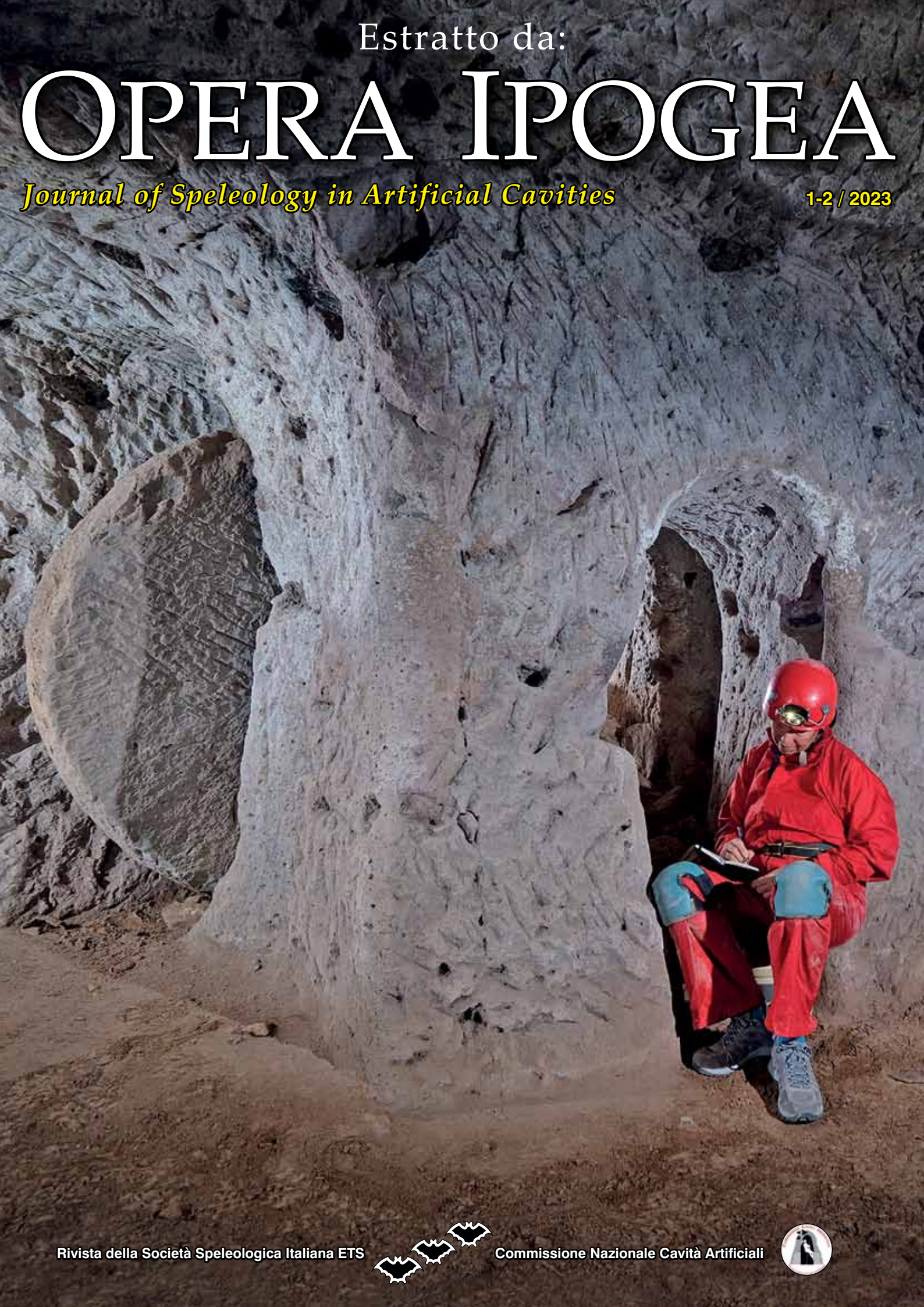


Estratto da:

OPERA IPOGEA

Journal of Speleology in Artificial Cavities

1-2 / 2023



pag. 5 **Acqua Marcia: esame di un acquedotto romano alla ricerca di una “struttura di dissipazione”**

Aqua Marcia: analysis of a Roman aqueduct in search of a “dissipation structure”

Bruno Leoni, Andreas Schatzmann, Sergio Troisi



pag. 17 **L'Emissario del Pantano di Roiate (Bellegra, Roma)**

The emissary of Roiate's Pantano (Bellegra, Rome, Italy)

Stefano Gambari, Valerio Sbordonni, Silvano Agostini



pag. 39 **Dimitre, a long linear rock-cut village (Kayseri - Turkey)**

Dimitre, un esteso villaggio rupestre lineare (Kayseri - Turchia)

Ali Yamaç



pag. 51 **Proposta di revisione della classificazione tipologica delle Cavità Artificiali SSI/UIS, sulla base degli studi speleologici condotti tra il 1981 e il 2023**

Update proposal of the SSI/UIS Artificial Cavities typological classification, based on speleological studies undertaken between 1981 and 2023

Carla Galeazzi, Carlo Germani



pag. **83** **Comparative analysis of different techniques for the topographic survey of artificial galleries: the case study of the INGV Messina headquarter geophysical tunnel (Sicily, Italy)**

Analisi comparativa di differenti tecniche di rilievo topografico di gallerie artificiali: il caso di studio del tunnel geofisico della sede INGV di Messina

Paolo Madonia, Marianna Cangemi, Marcello D'Agostino, Gaetano Giudice, Danilo Messina



pag. **93** **Complessi fortificati ipogei in Val Brenta (Veneto)**
Fortified underground complexes in the Brenta Valley (Veneto, Italy)

Fabrizio Bassani, Carlo Dall'Acqua



pag. **109** **Indagine e analisi tipologica delle neviere e delle ghiacciaie in una regione del Sud Italia (Molise). Caso studio, confronti e proposta di classificazione**
Survey and typological analysis of snow repositories and ice houses in a region of Southern Italy (Molise). Case study, comparisons and classification proposal

Massimo Mancini, Pasquale Di Paolo, Paolo Gioia



Segnalibri

pag. 129 **LE NEVIERE DEL ROCCAMONFINA**

*Adolfo Panarello, Gennaro Farinaro,
Giovanni Roberti*

recensione a cura di Massimo Mancini



pag. 130 **LE MINIERE AURIFERE DELLA VALLE ANTRONA**

Storie di Speleologia

Volume 1

Matteo di Gioia

recensione a cura di Maria Luisa Garberi



pag. 131 **LES PORTES EN PIERRE**

**Un élément singulier de l'architecture
souterraine entre Moyen-Orient et
Occident**

Eric Clavier e Luc Stevens

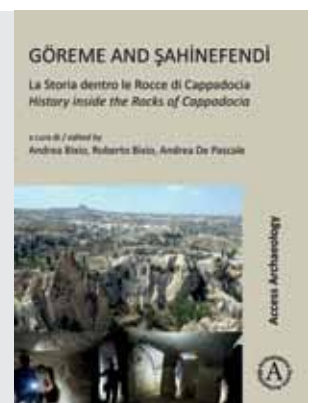
recensione a cura di Roberto Bixio



pag. 132 **GÖREME and ŞAHİNEFENDİ**

*Andrea Bixio, Roberto Bixio,
Andrea De Pascale*

recensione a cura di Paolo Forti



OPERA IPOGEA


JOURNAL OF SPELEOLOGY IN ARTIFICIAL CAVITIES

Memorie della Commissione Nazionale Cavità Artificiali

Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 7702 dell'11 ottobre 2006

Rivista Semestrale della Società Speleologica Italiana ETS

ISSN 1970-9692 / DOI <https://doi.org/10.57588/SSIOI1/2/2023>

www.operaiopoea.it  operaiopoea

Rivista dell'Area 10 "Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche"

classificata dell'Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR)
quale rivista scientifica rilevante ai fini dell'Abilitazione Scientifica Nazionale (ASN)

Direttore Responsabile

Stefano Saj / sajstefano@gmail.com

Direttore Editoriale

Massimo Mancini / maxman@unimol.it

Comitato Scientifico

Roberto Bixio / Centro Studi Sotterranei / Genova
Elena Calandra / Istituto Centrale per l'Archeologia - MiC / Roma
Vittoria Caloi / Istituto Nazionale di Astrofisica / Roma
Marilena Cozzolino / Università degli Studi del Molise / Campobasso
Carlo Ebanista / Università degli Studi del Molise / Campobasso
Francesco Faccini / Università degli Studi di Genova / Genova
Angelo Ferrari / IMC - Consiglio Nazionale delle Ricerche / Montelibretti (RM)
Carla Galeazzi / Egeria Centro Ricerche Sotterranee / Hypogea / Roma
Paolo Madonia / Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia / Roma
Roberto Maggi / Laboratorio di Archeologia e Storia Ambientale - UniGe / Genova
Massimo Mancini / Università degli Studi del Molise / Campobasso
Alessandro Naso / Università degli Studi di Napoli Federico II / Napoli
Roberto Nini / Associazione Culturale Subterranea / Narni (TR)
Mario Parise / Università degli Studi di Bari "Aldo Moro" / Bari
Mark Pearce / University Nottingham / United Kingdom
Gianluca Soricelli / Università degli Studi del Molise / Campobasso
Stefano Saj / Centro Studi Sotterranei / Genova
Marco Vattano / Università degli Studi Palermo / Palermo
Boaz Zissu / Bar-Ilan University / Ramat-Gan / Israel

Comitato di Redazione

Michele Betti, Roberto Bixio, Sossio Del Prete, Andrea De Pascale,
Carla Galeazzi, Carlo Germani, Massimo Mancini, Stefano Saj

Redazione

c/o Studio Saj / Corso Magenta 29/2, 16125 Genova - Italia

Composizione e impaginazione

Luca Paternoster, Stefano Saj

Anno XXV / Numero 1-2 / 2023

Foto di copertina

Rifugio sotterraneo presso il villaggio rupestre di Dimitre (Kayseri, Turchia) (foto R. Straub)

Foto quarta di copertina

Grande ambiente scavato nella falesia del villaggio rupestre
di Dimitre (Kayseri, Turchia) (foto A. E. Keskin)

Acquisti e abbonamenti dal numero 1/2024

<https://www.lerma.it/catalogo/rivista/239>

Per acquisto numeri 1999-2023 (salvo disponibilità)

biblioteca@socissi.it - contabilita@socissi.it

Tipografia

Conigraf Srl - Viserba (RN)

L'Emissario del Pantano di Roiate (Bellegra, Roma)

The emissary of Roiate's Pantano (Bellegra, Rome, Italy)

Stefano Gambari¹, Valerio Sbordonì¹, Silvano Agostini²

Riassunto

L'articolo descrive l'opera idraulica realizzata per la bonifica del terreno paludoso 'Pantano di Roiate', un emissario artificiale lungo 245 m, iniziato intorno al 1857 e attivato nel primo decennio del Novecento, che immette le acque nel Fosso del Traforo ad alimentare infine il Fosso Cona, affluente di sinistra del fiume Aniene. Un lago poco profondo che, con livelli variabili, occupava il bacino carsico 'Il Campo' fu così prosciugato.

La bonifica fu iniziata in epoca preunitaria e poi ultimata nel quadro dei programmi per la riduzione della diffusione della malaria riconosciuta a fine Ottocento come priorità degli interventi governativi. L'articolo presenta una rassegna delle fonti letterarie di carattere naturalistico sul Pantano di Roiate, la descrizione e il rilievo topografico del Traforo, insieme a note geologiche e faunistiche e a un'analisi mineralogica dei banchi di marne e arenarie mioceniche presenti sulla volta.

Parole chiave: emissario, cunicolo idraulico, bonifica, marne mioceniche, bacino carsico, fauna ipogea, Roiate, Bellegra.

Abstract

The article describes the tunnel project drilled for the drainage of the marshy land Pantano di Roiate. It provides a comprehensive literature review, including naturalistic studies on Pantano di Roiate, a detailed description of the drainage tunnel, a topographical survey, geological and bio-speleological insights, and a mineralogical analysis of the Miocene marl and sandstone banks in the tunnel's vault.

The drainage tunnel (Traforo in Italian) consists of a 245-meter-long emissary that directs water into the tunnel's ditch to feed Fosso Cona, a left tributary of the Aniene River. Furthermore, the drainage of a shallower lake with a varying water level located in the plain allowed the conversion of the area for agricultural use. The drainage project, initiated during the pre-unification period around 1857, was completed in the first decade of the twentieth century as part of the government's malaria containment programs started in the late 19th century.

Keywords: artificial outlet drainage system, hydraulic tunnel, drainage, Miocene's marls, karst basin, cave fauna, Roiate, Bellegra.

L'ambiente

Il Pantano è un esteso piano carsico occupato da notevoli depositi alluvionali del Quaternario in un'area rinomata per il suo valore naturalistico (fig. 1). Localmente chiamato «Campo, con termine comune nell'Appennino centrale» (Scotoni, 1966, p. 294), formava sino alla fine dell'Ottocento un lago dal livello variabile, di cui ci è rimasta un'immagine (fig. 2).

Nel 1836 Giuseppe Marocchi, o Marocco, lo descrive nei suoi *Monumenti dello Stato Pontificio*: «Bello è a vedersi un laghetto che viene formato dalle acque di piovra provenienti da tutti i monti adiacenti che si

estende a circa venti rubbia¹ di paese, distante a Roiate uno scarso miglio e dove nell'inverno si fa caccia di anatre, e di capoverdi» (Marocchi, 1836, p. 184). Il riferimento ai capoverdi (germani reali) è presente nelle successive descrizioni ottocentesche, come in quella di Gregorio Jannuccelli, custode della 'Biblioteca Piana' del Seminario di Subiaco, che nel 1856 li rappresentava restituendo visivamente il loro volo, un «batter

¹ Il rubbio «nelle campagne di Roma, è ancora usato a volte per indicare una unità di superficie equivalente a 18.480 m²» (Vocabolario Treccani).

¹ Circolo Speleologico Romano, via dei Campani 55, 00185 Roma, Italia.

² Centro di Ateneo di Archeometria e Microanalisi - Università degli Studi G. D'Annunzio Chieti-Pescara (CAAM).

Autore di riferimento: Stefano Gambari - s.gambari@gmail.com



Fig. 1 – Il bacino carsico Pantano, maggio 2023 (foto S. Gambari).

Fig. 1 – *The Pantano's polije, may 2023 (photo S. Gambari).*



Fig. 2 – Il lago della conca carsica del Pantano, fine Ottocento (gentile concessione di Alessandro Spoletini).

Fig. 2 – *The lake in Pantano's polije, late nineteenth century (kind permission Alessandro Spoletini).*



Fig. 3 – Divieto di estrazione delle sanguisughe, Stato Pontificio, 1845 (collezione privata S. Gambari).

Fig. 3 – Ban on the extraction of leeches, Papal States, 1845 (S. Gambari private collection).

le ali carolando sull'acqua, e tuffarsi e riuscirne improvvisamente spiccando rapido volo». Il canonico registrava inoltre l'importanza del commercio delle sanguisughe: nel «piccolo stagno», «un bacino, in cui raccolgonsi gli scoli delle acque piovane», vi è «gran copia di buone mignatte, dalla cui vendita ritraggonsi belle somme di denaro dagli abitanti» (Jannuccelli, 1856, p. 443). La sanguisuga (*Hirudo medicinalis*, *H. verbana*) era ampiamente usata in ambito medico e venduta in farmacia nella prima metà del XIX sec.: era «l'unico animale vivente inserito all'epoca nelle tariffe dei medicinali e [...] nel 1892 nella Farmacopea Ufficiale del Regno d'Italia. Il loro sempre maggior utilizzo portò a renderle difficilmente reperibili se non a caro prezzo» (Cevolani, 2021, p. 69), mentre aumentava la loro esportazione all'estero, che a metà Ottocento si tentò di reprimere (fig. 3), una condizione che portò i farmacisti a sperimentarne in diversi paesi l'allevamento domestico.²

² Cfr. Cevolani 2021 per uno studio del farmacista bolognese Ladislao Pradelli, che partecipò all'Esposizione italiana del 1861 a Firenze e nel 1862 ottenne il Brevetto del Ministero dell'Industria e del Commercio per il suo metodo di allevamento delle sanguisughe o irudinicoltura. A fine Ottocento l'uso delle sanguisughe tende però ad essere meno diffuso.

Nel 1857 sarà tuttavia il medico militare e poligrafo Adone Palmieri ad osservare per primo il carattere insalubre dell'acquitrino: «da poco tempo a questa parte, vi si sviluppano febbri tifoidee, e febbri accessionali, e perniciose, le quali mietendo non poche vittime, par che derivino dagli scoli delle acque delle montagne, i quali raccolti in una specie di naturale bacino formano un delizioso laghetto [...] ove nel verno vanno copiose anitre, capoverdi, e vi sono molte ottime sanguisughe. In altre stagioni vien disseccandosi (prima spariva tutta l'acqua per naturali spiragli) e vi si putrefanno organiche sostanze le quali impregnano poi l'aria di mefitici gas; e nella parte disseccata vi si coltivano granturchi, le cui pannocchie vegetano sviluppatissime, e danno molto frutto. Oggi però vi si sta costruendo una specie di tunnel, o emissario, per il quale evader possano le ivi stazionarie acque, e così sperasi che cesseranno le malattie, stoltamente attribuite alla cattiva cura de' poveri Medici condotti» (Palmieri 1857: parte II, p. 198). Adone Palmieri fa per primo riferimento alla costruzione dell'emissario del lago che nel 1857 era dunque in corso, in un periodo in cui Roiate apparteneva alla Comarca di Roma, suddivisione amministrativa dello Stato pontificio.

L'ambiente del Pantano sarà poi descritto, con le stesse proprietà che lo caratterizzano quale 'luogo letterario', nel 1873 dal poligrafo e scrittore di letteratura per l'infanzia Salvatore Muzzi che ricorda le «belle formentonaie», le coltivazioni di mais,³ e nel 1897 dal fitogeografo Augusto Beguinot, autore a fine Ottocento e nei primi del Novecento di «vaste esplorazioni botaniche nel Lazio e in diverse isole del Tirreno», ma che «aveva saltuariamente erborizzato in quest'area e pubblicato brevi liste del materiale raccolto» (Lattanzi e Tilia, 2005, p. 502).⁴

³ Salvatore Muzzi (Bologna 1807–1884). «Appiè delle rupi di Roiate vedesi il bacino o laghetto nomato *Pantano*, ricco di ottime sanguisughe e, nel verno di anitre capoverdi. Intorno al bacino si fanno belle formentonaie» (Muzzi, 1873, p. 473).

⁴ La vasta produzione scientifica di floristica, biologia e sistematica, di Augusto Beguinot (Paliano 1875- Genova 1940), è di 296 titoli (*Dizionario biografico degli italiani*, Istituto della Enciclopedia Italiana). Nella sua *Florula di alcuni piccoli laghi inesplorati della Provincia di Roma* (1897) Beguinot scrive del Pantano: «Il livello dell'acqua è poco variabile nelle varie stagioni ed il lago manca di emissario apparente. Trattasi di un piccolo bacino posto a 479 m. sul livello del mare, di profondità poco notevole, a sponde molto dolci e qua e là pantanose, discretamente ricco di vegetazione: le sponde sono spoglie di vegetazione arborea. Il paesaggio botanico è alquanto diverso dai laghi di Anticoli; insieme a molte specie in comune alcune ve ne ha di peculiari che là mancano: *Potamogeton lucens*, *pectinatus*; *Zannichellia* sp.; *Callitriche verna*, *stagnalis*; *Scirpus maritimus*; *S. lacustris* v. *repens*; *Cyperus flavescens* ecc. Noto invece la mancanza di: *Utricularia vulgaris*; *Peplis Portula*; *Scutellaria galericulata*; *Veronica scutellata*; *Aldrovanda vesiculosa* ecc. I materiali per la presente nota furono raccolti da me nelle escursioni su accennate; per il 'Pantano di Roiate' mi valse in grande parte del materiale raccolto dal March. Giacomo Doria e dalla March. Laura Doria in due gite, nell'Agosto 1893 e nel Settembre 1895, conservato nell'*Herb. Camil. Doriae*» (Beguinot 1900: 59. Adunanza di Firenze dell'11 febbraio 1900 della Società botanica italiana). Beguinot riceveva il sostegno per le sue esplorazioni dal «marchese Giacomo Doria, allora presidente della Società geografica italiana e mecenate di naturalisti e geografi» (*Dizionario biografico degli italiani*) e ini-

Infine secondo lo storico locale Benedetto Bovi, il lago del Pantano, sulle cui sponde si coltivava anche la pianta della canapa,⁵ costituiva «l'oasi più adatta, di tutta la valle dell'Aniene, per molti uccelli stazionari [...] anitre selvatiche, alzavole [...], fòlaghe, pavoncelle, svassi, beccacce, beccaccini, piropiro, pittime, pivieri e tanti altri. Inoltre costituiva una tappa obbligata per i numerosi stormi di uccelli trampolieri, che migravano allora dalle paludi Pontine al lago del Fucino e viceversa» (Bovi, 1979, p. 18).

La mal'aria

Il tifo e la malaria, dovuta al *Plasmodium* – parassita identificato e studiato in relazione alle diverse tipologie di febbri dal 1880 al primo decennio del Novecento –, erano causa di una forte debilitazione ed elevata mortalità della popolazione.

Come richiesto con circolare del Prefetto del 20 luglio 1882, i Comuni della Provincia di Roma fornivano i «prospetti statistici dei casi di febbri intermittenti, cachessia palustre e pneumonite malarica e rapporti sanitari dei medici condotti sull'andamento delle febbri, relativi agli anni dal 1871 al 1881», in cui si consideravano i dati del solo terzo trimestre di ogni anno, ma i prospetti erano a volte parziali, relativi ad alcuni anni del periodo considerato (ACS 2003, p. 27); così per Bellegra e Roiate i dati sono difformi e non congruenti.⁶

«Alle febbri palustri vanno soggetti tutti gli anni questi popolani [...] per il numero grande di essi che si portano dall'Aprile di ogni anno fino a tutto Luglio a lavorare nell'Agro Romano» (ACS 1881, *Bellegra*).

La malaria colpiva i contadini che, per ricavare qualche sostentamento, si spostavano da zone interne del Lazio, come dall'Abruzzo, nel litorale, ad es. nel Maccarese⁷ e nelle paludi pontine, lavorando alla semina

o alla mietitura. Un'indagine del Ministero dell'agricoltura conclusasi nel 1884 individuava «proprio nel modo in cui erano costretti a 'pernottare' i braccianti sui fondi coltivati a cereali, una delle principali cause della maggiore diffusione della malaria tra la popolazione delle campagne» (ACS 2008, p. 10).

In Roiate «dominano le febbri reumatiche a causa dell'umidità dell'aria. Così pure le febbri periodiche per le fetide esalazioni di un pantano lungi circa 100 metri dal paese. Nel 1881 infierì il Tifo che fece molte vittime».

Il documento di sintesi si conclude con l'affermazione che «migliorerebbero le condizioni igieniche locali se si impedisse la tumulazione dei cadaveri nelle tombe e si prosciugasse il lago».⁸

Le cause di «questo orrendo e funesto malore», non ancora nominato con il termine *malaria*, sono identificate nell'«antico sistema della tumulazione dei cadaveri nelle tombe che compromette seriamente la pubblica igiene»⁹ e nei «miasmi palustri, che si elevano dalle acque stagnanti [del] succitato pantano».¹⁰ Pur nella carenza di dati e informazioni di carattere sanitario, si rafforza quell'identificazione 'magica' del Pantano, già esposta dal Palmieri, in un elemento miasmatico e mefitico, causa di tutte le malattie.

Il Pantano non è ancora considerato potenziale focolaio delle *Anopheles*, poichè il ciclo del *Plasmodium* sarà noto solo più tardi.

I luoghi venivano classificati come ammorbati da un'aria più o meno cattiva, «pestilenziali» o pessimi, in quanto il paradigma voleva che «per cagione di questi stagni e paludi l'aere è maligno» (De Stefani, 1883, p. 10).

In riferimento alle paludi campane il processo veniva così descritto: «Quando, la [e]state quelle acque si disseccano, producono marasmo per le piante che si putrefanno, pe' pesci ed animali e insetti che muoiono, e quindi rendono l'aria pestifera e portano la morte ai poveri abitanti che sono costretti a lavorare quelle terre» (De Luca, 1860, p. 18).

Il 'paradigma' muterà a fine Ottocento, con il riconoscimento che quel miasma che si leva dal luogo palustre e i «cattivi odori che emanano dalle putrefazioni» non generano la malaria, che si propaga da uomo a uomo «unicamente e semplicemente con le speciali zanzare così dette anofele» (Celli, 1927, p. 13).

Il bersaglio della palude infernale, buia e melmosa, dove ci si poteva ammalare di tanti morbi, è qui rassicurante, al contempo giustificativo e fondativo di quel piccolo progetto locale di bonifica del Pantano di Roiate che verrà sostenuto con tenacia e portato a termine con il Traforo.

ziava quegli studi botanici continuati in tempi recenti da Anzalone *et al.* (2010), Lattanzi e Tilia (2005). In quest'ultimo studio gli autori elencano le specie «oggi del tutto scomparse», e le «specie attuali più significative», tra cui *Cerastium sylvaticum*, «entità assai rara nel Lazio» (p. 506).

⁵ Le coltivazioni della canapa servivano alla produzione di panni ad uso domestico ed erano svolte, oltre che nel Pantano, nelle «zone più fresche delle vallate, chiamate per l'appunto *cannepine* e in dialetto *cannevine*» (Bovi, 1979, p. 58). Cfr. anche, per aspetti relativi alle difficoltà di coltura, il documento il Consiglio Comunale di Roiate relativo all'«affranco» o «redenzione del Pantano» dal possesso da parte di privati, 23 ottobre 1877, riprodotto in Bovi (1979, p. 267-271).

⁶ ACS 1881. Nei terzi trimestri del decennio 1871-1881 si registrarono nel Comune di Bellegra 2285 casi di febbri malariche, 59 perniciose di diverso genere e 66 tifoidee, con 13 morti complessive; per il Comune di Roiate il sindaco Giovanni Bovi dichiara che non gli è stato possibile recuperare i dati, se non quelli che egli invia, relativi al trimestre dell'unico anno disponibile, il 1877, in cui «furono curati 49 casi di febbri periodiche» e «morirono 2 bambini»; d'impedimento furono le «tediose occupazioni impiegate» nel ritrovare i rapporti sanitari, a causa del «trasporto dell'archivio eseguito da 4 anni or sono ed anche [della] trascuragine di chi per lo passato ha diretto l'ufficio», fattori che determinarono lo smarrimento dei documenti. ACS 1881, *Roiate*, lettera del Sindaco al Prefetto, 25 settembre 1882.

⁷ Cfr. ad es., per provenienze da Bellegra, Dionisi, 1902, p. 24.

⁸ ACS 1881. *Roiate* – Malattie.

⁹ Nel 1872, a seguito delle leggi sull'inumazione del nuovo Stato italiano, venne costruito il cimitero a Roiate, mentre in precedenza si usava calare le salme in cripte ubicate nelle chiese o loro vicinanze. Cfr. Bovi (1979, pp. 107-109).

¹⁰ ACS 1881, *Roiate*, Relazione delle notizie statistiche sanitarie dal 1871 al 1881, che riguardano il Comune di Roiate, Circondario di Roma.

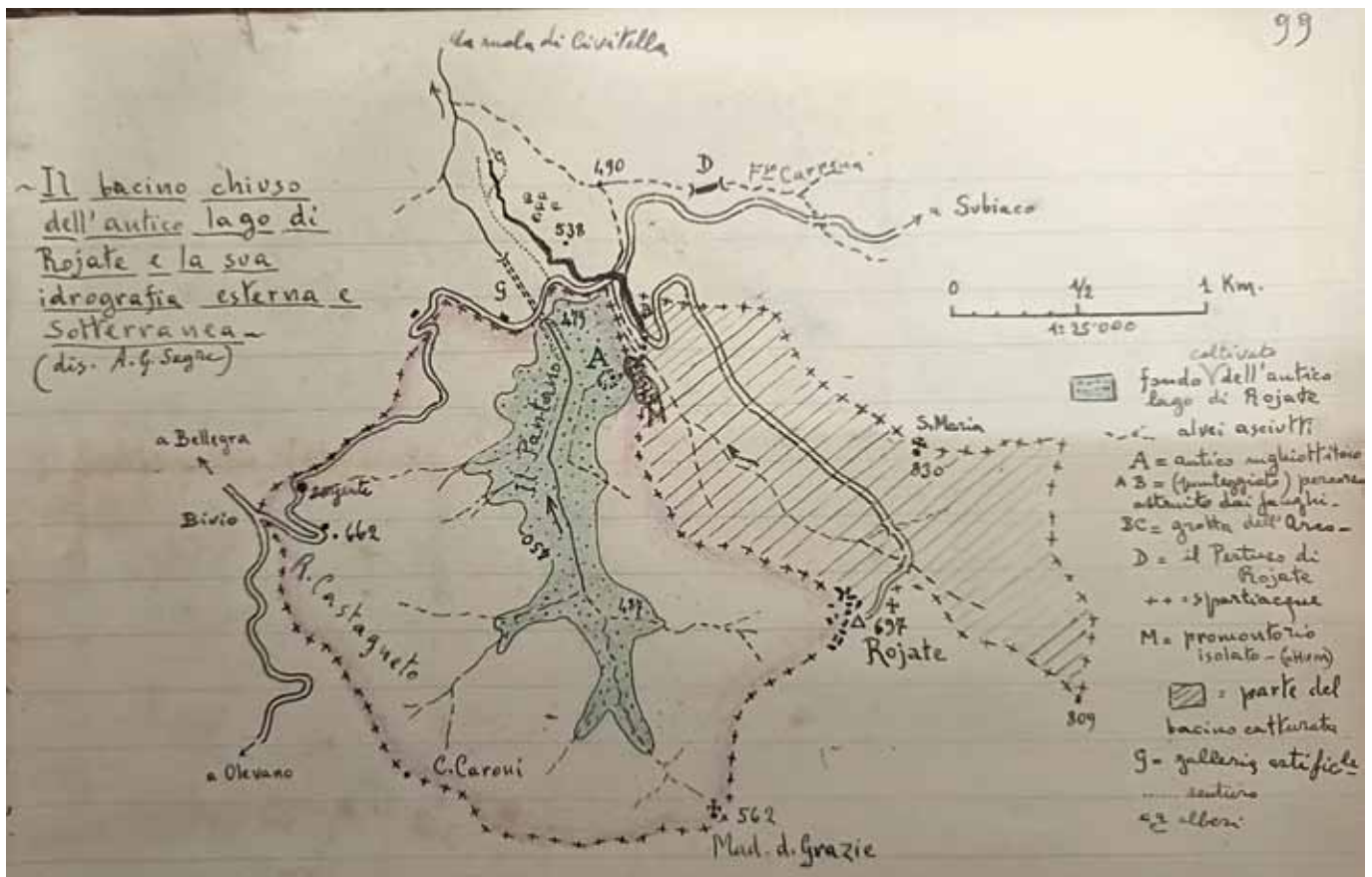


Fig. 4 – Il bacino di Roiate in un disegno del geologo Aldo G. Segre (Libro delle relazioni CSR, 1 luglio 1946).

Fig. 4 – Roiate basin in a drawing by the geologist Aldo G. Segre (CSR exploration diary, July 1, 1946).

Inghiottitoi naturali e costruzione del Traforo

Dal punto di vista geografico il Pantano viene descritto nel 1948 dal geologo Aldo Giacomo Segre quale «modesto bacino chiuso a perimetro irregolare interamente compreso nelle arenarie calcarifere mioceniche, lungo, in direzione NS, Km. 2,8. Vi si raccolgono le acque provenienti dai colli circostanti (quota mass. m 708 in loc. Castagneto); su di un'altura è l'abitato di Roiate (m 697). Il 'piano' del bacino presenta la massima dimensione di 1400 m in direzione NS; è alquanto allungato e largo al massimo 400 m, formato dai sedimenti di un lago» (Segre, 1948, p. 19). Sino ai primi del Novecento la conca formava, a causa della ostruzione degli inghiottitoi naturali, un lago dal livello variabile; con l'attivazione dell'emissario artificiale nel primo decennio del Novecento il lago è stato prosciugato. Il Pantano è stato considerato quale bacino d'assorbimento delle acque che risorgono nella Grotta dell'Arco di Bellegra (La 5, Catasto delle cavità naturali del Lazio), riconosciuta oggi come Sito di Importanza Comunitaria (SIC) e Zona Speciale di Conservazione (ZSC) della Rete Natura 2000.¹¹

¹¹ La Rete Natura 2000 è stata creata dall'Unione europea per la protezione e la conservazione degli habitat e delle specie di siti prioritari. Il codice SIC della Grotta dell'Arco è IT6030036; cfr. Atto delle misure di conservazione: DGR Lazio 159 del 14 aprile 2016.

La grotta fu esplorata nel 1925 dal Circolo Speleologico Romano (CSR) per 950 m e nel 1996 dal Gruppo Speleologico Grottaferrata per un ulteriore tratto di 160 m (Circolo Speleologico Romano, 1932 e 1997; Datti, 1926; Lobba, 1997; Mecchia *et al.*, 2003; Nozzoli, 1997; Pietromarchi, 1926; Zileri dal Verme, 1926). Le ricognizioni per individuare i punti idrovori del Pantano avevano condotto Segre a identificare l'inghiottitoio principale della risorgenza in un «orifizio a monte, ormai ostruito e inattivo, [che] mal si distingue nella parte settentrionale più depressa del bacino al piede di uno hum calcareo, a quota m 480 ed aveva l'aspetto di una dolina imbutiforme» (Segre, 1948, p. 19) (fig. 4). Negli anni Sessanta Lando Scotoni ipotizzava tre fasi dell'evoluzione idrografica del Pantano, identificava i punti di cattura del Fosso dei Cerri all'interno della conca e realizzava con «uranina, sale sodico di fluoresceina» una «indagine sperimentale», una colorazione che si rivelò positiva con le acque della risorgenza (Scotoni, 1966, p. 298).

Il rilievo esterno-interno della cavità indica, come sarà considerato in seguito, uno sviluppo a monte delle ultime parti note della grotta lungo il bordo orientale del bacino, tuttavia, in prossimità del punto di colorazione, che è al contatto tra le arenarie e i sottostanti calcari.

Il «lago carsico» era «soggetto ad ampie oscillazioni di livello stagionali», a «fasi alterne di riempimento e di



Fig. 5 – Il Traforo verso l'uscita, nella parte più integra, maggio 1923 (foto S. Gambari).

Fig. 5 – *The tunnel towards the exit, in the most preserved part, may 1923 (photo S. Gambari).*

svuotamento, fino alla scomparsa definitiva» (Scotoni, 1966, p. 294) nel 1902¹² o secondo altre fonti nel 1911,¹³ quando fu prosciugato «mediante lo scavo di una galleria parallela all'inghiottitoio e da esso poco distante» (Segre, 1948, p. 19).¹⁴

L'emissario, lungo 245 m, perfora il bordo NNW della conca. Gran parte delle acque del bacino¹⁵ percorrono il Traforo e fuoriescono, con piccola cascata, nel fosso omonimo, in località Fontana fredda per poi confluire nel fosso di località Le Cese, in quello dell'Arco e suc-

cessivamente nel Fosso Carpine o di Valle Cupa (che presenta nel tratto a monte la Grotta di attraversamento del Pertuso),¹⁶ contribuendo così ad alimentare La Cona di Civitella,¹⁷ affluente di sinistra del fiume Aniene.

La bonifica di questo piccolo lago tramite un'opera di ingegneria idraulica fu svolta all'interno dei programmi per la riduzione della diffusione della malaria che affliggeva vaste aree della penisola italiana.¹⁸

Giustificata da motivazioni igienico-sanitarie e per contrastare l'emigrazione, l'opera è condotta, in un lungo periodo di circa 45 anni: il prosciugamento dell'area paludosa e la regimazione delle acque superficiali servirono inoltre a creare un nuovo territorio, con ricadute considerate positive, in una pro-

¹² Cfr. Circolo Speleologico Romano 1932; Segre, 1948, p. 19.

¹³ Bovi, 1979, p. 18; l'A. indica il periodo 1909-11 a p. 220. Cfr. anche Lattanzi e Tilia 2005, p. 506, che indicano il 1911 basandosi erroneamente su TCI 1981 dove è invece indicato: «artificialmente prosciugato all'inizio del '900» (p. 552). Vari siti web riportano come data di termine dei lavori dell'Emissario più spesso il 1911, a volte il 1915, senza citare le fonti.

¹⁴ Segre aggiunge che «se fosse stata conosciuta l'esistenza della grotta, sarebbe bastato riattivarne il percorso naturale evitando la nuova perforazione», riportando quanto scritto in Circolo Speleologico Romano 1932.

¹⁵ Le acque del Pantano provengono dai diversi fossi esterni e da alcune sorgenti, tra cui Fonte Roia, che potrebbe aver dato luogo al nome Roiate. Alle sue acque «oligominerali ci si rivolgeva per la cura delle malattie del ricambio, della gotta e della calcolosi» (Comune di Roiate, segnaletica turistica).

¹⁶ Pertuso di Roiate, Comune di Affile, n. Catasto delle cavità naturali La 42.

¹⁷ Il Fosso Cona di Civitella «nasce presso il paese di Civitella. Fino al 1872 l'attuale Bellegra fu chiamata Civitella; dal 1872 al 1880 assunse la denominazione di Civitella S. Sisto, poi mutata definitivamente in Bellegra» (Scotoni, 1966, p. 290, nota 4).

¹⁸ Alle opere di bonifica si affiancò l'uso del chinino e l'istruzione della popolazione sulle norme da seguire (Alatri, 2000).

spettiva ruralista, ai fini di un possibile sviluppo delle attività agricole.¹⁹

I lavori per la realizzazione dell'emissario erano già iniziati nel 1857 e videro l'attivazione dell'opera nel primo decennio del Novecento;²⁰ la popolazione locale attribuisce tuttavia il Traforo al periodo mussoliniano, forse per lavori di manutenzione e rafforzamento che si resero necessari nei decenni successivi.

Il Pantano venne comunque considerato zona malarica dal governo Giolitti anche in seguito alla perforazione, perché «scomparso il lago, durante l'inverno si formava un acquitrino malarico» (Segre, 1948, p.19). Il Regio Decreto del 18 febbraio 1904, n. 86 definiva la zona malarica del Comune di Roiate come «comprendente la regione del Pantano»,²¹ dichiarazione di zona malarica revocata nel 1934 insieme ad altri 48 comuni della provincia di Roma (Gazzetta, 1934).

Inquadramento geologico

Il bacino di Roiate (o Pantano di Roiate) è posto ad est dell'importante linea tettonica strutturale nota come Olevano-Antrodoco (Parotto e Praturlon, 1975; Salvini e Vittori, 1982) che limita in particolare ad ovest la catena dei Monti Prenestini-Monti Ruffi e ad est le propaggini settentrionali della catena dei Monti Affilani, costituita nell'ambito di questo studio dalla Montagna di Roiate. L'evoluzione morfostrutturale di questa dorsale ha determinato, nel corso del Quaternario, lo sbarramento del sistema idrografico del bacino di Roiate con il conseguente drenaggio attraverso un collettore ipogeo: la Grotta dell'Arco. È molto probabile che oltre ad un inghiottitoio principale siano stati attivi anche altri punti di assorbimento che nel tempo, come l'inghiottitoio principale, sono stati occlusi dai sedimenti alluvionali (fluviali e lacustri) che hanno colmato progressivamente il bacino. Questo processo sedimentologico e morfologico si è probabilmente de-

terminato o completato durante la fase climatica della Piccola Era Glaciale (LIA, Little Ice Age 1250-1850 d.C.), caratterizzata da un diffuso raffreddamento, aumento delle precipitazioni e un conseguente maggiore deflusso dei corsi d'acqua. La dorsale della Montagna di Roiate è costituita da calcari di piattaforma carbonatica del Cretacico (Turoniano-Campaniano) affioranti nella parte a sud est della dorsale medesima, cui seguono, in trasgressione concordante, calcari del Miocene (Burdigaliano?-Serravalliano p.p.) in facies di rampa carbonatica e noti in letteratura geologica come *Calcari a Briozoi* e *Litotamni Auct.* La serie locale continua con i sedimenti emipelagici delle *Marne a Orbulina Auct.* costituiti da argille e marne argillose che nell'area del Bacino di Roiate raggiungono uno spessore non superiore ai dieci metri. Seguono infine le torbiditi silicoclastiche di bacino di avanfossa costituite nel Bacino di Roiate da arenarie medie e fini organizzate in strati di spessore sub metrico, raramente in banchi, a cui si interpongono strati di spessore medio o livelli sottili di marne. Le sequenze deposizionali dei singoli flussi torbiditici risultano spesso tra loro amalgamate. L'età della parte terrigena e silicoclastica affiorante ad est della linea Olevano-Antrodoco, pertinente al Bacino di Roiate, è riferita al Tortonian superiore p.p. (Cipollari et al., 1993). La successione terrigena e silicoclastica viene ricondotta al Flysch di Frosinone, estesamente affiorante tra i Monti Affilani, Simbruini, Ernici e i Monti Lepini (Angelucci et al., 1967; Angelucci et al., 1979). All'epoca delle osservazioni geologiche e speleologiche svolte da Aldo Segre (Segre, 1948) sul Bacino di Roiate e la Grotta di Bellegra (o dell'Arco), come pure negli anni in cui è stato eseguito lo studio idrogeologico e carsico da Lando Scotoni (Scotoni, 1966) era edito il Foglio 151 Alatri della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 (Beneo, 1939). Altri studi precedenti sui Monti Prenestini in cui si hanno specifici riferimenti geologici sono dovuti a Maxia (Maxia, 1954) e Negretti (Negretti, 1952-1953). Più recenti sono invece il Foglio 369 Subiaco della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 (Damiani et al., 1998) e il Foglio 369 Subiaco di Geomorfologia Dinamica della Carta Geologica d'Italia (Damiani e Panuzi, 1981). Molti sono i contributi geologici specifici sull'area o comprensivi della stessa, che hanno affrontato tematiche stratigrafiche e strutturali (Cavinato et al., 1986; Cipollari et al., 1993; Corrado, 1995; Cosentino e Parotto, 1991-1992) o sono relativi alla morfologia carsica in relazione all'assetto strutturale e alla neotettonica (Agostini, 1982; 1987); si riporta (fig. 6) lo stralcio relativo all'area del bacino di Roiate del foglio geologico di Damiani et al. (1998). L'emissario artificiale, di cui abbiamo descritto le vicende storiche, e di cui analizzeremo lo stato ambientale tramite osservazioni biospeleologiche, attraverso per un breve tratto la formazione terrigena marnosa e per tutto il suo restante sviluppo la successione silicoclastica arenacea. La stratificazione è trasversale al Traforo con immersione costante verso ovest ma direzione e pendenza variabili. Dove la volta e/o le pareti sono state contenute da murature (diversi interventi relativi sia al primo Traforo sia ai restauri succedutisi

¹⁹ «Per fronteggiare l'emigrazione che stava per iniziare verso la Francia, la Germania e l'America si commise il più grande danno ecologico che la storia ricordi! Mediante un traforo lungo 300 metri, alto 2 metri e largo 1,50 durante gli anni 1909-1911 si prosciugò il lago del Pantano, per mettere a coltivazione i 20 ettari di terreno che ricopriva. Ben misera cosa per tamponare l'emigrazione, per la quale sarebbero occorsi almeno 300 ettari. Per aggirare gli ostacoli che frapponevano le autorità governative, fu bandierato il pericolo delle zanzare che non erano quelle delle paludi pontine! Su questo slogan si fecero intervenire anche i vicini comuni di Bellegra e Rocca S. Stefano, i quali si associarono facilmente. Così l'antico lago di Roiate finì contemporaneamente a quello molto più grande del Fucino in Abruzzo» (Bovi, 1979, p. 219-220).

²⁰ Cfr. Palmieri A., 1857, parte II, p. 198. Scotoni commenta: «Tenuto conto che la lunghezza della galleria è di soli 245 m e che la galleria risultava in costruzione già nel 1857, è evidente che i lavori per il suo completamento sono andati un po' a rilento ...» (Scotoni, 1966, p. 294, nota 11).

²¹ La zona è «delimitata dal confine con Bellegra e da una linea che, partendo dal confine stesso, circoscrive il piede dei monti fino a ritornare all'anzidetto confine fra la Macchia di Uccelletti e la regione Castagneto» (Gazzetta 1904, p. 1508). I decreti 397 (25 agosto 1902), 79 (22 febbraio 1903), 298 (25 giugno 1903), 86 (18 febbraio 1904), 486 (22 agosto 1904) e 314 (1 giugno 1905) dichiaravano le zone malariche dei comuni, tra cui il Comune di Roiate.

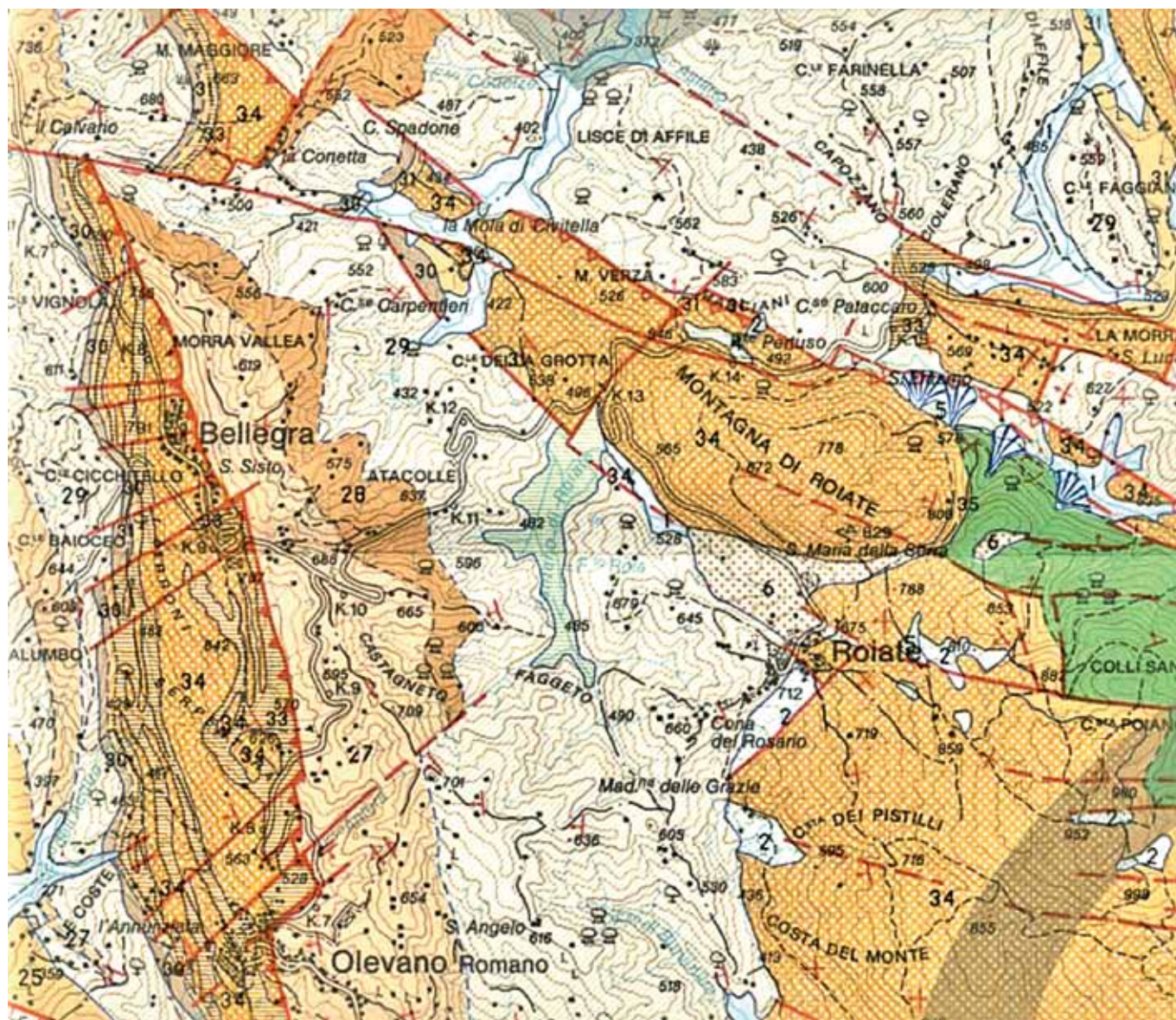


Fig. 6 – Geologia del bacino di Roiate, stralcio dal Foglio 369 Subiaco della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del 1998; con le sigle sono indicati: 4) Depositi lacustri e palustri (Olocene); 27) Associazione arenaceo pelitica massiccia; 28) Associazione arenacea laminata con arenarie medio fini; 29) Associazione arenacea massiccia in strati amalgamati; 31) Argille marnose e marne argillose in strati sottili - cfr Marne ad *Orbulina* Auct. - (Tortoniano-Messiniano?); 34) Calcarei biodetritici - cfr. Calcarei a *Bryozoi* Auct. - (Langhiano p.p. - Serravalliano p.p.); 35) Calcareniti arancione con echinidi e pettinidi (Burdigaliano? - Langhiano p.p.); 38) Calcilutiti e calcareniti in strati spessi con resti di rudiste (Coniaciano-Campaniano).

Fig. 6 – Geology of the Roiate basin, from Sheet 369 Subiaco - Geological Map of Italy in scale 1:50.000 edition 1998; the acronyms indicate: 4) Alluvium and Marshy (Holocene); 27) Massive Sandy Pelitic Turbidites; 28) Pelitic Turbidites; 29) Sandy Turbidites thick bedded often amalgamate; 31) Marls and marly clay (Hemipelagites) - cfr *Orbulina* marls Auct. - (Tortonian-Messinian?); 34) Grainstones and rudstones - cfr. *Lithothamnion* and *Bryozoan* Limestones Auct. - (Langhian p.p. - Serravallian p.p.); 35) Packstones and grainstones with Echinoids and Lamellibranchs (Burdigalian? - Langhian p.p.); 38) Mudstones and Grainstones often in thick bedded with Rudist (Coniacian-Campanian).

nel tempo) i conci sono costituiti dalle arenarie stesse derivate dallo scavo. Le murature sono a secco o allettate da malta cementizia. Evidenti sono le erosioni e le lacune derivate dal flusso d'acqua, come pure l'alterazione chimico fisica delle arenarie affioranti lungo il condotto e nei conci delle murature. I livelli costituiti dagli strati più marnosi, evidenti in alcuni tratti del Traforo, risultano quelli più instabili e nei quali si sono operati i principali contenimenti strutturali, soprattutto della volta.

Un campionamento delle arenarie, svolto a 170 m dall'ingresso, ha permesso di condurre analisi mineralogiche con microscopia digitale, sezioni sottili e diffrazione a raggi X (XRD).

Le arenarie attraversate dal Traforo mostrano una granulometria media e soprattutto fine. La composizione mineralogica vede l'associazione di Quarzo (mono e policristallino), 41-29% Feldspati (Anortite), 39-28%, Biotite 21-14%, Clorite 7-6% e Calcite 4%. Nei campioni con forte alterazione è presente anche

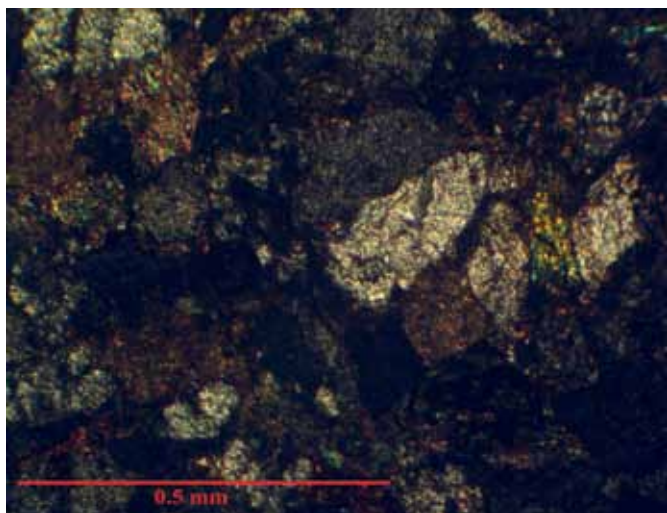


Fig. 7 – Microfotografia del campione di arenaria non alterata (la barra indica l'ingrandimento) eseguita con oculare 10 x e obiettivo 1/0.10, polarizzazione a nicols incrociati.

Fig. 7 – Petrographic thin section illustrating the unaltered sandstone sample (the bar indicates mm); 10x eyepiece and 1/0.10 objective, polarization is with crossed nicols.

il Gesso 10% e assente la Calcite. Le microfotografie relative alle sezioni sottili (fig. 7) evidenziano un cemento carbonatico, una morfometria dei minerali caratterizzata da prevalente alta e media sfericità, un arrotondamento variabile da sub-angolare ad arrotondato. Il *sorting* è compreso tra il ben assortito a moderatamente assortito, alcuni campioni si mostrano poco assortiti e di norma sono relativi agli strati che sono alternati ai livelli marnosi.

Emissario del Pantano di Roiate o Traforo

Dati catastali

CA 651 La RM

Tipologia: A.1 Emissario, galleria per la bonifica del terreno paludoso 'Il Pantano di Roiate'

Comune: Bellegra e Roiate. Località: Pantano; Fontana Fredda

Quota entrata: 480 m slm

Carta geologica: Foglio 151 Alatri

Carta IGM 1:25.000: 151 IV SO Olevano romano

Coordinate entrata: Lat. 41.884349, Long. 13.049676

Carta Tecnica della Regione Lazio 1:5.000: 376091 Roiate, volo aerofotogrammetrico 2014 (fig. 10).

Sviluppo planimetrico: 245 m

Rilievo: CSR maggio - agosto 2023.²²

Descrizione

L'entrata delle acque nell'emissario, sul bordo NNW



Fig. 8 – L'entrata del Traforo del Pantano (foto S. Gambari).

Fig. 8 – The entrance to the Traforo del Pantano (photo S. Gambari).



Fig. 9 – «Ingresso della galleria artificiale servente di sbocco alle acque della Piana 'Il Pantano'. A. Osti e E. Pietromarchi si apprestano a esplorarla erroneamente credendo che la galleria comunichi con la grotta dell'Arco» (Quaderno attività, Archivio Enrico Pietromarchi, CSR; foto A. Pecori, 12 novembre 1950).

Fig. 9 – «Entrance to the artificial tunnel serving as an outlet to the waters of the Piana 'Il Pantano'. A. Osti and E. Pietromarchi are preparing to explore it erroneously believing that the gallery communicates with the Arco cave» (Caving Diary, Enrico Pietromarchi Archive, CSR; photo A. Pecori, 12.11.1950).

della conca, presenta una cabina di rinforzo del tunnel in muratura (fig. 8). Una foto inedita tratta dall'Archivio Enrico Pietromarchi (CSR) mostra l'ingresso nel 1950 (fig. 9).

Il condotto presenta un primo tratto di 21 m con larghezza di 1,1 m, e altezza di 1,7 m. Nella prima parte di questo tratto sia le pareti che il soffitto a volta sono di pietra senza intonaco, probabilmente a causa dei processi di degradazione del materiale legante (fig. 11). È questo l'unico tratto in cui effettuare inter-

²² Il 29 aprile 2023 è localizzato il punto di uscita; il 28 maggio viene realizzato il rilievo, misure di CO₂, temperatura e umidità, fotografie della fauna; il 6 agosto verifiche topografiche; il 30 settembre campionamenti e misure.



Fig. 10 – L'indicazione del Traforo, in tratteggiato, nella Carta Tecnica della Regione Lazio; indicazioni degli autori con cerchi blu dell'entrata e dell'uscita del tunnel.

Fig. 10 – The Tunnel is drawn in dashed line in the Technical Map of the Lazio Region. Blue circles (our) indicate the tunnel's entrance and exit.

venti di manutenzione, essendo il manufatto nel suo complesso in buono stato di conservazione; si osservano discreti distacchi di pietre sia sulla spalla destra (orografica) della cabina di rinforzo, sia che sulle pareti della galleria proprio nei pressi dell'entrata: le pietre cadute sul fondo del condotto insieme ai sedimenti da tempo trascinati dalle piene del torrente esterno dentro il Traforo contribuiscono a ridurre qui l'altezza del tunnel. Solo nei primi 50 metri il pavimento è ingombro di massi, mentre il condotto presenta poi pietrame di piccole dimensioni calcificato su di un pavimento quasi piatto.

Nei successivi 38,7 m il condotto presenta invece

un soffitto a volta in malta cementizia alto 1,8 m mentre le pareti di sostegno in pietre cementate sono alte 1,5 m; la larghezza è la medesima del tratto precedente. Alla progressiva di 51,7 m dall'ingresso si osserva un lieve mutamento di direzione del tunnel di 4 gradi (da 322° a 318°) per i successivi 40 m, mentre la galleria riprende poi sino all'uscita la direzione di 321°-322°. Questo mutamento di direzione può forse essere interpretato nel quadro di una esecuzione del lavoro di scavo svolta dai due opposti versanti, o fronti di scavo, secondo le consuetudini di tali opere ingegneristiche, che segue la tradizione della tecnica idraulica degli emissari sin dall'epoca



Fig. 11 – La prima parte del tunnel (foto S. Gambari).

Fig. 11 – The first part of the tunnel (photo S. Gambari).



Fig. 12 – Le marne mioceniche con impronte di fondo di organismi limivori *Thalassinoides*? (foto S. Gambari).

Fig. 12 – Miocene marls with burrows several ichnoassemblages of *Thalassinoides*? (photo S. Gambari).

antica. Il tratto più lungo, a valle, tende ad aumentare la sua altezza fino a 2,2 m ed è stato probabilmente realizzato per primo, mentre il tratto a monte, con la congiunzione e l'attivazione dell'emissario, solo in un periodo favorevole di abbassamento del livello del lago e di massima magra. Sul lavoro di scavo non è stato possibile recuperare documentazione archivistica.

Alla progressiva di 60 m dall'ingresso la condotta muta morfologia: mentre in precedenza non c'era soluzione di continuità tra pareti e volta, ora le pareti sono costituite, sino alla progressiva di 190 m da due spessi muri di sostegno con piccolo ripiano che presentano sulla volta marne e arenarie. In un punto sono evidenti estese impronte fossili di tane a tubo interconnesse di invertebrati (fig. 12). Un campionamento è stato svolto per le analisi mineralogiche alla progressiva di 170 m dall'ingresso; direzione degli strati 280°, inclinazione meno 7°.

Questo segmento è intervallato solo da due tratti con archetti di rinforzo che presentano ciascuno per 5 m la volta in malta cementizia.

Le caratteristiche delle pareti e della volta sono ripor-

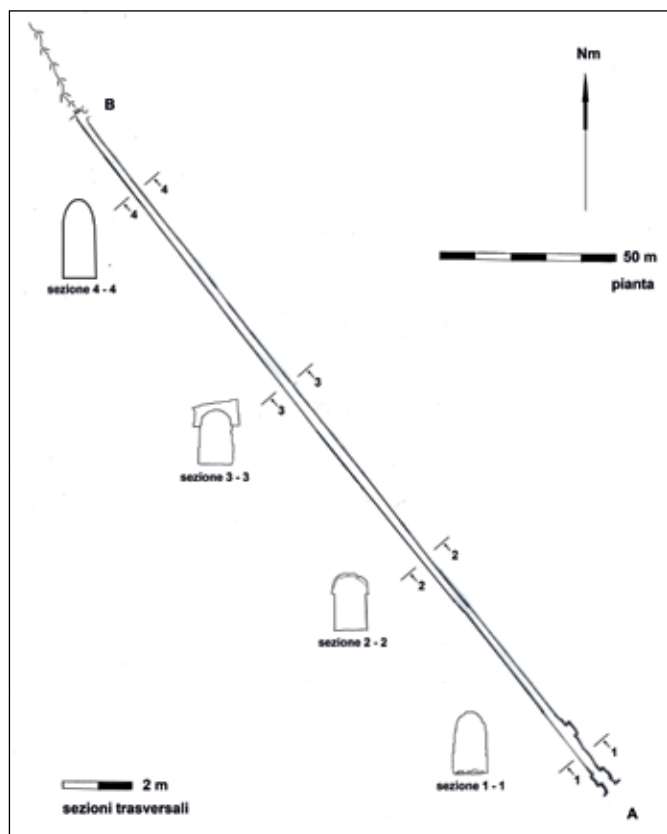


Fig. 13 – Pianta del rilievo dell'Emissario del Pantano. A: ingresso Emissario del Pantano; B: uscita Fontana fredda (topografia di A. Pedicone Cioffi, N. Sbordonì, M. Parente, M. Mugione, G. Masiello, V. Poole; elaborazione grafica S. Gambari).

Fig. 13 – Plan of the survey of Pantano Emissary. A: emissary's entrance; B: exit at Fontana Fredda (topography by A. Pedicone Cioffi, N. Sbordonì, M. Parente, M. Mugione, G. Masiello, V. Poole; graphic processing by S. Gambari).

tate nel rilievo di dettaglio dell'Emissario del Pantano a scala 1:100, mentre vengono qui pubblicate (figg. 13, 14) una pianta e una sezione 1:1000, quest'ultima con il profilo della superficie esterna sulla base della Carta Tecnica della Regione Lazio, da cui si può rilevare che la massima copertura è di circa 30 m a 90 m dall'ingresso del Traforo.

I successivi 63 m sino all'uscita sono di nuovo con soffitto a volta in malta cementizia e pareti in pietre



Fig. 14 – Sezione dell'Emissario del Pantano rispetto alla sezione topografica della superficie esterna. A: ingresso Emissario del Pantano. B: uscita Fontana fredda. Quote ricavate dalla Carta tecnica Regione Lazio 1:5000 (elaborazione grafica S. Gambari).

Fig. 14 – Section of Pantano Emissary with respect to the topography of the external surface. A: emissary's entrance. B: exit at Fontana Fredda. Quotas obtained from the Regione Lazio Technical Map, 1:5000 (graphic processing S. Gambari).

cementate, con una sola interruzione di 6 m che presenta invece roccia naturale sulla volta, e due archetti in pietra.

Questo tratto finale, che conduce le acque ad uscire sul Fosso del Traforo, formando una cascatella, è ben conservato. In questo punto, se ci si pone con le spalle sulla parete sinistra (orografica), si può vedere la luce dell'ingresso del Traforo, mentre dall'altra parete esso non è visibile.

Mezzo metro prima della cascata, si esce all'esterno sulla destra tramite un imbocco laterale costituito dalla rottura della parete di destra orografica (altezza di 1,4 m; larghezza di 1 m), dalla quale fuoriesce l'acqua durante le piene del torrente.

La pendenza dell'intero emissario è minima; nella visita di maggio la corrente d'acqua era notevole, in quelle di agosto e settembre non scorreva acqua nel Traforo e il Fosso nel Campo era completamente asciutto. La circolazione dell'aria è influenzata dalle condizioni atmosferiche esterne: nella visita del 28 maggio 2023 non vi era alcuna apprezzabile corrente d'aria, mentre una sensibile corrente d'aria dall'uscita verso l'ingresso del Traforo si avvertiva nella visita del 6 agosto.

Alcuni valori puntuali di temperatura, umidità e CO₂ sono stati rilevati con Dioxcare Dx700. Le misure sono variabili, dipendendo dai valori esterni e dalla circolazione dell'aria. Sono stati rilevati i seguenti valori:

		temperatura	umidità	CO ₂
28.5.2023	esterna, ore 12	34,5° C	28%	386 ppm
	interna a 170 m	16,2° C	91,02%	416 ppm
30.09.2023	esterna, ore 12	25° C	51,8%	346 ppm
	interna a 170 m	13,5° C	92,60%	343 ppm

La fauna

Questa piccola rassegna sulla fauna del Traforo di Bellegra si basa su osservazioni dirette in natura e sulle foto effettuate nel corso di tre visite durante le quali non sono stati effettuati campionamenti.

HIRUDINEA HIRUDINIDAE

Aemopsis sanguisuga (Linnaeus, 1758)

Un esemplare raccolto nuotava in acque basse (4 cm) nella parte finale del Traforo (fig. 15). È una sanguisuga piuttosto grande (l'esemplare raggiungeva i 18 cm) non ematofaga come altre specie della stessa famiglia, ma predatrice.



Fig. 15 – *Aemopsis sanguisuga* (foto/photo S. Gambari).

Predilige le acque stagnanti o a lento scorrimento. Si nutre - a spese di diversi invertebrati acquatici, altri anellidi e molluschi - di insetti che è capace di ingoiare per intero o, nel caso di chiocchie, entrando nel guscio e aspirando l'intero animale. Pur essendo una specie tipicamente acquatica può soggiornare a lungo in ambienti umidi nascondendosi sotto le pietre.

È una specie largamente diffusa nella regione paleartica occidentale e comune in molte regioni italiane. Nel Lazio era segnalata ad Arsoli (Minelli, 1979) e recentemente nella pianura Pontina (iNaturalist, 2023).

ARANEAE

Tetragnathidae

Meta menardi (Latreille, 1804)

Metellina merianae (Scopoli, 1763)

Si tratta delle due specie di ragni troglodili più frequentemente osservate nelle grotte europee. Le due specie differiscono per una serie di tratti morfologici e comportamentali che ne consentono la coesistenza, pur essendo le nicchie ecologiche delle due specie particolarmente vicine.

Un interessante studio di Novak *et al.*, (2010) ha evidenziato che le nicchie spaziali delle due specie si sovrappongono notevolmente, ma che le loro nicchie



Fig. 16 – *Metellina merianae* (foto/photo V. Sbordoni).

temporali differiscono in modo significativo, *M. merianae* (fig. 16) è caratterizzata da una strategia r (alta fecondità e forte selezione sulla progenie), con ciclo stagionale tipico degli ecosistemi epigei, e *M. menardi* (fig. 17) è contraddistinta da un andamento demografico costante di ridotta numerosità della colonia (*low population abundance*) all'interno della grotta. Gli autori hanno anche scoperto che diverse strategie predatorie contribuiscono a segregare in modo significativo le loro nicchie trofiche: *M. merianae* utilizza la tipica strategia di caccia con la tela, mentre *M. menardi* combina la caccia da appostamento con la tela con la ricerca libera della preda, o caccia libera.

Pertanto, sia le diverse dinamiche sia le nicchie trofiche consentono la coesistenza delle due specie nonostante le loro nicchie spaziali siano simili e parzialmente sovrapposte, e che *M. menardi*, in particolare, sia adattata in modo ottimale all'ecotono epigeo/ipogeo. La comunità di ragni osservata nel Traforo rispecchia mirabilmente queste analisi perché si osserva *M. merianae* lungo tutta la cavità, con le sue tele e con indi-



Fig. 17 – *Meta menardi* (foto/photo S. Gambari).

vidui abbondanti e a tutti i gradi di sviluppo, mentre *M. menardi* appare con pochi individui adulti, ed il caratteristico cocoon sericeo a protezione della progenie, localizzati verso l'ingresso alto dell'ipogeo.

Amaurobiidae

Amaurobius ferox (Walckenaer, 1825)

La specie è stata identificata in base alle dimensioni e alla colorazione dell'opistosoma.

Sono grandi ragni, frequentemente trovati in grotte, cantine e anfratti nelle abitazioni umane. L'esemplare fotografato (fig. 18) si trovava all'ingresso di una fessura orizzontale sulla parete nei pressi dell'ingresso alto del Traforo. La fessura era occupata da una tela cribellata, molto appiccicosa, tipicamente prodotta da questi ragni. Gli *Amaurobius* presentano comportamenti complessi come ad es. la matrifagia ove la madre si sacrifica come cibo per i suoi ragnetti. Il ragno è considerato "subsociale" perché, dopo aver cannibalizzato la madre, i ragnetti rimangono insieme e si nutrono in comune per circa un mese (Bellmann, 2011).



Fig. 18 – *Amaurobius ferox* (foto/photo V. Sbordoni).

Nesticidae

Kryptonesticus eremita (Simon, 1880)

È una specie di ragno eutroglofilo (fig. 19), ampiamente distribuito in Europa con una forte inclinazione per la colonizzazione di habitat ipogei e soprattutto grotte naturali anche in profondità dove compie l'intero ciclo biologico. Le tele sono costituite da filamenti singoli incrociati tra loro a formare una fitta trama. La femmina protegge le uova in un piccolo cocoon.

La popolazione nel Traforo è relativamente piccola se confrontata con quella di *Metellina merianae*, con cui sembra condividere alcune prede, soprattutto ditteri e altri piccoli artropodi.

Pur essendo un ragno ad ampia distribuzione, le popolazioni cavernicole sono andate incontro ad un discreto differenziamento genetico, ma anche ad un certo flusso genico sostenuto verosimilmente da occasioni di migrazione attraverso *ballooning* (cioè la capacità di spostarsi nell'aria trainati dalla tela), come suggerito da uno studio genetico su un campione di popolazioni italiane (Cesaroni et al., 1981).



Fig. 19 – *Kryptonesticus eremita* (foto/photo V. Sbordoni).

CRUSTACEA ISOPODA

Armadillidiidae

Armadillidium sp.

Si tratta di isopodi frequentemente osservati in grotta dove occasionalmente si trovano individui in muta.

ORTHOPTERA

Rhaphidophoridae

Dolichopoda geniculata (Costa, 1860)

Questi grilli Rafidoforidi sono tra gli abitanti più frequentemente osservati nelle cavità naturali e artificiali. Nei laboratori di zoologia delle Università di Roma Sapienza e Tor Vergata essi hanno costituito, come taxon modello, un materiale di elezione per lo studio delle dinamiche ecologiche ed evolutive delle comunità cavernicole (Sbordoni et al., 1987).

Un aspetto di interesse riguarda la strategia riproduttiva e la struttura demografica della popolazione che differisce tra popolazioni di grotte artificiali e grotte naturali, a regime stagionale le prime e a regime relativamente costante le seconde (Carchini et al., 1991). Sono stati osservati alcuni individui subadulti soprattutto nella parte centrale del tunnel (fig. 20).



Fig. 20 – Femmina immatura di *Dolichopoda geniculata* (foto/photo S. Gambari).

La popolazione del Traforo può rappresentare un buon materiale di studio sperimentale se confrontata con la vicina Grotta dell'Arco.

PLECOPTERA

Perlodidae

Isoperla grammatica (Poda, 1761)

Come avviene in generale per i plecoteri, le *Isoperla* necessitano di acque fredde e ben ossigenate per la loro sopravvivenza; sono insetti molto sensibili ai cambiamenti degli ecosistemi acquatici e in particolare alla loro eutrofizzazione. A tal fine i plecoteri sono impiegati come indicatori della qualità delle acque. *Isoperla grammatica* (fig. 21) è tra le specie maggiormente tolleranti, ma la sua presenza osservata a vari stadi del ciclo vitale suggerisce comunque un discreto livello della qualità dell'acqua che scorre nel Traforo.



Fig. 21 – *Isoperla grammatica* (foto/photo V. Sbordoni).

TRICHOPTERA

Limnephilidae

Gen.sp.1

Gen.sp.2

Le due specie osservate e fotografate non sono state ancora determinate (fig. 22).



Fig. 22 – *Trichoptera* (foto/photo V. Sbordoni).

Tuttavia anche la presenza di questi Tricotteri (che come i Plecotteri entrano a far parte degli indici biotici per la classificazione della qualità delle acque) suggerisce uno stato di relativa integrità dell'ecosistema acquatico oggetto di questa nota.

LEPIDOPTERA

Erebidae

Scoliopteryx libatrix (Linnaeus, 1758)

Questa bella falena (fig. 23) è un frequente abitatore delle grotte e delle cavità artificiali dove si nasconde durante il giorno e dove, abitualmente, sverna. Rientra nel novero degli elementi subtroglifili che costituiscono la cosiddetta associazione parietale. La farfalla si riproduce all'esterno e, almeno negli ambienti mediterranei, presenta due generazioni.

Il bruco si nutre a spese di varie specie di *Salix*, *Populus* e *Sorbus*. La farfalla predilige nutrirsi di bacche e frutta estraendone i succhi zuccherini, un comportamento che è verosimilmente alla base del nome 'libatrix' scelto da Linneo per questa specie. La sua particolare morfologia e colorazione contribuiscono a mimetizzarla con il substrato.

È una specie largamente diffusa in tutta l'Europa, Turchia e Iran.

Gli esemplari che svernano in grotta si osservano spesso ricoperti da goccioline di rugiada.



Fig. 23 – *Scoliopteryx libatrix* (foto/photo S. Gambari).

Noctuidae

Mormo maura (Linnaeus, 1758)

Questa farfalla è un tipico abitante della vegetazione lungo torrenti, fiumi e acque stagnanti dove i bruchi, polifaghi, si sviluppano a spese di varie specie di piante comuni nella fascia ripariale (*Urtica dioica*, *Rumex*, *Salix*, *Alnus*, *Fraxinus*). Le falene volano da fine giugno a inizio ottobre in una sola generazione, con picco in agosto. Si trovano spesso nelle immediate vicinanze



Fig. 24 – Esemplare di *Mormo maura* parassitato da un fungo, probabilmente *Cordyceps* (foto S. Gambari).

Fig. 24 – Mormo maura parasitized by a fungus, probably Cordyceps (photo S. Gambari).

delle acque ed anche in grotte, cantine e altri ambienti ipogei (fig. 24).

COLEOPTERA

Dytiscidae

Deronectes moestus inconspectus (Leprieur, 1876)

Una popolazione di questo piccolo ditiscide è presente nel corso d'acqua del Traforo (fig. 25). Si tratta di una sottospecie di ambienti lotici comune in tutta la penisola italiana. La sottospecie nominale è invece limitata alla Sardegna.



Fig. 25 – *Deronectes moestus inconspectus* (foto/photo S. Gambari).

DIPTERA

Limoniidae

Limonia nubeculosa (Meigen, 1804)

Elemento subtroglifilo, presente in grotta durante la stagione estiva a volte in gran numero di individui (fig. 26). È una componente importante della rete trofica costituendo una delle prede privilegiate per i ragni *Metellina merianae* e *Meta menardi*.



Fig. 26 – *Limonia nubeculosa* (foto/photo V. Sbordoni).

ANURA

Ranidae

Rana italica (Dubois, 1987)

È la rana rossa endemica dell'Appennino, spesso osservata nelle grotte o negli ingressi di grotte con acqua in Italia Centrale (fig. 27). Nella lista rossa IUCN la specie è inserita nella categoria a 'rischio minimo', con popolazioni relativamente stabili ma comunque oggetto di attenzione (Rondinini et al., 2022).

In più occasioni era stata osservata in passato nella vicina Grotta dell'Arco (da uno degli autori, V. Sbordoni). In una breve visita al Traforo sono stati osservati almeno tre individui adulti e nella visita di settembre, dieci individui, suggerendo la possibilità di una popolazione stabile associata all'acquifero.



Fig. 27 – *Rana italica* (foto/photo S. Gambari).

Stato dell'ambiente Mentre all'ingresso e nella prima parte sono evidenti i distacchi dei conci delle murature che ingombrano il pavimento (fig. 28), in genere il manufatto si mostra integro (fig. 29). La frequentazione da parte dell'uomo è scarsissima. Oltre a materiali organici quali ossa di bovini, erano presenti segni sporadici d'inquinamento, con alcuni oggetti di plastica, vetro e metallo nella prima parte del Traforo,



Fig. 28 – La prima parte del tunnel. (foto S. Gambari).
 Fig. 28 – The first part of the tunnel (photo S. Gambari).



Fig. 29 – Lungo il tunnel (foto S. Gambari).
 Fig. 29 – Along the tunnel (photo S. Gambari).

rimossi nella visita del 30 settembre 2023. Alessandro Spoletini ricorda che la madre vi entrava per prendere l'acqua anche se il torrente nel Pantano era asciutto, e di avervi visto in passato dei piccoli pesci.

Il Pantano, la Grotta dell'Arco, il Traforo

La costruzione del Traforo ha avuto conseguenze di rilievo sull'idrografia del Pantano e sulle portate del corso d'acqua della Grotta dell'Arco; anche gli adattamenti antropici sull'ingresso e sulla parte iniziale della risorgenza hanno condizionato l'ambiente naturale e la sua storia esplorativa.

La prima esplorazione della Grotta dell'Arco di Bellegra viene svolta il 19 giugno 1925 dal Circolo Speleologico Romano, che rileva 950 m di gallerie sino al

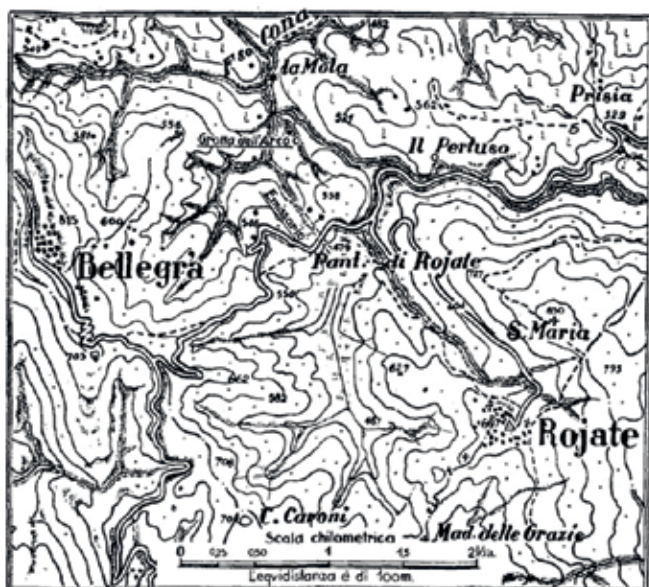


Fig. 30 – «Ingresso della Grotta di Bellegra con muro e laghetto. In primo piano E. Pietromarchi prima che entrasse» (Archivio Enrico Pietromarchi, CSR, foto A. Pecori, 26 nov. 1950).
 Fig. 30 – Entrance to the Grotta di Bellegra with wall and pond. In the foreground E. Pietromarchi before he entered (Enrico Pietromarchi Archive, CSR, photo A. Pecori, 26 nov. 1950).

limite esplorativo di una strettoia (Zileri dal Verme 1926, CSR 1932). Gli speleologi appresero dell'esistenza della grotta «da un contadino trovato nei pressi del Pantano di Roiate (oggi artificialmente prosciugato con una galleria di scarico scavata nel tufo)».²³

A quell'epoca, all'ingresso della risorgenza, esisteva una barriera alta 3 metri, una specie di diga, qui documentata da un'immagine inedita degli anni Cinquanta (fig. 30). Probabilmente «lo sbarramento artificiale servì [...] a trattenere un invaso artificiale ipogeo utilizzato per dare energia al mulino di Mola Civitella» (Mattioli, 2010, p. 19). Dalla relazione di Camillo Zileri si deduce che l'esplorazione fu possibile a causa della realizzazione del Traforo e della rottura della parte inferiore della diga: «L'imbocco è chiuso da un muro alto 3 metri, ai piedi del quale esce, con abbondante getto d'acqua del volume di circa 4 litri al secondo, il ruscello che proviene dall'interno della grotta. Nella prima parte di essa, che s'inoltra nel monte in linea retta per circa un centinaio di metri, larga in media 8 mt ed alta 4,

²³ Relazione uscita, in *Diario e Relazioni Gite Grotte dal 1920 al 1937, dal 1946 al 1949*, Archivio CSR.



FRASO DI SITUAZIONE DELLA GROTTA DELL'ARCO DI BELLEGRA (C. 3 - La)

Fig. 31 – Carta del Pantano con posizione dell'Emissario (CSR 1932).

Fig. 31 – Pantano's map with the position of Emissario (CSR 1932).

questo ruscello ha accumulato ai lati alti banchi di melma solidificata [...] resta da studiare donde proviene l'acqua nell'ultima parte perché prima del colatoio il ruscello sparisce a destra sotto la parete. La galleria è stata recentemente scavata dal ruscello proveniente dall'antico lago di Roiate, sotto il quale calcolo che essa arrivi nel monte; ed ora dopo il prosciugamento di esso, e l'apertura di un secondo emissario, si è resa praticabile. Una seconda visita potrà accertare molte cose, fra cui la possibilità di proseguire ancora innanzi



Fig. 32 – Grotta dell'Arco, sulla parete destra (orografica) del primo tratto della galleria, il segno dell'allagamento (foto S. Gambari).

Fig. 32 – Grotta dell'Arco, the sign of flooding on the right orographic wall of the first section of the gallery (photo S. Gambari).

dopo un serio e lungo lavoro di rimozione del materiale ostruente. Credo poter ritenere con sicurezza che nessuno sia penetrato così addentro prima di noi, poiché non trovammo nessuna traccia di visite precedenti» (Zileri dal Verme, 1926, p. 3-8).²⁴

Nel 1932 il Circolo Speleologico Romano pubblica un articolo sulla Grotta dell'Arco nella rivista *Le Grotte d'Italia* in cui è mostrata la posizione dell'emissario (fig. 31), poi riportata nella carta IGM 1:25.000 151 IV SO Olevano romano. Segre osserva che «le acque hanno depositato per colmata contro il muricciolo fanghi per uno spessore di oltre 2 m. che terminano solo a 250 m. dall'ingresso. Essendo stati aperti dei fori sotto alla diga per l'uscita delle acque, si è prodotto un terrazzamento per riescavazione dei fanghi» (Segre, 1948, p. 19). L'apertura della base della diga ha dato luogo allo svuotamento delle acque che occupavano tutta la galleria sino alla 'Forra', un passaggio dalla volta bassa presumibilmente sifonante, consentendo dunque le esplorazioni (fig. 32).



Fig. 33 – Esterno-interno della Grotta dell'Arco (elaborazione grafica G. Baroncini Turricchia).

Fig. 33 – Exterior-interior of the Grotta dell'Arco (graphic processing G. Baroncini Turricchia).

²⁴ All'esplorazione del 19 giugno 1925 parteciparono Carlo Franchetti, Fernando Menzocchi, Luigi Tosti, Camillo Zileri.

Negli anni Sessanta il geografo Lando Scotoni studia sistematicamente il Pantano, individua errori nella cartografia e identifica il punto di cattura del Fosso dei Cerri creatosi intorno al 1942: «Quando [Costanzo Marocchini] rientrò al paese, reduce dalla prigionia di guerra (1945), notò un impoverimento delle acque a valle della sua casetta rustica, e qualche anno dopo la scomparsa delle acque a valle» (Scotoni, 1966, p. 296). Dopo aver determinato altri due punti di cattura, egli effettua una colorazione con fluoresceina risultata positiva con la Grotta dell'Arco.

Il 4 aprile 1996 il Gruppo Speleologico Grottaferata, dopo un lavoro di disostruzione durato due mesi, supera la strettoia 'terminale' della Grotta dell'Arco, esplorando e rilevando un nuovo tratto di 160 metri (Lobba, 1997) che conduce a un sifone ma presenta alcuni pozzi fangosi risaliti per circa 25 metri (Nozzoli, 1997). Dall'analisi dell'interno-esterno (fig. 33) la distanza del punto 'terminale' della Grotta dell'Arco dai 'punti Scotoni' dell'alveo del Fosso dei Cerri risulta di circa 240 m per un dislivello di 55 metri.

Conclusioni

Indagare il nesso tra la storia di una estesa cavità naturale e quella di un modesto emissario moderno ci ha permesso di osservare come gli interventi antropici di adattamento e di modifica dell'ambiente fisico e naturale in un contesto di «continua lotta tra l'idrografia superficiale, l'uomo e la ricca circolazione ipogea» (Scotoni, 1966, p. 302) abbiano dato anche luogo a un notevole sviluppo delle nostre conoscenze speleologiche: l'esplorazione del 1925 della grotta dell'Arco di Bellegra è infatti dovuta allo svuotamento della diga che era posta al suo ingresso e alla realizzazione del Traforo del Pantano.

In tempi più vicini a noi, gli interventi nella parte iniziale della risorgenza ai fini della sistemazione del percorso turistico, hanno portato anche a interessanti scoperte di carattere archeologico. La cavità naturale è stata protetta con un cancello negli anni Novanta e nel 2007, a seguito di lavori di riadattamento, sono state scoperte, a circa 25 metri dall'ingresso sulla parete sinistra (orografica), «quattro pitture in colore rosso e cinque in colore nero, ubicate ad oltre due metri di altezza dall'attuale piano di calpestio» «presumibilmente databili da un periodo compreso tra le ultime fasi del Neolitico e la prima età del Bronzo», che «trovano confronti nel repertorio dell'arte rupestre schematica dipinta della penisola iberica» e «con le figure antropomorfe dipinte in nero della grotta di Cala dei Genovesi di Levanzo associate a figure idoliformi» (Petitti e Mattioli, 2012, p. 185).

Il Traforo artificiale, che ha fatto progressivamente sparire l'antico lago, con una regimazione delle acque superficiali che ha reso stabili le aree a prateria, ha causato una profonda modifica dell'ecosistema causando la sparizione di numerose specie vegetali ed animali.

L'emissario svolge ancora oggi le sue funzioni, in un contesto ambientale di controllo, drenaggio e regolazione dei piccoli canali che percorrono la parte piatta del Pantano, nella quale si svolsero negli anni Sessanta anche alcune sperimentazioni di coltivazione di pioppeti.²⁵

Contornato da pendii collinari a cerrete e castagneti, il Pantano è una prateria a pascolo, usata oggi unicamente da un'azienda di allevamento di bovini ed equini. Se la bonifica del lago, con mutamenti dell'idrografia superficiale e sotterranea dell'area, si è realizzata nel primo decennio del Novecento, non ha avuto 'fortunatamente' seguito un progetto del 1917, che prevedeva di installare un impianto idroelettrico nel Pantano, ricostituendovi dunque un bacino, questa volta artificiale, convogliandovi acque dall'Aniene e dal Simbrivio: si osservava da parte del Ministero dei Lavori pubblici, l'«incompatibilità» e la «concorrenza» dei diversi progetti presentati, di cui dovevano ancora essere accertate «attuabilità tecnica», «tutela del buon regime idraulico del corso d'acqua» e «conseguimento della generale e razionale utilizzazione del bacino d'acqua».²⁶

D'altra parte, se le opere di bonifica in Italia hanno avuto ben fondate ragioni, il mutamento dell'ambiente è stato radicale, con la cancellazione sistematica di moltissime zone umide e la perdita della biodiversità che caratterizzava gli ambienti lacustri, ossia delle numerose specie della fauna e della flora che di tali zone umide necessitano per sopravvivere.²⁷

Nel 1979 uno studioso di storia locale proponeva in modo *naive* il ripristino del lago quale forma di attrazione turistica: «basterebbe otturare il Traforo [...], apportare alcuni lavori di cementazione ai piedi del monte S. Maria la Serra, dove le acque filtrano attraverso la roccia carsica, e il bel lago potrebbe riapparire in pochi anni nella nostra valle del Pantano!» (Bovi, 1979, p. 18).

²⁵ Cfr. *Pubblicazioni del Centro di sperimentazione agricola e forestale*, 1968, per i trattamenti contro le larve del Crittorrinco.

²⁶ L'8 giugno 1917, il Comune di Roma aveva presentato al Ministero del LL. PP. un progetto a firma dell'ing. Angelo Omodeo, per realizzare l'impianto di Roiate, convogliando le acque dall'Aniene e dal Simbrivio in «un serbatoio nel prosciugato pantano di Roiate, impiantando ivi una prima centrale per produrre con un salto di m. 130 una potenza di 17.300 HP» (Cesa, 2004, p. 65).

²⁷ Il 2 febbraio 1971 a Ramsar (Iran) i rappresentanti di sette paesi firmavano la Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale (attualmente ratificata da oltre 170 paesi) che riconosceva le aree umide quali luoghi oggetto di conservazione per ricchezza di biodiversità. Nel 1997 è stato istituito, il World Wetland Day (2 febbraio).



Fig. 34 – Il tunnel con la volta di marne e arenarie fini (foto Anna Pedicone Cioffi).

Fig. 34 – Marl and fine sandstone on the tunnel's ceiling (photo Anna Pedicone Cioffi).

Tuttavia, alcune considerazioni odierne sulla bonifica contemplano proprio «la possibilità di una “de-bonificazione”, di una riconversione nella forma di ripristino delle zone umide o di una forestazione che possa produrre brani di bosco planiziale» (Cavallo, 2011), un recupero con forme di mitigazione, adattamento e tutela cui si potrebbero anche associare azioni di “fruizione didattica” del Pantano in termini di comprensione della sua geostoria, e insieme della sua storia contemporanea.

Se la Grotta dell'Arco è un importante SIC per la presenza di sette specie tutelate di Chiroteri, *Rana italica*, *Duvalius franchettii* e un endemismo rappresentato dalla Salamandrina dagli occhiali, il Traforo del Pantano, iniziato nel 1857 e concluso nel primo decennio del Novecento, poco conosciuto dagli speleologi, e oggi inserito nel Catasto delle cavità artificiali, costituisce un interessante *geosito* – per la presenza di marne e arenarie osservabili lungo i suoi 245 m e alla profondità massima di 30 m dalla superficie (fig. 34) – e insieme un *biotopo* interessante per le buone condizioni di conservazione dell'ambiente e la scarsa frequentazione da parte dell'uomo.

Cavità naturale e cavità artificiale sono unite assieme dalla storia, e insieme dalla geografia di un'area dal notevole interesse naturalistico, che affascina per le vicende dell'uomo nei suoi tentativi di regolare le acque e di prosciugare un antico lago, scomparso agli inizi del XX secolo.

Crediti e ringraziamenti

Stefano Gambari ha curato le ricerche storiche e bibliografiche, la descrizione del Traforo e i dati catastali, Silvano Agostini l'inquadramento geologico e le analisi mineralogiche dei campionamenti, Valerio Sbordoni le osservazioni biospeleologiche; la responsabilità delle determinazioni tassonomiche, ove non diversamente indicato, è interamente da assegnare all'autore Valerio Sbordoni.

Rivolgiamo un ringraziamento particolare ad Alessandro Spoletini per la gentile ospitalità e l'amichevole, duratura collaborazione. Anna Pedicone Cioffi, Noè Sbordoni, Matteo Parente, Valentina Poole, Martina Mugione e Giuseppe Masiello hanno realizzato il rilievo topografico. Un ringraziamento al Prof. Romolo Fochetti (Università della Tuscia, Viterbo) per la determinazione dei Plecotteri, al Prof. Alessandro Minelli che ha determinato l'*Aemopsis sanguisuga* e al Dott. Saverio Rocchi (Museo la Specola, Firenze) che ha confermato la determinazione dei Ditiscidi. Guido Baroncini Turricchia ha realizzato l'esterno-interno della Grotta dell'Arco, Francesco Giammei ha coadiuvato al campionamento geologico e alle verifiche topografiche. Si ringrazia il dott. Antonio Baliva del DISPUTER – UdA per la preparazione dei campioni e le relative analisi XRD. La nostra gratitudine va inoltre a Filomena Severino (Area Biblioteca dell'ISPRa) per il servizio di *document delivery*, a Carla Galeazzi e Carlo Germani per il continuo supporto alla ricerca e a Giovanni Belvederi per le informazioni e l'accesso al Catasto della Cavità artificiali della Società Speleologica Italiana.

Bibliografia

- ACS, 1881, Archivio centrale dello Stato, Ministero dell'agricoltura, industria e commercio 1837-1921, Direzione. centrale dell'agricoltura 1860-1914, *Busta 471, Cartelle Roiate e Bellegra, con Prospetto delle malattie curate durante il 3° trimestre [di ciascun anno] dall'anno 1871 al 1881 nel Comune di Bellegra dal sottoscritto Medico chirurgo [Francesco Patrizi]*.
- ACS, 2003, Archivio centrale dello Stato, *Fonti per la storia della malaria in Italia*; repertorio a cura di Floriano Boccini et al.; saggio introduttivo e coordinamento di Maura Piccialuti. Roma, Ministero per i beni e le attività culturali, Direzione generale per gli archivi, 2 v. Disponibile online <<https://dgagaeta.cultura.gov.it/public/uploads/documents/Strumenti/5463727daf485.pdf>> data ultima consultazione 10 nov. 2023.

- ACS, 2008, Archivio centrale dello Stato, *Mutui per la bonifica agraria dell'Agro romano e pontino (1905-1975)*; inventario a cura di Nella Eramo, Ministero per i beni e le attività culturali, Direzione generale per gli archivi.
- Agostini I., 2007, *Le acque di Tivoli, considerazioni geografico-storiche sulla Valle dell'Aniene*, in Ri-Vista, ricerche per la progettazione del paesaggio, a. 5, n. 8 (lug.-dic.), pp. 105-116. Disponibile online <doi:10.20901/2818>. data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Agostini S., 1982, *Tipologie carsiche nell'Appennino centrale e assetto strutturale: ipotesi di correlazioni fra discontinuità carsiche e deformazioni tettoniche nelle rocce carbonatiche*, in Le Grotte d'Italia XI (4), pp. 457-465.
- Agostini S., 1987, *Il carsismo dei Monti Prenestini, Tiburtini e dorsale di Bellegra*, in Atti del XV Congresso Nazionale di Speleologia (Castellana Grotte 1987), Bologna, pp. 59-75.
- Alatri G., 2000, *Dal chinino all'alfabeto: igiene, istruzione e bonifiche nella Campagna romana*, Roma, F.lli Palombi.
- Angelucci A., Bellotti P., Valeri P., 1979, *Analisi di facies dei sedimenti terrigeni tortoniani nella zona di Frosinone*, in Geologica Rom., 18, pp. 127-135, 1 carta fuori testo.
- Angelucci A., De Rosa E., Fierro G., Gnaccolini M., La Monica G.B., Martinis B., Parea G.C., Pescatore T., Rizzini A., Wezel C.F., 1967, *Sedimentological characteristics of some italian turbidites*, in Geologica Rom. VI, pp. 345-420.
- Anzalone B., Iberite M. e Lattanzi E., 2010, *La flora vascolare del Lazio*, in Informatore Botanico Italiano, 42(1), pp. 187-317. Disponibile online, <https://docslib.org/doc/10326532/la-flora-vascolare-del-lazio>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Beguinet A., 1900, *Florula di alcuni piccoli laghi inesplorati della Provincia di Roma*, in Bollettino della Società Botanica italiana, anno 1900, Firenze, pp.56-63.
- Bellmann H., 2011, *Guida ai Ragni d'Europa*. Franco Muzzio editore.
- Beneo E., (a cura di), 1939, *Foglio 151 (Alatri) della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 e relative note illustrative*.
- Bovi B., 1979, *Roiate: ambiente, tradizioni, folklore, religione, storia, dialetto*, Palestrina, I.T.L.
- Carchini G., Di Russo C., Sbordoni V., 1991, *Contrasting age structures in cave cricket populations: patterns and significance*, in Ecological entomology, 16 (3), pp. 305-314.
- Cavallo F. L., 2011, *Terre, acque, macchine: geografie della bonifica in Italia tra Ottocento e Novecento*. Reggio Emilia, Diabasis.
- Cavinato G.P., Salvini F., Tozzi M., 1986, *Evoluzione strutturale del settore centrale della linea Olevano-Antodoco*, in Mem. Soc. Geol. It. 35 (2), pp. 591-601.
- Celli A., 1927, *Malaria e colonizzazione nell'agro romano dai più antichi tempi ai nostri giorni* secondo notizie raccolte e commentate da Angelo Celli; con prefazione di Pietro Fedele; opera postuma con illustrazioni del dott. P. Ambrogetti, Firenze, Vallecchi.
- Cesa C., 2004. *L'acquedotto consorziale del Simbrivio*, Disponibile online <https://docslib.org/doc/2293968/lacquedotto-consorziale-del-simbrivio>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Cesaroni D., Allegrucci G., Caccone A., Cobolli Sbordoni M., De Matthaes E., Di Rao M., Sbordoni V., 1981, *Genetic variability and divergence between populations and species of *Nesticus cave spiders**, in Genetica, 56, pp. 81-92.
- Cevolani E., 2021, *Il farmacista bolognese Ladislao Pradelli e il suo "infallibile processo di propagazione ed allevamento delle sanguisughe in domesticità"*, in Atti e memorie [dell']Accademia italiana di storia della farmacia, ago-dic. 2021, pp. 69-80. Disponibile online, <https://assets.unifarco.it/museo/it/Assets/riviste/documenti/rivfarm_dic_2021_cevolani.pdf> data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Cipollari P., Cosentino D., Perilli N., 1993, *Analisi biostratigrafica dei depositi terrigeni a ridosso della linea Olevano-Antodoco*. 2 carte allegare a Geologica Rom., XXIX.
- Circolo Speleologico Romano, 1932, *La Grotta dell'Arco o di Bellegra*, in Le Grotte d'Italia (Istituto Italiano di Speleologia), anno 6, fasc. 3, pp. 139- 142.
- Circolo Speleologico Romano, 1997, *Relazione speleologica sulla Grotta dell'arco di Bellegra*. Roma, 1997 [inedito]. Biblioteca CSR, inv. 3265.
- Corrado S., 1995, *Nuovi vincoli geometrico-cinematici all'evoluzione neogenica del tratto meridionale della linea Olevano-Antodoco*, in Boll. Soc. Geol. It., 114, pp. 245 – 276, 15 ff., 2 tavv. f.t.
- Cosentino D. e Parotto M., 1991-1992, *La struttura a falde della Sabina (Appennino Centrale)*, in Studi Geologici Camerti, volume speciale, CROP 11, pp. 381-387.
- Damiani A.V., Catenacci V., Molinari V., Panseri C., Tilia A., (a cura di), 1998, *Foglio 369 Subiaco della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 e relative note illustrative*.
- Damiani A.V., Panuzi L., a cura di, 1981, *Foglio 369 Subiaco di Geomorfologia Dinamica della Carta Geologica d'Italia e relative note illustrative*.
- Datti A., 1926, *Esplorazione della Grotta del Pertuso e della Grotta dell'Arco presso Bellegra*, in Bollettino speleologico: periodico quadrimestrale del Circolo Speleologico Romano, n. 2, aprile 1926, p. 3.
- De Luca G., 1860, *Il Reame delle Due Sicilie: descrizione geografica, storica, amministrativa*. Napoli, Stab. tip. dei Classici italiani.
- De Stefani, 1883, *Escursione scientifica nella Calabria (1877-78). Jeio, Montalto e Capo Vaticano*, in Atti della R. Accademia dei Lincei, anno 1882-83 serie terza. Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, v. 18, pp. 1-13.
- Dionisi A., 1902, *La malaria di Maccarese dal marzo 1899 al febbraio 1900*, in Atti della Società per gli studi della malaria, vol. 3, Roma, Società per gli studi della malaria, pp. 1-67.
- Gazzetta, 1904, *Regio Decreto 18 febbraio 1904, n. 86*, Gazzetta ufficiale del Regno d'Italia, 29 marzo 1904, n. 74.
- Gazzetta, 1934, *Regio Decreto 7 giugno 1934, n. 1099*, Gazzetta ufficiale del Regno d'Italia, 18 luglio 1934, n. 167.
- iNaturalist, 2023, *Haemopsis sanguisuga* <https://www.inaturalist.org/observations/161776788>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Jannuccelli G., 1856, *Memorie di Subiaco e sua Badia*, Genova. Disponibile online, <https://archive.org/details/memoriesubiacco00jann/page/n3/mode/2up>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.

- Lattanzi E., Tilia A., 2005, *Vascular flora of Mount Scalambra (Mounts Ernici, Latium, central Italy)*, in Webbia: raccolta di scritti botanici, vol. 60, n. 2. pp. 501-542.
- Lobba M. G., 1997, *La finestra sul mondo*, in Notiziario del Gruppo Speleologico Grottaferrata, n. 1, ottobre 1997, pp. 4-5. Disponibile online, <<http://www.mglobba.altervista.org/notiziario1997.pdf>>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Marocchi G., 1836, *Monumenti dello stato pontificio e relazione topografica di ogni paese, Lazio e sue memorie*, vol. 9, Roma, Boulzaler.
- Mattioli T., 2010, *Le pitture rupestri della Grotta dell'Arco di Bellegra (Bellegra, Roma)*, Lazio e Sabina, 6, Sesto incontro di studi sul Lazio e la Sabina, Soprintendenza per i beni archeologici del Lazio, Roma, Quasar, 2010, pp. 19-21. Disponibile online, <https://www.academia.edu/380076/Le_pitture_rupestri_della_grotta_dellArco_di_Bellegra_Bellegra_Roma>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Maxia C., 1954, *Lineamenti stratigrafici e tettonici dei Monti prenestini*, in La Ricerca Scientifica, a. 24, 6, pp. 1232-1237.
- Mecchia G., Mecchia M., Piro M. e Barbati M., 2003, *Le grotte del Lazio: i fenomeni carsici, elementi della geodiversità*. Roma, Agenzia regionale per i parchi. Disponibile online, <https://www.parchilazio.it/schede-1570-le_grotte_del_lazio_i_fenomeni_carsici_elementi_della_geodiversita>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Minelli A., 1979, *Sanguisughe d'Italia. Catalogo orientativo e considerazioni biogeografiche*, in Biogeographia -The Journal of Integrative Biogeography, 6 (1), pp. 279 – 313.
- Muzzi S., 1873, *Vocabolario geografico-storico-statistico dell'Italia nei sui limiti naturali*, Bologna, Giacomo Monti.
- Negretti G., 1952-1953, *Il rilevamento geologico dei Monti prenestini nord-orientali*, in Pubbl. Ist. Geol. Paleont. Univ. Roma, 10, pp. 1-11.
- Novak T., Tkavc T., Kuntner M., Arnett A. E., Delakorda S. L., Perc M., Janžekovič F., 2010, *Niche partitioning in orbweaving spiders Meta menardi and Metellina merianae (Tetragnathidae)*, in Acta oecologica, 36 (6), pp. 522-529.
- Nozzoli F., 1997, *Ultime note da "Bellegra"*, in Notiziario del Gruppo Speleologico Grottaferrata, n. 1, ottobre 1997, pp. 6-7. Disponibile online, <<http://www.mglobba.altervista.org/notiziario1997.pdf>>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Palmieri A., 1857, *Topografia statistica dello Stato pontificio: ossia descrizione delle città e paesi: loro malattie predominanti, commercio, industria, agricoltura...* compilata dal Cav. Adone Palmieri, Roma, Tipografia Forense. Disponibile online, <<https://archive.org/details/topographiastati01palm/page/n3/mode/2up>>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Parotto M., Praturlon A., 1975, *Geological summary of the central Apennines*, in Ogniben L., Parotto M., Praturlon A, *Structural Model of Italy*, in Quad. Ric. Scient., 90, pp. 257-311.
- Petitti P., Mattioli T., 2012, *Nuove scoperte di arte rupestre nella regione Lazio*, in Preistoria Alpina, 46 II (2012), pp. 185-186. Disponibile online, <https://www.academia.edu/2063861/Nuove_scoperte_di_arte_rupestre_nella_regione_Lazio>, data ultima consultazione 10 nov. 2023.
- Pietromarchi P., 1926, *Seconda esplorazione della Grotta di Bellegra*, in Bollettino speleologico: periodico quadrimestrale del Circolo Speleologico Romano, n. 2, giugno 1926, pp. 8-9.
- Rondinini C., Battistoni A., Teofili C., 2022, *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani 2022*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare: Roma, Italy.
- Salvini F., Vittori E., 1982, *Analisi strutturale della linea Olevano-Antrodoco-Posta (Ancona-Anzio Auct.): metodologia di studio delle deformazioni fragili e presentazione del tratto meridionale*, in Mem. Soc. Geol. Ital. 24, pp. 337-356.
- Sbordoni V., Allegrucci G., Caccone, A., Carchini G., Cesaroni D., 1987, *Microevolutionary studies in Dolichopodinae cave crickets*, in Evolutionary biology of orthopteroid insects/ editor, Baccio M. Baccetti.
- Scotoni L., 1966, *Un singolare fenomeno di cattura fluviale nei Monti Ernici (Lazio)*, in Rivista geografica italiana vol. 73 (1966), pp. 289-304.
- Segre A. G., 1948, *I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio*. Roma, [CNR].
- TCI 1981, Touring Club Italiano, *Guida d'Italia, Lazio*, Milano.
- Zileri dal Verme C., 1926, *Esplorazione della Grotta del Pertuso e della Grotta dell'Arco presso Bellegra*, in Bollettino speleologico: periodico quadrimestrale del Circolo Speleologico Romano, n. 2, giugno 1926, pp. 3-8.