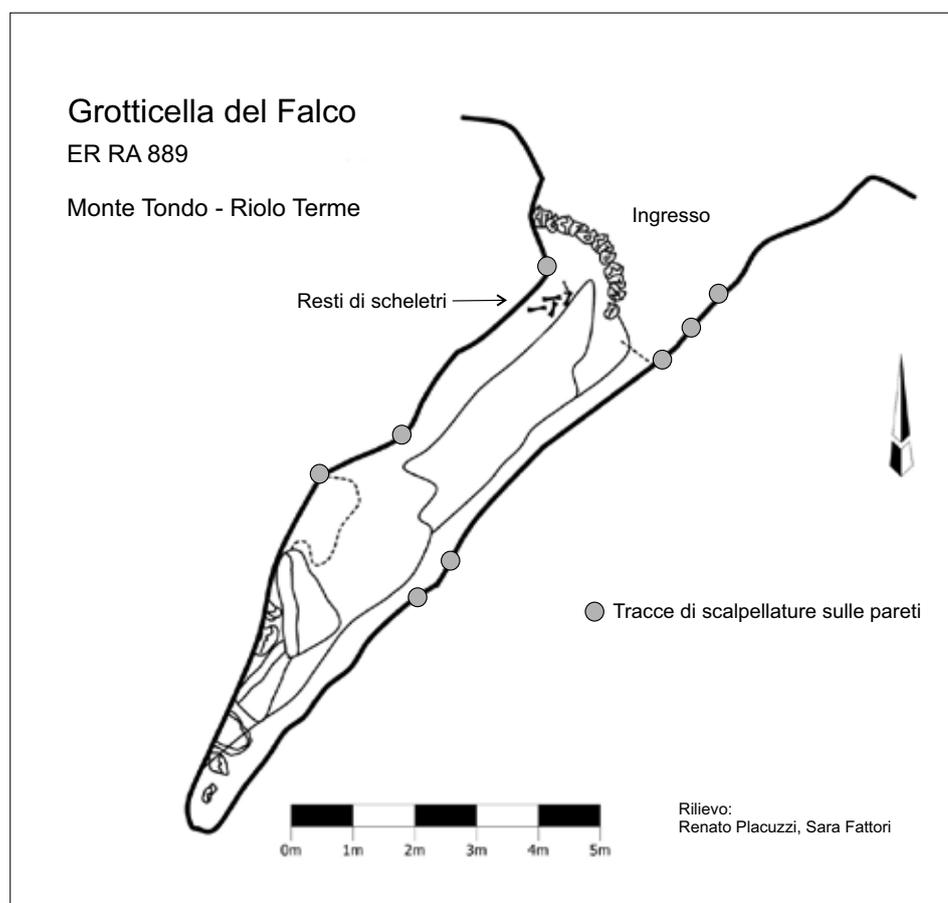


Fig. 14 – Grotticella del Falco, Monte Tondo. Planimetria.

controllati, scavi clandestini e sterri e, più di recente, da crolli più o meno consistenti cagionati dalla decennale attività estrattiva nei tunnel di cava sottostanti.

Il provvedimento di tutela emesso nel 1951 (D.M. 9 luglio 1951) pose sicuramente un freno a questi danneggiamenti, ma fu soltanto nel 2008 che, grazie all'accordo sottoscritto tra Soprintendenza, Regione Emilia-Romagna, Provincia di Ravenna e Comune di Riolo Terme, fu avviato un progetto integrato di recupero e valorizzazione della Grotta del Re Tiberio, con predisposizione del percorso di visita e nuove indagini archeologiche (MIARI *et alii* 2013). Gli scavi eseguiti nel 2010 raggiunsero i depositi più profondi della grotta e confermarono la sequenza stratigrafica individuata da Scarabelli nel 1870: cinque fasi di frequentazione identificabili con una prima, a carattere sepolcrale, compresa tra l'Eneolitico avanzato e il Bronzo Antico, una seconda collocabile nell'ambito del Bronzo Medio-Recente, due con finalità culturali cronologicamente comprese tra età del ferro ed età romana inoltrata e un'ultima di epoca medievale (MIARI *et alii* 2013).

Nel 2020, infine, grazie al contributo dell'Ente di ge-

stione per i Parchi e la Biodiversità - Romagna, si è svolta un'ulteriore campagna di scavi che hanno purtroppo confermato la sostanziale compromissione dei depositi, anche in aree, quali la "Sala Gotica", precedentemente non interessate da indagini archeologiche<sup>27</sup> (fig. 13). Nonostante ciò, è stato possibile documentare quanto già visto nelle precedenti campagne di scavo: le sezioni esposte hanno, infatti, consentito di confermare la sequenza stratigrafica nota, mentre i livelli superiori hanno restituito un quadro piuttosto omogeneo per quanto riguarda lo sfruttamento della grotta in epoca tardo-medievale, con il rinvenimento di diversi manufatti riconducibili in particolare ad attività pirotecnica e fusoria, probabilmente ricollegabile all'attività di falsari operanti nella Grotta del Re Tiberio in età medievale (GELICHI 1996).

Nuovi dati provengono, poi, dalla Grotticella del Falco (ER RA 889), una piccola cavità tettonica prodotta dal distacco di un grosso blocco di gesso, che si apre sulla sinistra della Grotta Re Tiberio ad una quota leggermente più elevata (figg. 14-15). La grotticella ha uno sviluppo di ca. 12 metri e vi si perviene tramite una cornice rocciosa lungo la quale è possibile vedere,

<sup>27</sup> Relazione della società Tecne Srl, incaricata delle attività archeologiche sotto la direzione scientifica della Soprintendenza ABAP per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.



Fig. 15 – La Grotticella del Falco vista dall'esterno (foto P. Lucci).

nella parete, alcuni incavi.

In passato era già stato segnalato il rinvenimento al suo interno di materiale ceramico riconducibile all'età del Rame (MIARI 2007). Nel 2018, nell'ambito di una campagna di ripulitura finalizzata alla rimozione del materiale di crollo accumulatosi in seguito al distacco di grossi blocchi di gesso<sup>28</sup>, è stato possibile rilevare la presenza di una serie di nicchie poste su entrambe le pareti nonché di lacerti di un muretto in ciottoli legati da un impasto gessoso. All'interno della cavità fu rinvenuto, inoltre, un accumulo di ossa umane in apparente giacitura secondaria, poste a ridosso della parete settentrionale della grotta.

L'analisi dei reperti osteologici<sup>29</sup> ha consentito di accertare che le ossa recuperate appartenevano ad almeno due individui, aventi dimensioni scheletriche assai diverse: l'individuo 1, che si caratterizzava per avere ossa di dimensioni grandi e dall'aspetto robusto, potrebbe essere stato di sesso maschile con un *range* di età superiore ai 30 anni; l'individuo 2, caratterizzato da ossa di dimensioni inferiori, ma non gracili, dovrebbe essere femminile, con un'età di circa 29-30 anni.

Le datazioni radiometriche consentono di collocare entrambi gli individui in una fase avanzata dell'antica età del Bronzo<sup>30</sup> (tab. 1).

Pertanto, incrociando i dati della Grotta del Re Tiberio con quelli della Grotticella del Falco si può affermare come la frequentazione a scopi funerari delle cavità naturali di quest'area dell'Appennino si estende dall'età del Rame a tutto il Bronzo Antico.

## Bibliografia

- A. AUGENTI, M. FICARA, E. RAVAIOLI 2012, *Atlante dei beni archeologici della provincia di Ravenna, I, Il paesaggio monumentale nel Medioevo*, Bologna.
- M. COSTA, M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSVINI (a cura di) 2017, *Le grotte della Vena del Gesso romagnola*, Faenza.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, S. PIASTRA, B. SANSVINI (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 Italia-

<sup>28</sup> Intervento finanziato dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna; Relazione Tecne Srl; Archivio ABAP per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

<sup>29</sup> I reperti osteologici sono stati analizzati dal Prof. Stefano Benazzi del Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna; Relazione Archivio ABAP per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

<sup>30</sup> Le datazioni sono state finanziate dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna ed eseguite dalla Prof.ssa Sahra Talamo del Dipartimento di Chimica dell'Università di Bologna presso il Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology di Lipsia.

MPI code	Submitter Code	AMS Code	14C Age	1 $\sigma$ Err	Cal BC 68,2%	Cal BC 95,4%
R-EVA 3124	Individuo 1	MAMS - 42292	3425	19	1747-1692	1861-1665
R-EVA 3124	Individuo 2	MAMS - 42293	3396	19	1737-1663	1745-1637

Tab. 1 – Datazioni radiometriche riferite alle ossa di due individui rinvenuti nella Grotticella del Falco.

no di Speleologia, s. II vol. XXVI), Faenza.

- S. GELICHI 1996, *Falsari medievali nella Grotta del Re Tiberio?*, in M. PACCIARELLI (a cura di), *La collezione Scarabelli. 2. Preistoria*, Casalecchio di Reno, pp. 475-479.
- C. GUARNIERI (a cura di) 2007, *Archeologia nell'Appennino romagnolo: il territorio di Riolo Terme*, Imola.
- C. GUARNIERI (a cura di) 2015, *Il vetro di pietra. Il lapis specularis nel mondo romano dall'estrazione all'uso*, Faenza.
- C. GUARNIERI 2018, *La pieve di San Giovanni in Ottavo a Brisighella e l'abbazia di San Giovanni Battista a Casola Valsenio (RA): due esempi emblematici*, in S. GELICHI, C. CAVALLARI, M. MEDICA (a cura di), *Medioevo svelato. Storie dell'Emilia-Romagna attraverso l'archeologia*, (Catalogo della mostra), Bologna, pp. 375-381.
- 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, 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, vol. XXVI), Faenza, pp. 375-402.
- E. RAVAIOLI 2015, *L'insediamento fortificato in Romagna tra fonti scritte e dati archeologici (VIII-XVI sec.). Le province di Forlì-Cesena e Ravenna*, Bologna.
- L. SERAGNOLI 2007, *Il Neolitico*, in C. GUARNIERI (a cura di), *Archeologia nell'Appennino romagnolo: il territorio di Riolo Terme*, Imola, pp. 22-29.

#### Siti internet

[www.patrimonioculturale-er.it](http://www.patrimonioculturale-er.it), WebGIS del Patrimonio Culturale dell'Emilia-Romagna.



## GIUSEPPE SCARABELLI E LA GROTTA DEL RE TIBERIO. I RILIEVI CARTOGRAFICI

STEFANO PIASTRA<sup>1</sup>

### Riassunto

L'articolo tratta dei numerosi rilievi topografici effettuati da Giuseppe Scarabelli (1820-1905), talvolta in coppia con Giacomo Tassinari (1812-1900), presso la Grotta del Re Tiberio tra la metà e la fine del XIX secolo. Una revisione completa, in senso diacronico (1845-1898), dei vari elaborati grafici, a stampa e manoscritti, ha permesso di far risalire al 1845 il più precoce rilievo scarabelliano al riguardo (una pianta schematica, manoscritta, della cavità), quando invece tale primato era stato sinora attribuito a una cartografia del 1856. Si tratta verosimilmente del più antico rilievo di una grotta nei gessi italiani, nonché uno dei più antichi al mondo per tale categoria di ipogei. Risale poi al 1851 una sezione a stampa del Re Tiberio: probabilmente, la più antica rappresentazione grafica a stampa di una cavità naturale nei gessi italiani. Emerge inoltre come l'interesse iniziale del geologo imolese riguardo al Re Tiberio sia da ricondurre al tentativo di dimostrare la veridicità di una sua teoria giovanile circa l'esistenza di un antico lago a monte della Stretta di Rivola, e non in relazione alla paleontologia. Ulteriori considerazioni sono dedicate al metodo di lavoro scarabelliano (legame tra fotografia e rappresentazioni grafiche; utilizzo del sistema metrico decimale in epoca preunitaria).

**Parole chiave:** Grotta del Re Tiberio, rilievi di cavità naturali, cartografia, storia degli studi, Giuseppe Scarabelli.

### Abstract

*The paper deals with the topographical surveys of the Re Tiberio Cave (Messinian Gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola, Northern Italy) made by Giuseppe Scarabelli (1820-1905), sometimes in cooperation with Giacomo Tassinari (1812-1900), between the middle and the end of the 19<sup>th</sup> century. A complete, diachronic revision of the maps (1845-1898), both printed and handwritten, made possible to identify the oldest cartography (handwritten) of the cave by Scarabelli (1845), while, up to now, the oldest map was considered dating back to 1856. In the framework of the history of the studies, this survey should be considered the oldest of a cavity in gypsum in Italy, and one of the oldest in the world for the same typology. It dates back to 1851 a printed section of Re Tiberio Cave: probably, the oldest printed representation of a cave in gypsum in Italy. Moreover, it seems that the original reason of interest of the author regarding the cave concerned his early theory about the existence of a lake upstream the village of Borgo Rivola; it was not connected to prehistorical archaeology. Further considerations will focus on Scarabelli's methodology (linkage between photography and map-making; use of the decimal metric system before the rise of the Kingdom of Italy).*

**Keywords:** Re Tiberio Cave, Survey of Natural Cavities, Cartography, History of Studies, Giuseppe Scarabelli.

Dopo una lunga rimozione novecentesca sia a livello nazionale che locale, lo spessore e la preminenza in campo geologico e paleontologico dell'imolese Giuseppe Scarabelli (1820-1905) è stata riaffermata negli ultimi decenni grazie agli studi *in primis* di Gian Battista Vai e Stefano Marabini (VAI 1995; MARABINI 1995a; MARABINI 1995b; VAI 2014; VAI 2019). La sua figura si staglia ora nitidamente sullo sfondo del dibattito scientifico, italiano e internazionale, del tempo; le sue collaborazioni si articolano pienamente entro il circuito accademico, a partire dal rapporto, in verità complesso (emblematiche al riguardo le lettere edite in VAI 2009, pp. 53, 64-65 e

in CORSI 2009, pp. 113-114), con Giovanni Capellini, vero e proprio *dominus* dell'Università di Bologna, di cui fu Rettore dal 1885 al 1888 e ancora dal 1894 al 1895.

In tale contesto, la Stretta di Rivola, Monte Tondo e la Grotta del Re Tiberio costituirono un luogo-chiave per il Nostro (VAI, MARABINI 2013): da qui iniziarono le sue esplorazioni giovanili nell'Appennino romagnolo; nello stesso sito tornò più volte sino alla tarda età, revisionando *in itinere* le sue ipotesi iniziali.

In questa sede ci concentreremo sui rilievi cartografici che l'autore imolese elaborò, attraverso i decenni, circa il Re Tiberio, rianalizzando materiali già noti

<sup>1</sup> Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, Via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) - stefano.piastra@unibo.it

e discutendone altri sinora trascurati o inediti in letteratura.

Un ventiquattrenne Scarabelli trattò per la prima volta della Stretta di Rivola in una sua relazione manoscritta, rimasta a lungo inedita, datata luglio 1844 e intitolata *Escursioni geologiche fatte essendo a Casola Valsenio il Luglio 1844* (VAI, MARABINI 2013, p. 367):

Dalla grande apertura che lasciano i gessi (a Rivola) al passaggio dal Fiume Senio, sembrerebbe che allorquando si depositavano i terreni subappennini il mare vi avesse dovuto entrare, e avesse poi lasciato anche dalla parte superiore a Rivola il medesimo deposito di marne bleu conchilifera, ma ciò non si verifica affatto, quindi si deve credere che la apertura de gessi in quella contrada sia avvenuta posteriormente al ritiro del mare pliocenico, e che il Senio costituisse un lago avanti di rompere la barriera de' gessi.

Si tratta di quello che ad ora è il secondo più antico scritto scientifico scarabelliano noto (lo precede di circa un mese solamente un lavoro geologico sul lago di Lugano: BARUZZI 2006, p. 195, nn. A e 1), elaborato al termine del periodo di formazione giovanile, tutto sommato breve, discontinuo e mai coronato

dalla laurea, che lo aveva temporaneamente portato lontano dalla natia Romagna dapprima a studiare all'Università di Bologna (1839 circa), poi a Firenze (1842) e infine a Pisa (1842-1843) (il soggiorno più significativo dello scienziato imolese, culturale, umano e politico) (MERLINI 1999, pp. 20-22).

In esso emerge per la prima volta l'enunciazione di una teoria attorno a cui il Nostro lavorò a lungo, ossia la presenza di un vasto lago, formatosi in epoca remota a monte della Stretta rivolese: una tale ipotesi, frutto di una suggestione basata su una tradizione orale locale, fu poi del tutto abbandonata da Scarabelli nel periodo maturo, consapevole della sua inconsistenza. A distanza di oltre un cinquantennio, questa supposizione fu poi definitivamente demolita dal geografo Olinto Marinelli (MARINELLI 1905, pp. 161-162; successivamente ripreso anche in MARINELLI 1917, p. 384).

Si data all'anno successivo (1845) una carta manoscritta, oggi presso la Biblioteca Comunale di Imola (Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128) (BARUZZI 2006, p. 315), che tentava già di sistematizzare quanto enucleato nel 1844: già edito (MARABINI 1995a, p. 120; MARABINI 1995b, p. 64, fig. 3), il documento riporta, in pianta, una ricostruzione

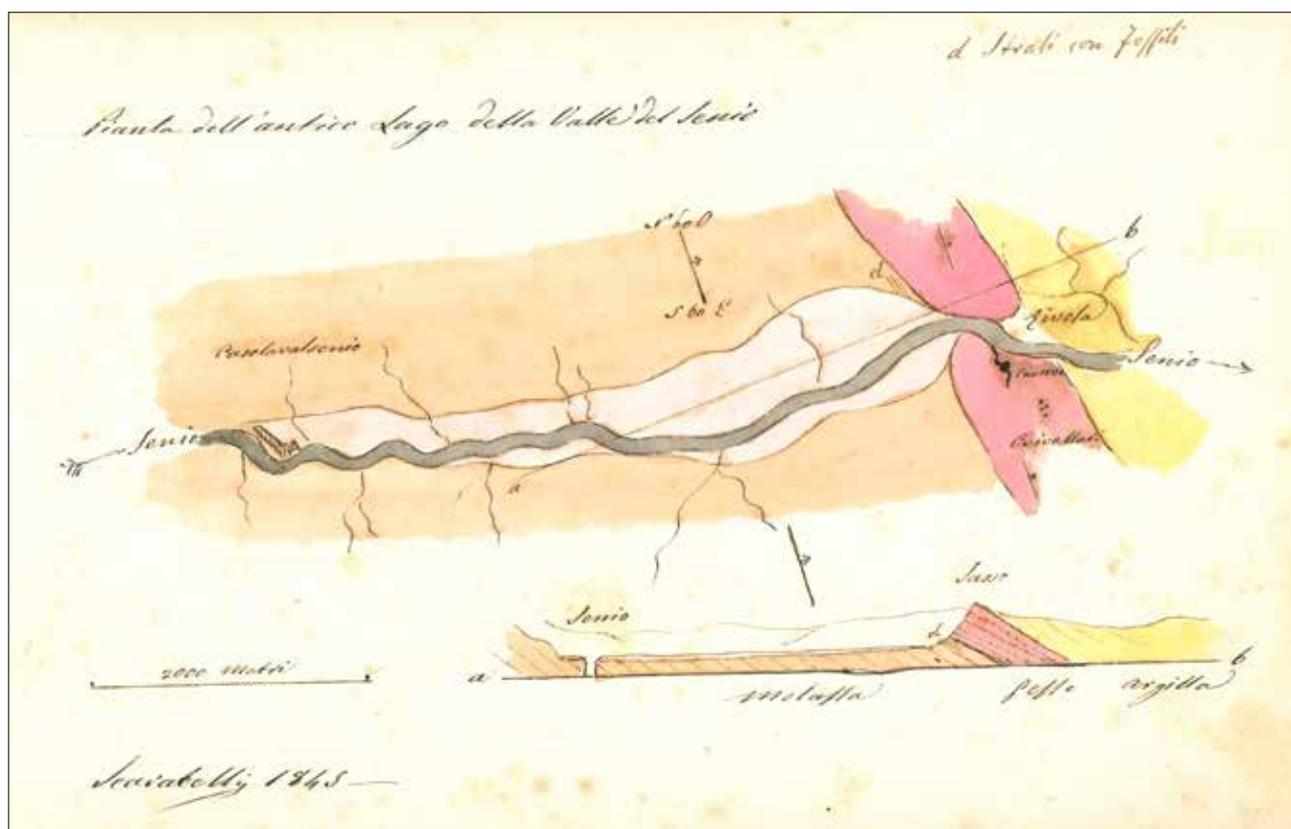


Fig. 1 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128, *Pianta dell'antico Lago della Valle del Senio*, 1845. Carta manoscritta che georeferenzia l'ampiezza di un antico lago a monte della Stretta di Rivola, teoria giovanile scarabelliana poi rigettata dal Nostro. In sezione, la «molassa» evidenzia quella che oggi è nota come Formazione Marnoso-arenacea; nella località di «Sasso» va identificato Sasso Letroso.

spaziale del presunto lago e una sezione geologica quasi perpendicolare alla Vena del Gesso (fig. 1).

Particolare sinora sfuggito alla critica, è qui riportato in pianta lo sviluppo della Grotta del Re Tiberio (fig. 2): nonostante la scala molto ridotta, si individuano nettamente la galleria iniziale, il grande vano che nei decenni successivi lo stesso Scarabelli denominò “Sala Gotica” (SCARABELLI 1872, p. 11), la sezione iniziale del cosiddetto “ramo storico” (ossia precedente alle esplorazioni dello Speleo GAM Mezzano di inizi anni 2000, che ne ampliarono significativamente lo sviluppo sino ad allora noto: ERCOLANI *et alii* 2013b, p. 132) a monte di quella sala.

Tale rappresentazione del 1845 costituisce la più antica conosciuta in assoluto circa la nostra cavità; allo stesso tempo, visto che, in seguito agli studi di SIVELLI (2003, pp. 28-29) e DE WAELE *et alii* (2017, pp. 138, 139, tab. 1, 140, fig. 3, dove però la datazione indicata è errata), un più tardo e più preciso rilevamento manoscritto della medesima grotta, firmato Scarabelli e Giacomo Tassinari e datato 1856 (vedi *infra*), era stato considerato il più antico rilievo, su base autoptica e in scala, di una cavità nei gessi italiani, tale primato va ora attribuito alla carta in questione, anticipandone la cronologia di oltre un decennio. Ancora, andrebbe approfondito se un simile record sia veramente solo italiano, piuttosto che europeo o addirittura mondiale: ad oggi non ci risultano infatti, a livello internazionale, rilievi topografici di cavità nelle evaporiti precedenti a quello qui analizzato (i casi cronologicamente antecedenti discussi in LAURETI 2013 si situano infatti in calcari). Materiali cartografici più antichi inerenti il carsismo nei gessi emiliano-romagnoli, già presentati in altre sedi, riguardano i soli fenomeni epigei (georeferenziazione di inghiottitoi e risorgenti e comprensione del funzionamento del sistema carsico) (PIASTRA 2018).

Nonostante questo possibile primato, si trattò senza dubbio di una rappresentazione di lavoro del Nostro, che rimase interna al suo archivio personale poi confluito nella biblioteca imolese e che non ebbe praticamente diffusione pubblica all'epoca.

Si noti infine come la scala grafica sia espressa in metri (su questo aspetto, si vedano le considerazioni fatte *infra* circa un rilievo della Grotta del Re Tiberio del 1856 con la medesima unità di misura).

Successivamente alla carta manoscritta del 1845, Scarabelli lavorò con continuità al tema: già nel 1847, su presentazione di Bartolomeo Gastaldi (1818-1879) (GASTALDI 1847, p. 303), consegnava alla redazione del “Bulletin de la Société Géologique de France” una sua nota sull'argomento in lingua francese, la quale però, causa problemi finanziari della rivista, fu stampata solamente nel 1851 (SCARABELLI 1851, p.



Fig. 2 – Particolare di fig. 1: nella «Caverna» entro la Formazione Gessoso-solfifera (in rosa) va identificata la Grotta del Re Tiberio, di cui si notano il tratto iniziale, la “Sala Gotica” e parte del “ramo storico”. Si tratta del più antico rilievo, autoptico e in scala, di una cavità naturale nei gessi italiani. Tale primato potrebbe poi forse essere europeo o addirittura mondiale.

194, nota 1). Si trattava forse della rivista geologica all'epoca più prestigiosa al mondo, su cui il Nostro aveva pubblicato un breve testo già nel 1846 (VAI 1995, p. 90), connessa a un sodalizio scientifico, la Société Géologique de France, a cui Scarabelli si era affiliato sin dallo stesso anno 1846 grazie all'amico imolese Antonio Toschi (MARABINI 1995a, p. 109; GAUDANT 2009, p. 206; BARUZZI 2020, p. 29, nota 73), in quegli anni stabilitosi a Parigi e ben introdotto negli ambienti culturali francesi (MERLINI 1999, p. 97). Lo stesso Toschi affermava, nell'ottobre 1847, di aver letto in bozza manoscritta l'articolo scarabelliano che sarebbe poi stato effettivamente stampato quattro anni più tardi, nonché di aver visitato l'area di studio, e quindi forse anche il Re Tiberio, guidato da Scarabelli (TOSCHI 1847, p. 298).

Nel contributo in francese, la teoria dell'antico lago a monte della Stretta di Rivola è esplicitata nel dettaglio (VAI 1995, pp. 90-91); la genesi della Grotta del Re Tiberio è messa in relazione diretta con l'esistenza del corpo d'acqua (SCARABELLI 1851, pp. 201-202):

On s'aperçoit encore de l'action des eaux par la présence d'une caverne ouverte sur la rive droite du Senio, et creusée à la jonction de deux couches de gypse, à la hauteur à laquelle durent rester pendant longtemps les eaux du petit lac. Cette caverne, qu'on appelle du *Re Tiberio*, et sur laquelle on a débité tant de fables, est très vaste et très pittoresque. Elle ne renferme aucun fossile, et maintenant elle sert uniquement de repaire à des chauves-souris et à des hiboux.

Lo stesso articolo era illustrato da una figura: si tratta di un'incisione calcografica fatta a Parigi entro la

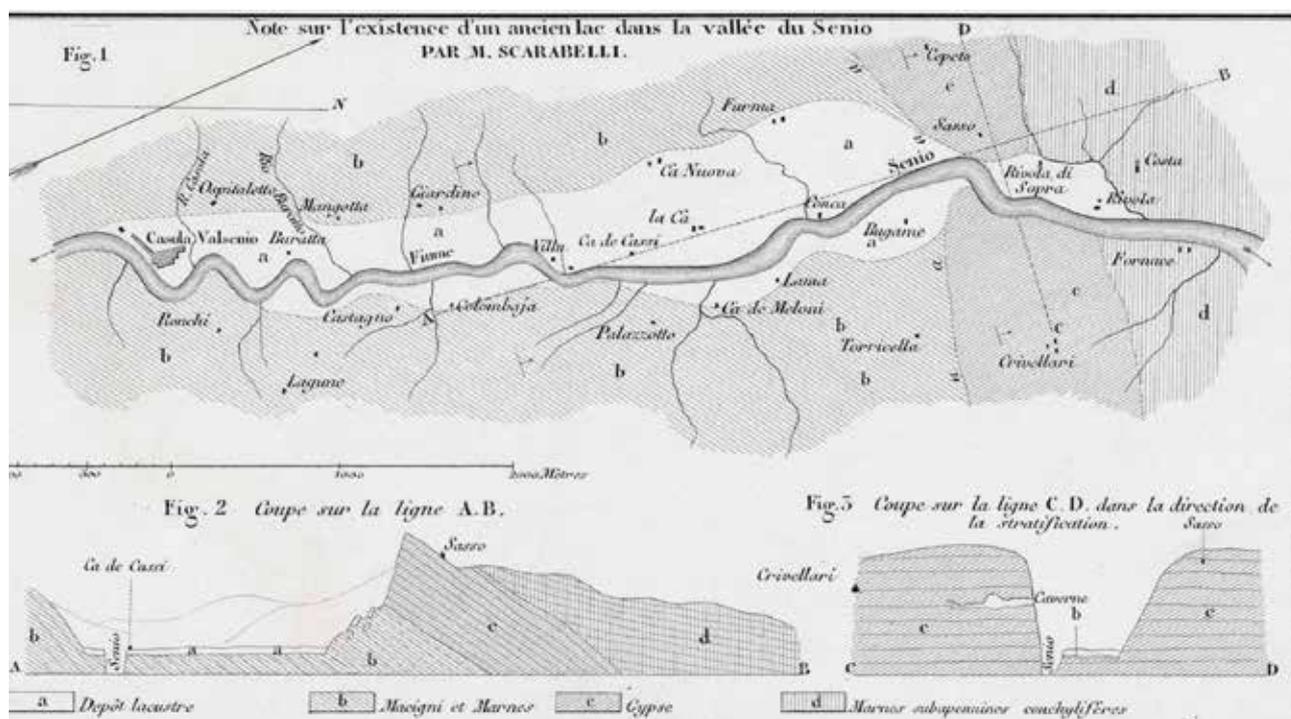


Fig. 3 – Carta e sezioni geologiche allegate a SCARABELLI 1851. In basso a destra si nota una sezione della Grotta del Re Tiberio («Caverne»): si tratta del più antico rilievo (limitato alla sola sezione) edito a stampa di una cavità nei gessi italiani (o forse europei o addirittura mondiali). Di nuovo, si notano il tratto iniziale, la “Sala Gotica” e parte del “ramo storico”.

cerchia dell'editore della rivista (Litografia Kaepelin) al momento della stampa dell'annata (verosimilmente nel 1851), nota anche in tre esemplari scolti, uno conservato presso la Bibliothèque nationale de France (Département Cartes et plans, GE D-18016), due presso la Biblioteca Comunale di Imola (BARUZZI 2006, pp. 62, n. 131, 260, n. 36).

Tale rappresentazione (fig. 3), articolata in una mappa e due sezioni, risulta chiaramente ispirata alla carta manoscritta di fig. 1 del 1845: nella mappa, emerge, a differenza della versione manoscritta, una maggiore ricchezza di toponimi, alcuni verosimilmente citati in quanto il loro significato sembrava ulteriormente confermare la teoria scarabelliana del lago (ad esempio “Conca” e “Lama”, ossia terreno fangoso); la sezione geologica quasi perpendicolare ai gessi mostra, a differenza del prototipo manoscritto, la discordanza angolare tra F. Gessoso-solfifera e F. Argille Azzurre; soprattutto, nella versione a stampa è presente un'ulteriore sezione trasversale al Senio in corrispondenza della stretta, assente invece nella carta del 1845, dove è visibile una sezione della Grotta del Re Tiberio, indicata come «Caverne». Di nuovo sono identificabili l'ingresso, la “Sala Gotica” e le diramazioni sia alte, sia basse del “ramo storico” al di là della “Sala Gotica”. Tale rilievo grafico stampato nel 1851 (ma forse già completato contestualmente alla consegna del testo nel 1847), nonostante la piccola

scala, sembra costituire, sulla base degli elementi già discussi *supra* in relazione alla mappa scarabelliana manoscritta del 1845, la più antica sezione di una grotta nei gessi italiani (e forse europei o addirittura mondiali?), nonché la più antica rappresentazione a stampa (e quindi destinata ad ampia diffusione, edita su di una rivista scientifica prestigiosa) di una cavità nelle evaporiti del nostro paese (e, di nuovo, forse europee o ancora mondiali).

La scala grafica di questa carta edita in Francia è di nuovo in metri, fatto che non stupisce visto che il sistema metrico decimale, già adottato nel mondo transalpino durante la Rivoluzione francese, era stato reintrodotta sin dal 1840 come sistema ufficiale sotto il regno di Luigi Filippo I.

Ad alcuni anni di distanza e in parallelo rispetto all'impegno politico risorgimentale portato avanti a Imola entro la Società Nazionale (MERLINI 2009, pp. 131-132), nel 1856 uno Scarabelli ora più maturo (trentaseienne) tornò ad occuparsi della Grotta del Re Tiberio e della sua topografia, questa volta in coppia con Giacomo Tassinari (1812-1900), farmacista e naturalista, altro studioso romagnolo di grande profilo e suo collaboratore di lungo corso, tra le cui competenze figurava appunto anche la cartografia (si veda la sua pianta del castello di Monte Mauro, sempre sulla Vena del Gesso, datata 1875: PIASTRA 2010). In questi stessi anni la collaborazione scientifica

tra Scarabelli e quell'Antonio Toschi che ne aveva caldeggiato l'adesione presso la Société Géologique de France un decennio prima, permettendogli così di pubblicare la propria teoria sull'antico lago a monte della Stretta di Rivola, era invece di fatto conclusa, causa il ritiro a vita privata e la precocissima cessazione dell'attività di ricerca da parte del secondo (fatto che Scarabelli non mancò di rimproverare bonariamente all'amico in privato: MERLINI 1999, p. 100).

La carta, manoscritta e conservata presso la Biblioteca Comunale di Imola (Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128) (BARUZZI 2006, p. 315), datata con precisione al 27 ottobre 1856, è la prima, in relazione alla cavità, ad avere una scala tale da permettere di apprezzare i particolari e un confronto metrico rispetto ai rilievi speleologici odierni.

Si tratta inoltre della prima rappresentazione a riportare, contemporaneamente, sia pianta sia sezione del Re Tiberio.

Da tempo noto (PACCIARELLI 1996, pp. 48-49; da ultimo, ERCOLANI *et alii* 2013a, p. 104, fig. 1 e PIASTRA 2018, p. 184, fig. 5), il rilievo (fig. 4a) mostra il condotto iniziale, la "Sala Gotica" e i rami alti e bassi a monte di essa. Il limite estremo del sistema carsico raggiunto da Scarabelli e Tassinari è dichiarato 40 metri circa a monte della "Sala Gotica".

Sul piano tecnico, il nord è presente in basso a destra come «Ago mag.[netic]o», ossia il nord ottenuto tramite la bussola (tra i pochi strumenti a disposizione del Nostro); lo sviluppo lineare della cavità risulta indicato, in basso, in metri secondo "tratte" contigue, di dimensioni diverse tra loro, a loro volta facenti riferimento a caposalda evidenti sul terreno, usati come stazione (ad esempio il primo tratto della galleria con pavimento piatto, l'inizio della "Sala Gotica", l'inizio del "ramo storico" oltre ad essa, ecc.).

Il fatto che, nel 1856, Scarabelli e Tassinari utilizzino, come peraltro il solo autore imolese già nel 1845 e nel 1851, il sistema metrico decimale per la loro cartografia è un aspetto sinora mai discusso, a quanto ci risulta: com'è noto, il sistema metrico decimale entrò in vigore solamente con l'Unità d'Italia, soppiantando la babele di unità di misura pre-unitarie (differenti tra loro da stato a stato) e la variabilità, all'interno dello stesso stato pre-unitario, da città a città (si pensi allo Stato Pontificio, dove appunto sia la nostra cavità, sia Imola, città dove i due autori risiedevano, erano ubicate) (CASALENA 2012a). Una tale scelta ci sembra vada spiegata nella consapevolezza, presso i due studiosi, dell'irrazionalità e dell'insostenibilità in campo scientifico di unità di misura locali, le quali avrebbero costretto eventuali lettori non pontifici a fare equivalenze. Questo pensiero si inquadrava poi in un più ampio dibattito, allo stesso tempo

scientifico e patriottico (tema quest'ultimo caro a entrambi: CASALENA 2012b): sin dai Congressi degli Scienziati Italiani in epoca pre-unitaria (1839-1847), luogo in cui riaffermare il carattere "nazionale" della scienza e superare le divisioni politiche del paese (CASALENA 2007), si discusse sull'adesione, da parte dei partecipanti, al sistema metrico decimale e del suo utilizzo nelle pubblicazioni; nel 1843 Giuseppe Cadolini, tra gli alfieri della proposta, pubblicò un libro onnicomprensivo circa le equivalenze dei vari sistemi italiani del tempo (CADOLINI 1843); a conferma dell'importanza del tema, nel 1858, due soli anni dopo il rilievo di Scarabelli e Tassinari, usciva un'apposita pubblicazione di equivalenze relativa a tutti i territori pontifici (ANONIMO 1858). Ma l'evidenza principe a supporto di un nesso, entro la carta in esame, tra uso del sistema metrico decimale-ideali patriottici-carattere nazionale della scienza è rappresentata dal fatto che, secondo gli studi di Franco Merlini, Giuseppe Scarabelli prese effettivamente parte ad almeno due Congressi degli Scienziati Italiani, a Pisa e Firenze (MERLINI 1999, p. 23).

La medesima grafia e il medesimo inchiostro utilizzato in ogni didascalia o scrittura del documento rendono invece estremamente poco verosimile l'ipotesi che nel 1856 i due intellettuali abbiano realizzato la sola topografia della grotta, e solamente dopo l'Unità d'Italia, col sistema metrico decimale allora adottato, abbiano aggiornato la carta aggiungendovi le nuove unità di misura ufficiali.

Si apprezzi lo scarto (e, di riflesso, lo spessore di Scarabelli e Tassinari), in relazione sempre al Re Tiberio, rispetto all'agrario persicetano Giovanni Orlandi, il quale tentò uno sfruttamento dei depositi di guano interni alla grotta come fertilizzante agricolo negli anni Quaranta del XIX secolo: un decennio prima della carta in esame, Orlandi usa i piedi bolognesi come unità di misura lineare per descrivere la nostra cavità posta nel territorio faentino (PIASTRA 2013, p. 428, con relative equivalenze qui riportate rispetto al sistema metrico decimale).

Confrontando il rilievo Scarabelli-Tassinari e le relative misure con il rilievo speleologico odierno, i due studiosi ottocenteschi cartografano uno sviluppo del sistema carsico, dall'ingresso al punto estremo del "ramo storico" da loro raggiunto, dichiarato in 109,60 metri complessivi (26 m+13,30 m+16,30 m+15 m+10 m+10 m+19 m): la sezione risulta più precisa della pianta, permettendo, sulla base anche delle morfologie riportate, di posizionare con una certa sicurezza il terminale toccato sulla sezione speleologica odierna (fig. 4b; il punto estremo raggiunto dovrebbe in realtà porsi a una novantina abbondante di metri dall'ingresso). L'approssimazione

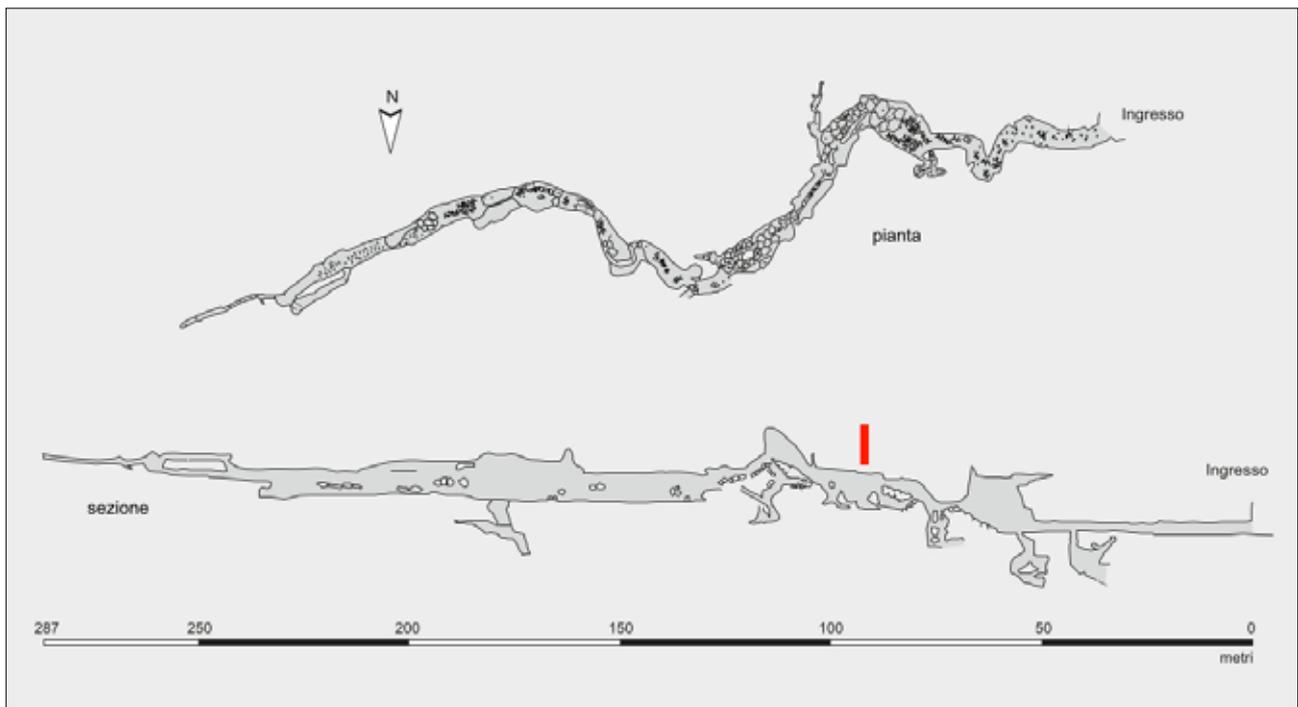
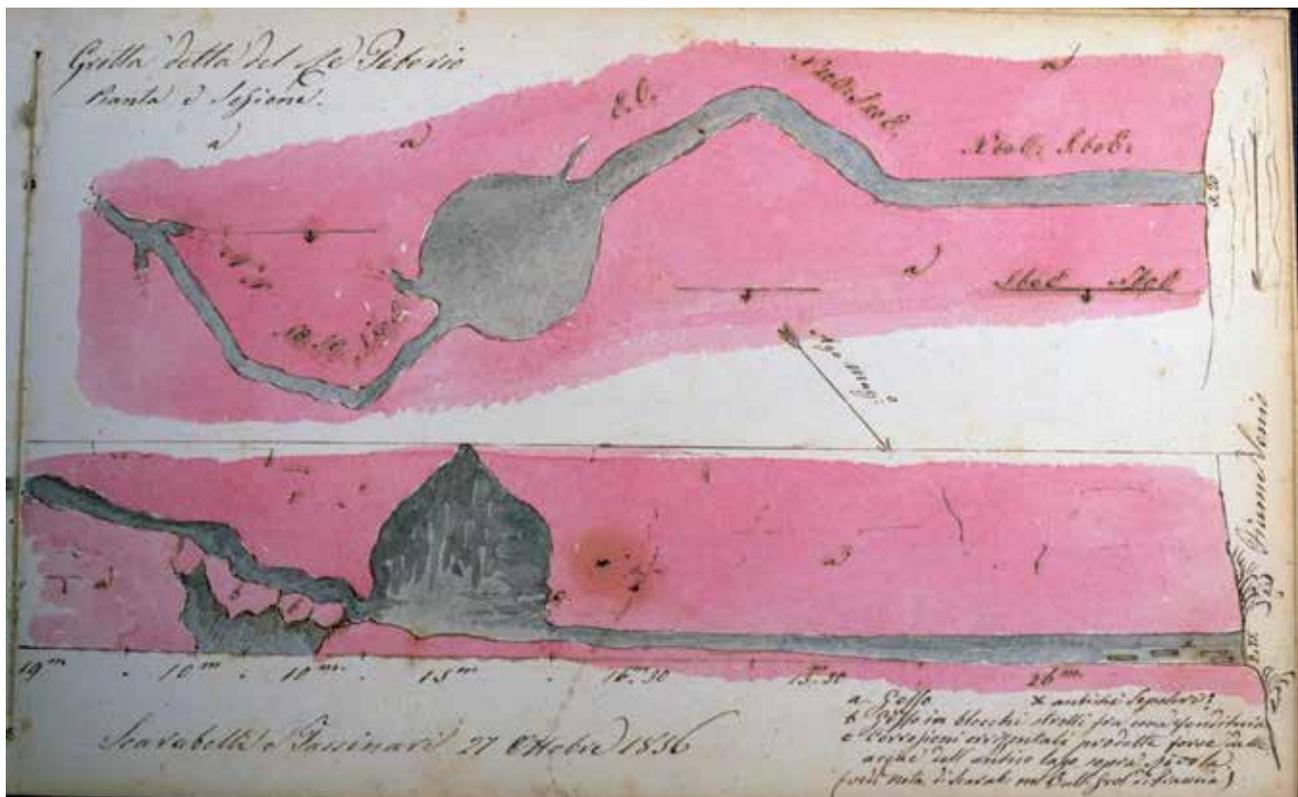


Fig. 4 – a) BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128, Giuseppe Scarabelli e Giacomo Tassinari, *Grotta detta del Re Tiberio. Pianta e sezione*, 27 ottobre 1856 (da PIASTRA 2018). Pianta e sezione manoscritte della Grotta del Re Tiberio;

b) Rilievo odierno del “ramo storico” della Grotta del Re Tiberio (da ERCOLANI *et alii* 2013b; rielaborato), così come terminava prima delle esplorazioni dello Speleo GAM Mezzano del 2000 (ERCOLANI *et alii* 2013b, p. 132): la linea rossa verticale georeferenzia il punto di esplorazione estremo raggiunto da Scarabelli e Tassinari, così come indicato nella pianta e nella sezione del 1856, verosimilmente in corrispondenza di un passaggio o di un “salto” difficoltoso tra i massi di gesso. Si tratta probabilmente del medesimo terminale del “ramo storico” cartografato dall’autore imolese sin dagli anni Quaranta del XIX secolo (cf. figg. 1-3).

della pianta (ad esempio in una resa eccessivamente rettilinea della galleria iniziale) può essere ricondotta, oltre a scarsa esperienza e all'utilizzo di una unità di misura lineare atipica per il periodo, anche al poco tempo a disposizione: il documento dichiara come il lavoro fu terminato in un'unica giornata, il 27 ottobre 1856.

Nel 1872 Scarabelli considerava ancora pienamente attendibile il suo rilievo del 1856 effettuato assieme a Tassinari, visto che indicava una distanza della "Sala Gotica" rispetto all'ingresso del Re Tiberio di «metri 55 circa» (SCARABELLI 1872, p. 10): un dato basato verosimilmente sulla carta di fig. 4a che egli doveva conservare presso di sé, dove tale distanza è appunto riportata come di 55,60 metri su tre tratte (26 m+13,30 m+16,30 m).

La legenda indica con la lettera a, in rosa, i gessi messiniani in cui la grotta è ricavata; con la lettera b, troviamo «Gesso in blocchi stretti fra una fenditura»,

ossia massi di gesso "incastrati" solo lateralmente rispetto al cunicolo del "ramo storico"; con la lettera c, abbiamo, presso la "Sala Gotica", «corrosioni orizzontali prodotte dalle acque dell'antico lago sopra Rivola (vedi nota di Scarab.[elli] nel Boll. Geol. di Francia)».

In particolare, quanto indicato sotto la lettera c risulta interessante: Scarabelli, rimandando alla propria pubblicazione del 1851 (SCARABELLI 1851), che evidentemente nel 1856 riteneva ancora valida, interpreta i vari livelli e le "mensole" effettivamente visibili sulle pareti gessose della "Sala Gotica" (ERCOLANI *et alii* 2013b, p. 131) come evidenze di antichi livelli del bacino lacustre da lui ipotizzato a monte della Stretta di Rivola, le cui acque dovevano penetrare (e anzi essere alla base della genesi stessa) della cavità. Pur nell'errore dell'interpretazione generale del fenomeno come connesso a un antico lago, va però riconosciuto a Scarabelli di intuire

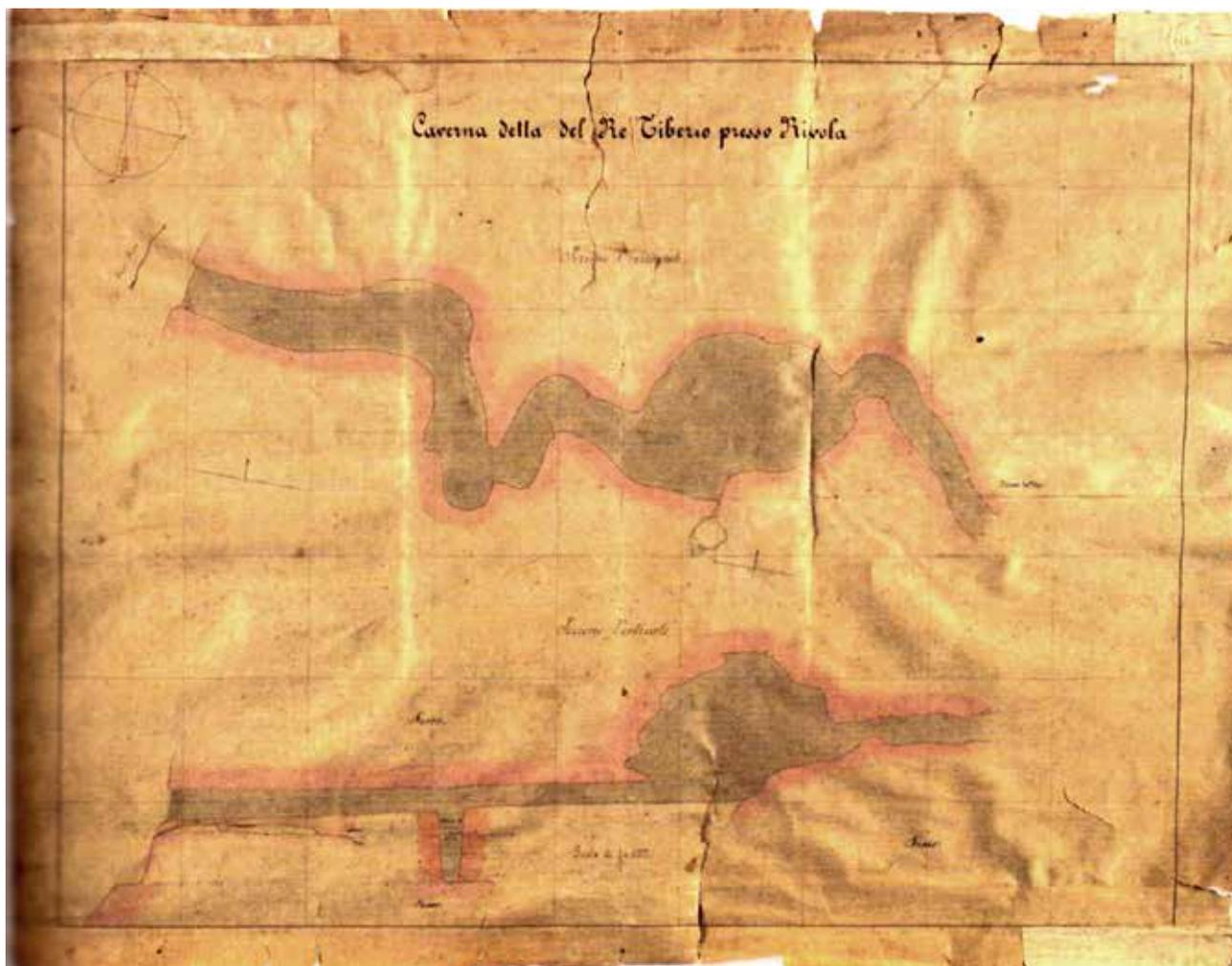


Fig. 5 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, Giuseppe Scarabelli, *Caverna detta del Re Tiberio presso Rivola* (1870), scala 1:100 (da BARUZZI 2006). Il rilievo georeferenziale (in pianta, il cerchio addossato alla parete sinistra in corrispondenza del primo meandro) il saggio di scavo archeologico praticato nel 1870 dallo scienziato imolese all'interno della cavità in funzione del V Congresso di Antropologia e Archeologia Preistoriche dell'anno successivo: si tratta di uno dei primi scavi archeologici in Italia effettuati secondo metodologia stratigrafica.

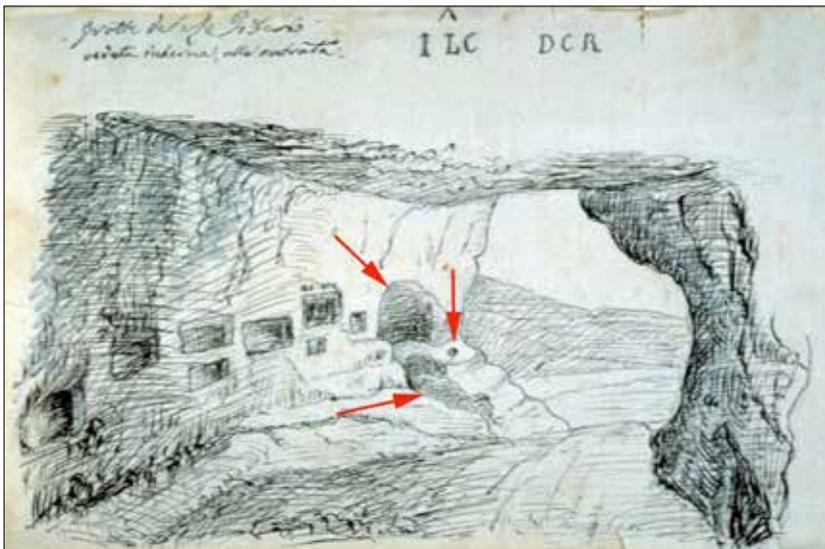
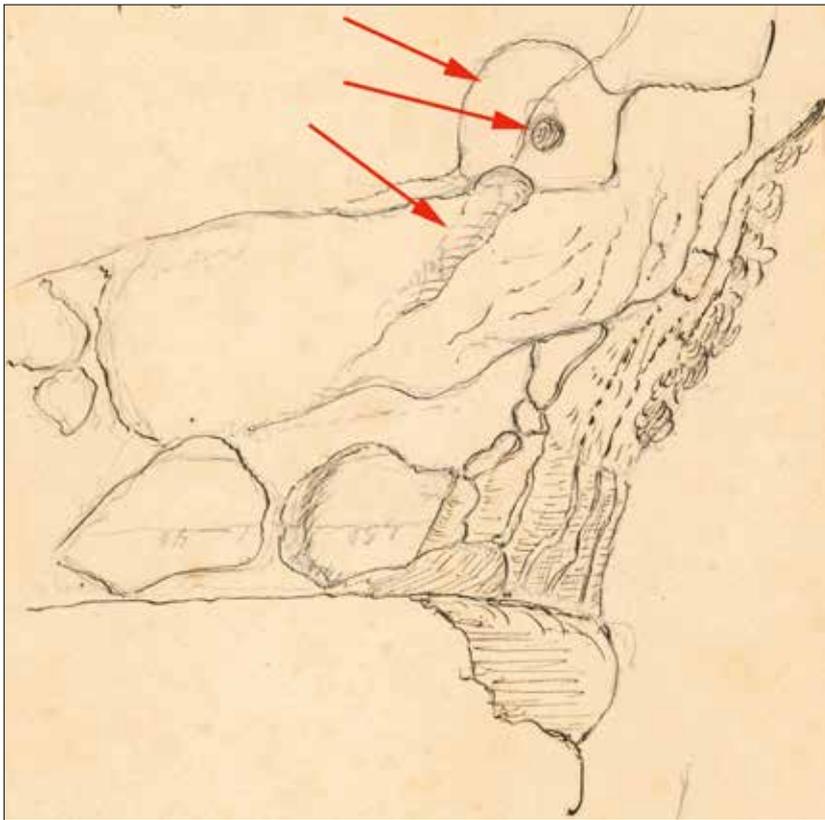


Fig. 6 – a) BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 077, Giuseppe Scarabelli, *Ingresso della Grotta [del Re Tiberio] (in pianta)*, 1870 circa. Pianta dell'area ingressuale della cavità;

b) BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128, *Grotta del Re Tiberio, veduta interna, alla entrata*, anni Quaranta-Cinquanta del XIX secolo? Le sigle in alto riportano scritte incise sulle pareti gessose, visibili al tempo dello scienziato imolese (da BERTANI, PACCIARELLI 1996);

c) La situazione attuale: si notano l'ampia nicchia semicircolare ricavata nella parete destra dell'ingresso, un ripiano in cui è presente uno scasso "a coppella" nel substrato e una canaletta di scolo delle acque raccolte nelle "vaschette" dell'età del Ferro, strutture già rappresentate, rispettivamente in pianta e in modo prospettico, nelle figg. 6a-b (foto P. Lucci).

almeno *in nuce*, in tempi precocissimi, il collegamento tra i segni sulle pareti a differenti livelli di scorrimento idrico.

Ancora, la lettera x evidenzia dubitativamente «Antichi sepolcri?»: si tratta delle “vaschette” rupestri presenti all’ingresso del Re Tiberio, oggi interpretate come databili verosimilmente all’età del Ferro e funzionali alla raccolta di acque di stillicidio per usi rituali e culturali, a cui si associavano deposizioni di offerte (bronzetti, vasetti miniaturistici) (MIARI *et alii* 2013). Le vaschette vennero forse scambiate da Scarabelli e Tassinari per una struttura assimilabile a un colombario romano, ossia loculi che ospitavano urne cinerarie.

Un riferimento chiaro, in legenda, al lago ipotizzato (lettera c), e solo un vago cenno dubitativo, peraltro con interpretazione poi rivelatasi errata, a strutture archeologiche di cronologia imprecisata (lettera x), confermano quanto già osservato da Marco Pacciarelli (PACCIARELLI 1996, p. 49), ossia che la frequentazione di Scarabelli (nonché di Tassinari) del Re Tiberio fosse originariamente mossa da ragioni geologiche, e non paleontologiche. In altre parole, l’autore imolese studiò il Re Tiberio *in primis* per avvalorare la propria teoria circa il bacino lacustre presso Rivola, e solo in un secondo momento, a partire dagli anni Sessanta del XIX secolo e sempre in coppia con Tassinari, egli sembra scoprire la reale dimensione paleontologica della cavità (TASSINARI 1865; SCARABELLI 1866).

A un quindicennio circa di distanza, dopo nel frattempo aver servito come Sindaco di Imola ed essere stato nominato Senatore del Regno (1864) e dopo aver compiuto, come detto, verso la metà degli anni Sessanta alcune indagini archeologiche preliminari entro il nostro sistema carsico, nel 1870 Scarabelli tornò a cartografare la Grotta del Re Tiberio. Si tratta di un rilievo manoscritto (pianta e sezione) (fig. 5), intitolato *Caverna detta del Re Tiberio presso Rivola* e conservato presso la Biblioteca Comunale di Imola (BARUZZI 2006, pp. 63, n. 136, 258-259, n. 35): nell’economia di questo lavoro, non è tanto la topografia della cavità ad interessare, quanto piuttosto il suo uso strumentale in funzione della georeferenziazione precisa del saggio di scavo archeologico (visibile sia in pianta, sia in sezione) (BERTANI 1996, p. 423, fig. 4), tra i primissimi ad essere condotto secondo metodologie stratigrafiche in Italia (TARANTINI 2012, p. 54; MIARI 2018, p. 109), praticato in quell’anno dallo studioso imolese in funzione di reperire dati da presentare al V Congresso Internazionale di Antropologia e Archeologia Preistoriche, in programma a Bologna nel 1871 e nella cui organizzazione il Nostro ebbe un ruolo importante (MIARI *et alii* 2013, p. 378). In particolare, la pianta del 1870 risulta più accurata

rispetto all’omologa del 1856.

Su un piano più generale, a partire da questa fase Scarabelli sembra procedere “in solitaria” circa le indagini al Re Tiberio, e non più in coppia con Tassinari come in occasione del rilievo del 1856 della cavità o degli scavi archeologici degli anni Sessanta del XIX secolo.

Si ricollega verosimilmente al rilievo della cavità del 1870 un’ulteriore serie di rappresentazioni grafiche scarabelliane focalizzate sul solo ingresso della risorgente fossile del sistema carsico, ad oggi a quanto ci risulta inedite. Si tratta di lavori manoscritti, a penna o a matita, ricompresi, pur con orientamenti differenti, entro un unico foglio cartaceo (BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 077), non definitivi, sicuramente riferibili al Re Tiberio sulla base degli elementi rappresentati, ma anche perché il *verso* del foglio riporta l’annotazione, di grafia scarabelliana, «Caverna del Re Tiberio» (BARUZZI 2006, p. 63, n. 136). In basso a destra nel foglio (fig. 6a) troviamo la pianta della cavità, a penna, intitolata *Ingresso della Grotta (in pianta)*. Sono ben identificabili, in alto, l’ampia nicchia semicircolare ricavata nella parete destra dell’ingresso, un ripiano in cui è presente uno scasso nel substrato “a coppella” e una canaletta di scolo delle già citate acque raccolte nelle “vaschette” dell’età del Ferro a fini rituali e culturali. Tali particolari risultano individuabili anche in un famoso disegno prospettico dello scienziato imolese, orientato dall’interno verso l’esterno, da tempo noto (fig. 6b) (BERTANI, PACCIARELLI 1996, p. 431, fig. 2), e sono ancora oggi visibili *in loco* (fig. 6c). Sulla destra del rilievo risultano intuibili livelli e modanature incisi nel substrato nell’immediato ingresso della grotta, forse da identificare con le strutture emerse in seguito agli scavi archeologici del 2013 nello stesso settore, oppure con altre strutture similari (NEGRINI, POLI 2018, pp. 123-124).

Il legame tra quanto rappresentato in questo foglio manoscritto e il rilievo del 1870 di fig. 5 ci sembra esplicito, in quanto nel medesimo *recto* del foglio, in alto a sinistra e ruotata di 90 gradi, si nota una bozza preparatoria a matita della pianta di fig. 5 in relazione alla sola zona ingressuale (fig. 7): si identificano distintamente il primo meandro della cavità, nonché il posizionamento del saggio di scavo scarabelliano, addossato alla parete e indicato con la medesima simbologia (un circoletto) di fig. 5; ulteriori appunti rimandano qui alla profondità raggiunta dal saggio stratigrafico eseguito dal Nostro. Ancora, un nesso tra i rilievi delle figg. 5 e 6-7 sembra confermata dalla collocazione contigua entro l’archivio scarabelliano presso la Biblioteca di Imola (rispettivamente, SCARA/FI A 076 e SCARA/FI A 077).

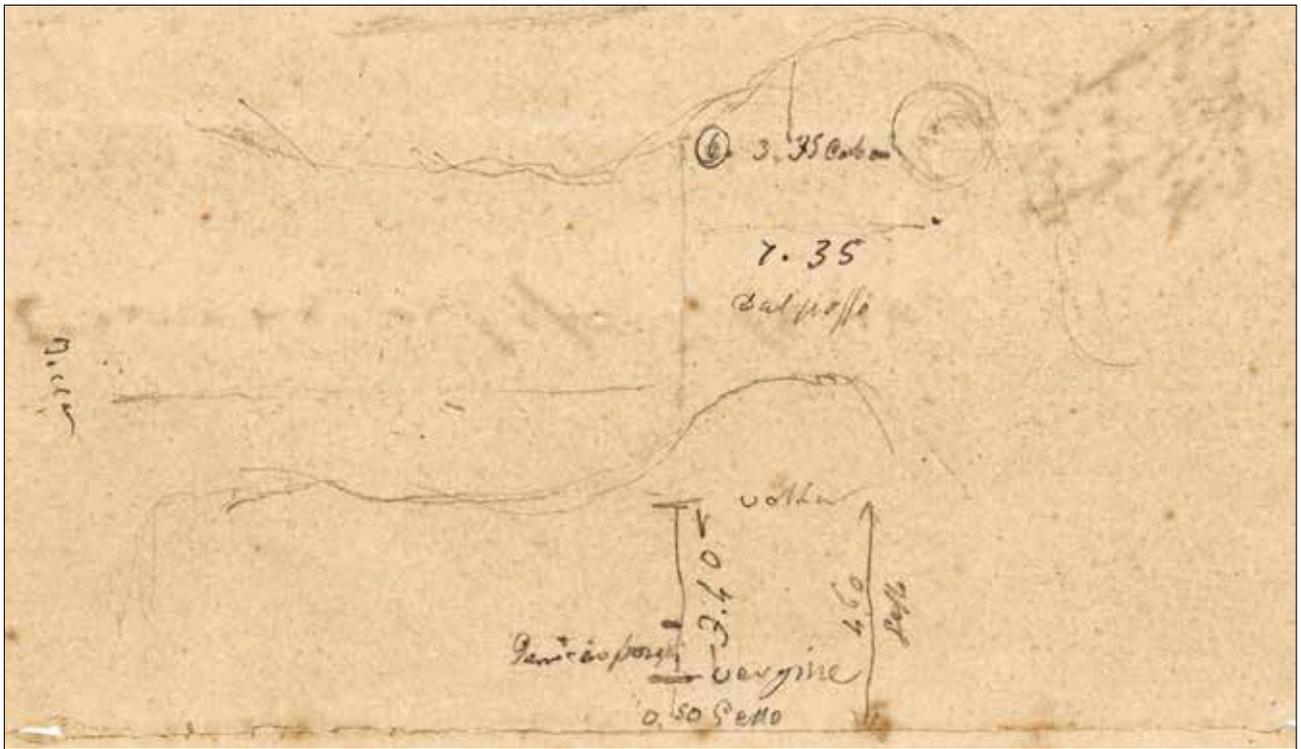


Fig. 7 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 077, Giuseppe Scarabelli, bozza a matita di una pianta del Re Tiberio relativa al solo ingresso e all'area del saggio stratigrafico del 1870 (simboleggiato dal circolo addossato alla parete sinistra in corrispondenza di un meandro), preliminare rispetto alla carta di fig. 5. Si leggono inoltre dati e una sezione dello stesso saggio. 1870 circa.



Fig. 8 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 077, Giuseppe Scarabelli, bozza di sezione dell'area ingressuale della Grotta del Re Tiberio. 1870 circa.

Sempre lo stesso foglio cartaceo riporta, in alto a destra, a matita, quella che sembra una sezione dell'ingresso del Re Tiberio (fig. 8).

La prossimità di collocazione tra le figg. 5-8 e la propedeuticità dell'esecuzione delle une sull'altra suggeriscono quindi una datazione al 1870 di tutto questo gruppo di rilievi.

Viceversa, una collocazione di fig. 6b entro l'Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128 (la stessa collocazione delle figg. 1 e 4a) induce invece a ritenere il disegno prospettico dall'interno verso l'esterno precedente al nucleo di rappresentazioni grafiche eseguite contestualmente allo scavo stratigrafico del 1870, e ascrivibile verosimilmente alla prima fase di studi scarabelliani sul Re Tiberio degli anni Quaranta e Cinquanta del XIX secolo.

Nel contesto del sopraccitato V Congresso Internazionale di Antropologia e Archeologia Preistoriche, Scarabelli presentò anche una notevole

immagine fotografica di Monte Tondo e della nostra cavità dall'esterno, databile quindi al 1871 o poco prima, recentemente identificata con un esemplare oggi presso la biblioteca imolese (fig. 9) (PIASTRA 2019a, p. 632, fig. 1): si tratta della più antica fotografia di una grotta nei gessi emiliano-romagnoli (PIASTRA 2019a, p. 635), o forse a livello italiano, o ancora europeo oppure addirittura mondiale (ad ora, non sono state infatti rintracciate immagini fotografiche di grotte nelle evaporiti internazionali antecedenti a quella in esame). Consapevole della qualità dello scatto fotografico in oggetto, Scarabelli lo riutilizzò come base su cui ricalcare dapprima una velina, poi a sua volta trasferita su un nuovo cartone elaborato a penna, in cui era delineata una sezione geologica di Monte Tondo (con imboccatura esterna della cavità ben evidenziata) (fig. 10), completa di simbologia e didascalia, a cui si aggiungevano inoltre pianta e sezione a piccola scala della Grotta del Re Tiberio,

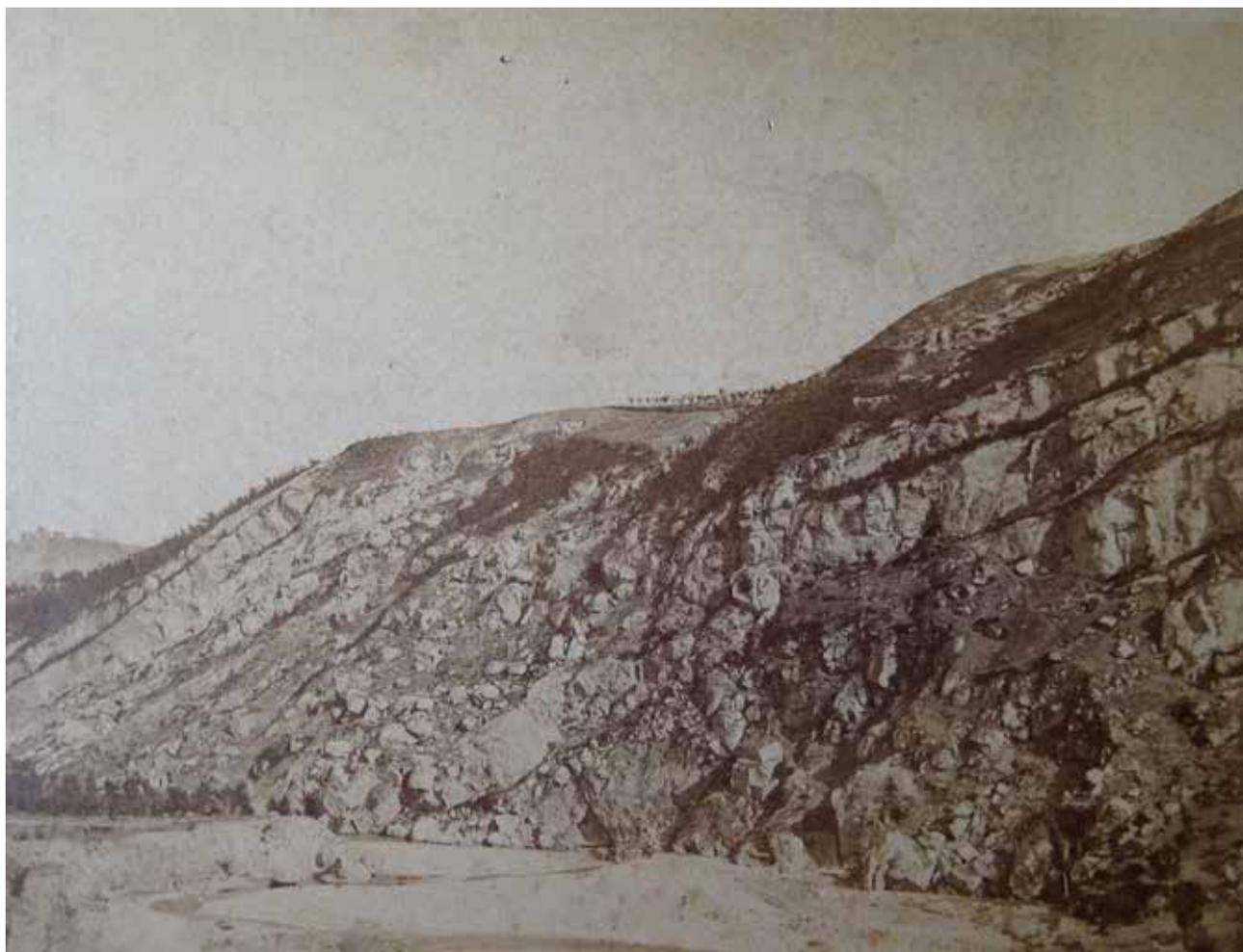


Fig. 9 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI E 1. Monte Tondo e la Grotta del Re Tiberio in un'immagine virata a seppia, di fotografo ignoto, del 1871 circa (da PIASTRA 2019a). Già appartenuta a Giuseppe Scarabelli, essa presenta una sua didascalia autografa. Lo scatto fu probabilmente presentato 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.

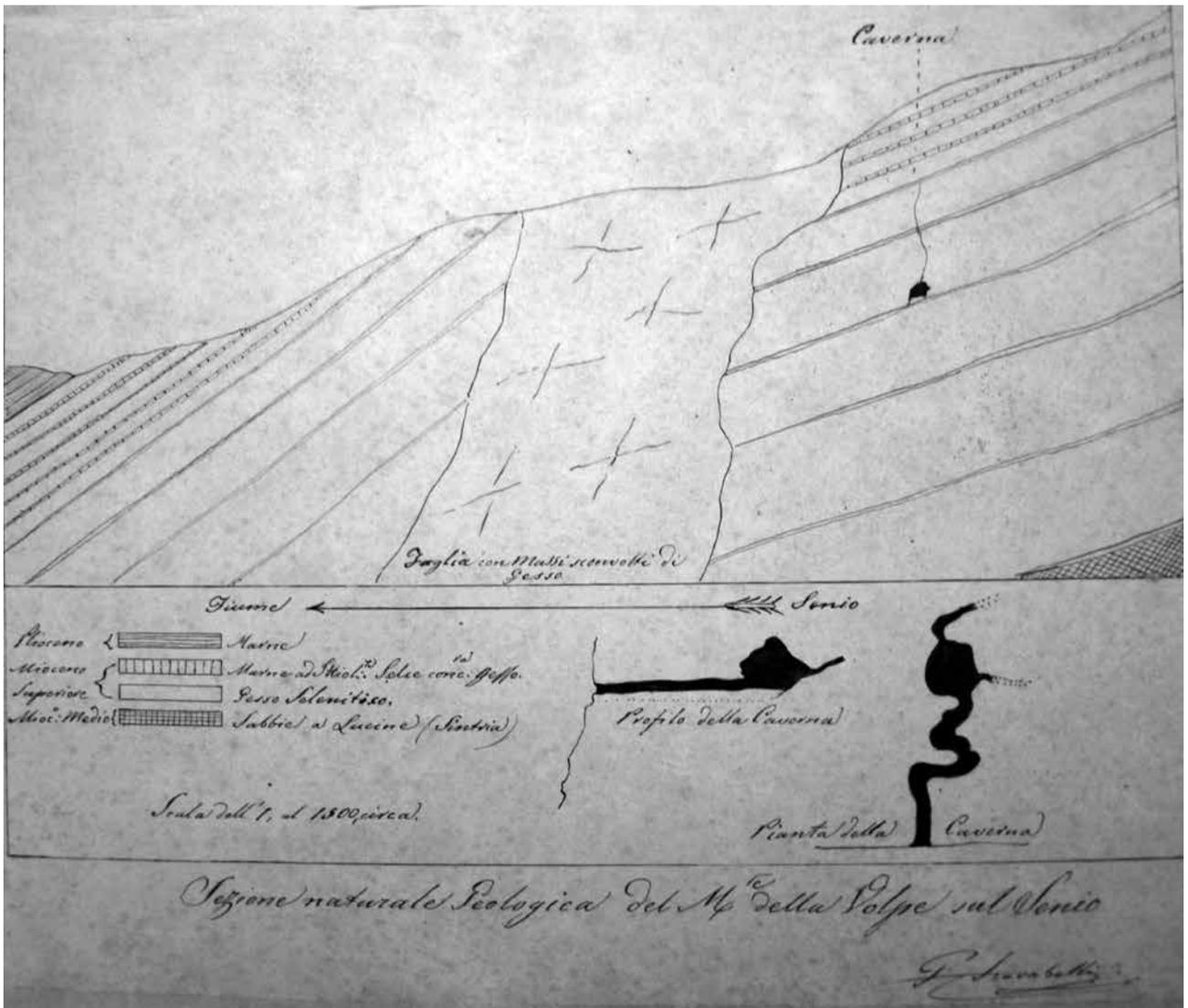


Fig. 10 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 85 bis. Cartone facente parte dell'apparato didascalico del Gabinetto scientifico di Storia Naturale imolese, realizzato da Giuseppe Scarabelli ricalcando e rielaborando la fotografia di fig. 9 (da PIASTRA 2019a). Il pezzo, databile attorno al 1871, è firmato da Scarabelli in persona (in basso a destra). Al centro è evidenziata una faglia, oggi nota come "faglia Scarabelli" (DE WAELE *et alii* 2013, p. 85; VAI, MARABINI 2013, p. 370, fig. 7).

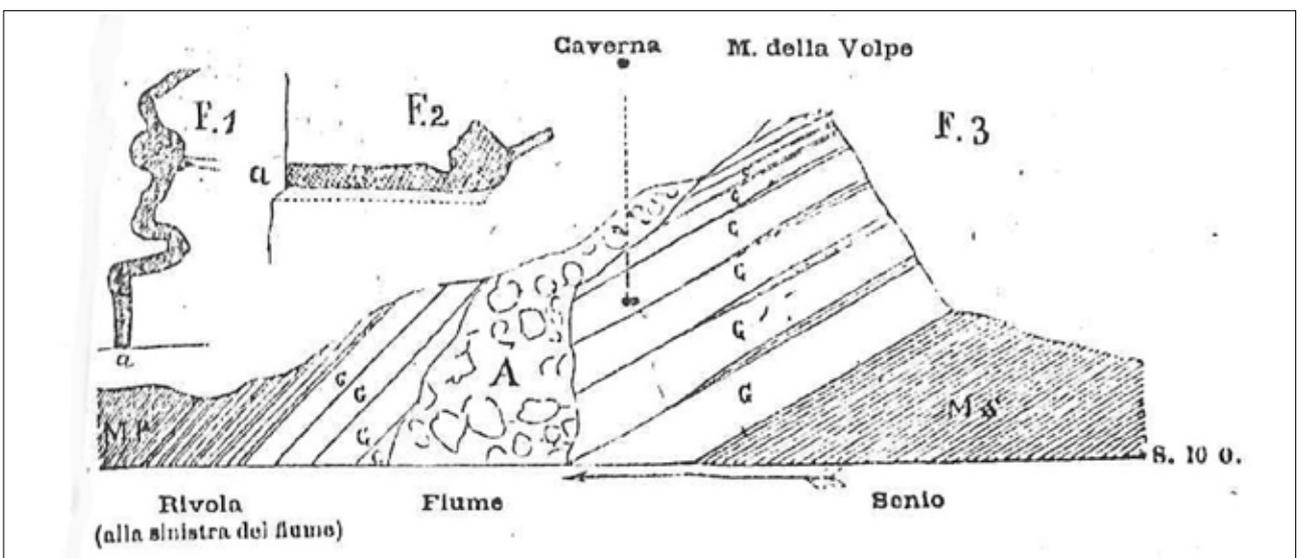


Fig. 11 – Sezione geologica a stampa dell'area di Monte Tondo con pianta e sezione della Grotta del Re Tiberio, ricavata dalla fotografia di fig. 12, edita da Giuseppe Scarabelli all'interno di un suo articolo sulla cavità (da SCARABELLI 1872).

derivate dai rilievi degli anni precedenti. Il pezzo così ottenuto divenne un apparato didascalico di quel Gabinetto scientifico di Storia Naturale, poi Museo di Storia Naturale, di Imola, cofondato nel 1857 da Scarabelli e Tassinari assieme ad altri naturalisti, e all'interno del quale la Vena del Gesso romagnola rivestiva un ruolo preminente (SKEATES 2000, p. 21; PIASTRA 2013, p. 433). Tale cartone, nella cui economia il rilievo della nostra cavità era comunque secondario rispetto alla sezione geologica della spalla destra della Stretta di Rivola, è rimasto presso il museo imolese sino a tempi recentissimi (2012), quando è stato versato presso la Biblioteca Comunale di Imola (PIASTRA 2019a, pp. 634, fig. 3, 636).

Il metodo scarabelliano dell'utilizzo di un materiale di lavoro all'epoca decisamente raro quale la fotografia per ricavare, tramite ricalco, riduzione e rielaborazione, sezioni geologiche, fu ripetuto nel 1872 o poco prima sempre in relazione a Monte Tondo e alla stretta rivolese. In occasione della pubblicazione su rivista (SCARABELLI 1872) dei propri scavi archeologici eseguiti al Re Tiberio nel 1870 e già presentati al convegno bolognese dell'anno successivo, lo scienziato imolese allegò al proprio articolo a stampa una sezione geologica della destra Senio (fig. 11), a cui aggiunse, come già nel cartone di fig. 10 (il quale costituisce una specie di prototipo della figura in esame), pianta e sezione della cavità. Di nuovo, si tratta di una rappresentazione derivativa

e a piccola scala, di interesse secondario rispetto al discorso geologico, che resta prioritario. Già in passato si era ipotizzato che tale sezione a stampa si ricollegasse a una fotografia (si era pensato a quella di fig. 9, virtualmente "ruotata" di alcuni gradi in relazione al punto di scatto: PIASTRA 2019a, p. 636), anche perché lo stesso Scarabelli definiva la sua sezione come «lucidata quasi per intero da una fotografia» (SCARABELLI 1872, p. 7); ora, in seguito al ritrovamento presso l'archivio scarabelliano conservato all'interno della Biblioteca Comunale di Imola (SCARA/A 114; BARUZZI 2006, p. 90, n. 4) di un'immagine fotografica già in possesso del Nostro, a quanto ci risulta inedita e di qualità invero non eccelsa (fig. 12), caratterizzata dalla stessa prospettiva di fig. 11 e dal medesimo formato "allungato", appare più plausibile pensare a un'operazione di ricalco dello scatto di fig. 12, sua riduzione, rielaborazione e infine trasposizione nella sezione a stampa pubblicata entro SCARABELLI 1872. È ignoto l'autore di questa fotografia; data la differente qualità dell'immagine, non sembra trattarsi dello stesso fotografo di fig. 9; non appare inoltre verosimile che si tratti di Ugo Tamburini (si veda *infra*), che all'epoca era appena ventiduenne e la cui collaborazione con lo scienziato imolese è successiva.

Il 23 maggio 1898 uno Scarabelli ormai anziano ritornò sul luogo in cui tutto era iniziato oltre cinquant'anni prima. Lo accompagnava questa volta non Tassinari,



Fig. 12 – BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/A 114. Fotografia inedita, di autore ignoto, relativa a Monte Tondo e alla Grotta del Re Tiberio (1872 circa), già appartenuta a Giuseppe Scarabelli. Essa funse da base per ricavare la sezione geologica di fig. 11.



Fig. 13 – Fotografia di Ugo Tamburini relativa a Monte Tondo e la Grotta del Re Tiberio (1898). Essa fu scattata in occasione di un'escursione fatta assieme a Scarabelli, nell'ambito della quale lo scienziato imolese elaborò le sezioni geologiche di fig. 14.

bensi un fotografo, l'imolese Ugo Tamburini (1850-1914), col quale mise in piedi un'interessante collaborazione che oggi definiremmo post-ideologica (Scarabelli, conservatore, come detto fu Sindaco di Imola dopo l'Unità, mentre Tamburini ricoprì la stessa carica più tardi, primo Sindaco di un'amministrazione democratica di una città italiana) (PIASTRA 2019a, p. 637). Tamburini, socio della sezione bolognese del CAI (di cui era peraltro membro anche Scarabelli sin dal 1864: MERLINI 1999, p. 175) e interessato alla Vena del Gesso, avendo ad esempio immortalato la cima di Monte Mauro verso il 1890 (PIASTRA 2019b, pp. 695, 698, fig. 46), fu invitato dal geologo imolese per documentare nuovamente tramite fotografia Monte Tondo e la Grotta del Re Tiberio, nel più ampio orizzonte della già discussa importanza attribuita dal Nostro allo strumento fotografico in funzione della ricerca (MARABINI 1995a, p. 144) (ennesimo elemento che di nuovo lo accumulò a Tassinari: BARUZZI 2006, pp. 81, 85, nota 1). Lo scatto effettuato risultò notevole (fig. 13), destinato a essere riprodotto nei decenni successivi nelle pubblicazioni (PIASTRA 2019a, p. 638) sino a costituire, ai nostri giorni, una fonte iconografica cruciale per la ricostruzione dell'originaria articolazione del sistema carsico del

Re Tiberio prima dell'apertura, nel 1958, della cava ANIC, la quale alterò in modo irreversibile il reticolo idrografico sotterraneo (DE WAELE *et alii* 2013, pp. 88-93, le cui conclusioni sono state revisionate e integrate in PIASTRA 2019a, pp. 637-638, figg. 6, 8). Nel corso dell'escursione del 1898 (una delle ultime uscite sul terreno in chiave scientifica del Nostro, seguita, per quanto è noto, da un'altra del 1899 alla Grotta del Farneto nei Gessi Bolognesi: PIASTRA 2020, pp. 165-166) Scarabelli elaborò sul proprio taccuino due sezioni geologiche manoscritte della Stretta di Rivola (MARABINI 1995a, p. 142, fig. 25), la prima (fig. 14a) relativa alla spalla sinistra della Stretta e subparallela al Senio, la seconda (fig. 14b) trasversale al Senio e ricavata all'interno della dorsale gessosa in corrispondenza del piano indicato con «A» in fig. 14a (molto simile dunque, salvo l'orientamento speculare, alla sezione di fig. 3, edita nel 1851). Anche in questo caso è presente una sezione della Grotta del Re Tiberio, stavolta ancora più schematica e impressionistica rispetto ai casi precedenti: ciononostante si notano il cunicolo iniziale, la "Sala Gotica", il tratto iniziale del "ramo storico".

In fig. 14b, così come in figg. 10-11, il toponimo utilizzato per indicare il rilievo in cui si apre la cavità



è Monte della Volpe, e non l'odierno Monte Tondo: come è già stato notato (PIASTRA 2013, p. 407), ciò sembra sottintendere che il secondo toponimo sia di invenzione (o di uso estensivo) relativamente recente, codificato dalla cartografia; tuttora è il primo nome di luogo a fungere da punto di riferimento per la georeferenziazione della grotta presso i residenti.

Nel contesto dell'analisi approfondita dei vari rilievi scarabelliani del Re Tiberio qui discussi, elaborati nell'arco di oltre un cinquantennio (1845-1898), un'ultima considerazione va dedicata allo Scarabelli speleologo: il Nostro si dimostra sì curioso del mondo ipogeo, ma in funzione delle sue ricerche geologiche prima e paleontologiche poi; non sembra invece possedere quella tensione, tipica della speleologia, verso lo spingere sempre più avanti il limite massimo dell'esplorazione. Ne è un argomento il fatto che egli non sembra mai essersi avventurato oltre il punto del "ramo storico" già raggiunto sin dal 1845 e poi cartografato in modo più accurato nel 1856, da identificarsi in modo preciso, verosimilmente, con un "salto" accentuato tra i massi di gesso del cunicolo (cf. fig. 4b): nel cinquantennio successivo l'autore imolese non sembra aver tentato di proseguire l'esplorazione verso monte attraverso passaggi via via più difficili, ma tutt'altro che estremi, angusti o in cui procedere strisciando, nemmeno quando a lui si affiancò, in una fase intermedia delle ricerche, Giacomo Tassinari.

### Fonti inedite

BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, Archivio scientifico di Giuseppe Scarabelli 128, *Pianta dell'antico Lago della Valle del Senio*, 1845; G. Scarabelli, G. Tassinari, *Grotta detta del Re Tiberio. Pianta e sezione*, 27 ottobre 1856; *Grotta del Re Tiberio, veduta interna, alla entrata*, anni Quaranta-Cinquanta del XIX secolo?.

BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/A 114 (fotografia storica, di autore anonimo, di Monte Tondo).

BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 076, *Caverna detta del Re Tiberio presso Rivola*, 1870.

BIBLIOTECA COMUNALE DI IMOLA, SCARA/FI A 077, *Ingresso della Grotta [del Re Tiberio] (in pianta)*, 1870 circa.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE, Département Cartes et plans, GE D-18016 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8495606n/f1.item.zoom#>).

### Bibliografia

ANONIMO 1858, *Tavole di ragguaglio fra le misure e pesi dello Stato Pontificio colle misure e pesi del sistema metrico*, Roma.

M. BARUZZI (a cura di) 2006, *Una vita da scienziato. Carte e libri di Giuseppe Scarabelli nella Biblioteca comunale di Imola*, Imola.

M. BARUZZI (a cura di) 2020, *Lettere di Giuseppe Scarabelli ad Abramo Massalongo, 1851-1860*, Imola.

M.G. BERTANI 1996, *La Grotta del Re Tiberio: lo scavo e le vicende museali*, in M. PACCIARELLI (a cura di), *La collezioni Scarabelli, II, Preistoria*, Bologna, pp. 421-429.

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 collezioni Scarabelli, II, Preistoria*, Bologna, pp. 430-433.

G. CADOLINI 1843, *Manuale dei pesi e delle misure o ragguaglio reciproco degli antichi sistemi*, Milano.

M.P. CASALENA 2007, *Per lo Stato, per la Nazione. I congressi degli scienziati in Francia e in Italia (1830-1914)*, Roma.

M.P. CASALENA 2012a, *La società omogenea: moneta unica e nuove unità di misura nella Romagna dei campanili*, in R. BALZANI, A. VARNI (a cura di), *La Romagna nel Risorgimento. Politica, società e cultura al tempo dell'Unità*, Roma-Bari, pp. 369-399.

M.P. CASALENA 2012b, *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.

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, F. FABBRI, P. FORTI, P. LUCCI, S. MARABINI 2013, *Evoluzione speleogenetica del sistema carsico del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola)*, 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. 81-101.

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.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013a, *Storia delle esplorazioni speleologiche*, 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. 103-114.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013b, *Le grotte 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, pp. 115-167.
- B. GASTALDI 1847, [Lettera], "Nuovi Annali delle Scienze Naturali" s. II, VII, pp. 299-308.
- J. GAUDANT 2009, *Saluto*, in G.B. VAI (a cura di), *Il diamante e Scarabelli*, Imola, pp. 206-207.
- L. LAURETI 2013, *Agli albori delle ricerche sul carsismo e la speleologia in Italia*, in F. CUCCHI, P. GUIDI (a cura di), *Diffusione delle conoscenze. Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia*, (Trieste, 2-5 giugno 2011), Trieste, pp. 149-159.
- S. MARABINI 1995a, *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 1995b, *Giuseppe Scarabelli 1820-1905*, "Speleologia Emiliana" XXI, 6, pp. 58-70.
- O. MARINELLI 1905, *Nuove osservazioni su fenomeni di tipo carsico nei gessi appenninici*, in *Atti del V Congresso Geografico Italiano*, Roma, pp. 150-186.
- O. MARINELLI 1917, *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*, Firenze.
- 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.
- 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), s.l., pp. 109-118.
- 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, vol. XXVI), Faenza, pp. 375-402.
- C. NEGRINI, P. POLI 2018, *La Grotta del Re Tiberio e i saggi del 2013 antistanti l'ingresso*, 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), s.l., pp. 119-128.
- M. PACCIARELLI 1996, *L'opera di Giuseppe Scarabelli nel campo delle scienze preistoriche*, in M. PACCIARELLI (a cura di), *La collezione Scarabelli, II, Preistoria*, Bologna, pp. 41-64.
- 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 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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 403-450.
- S. PIASTRA 2018, *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), s.l., pp. 179-184.
- S. PIASTRA 2019a, *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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXIV), Bologna, pp. 631-656.
- S. PIASTRA 2019b, *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 romagno-*

- la, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXXIV), 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.
- G. SCARABELLI 1851, *Note sur l'existence d'un ancien lac dans la vallée du Senio en Romagne*, "Bulletin de la Société Géologique de France" 2, 8, pp. 194-202.
- G. SCARABELLI 1866, *Nouvelles fouilles dans la Grotta del Re Tiberio. Lettre du 31 décembre 1865*, "Matériaux pour l'Histoire de l'Homme" II, pp. 240-241.
- 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.
- M. SIVELLI 2003, *La speleologia nei gessi d'Italia: un percorso storico*, in G. MADONIA, P. FORTI (a cura di), *Le aree carsiche gessose d'Italia*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XIV), Bologna, pp. 27-40.
- R. SKEATES 2000, *The Collecting of Origins. Collectors and Collections of Italian Prehistory and the Cultural Transformation of Value (1550-1999)*, (BAR International Series 868), Oxford.
- M. TARANTINI 2012, *La nascita della paleontologia in Italia (1860-1877)*, Firenze.
- G. TASSINARI 1865, *Fouilles dans la Grotta del Re Tiberio près Imola, Italie*, "Matériaux pour l'Histoire de l'Homme" I, pp. 484-486.
- A. TOSCHI 1847, [Lettera], "Nuovi Annali delle Scienze Naturali" s. II, VII, pp. 297-298.
- G.B. VAI 1995, *L'opera e le pubblicazioni geologiche di Scarabelli*, in M. PACCIARELLI, G.B. VAI (a cura di), *La collezione Scarabelli*, I, *Geologia*, Bologna, pp. 49-104.
- G.B. VAI 2009, *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 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*, Firenze, pp. 31-40.
- G.B. VAI 2019, *The origin of Prehistoric archaeology*, "Earth Sciences History" 38, 2, pp. 327-356.
- G.B. VAI, S. MARABINI 2013, *Monte Tondo e Scarabelli*, 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. 363-374.

Le figg. 1-2, 6a, 7-8, 12 sono pubblicate su autorizzazione della Biblioteca Comunale di Imola (Prot. 3354 del 2 febbraio 2022). Ogni ulteriore riproduzione è vietata.

## LA DIVULGAZIONE DI UNA CAVITÀ NATURALE. LA GROTTA DEL RE TIBERIO NEI QUOTIDIANI E NEI PERIODICI (1890-1942)

STEFANO PIASTRA<sup>1</sup>

### Riassunto

Il saggio discute alcuni articoli divulgativi apparsi, tra la fine del XIX e la metà circa del XX secolo, su quotidiani, settimanali e mensili in relazione alla Grotta del Re Tiberio. Tali pezzi giornalistici, collegati alle escursioni di residenti e turisti che di frequente visitavano il sito, e influenzati dalla leggenda qui ambientata e dai pionieristici studi paleontologici praticati al suo interno da Giacomo Tassinari e Giuseppe Scarabelli, contribuirono a dilatare il "mito" della cavità a livello nazionale, non decostruendo però i luoghi comuni e i fraintendimenti al suo riguardo.

**Parole chiave:** Grotta del Re Tiberio, rappresentazione e immagine di una cavità naturale, divulgazione giornalistica, narrazione dei luoghi, geografia culturale.

### Abstract

*The paper analyzes some articles published in newspapers or magazines, between the end of the 19<sup>th</sup> century and the half of the 20<sup>th</sup> century, focused on the Re Tiberio Cave (Municipality of Riolo Terme; Messinian Gypsum outcrop of the Vena del Gesso romagnola, Northern Italy). These articles, originated in the context of the frequent visits to the cavity that both residents and tourists were used to pay, influenced by a local legend set here and inspired by the pioneering archaeological studies undertaken by Giacomo Tassinari and Giuseppe Scarabelli, contributed to widen the 'myth' of this cave at the national level. At the same time, in the works by the journalists there was no deconstruction of the clichés about the cavity.*

**Keywords:** Re Tiberio Cave, Representation of a Natural Cavity, Journalism and Dissemination, Storytelling and Places, Cultural Geography.

La Grotta del Re Tiberio ha costituito sino a pochi decenni fa, prima cioè del *boom* economico e dell'avvento del turismo di massa, la più famosa cavità naturale della Romagna e dell'immaginario romagnolo, nota sia al pubblico colto, sia (almeno per sentito dire) all'opinione pubblica.

I motivi alla base di una tale constatazione sono molteplici: in primo luogo, la rarità stessa dei fenomeni carsici a livello regionale, essendo l'Appennino Tosco-romagnolo caratterizzato in massima parte da Formazioni geologiche non carsificabili; si trattava inoltre di una grotta ben visibile anche da grandi distanze e, prima dell'apertura della cava ANIC di

Monte Tondo, facilmente accessibile sia da parte dei residenti, sia da parte dei numerosi turisti termali che, a cavallo tra XIX e XX secolo, fecero la fortuna dell'allora Riolo Bagni (oggi Riolo Terme); una famosa leggenda qui ambientata, la quale spiegava il particolare toponimo in quanto ultimo rifugio dell'Imperatore romano Tiberio nel tentativo di sfuggire a un ineluttabile destino di morte, e i pionieristici scavi paleontologici praticati al suo interno da Giacomo Tassinari (1812-1900) e Giuseppe Scarabelli (1820-1905) sin dagli anni Sessanta dell'Ottocento, contribuirono definitivamente a creare attorno ad essa un'"aura emotiva" misteriosa e ricca di fascino, per gli intellettuali

<sup>1</sup> Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, Via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) - stefano.piastra@unibo.it

come per il volgo.

I caratteri e le tappe della costruzione culturale di quello che diventò un luogo identitario per la comunità locale e romagnola sono già stati discussi nel dettaglio (PIASTRA 2013): tra XIX e XX secolo la Grotta del Re Tiberio si trovò al centro di indagini scientifiche e pseudoscientifiche, di romanzi, racconti, racconti di viaggio, poesie, opere teatrali, raffigurazioni artistiche, cartografiche e fotografiche.

In un tale processo, gli articoli apparsi su quotidiani e periodici, sebbene spesso privi di profondità e approccio critico, ebbero un ruolo non marginale, in quanto molto più diffusi e molto più letti rispetto alla letteratura scientifica: essi da un lato si alimentavano del “mito culturale” locale del Re Tiberio, e dall’altro, allo stesso tempo, lo amplificavano, facendolo transitare dal livello di interesse regionale a quello nazionale.

Il primo esempio rintracciato si deve all’avvocato lughese Carmelo Carboni-Cantalamessa, solito firmarsi con lo pseudonimo “Carmilein” (BELLOSI 2002, p. 201), il quale si occupò principalmente di poesia dialettale romagnola.

Egli pubblicò nel 1890 un articolo collegato alla Grot-

ta del Re Tiberio sul settimanale satirico bolognese “Ehi! Ch’al scusa”, all’epoca di un certo successo (uscì dal 1880 al 1904, cofondato da Alfredo Testoni). Il testo è significativamente ospitato all’interno della sezione «Cronaca mondana. Bagni e villeggiature» del periodico (fig. 1): esso si pone come pezzo umoristico e di colore, dichiaratamente di intrattenimento, rivolto agli appartenenti alla classe agiata emiliano-romagnola (i cosiddetti “bevilacqua”), che, specie tra la seconda metà dell’Ottocento e la Prima Guerra Mondiale, frequentavano nel periodo estivo le terme riolesi, distraendosi con escursioni alla nostra cavità (PIASTRA 2013, p. 425). Al lavoro dell’autore non erano poi verosimilmente estranee finalità cripto-pubblicitarie e commerciali, vista la celebrazione dell’oculata gestione delle locali terme sotto la guida del «direttore sanitario prof. Cantalamessa», ossia Ignazio Cantalamessa (1856-1896), probabilmente parente del Nostro.

L’articolo, datato 12 agosto 1890 ma edito nel numero del 23 agosto, incidentalmente già analizzato in precedenza (PIASTRA 2013, pp. 434-435; BUSI 2019, p. 64; PIASTRA 2020, p. 164), è focalizzato su un sopralluogo effettuato entro la nostra grotta da Francesco Orsoni



Fig. 1 – L’incipit dell’articolo satirico di “Carmilein” (Carmelo Carboni-Cantalamessa) dedicato alla Grotta del Re Tiberio e a Francesco Orsoni, pubblicato il 23 agosto 1890 sul settimanale bolognese “Ehi! Ch’al scusa”. Il pezzo era ospitato all’interno della sezione «Cronaca mondana. Bagni e villeggiature» del periodico (da CARMILEIN 1890).

(1849-1906), eclettico studioso bolognese (CARMILEIN 1890):

Ecco, io sono un ignorante e voglio credere che su questa questione non vorrete aprire la discussione. Dal momento però che io stesso confesso la mia ignoranza, ho diritto al perdono delle simpaticone lettrici (me ne f...ido del perdono del lettori) giacché noto è il proverbio: *ignoranza confessata mezzo perdonata*. – Non è precisamente così ma, non fa nulla... fa al caso mio e basta! Io dunque sono un ignorante: infatti conosco, almeno di vista, un Tiberio Claudio Nerone, imperatore romano, nato a Roma 42 anni av. C., figlio di Tiberio Claudio Nerone e di Livia Dursilla [sic], che vendicò sui Parti (mica quelli di nove mesi) la morte di Crasso e che fu soffocato da Macrone; conosco ancora, un Tiberio II (Anicio T. Flavio Costant.) imperatore d'Oriente che morì rimpianto per le sue virtù nel 582... (gradi 10 in storia); ma non conosco affatto, nè mai ne ho sentito parlare prima d'ora, d'un re Tiberio. Sarà forse stato un re inconcludente, e gli storici l'avranno lasciato nella penna. E infatti cosa può mai essere un re che sceglie per sua dimora, sia pure estiva, una grotta del genere di questa, che trovasi a due chilometri, o poco più, dallo stabilimento del cav. Luigi Magnani a Riolo? Bisogna dire almeno che fosse un *Re Orso*, non l'ex articolista del compianto *Bologna* o l'attuale redattore del *Capitan Fracassa*. E, a proposito di Orsi, vi dirò che il Signor Orsoni, il romito delle Grotte del Farneto, è venuto quassù appositamente per visitare questa grotta famosa, lunga si dice più di tre chilometri, e, internatovitisi, vi è rimasto da solo per più di una settimana, tanto che gli amici, non vedendolo sbucare dall'altra parte, avevano già cominciato a piangerne la immatura perdita. Ma una mattina, finalmente, si vide un coso nero nero agitarsi all'uscita della grotta, e quei signori, da lungo tempo aspettanti, ebbero la gioia di riconoscere, in seguito a una buona raschiatura e lavatura, il Signor Orsoni, redente glorioso e trionfante dalla sua escursione. Poiché il Signor Orsoni ebbe riacquistato l'uso della ragione, fu una tempesta di domande da parte degli amici: – Cosa c'è?... – Cosa hai trovato?... – Cosa si vede? – Cosa si sente?... Il povero esploratore rispondeva a tutti e, a un tratto, tirò fuori di tasca un animalaccio col quale Orsoni aveva dovuto sostenere certamente una lotta terribile. Fu subito giudicato un animale *preistorico*: a me pareva semplicemente un pipistrello di grandi e grosse dimensioni. – Poi estrasse un altro *affare* che l'uomo delle caverne dichiarò essere un fossile di un tempo antichissimo, sostenendo una vivace discussione con me che affermavo essere quel fossile né più né meno che un deposito... non della cassa di risparmio! Guardate un po' che razza di villeggiatura reale deliziosa e profumata! Ma lasciamo la grotta e il re Tiberio e scendiamo piuttosto giù a Riolo, allo stabilimento idroterapico, perché non crederete già, mie

belle lettrici, ch'io voglia parlarvi, in questa mia brillantissima corrispondenza, di caverne, di nottole o... d'altro, anziché del paradiso del cav. Luigi Magnani? Se ho messo il titolo che avete letto a questo articolo [*Dalla grotta del re Tiberio*] è stato semplicemente perché la grotta del re Tiberio è una delle rarità che i signori e le signore beventi corrono ad ammirare.

Dopo una discussione iniziale, di registro ironico, del toponimo inconsueto della cavità, Carmelo Carboni-Cantalamessa insiste su una caratterizzazione caricaturale di Orsoni come “novello selvaggio”, dimostrando allo stesso tempo, al di là del tono umoristico, di non comprendere il senso e gli approcci delle sue ricerche. Nell'articolo, la nostra cavità è appiattita come un non-luogo, mero pretesto per dilettere i “bevilacqua” riolesi: i suoi valori ambientale e culturali (a partire dalle pionieristiche ricerche scarabelliane qui effettuate un ventennio prima, pietra miliare della paleontologia e dell'approccio stratigrafico italiani) sono del tutto ignorati, a favore di un superficiale e vacuo chiacchiericcio mondano.

A stretto giro (l'articolo è datato 27 agosto, ma fu stampato sul numero del 29 agosto 1890), Francesco Orsoni rispose, questa volta sulla “Gazzetta dell'Emilia”, a Carboni-Cantalamessa, spiegando le finalità del suo sopralluogo al Re Tiberio: poter replicare in Romagna, ma questa volta con ricchezze di mezzi, quelle ricerche paleontologiche in ambiente ipogeo da lui già intraprese, tra tante difficoltà, nella Grotta del Farneto nei Gessi Bolognesi (auspicio poi non avveratosi) (ORSONI 1890; cf. PIASTRA 2013, p. 434; BUSI 2019, pp. 92-93).

Risale al 20 agosto 1899 un nuovo articolo umoristico sul Re Tiberio scritto dall'ingegnere ravennate Guido Umberto Maioli (o Majoli) (che qui si firma con lo pseudonimo “Ergondineman”, invece del più comune per lui “Euclide d'Bargamen”), edito sul periodico irregolare “Fisc-cett. Giornaleto umoristico che uscirà quando ci parrà”, stampato a Ravenna. Si tratta del resoconto di un'esplorazione della cavità avvenuta poche settimane prima da parte di un gruppo di goliardi (ERGONDINEMANE 1997, ristampa del testo del 1899; cf. anche PIASTRA 2013, p. 439):

Fedele ai principi che ebbi l'onore di esporvi nel numero scorso, prendo tutte le mie precauzioni onde non mandare dispersa energia, e vengo a stendervi relazione della gita alla Grotta di Re Tiberio che trovasi a circa cinque chilometri sopra Riolo, permettendo due parole di storia. Tralasciando le varie favole che corrono in bocca del volgo sull'origine del nome della grotta, riferirò l'opinione più accreditata. L'illustre famiglia Tiberia Claudia, donde ebbe origine Tiberio imperatore, aveva molti possedimenti nel Corneliense [Imolese] e dava il nome a molti luo-

ghi. Casola Valsenio, ad esempio, chiamavasi S. Maria in Tiberiaco [errata identificazione della Pieve di Monte Mauro con l'Abbazia di San Giovanni Battista di Valsenio]. Si ritiene per certo poi che il Senio nel luogo ove è la suddetta grotta, formasse un lago detto *Tiberiaco*, e che assai tardi si aprisse la strada che ora tiene per scendere al piano. Sembra perciò che le acque stagnanti di allora, filtrando, si scavassero uno sfogo a guisa di *rio* (in imolese: *ré*) entro al monte di gesso, formando una grotta, o tana, detta del Rio Tiberiaco, e col tempo chiamata in imolese la *tana del Re Tiberi*, e così ne venisse il nome. Si pretende poi che in seguito fosse aperta una via sotterranea che metteva alla Rocca di Monte Mauro, distante più di due miglia dall'entrata della grotta, la quale via sarebbe rimasta guasta da acque che entro di lei si sarebbero aperte il corso. E veniamo ora a parlare della nostra gita, di ciò che abbiamo visto, delle impressioni provate e delle conclusioni che se ne debbono trarre. Componevano la spedizione il carissimo Zuffelato, l'uomo dalle grandi risorse che non si arresta davanti a difficoltà ed incidenti (per mancanza di acqua nel fanale ad acetilene s'è servito... del contrario del bere!), poi il Signor Lippi, un fiorentino che parlava *hossi*, il simpatico fratello d'un pezzo grosso del *Fisc-cett*, e l'indegno relatore della gita. Partimmo la sera del 9 Agosto sulle ventitre, col berretto sulle ventiquattro e colla stessa aria d'importanza che se fossimo dovuti andare alla scoperta del Polo Nord. Del viaggio non v'è nulla che meriti d'essere raccontato, soltanto dirò che a circa due chilometri da Riolo cominciò una pioggia torrenziale con tuoni, lampi, fulmini, saette ed altri giocattoli; per fortuna il paese era vicino, riparammo al caffè ove passammo buona parte della notte in compagnia dell'ottimo Nildo Pericoli, ed appena il tempo ebbe cominciato a rompersi partimmo a cavallo delle nostre biciclette con una pioggerella minuta che passava le ossa. Giunti a Rivola, che è a circa sei chilometri sopra Riolo, deponemmo le biciclette, attraversammo il fiume con veri miracoli d'equilibrio e cominciammo la faticosa salita dei sentieri da capra che conducono all'imboccatura della grotta. Questa si apre sul fianco del monte con una buca quadrata di quasi quattro metri di lato, ed è volta perfettamente in direzione di nord est, o Maestro. Dopo pochi metri l'oscurità sarebbe completa a causa delle numerose sporgenze e risvolte, ma i fanaletti ad acetilene rendono ottimo servizio. In generale però la grotta corre sempre in direzione di est-sud-est. Il passaggio in molti punti si restringe, e si è costretti camminare carponi sopra massi staccatisi dalla volta; più che una grotta è una spaccatura del monte che non offre nulla d'interessante, ma solo pericoli, pericoli continui di rimanere schiacciati da qualche masso, o di sentire il terreno cedere sotto i piedi per precipitare chissà dove. Non vi sono stalattiti stupende (questa è per te Berghinzoni!), non vi sono *proteus* (anche questa è per te!), non vi

sono ippopotami (questa invece è per te Fabbri!). Insomma, non v'è nulla che meriti di essere visto. Ma proseguiamo con ordine. A circa cinquanta metri dall'entrata si riesce in un vasto camerone denominato «la Cappella» per la forma rotondeggiante della volta; è larga circa quattro metri ed è alta circa sei metri (una bella cappella!) e questo è forse il punto più bello per gli effetti ottici prodotti dal riflettersi e rifrangersi della luce sui cristalli di selenite che incrostano le pareti. Sul terreno si vedono avvallamenti e monticelli di terra, avanzo degli scavi del senatore Scarabelli. Ci riposiamo un momento poi riprendiamo la via (via per modo di dire!) sempre faticosissima, sempre piena di pericoli (non Leonida, quello dorme!) e senza alcun interesse, in molti punti piove dalla volta ed il terreno è (tirate fiato) *sdrucchiolevolissimo*. Ad un passaggio più arduo degli altri perdiamo il primo compagno, che non vuole più saperne di andare innanzi e ci priva di un fanale. L'amico Zuffelato spara il primo colpo di pistola per avvertire gli abitanti (???) della caverna che li minaccia un pericolo, e spenti i numerosi (???) echi si prosegue. Ad un certo punto la buca discende e si offrono due vie. Prendiamo quella di sinistra che termina con un buco in direzione quasi perpendicolare, e l'indegno relatore aiutandosi coi gomiti e coi ginocchi discende a malgrado degli *ostrega* cioè! dell'amico Zuffelato che non vuole seguirmi perché ha dei *putei*, ed a malgrado delle aspiratissime esclamazioni del fiorentino. Tasto il terreno senza lasciarmi andare completamente, ma questo cede; allora mi prendo il gusto di farvi cadere un grosso masso, che trascina ogni cosa ruzzolando in giù lungo tempo. Di qua dunque non si passa. Risalgo, ritorniamo indietro e prendiamo la strada a destra che diviene sempre più stretta e difficile, ora in salita ora in discesa. Quanto a bellezze sempre nulla, sempre il solito crepaccio. Si cominciano a trovare date ed iniziali, segno che qualcuno si era arrestato là ed anche il fiorentino si arresta, ma *nualtri avemmo corajo!*, dice l'amico Zuffelato, e proseguiamo infilandoci (è la vera parola!) ventre a terra per un passaggio circolare largo circa sessanta centimetri. Si progredisce meno di trenta metri, poi... la grotta finisce! Qui l'amico Zuffelato fa una strage enorme armato di coltello. Non lo credevo così sanguinario; infila dei poveri pipistrelli perché dice che quando è fuori *vole magnare*. Con grandi stenti ci voltiamo, moviamo al ritorno dipanando un filo disteso per misurare la lunghezza, fermandoci nei punti più comodi a determinare con una bussola la direzione della grotta. Durante una di queste fermate l'unico fanale rimasto minaccia di spegnersi per mancanza d'aria, i fiammiferi non s'accendono più perché si sono bagnati, e l'amico Zuffelato comincia a sentirsi male. È un momento critico. Per conto mio però debbo confessare di non aver provato alcun senso di oppressione. Ci affrettiamo il più possibile e dopo quasi tre ore usciamo a rivedere il sole... *E le stalatti-*

*ti? E i proteus? E le stalagmiti? E i pozzi? E i vampiri?* Tutte ciarle! Tutte ciarle vi dico! Coloro che ci hanno decantate le bellezze della Grotta, le emozioni, che ci hanno giurato di aver visto dei gufi e dei pipistrelli grossi come tacchini, che hanno detto non esistere fine al passaggio, sono tutti bugiardi, spaccamonti che hanno visitato la Grotta di Re Tiberio come io ho visitato il *tukùl* di Mangascià. D'animali là dentro non c'eravamo che noi, di stalattiti e di cristalli non c'erano che quelli del fanale, e senza fine non c'erano disgraziatamente che le nostre tasche! Il popolo, sempre giusto nei suoi appellativi, non dice «la grotta» di Tiberio, ma dice «la tana», ed ha ragione. È una tana lunga 260 metri che merita si faccia una escursione altro che per la mangiata che si dà all'uscita. E che *magnada, ostrega!* Abbiamo saputo che da qualcuno di coloro i quali all'ultimo momento si sono *coraggiosamente* ritirati dalla gita, si va dicendo che le nostre sono tutte bugie, e che la grotta l'abbiamo vista solo da lontano. In base alle determinazioni fatte colla bussola ed alle misure metriche, l'Ergondineman ha fatto una cartina in iscala 1:2000 sempre visibile per coloro che lo desiderano. Questa è la sola risposta che diamo a certa gente.

La data dell'articolo rimanda ancora una volta a “scorribande” estive e vacanziere entro la nostra cavità: da Ravenna alla Stretta di Rivola in bicicletta, partendo la notte del 9 agosto 1899, per poi effettuare la visita il giorno successivo.

Pur nel tono umoristico, va riconosciuto a Maioli, ingegnere ma poi cultore di teatro e letteratura dialettali, un tentativo netto di razionalizzare i vari miti che aleggiavano attorno alla grotta, a volte arrivando anzi a negare i suoi reali valori, quando la definisce di nessun interesse solo perché non concrezionata come i partecipanti dell'esplorazione, verosimilmente suggestionati da immagini famose delle grotte ospitate nei calcari, si sarebbero aspettati, o quando tratteggia il Re Tiberio come una semplice «spaccatura del monte», quindi di origine tettonica o gravitativa, non cogliendone l'evidente genesi carsica.

La teoria esposta nelle righe iniziali circa un lago che avrebbe anticamente occupato la media valle del Senio a monte della Stretta di Rivola si rifa a un saggio giovanile in proposito da parte di Giuseppe Scarabelli (SCARABELLI 1851), in seguito disconosciuto dallo stesso studioso imolese e definitivamente confutato, a decenni di distanza, da Olinto Marinelli (MARINELLI 1905, pp. 161-162).

In quella che Maioli definisce «la Cappella» va identificata la sala nota, con denominazione coniata dallo stesso Scarabelli (SCARABELLI 1872, p. 11), come “Duomo”, “Cupola Gotica” oppure “Sala Gotica”.

Il riferimento finale a un rilievo del Re Tiberio a scala 1:2000 fatto in occasione della visita è significativo:

Maioli, di formazione tecnica, aveva sicuramente le capacità per eseguirlo; in relazione all'elaborato grafico in questione, andato perduto, il Nostro sembra essere stato, in ordine di tempo, il secondo studioso autore di un rilievo della grotta, successivo alle rilevazioni praticate a più riprese, sin dagli anni Quaranta del XIX secolo, da Scarabelli talvolta in collaborazione con Giacomo Tassinari, ma precedente ai rilievi novecenteschi di Giovanni Battista De Gasperi e Giovanni Mornig (anni Dieci e Trenta del Novecento rispettivamente) (ERCOLANI *et alii* 2013a, pp. 105-109).

Visto il carico culturale e folklorico che caratterizzava la nostra cavità, non stupisce che la Grotta del Re Tiberio sia stata al centro di numerosi interventi ospitati entro la rivista mensile di cultura romagnola “La Piè”. Fondato nel 1920 da Aldo Spallicci (1886-1973), l'idea di regionalismo culturale, e non nazionale, propugnata dal periodico e l'indipendenza della sua direzione portarono infine alla sua chiusura nel 1933 imposta dal regime fascista (MONTEVECCHI 2006, pp. 113-128).

Sulle sue pagine, il compositore Francesco Balilla Pratella (1880-1955) descrisse la cavità nel contesto di una sua escursione sui luoghi di Alfredo Oriani, la cui famiglia era originaria di “Le Banzole”, edificio padronale posto sulla Vena del Gesso (BALILLA PRATELLA 1925; poi da lui riedito in *Romagna intima*: BALILLA PRATELLA 2021, pp. 104-105):

Volgiamo le spalle alla muraglia della riva di sinistra del fiume ed abbracciando con lo sguardo l'ampio bacino verdeggiate, in fondo al quale si snoda e luccica l'argenteo nastro del fiume stesso - magro di acque, in un profondo e vastissimo avvallamento, ai piedi della strada sulla quale noi stiamo intenti ed ammirati a guardare - ci sentiamo poi dominati dalla grandiosità opprimente della parete di contro: grigia, scoscesa ed ergetesi in tutta la sua squallida vastità quasi a picco sul fiume e contro il cielo azzurro, vinta ma eternamente minacciosa. A metà della ripida parete un foro rotondo, nero, a somiglianza di un occhio senza luce, guarda dall'alto. È l'ingresso della «*Tèna de rè Tiberi*» (Tana - grotta - del re Tiberio). Narra la leggenda, che un certo re Tiberio, avendogli gli astrologhi preannunziata prossima morte per fulmine, forse a punizione di non so quale peccato o delitto, andasse a rifugiarsi entro quella tana o grotta ed ivi trascorresse i suoi giorni nell'ombra e protetto dalle grossissime pareti di sasso contro la furia delle nubi e del destino. Bramoso di rivedere il cielo ed il sole, re Tiberio chiese un giorno al suo primo ministro, che tempo facesse. - Sacra Corona, rispose sinceramente il ministro, mai cielo più terso e sole più brillante ho visto in vita mia. Neppure una bava di nube appanna l'aria. Re Tiberio, rincuorato, uscì dalla grotta. Lazzurro era purissimo e lo sguardo più acuto e più esperto

non avrebbe saputo scorgere il più piccolo segno di minaccia. Ma in men che non si dica, una nuvoletta compare in mezzo al cielo; scoppia rapida la folgore inesorabile e re Tiberio cade incenerito davanti all'ingresso della grotta. Una variante poco dissimile di questa leggenda è narrata anche ad illustrazione di una visibilissima fenditura, che si trova sulla cupola monolitica della Tomba di Teodorico presso Ravenna. Ma la leggenda di re Tiberio apre il campo a considerazioni molto più interessanti, di quante altre possa suscitare la meditazione della variante ravennate. Dai punti di vista geologico, topografico e critico, pare che nei tempi preistorici, quando la ciclopica muraglia di gesso ostruiva ancora con la sua mole la vastissima breccia che in seguito poi le acque del Senio aprirono con la corrosione e con la violenza, dando così sviluppo e prolungamento all'attuale vallata - si fosse formato in questo luogo un lago, prodotto dalle acque del fiume, che per l'opposizione della muraglia non trovavano più la via di discendere al mare. La così detta grotta del re Tiberio sarebbe stata il naturale canale sotterraneo di scarico delle acque del lago. La grotta, infatti, s'interna nelle viscere della montagna e corre voce che si spinga punto più per un suo stretto corridoio fin sotto il vertice di Monte Mauro, che è il più elevato del baluardo gessoso.

Pochi anni dopo fu la volta, sulle stesse pagine, dello studioso castellano Giovanni Bagnaresi (1864-1945), solito firmarsi con lo pseudonimo di "Bacocco". Occupandosi soprattutto di folklore romagnolo, Bagnaresi dà spazio in primo luogo alla locale leggenda (BACCOCO 1933):

Questa è la famosa Tana di Re Tiberio. L'ho visitata molte volte da giovanetto e poi da uomo maturo e vi ho condotto i miei figli e sempre con attenta curiosità, allettato anche dalla leggenda che fin da bambini abbiamo appreso, che vi si trovassero sale, camere e persino abbeveratoi per cavalli. Ma anche la prima volta, che la percorremmo, vi giungemmo muniti di lampade e di corde ed arrivammo fino al limite massimo, calandoci nelle riseghe e camminando carponi per cunicoli impraticabili, ma udendo solo il frullo di qualche pipistrello staccatosi dalle pareti e imbrattandoci dallo sgocciolare dell'acqua, che colava sopra di noi. Nel buio fitto, rischiarato dai lumi a petrolio e dalle torcie a vento, non ci fu dato di scorgere che delle informi stalattiti e stalagmiti. Quando ritornammo alla luce del giorno ci calammo giù e ci fermammo tra i massi della selenite per lavarci nella corrente del fiume: ma le mani, la bocca, le orecchie e più gli occhi rimasero neri per il fumo prodotto dai lumi e dalle torcie. La tradizione vuole che sotto il monte anticamente esistesse un lago prima che l'erosione si aprisse il varco. Forse la caverna servì di abitazione a trogloditi. Infatti i cavernicoli dovevano difendersi dalle belve e nello stesso tempo

dissetarsi, per cui sceglievano le tane strapiombanti in un fiume e di difficile accesso, per loro abitazione. Posteriormente dovette dare ricetto a banditi, come dice il Metelli nella storia di Brisighella [cf. il relativo brano discusso in PIASTRA 2006] e anche a falsi monetari. Veniamo alla leggenda, che riguarda il re Tiberio. Un signore di molta possanza fu costretto a scegliersi la tana per ultima e sicura abitazione, essendogli stato predetto che sarebbe morto colpito da una saetta. Egli se ne viveva lassù intanato e non ne usciva, che allorquando il cielo era tersissimo, senza nuvole. Un giorno gli venne vaghezza di fare una piccola passeggiata; prima di uscire mandò un suo servo a scrutare il tempo. Il sole era splendido e solo lontanissimo vagava un bianco ed impercettibile cirro, tanto che il servo assicurò il padrone della sicurezza della giornata. Sellato il cavallo il signore se ne partì. La vela era chiarissima ed egli se ne vagava contento, perché credeva di essere sicuro del tempo. Ma il fato doveva compiersi. Ad un tratto la piccola nube cominciò ad allargarsi, spinta dal vento detto corina. Intravedendo il pericolo, che gli sovrastava, spronò e sforzò il cavallo a mangiarsi la strada del ritorno: ma tutto fu inutile. Il cielo sempre più si copse e si oscurò: un diluvio di acqua venne giù tra lampi e tuoni. Quando era ormai vicino al rifugio una saetta incenerì il povero signore, come il destino aveva voluto.

Sia nei testi di Balilla Pratella che di Bagnaresi ritorna la teoria giovanile scarabelliana circa un antico lago a monte della Stretta di Rivola, di cui la Grotta del Re Tiberio sarebbe stato il punto di sfioro: l'evidenza conferma le difficoltà, da parte del mondo umanistico, nell'aggiornarsi in relazione alla letteratura scientifica (i cui tempi di obsolescenza sono molto più rapidi rispetto a quelli del mondo storico e letterario), in quanto il già citato contributo di Scarabelli del 1851 a circa ottant'anni di distanza risultava superatissimo, e lo stesso geologo e paleontologo imolese aveva pubblicato ben più approfonditi lavori circa la nostra cavità nei decenni successivi. Peraltro, come detto *supra*, già nel 1905 l'ipotesi scarabelliana del corpo idrico era stata confutata da Olinto Marinelli.

Forse anche per mettere ordine e aggiornare informazioni ormai datate riguardo al Re Tiberio, e focalizzate più sul folklore locale che sui valori reali, intervenne sulle pagine del "La Piè" anche Pietro Zangheri (1889-1983), massimo naturalista romagnolo.

Zangheri riportò il dibattito sui binari scientifici, riassumendo le esplorazioni e gli scavi archeologici precedenti, nonché le proprie ricerche botaniche nel medesimo sito, il quale ospitava specie rarissime quali *Oeosporangium persicum* e *Asplenium sagittatum* (ZANGHERI 1930). Il naturalista forlivese allegò inoltre alcune sue fotografie della grotta (sulle immagini

della nostra cavità nell'archivio fotografico zangheriano si veda PIASTRA *et alii* 2011 e PIASTRA 2013, p. 427, figg. 17-19).

L'intervento di Zangheri innescò un contro-intervento, nella stessa sede editoriale, di Guido Umberto Maioli (MAIOLI 1931), che in realtà non aggiunse poco o nulla di nuovo e che, nelle intenzioni dello studioso ravennate, costituì più che altro un'occasione per rimembrare le avventure giovanili edite sul "Fisc-cett". Maioli spiegò chi fosse lo Zuffelato più volte citato (e tratteggiato come un personaggio stravagante) nel 1899: Aurelio Zuffelato, veneto trasferitosi a Ravenna, venditore dapprima di «pagliette» (probabilmente, nel senso di cappelli di paglia) e poi di automobili, «una delle più caratteristiche macchiette ravegnane» (MAIOLI 1931, p. 32). Il particolare rimanda quindi all'escursione in grotta di un gruppo goliardico giovanile trasversale alle classi sociali.

Si data al 15 settembre 1929 l'articolo forse più interessante della nostra rassegna, almeno in relazione alle sue implicazioni.

Si tratta di un breve pezzo anonimo, non illustrato, intitolato *La grotta leggendaria del re Tiberio* e comparso su "La Domenica del Corriere", supplemento illustrato domenicale del "Corriere della Sera", all'epoca di grandissima diffusione e, grazie alle illustrazioni di copertina di Achille Beltrame, estremamente influente nella creazione di un immaginario popolare circa fatti e vicende (ANONIMO 1929):

Se ci inoltriamo in quel piccolo angolo della Romagna bagnato dall'umile Senio, che, per la posizione, si può chiamare anche il cuore della Romagna, in quella angusta valle che da Riolo Bagni va sempre più restringendosi di mano in mano che si avanza verso il dorso dell'Appennino, e che poi prende il nome di Valsenio, troviamo una bellezza naturale che moltissimi non conoscono, ma che meriterebbe di essere visitata da tutti. Lungo questa valle, che fu percorsa già nel 1924 da S.E. Benito Mussolini nella sua vittoriosa marcia alla solinga dimora di Alfredo Oriani, troviamo la grotta del re Tiberio. A poche centinaia di metri dal piccolo borgo montano di Rivola il fiume ha operato, certamente con un lavoro di secoli, una profonda spaccatura nella collina gessosa che da Brisighella prende la sua direzione verso Bologna, tagliandola così trasversalmente. Nella spaccatura del monte, e precisamente nella facciata che guarda a ponente, si trova la grotta del re Tiberio. A prima vista sembrerebbe inaccessibile, trovandosi essa a una altezza considerevole e perchè la facciata scende quasi a picco sul fiume, però guardando attentamente si scorderà serpeggiare intorno ai grandi blocchi di gesso che sottostanno all'ingresso un piccolo viottolo che, dopo aver preso mille direzioni per agevolarne la salita, conduce sino alla grotta. Si sa

che dove regna il mistero lavora la fantasia popolare, e ciascuno si compiace di arricchire di nuovi particolari un avvenimento interessante già arricchito da altri; vengono così formandosi le leggende, le quali però hanno un fondamento storico. \*\*\* Fantastici tesori \*\*\* È naturale perciò che anche la grotta del re Tiberio abbia la sua leggenda che si potrebbe udire da un vecchietto del luogo pressapoco così: Un giorno a re Tiberio (quale?), che consultava un indovino sulla durata della sua vita, fu predetto che sarebbe morto colpito da un fulmine scagliato dal cielo per vendicarsi del suo mal governo. Il re, sentendosi molto forte e credendo di poter vincere il proprio destino, fece costruire quella grande grotta, facendovi collocare tutto ciò che era necessario per una vita sfarzosa da re. Colà il sovrano si stimava pienamente sicuro da tutte le saette e da ogni ira celeste. Trascorso alquanto tempo in quell'antra, cominciò ad annoiarsi di non scorgere mai la luce fulgente del sole; allora mandò fuori un valletto per avere notizie sullo stato atmosferico: il valletto di ritorno annunciò che faceva un tempo magnifico; soltanto laggiù, in fondo all'orizzonte, una nuvoletta grigia si muoveva assumendo varie forme. Il re non badò a questo particolare, e volle uscire a qualunque costo, ma appena ebbe messo piede fuori della caverna scoccò il fulmine che uccise il re superbo. Si narra pure che nella grotta siano rimasti tesori immensi che il re adoperava per adornare la sua Corte; tra i vari tesori si dice sia una tavola d'oro con quattro giocatori, pure d'oro, seduti intorno. Non assicuro che ciò sia vero, ma è certamente vero che la caverna conserva indizi i quali attestano che essa è stata abitata in epoche remote: possiamo difatti ancora scorgere lungo le pareti, nella loro rozza semplicità, blocchi lavorati con lo scalpello, ora ricoperti di uno spesso strato di muschio e di salnitro, abbeveratoi per cavalli, nicchie profonde scavate nelle pareti che fanno pensare ad antichi forni. Quando si è visitata la grotta, ne rimane una viva impressione che non abbandona per parecchi giorni, sopra tutto perchè si prova quella stretta al cuore che veramente non è paura, ma è quel sentimento che generalmente ispirano i luoghi di mistero, ove qualche spirito sembra voglia vietarne la conoscenza al genio conquistatore dell'uomo.

Difficile stabilire, sulla base dello scritto, se l'autore fosse un intellettuale romagnolo e meno: dal testo non emergono infatti dati utili al riguardo e "La Domenica del Corriere" vantava numerosi collaboratori sparsi sul territorio italiano.

L'articolo colloca la cavità in una nuova concezione della Romagna, durante il Ventennio fascista terra Natale del Duce, ricordando la marcia di Mussolini al Cardello orianiano del 27 aprile 1924 (DIRANI 2012). Al suo interno si insiste sulle leggende che circondavano il sito (riportate verosimilmente in modo non

corretto: il brano in questione è l'unico a parlare di una «tavola d'oro con quattro giocatori, pure d'oro, seduti intorno», qui nascostavi) e su un vago sentimento di mistero che pervade il luogo, ignorando del tutto la dimensione scientifica della grotta e gli studi fondamentali qui portati avanti: con tutta probabilità, una scelta consapevole nella direzione di attirare maggiormente l'attenzione del lettore medio, solitamente più colpito dell'aura misteriosa rispetto ai dati scientifici.

A parte questo, l'articolo anonimo in questione rappresenta il testo inerente la nostra cavità che all'epoca ebbe la massima circolazione, divulgandone la fama a livello nazionale: una domenica di settembre della fine degli anni Venti, migliaia di famiglie e giovani lettori sparsi per la penisola lessero della Grotta del Re Tiberio sul settimanale italiano per antonomasia. Si data ai primi anni Quaranta del XX secolo un ultimo nucleo di articoli giornalistici incentrati sul Re Tiberio, apparsi a poca distanza cronologica (e probabilmente influenzati o ispirati) l'uno dall'altro (tutti citati in VEGGIANI 1957, pp. 688-689, nn. 60-62).

Domenico Budini, studioso di letteratura, pubblicò per primo un pezzo su "L'Avvenire d'Italia" (29 luglio 1941), il cui sottotitolo elenca analiticamente i temi trattati (fig. 2) (BUDINI 1941):

(...) Il paesaggio è interrotto dai caratteristici rii, enormi spaccature, in fondo alle quali scorre l'acqua che corrode i monti. E in esse si scorgono strati alti di solfato di calcio, cioè di gesso, disposto talora in cristalli più puri e più larghi; la selenite, e dei banchi di marna mista a silice o ad argilla. E spesso dei fossili [sic] d'acqua dolce t'avvertono che ivi avevan rispecchiato il cielo, migliaia d'anni prima, le acque d'un lago. E il pensiero si spinge lontano nella notte dei tempi. L'immensa distesa delle acque ricopre la terra, e le nubi riflettono i bagliori purpurei di mille vulcani, nella caligine greve. In questa zona ove ora tutto è un tripudio del verde dei campi e del biondo dorato del grano e un fervor lieto dell'opera dell'uomo, getti d'acqua bollente, sulfurea e calcarea depositarono questi alti strati di gesso, che s'alternavano con l'argilla e la silice dei periodi di calma. Intanto, continuando a corrugarsi la crosta terrestre, salivano sempre più dalle acque anche le rocce recenti e i banchi novelli che formarono questo nostro Appennino. Poi una gelida coltre di ghiaccio coperse le cose; e tutto parve un sonno di morte. Così un lago, che già s'andava delineando nell'epoca precedente, quando gli scogli periferici favorivano il permanere dell'acqua non salata delle imponenti scaturigini, si trovò rinserrato, sciolti i ghiacciai, dai monti della Volpe e Sasso, da Sassatello a Susinana. E di questo lago, che scaricava le sue acque nel Senio, il cui letto era allora più alto di quello attuale, ne parla ancora il fondo valle coi suoi sedimenti palustri, fra sassi

levigati ed arena. Per movimenti tettonici, dovuti all'assestamento della crosta terrestre, si formarono in questi monti delle fratture sulle cui pareti, in misura maggiore quanto più esse si trovavano vicine, premeva impetuosa e dissolvitrice la forza dell'acqua che violenta abbattè, a poco a poco, ogni ostacolo e precipitò spumeggiando da orride cascate. E dove prima era un vastissimo lago furono paludi e miasmi e poi sedimenti ubertosi. (...) S'apre, a novanta metri sul livello del fiume, l'ingresso della grotta, alto circa otto metri e largo cinque. Appena si entra si scorge evidente l'opera dell'uomo che sistemò lo speco per renderlo abitabile. La roccia infatti è stata scavata per farvi, in alto, ripostigli e in basso abbeveratoi che sono anche ora perennemente riempiti da un filo d'acqua che nasce da fessure coperte di muschio. Avanzo, fra stormi di pipistrelli spaventali, sull'umido viscido dei loro escrementi e di nere pozzanghere. La grotta diviene tortuosa. Si restringe e s'abbassa, e mi dà l'impressione di salire e di scendere; quindi s'allarga formando una volta che sembra una cupola gotica. Poi frane di massi imponenti ostruiscono il passaggio delle gallerie e mi fanno fermare. E nel silenzio e nelle tenebre, rotte solo dal tenue chiarore della mia lampadina, s'ode, da profonde fessure che s'aprono nelle pareti, lo scroscio di acque che si perdono lontano in cavità misteriose. (...) Nel museo d'Imola furono portati gli oggetti che lo Scarabelli trovò nella grotta nel 1870. Tre frecce di selce ci parlano dei Primi abitatori della grotta. Gli altri oggetti ci riportano all'epoca romana; innumerevoli crogioli di terra refrattaria, resti di ossa umane, un piccolo osso tubolare (forse la canna d'una zampogna!), tre idoletti di bronzo ricoperti di verderame, vasetti per le essenze, frammenti di vasi lacrimatoi, vasi grezzi o d'elegante fattura romana, due "assi" romani e frammenti di oggetti di rame. Il ricordo di questi oggetti ora che sono seduto su di un sasso e guardo pensoso l'interno della grotta mi rievocano delle scene che la fantasia anima, ma che hanno un fondamento di vero nella tradizione storica di quei tempi e di questi luoghi. E nel buio di questa caverna, di cui verdi rovi e selvatici pruni occultavano in parte l'ingresso, mi par di veder scivolare, come ombre fugaci, degli uomini dallo sguardo sospettoso e torvo. Le loro persone sono ora illuminate dalla fiamma rossastra d'un braciere acceso da tempo, nella parte più nascosta dell'antra, da un compagno che stava guardingo in attesa. E da un sacco di pelle, che un di essi portava sulle spalle ricurve, escono tintinnando oggetti di rame e idoletti di bronzo, vasetti lacrimatoi e frammenti di ossa, mentre un teschio rotola lontano e par sogghigni dalle occhiaie vuote, che sembrano allargarsi, smisurate e beffarde, nell'umida penombra purpurea. Hanno violato le tombe ed ora fondono la turpe rapina nei tanti crogioli. E l'"asse" uscirà lucente dal buio della grotta.



Fig. 2 – L'incipit dell'articolo di Domenico Budini pubblicato su "L'Avvenire d'Italia" (29 luglio 1941), con una sorta di scaletta dei contenuti. Emerge un approccio sensazionalistico nella descrizione della Grotta del Re Tiberio, funzionale a catturare l'interesse del lettore (da BUDINI 1941).

Pur indulgendo in una trattazione geologica iniziale romanzata, ma con alcune nozioni corrette (l'alternarsi di strati di gesso e di marne della Formazione Gessoso-solfifera, il fatto che il letto del Senio si trovava originariamente a quote molto più alte), va riconosciuto a Budini l'essersi documentato sulla cavità, a differenza di quasi tutti i giornalisti che lo avevano preceduto: anch'egli insiste sul fascino misterioso del luogo, ma allo stesso tempo dimostra di essere a conoscenza della teoria giovanile scarabelliana circa un antico lago nella valle del Senio, della «cupola gotica» *sensu* Scarabelli, nonché degli scavi dello scienziato imolese, ricordati assieme ai reperti da lui rinvenuti e conservati nel Museo Civico di Imola. L'autore racconta la propria esperienza in prima persona, a mo' di racconto di esplorazione; le fantasie finali, sebbene non sempre corrette (la moneta romana frutto del lavoro di falsari che rifondevano corredi funebri protostorici, quando invece tale operazione avvenne in epoca post-classica, riguardò bronzetti di offerente dell'età del Ferro e produsse monete medievali: GUARNIERI 2018, p. 177), risultano comunque basate sulle teorie di Scarabelli e confermate, in relazione al processo in sé, dalla bibliografia successiva sino ai nostri giorni.

Significativa l'annotazione, ancora negli anni Quaranta del Novecento, circa «in basso abbeveratoi che sono anche ora perennemente riempiti da un filo d'acqua che nasce da fessure coperte di muschio»: si tratta delle «vaschette» rupestri ancora oggi visibili all'ingresso, sebbene, tranne che in occasione di condizioni meteorologiche eccezionali (BENTINI 2010, p. 41), asciutte a causa delle tante alterazioni subite dall'habitat ipogeo negli ultimi decenni. La testimonianza di Budini rap-

presenta un'ulteriore conferma dell'interpretazione di tali incavi come databili all'età del Ferro e funzionali alla raccolta di acque di stillicidio, nel più ampio contesto dell'utilizzo del Re Tiberio, in questa fase, come santuario legato alle acque in cui venivano deposte offerte (bronzetti, vasetti miniaturistici) (MIARI *et alii* 2013, pp. 386-393, 398-399).

L'autore, il cui pezzo fu edito il 29 luglio 1941, non fa alcun cenno al saggio di scavo lì praticato pochi giorni prima (23 luglio 1941) da Antonio Veggiani (1924-1996) (VEGGIANI 1957, p. 668, nota 1): una spiegazione possibile può essere che Budini abbia visitato la cavità prima del 23 luglio, e che il suo testo sia stato pubblicato sul quotidiano solo a settimane di distanza; in alternativa, l'indagine archeologica dello studioso di Mercato Saraceno potrebbe essere stata così limitata e superficiale da risultare pressoché irrilevante o irriconoscibile, sei giorni dopo, agli occhi di un profano (in effetti lo scavo di un diciassettenne Veggiani sembra aver avuto carattere episodico ed estemporaneo, essendo stato portato avanti in una sola giornata di lavoro).

A distanza di pochi mesi è Amedeo Tabanelli (1903-1952), a quel tempo bibliotecario della Biblioteca di Imola e successivamente destinato, dopo la Seconda Guerra Mondiale, a diventare sindaco della stessa città (1946-1948), a pubblicare un nuovo articolo, sulle colonne del "Corriere Padano" (23 ottobre 1941) (TABANELLI 1941):

(...) Se anche qualche volta, nell'attesa della giornata stabilita per l'escursione, si affacciarono alla nostra mente i rischi dell'impresa narrati da certe voci e

letti su giornali [riferimento a BUDINI 1941, sebbene quest'ultimo non esageri circa la pericolosità della grotta?], la paura di parer paurosi ci diede animo, e fummo puntuali al convegno fissato. L'amico nostro [Riccardo Lanzoni] aveva ragione, e se anche assai faticosa e in qualche punto pericoloso, riuscì la passeggiata condotta nelle viscere di un monte, la fatica e i rischi riuscirono sopportabili e superabili. Giungemmo nel fondo estremo della caverna e ne ritornammo in poco più di tre ore. Neppure la vecchia camicia di un rettile fu da noi scorta alla luce delle potenti lampade che portavamo; moltissimi invece i pipistrelli giostranti vertiginosi davanti ai nostri occhi. Respirammo benissimo per tutto il percorso e sudammo copiosamente per la fatica. \*\*\* Nell'interno dell'antra \*\*\* L'ingresso della caverna, largo più di tre metri ed alto oltre 2,75, si apre sul fianco eroso del Monte della Volpe, a circa novanta metri di altezza dal greto del fiume Senio, ch'è scorre ai piedi di quel bel taglio netto della catena di gesso, che caratterizza la valle, poco più su di Riolo, in località Rivola. Che un tempo gli uomini abitassero la caverna è provato dalla regolarità artificiale del piano e delle pareti nella prima parte di essa, e dai numerosi oggetti di selce lavorata, di cotto e di bronzo rintracciati scavando il pavimento, alzato da un profondo strato di terriccio lentamente depositatosi e riportato. Specialmente nell'angolo a sinistra di chi entra, verso il quale sembra inclinare il pavimento, è facile rinvenire ancora gli oggetti più diversi che rivelano il sovrapporsi di diverse civiltà umane. Oggetti dell'età della pietra, in selce ed osso, dell'età del bronzo, del ferro e perfino monete romane furono qui trovate. Questa parte del resto è vasta, relativamente asciutta, illuminata dall'ampio ingresso: abitazione ideale, quindi, per le popolazioni trogloditiche. Abbastanza ampia, ma buia e tortuosa, rimane per circa cinquanta metri la caverna; per quanto vada diminuendo di altezza causa l'elevazione del piano determinata dal continuo accumularsi in esso di terriccio, di marna e travertino degradato che si stacca dalle pareti e dalla volta. Sbocca poi repentinamente in una vasta cavità che ha forma irregolare di cupola gotica, dal diametro di 15 metri e dall'altezza di 20. Qui l'oscurità è completa, e il silenzio è rotto soltanto dal ticchettio dello stillicidio abbondante della volta e delle pareti, e dallo stridio di innumerevoli pipistrelli. Il pavimento è coperto da un grosso strato di guano che, se fosse facile asportare per utilizzarlo come fertilizzante, rappresenterebbe un certo valore. Nella sommità della volta si notano fratture e crepe. Di qui, il cammino in avanti si fa difficile. A sinistra si apre un cunicolo che penetra angusto, tortuoso, il cui piano, a volte sale, altre volte si abbassa improvviso accidentato da frane e da fratture profonde. Qualche volta lo stretto passaggio si biforca per ricongiungersi più avanti: in certi punti bisogna scalare per qualche metro rocce quasi a picco, in altri avanzare con precauzione su cornici tracciate da antiche acque correnti; c'è da

procedere curvi poi a carponi; a volte il passaggio è così stretto che bisogna avanzare di fianco. La luce mostra qua e là segni di visitatori: nomi scritti con vernice sulle pareti, motti, frasi, disegni. Man mano si avvanza, questi segni diminuiscono, ma se ne trovano alcuni fin nel fondo. Finalmente si può restare ritti e sostare in una stanzetta circolare, stretta ma alta, tendente ad allungarsi da un lato. Un buco entro il quale passa appena il capo, poi la parete di dura roccia. È la fine della caverna lunga esattamente m. 356. Una sigaretta sotto lo stillicidio monotono e in mezzo al frullare dei pipistrelli, il cambio del carburatore alla lanterna maggiore, poi il ritorno. Alle pareti incrostazioni di calcare solcate da numerose gocce di acqua contro le quali la luce artificiale si rifrange con strani effetti; stalattiti e stalagmiti di frequente, in gran parte abbattute e frantumate dai visitatori che ne asportano i pezzi per ricordo. Dopo tre ore di buio, l'azzurro del cielo in alto, la vista del fiume in basso, le voci della vita che giungono lassù dalle case di Rivola, adagiate sull'altra sponda del Senio.

Anche Tabanelli, così come Budini, si mostra informato circa la cavità, dimostrando di conoscere le pionieristiche ricerche scientifiche lì effettuate in passato e la bibliografia scarabelliana (ritorna ancora una volta la «cupola gotica»).

Anche il fatto di essersi rivolto come guida a Riccardo Lanzoni (BERTANI 1996, p. 428, nota 25), Ispettore Onorario alle Antichità per la valle del Senio tra 1923 e 1935 (VEGGIANI 1957, p. 673) e personalità di una certa importanza nella storia degli studi archeologici della cavità (MIARI *et alii* 2013, p. 379), denota da parte del Nostro l'essere in grado distinguere lo spessore culturale di chi si era occupato della grotta.

Come già notato (PIASTRA 2013, p. 432), l'affermazione, probabilmente nel contesto di un'economia autarchica e di guerra, secondo cui «il pavimento è coperto da un grosso strato di guano che, se fosse facile asportare per utilizzarlo come fertilizzante, rappresenterebbe un certo valore», dimostra come l'autore ignorasse completamente che una simile esperienza era già stata effettivamente intrapresa circa un secolo prima da parte dell'agrario persicetano Giovanni Orlandi (PIASTRA 2013, pp. 425-431).

Il riferimento a «nomi scritti con vernice sulle pareti, motti, frasi, disegni» nel «ramo storico» della cavità (ossia com'era precedentemente alle esplorazioni qui effettuate dallo Speleo GAM Mezzano a inizi anni 2000: ERCOLANI *et alii* 2013b, p. 132) è pertinente: alcune di tali scritte, tuttora visibili, sono state recentemente interpretate in un'ottica politica antifascista del mondo scoutistico (PIASTRA 2015); risulta inoltre significativa la sottolineatura circa l'impatto della frequentazione turistica *ante litteram*, con concrezioni frantumate o asportate già nella prima metà del Novecento da parte

di visitatori occasionali alla ricerca di un souvenir.

L'articolo, così come quello precedente, colloca la grotta presso Monte della Volpe, e non presso Monte Tondo: quest'ultimo toponimo appare di invenzione relativamente recente, mentre è tuttora il primo a fungere da punto di riferimento per la georeferenziazione presso i residenti (PIASTRA 2013, p. 407).

Come Budini, verso il cui brano è verosimilmente debitore, anche Tabanelli narra la sua visita secondo il registro del racconto di esplorazione.

L'anno successivo è la volta dell'intellettuale casolano Giuseppe Pittano (1921-1995), che qui si firma col suo pseudonimo di "Pecio", sempre sul "Corriere Padano" (PECIO 1942):

La strada corre tortuosa fra le siepi. Scompare di quando in quando per riapparire più lontana e più bianca agli occhi di chi abbandona la via Emilia per imbucare la Valle del Senio. Folate di vento, d'aria, di luce dicono che tutto è cambiato. Non più la via lunga e diritta meccanicamente viva fra la sterminata piana dagli innumerevoli viali di filari. Essa sale fra i pruni rispecchianti il cielo nei loro occhioni rugiadosi, costeggiando il fiume, l'aria frizzante e pura del quale tende i muscoli e mette in corpo un non so che di brioso che invita a godere di quella pace e ad accompagnare di cuore il canto delle fanciulle che battono sulle acque i panni di lino sollevando intorno arcobaleni di goccioline. Davanti allo sguardo abbinato nella conca piena di sole, le cime frastagliano minacciose la volta celeste mostrando le fortezze che guatano sospettose nella valle. Monte Battaglia allo spartiacque del Senio e del Santerno, Monte Mauro a cavaliere delle vallate del Senio e del Lamone. Passato Riolo il fiume rumoreggia nel letto ciottoloso. La strada s'inerpica a gomiti. Discende ancora. La massa oscura della montagna si fa più distinta. Guadagnata la cima di Gallisterna, proscenio immane, la massa spezzata offre una vista meravigliosa. Pinete che fuggono inerpicandosi pei cocuzzoli. Qua e là zone brulle ed arsicce. In lontananza, castagneti folti fra la cui verzura fanno capolino comignoli curiosi. Cuspidi aguzze dalle cui tinnule campane tinniscono: alla valle si specchiano nelle acque cristalline del torrente. Le casupole s'addensano alle pievi come funghi alle querce, quasi soffocandole. Ombre e luci si confondono in fuga e verso il cielo che si abbassa a baciare le chiome ondegianti delle pinete. Davanti, a pochi chilometri la massa calcarea ed enormi strati sovrapposti, fa pensare ad una immane cerchia da Centimani e Titani costruita, contro la quale si sia scaraventata la furia di Eracle. Borgo Rivola nel suo verde cupo viene incontro confortando chi si inerpica per l'aspra salita. Ecco: la roccia. Pare cresciuta, smisuratamente. Massi sparsi lungo il fiume ed i pendii potrebbero far temere da un momento all'altro il crollo fragoroso della montagna. A prima vista nulla di strano. Chi guarda attentamente la parete

scintillante nei mille cristalli, noterà qualcosa di diverso. Fra il biancore del calcare vedrà una macchia scura. È quella la grotta del re Tiberio. Così la chiama la gente. Re Tiberio! Quante leggende si intrecciano a questo nome. Leggende a sfondo popolare cupamente ricamate dalla fantasia dei primi che da lontano osservarono attoniti questa grotta, di coloro che si arrampicarono fin lassù e scesero raccontando le cose più bizzarre, delle nonne che quietavano frugoletti accennando la montagna. Di quella profonda cavità nella roccia a strati sovrapposti a picco sul fiume, Dante ne avrebbe fatto la porta del Purgatorio, ... C'era una volta - così un'antica, leggenda popolare - un re di nome Tiberio. Superstizioso al massimo, Tiberio interrogò una zingara sul proprio avvenire. Trattò gli auspici, stringendosi nelle scarnie spalle, la zingara predisse al re che sarebbe morto colpito da un fulmine. Tiberio, la fronte madida di sudore, grugnì bestialmente bestemmiando in cuor suo di sfatare il fato. Là nella roccia aspra scavò la sua reggia. Di là sfidava il cielo uscendo solo quando tutto era terso. Un giorno il servo, il mento spruzzato di bianca canizie, annunciò al re che la giornata prometteva bene. Appena una nuvoletta della grandezza di una pipa passeggiava curiosa sulle creste lontane sfumanti nell'azzurro. Tiberio uscì col seguito lungo i pendii della montagna. Tutto pareva festa intorno a lui. Caprioli sporgevano curiosi i musetti fra i cespugli, gli uccellini pispigliavano [sic] una musica soave, le margheritine abbassavano i capolini a baciare i suoi piedi, arrossivano i maestosi papaveri. All'improvviso il cielo s'abbuiò. Le nubi si addensarono minacciose. I caprioli fuggirono spaventati nelle loro tane. Le margheritine nascosero fra l'erbe il loro pianto, i papaveri volsero sgomenti lo sguardo attorno. Come aveva predetto la zingara Tiberio sentì il fulmine scaraventarsi sulla sua corona. Si sentì morto. Il sole affacciandosi fra le nubi sbigottite in fuga vide il re morto tra i fiori in pianto. Gli scoiattoli impazziti saltellavano pei rami. Di notte la luna pallida s'accese per far lume alle ombre che salivano in mesto corteo verso la grotta. Erano i servi fedeli che accompagnavano nell'antro lo spirito del re. Sin qui la leggenda. I focolari scavati sulla viva roccia, i piccoli vasi trovati sul suolo fanno pensare che la grotta fosse abitata. Forse nell'età della pietra da trogloditi arcigni? Rifugio di briganti? Officina occulta di falsificatori? Probabilmente no. Inoltriamoci un poco. A pochi metri dall'apertura la luce fugge. Le lucerne forano impazienti l'oscurità. A destra e a sinistra pareti alte, abissi oscuri. Di quando in quando chiroteri dalle larghe ali passano fruscando e proiettando sulle pareti ombre che si rincorrono in una ridda sinistra. Nulla di strano, nessun segno di umanità. Più avanti una parete sulla quale si legge: non plus ultra, avverte che è ora di fare ritorno. Fango, pipistrelli, umidità: ecco tutto quanto v'è dentro. La verità forse è questa: un rio passando vicino alla casa di un certo Tiberio, inghiottito dalla roccia calcarea, l'ha scavata

formando la grotta che dal nome dialettale di “grotta di re Tiberio” è passata alla traduzione italiana di “grotta di re Tiberio”. Ancor oggi allegre comitive si diletta-no a scrivere motti; e nomi sulle pareti. Ancor oggi il popolo guarda con compiacente meraviglia al regno incontrastato delle ombre che la luce e il sole non violarono, ove i chiroterteri dalle larghe ali vegliano lo spirito di re Tiberio.

L'articolo, di patina decisamente letteraria, di un giova-nissimo Pittano (appena ventunenne: si tratta della pri-ma pubblicazione in assoluto del Nostro?), unico auto-re di origini locali tra quelli analizzati in questa sede, mostra palesi inesattezze laddove confonde il calcare col gesso o laddove nega una frequentazione della cavità in età protostorica o medievale ad opera di falsari. Nella descrizione della cavità, un elemento completa-mente inventato è la presenza di una scritta nel gesso «*non plus ultra*»: Pittano recepì acriticamente il dato, assolutamente falso e plasmato sulla falsariga dell’In-ferno dantesco, da una leggenda di ascendenza alme-no seicentesca (cf. SALETTI 2002, p. 518), che parlava appunto di un fantomatico cancello sotterraneo re-cante questa epigrafe (COSTA 1906, p. XII; ZANGHERI 1930, p. 230).

L'autore casolano, come praticamente tutti gli altri prima di lui, insiste infine circa la numerosa presenza di pipistrelli all'interno della grotta: il dato è verosi-

mile per quel periodo, e si contrappone ad un'assen-za odierna di colonie svernanti durante la stagione fredda (BERTOZZI 2013, p. 354). Una tale dinamica si spiega col fatto che l'apertura della grande cava di proprietà ANIC (1958) nelle immediate vicinanze dell'imboccatura del Re Tiberio implicò una chiara alterazione delle condizioni naturali originarie, con un conseguente spostamento delle colonie di chiro-terteri dalla nostra cavità naturale al reticolo di gallerie minerarie (BERTOZZI 2013, p. 351) lì aperte a parti-re dagli anni Sessanta per un totale di circa 15 km e via via abbandonate, sino alla dismissione completa (1990) dei lavori estrattivi in sotterraneo (PIASTRA, RINALDI CERONI 2013, pp. 471-472).

Stilando un bilancio circa quest'ultimo gruppo di articoli giornalistici, essi trattarono del Re Tiberio anche perché sia “L'Avvenire d'Italia”, sia il “Corriere Padano” erano ben radicati e diffusi in Romagna (il “Corriere Padano” aveva all'epoca addirittura una re-dazione faentina), e pezzi legati a questo territorio do-vevano quindi intercettare l'interesse dei lettori delle due testate.

Soprattutto, il fatto che tutti e tre risalgano al biennio 1941-1942 induce a ritenere che si trattasse di articoli di disimpegno e “riempitivi”, utili a distogliere l'opi-nione pubblica dalle gravi questioni belliche che l'Ita-lia stava attraversando (PIASTRA 2013, p. 440).

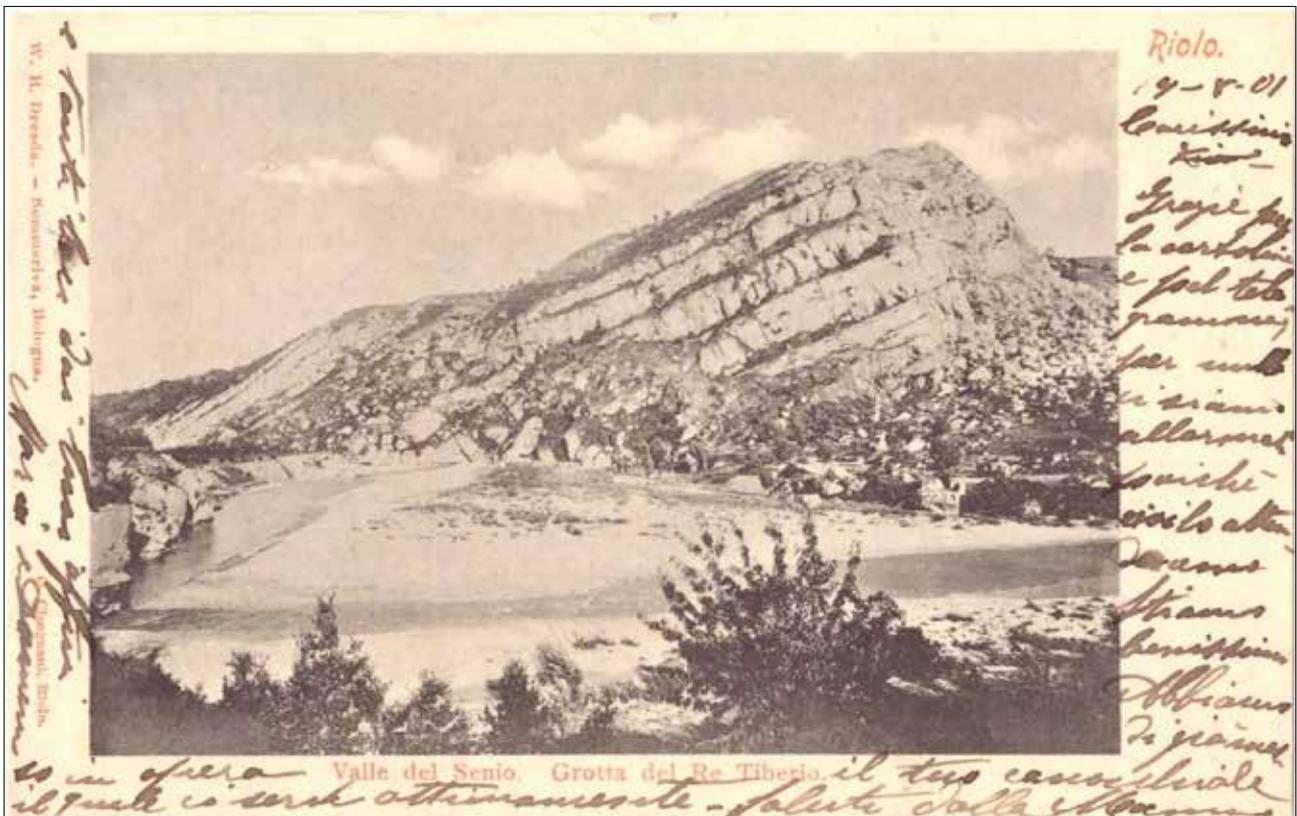


Fig. 3 – Cartolina di Monte Tondo e della Grotta del Re Tiberio, datata 19 agosto 1901 e indirizzata a Giovanni Tosi Bellucci (1854-1932), personalità preminente di Vignola.

In relazione alle dimensioni dell'ingresso e allo sviluppo ipogeo del sistema carsico, i vari brani (così come quelli degli autori dei decenni precedenti) riportano dati numerici discordanti tra loro, a volte in modo notevole, riflesso di stime impressionistiche fatte "a vista" o stimate *ex post* tramite i propri ricordi; alcuni visitatori sembrano essersi fermati all'altezza della "Sala Gotica", mentre altri hanno proseguito l'esplorazione nel "ramo storico".

Accanto ai testi giornalistici, nei medesimi anni la Grotta del Re Tiberio e il suo "mito" furono divulgati anche da un altro potente *medium*: le cartoline, vendute in primo luogo a quegli stessi "bevilacqua", ospiti delle terme di Riolo, che si recavano in visita alla cavità e a cui si ricollegavano diversi brani di quotidiani qui analizzati. Vari esemplari di tali immagini, nelle quali il Re Tiberio era codificato come luogo misterioso, remoto oppure di meditazione, sono già stati pubblicati e discussi (PIASTRA 2013, pp. 425, 428-430, figg. 20-22); è stato anche dubitativamente ipotizzato che proprio una cartolina della nostra grotta abbia ispirato un racconto di Grazia Deledda (1932) in parte qui ambientato (PIASTRA 2016).

Un nuovo materiale significativo in proposito è stato recentemente recuperato sul mercato antiquario (fig. 3): si tratta di una cartolina del Re Tiberio, viaggiata, datata 19 agosto 1901 e indirizzata da alcuni parenti all'avvocato Giovanni Tosi Bellucci (1854-1932), personalità preminente di Vignola. L'immagine, in precedenza datata al secondo quarto del XX secolo (PIASTRA 2013, p. 430, fig. 22), va ora correttamente ascritta alla fine del XIX secolo.

Ciò che più interessa in questa sede è il messaggio scritto direttamente sul *recto* della cartolina:

Carissimo zio, grazie per la cartolina e pel telegramma; per nulla ci siamo allarmati poichè ieri lo attendevamo. Siamo benissimo. Abbiamo di già messo in opera il tuo canocchiale [sic] il quale ci serve ottimamente. Saluti dalla mamma e tanti baci dai tuoi aff.mi Maria e Domenico.

Ne emerge uno spaccato emblematico e vivido delle dinamiche del tempo: agli inizi del Novecento, i parenti di uno dei personaggi più facoltosi di una cittadina relativamente distante dalla valle del Senio, quale appunto Vignola, passavano le vacanze di Ferragosto presso le terme riolesi; sebbene non dichiarato esplicitamente, sembra plausibile ipotizzare che i giovani nipoti di Giovanni Tosi Bellucci utilizzassero il cannocchiale, citato nel messaggio e regalato loro dallo zio, proprio in funzione delle loro avventure alla scoperta del territorio, della Stretta di Rivola e del Re Tiberio, quest'ultimo scelto come soggetto della cartolina da spedire al parente.

## Bibliografia

- ANONIMO 1929, *La grotta leggendaria del re Tiberio*, "La Domenica del Corriere" XXXI, 37, 15 settembre 1929, p. 11.
- G. BACOCO [G. BAGNARESI] 1933, *La Tana del Re Tiberio*, "La Piè" XIV, 3-5, pp. 75-76.
- F. BALILLA PRATELLA 1925, *Passeggiate di Romagna. I paesi di Alfredo Oriani*, "La Piè" VI, 6-7, pp. 124-131.
- F. BALILLA PRATELLA 2021, *Romagna intima*, (introduzione di G. BELLOSI), Bologna.
- G. BELLOSI 2002, *Nell'officina dei Ferretti. Storia di una famiglia di tipografi lughesi*, Faenza.
- 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.
- M.G. BERTANI 1996, *La Grotta del Re Tiberio: lo scavo e le vicende museali*, in M. PACCIARELLI (a cura di), *La collezioni Scarabelli, II, Preistoria*, Bologna, pp. 421-429.
- 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, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 347-360.
- D. BUDINI 1941, *Passeggiate in Romagna. La grotta di re Tiberio*, "L'Avvenire d'Italia" XLVI, 176, 29 luglio 1941, p. 3.
- C. BUSI, *Francesco Orsoni. Storia di un bolognese, pioniere della Speleologia e dell'Archeologia Preistorica*, Bologna.
- CARMILEIN [C. CARBONI-CANTALAMESSA] 1890, *Dalla Grotta del Re Tiberio*, "Ehi! Ch'al scusa" XI, 32, 23 agosto 1890, p. 2.
- L. COSTA 1906, *La Grotta del Re Tiberio. Dramma leggendario in 3 atti*, Brisighella.
- E. DIRANI 2012, *Al Cardello di Oriani con Ennio Dirani*, "IBC" XX, 2.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013a, *Storia delle esplorazioni speleologiche*, 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. 103-114.

- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013b, *Le grotte 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, pp. 115-167.
- ERGONDINEMANE [G.U. MAIOLI] 1997, *La Grotta di Re Tiberio*, in E. MARRAFFA, E.V MORONI (a cura di), *Le porte del sole. Parchi di Romagna. Delta del Po, Carnè, Vena del Gesso, Calanchi*, Ravenna, pp. 141-143.
- 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), s.l., pp. 165-177.
- G.U. MAIOLI 1931, *Ancora la Grotta del Re Tiberio*, "La Piè" XII, 2, pp. 31-32.
- O. MARINELLI 1905, *Nuove osservazioni su fenomeni di tipo carsico nei gessi appenninici*, in *Atti del V Congresso Geografico Italiano*, Roma, pp. 150-186.
- 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, vol. XXVI), Faenza, pp. 375-402.
- A. MONTEVECCHI 2006, *La cultura nella città. Storia e letteratura in Romagna nel Novecento*, Faenza.
- F. ORSONI 1890, *La Grotta del Re Tiberio*, "Gazzetta dell'Emilia - Monitore di Bologna" XXXI, 238, 29 agosto 1890.
- PECIO [G. PITTANO] 1942, *Paesaggi di Romagna - La Grotta del Re Tiberio*, "Corriere Padano. Corriere di Faenza" XVII, 236, 3 ottobre 1942, p. 2.
- S. PIASTRA 2006, *Aspetti naturalistici e geologici del territorio brisighellese nell'opera di Antonio Metelli*, "Studi Romagnoli" LVII, pp. 607-639.
- 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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 403-450.
- S. PIASTRA 2015, *Una particolare forma di frequentazione umana delle cavità emiliano-romagnole in età contemporanea: l'attività politica*, "Speleologia Emiliana" XXXVI, 6, pp. 126-131.
- S. PIASTRA 2016, *La Tana del Re Tiberio e la Stretta di Rivola (Vena del Gesso romagnola) come luoghi letterari. La novella La casa del Rinoceronte di Grazia Deledda (1932)*, "Speleologia Emiliana" XXXVII, 7, pp. 126-130.
- 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, 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.
- S. PIASTRA, R. RINALDI CERONI 2013, *L'apertura e l'attività della cava ANIC di Monte Tondo in una prospettiva storico-geografica. Aspetti produttivi, implicazioni sociali, riflessi sul sistema locale (1958-1993)*, 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. 463-487.
- F.M. SALETTI 2002, *Comentario di Val d'Amone*, (a cura di P. MALPEZZI), Faenza.
- G. SCARABELLI 1851, *Note sur l'existence d'un ancien lac dans la vallée du Senio en Romagne*, "Bulletin de la Société Géologique de France" 2, 8, pp. 195-202.
- 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.
- A. TABANELLI 1941, *Itinerari romagnoli. La caverna del Re Tiberio*, "Corriere Padano" XVI, 253, 23 ottobre 1941, p. 4.
- A. VEGGIANI 1957, *La Grotta del Re Tiberio nei Gessi di Rivola*, "Studi Romagnoli" VIII, pp. 667-691.
- P. ZANGHERI 1930, *Divagazioni naturalistiche romagnole. La "Grotta del Re Tiberio"*, "La Piè" XI, 9, pp. 190-194; "La Piè" XI, 10, pp. 226-230.

Ringraziamenti: Daniela Simonini (Biblioteca Comunale di Faenza), per l'assistenza nel reperimento degli articoli pubblicati sul "Corriere Padano".

## IL SISTEMA CARSICO DEL RE TIBERIO NELL'AMBITO DELLA CANDIDATURA "CARSISMO E GROTTI NELLE EVAPORITI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE" A PATRIMONIO DELL'UMANITÀ UNESCO

MASSIMILIANO COSTA<sup>1</sup>

### Riassunto

L'articolo discute la candidatura "Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale" a Patrimonio dell'Umanità UNESCO, con particolare riferimento alla Vena del Gesso romagnola e alla Grotta del Re Tiberio: un interesse verso i fenomeni carsici nei gessi che dura da migliaia di anni, modificando periodicamente i motivi alla base di questo interesse, dalla frequentazione per motivi sepolcrali e di culto, all'estrazione degli affascinanti cristalli di gesso secondario; infine, la speleologia, la ricerca scientifica, la protezione del patrimonio naturale e culturale, nonché la valorizzazione territoriale e turistica di questi ultimi anni.

**Parole chiave:** Grotta del Re Tiberio, carsismo, grotte, Patrimonio dell'Umanità UNESCO.

### Abstract

*The paper discusses the candidacy 'Evaporite Karst and Caves of the Northern Apennines' to World Heritage UNESCO: an interest in karst phenomena in gypsum that has lasted for thousands of years, periodically changing the reasons behind it, from burial site and worship, to the exploitation of the fascinating secondary gypsum crystals; finally, speleology, scientific research, the protection of the natural and cultural heritage, as well as the territorial and tourist development of the recent years.*

**Keywords:** Re Tiberio Cave, Karst, Caves, UNESCO World Heritage.

### Introduzione

Le peculiarità geologiche e speleologiche, uniche, delle evaporiti dell'Emilia-Romagna sono il valore più importante e sono centrali rispetto alla strategia di conservazione e promozione delle aree protette che le tutelano e le valorizzano.

I fenomeni carsici sono ben rappresentati nella lista dei siti Patrimonio dell'Umanità UNESCO, con oltre 50 beni sparsi nel mondo.

Nel 2008 l'IUCN (Unione internazionale per la conservazione della natura), come organo consultivo della Convenzione del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO sul patrimonio naturale, ha pubblicato una rassegna globale sui siti carsici a livello mondiale, evidenziando che ci si aspetta che solo pochi altri siti carsici possano essere aggiunti alla lista.

Tuttavia, l'IUCN afferma che vi sono buone possibilità per il carsismo di tipi non rappresentati nella lista, come quello nelle rocce evaporitiche: "nei casi in cui le caratteristiche carsiche sulle rocce evaporiti-

che 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 (IUCN 2008).

Gli affioramenti evaporitici carsici dell'Emilia-Romagna sono molto limitati (meno dello 0,5% dell'intero territorio) e consistono in due diverse litologie: anidriti triassiche (con un'area globale di ~ 20 km<sup>2</sup>) e gesso messiniano (~ 30 km<sup>2</sup>).

Nonostante la piccola estensione, queste aree ospitano forme carsiche superficiali ben sviluppate e variate (valli cieche, doline, forre, bolle di scollamento, candele, ecc.) ed oltre 900 grotte finora esplorate e mappate.

La proposta avanzata è basata su alcuni importanti elementi di valore mondiale.

Le grotte di anidrite dell'Emilia-Romagna sono le uniche epigeniche al mondo e presentano una forma carsica completamente nuova, le "anse ipogee", il cui sviluppo è strettamente controllato dall'idratazione

<sup>1</sup> Ente di gestione dei Parchi e della Biodiversità Delta del Po, Via Mazzini 200, 44022 Comacchio (FE) - massimilianocosta@parcodeltapo.it

dell'anidrite.

Ospitano, inoltre, la più profonda grotta nelle evaporiti del mondo: il sistema carsico di Monte Caldina (con una profondità totale di 265 m) e la più grande sorgente carsica salata d'Italia, le fonti di Poiano.

Il sistema carsico Spipola-Acquafredda vicino a Bologna è il più lungo al mondo nei Gessi, con oltre 12 km di gallerie mappate.

Il sistema carsico del Re Tiberio supera i 7 km di sviluppo (secondo nei Gessi Messiniani).

La fauna continentale miocenica del Monticino di Brisighella, contenuta entro cavità paleocarsiche, è il riferimento mondiale per la paleontologia del tardo Miocene (5,6 milioni di anni fa).

Le grotte nei gessi ospitano particolari forme di corrosione-dissoluzione e rari speleotemi, importanti resti paleontologici e archeologici, nonché alcune specie endemiche e molte specie di interesse conservazionistico; sono state inoltre importanti luoghi nella storia antica e recente dell'uomo: particolarmente rilevante è stata l'estrazione del gesso secondario, noto come *lapis specularis*, in età imperiale romana.

Molto importante, per determinare l'importanza mondiale della candidatura, è anche la storia della ricerca scientifica: il carsismo nei gessi della nostra regione fu il primo al mondo ad essere studiato già nell'ultima parte del XVI secolo.

Alcune delle forme più peculiari (es. erosioni a candela, Capellini, 1876) e dei depositi caratteristici (Laghi, 1806; Santagata, 1835) delle grotte di gesso sono stati descritti per la prima volta in questi territori. Molti degli studi speleogenetici sulle grotte di gesso e anidrite sono stati fatti in Emilia-Romagna.

Infine, per l'UNESCO è strategica la capacità di divulgazione. Ebbene, attualmente il carsismo nelle aree evaporitiche dell'Emilia-Romagna è di gran lunga il più studiato e documentato al mondo, come testimoniano le oltre 2000 pubblicazioni edite su di esso, che sono molto più della bibliografia cumulativa relativa a tutte le altre grotte nei gessi e nelle anidriti al mondo. Particolarmente importante è anche la possibilità di far conoscere e visitare i siti inseriti nella lista, attività che la Regione Emilia-Romagna, il Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, gli Enti di gestione per i Parchi e la Biodiversità Romagna, Emilia Orientale ed Emilia Centrale, assieme alla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna stanno svolgendo da tempo.

Sette sono gli ipogei visitabili: Grotta della Spipola (BO), Grotta del Farneto (BO), Grotta del Re Tiberio (RA), Grotta presso Ca' Toresina (cava sotterranea di *lapis specularis*) (RA), Cava Marana (gallerie artificiali di un ex sito estrattivo) (RA), Tanaccia (RA), Grotta di Onferno (RN).

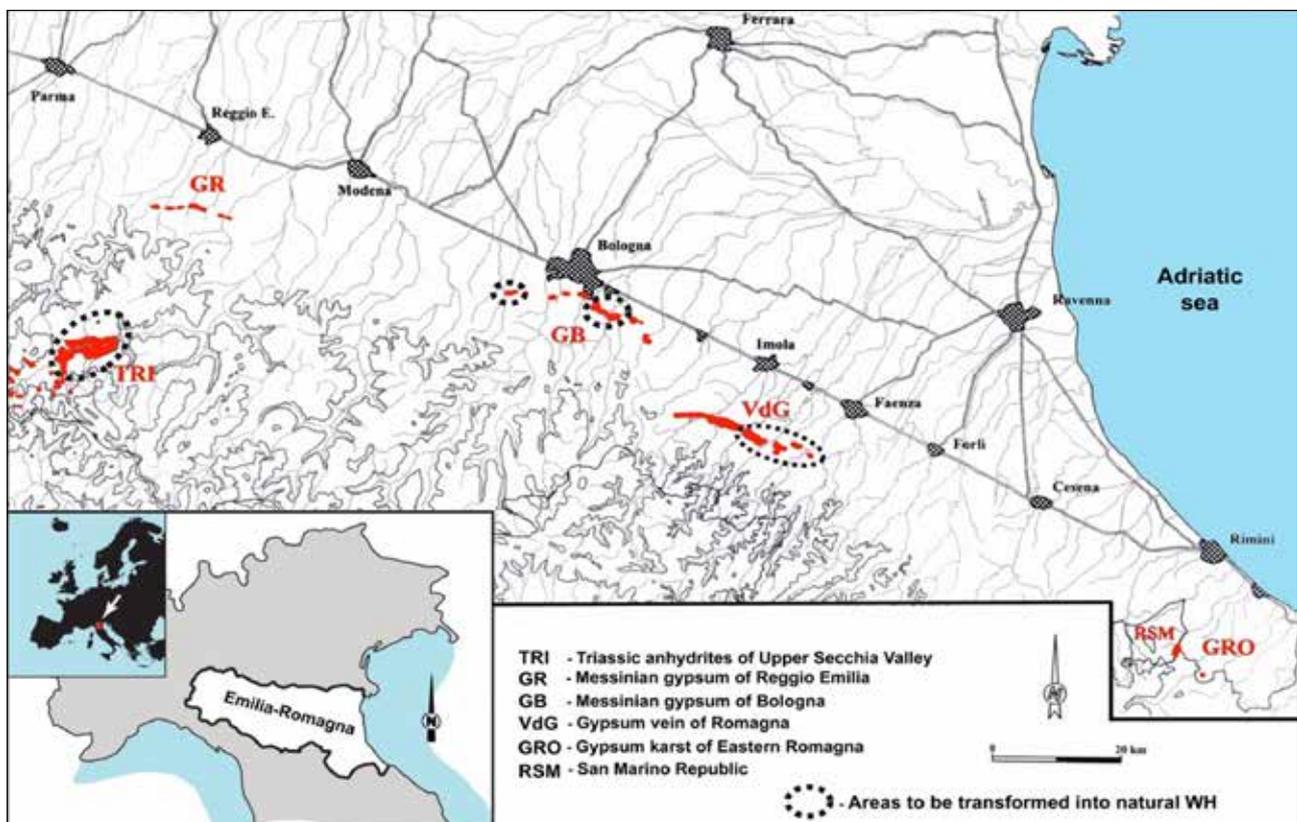


Fig. 1 – Mappa degli affioramenti evaporitici in Emilia-Romagna (FORTI et alii 2017).

## Breve storia della candidatura

2015. L'idea del prof. Paolo Forti viene presentata dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna all'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Romagna, responsabile del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola.

2016. L'idea viene condivisa con i Sindaci del territorio del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola e con i gestori delle altre aree carsiche protette (Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano e Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Emilia Orientale, responsabile del Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa) e viene presentata nell'area in decine di occasioni; infine, viene ufficialmente proposta alla Regione Emilia-Romagna a dicembre 2016; nello stesso mese di dicembre la Regione approva immediatamente la proposta, con deliberazione della Giunta regionale n. 2273 del 21 dicembre 2016.

2017. Un gruppo di lavoro ristretto, composto e guidato da Paolo Forti (Università di Bologna), con il contributo di Giovanna Daniele, Marco Pizziolo, Giovanni Belvederi (Regione Emilia-Romagna), Massimo Ercolani (Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna), Chiara Guarnieri, Monica Miari (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio), Stefano Piastra (Università di Bologna), Massimiliano Costa (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Romagna), David Bianco (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità-Emilia Orientale) redige il documento preliminare in lingua inglese, inviato al Ministero dell'Ambiente nel mese di dicembre 2017 (FORTI *et alii* 2017).

Per la candidatura viene selezionato il criterio VIII delle categorie UNESCO, ossia "Essere esempi eccezionali che rappresentano le principali fasi della storia della Terra, compresa l'evoluzione della vita, significativi processi geologici in corso nello sviluppo delle forme del terreno o caratteristiche geomorfologiche o fisiografiche significative", con questa giustificazione:

Il bene seriale nominato comprende uno dei sistemi carsici evaporitici più completi del mondo. Da un'eccezionale combinazione di condizioni climatiche e un peculiare ambiente geologico, l'area candidata è unica al mondo. Costituisce uno dei migliori luoghi di osservazione e studio del carsismo nei depositi di gesso e anidrite.

In un'area relativamente piccola oltre 900 grotte (tra le più grandi, profonde e complesse di que-

sta tipo al mondo) consentono un facile accesso alla maggior parte dei fenomeni osservabili nel carsismo evaporitico, un contesto geologico non ancora rappresentato nella lista del Patrimonio Mondiale.

Ha una ricchezza non comune di speleotemi e minerali rari, a volte unici per queste grotte. Ha attratto naturalisti e scienziati fin dal XVI secolo. In questi luoghi è nata la disciplina della speleologia nelle evaporiti e qui sono stati descritti per la prima volta decine di fenomeni.

Oggi le formazioni rocciose e le grotte dell'Appennino settentrionale rappresentano quanto di meglio documentato scientificamente al mondo relativamente al carsismo solfato-alitico, dal punto di vista geologico, speleologico e idrologico. Questi siti sono facilmente accessibili ed esplorabili, rendendo quest'area una delle principali località di ricerca sul carsismo evaporitico.

2018. Subito a gennaio la Commissione Nazionale Italiana per l'UNESCO iscrive il bene proposto nella "lista d'attesa" nazionale dei candidati Patrimoni dell'Umanità UNESCO, con la denominazione di "Grotte e carsismo evaporitico dell'Emilia-Romagna" ("Evaporite Karst and Caves of Emilia Romagna Region" in inglese, lingua ufficiale della candidatura) (<https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6317/>). La Regione Emilia-Romagna, con determinazione del Direttore Generale Ambiente n. 12029 del 25 luglio 2018, formalizza il Gruppo di Lavoro Tecnico-Scientifico a supporto della candidatura delle aree carsiche evaporitiche dell'Emilia-Romagna a Patrimonio Mondiale UNESCO, che già dall'inizio dell'anno aveva avviato la redazione della prima bozza del dossier completo di candidatura.

Questa la composizione approvata dalla Regione:

- Massimiliano Costa, presidente (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità -Romagna)
- Giovanna Daniele, vicepresidente (Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Sismico e dei Suoli);
- David Bianco (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità - Emilia Orientale);
- Alessandra Curotti, Stefano Furin (Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano);
- Paolo Forti (Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali; Società Speleologica Italiana);
- Massimo Ercolani (Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna);
- Federico Fanti (Università di Bologna, Dipar-

- timento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali);
- Stefano Piastra (Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione);
- Stefano Lugli (Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche);
- Chiara Guarnieri, Monica Miari, Leonardo Marinelli (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio);
- Alessandro Alessandrini (IBC, Istituto Beni Culturali e Naturali);
- Marco Pizziolo (Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Sismico e dei Suoli);
- Alessandro Roncato; Michela Grandi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Pianificazione Territoriale e Urbanistica, dei Trasporti e del Paesaggio);
- Monica Palazzini Cerquetella; Mauro Generali (Regione Emilia-Romagna - Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna);
- Giovanni Belvederi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Statistica, Comunicazione, Sistemi Informativi Geografici, Partecipazione);
- Maura Mingozi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Turismo, Commercio e Sport).
- Segreteria organizzativa: Giovanna Daniele, Alberto Martini, Marco Pizziolo.

Il gruppo di lavoro ha svolto tutte le attività senza ricevere alcun compenso.

2019. A giugno la Regione invia al Ministero dell'Ambiente la bozza del dossier e a settembre il Ministero dell'Ambiente risponde che il dossier è scientificamente perfetto, ma necessita della giusta visione, possibile solo coinvolgendo consulenti professionisti. L'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità - Romagna richiede alla Regione i fondi necessari per questa consulenza specialistica, impegnandosi a cofinanziare, con fondi propri, la somma complessiva.

2020. La Regione assegna i fondi all'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità - Romagna per l'assunzione della ditta selezionata, Dolomiti Project S.r.l.

2021. La Regione conferma e amplia il Gruppo di Lavoro Tecnico-Scientifico della candidatura con deliberazione della Giunta regionale n. 17425 del 22 settembre 2021, con la seguente composizione:

- Paolo Forti (Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali; Società Speleologica Italiana);

- Stefano Piastra (Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione);
- Stefano Lugli (Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche);
- Alessandra Curotti (Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano);
- Chiara Guarnieri (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio);
- Monica Miari (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio);
- Massimo Ercolani (Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna);
- Massimiliano Costa, presidente (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità - Delta del Po);
- David Bianco (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità dell'Emilia Orientale);
- Giovanni Belvederi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Innovazione Digitale, dei Dati e della Tecnologia);
- Michela Grandi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Pianificazione Territoriale e Urbanistica, dei Trasporti e del Paesaggio);
- Maura Mingozi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Attrattività e Internazionalizzazione);
- Monica Palazzini Cerquetella (Regione Emilia-Romagna - Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna);
- Marco Pizziolo (Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- Valeria Bucchignani (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio);
- Barbara Marangoni (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio);
- Valerio Fioravanti (Ente gestione per i Parchi e la Biodiversità - Emilia Centrale);
- Fausto Minelli (Ente gestione per i Parchi e la Biodiversità - Emilia Centrale);
- Nevio Agostini (Ente gestione per i Parchi e la Biodiversità - Romagna);
- Giovanna Daniele, vicepresidente (Regione Emilia-Romagna - Servizio Patrimonio Culturale);
- Stefano Bassi (Regione Emilia-Romagna - Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna);
- Emanuela Caruso (Regione Emilia-Romagna - Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna);
- Silvia Messori (Regione Emilia-Romagna - Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna);

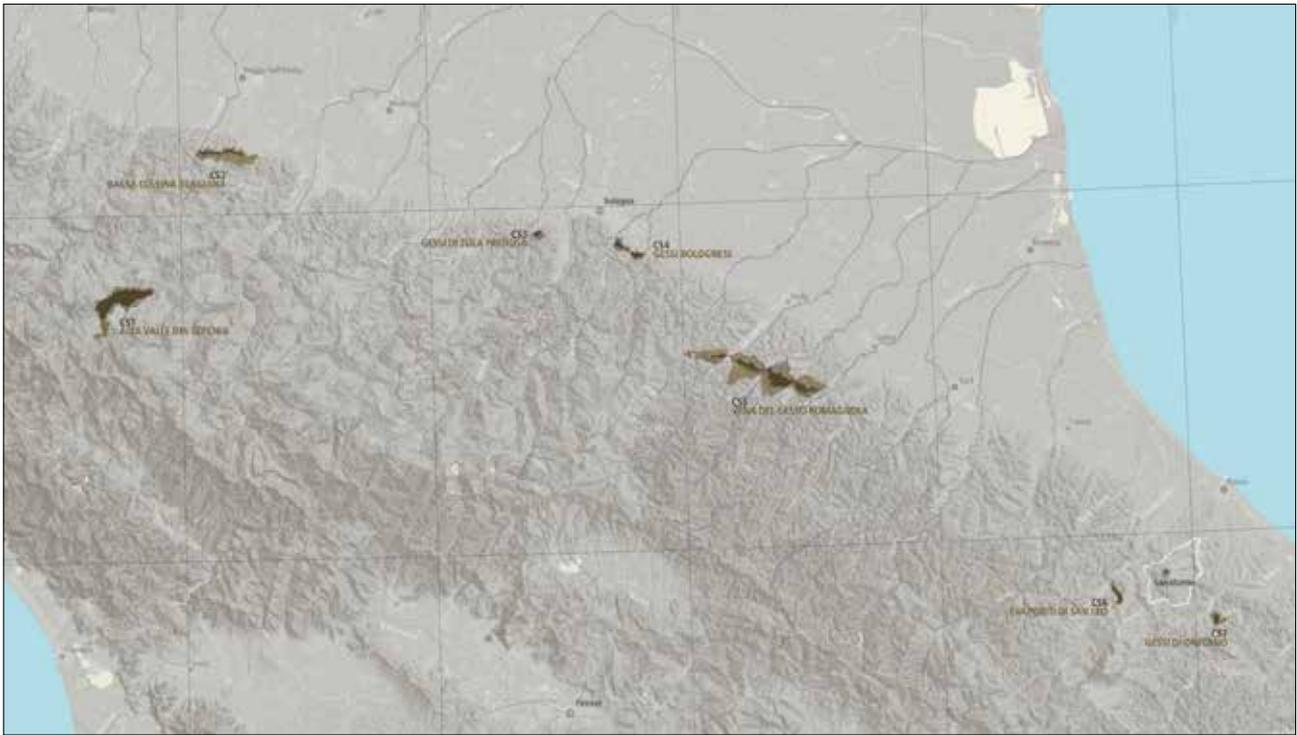


Fig. 2 – Mappa dei sette componenti del sito seriale “Carsismo e grotte nelle evaporiti dell’Appennino Settentrionale” (da AA.VV. 2021).

- Mauro Generali (Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
  - Alberto Martini (Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
  - Segreteria organizzativa: Giovanna Daniele, Mauro Generali, Silvia Messori.
- 3) Gessi di Zola Predosa;
  - 4) Gessi Bolognesi;
  - 5) Vena del Gesso romagnola;
  - 6) Gessi di San Leo;
  - 7) Gessi di Onferno.

Anche in questo caso, il Gruppo di Lavoro Tecnico Scientifico ha svolto tutte le proprie attività senza alcun compenso o riconoscimento di spese.

L’ottimo lavoro svolto dalla ditta Dolomiti Project S.r.l. (con il coordinamento di Stefano Furin, Cesare Micheletti e Loredana Ponticelli), unitamente al suddetto Gruppo di Lavoro e al costante e prezioso supporto del Ministero dell’Ambiente, hanno permesso di completare la versione definitiva del corposo dossier, in lingua inglese, a fine 2021 (AA.VV. 2021).

Viene modificata l’impostazione alla base della candidatura, abbinando le particolarità dei fenomeni carsici al peculiare clima dell’Appennino Settentrionale, modificando anche la denominazione della candidatura in “Carsismo e grotte nelle evaporiti dell’Appennino Settentrionale” in italiano ed “Evaporite Karst and Caves of the Northern Apennines” (EKCNA) in inglese, lingua della candidatura ufficiale. La candidatura include anche aree inizialmente escluse, coinvolgendo, in definitiva, sette componenti del sito seriale, dal Reggiano al Riminese:

- 1) Gessi Triassici;
- 2) Gessi della bassa collina reggiana;

L’area viene così definita nel suo straordinario valore universale:

Il patrimonio seriale del “Carsismo e grotte nelle evaporiti dell’Appennino settentrionale” costituisce il maggior patrimonio, con esempi completi, eccezionali e accessibili dei fenomeni carsici in gesso e anidrite in condizioni climatiche umide subtropicali. Situato nel nord Italia, questo sito seriale riunisce le aree maggiormente studiate a livello internazionale per quanto riguarda l’idrogeologia, la mineralogia e la speleologia nel carsismo evaporitico, sin dal XVI secolo: le esplorazioni e le scoperte avvenute in quest’area sono considerate come pietre miliari nello sviluppo delle rispettive discipline. Come evidenziato dall’analisi comparativa, molti speleotemi e minerali sono unici in quest’area, a causa di una complessa relazione tra rocce, evoluzione geologica e clima. La proprietà seriale comprende tutti i depositi che ospitano diverse tipologie di evoluzione mineralogica del gesso, compresa la sua trasforma-

zione in anidrite e alabastro, così come tutte le aree di studio storico descritte nelle pionieristiche pubblicazioni speleologiche.

Infatti, nonostante il carsismo evaporitico sia generalmente considerato poco spettacolare, in quest'area costituisce la caratteristica prominente del paesaggio e, in alcune località, si possono osservare cristalli alti più di un metro. In una fascia molto stretta fatta di falesie verticali che emergono 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 sin dall'era prescientifica. In realtà, le grotte sono state esplorate fin dalla preistoria e divennero una delle prime aree di scavo di *lapis specularis*, gli splendidi cristalli trasparenti, che venivano utilizzati per sostituire il vetro in epoca romana. L'estrazione nell'area nominata è strettamente regolamentata al fine di preservare le grotte e il paesaggio. Gli standard di protezione, gestione (comprese specifiche misure di protezione per le aree ipogee) e monitoraggio garantiscono che il carsismo e le grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale e gli ecosistemi ad essi collegati saranno preservati e continueranno ad evolversi naturalmente.

Per tutti questi motivi, quest'area può essere considerata un'unicità sull'intero pianeta, che raccoglie, protegge, documenta e mette a disposizione degli scienziati di tutto il mondo l'insieme delle forme carsiche e fenomeni che si sviluppano nelle evaporiti in climi subtropicali-umidi.

2022. Il dossier viene approvato dal Ministero dell'Ambiente a gennaio ed inviato all'UNESCO a febbraio 2022 (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/carsismo-evaporiti-grotte-appennino-settentrionale>). Dopo la valutazione del dossier, effettuata nel corso dell'estate, nel novembre 2022 viene organizzato il sopralluogo IUCN alle aree candidate.

#### *Il ruolo del sistema carsico del Re Tiberio nella candidatura*

La Grotta del Re Tiberio e il suo sistema carsico sono uno dei siti "protagonisti" della candidatura, per diverse ragioni:

- la notevole lunghezza del sistema, oltre 6 km (ERCOLANI *et alii* 2013a);
- la presenza di livelli orizzontali ben sviluppati ha fatto per la prima volta ipotizzare che essi

fossero legati ai terrazzi fluviali (DE WAELE *et alii* 2013);

- lo straordinario valore archeologico (MIARI *et alii* 2013);
- le prime storiche esplorazioni e le prime importanti indagini archeologiche di Giuseppe Scarabelli (ERCOLANI *et alii* 2013b; PIASTRA 2013 e PIASTRA in questo volume);
- l'uso come rifugio durante la II guerra mondiale (PIASTRA 2013);
- la possibilità di visitarla (elemento considerato molto importante dall'UNESCO).

La Grotta del Re Tiberio è rigorosamente protetta da numerose norme:

- la grotta e il suo sistema carsico sono in area contigua del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola (Legge Regionale 21 febbraio 2005, n. 10), zona nella quale vigono le seguenti norme:

Art. 6 Norme di salvaguardia  
(...)

7. Nell'area contigua si applicano le norme degli strumenti urbanistici comunali vigenti fatta eccezione per le seguenti attività che sono vietate:

- a) l'accesso non regolamentato alle grotte e alle cavità naturali;
- 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;
- d) l'eliminazione delle siepi e della vegetazione di ripa di torrenti e fossi; (...);

- la grotta e il suo sistema carsico sono nel sito Natura 2000 IT4070011 Vena del Gesso Romagnola, nel quale l'habitat 8310 "Grotte" è strettamente protetto ai sensi della direttiva 92/43/CEE e del D.P.R. n. 357/97 e s.m.i.;
- il Regolamento per la fruizione del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola (approvato con Deliberazione della Giunta regionale n. 2000 del 28 dicembre 2020) stabilisce:

Art. 5 Norme per la fruizione delle grotte  
(...)

7. Grotte ad accesso interdetto per motivi di tutela.

(...)

c. Tre Anelli

- d. Abisso Cinquanta
- e. Inghiottitoio del Re Tiberio
- f. Grotta del Re Tiberio (tratti successivi al tratto storico);
- (...)

L'accesso alle grotte sopra elencate è interdetto per motivi normativi (zona A) e di conservazione e può essere specificamente consentito dall'Ente di gestione esclusivamente per motivate ragioni legate all'attività speleologica. La Federazione [Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna] dispone delle chiavi delle grotte chiuse con cancelli. È tassativamente vietato effettuare copia delle chiavi.

L'accesso è consentito esclusivamente per la ricerca, l'esplorazione di cavità, nonché le eventuali disostruzioni (ad eccezione delle zone A, come indicato al precedente comma 2), a carattere esplorativo o scientifico sia a livello epigeo che ipogeo, sulla base dei programmi elaborati dai gruppi speleologici affiliati alla Federazione; in ogni caso deve essere richiesta l'autorizzazione all'Ente di gestione tramite la Federazione stessa. La richiesta di autorizzazione dei gruppi associati alla Federazione deve contenere il programma dettagliato dell'attività che si intende compiere. Se entro 15 giorni dalla presentazione della richiesta di accesso l'Ente di gestione non avrà dato risposta, l'accesso e il relativo programma di attività si intendono autorizzati. Conclusa l'attività ne va data comunicazione all'Ente di gestione, al quale deve essere consegnata una relazione dettagliata contenente i risultati della ricerca, degli studi o dell'eventuale attività di disostruzione.

8. Cavità destinate alla fruizione didattica ed escursionistica. L'accesso è ammesso per motivi didattici ed escursionistici. Per la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna e i gruppi ad essa associati per l'attività speleologica, la ricerca, l'esplorazione di cavità, nonché le eventuali disostruzioni a carattere esplorativo o scientifico sia a livello epigeo che ipogeo è libera e può essere svolta in base alla modalità previste al comma 5. e per l'attività didattica formativa secondo quanto stabilito al successivo

articolo 6. In queste grotte sono ammessi interventi di manutenzione per garantire l'accessibilità agli scopi suddetti (...)

b. Grotta del Re Tiberio (salone iniziale e tratto storico).

Art. 6 Accesso alle grotte a fruizione didattica ed escursionistica (...)

5. Le visite guidate alla Re Tiberio a pagamento per visitatori e scolaresche sono ammesse soltanto per il concessionario della Grotta del Re Tiberio nel tratto iniziale e nel tratto storico e per le Guide Speleologico del Parco nel solo tratto storico. La visita guidata al tratto iniziale della Re Tiberio ha il costo stabilito dal gestore in sede di gara. La visita guidata al tratto storico della Re Tiberio comprende la guida ed il noleggio della tuta e del casco speleologici. Il concessionario della Grotta del Re Tiberio tiene il registro delle prenotazioni. La precedenza dipende esclusivamente dalla data di prenotazione. Le chiavi sono messe a disposizione dei gruppi speleologici presso il concessionario della Grotta del Re Tiberio; alla fine della visita i gruppi speleologici devono riconsegnare tempestivamente le chiavi, secondo le modalità concordate. È tassativamente vietato effettuare copie delle chiavi".

(...)

Art. 10 Tutela del patrimonio naturale e culturale

(...)

3. Al fine della tutela del patrimonio geologico è vietato in tutto il territorio del Parco e dell'area contigua raccogliere e asportare:

- rocce;
- minerali;
- concrezioni;
- fossili.

Viene considerata di particolare gravità l'asportazione di cristalli di gesso secondario, il cosiddetto *lapis specularis*.

4. Al fine della tutela del patrimonio archeologico è vietato in tutto il territorio del Parco e dell'area contigua accedere ai siti archeologici senza specifica autorizzazione e raccogliere e asportare reperti archeologici.

5. È, altresì, vietato l'utilizzo del metal detector in tutto il territorio del Parco e

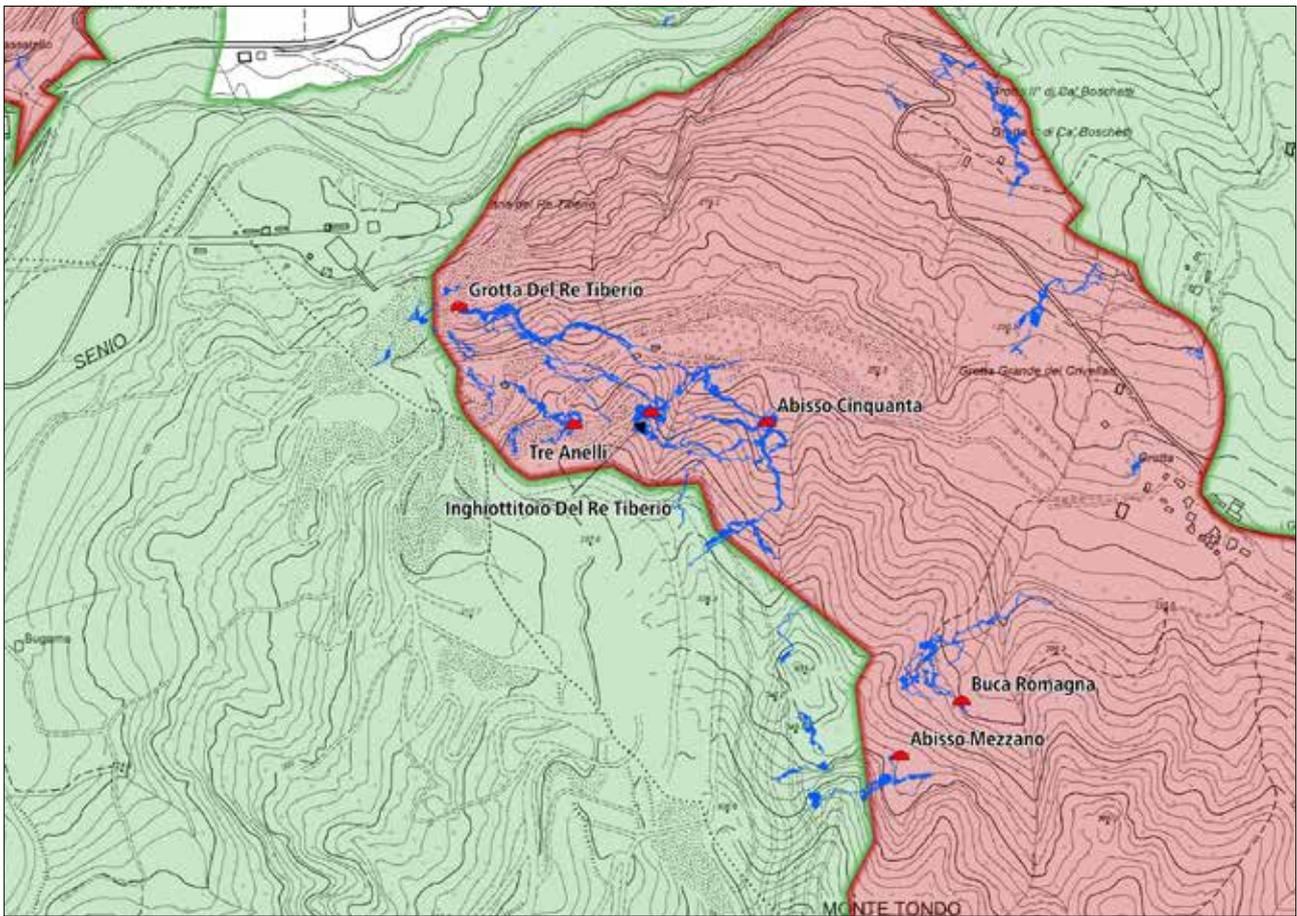


Fig. 3 – Mappa dell’area candidata: dettaglio del sistema carsico del Re Tiberio, in cui sono evidenziati la core area (in rosso), la buffer zone (in verde) e i sistemi carsici (in blu).

dell’area contigua.

- la grotta e il suo sistema carsico sono in area tutelata ai sensi dell’art. 19 “Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale” del Piano Territoriale Paesistico Regionale (Deliberazione del Consiglio regionale n. 1338 del 28 gennaio 1993 e s.m.i.);
- parte del sistema carsico è “aree di notevole interesse pubblico”, ai sensi dell’art. 136 del D. Lgs. n.42/2004, sotto la denominazione di “Vena del Gesso”, istituita con Decreto Ministeriale del 30 luglio 1974.

Pertanto, dato l’elevato livello di tutela, pressoché integrale della Grotta del Re Tiberio e del suo sistema carsico e data l’importanza scientifica, testimoniale e divulgativa degli stessi, l’intero complesso è stato incluso nella core area della candidatura.

## Bibliografia

- AA.VV. 2021, *Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines. Nomination Dossier*, Bologna ([http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/EKCNA/EKCNA-B\\_Nomination-Dossier\\_2022\\_web.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/EKCNA/EKCNA-B_Nomination-Dossier_2022_web.pdf)).
- J. DE WAELE, F. FABBRI, P. FORTI, P. LUCCI, S. MARABINI 2013, *Evoluzione speleogenetica del sistema carsico del Re Tiberio (Vena del Gesso romagnola)*, 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. 169-188.
- M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013a, *Le grotte 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, pp. 115-168.

M. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2013b, *Storia delle esplorazioni speleologiche*, 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. 103-114.

P. FORTI, G. DANIELE, M. PIZZIOLO, G. BELVEDERI, D. BIANCO, M. COSTA, M. ERCOLANI, C. GUARNIERI, M. MIARI, S. PIASTRA 2017, *Evaporite karst and caves of Emilia-Romagna Region. Tentative List – Supplementary description*, Bologna (<http://www.venadelgesso.it/2020/rer.pdf>).

IUCN 2008, *World Heritage Caves & Karst. A Thematic Study. A global review of karst World Heritage properties: present situation, future prospects and management requirements*, Parigi.

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, vol. XXVI), Faenza, pp. 375-402.

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*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVI), Faenza, pp. 403-450.

#### Siti internet

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/carsi-smo-evaporiti-grotte-appennino-settentrionale>.

<https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6317/>.









