



Federazione Speleologica Regionale
dell'Emilia-Romagna



Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra

LA FAUNA MESSINIANA DI CAVA MONTICINO

(BRISIGHELLA, RA)

a cura di
Lorenzo Rook



Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II vol. 37 - 2021

In copertina: Blocco con varie ossa (MSF 62) in particolare vari resti di *Plioviverrops faventinus*: rendering tridimensionale di una scansione ad alta risoluzione del blocco (Foto di S. Bartolini-Lucenti).

Quarta di copertina: Cranio di *Lycyaena cf. chaeretis* (MSF 84) (Foto di S. Bartolini-Lucenti).

Pubblicato con il contributo di:



Federazione Speleologica Regionale
dell'Emilia-Romagna



Parco regionale della
Vena del Gesso Romagnola



Regione Emilia-Romagna
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli



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”.

ISBN: 978-88-943271-5-1



Finito di stampare
nel mese di settembre 2021

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

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.



Federazione Speleologica Regionale
dell'Emilia-Romagna



Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra

La fauna messiniana di Cava Monticino (Brisighella, RA)

a cura di
Lorenzo Rook



Con il patrocinio della Società Paleontologica Italiana

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II - vol. 37
2021

Indice

Prefazione	
<i>Paolo Forti</i>	pag. 7
Presentazioni	
<i>Giorgio Carnevale, Lorenzo Rook, Massimo Ercolani</i>	pag. 9
La Cava del Monticino: il sito, la valorizzazione, l'importanza scientifica	
<i>Marco Sami</i>	pag. 15
Applicazioni di paleontologia virtuale su resti fossili e blocchi ossiferi di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Saverio Bartolini-Lucenti, Omar Cirilli, Luca Pandolfi, Marco Sami, Giovanni Luca Dedola, Lorenzo Rook</i>	pag. 37
I pesci messiniani di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Giorgio Carnevale</i>	pag. 49
Gli anfibi e i rettili di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Andrea Villa, Massimo Delfino</i>	pag. 55
Gli uccelli messiniani di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Marco Pavia</i>	pag. 79
Gli insettivori di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Antonio Borrani, Andrea Savorelli, Jacopo Crezzini, Federico Masini</i>	pag. 83
I chiroterteri di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Tassos Kotsakis, Andrea Savorelli</i>	pag. 91
I roditori di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Antonio Borrani, Andrea Savorelli, Jacopo Crezzini, Federico Masini</i>	pag. 101
I lagomorfi di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Chiare Angelone, Stanislav Čermák, Bianca Moncunill-Solé</i>	pag. 109
Il primate fossile di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Lorenzo Rook</i>	pag. 121
Il "mastodonte" di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Marco P. Ferretti</i>	pag. 129
I carnivori di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Saverio Bartolini-Lucenti, Joan Madurell-Malapeira, Lorenzo Rook</i>	pag. 133
L'oritteropo ("formichiere africano") di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Lorenzo Rook</i>	pag. 151
I perissodattili di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Luca Pandolfi, Omar Cirilli</i>	pag. 159
Gli artiodattili di Cava Monticino (Brisighella, RA)	
<i>Luca Pandolfi, Federico Masini, Dimitris S. Kostopoulos</i>	pag. 165
La fauna di Cava Monticino (Brisighella, RA) nel contesto dei popolamenti continentali dell'area circum-mediterranea durante il Miocene terminale	
<i>Saverio Bartolini-Lucenti, Omar Cirilli, Massimo Delfino, Luca Pandolfi, Lorenzo Rook</i>	pag. 175
Appendice - Liste faunistiche riassuntive dei vertebrati fossili recuperati nei depositi di Cava Monticino (Brisighella, RA).....	pag. 185
Tavole.....	pag. 189

Contenuti aggiuntivi multimediali

Nel sito www.venadelgesso.it sono disponibili testi, immagini e video del Parco Museo Geologico di Cava Monticino e della relativa fauna messiniana.

Prefazione

Storicamente le Memorie dell'IIS sono sempre state dedicate a grotte, o aree carsiche, che presentavano caratteristiche peculiari per dimensioni e peculiarità dei fenomeni ospitati, la cui importanza scientifica, o storica, travalicava i ristretti ambiti locali.

Questa è, invece, la prima volta che viene pubblicata una monografia relativa a una piccola cava di gesso abbandonata che, nel periodo di attività, aveva casualmente intercettato e, ovviamente parzialmente distrutto, alcuni piccoli fenomeni carici embrionali, a prima vista del tutto irrilevanti, che si presentavano sotto forma di strette "tasche" subverticali, profonde al massimo pochi metri.

Grazie però all'intuizione di Tonino Benericetti, appassionato autodidatta, si è poi scoperto trattarsi di uno dei rari esempi di carsismo messiniano conservatosi nell'area circummediterranea.

Ma anche questo non sarebbe stato sufficiente a giustificare una memoria dedicata a questa cava, dato che altre, più grandi e complesse, grotte messiniane sono conosciute nei gessi dell'Emilia-Romagna.

La cosa che invece ha reso questa ex-cava un luogo assolutamente unico, tanto da essere trasformato in "Museo all'aperto" (Geoparco del Monticino) e divenire conseguentemente uno dei principali "punti focali" del Parco della Vena del Gesso Romagnola, è stato il ritrovamento, nei riempimenti che obliteravano completamente queste fratture incarsite, di una grande quantità di resti di animali antichissimi, estinti da milioni di anni.

Dal momento del ritrovamento dei primi reperti, avvenuto alla metà degli anni '80 del secolo scorso, per oltre venti anni, gruppi di paleontologi si sono alternati nello studio dei numerosissimi reperti che hanno permesso di descrivere una biocenosi particolarmente ricca e variata, tanto che attualmente è sicuramente di gran lunga il sito europeo più importante per la documentazione della fauna intramessiniana.

Ed è proprio l'unicità di questo sito dal punto di vista della ricostruzione degli ecosistemi messiniani che lo ha reso importante anche per la speleologia e quindi idoneo a diventare oggetto di una memoria dell'Istituto Italiano di Speleologia: è infatti un esempio eclatante di come un piccolo ambiente carsico, di nessun interesse dal punto di vista esplorativo e morfologico, può invece essere fondamentale per altre scienze, proprio per il fatto di essere una perfetta "trappola di accumulo", dove anche la più piccola traccia di ecosistemi, risalenti a ben 4-5 milioni di anni, si possono conservare. Ma vi è anche un altro motivo che ha reso ancora più importante e urgente la pubblicazione di questa monografia: ci si augura che nei prossimi mesi venga ufficialmente presentata a Parigi la candidatura a "World Heritage" dell'UNESCO dei Gessi dell'Emilia-Romagna e l'importanza, a livello planetario, del sito della Cava del Monticino, così ben evidenziata in questa monografia, potrà essere un tassello fondamentale per vedere accolta la richiesta dell'Italia.

Paolo Forti
(Istituto Italiano di Speleologia)

Presentazioni

Nel 1985 l'appassionato naturalista Tonino Benericetti scoprì, nell'estremità orientale della Vena del Gesso, presso la Cava di Gesso di Monticino nel territorio del comune di Brisighella (RA), abbondanti resti di vertebrati accumulati all'interno dei riempimenti delle numerose fessure carsiche che si svilupparono nel Messiniano superiore (tra circa 5,5 e 5,33 milioni di anni fa) all'interno della sequenza evaporitica. Il recupero dei resti scheletrici da parte del Benericetti con il contributo del personale del Museo Civico di Scienze Naturali "Malmerendi" di Faenza e dei ricercatori delle Università di Firenze e Bologna ha consentito di identificare una delle più importanti associazioni a vertebrati del Miocene terminale conosciute per l'intera area mediterranea. Lo studio dei fossili tardo messiniani della Cava Monticino si è sviluppato per circa 35 anni, iniziando poco dopo la scoperta del sito e continuando fino ai giorni nostri. Ad oggi, sono stati identificati circa 80 taxa di vertebrati, principalmente mammiferi, ma anche rettili, anfibi, uccelli e pesci ossei, molti dei quali ad affinità biogeografica africana e asiatica, che hanno consentito di ricostruire un complesso scenario ambientale in un contesto tendenzialmente a carattere subtropicale.

Il presente volume offre una panoramica più che esaustiva sulla fauna messiniana della Cava Monticino, riassumendo tutte le conoscenze accumulate fino ad oggi sulla biodiversità e sul significato paleoambientale e paleobiogeografico dei vertebrati rinvenuti nei riempimenti nelle fessure carsiche. Si tratta di un'opera di grande importanza scientifica che evidenzia il considerevole significato geo-paleontologico della Vena del Gesso, testimoniato dalla prossima candidatura a "World Heritage" dell'UNESCO.

La valorizzazione del patrimonio paleontologico nazionale, inclusa la diffusione delle conoscenze relative ad esso, sono tra le finalità principali della Società Paleontologica Italiana. La pubblicazione di un volume monografico dedicato alla fauna messiniana della Cava Monticino a cura delle Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, fornisce un sostanziale contributo all'avanzamento delle conoscenze relative al nostro straordinario patrimonio paleontologico e alla sua promozione anche a livello internazionale. È con entusiasmo e gratitudine nei confronti dei curatori del volume e di tutti gli autori che la Società Paleontologica Italiana accoglie la pubblicazione di questo interessantissimo volume.

Giorgio Carnevale
(Presidente della Società Paleontologica Italiana)



10 Maggio 2019: Escursione di fine corso a Cava Monticino con gli studenti di Scienze Naturali e Scienze Geologiche. In alto: spiegazione sull'affioramento con i contatti in discordanza angolare tra Formazione Gessoso-solfifera, Formazione a Colombacci, e Formazione delle Argille Azzurre; in basso: studenti e docenti in posa per la rituale foto di gruppo.

Cava Monticino di Brisighella è uno dei siti paleontologici più importanti per la ricostruzione della storia geologica e quella dei popolamenti continentali dell'area Mediterranea tra la fine del Miocene e l'inizio del Pliocene (un intervallo di tempo tra 6 e 5 milioni di anni fa). Il 2020 ha visto ricorrere i 35 anni dalla scoperta dei primi resti fossili di Cava Monticino (si veda il contributo di MARCO SAMI, pag. 15 in questo volume) e la proposta degli amici MASSIMO ERCOLANI e PIERO LUCCI (Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna) di editare un volume che presentasse lo "stato dell'arte" sulla paleontologia di questo importante sito geo-paleontologico è stata accolta con favore da tutti coloro che negli anni sono stati coinvolti nello studio della fauna. Nel presentare questo volume un pensiero personale va al ricordo di CLAUDIO DE GIULI (1937-1988). Sino dalla scoperta dei primi fossili a Cava Monticino, CLAUDIO DE GIULI (Docente di Paleontologia all'Università di Firenze) fu incaricato dello studio di questo importante sito paleontologico e in quegli anni coinvolse i suoi studenti nelle campagne di recupero e studio dei resti di vertebrati nella Cava Monticino (COSTA *et alii* 1986; DE GIULI *et alii* 1988). Il grande interesse suscitato nella comunità scientifica dalla scoperta di Cava Monticino fu evidente dal successo del Workshop internazionale "*Continental vertebrates at the Mio/Pliocene boundary*" (Faenza, 28-31 Marzo 1988; DE GIULI, VAI 1988).

Nel novembre dello stesso anno, mentre lavorava all'editing degli atti del congresso (usciti nel volume 28 del Bollettino della Società Paleontologica Italiana), CLAUDIO DE GIULI fu prematuramente stroncato da un attacco cardiaco. Con la sua scomparsa, altri colleghi Paleontologi presso l'Università di Firenze (alcuni dei quali, come lo scrivente, ex allievi di DE GIULI) hanno portato avanti la responsabilità dello studio della fauna di Cava Monticino, anche attraverso collaborazioni internazionali, ed i risultati di questi anni di studi e ricerche sono condensati in questo volume.

Cava Monticino, parte del "Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola", è anche un vero e proprio "Museo Naturale" (SAMI 2010) dove le caratteristiche della evoluzione geologica e paleontologica della transizione Miocene-Pliocene sono leggibili come in libro di testo a cielo aperto: un appuntamento annuale per gli studenti dei Corsi di Laurea in Scienze Geologiche e in Scienze Naturali dell'Università di Firenze, che effettuano proprio a Cava Monticino l'escursione didattica di fine corso (vedi figure nella pag. accanto).

Lorenzo Rook

(Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra)

G.P. COSTA, M.L. COLALONGO, C. DE GIULI, S. MARABINI, F. MASINI, D. TORRE 1986, *Latest Messinian vertebrate fauna preserved in a paleokarst- neptunian dyke setting*, "Le Grotte d'Italia" (4), 12, pp. 221-235.

C. DE GIULI, F. MASINI, D. TORRE, A. BENERICETTI, G.P. COSTA, M. FOSELLA, M. SAMI 1988, *The Mammal Fauna of Monticino Quarry*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 65-69.

C. DE GIULI, G.B. VAI 1988 (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, 76 pp.

M. SAMI 2010, *La seconda vita della cava Monticino di Brisighella: da sito estrattivo a museo "all'aperto"*, in S. PIASTRA (a cura di), *Una vita dalla parte della natura. Studi in ricordo di Luciano Bentini*, Faenza, pp. 131-136.



Parete sud della ex Cava di Gessi del Monticino (oggi Geoparco) con in evidenza la discordanza angolare tra le evaporiti Messiniane (Formazione Gessoso-solfifera) ed i sovrastanti depositi delle Formazioni a Colombacci e Argille Azzurre (Foto di L. Rook).



Vista della cosiddetta "sezione Li Monti", dove è osservabile la parte basale della Formazione Gessoso-solfifera in appoggio sui sottostanti cicli carbonatici e delle "Peliti eusiniche" pre-evaporitiche. Questo affioramento costituiva l'accesso al Geoparco del Monticino dal Settore occidentale prima che una recente frana rendesse instabile la parete. L'accesso al Geoparco del Monticino da questo settore è al momento chiuso (Foto di P. Lucci).

La Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna è impegnata, da oltre 10 anni, a documentare le grotte e le aree carsiche regionali. Il progetto, a carattere spiccatamente multidisciplinare, vede il diffuso coinvolgimento di studiosi e ricercatori da annoverare sempre tra i massimi esperti a livello mondiale.

Accanto alle pubblicazioni che, di volta in volta, documentano nel complesso le singole aree carsiche, vengono promossi studi di sintesi e di approfondimento su temi di particolare interesse, cui fanno seguito le relative monografie.

Considerando quindi la grande importanza della fauna del Messiniano superiore del Monticino non poteva mancare una monografia ad essa dedicata, resa possibile grazie all'impegno di LORENZO ROOK, paleontologo che, fin dalla scoperta dei primi resti fossili, ne ha seguito gli studi.

Naturalmente, data la straordinaria ricchezza e diversità dei fossili rinvenuti, è stato necessario, fin da subito, coinvolgere numerosi esperti paleontologi e, di conseguenza, questa monografia vede il diretto intervento di quanti, nel corso dei decenni, hanno contribuito alla loro conoscenza.

Nuovi, inattesi dati sono poi emersi da ulteriori esami e revisioni dei resti fossili conservati presso il Museo Malmerendi di Faenza e tornati all'attenzione degli studiosi in occasione della pubblicazione di questo volume. Terminati i lavori per questa monografia, l'augurio è che la nostra Federazione sappia trovare anche in futuro gli stimoli e le risorse per condurre a buon fine i progetti oggi in essere e quelli a venire.

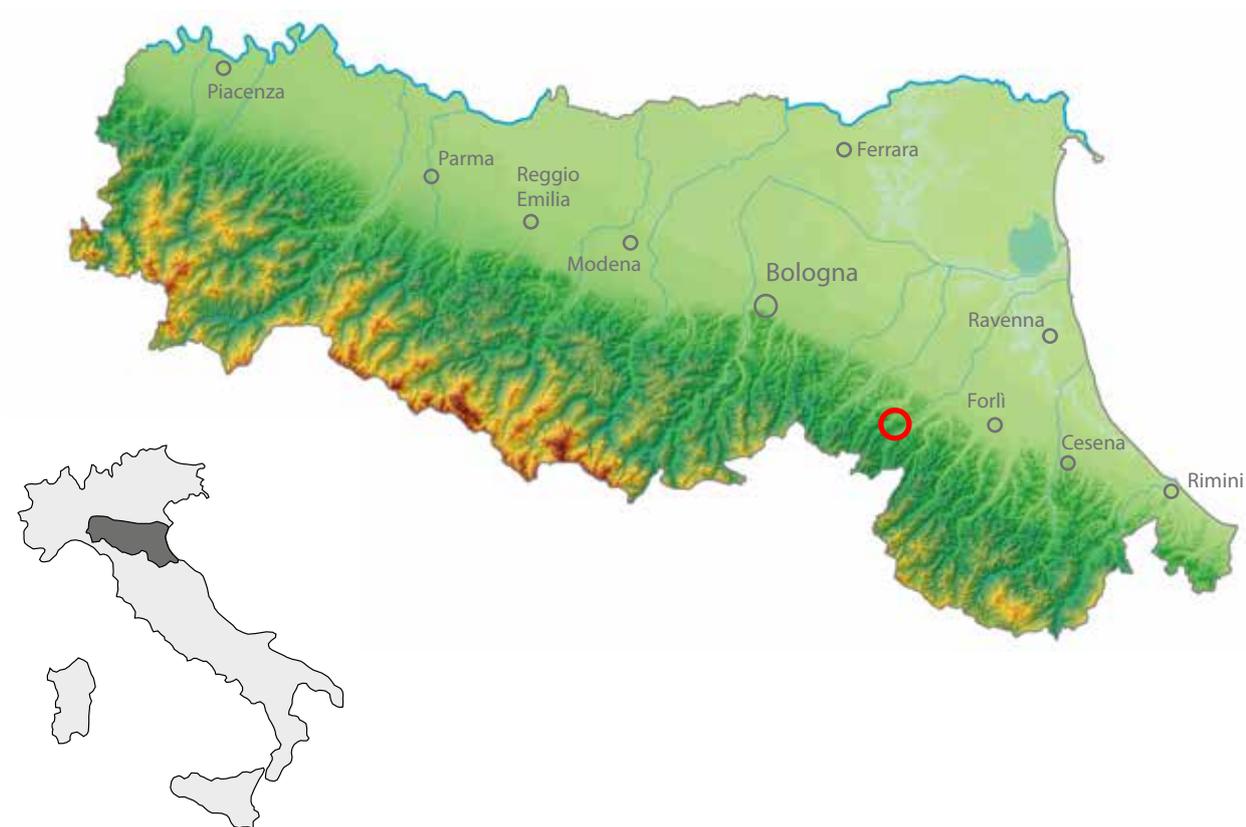
Altri testi sono in programma e seguiranno a breve; altri studiosi contribuiranno a far conoscere un ambiente nascosto e straordinario che, oggi più che mai, ha necessità di essere salvaguardato e protetto.

C'è urgenza di comprendere e documentare, perché una seria e consapevole salvaguardia dell'ambiente implica necessariamente una sua profonda conoscenza.

Oggi, l'auspicio è che le conoscenze acquisite contribuiscano a realizzare l'impegnativo progetto che, come comunità speleologica regionale ci siamo prefissati, ovvero il riconoscimento, da parte dell'UNESCO, a Patrimonio Mondiale dell'Umanità dei fenomeni carsici nei Gessi dell'Emilia-Romagna.

Massimo Ercolani

(Presidente della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna)



Ubicazione del Parco Museo Geologico di Cava Monticino, nei pressi di Brisighella (Vena del Gesso romagnola).

LA CAVA DEL MONTICINO: IL SITO, LA VALORIZZAZIONE, L'IMPORTANZA SCIENTIFICA

Marco Sami¹

Riassunto

Nella cava di gesso situata in località Monticino, nel Parco Regionale della Vena del Gesso romagnola (Emilia Romagna, Comune di Brisighella, provincia di Ravenna), l'attività estrattiva interrotta alla fine degli anni Ottanta del Novecento ha permesso di esporre ottimi affioramenti delle principali unità geologiche dell'Appennino romagnolo e, in particolare, le più importanti superfici-chiave del Messiniano: base della Formazione Gessoso-solfifera; discordanza angolare tra gessi e depositi post-evaporitici (F.ne a Colombacci); limite Messiniano-Pliocene. Un ulteriore importante motivo del notevole valore scientifico di tale sito deriva dal ritrovamento, nel 1985, di una ricca paleofauna a vertebrati terrestri tardo-messiniana. Per apprezzare i numerosi aspetti paleontologici, geologici, carsici, naturalistici e di archeologia industriale nel 2006 tale area è stata allestita come un museo geologico all'aperto, dotato di apposito percorso didattico attrezzato e valorizzato da uno spettacolare diorama.

Parole chiave

Cava Monticino, Messiniano, F.ne a Colombacci, Paleofauna continentale, Geoparco.

Abstract

In the gypsum quarry located in the locality of Monticino, in the Regional Park of the Vena del Gesso Romagnola (Emilia Romagna, Municipality of Brisighella, Ravenna province), the mining activity, interrupted at the end of the 1980s, made it possible to exhibit excellent outcrops of the main geological units of the Romagna Apennine and, in particular, the most important key-surfaces of the Messinian: the base of the Gessoso-solfifera Formation, the angular unconformity between gypsum and post-evaporitic deposits (Colombacci Formation), and the Messinian-Pliocene transition. In addition, one further outstanding reason for increasing the already considerable scientific interest of this site is represented by the discovery, in 1985, of an abundant late Messinian terrestrial vertebrates paleofauna. In order to popularize the several paleontological, geological, karst, naturalistic and industrial archeology aspects, in 2006 this area was protected as an open-air geological museum, with a dedicated educational set-up and enhanced by a spectacular life-sized in situ diorama.

Keywords

Monticino quarry, Messinian, Colombacci Fmt., Terrestrial vertebrates paleofauna, Geopark.

La cava e la scoperta

La cava del Monticino, la cui attività si è protratta per circa ottant'anni nel corso del Novecento, sovrasta l'abitato di Brisighella (RA) ed è situata nel settore esterno dell'Appennino romagnolo presso l'estremo limite orientale della Vena del Gesso romagnola: quest'ultima è una dorsale gessosa che si staglia nettamente nel paesaggio circostante e che corre parallelamente all'asse morfologico e strutturale dell'Appennino per i circa 20 km che separano le vallate del Torrente Sillaro (BO) da quella del Fiume Lamone (RA). L'apertura ufficiale di tale sito estrattivo avvenne nel 1913, quando con Decreto Prefettizio fu concesso l'inizio dei lavori alla ditta brisighellese "Liverzani,

Diletti, Silvestrini & C." in un terreno a ridosso del santuario mariano sul colle gessoso del Monticino (il più occidentale dei "Tre Colli" brisighellesi) anche se, probabilmente, già prima di questa data doveva essere attivo un limitato fronte estrattivo (PIASTRA 2007). Il minerale era trasportato dalla cava all'impianto del "Molinone", situato nel fondovalle a ridosso dell'abitato di Brisighella, mediante una teleferica a contrappeso di cui sono rimasti ancora alcuni piloni (fig. 1). Tale cava ebbe un'attività travagliata e conobbe nel tempo numerosi passaggi di proprietà. Alla società fondatrice, la "Liverzani, Diletti, Silvestrini & C.", nel 1916 infatti subentrò la "Bracchini & C." la quale, nel 1929, vendette a sua volta il sito alla neonata "S.I.R." (Stabilimenti Italiani Riuniti), società di rilevanza na-

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



Fig. 1 – Calendario pubblicitario dell'anno 1911 con incisione di G. Ugonia per la "Liverzani, Diletti, Silvestrini & C." (da MALPEZZI 1995).

zionale che però, dopo soli 10 anni fallì; nel 1939 dalle sue "ceneri" nacque la "Società Anonima Gessi del Lago d'Iseo" (poi solamente "Gessi del Lago d'Iseo"), così chiamata perché proprietaria anche di stabilimenti e cave presso il lago omonimo (PIASTRA 2007). Quest'ultima Società, introducendo nel secondo dopoguerra metodi di coltivazione più moderni (esplosivi da cava al posto della polvere nera) e ricostruendo nel 1961 l'impianto per la lavorazione del minerale (SCICLI 1972, p. 663), mantenne la proprietà sino alla chiusura definitiva avvenuta nei primi anni '90 del Novecento. Tale cessazione delle attività fu dovuta alla decisione da parte della Regione Emilia-Romagna di mantenere aperto quale polo unico regionale per il gesso la sola cava di Monte Tondo presso Borgo Rivola, in Comune di Riolo Terme (VAI 2007).

I lavori di cava, per quanto impattanti dal punto di vista paesaggistico, nel corso degli anni avevano d'altro canto prodotto un ottimo affioramento della successione gessosa, attirando l'interesse di numerosi specialisti. Già negli anni Settanta del '900 geologi dell'Università di

Bologna come G.B. Vai, F. Ricci Lucchi e S. Marabini vi riconobbero per la prima volta il ciclo modale delle *facies* evaporitiche messiniane e della successione ciclica del bacino della Vena del Gesso, evidenziandone l'importanza scientifica per quanto riguarda la comprensione della "Crisi di salinità" del Messiniano (VAI, RICCI LUCCHI 1977; MARABINI, VAI 1985).

Sempre in quegli anni la cava del Monticino iniziò ad essere frequentata anche da alcuni appassionati naturalisti locali, interessati soprattutto alle notevoli cristallizzazioni di gesso secondario che talvolta era possibile rinvenire sia nelle peliti pre-evaporitiche che nei limi di alcune cavità carsiche (EMILIANI, SAMI 2007; FORTI, LUCCI 2015). Era questa la molla che, nel caldo 11 agosto del 1985, spinse l'esperto ricercatore Antonio ("Tonino") Benericetti a recarsi nella cava dove la sua attenzione venne attirata dalle argille verdognole ciottolose che riempivano una stretta fessura nel gesso selenitico. In quell'inusolito sedimento si sarebbe aspettato qualche limpido cristallo lenticolare di gesso secondario invece, con grande stupore, notò alcuni frammenti ossei di colore scuro mai osservati in precedenza. La sua esperienza gli fece intuire

che poteva trattarsi di una scoperta molto importante e quindi decise di informarne l'istituto di ricerca più vicino, cioè l'allora "neonato" Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza. Successivamente il ritrovamento venne segnalato sia ai geologi del Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Bologna (G.B. Vai, S. Marabini e M. Taviani) che ai paleontologi del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze (D. Torre, C. De Giuli, F. Masini e L. Rook); dopo un accurato sopralluogo, si stabilì l'appartenenza dei sedimenti fossiliferi alla cosiddetta Formazione a Colombacci (Messiniano superiore, circa 5,5-5,3 milioni di anni fa) e la grande importanza scientifica del ritrovamento promuovendo una breve campagna di scavo paleontologico (COSTA *et alii* 1986) (fig. 2). In seguito lo stesso Benericetti ed alcuni collaboratori del museo faentino (G.P. Costa, lo scrivente, M. Diversi e altri), sotto la direzione scientifica dei paleontologi fiorentini, continuarono per alcuni anni a sorvegliare il sito per recuperare i reperti che man mano affioravano col proseguire dell'attività estrattiva. Per poter presentare al mondo scientifico i risultati degli

studi specialistici intrapresi sul numeroso ed interessante materiale fino allora rinvenuto, dal 28 al 31 marzo 1988 presso il Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza venne organizzato un convegno internazionale dedicato alle faune continentali presso il limite Mio-Pliocene (“Continental faunas at the Miocene/Pliocene boundary”, International work-shop) (DE GIULI, VAI 1988). L’attività di prospezione dell’affioramento e di recupero dei reperti fossili continuò ancora per qualche anno finché, nei primi anni ’90, con la definitiva cessazione dell’attività di cava e quindi di nuovi affioramenti, dovette terminare.

Cenni di geologia e paleontologia

L’area nella quale si apre la Cava Monticino è geologicamente “strategica” poiché vi affiorano le quattro principali unità geologiche caratterizzanti il medio e basso Appennino della Romagna occidentale (fig. 3). Esse sono, in ordine stratigrafico, la Formazione Marnoso-arenacea, la F.ne Gessoso-solfifera, la F.ne a Colombacci e la F.ne Argille Azzurre (MARBINI, VAI 1989).

Inquadramento geo-paleontologico

La F.ne Marnoso-arenacea (FMA) costituisce l’ossatura geologica di gran parte dell’Appennino Tosco-romagnolo nonché il substrato sul quale si sono deposte le rocce affioranti nel Geoparco del Monticino. Datata al Miocene medio-superiore (Langhiano-Messiniano, tra circa 15 e 6 Ma = milioni di anni fa), rappresenta l’unità più antica della vallata del Lamone affiorando, con uno spessore complessivo di oltre 3000 m, dal crinale appenninico fino all’area posta appena a monte dell’abitato di Brisighella. Le arenarie e le marne che la caratterizzano si depositarono in un’avanfossa, ovvero un bacino sedimentario subsidente localizzato al fronte di una “primigenia” catena appenninica in fase di crescita (RICCI LUCCHI *et alii* 1982). Allungata in direzione nord-ovest/sud-est, tale avanfossa era costituita da una piana bacinale profonda probabilmente più di 2000 m e lunga circa 400 km (dall’Emilia occidentale all’Umbria meridionale), bordata da ripide scarpate sia sul lato sud-occidentale appenninico che su quello settentrionale alpino. I depositi della FMA, in origine sedimenti costieri “parcheeggiati” negli ambienti di piattaforma che costeggiavano soprattutto la catena alpina, subivano una rimobilizzazione a causa



Fig. 2 – Una fase degli scavi diretti dai paleontologi dell’Università di Firenze: vi si riconoscono Tonino Benericetti (il primo da destra), lo scopritore del sito e il Prof. Claudio De Giuli (1937-1988; il primo a sinistra), il paleontologo che per primo si è occupato della paleontologia di Cava Monticino (foto M. Sami).

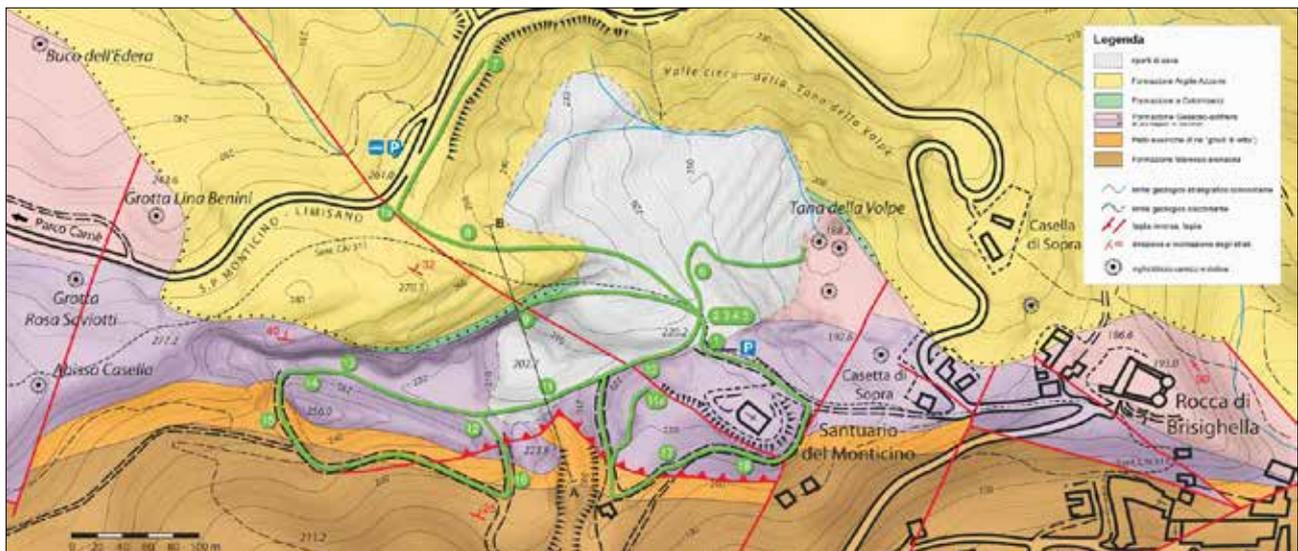


Fig. 3 – Carta geologica dell’area del Geoparco del Monticino (dati geologici: G.B. Vai e Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna; elaborazione cartografica: M. Gualdrini, GEOgrafica).

di franamenti sottomarini, grosse tempeste o terremoti, finendo per scivolare sotto forma di correnti di torbida lungo le scarpate sottostanti depositandosi nelle profonde piane bacinali poste più a sud. Ogni singola frana sottomarina originava uno strato torbiditico (o torbidite) caratteristicamente gradato per decantazione, con una parte basale più grossolana, arenacea, ed una sommitale a granulometria assai fine, marnosa: la “normale” deposizione pelagica poteva rivestire le singole torbiditi con fanghi emipelagici ricchi di microfossili planctici. Nel settore sud-occidentale del Geoparco del Monticino affiorano le porzioni sommitali più recenti della FMA: a marne ed emipelagiti prevalenti con modeste intercalazioni di arenarie poco cementate (“Ghioli di letto”) si sovrappongono poche decine di metri di rocce argillose - assai ricche di materia organica - denominate informalmente “Peliti eusiniche” che segnalano il passaggio graduale da ambienti di piana bacinale a meno profonde zone di scarpata (fig. 4). Tali depositi fini pre-evaporitici (precedono infatti le sovrastanti evaporiti della F.ne Gessoso-solfifera) coprono un intervallo di tempo compreso tra circa 8 e 6 Ma e contengono al loro interno il limite Tortoniano/Messiniano, fissato a $7,26 \pm 0,10$ Ma (VAI *et alii* 1993). Vi si riconosce un’alternanza ciclica di argille color grigio chiaro e fortemente bioturbate e di argille più scure con faune oligotipiche seguite alla sommità da peliti bituminose laminate, dal colore scuro e dall’intenso odore di idrocarburi per l’alto contenuto in carbonio organico. A livello paleontologico nelle peliti chiare si rinven- gono numerosi gusci fossili decalcificati di molluschi marini bentici di mare abbastanza profondo come

per esempio i bivalvi *Propeamusium duodecimlamellatum*, *Cuspidaria abbreviata* e *Cardiomya costellata* oppure i gasteropodi *Aporrhais serresiana* e *Nassarius* sp. (SAMI 2007b). Non mancano gli echinodermi irregolari della famiglia Spatangidae, tra i principali responsabili dell’intensa bioturbazione subita da tali sedimenti. Il contenuto fossilifero delle peliti “scure” laminate, prevalenti nella porzione superiore della sezione, comprende invece resti di pteropodi (piccoli gasteropodi planctonici di abitudini pelagiche) e alcuni lucinidi del genere *Myrtea*, bivalvi specializzati a sopportare bassi tenori di ossigeno (TAVIANI 2005). Si segnala inoltre il rinvenimento di centinaia di minuscoli otoliti, placchette calcaree presenti nell’orecchio interno dei pesci oggetto di uno studio specifico (GIRONE *et alii* 2010). L’analisi di questi ultimi ha permesso di riconoscere un’ittiofauna dominata dalla famiglia dei mictofidi (vi prevale grandemente il Gen. *Diaphus*), detti anche “pesci lanterna” per i particolari organi luminosi (fotofori), un gruppo di pesci pelagici di piccola taglia attualmente diffusi in tutti i mari tra i 200/500 m e oltre di profondità. In conclusione, se gli strati “chiari” sembrano indicare acque marine normali con associazioni tipiche dei piani circalitorale inferiore/batiale superiore (alcune centinaia di metri di profondità, scarpata continentale), quelli “scuri” sono al contrario un evidente indizio di fondali con scarso ricambio di ossigeno e quindi asfittici. Questi episodi ciclici di ossidazione e riduzione della materia organica suggeriscono una progressiva diminuzione della circolazione delle acque del Mediterraneo di allora, fenomeno che sarebbe poi sfociato nella “crisi di salinità” messiniana.

Ricordiamo infine che presso la sezione Li Monti della cava Monticino la transizione tra le “Peliti eusiniche” e la soprastante F.ne Gessoso-solfifera è marcata da alcuni metri di straterelli calcareo-marnosi color grigio chiaro, di spessore decimetrico (cicli carbonatici, qui presenti in numero di 5-6) e alternati ciclicamente a peliti scure (MARABINI, VAI 1985; KRIJGSMAN *et alii* 1999).

La F.ne Gessoso-solfifera, quando completa, è composta da 16 grossi strati (banchi) gessosi con spessore variabile da 5 a 30 metri alternati a sottili interstrati di peliti bituminose (0-2 metri di spessore) per una potenza massima complessiva di oltre 200 metri. Tale imponente pila di strati gessosi si depositò in un lasso di tempo geologicamente assai breve, circa 350 mila anni (tra 5,96 e 5,61 Ma), e fa parte dei cosiddetti Gessi Inferiori Primari risalenti alla prima fase della “crisi di salinità messiniana” che afflisse l’intera area mediterranea fino a 5,33 Ma (MARABINI, VAI 1989). I gessi fanno parte delle cosiddette evaporiti poiché si depositarono prevalentemente in bracci di mare poco profondi e sovrassalati in seguito alla progressiva evaporazione dell’acqua marina, che portò alla concentrazione e in seguito alla precipitazione dei sali in essa contenuti. Negli ultimi anni è stato proposto un nuovo modello per spiegare la “crisi di salinità”, che non prevede più il completo disseccamento del Mediterraneo come ipotizzato inizialmente (HSU 1972; Hsu *et alii* 1977) e re-

stringe la deposizione delle evaporiti primarie di mare basso (come il gesso selenitico della Vena del Gesso) ai soli bacini marginali topograficamente più elevati (ROVERI *et alii* 2001); il fatto che nelle adiacenti zone bacinali profonde giungessero soltanto i detriti rimangiati delle evaporiti primarie (come in Romagna orientale) viene considerata una prova convincente del fatto che il mare non si sarebbe mai disseccato totalmente (MANZI *et alii* 2005). Nel corso del Messiniano nel bacino che avrebbe dato luogo all’attuale Vena del Gesso romagnola (compreso all’incirca tra le vallate del Sillaro e del Lamone) si sedimentarono perciò delle evaporiti primarie come i banchi di gesso macrocristallino, o selenitico, affioranti nel Geoparco del Monticino (VAI, RICCI LUCCHI 1981). Profondo forse parecchie decine di metri (comunque non più di 200 m) e adiacente all’emergente catena appenninica, tale bacino doveva costituire una specie di vasta laguna soggetta a notevoli oscillazioni cicliche nel livello delle acque dove ogni andirivieni delle acque imprimeva la propria impronta nelle rocce; ogni interstrato pelitico unitamente al sovrastante banco gessoso corrisponde ad un ciclo evaporitico, il quale si ripete periodicamente in maniera più o meno regolare. Il susseguirsi dei vari ambienti deposizionali, controllato dalla variazione di livello marino, è ora riconoscibile nella sovrapposizione ciclica delle 6 *facies* sedimentarie che caratterizzano il “ciclo evaporitico ideale” della



Fig. 4 – Settore occidentale del Geoparco del Monticino, sezione Li Monti: affioramento del “letto” della F.ne Gessoso-solfifera, dei sottostanti cicli carbonatici e delle “Peliti eusiniche” pre-evaporitiche (foto P. Lucci).



Parco Museo geologico cava Monticino

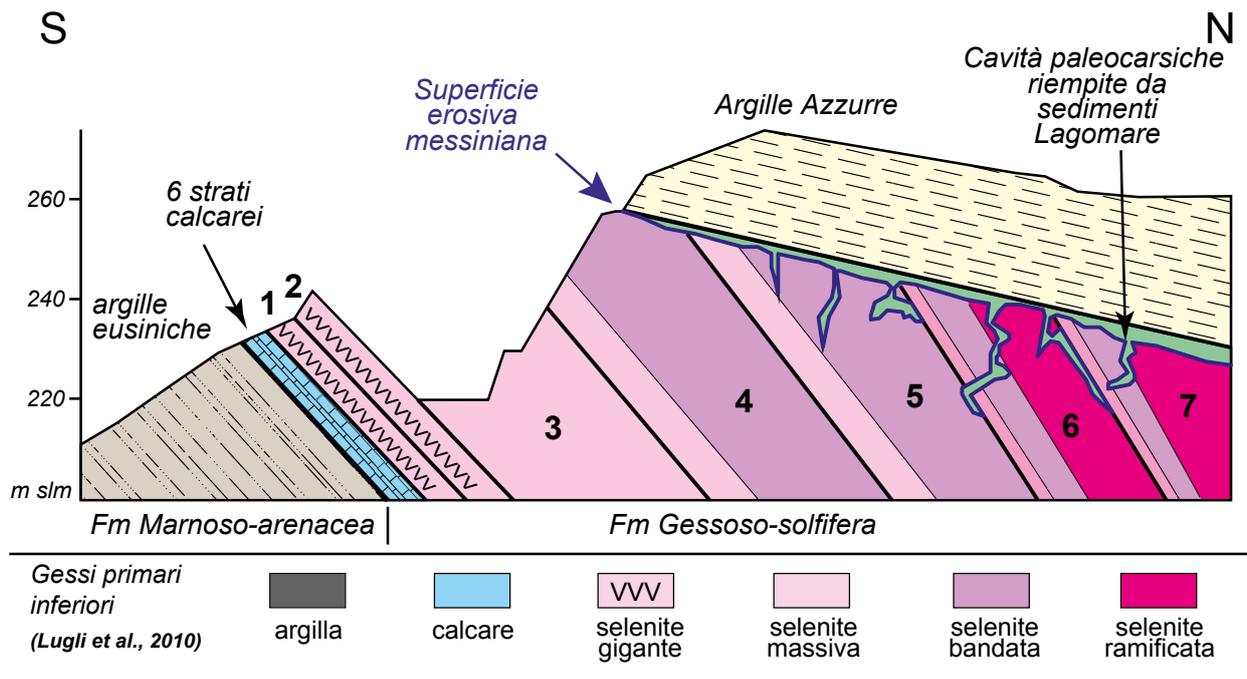


Fig. 5 – Schema stratigrafico del Geoparco di Cava Monticino (da LUGLI 2015, modificato da MARABINI, VAI 1989). In evidenza la spettacolare discordanza angolare tra le evaporiti gessose ed i sovrastanti depositi delle Formazioni a Colombacci e Argille Azzurre.

Vena del Gesso, la cui successione venne descritta ed interpretata in chiave paleo-ambientale per la prima volta dai geologi bolognesi G.B. VAI e F. RICCI LUCCHI (1977).

Attualmente nell'area del Monticino affiorano soltanto i primi 6-7 cicli (fig. 5). I primi 2 costituiscono i "cicli evaporitici basali" (MARABINI, VAI 1985) e sono caratterizzati da giganteschi cristalli di gesso alti fino a 2 m della *facies* "selenite massiva", qui di colore scuro per l'alto contenuto di materia organica (se fratturati odorano di bitume) e talora inglobanti minuscoli filamenti di cianobatteri (stromatoliti gessificate) (VAI, RICCI LUCCHI 1977). Il 3°, il 4° e il 5° rappresentano i "cicli evaporitici maggiori" (i pi  potenti, fino ad un massimo di 30 m) con prevalenza delle *facies* "selenite massiva" e "selenite a bande" mentre a partire dal 6°

ciclo lo spessore medio dei cicli si riduce in media a 15 m ("cicli evaporitici minori", in parte affioranti presso il vicino colle su cui sorge la Rocca di Brisighella, poco pi  ad est) e fa la sua comparsa la caratteristica *facies* "selenite ramificata", con la successione completa delle *facies* prevista nel ciclo modale (fig. 6).

Inizialmente tale ciclo evaporitico venne interpretato come la testimonianza della graduale diminuzione di profondit  in un ambiente lagunare, con variazioni di livello delle acque, fino alla sua completa emersione ed erosione da parte degli agenti atmosferici (VAI, RICCI LUCCHI 1977). Pi  recentemente, il confronto con altri affioramenti simili ed analisi petrografiche di dettaglio hanno portato ad una parziale revisione di tale interpretazione (LUGLI *et alii* 2010): per ogni ciclo si riconosce un iniziale abbassamento (regressione) seguito da

una successiva invasione di acque marine (trasgressione) ma tale oscillazione ciclica si sarebbe completamente verificata in ambiente subacqueo, senza cioè l'emersione dei fondali ipotizzata nel modello precedente.

I sottili interstrati argillosi intercalati ai banchi selenitici possono essere talora fossiliferi. Nell'area del Monticino l'unico rivelatosi tale, quello posto tra II° e III° banco gessoso, ha restituito un'associazione fossile ad ittioliti (pesci fossili) relativamente povera di specie ma comunque interessante in quanto composta sia da forme francamente marine (stenoaline) come *Sarda* sp. e *Trachurus* sp. che da altre meglio adattabili alle variazioni di salinità delle acque (eurialine) quali *Gobius* sp. e clupeidi (LANDINI, SORBINI 1989). Dal punto di vista paleoclimatico e paleobiogeografico è particolarmente significativa la presenza del "persico africano" *Lates* cf. *niloticus*, attualmente diffuso soprattutto nelle acque dolci - ma anche in ambienti salmastri ed estuarini - dell'Africa intertropicale (CARNEVALE, LANDINI 2001; CARNEVALE in questo volume).

Ricordiamo infine che la cava del Monticino è l'unico sito della Vena del Gesso nel quale la successione evaporitica della F.ne Gessoso-solfifera si presenta troncata obliquamente da una netta discordanza angolare, chiaro indizio di una breve ma intensa fase tettonica intra-messiniana, con la paleosuperficie che marca tale discontinuità interessata da ondulazioni a piccola e a media scala causate da fenomeni erosivi di carsismo superficiale (COSTA *et alii* 1986).

La F.ne a Colombacci (FCOL), a chiusura del ciclo messiniano su tutta quest'area, comprende l'insieme dei sedimenti (in prevalenza peliti, ma anche livelli discontinui di arenarie, conglomerati e calcari) frapposti fra il tetto della F.ne Gessoso-solfifera e la base delle sovrastanti argille marine plioceniche; mentre nella Romagna orientale può raggiungere uno spessore superiore ai 300 m, ad ovest del Fiume Montone (e quindi anche nel Brisighellese) si presenta in modo discontinuo e con spessori ben più esigui (CREMONINI, MARABINI 1982). Di fatto tale unità costituisce un ulteriore prodotto della "crisi di salinità"

messiniana, registrando le condizioni ipoaline e schizoaline (cioè con acque salmastre e a salinità estremamente variabile) che si instaurarono alla fine di tale momento geologico per l'incremento degli influssi delle acque continentali. Queste provenivano principalmente dagli ampi laghi salmastri (Lago-Mare) estesi dall'Europa orientale all'Asia occidentale, denominati complessivamente Paratetide, dei quali sono rimasti come relitti il Mar Nero, il Mar Caspio e il Lago d'Aral (Hsu *et alii* 1977). La diffusione di questo tipo di ambienti viene confermata anche da ricche associazioni di caratteristici molluschi fossili. Nella cava Monticino, per esempio, tra i lamellibranchi sono particolarmente abbondanti *Dreissena rostriformis* e limnocardini quali *Didacna* cf. *bollenense* o *Pontalmyra* ex gr. *P. incerta*, questi ultimi scomparsi in Italia con l'avvento del Pliocene e considerati quasi dei "fossili-guida" per il Messiniano superiore del nostro Paese. I gasteropodi, meno comuni, comprendono thiaridi (*Melanopsis narzolina*), neritidi (*Neritina mutinensis*) e idrobiidi (*Saccoia* cf. *fontannesii*). Tale insieme, rappresentativo di ambienti sia con acque salmastre che dolci, rivela la coesistenza di elementi a distribuzione paleogeografica piuttosto differente: alcune forme possiedono un ampio areale centrato sul Mediterraneo occidentale (per es. *M. narzolina*) o sono endemi-

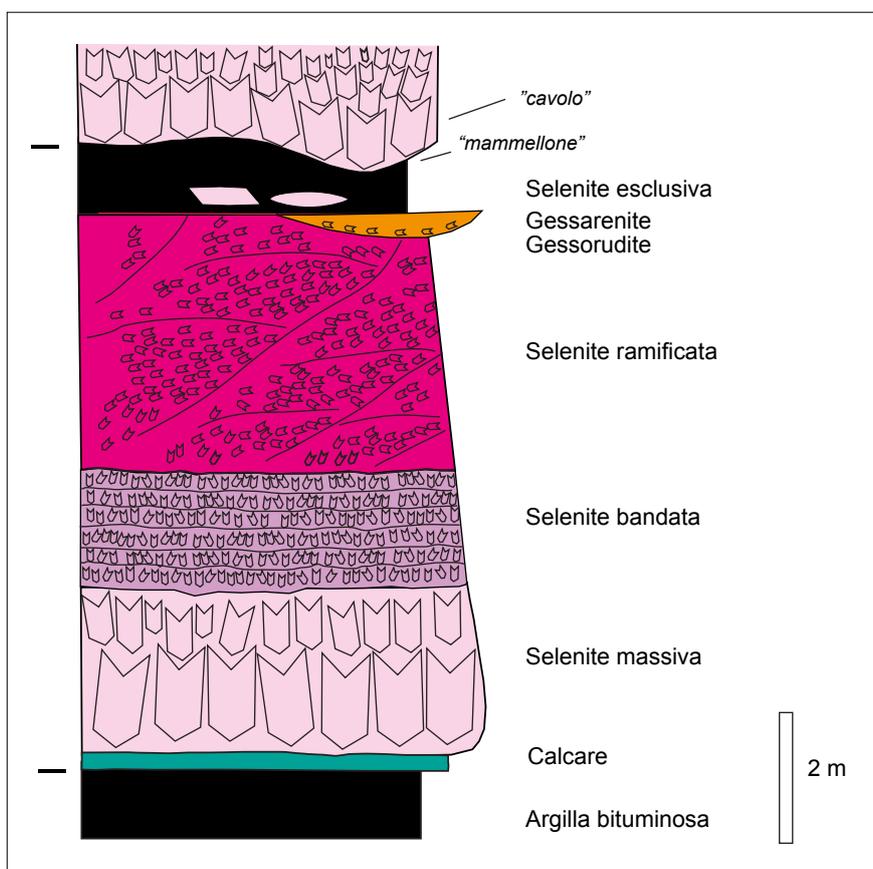


Fig. 6 – Colonna stratigrafica schematica dei diversi sedimenti e delle facies (tipi) di selenite negli strati della Vena del Gesso (da LUGLI 2015, modificato da LUGLI *et alii* 2010).



Fig. 7 – Altra visuale della magnifica discordanza angolare esposta nella parete sud di cava, anno 1989 (foto G. B. Vai).

che della penisola italiana (*N. mutinensis*), molte altre (dreissenidi e limnocardini) hanno invece un evidente rapporto con le malacofaune dell'Europa orientale (TAVIANI 1988; ESU, TAVIANI 1989). In particolare i limnocardini (s.fam. Limnocardinae), ben adattati ad ambienti lagunari poco profondi e con salinità delle acque compresa tra 5 e 18‰, hanno avuto origine nei vastissimi laghi salmastri che, durante il Miocene superiore, si estendevano da Vienna fin oltre gli Urali a formare la cosiddetta Paratetide. Poiché nel Miocene finale (tra circa 5.53 e 5.33 Ma) tutto il Mediterraneo centro-orientale, Adriatico compreso, venne probabilmente inondato da tali acque, queste particolari condizioni ambientali si diffusero verso occidente e con esse i vari organismi di origine paratetidea come per l'appunto i limnocardini (ESU 2007).

Nell'area del Monticino la FCOL si sovrappone con un evidente contatto erosivo in discordanza angolare sulle sottostanti evaporiti gessose della FGS non raggiungendo mai uno spessore maggiore di 2,6 m ed assottigliandosi gradualmente verso sud-ovest fino a scomparire (fig. 7): malgrado l'esiguità assume localmente un'enorme importanza poiché costituisce i sedimenti fossiliferi a vertebrati messiniani che qui vanno a sigillare alcune paleocavità gessose (MARA-

BINI, VAI 1989).

La Formazione Argille Azzurre (FAA) è un'unità prevalentemente argillosa che con i suoi depositi francamente marini del pedeappennino romagnolo marca il notevole cambiamento ambientale provocato dall'imponente ingressione marina con cui si fa coincidere, nel Mediterraneo, l'inizio del Pliocene, evento datato a circa 5,33 Ma (VAI 1988).

Nonostante vi si possano distinguere alcuni membri informali caratterizzati da una granulometria più grossolana (per es. "arenarie e conglomerati del Rio Mescola" o calcareniti organogene dello "spungone") che riflettono una certa varietà di ambienti deposizionali, nella valle del Lamone, e quindi anche nell'area del Geoparco, la FAA presenta la tipica litologia ad argille marnose grigio-azzurre con sottili e rare intercalazioni siltose-sabbiose. Lo spessore complessivo è nell'ordine dei 2500 m e, nella vallata, affiora dalla Vena del Gesso fino quasi alla pianura. Nella cava Monticino, in particolare, la FAA si presenta con un livello basale marnoso e fortemente bioturbato a causa dell'attività di organismi detritivori scavatori, seguito poi da argille più o meno siltose caratterizzate da un'alternanza ciclica di strati chiari e scuri, ad indicare una serie di oscillazioni nell'ossigenazione dei fondali

(MARABINI, VAI 1989). In termini di risoluzione del tempo geologico il passaggio dalla FCOL alla FAA, che segna il limite fra Messiniano e Pliocene, si verificò in apparente continuità di sedimentazione ma, poiché questa avveniva su un fondale sopraelevato (un "alto" strutturale) si ottenne il risultato di una deposizione molto condensata. Nelle argille marine esposte nella parete sud del Geoparco sono state individuate, grazie alle analisi micropaleontologiche, le porzioni "basale" e "mediana" del Pliocene inferiore (Biozone a *Sphaeroidinellopsis*, a *Globorotalia margaritae* e base di quella a *G. puncticulata*) (COLALONGO 1988): i circa 800 mila anni di deposizione "concentrati" in soli 30 metri di peliti indicano perciò un tasso di sedimentazione piuttosto basso (fig. 8). Tale ipotesi è stata confermata anche dal ritrovamento di sottilissimi orizzonti a glauconite, un particolare fillosilicato di ferro sotto forma di granuletti sub-millimetrici di colore verde-azzurrognolo, la cui presenza è generalmente legata ad arresti della sedimentazione o comunque a velocità molto basse della stessa (SAMI 1990-1991). Al Monticino i sedimenti della FAA risultano assai ricchi di microfossili quali foraminiferi e coccoliti mentre i resti di macrofossili sono assai poco comuni e dispersi nel sedimento. Nei livelli del Pliocene basale l'unico mollusco relativamente frequente è "l'ostrica

di profondità" *Neopycnodonta cochlear* a cui talora si accompagnano i minuti bivalvi *Delectopecten vitreus* e *Limea strigilata* e il brachiopode *Terebratulina retusa*. Nei livelli successivi a queste specie, sempre più o meno presenti, si aggiungono poche altre specie di bivalvi quali la caratteristica *Korobkovia oblonga* più lo scafopode *Fustiaria triquetra*. Questa malacofauna, per quanto modesta numericamente, trova comunque un riscontro nelle tipiche associazioni di mare relativamente profondo del cosiddetto piano epibatiale (tra circa 200 e 500 m di profondità), presenti anche attualmente nei fondali del Mediterraneo e dell'Oceano Atlantico a costituire la cosiddetta biocenosi dei "Fanghi batiali" (SAMI 1990-1991; TABANELLI 1993). La sua estrema povertà potrebbe dipendere dalle originali condizioni ambientali: vari indizi sia sedimentologici (presenza non occasionale di piccoli fossili piritizzati, legata ad un ambiente riducente) che paleontologici (la relativa diffusione di *D. vitreus* indicherebbe una scarsa ossigenazione delle acque) sembrano suggerire fondali con oscillazioni nel contenuto di ossigeno tali da pregiudicare lo sviluppo delle comunità biologiche bentiche (SAMI 2007b).

Tettonica e fasi deformative.

A grandi linee l'area in questione appartiene struttural-



Fig. 8 – Cava Monticino, anno 2005: i lavori di riprofilatura della parete di Argille Azzurre del Pliocene Inferiore, discordanti sui gessi, evidenziano la base marnosa e la fitta alternanza di strati chiari e scuri delle stesse (foto M. Sami).

mente all'anticlinale frontale di un sistema di accavallamento che interessa i sedimenti miocenici (precedenti la FCOL), vergente verso la Pianura Padana e sigillato in parte dalle sovrastanti Formazioni (MARABINI, VAI 1989).

In maniera analoga ai Gessi di M. Mauro, situati poco più ad ovest (tra Sintria e Senio), anche quelli a ridosso di Brisighella mostrano un assetto assai discontinuo e smembrato in "scaglie" gessose distinte. Quella di cui fa parte l'area del Monticino è costituita da cicli evaporitici maggiori (dal I° al VII°) piegati asimmetricamente con il fianco sud-ovest della piega meno inclinato (45°) di quello nord-est (quasi 60°); è separata dai cicli minori dell'adiacente colle della Rocca da una faglia sub-verticale, lungo la quale si sviluppa, tra l'altro, il percorso della grotta Tana della Volpe (COSTA, BENTINI 2002). Si riteneva che il meccanismo responsabile di una giacitura così complessa fosse l'evento tettonico intra-messiniano che, oltre ad una tettonica compressiva tangenziale con vergenza verso nord-est, avrebbe innescato anche una serie di aggiustamenti di tipo meccanico sotto forma di retroscorrimenti, ovvero "scaglie" rocciose con vergenza contraria verso sud-ovest, che usufruirono del piano di scollamento fornito dalle sottostanti e plastiche Peliti Eusiniche (MARABINI, VAI 1985; MONTANARI *et alii* 2007). La disposizione di tali giganteschi lembi gessosi, addossati e accatastati l'uno contro l'altro, avrebbe poi in seguito guidato il diffuso carsismo superficiale e ipogeo che caratterizza il movimentato paesaggio del settore più orientale della Vena del Gesso. Più recentemente si è fatta strada un'ipotesi alternativa, suffragata da nuovi dati e dal confronto con quanto osservato di analogo in varie zone dell'intero Mediterraneo (ROVERI *et alii* 2003): secondo tale interpretazione la disposizione caotica delle scaglie gessose andrebbe riletta in chiave gravitativa, ipotizzando il franamento a scala gigantesca della "primigenia" Vena del Gesso, in origine posta su un alto strutturale attualmente sepolto (anticlinale di Riolo Terme), lungo un paleo-pendio con immersione verso sud-ovest (LUGLI *et alii* 2015) (fig. 9). L'acme della deformazione tettonica, responsabile della crescita dell'anticlinale di Riolo e del paleocarsismo del Monticino dovette essere raggiunto fra la deposizione della FGS e quella della FCOL con il cosiddetto evento tettonico intra-messiniano (databile tra circa 5.61 e 5.53 Ma). Si trattò di un fenomeno deformativo così intenso da indurre la precoce emersione dell'area, con la chiusura del bacino di avanfossa, la "nascita" di una paleo-Vena del Gesso e lo sviluppo di un paleocarsismo messiniano. A testimonianza di tutto ciò il Geoparco del Monticino conserva, nella grande parete sud di cava, una delle discordanze angolari meglio esposte dell'intera Regione che tronca gli strati gessosi fagliati e fortemente piegati ricoprendoli con i successivi terreni post evaporitici delle FCOL e FAA, questi

ultimi con assetto monoclinale immergente verso nord-est ed inclinazione attorno ai 20-30° (VAI 1988). Di fatto il sollevamento, l'emersione e l'erosione degli strati gessosi (e lo sviluppo del carsismo "intra-messiniano") determinarono almeno per questo settore un'importante lacuna stratigrafica, che privò la locale documentazione rocciosa di un intervallo di tempo geologico corrispondente a quasi 200 mila anni.

Tafonomia e giacitura

Come già accennato, i resti fossili risultano inglobati in sedimenti ascrivibili alla F.ne a Colombacci (Messiniano finale) che riempivano delle antiche cavità di origine carsica intersecanti l'intera sequenza evaporitica nel settore nordorientale della cava (COSTA *et alii* 1986). Queste paleocavità, ad andamento subverticale e con sviluppo lineare di parecchi metri ma con larghezza modesta (variabile dal metro al centimetro, ma in prevalenza decimetrica), erano impostate lungo un sistema di fratture poi modellate dal paleocarsismo in un momento immediatamente successivo alla breve emersione dei depositi gessosi dovuta alla prima fase deformativa intramessiniana (fig. 10). A riprova di ciò, lungo le pareti di certe fessure sono stati osservati alcuni esempi di dissoluzione carsica confrontabili a "micro-karren", "pendenti" o "scallops". I riempimenti delle fessure, in genere caotici, sono costituiti da peliti paraconglomeratiche verdognole, con clasti costituiti soprattutto da ciottolotti arrotondati centimetrici a composizione carbonatica e in subordine da frammenti di gesso selenitico, arenaria ed intraclasti pelitici. L'osservazione di certe cavità con riempimenti a pseudostratificazione parallela alle pareti permise di ipotizzare, almeno per alcuni casi, un probabile meccanismo di messa in posto come "filoni sedimentari", ovvero per iniezione dei sedimenti ancora plastici sovrastanti sottoposti a pressione idro e litostatica (VAI 1988).

Complessivamente le fessure che hanno restituito materiale di interesse paleontologico, una trentina, sono state denominate con la sigla BRS (da Brisighella) seguita da un numero progressivo che indica semplicemente l'ordine cronologico di rinvenimento: non si esclude che alcune di tali cavità siano state intaccate a più riprese dai lavori di estrazione su quote diverse venendo così distinte con più di una sigla (fig. 11).

I resti appartenuti ad animali di grande taglia (rinoceronti, proboscidiati, grosse antilopi, cavalli, ecc.) sono piuttosto sottorappresentati: consistono in poche ossa disarticolate ed in gran parte frammentate e si ritiene probabile che ciò sia da mettere in relazione con la selezione dimensionale prodotta dall'esigua ampiezza della maggior parte delle cavità fossilifere (fig. 12). In alcuni casi (come per es. il frammento di dente di pro-

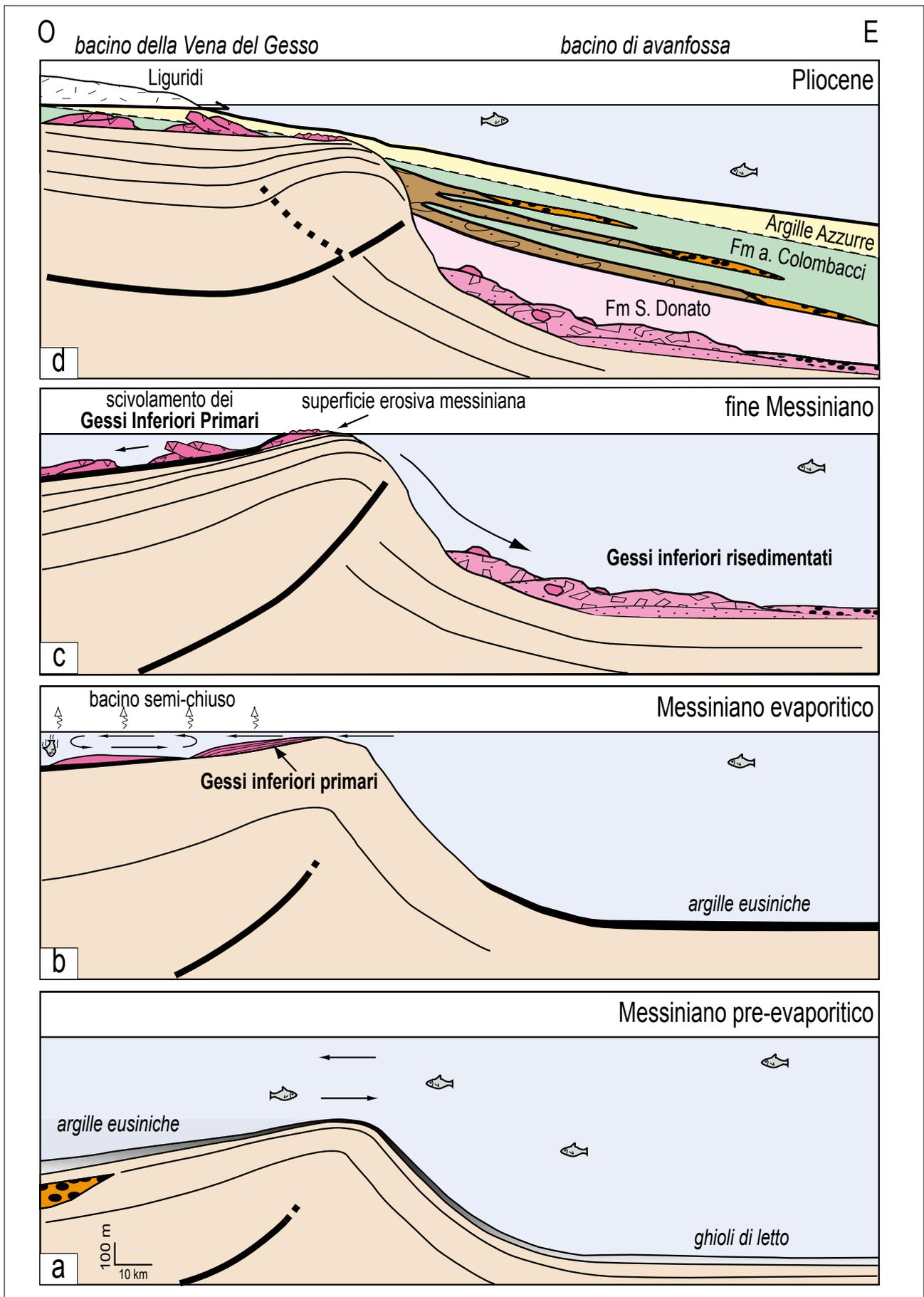


Fig. 9 – Evoluzione geologica dell'area della Vena del Gesso prima, durante e dopo la sedimentazione dei gessi messiniani (da LUGLI 2015, semplificato da ROVERI *et alii* 2003).



Fig. 10 – Un esempio di carsismo messiniano: l'asportazione dei sedimenti della F.ne a Colombacci ha permesso di mettere in luce la tipica conformazione da inghiottitoio della tasca fossilifera BRS 5 (foto G.P. Costa).

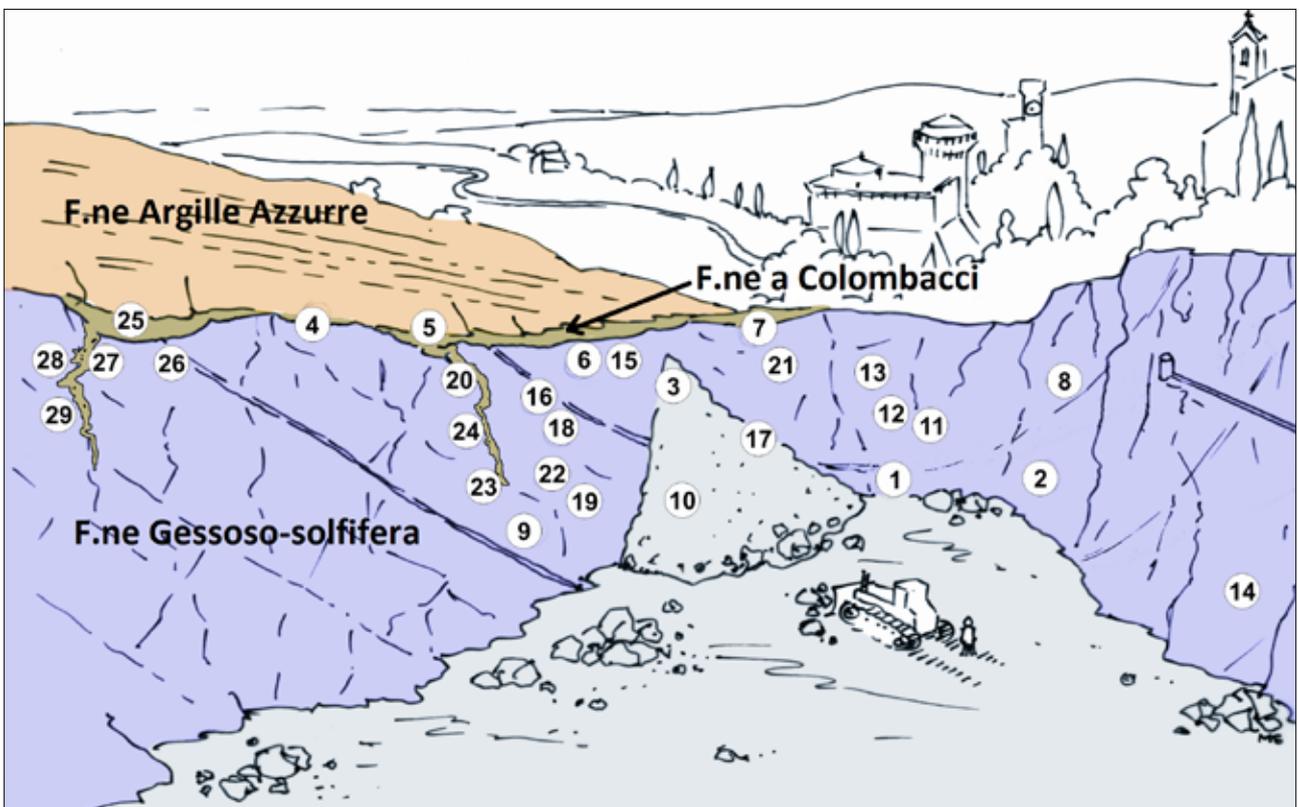


Fig. 11 – Localizzazione delle numerose tasche fossilifere a vertebrati rinvenute nel settore orientale della cava del Monticino durante l'attività estrattiva tra il 1985 e il 1991 (disegno M. Sami).



Fig. 12 – Rinvenimento nella “tasca” BRS 1 di un massiccio molare superiore del rinoceronte preistorico “*Dihoplus megarhinus*” (foto G. P. Costa).

boscidato) il processo di usura da trasporto sui resti fossili da parte delle acque dilavanti è stato talmente intenso da produrre veri e propri “ciottoli” d’osso con un grado di arrotondamento tale da impedirne l’identificazione.

Diversamente, in alcuni siti di raccolta (es. BRS5 e BRS27) la presenza di parti scheletriche in connessione (come per es. lo ienide *Plioviverrops faventinus*) e la relativa abbondanza di carnivori (di solito di gran lunga numericamente inferiori rispetto al resto della comunità biologica) sembrano provare che le cavità più grosse potrebbero aver funzionato anche come vere e proprie “trappole” naturali (DE GIULI *et alii* 1988). L’azione fluitante delle acque ed il ruolo di trappola sedimentaria svolto dalle fessure paleocarsiche sono testimoniate anche dal ritrovamento, decisamente poco comune, di un certo numero di gasteropodi polmonati terrestri i quali, complessivamente, indicano *habitat* continentali ricoperti da vegetazione più o meno fitta. Non mancano infatti i gusci decalcificati e deformati di chioccioline delle Famiglie Elicidae, Pomatiasidae, Zonitidae e Subulinidae e le piccole conchiglie rudimentali interne, calcitiche, di lumache appartenenti alle Fam. Limacidae, Milacidae e Parma-

cellidae: queste ultime, segnalate abbondantemente in quasi tutte le tasche fossilifere, costituiscono il primo ritrovamento del genere in sedimenti messiniani (TAVIANI 1989; ESU, TAVIANI 1989).

Alcuni siti fossiliferi (BRS3, BRS5, BRS6, ecc.) presentavano d’altro canto concentrazioni particolarmente rilevanti di resti di piccoli mammiferi come roditori ed in particolare Muridi, caratteristica che è stata messa in relazione col probabile accumulo prodotto dall’attività predatoria degli uccelli rapaci allora viventi in zona (DE GIULI *et alii* 1989). Infatti peli ed ossa dei micromammiferi predati, insolubili ai succhi gastrici, formano nello stomaco del rapace una massa ovoidale (borra) che viene rigettata a distanza di qualche ora dall’ingestione in numero anche di due o tre al giorno. Ciò spiega il motivo per cui, in prossimità dei luoghi di nidificazione dei rapaci (grotte, anfratti rocciosi o alberi cavi) possano concentrarsi anche enormi quantità di resti di micromammiferi. Questa ipotesi verrebbe inoltre confermata sia dal caratteristico tipo di usura presente su diversi denti, provocato probabilmente dagli acidi dei succhi gastrici dei predatori, sia dalla mancanza di differenze sostanziali nel numero di molari destri e sinistri o di primi e secondi

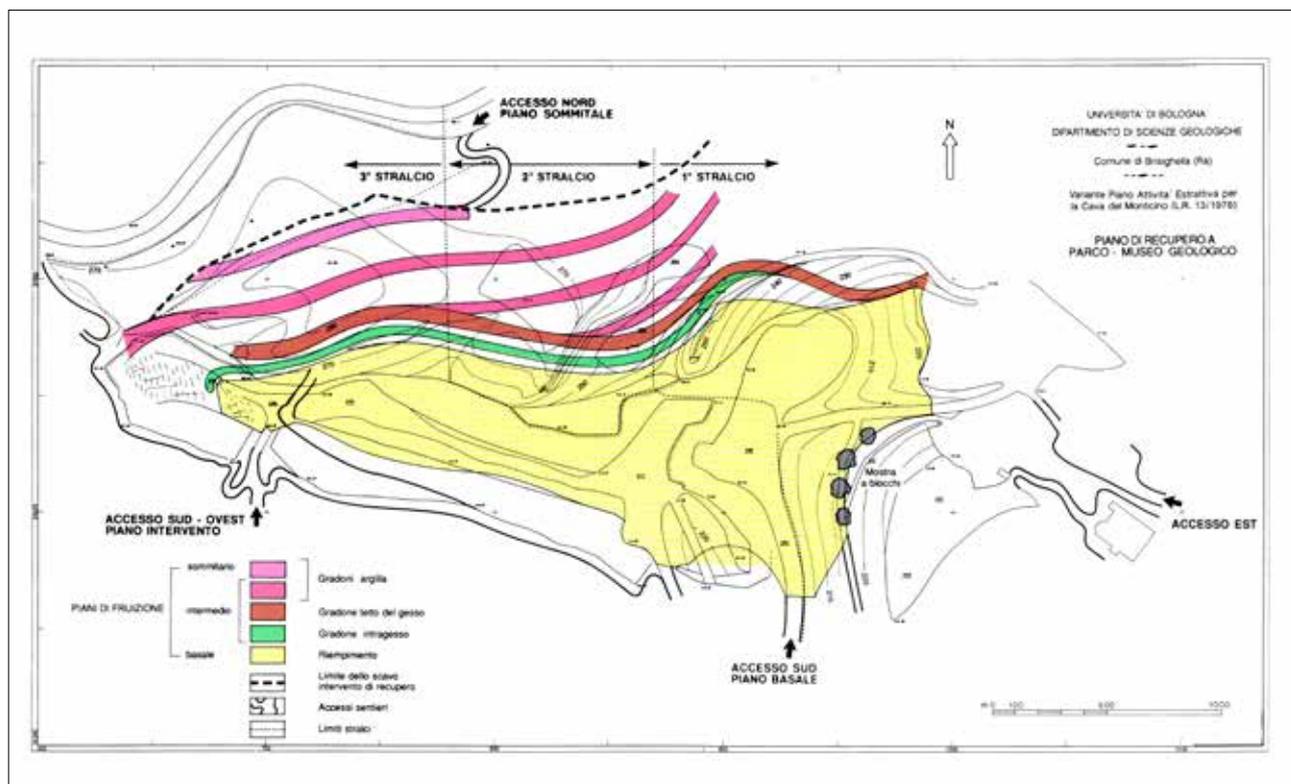


Fig. 13 – Elementi caratteristici del piano di recupero della cava Monticino come sintetizzato nella guida della serie della Regione Emilia-Romagna per “La Vena del Gesso” del 1994 (da VAI 2007).

molari. A tal proposito, piuttosto interessante ed insolito si è rivelato il ritrovamento di alcuni frammenti ossei con vistose tracce di rosicchiatura ad opera di piccoli roditori. In ANDREWS (1990) si suggerisce che questi animali rosicchino ossa sia per mantenere i propri incisivi in buone condizioni che per il loro contenuto in calcio e fosfati.

Benché la stragrande maggioranza dei siti fossiliferi siano riempimenti di fessura, non mancano alcuni esempi di “tasche” fossilifere (come BRS4, BRS5 e BRS 25) con giacitura completamente differente. Esemplare risulta il sito BRS25, costituito da un deposito lentiforme di materiali della FCOL (che qui raggiungevano il massimo spessore rilevato nell'area, cioè 2,6 m) adagiati sulla paleosuperficie gessosa troncata dall'erosione e qui ribassata con una morfologia a “scodella” probabilmente da collegare a forme di carsismo epigeo. Oltre ad aver fornito parecchi resti di macro-vertebrati, questa tasca superficiale è risultata particolarmente ricca in piccoli vertebrati (soprattutto micromammiferi, ma anche rettili ed anfibi) presenti con alcune decine di migliaia di minuscoli reperti concentrati in sottili livelletti discontinui.

Un altro dei principali motivi di interesse di questo giacimento consiste nel suo particolare assetto geologico che ne permette una definizione cronostrati-

grafica ottimale. La paleofauna ha un limite inferiore costituito dalla deposizione e successiva piegatura ed emersione delle evaporiti (fase deformativa intramessiniana, tra circa 5,61-5,53 Ma), rispetto alla quale è certamente posteriore; inoltre lo studio del paleomagnetismo effettuato sulla sezione la pone più o meno contemporanea a parte dell'evento di polarità inversa “3r”, durato da 5,44 a 4,94 Ma (VIGLIOTTI 1988). D'altro canto il limite superiore è costituito dalle argille marine plioceniche che sigillano i sottostanti depositi fossiliferi della FCOL: l'esame della base della FAA al Monticino ha permesso di riconoscere la Zona a *Sphaeroidinellopsis* (MPL1) (COLALONGO 1988), con associazione a microforaminiferi tipica del Pliocene inferiore-basale (datato a 5,33 Ma) e la parte inferiore della Zona ad *Amaurolithus tricorniculatus* (costituita da nannoplancton calcareo del Pliocene inferiore, RIO, NEGRI 1988). La stessa analisi dei micromammiferi, per certe loro caratteristiche peculiari, permette di assegnare la paleofauna alla fase terminale della Zona MN13 (secondo Mein) e quindi al Turoliano superiore, che nella Biostratigrafia continentale corrisponde al Messiniano superiore (DE GIULI *et alii* 1988, DE GIULI 1989). Tutti i dati perciò indicano per questo giacimento un'età messiniana finale stimabile all'incirca tra 5,40 e 5,33 milioni di anni fa.

La realizzazione del Geoparco

Negli anni Ottanta del Novecento, dopo oltre settant'anni di attività, la cava del Monticino conobbe una progressiva riduzione dei volumi gessosi estratti mentre, in contemporanea, esigenze di tutela e nuove politiche regionali in materia di attività estrattive andavano nella direzione di una sua progressiva chiusura. In più, dopo la scoperta del giacimento fossilifero nel 1985, nel mondo scientifico andava sempre più prendendo corpo l'esigenza di tutelare e preservare un sito di tale importanza. Nel 1987 il prof. Gian Battista Vai, geologo dell'Università di Bologna, in occasione del convegno bolognese su "Le attività estrattive in Emilia-Romagna" presentò una bozza di progetto per *Il recupero di una cava di gesso ad uso plurimo come parco-museo* (VAI 1988). Le linee-guida esponevano l'esigenza di un attento recupero del sito, finalizzato non al tombamento o alla messa in sicurezza dell'area dismessa, bensì a una sua riconversione a parco-museo naturale all'aperto a carattere geologico, mineralogico, carsico, paleontologico e stratigrafico (fig. 13). Questo parco avrebbe dovuto prevedere, al suo interno, un itinerario naturalistico guidato e illustrato con pannelli, allo scopo di realizzare una palestra didattica e divulgativa per l'insegnamento delle Scienze della Terra e del territorio; si contemplava inoltre una sua integrazione coi percorsi del turismo culturale di Brisighella, al fine di divenire una delle porte d'accesso e centro visita di quel Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola da tempo teorizzato, ma destinato ad essere istituito solo molti anni dopo (anno 2005). In seguito ad una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Bologna e il Comune di Brisighella, nel 1988 i geologi Carlo Elmi e Gian Battista Vai presentavano il primo progetto completo di quello che avrebbe dovuto essere il Parco Museo geologico del Monticino. Nel frattempo, la Regione Emilia-Romagna adottava il Piano territoriale-paesistico col quale la cava di Monte Tondo, presso Borgo Rivola (Comune di Riolo Terme, RA), veniva individuata quale unico polo estrattivo regionale per il gesso: come conseguenza, quella del Monticino vedeva cessare la propria attività anche se i cavaatori, con il pretesto della messa in sicurezza, proseguivano seppure in tono minore l'estrazione del gesso e il riporto del materiale sterile nella vicina valle cieca della Tana della Volpe ancora per diversi anni (LUCCI, SAMI 2015).

A fine secolo la "Gessi del lago d'Iseo" cedeva al Comune di Brisighella la proprietà dell'area mineraria e, nell'anno 2000, all'Università di Bologna veniva richiesta la progettazione definitiva del Parco Museo geologico nell'ex cava. La versione esecutiva del progetto, ideato sempre dai proff. Elmi e Vai, veniva approvata nel gennaio 2002 ma solo nel 2005 poteva finalmente partire la fase realizzativa del progetto

grazie al finanziamento della Regione Emilia Romagna, il costante controllo dell'Università di Bologna e col concorso della Provincia di Ravenna e dell'ufficio tecnico del Comune di Brisighella. Fu così che il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, dopo aver redatto un progetto esecutivo improntato sia alla riduzione del rischio idrogeologico che alla valorizzazione degli aspetti geologici e naturalistici del sito, avviava gli impegnativi lavori di ripristino dell'area dell'ex-cava e dell'adiacente valle cieca della Tana della Volpe (MINARDI *et alii* 2007). In una prima fase di intervento, in collaborazione con l'Università di Bologna, si eseguirono rilievi plano-altimetrici di dettaglio mediante l'utilizzo di quelle che, per l'epoca, erano innovative tecnologie di ultima generazione GPS (*Geographic Positioning System*) e *Laser Scanning* (MORA, MONTANARI 2007). Successivamente vennero effettuati numerosi interventi di messa in sicurezza delle vecchie pareti di cava disaggiando i massi pericolanti, realizzando un rilevato paramassi a valle della parete principale dell'ex cava e rimuovendo una notevole parte dei depositi argillosi sovrastanti la parete stessa, con riprofilatura finale del versante (fig. 14-15). Nell'adiacente valle cieca della grotta Tana della Volpe veniva ripristinato l'assetto idrogeologico contenendo gli effetti erosivi superficiali ed i vari principi di dissesto costruendo quattro briglie in legno e pietrame nell'impluvio principale della vallecchia; sui versanti calanchivi si realizzavano alcune palizzate di contenimento del suolo, ripristinando così il reticolo idrografico (MINARDI *et alii* 2007). Nell'ex cava gli affioramenti geologici venivano evidenziati sia rimuovendo la copertura detritica che in certi casi li obliterava completamente sia contenendo lo sviluppo della vegetazione infestante ma evitando l'eliminazione di qualsiasi specie autoctona di pregio. Particolarmente rilevante la realizzazione di un percorso pedonale scavato sul ciglio della parete gessosa affacciata a sud-est, che consentiva di apprezzare il contatto stratigrafico tra FGS, FCOL e FAA nonché l'eccezionale paleo-superficie carsificata al tetto dei gessi. Risolti i problemi di fruibilità e messa in sicurezza dell'area grazie all'operato del Consorzio di Bonifica, lo scrivente – sotto la direzione scientifica del prof. G.B. Vai – veniva incaricato di progettare ed allestire un sentiero didattico che permettesse anche al visitatore occasionale di comprendere i principali motivi d'interesse del sito. Prendeva così vita un percorso di visita articolato "ad anello" e allestito con una ventina di pannelli divulgativi illustranti le particolarità geologiche e paleontologiche dell'area, senza però tralasciare gli aspetti naturalistici e storici più importanti (fig. 16). Finalmente il 10 giugno 2006, alla presenza delle varie Autorità (tra le quali l'allora Presidente della Regione Emilia Romagna Vasco Errani), il Parco Museo Geologico del Monticino veniva inaugurato. A corollario



Figg. 14-15 – Edificazione dell'imponente terrapieno che permette di raggiungere in sicurezza anche il settore occidentale della cava (foto Archivio Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale).

di tale operazione l'anno successivo veniva pubblicata una guida scientifica che raccoglieva i contributi dei numerosi attori impegnati nel complesso recupero dell'ex cava (SAMI 2007a). Negli anni successivi il Parco Museo Geologico del Monticino o, più semplicemente, il Geoparco del Monticino diveniva uno dei "fiori all'occhiello" del Parco Regionale della Vena del Gesso romagnola, venendo sempre più utilizzato per attività quali visite guidate, lezioni sul posto ed escursioni naturalistiche. Nel 2018 si rese necessario il rinnovamento ed aggiornamento dei vecchi pannelli didattici ormai usurati dalla prolungata esposizione alle intemperie ma, all'interno di tale progetto (voluta dall'allora Direttore del Parco della Vena del Gesso dr. M. Costa e finanziato dalla Regione), venne compreso pure un breve percorso guidato per non vedenti con targhe metalliche in alfabeto Braille ed un suggestivo diorama, di impatto spettacolare, costituito dalle riproduzioni in grandezza reale di sette tra gli animali più iconici della paleofauna del Monticino quali mastodonte, rinoceronte, cavallo preistorico, cocodrillo, iena, oritteropo e scimmia (fig. 17).



Fig. 16 – Uno dei 20 pannelli a corredo del sentiero didattico, qui presso il punto sosta panoramico n. 11 bis (foto A. Zambrini).

L'importanza scientifica

La creazione del Geoparco del Monticino ha sancito il pieno recupero di un'area degradata che è stata restituita alla comunità, rappresentando di fatto uno dei punti di eccellenza del Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola nonché uno dei pochissimi esempi in tutta Italia di cava dismessa rigenerata per scopi scientifici e divulgativi. Come già detto, malgrado l'estensione limitata (con l'adiacente valle cieca della Tana della Volpe non si superano i 14,5 ettari) l'area dell'ex cava di gesso del Monticino permette di osservare buoni affioramenti delle principali Formazioni geologiche della Romagna occidentale ma, più in particolare, è forse l'unico sito dell'Emilia Romagna nel quale è possibile "toccare con mano" ben tre superfici-chiave del Messiniano e cioè:

- la base della Gessoso-solfifera (nell'intera VdG i cicli basali affiorano assai raramente, quasi sempre nascosti da falde detritiche);
- la discordanza angolare (*unconformity*) intra-messiniana più tracce del paleocarsismo associato (l'unico settore della VdG dove è possibile osservarla e una delle discordanze angolari meglio esposte dell'intero

Appennino regionale, vedi VAI 2007); il limite Miocene/Pliocene (passaggio para-concordante dai sedimenti lagunari della F.ne a Colombacci a quelli epibatiali delle Argille Azzurre). Tra queste eccellenze geologiche, "da manuale" risulta soprattutto l'eccezionale discordanza angolare che separa le evaporiti gessose, inclinate di quasi 60°, dai sovrastanti depositi post-evaporitici con giaciture assai meno inclinate: la corrispondente irregolare paleosuperficie di erosione che tronca gli spessi strati selenitici – messa in luce dall'attività di cava – rappresenta la testimonianza più evidente del cosiddetto evento tettonico intra-messiniano (MARABINI, VAI 1989). Un altro aspetto sempre legato a tale importante fenomeno geologico è la rete di esili fessure carsificate contenenti la paleofauna del Monticino, di cui sono purtroppo rimaste attualmente solo pochi esempi (fig. 18): tali paleocavità hanno rappresentato la prima attestazione di un paleocarsismo di età messiniana e ne costituiscono tuttora uno dei pochissimi esempi noti (DALMONTE *et alii* 2013).



Fig. 17 – Lo spettacolare diorama, realizzato nel 2018, con alcuni esempi della paleofauna del Monticino ricostruiti in 3 dimensioni ed a grandezza reale (foto M. Sami).

Per quanto riguarda la paleontologia, tutti i depositi affioranti nel Geoparco del Monticino risultano più o meno fossiliferi e i resti rinvenuti, unitamente ai dati geologici e sedimentologici, hanno contribuito non poco alla ricostruzione dei vari paleoambienti e paleoclimi succedutisi nel tempo geologico in questo settore del pedeappennino romagnolo con particolare riguardo per le ricerche paleopalinologiche (BERTOLANI MARCHETTI, MARZI 1988; BERTINI 2006; BERTINI, MARTINETTO 2008; SAMI 2007b).

Ma, ovviamente, dal punto di vista paleontologico e anche scientifico l'importanza di questo luogo deriva dall'eccezionale paleofauna a vertebrati terrestri del Messiniano finale rinvenuta in anguste cavità riempite da sedimenti della F.ne a Colombacci e messa in luce dai lavori di cava a partire dal 1985 (COSTA *et alii* 1986; DE GIULI *et alii* 1988; ROOK *et alii* 2015; vedi inoltre i contributi specialistici nel presente volume). Il rilevante numero di fossili rinvenuti (una settantina di specie, dei quali circa quaranta di mammiferi ter-

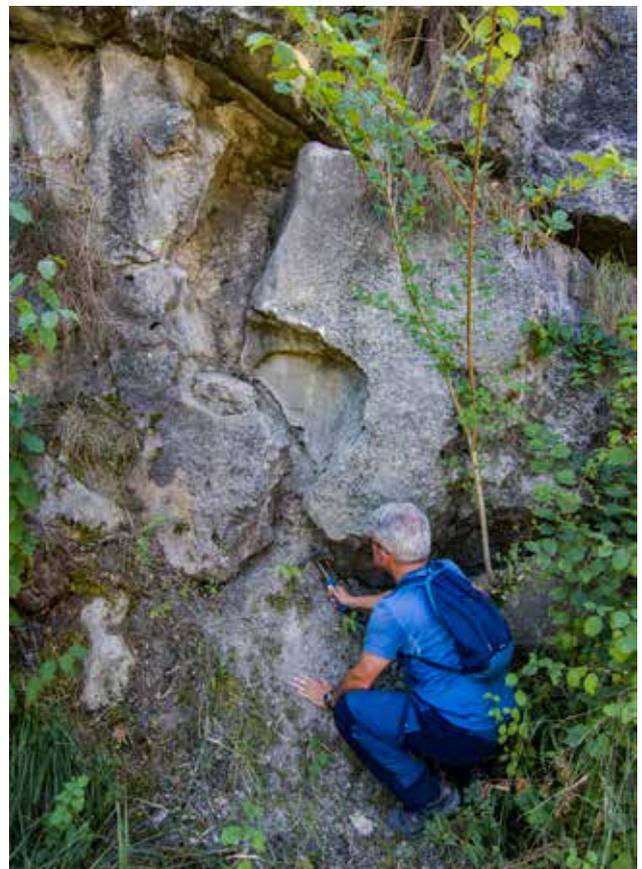


Fig. 18 – Piccola cavità ad andamento sinuoso riempita da sedimenti della F.ne a Colombacci, un esempio dell'antico carsismo "intra-messiniano" (foto P. Lucci).



Fig. 19 – Ricostruzione ipotetica dell’ambiente tardo-miocenico romagnolo basata sui reperti della cava Monticino (elaborazione grafica E. Mariani).

restri e una trentina tra rettili, anfibi ed uccelli) rende l’associazione paleofaunistica di cava Monticino assai rappresentativa delle ricche comunità continentali viventi durante il Miocene superiore europeo. Oltre alla discreta ricchezza faunistica, la notevole importanza scientifica di tale sito risiede anche nell’associazione di macro (erbivori, carnivori, ecc.) e micro-vertebrati (roditori, insettivori, chiroterteri ecc.), un’eventualità raramente riscontrata in altri giacimenti coevi a vertebrati continentali. Questi ed altri componenti della paleofauna del Monticino – i cui resti sono attualmente conservati in maggioranza presso il Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza e, secondariamente, presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Firenze – suggeriscono la presenza di un antico ambiente con clima subtropicale come una savana alberata, con zone aperte dove i vari erbivori potevano pascolare, asperità gessose con microclima più arido e zone umide e ricche di vegetazione nei pressi dei corsi d’acqua (ROOK *et alii* 2015) (fig. 19). Un ulteriore punto di forza di tale giacimento è l’assetto stratigrafico particolarmente favorevole che, oltre a permettere di calibrare tra loro le differenti scale biostratigrafiche marina e continentale al limite Miocene-Pliocene,

fornisce la possibilità non comune di giungere ad una datazione abbastanza definita della paleofauna. Come già descritto, i depositi fossiliferi non possono che essere successivi all’evento tettonico intra-messiniano (quindi più recenti di 5,53 Ma) ma precedenti le peliti marine della F.ne Argille Azzurre che li sigillano (la cui base è collocata a 5,33 Ma), registrando perciò un momento del Messiniano finale non più lungo di un paio di centinaia di migliaia di anni.

In definitiva, la chiusura della cava del Monticino ha significato la fine di una storia mineraria vecchia di secoli, ma il suo recupero e la sua riconversione a Geoparco all’interno del Parco Regionale della Vena del Gesso romagnola hanno aperto nuovi scenari di sviluppo, non più legati allo sfruttamento industriale bensì alla ricerca scientifica, all’educazione ambientale ed all’ecoturismo.

Bibliografia

- P. ANDREWS 1990, *Small mammal taphonomy*, in E.H. LINDSAY (a cura di), *European Neogene Mammal Chronology*, Plenum Press, New York.
- D. BERTOLANI MARCHETTI, L. MARZI 1988, *Palynological data on the Monticino Quarry sequence*, in C. De GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 63-64.
- A. BERTINI, E. MARTINETTO 2008, *Messinian to Zanclean vegetation and climate of Northern and Central Italy*, *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 47(2), pp. 105-121.
- G. CARNEVALE, W. LANDINI 2001, *On the first occurrences of the Genus Lates Cuvier and Valenciennes in the pre-evaporitic Messinian of Mediterranean*, "Bollettino del Museo Civico del Museo di Storia Naturale di Verona", 25, pp. 73-78.
- M.L. COLALONGO 1988, *Planktic foraminifers biostratigraphy, with remarks on benthic foraminifers and ostracodes*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 53-54.
- G.P. COSTA, M.L. COLALONGO, C. DE GIULI, S. MARABINI, F. MASINI, D. TORRE 1986, *Latest Messinian vertebrate fauna preserved in a paleokarst-neptunian dyke setting*, "Le Grotte d'Italia" (4), 12, pp. 221-235.
- G.P. COSTA, L. BENTINI 2002, *Fenomeni carsici al margine e nel sottosuolo del centro storico di Brisighella*, in P. MALPEZZI (a cura di), *Brisighella e Val di Lamone*, (Società di Studi Romagnoli), Cesena, pp. 139-154.
- G. CREMONINI, S. MARABINI 1982, *La Formazione a Colombacci nell'Appennino romagnolo*, in *Guida alla geologia del margine appenninico padano*, (Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana), Bologna, pp. 167-169.
- C. DALMONTE, J. DE WAELE, E. FORNACIARI, G. PASINI, S. VAIANI, C. CORREALE, F. FABBRI 2013, *Intra-messinian palaeokarst phenomena revealed in messinian gypsum quarries in Emilia-Romagna (Italy)*, in: *Mine caves/Grotte di miniera*, (Memorie Istituto Italiano di Speleologia, s.II, 28), Bologna, pp. 177-189.
- C. DE GIULI 1989, *The Rodents from the Brisighella Latest Miocene Fauna*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 197-212.
- C. DE GIULI, G.B. VAI 1988 (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, 76 pp.
- C. DE GIULI, F. MASINI, D. TORRE 1988, *The Mammal Fauna of Monticino Quarry*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 65-69.
- G. EMILIANI, M. SAMI 2007, "Fiori di pietra": *i minerali della cava del Monticino*, in M. SAMI (a cura di), *Il Parco Museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza, pp. 49-58.
- D. ESU, M. TAVIANI 1989, *Oligohaline mollusc faunas of the Colombacci Formation (upper Messinian) from an exceptional fossil vertebrate site in the Romagna Apennines: Monticino Quarry (Brisighella, N. Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 265-270.
- D. ESU 2007, *Latest Messinian "Lago Mare" Lymnocardinae from Italy: close relations with the Pontian fauna from the Dacic basin*, "Geobios" 40, pp. 291-302.
- P. FORTI, P. LUCCI 2015, *I cristalli di gesso della "collezione Benericetti"*, in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Faenza, pp. 57-71.
- A. GIRONE, D. NOLF, O. CAVALLO 2010, *Fish otoliths from the pre-evaporitic Early Messinian of northern Italy: their stratigraphic and palaeobiogeographic significance*, "Facies" 56, pp. 399-432.
- K.J. HSU 1972, *Origin of saline giants: a critical review after the discovery of the Mediterranean evaporite*, "Earth-Science Reviews" 8, pp. 371-396.
- K.J. HSU, L. MONTADERT, D. BERNOULLI, M.B. CITA, A. ERICKSON, R.E. GARRISON, R.B. KIDD, F. MELIERES, C. MULLER, R. WRIGHT 1977, *History of the Mediterranean Salinity Crisis*, "Nature" 267, pp. 399-403.
- 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.
- W. LANDINI, L. SORBINI 1989, *Ichthyofauna of the evaporitic Messinian in the Romagna and Marche regions*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 287-293.
- P. LUCCI, M. SAMI 2015, *Il parco Museo Geologico cava Monticino di Brisighella*, in P. Lucci, S. Piastra (a

- cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Faenza, pp. 73-78.
- S. LUGLI, V. MANZI, M. ROVERI, B.C. SCHREIBER 2010, *The Primary Lower Gypsum in the Mediterranean: A new facies interpretation for the first stage of the Messinian salinity crisis*, "Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology" 297, pp. 83-99.
- S. LUGLI, V. MANZI, M. ROVERI 2015, *Geologia dei Gessi di Brisighella e Rontana*, in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Faenza, pp.17-26.
- V. MANZI, S. LUGLI, F. RICCI LUCCHI, M. ROVERI 2005, *Deep-water clastic evaporites deposition in the Messinian Adriatic foredeep (northern Apennines, Italy): did the Mediterranean ever dry out?*, "Sedimentology" 52, pp. 875-902.
- 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.
- 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, 22-3, pp. 369-382.
- G. MINARDI, C. MORARA, G. SANTINI 2007, *Il contributo del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale alla realizzazione del Parco Museo*, in M. SAMI (a cura di), *Il Parco Museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza, pp. 173-181.
- 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.
- P. MORA, I. MONTANARI 2007, *Sperimentazione di tecnologie di posizionamento spaziale e rilievo tridimensionale nel Parco Museo Geologico del Monticino*, in M. SAMI (a cura di), *Il Parco Museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza, pp. 182-192.
- S. PIASTRA 2007, *L'estrazione del gesso a Brisighella attraverso i secoli*, in M. SAMI (a cura di), *Il Parco Museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza, pp. 159-172.
- F. RICCI LUCCHI, M.L. COLALONGO, G. CREMONINI, G.F. GASPERI, S. IACCARINO, G. PAPANI, S. RAFFI, D. RIO 1982, *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*, in G. Cremonini, F. Ricci Lucchi (a cura di), *Guida alla geologia del margine appenninico padano*, (Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana), Bologna, pp.171-176.
- D. RIO, A. NEGRI 1988, *Calcareous nannofossils (Monticino Quarry, Faenza)*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 55-57.
- L. ROOK, M. DELFINO, M. SAMI 2015, *I vertebrati fossili della cava del Monticino di Brisighella: una finestra sui popolamenti continentali del Mediterraneo nel Miocene superiore*, in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, Faenza, pp. 79-100.
- M. ROVERI, M.A. BASSETTI, F. RICCI LUCCHI 2001, *The Mediterranean Messinian Salinity Crisis: an Apennine foredeep perspective*, "Sedimentary Geology" 140, pp. 201-214.
- 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*, "GSA Bulletin" 115, (4), pp. 387-405.
- M. SAMI 1990-1991, *Rilevamento geologico e biostratigrafica nella bassa valle del Lamone: dalla F. ne a Colombacci ai depositi terrazzati. Implicazioni cronologiche e paleoecologiche*, Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, Università di Bologna.
- M. SAMI 2007a (a cura di), *Il Parco Museo geologico cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza.
- M. SAMI 2007b, *Cava Monticino: i fossili ce ne raccontano il passato*, in M. SAMI (a cura di), *Il Parco Museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza, pp. 71-96.
- A. SCICLI 1972, *Lattività estrattiva e le risorse minerarie della Regione Emilia-Romagna*, Modena.
- M. TAVIANI 1988, *Mollusks associated with the late Messinian vertebrate remains (Monticino Quarry, Faenza)*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 59-60.
- M. TAVIANI 1989, *Late Turolian slugs (Gastropoda, Pulmonata) from vertebrate rich sedimentary dikes in the Monticino Quarry (Brisighella, N. Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 321-322.

- M. TAVIANI 2005, *Macropaleontological documentation of progressive anoxic conditions in the pre-evaporitic Messinian section of Monticino Quarry (Brisighella, Faenza, Romagna Apennines)*, in *FIST Forum Geitalia 2005, GeoSed Annual Meeting 2005, september 22-23, 2005, Spoleto (Italy)*, Abstracts Volume.
- G.B. VAI 1988, *Il recupero di una cava di gesso ad uso plurimo come parco-museo*, in *Le Attività estrattive in Emilia-Romagna: legislazione, imprese e ambiente*, (Atti del Convegno, Bologna, 27 ottobre 1987), Bologna, pp. 113-126.
- G.B. VAI 1989, *A field trip guide to the Romagna Apennine geology. The Lamone valley*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 343-367.
- G.B. VAI 2007, *Storia del Geoparco di Brisighella*, in M. SAMI (a cura di), *Il Parco Museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Faenza, pp. 13-26.
- 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 Apennines*, "Sedimentology" 24, pp. 211-244.
- G.B. VAI, I.M. VILLA, M.L. COLALONGO 1993, *First direct radiometric dating of the Tortonian/Messinian boundary*, "Comptes Rendu Academie Sciences Paris" s. II, 316, pp. 1407-1414.
- L. VIGLIOTTI 1988, *Magnetostratigraphy of the Monticino Section 1987 (Faenza, Italy)*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines. Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 61-62.

APPLICAZIONI DI PALEONTOLOGIA VIRTUALE SU RESTI FOSSILI E BLOCCHI OSSIFERI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Saverio Bartolini-Lucenti¹, Omar Cirilli², Luca Pandolfi¹, Marco Sami³, Giovanni Luca Dedola⁴, Lorenzo Rook¹

Riassunto

Le tecniche digitali di acquisizione di dati tridimensionali (scansioni tomografiche, fotogrammetriche o di superficie) stanno trovando applicazione sempre più ampia e diffusa sia in ambito di ricerca che museale. Ciò è dovuto ai numerosi vantaggi che i campioni 3D offrono tanto per la ricerca (acquisizione di dati su volumi interni, caratteristiche strutturali dei campioni, geometrie a tutto tondo per analisi statistiche, ecc.) quanto per i musei (divulgazione più efficace, *edutainment*, occasione per pratiche di open-science, ecc.). Anche in paleontologia, una branca di recente sviluppo, è la Paleontologia Virtuale, che si è sviluppata sempre di più negli ultimi dieci anni, soprattutto grazie alla comparsa di tecniche sempre innovative per lo studio dei fossili. Appliciamo qui delle tecniche digitali di acquisizione 3D tomografiche e tramite scanner ad alta risoluzione ai fossili di Cava Monticino, descrivendo l'uso, le possibilità, i limiti e discutendone i vantaggi sia scientifici che espositivi di tali applicazioni.

Parole chiave

Modelli tridimensionali, Tecniche digitali, Paleontologia Virtuale, Scanner 3D, TAC

Abstract

Digital techniques that allow acquiring tridimensional data (i.e., CT-scans, photogrammetric and surface scans) are more and more of use among researchers and museum of natural sciences. This is a consequence of the advantages that such methodologies grant to science (large amount of data acquisition, information on internal volumes and structural characteristics of the specimens, geometries for statistical analyses, etc.) to museum institutions (more effective dissemination, *edutainment*, practices of open-science, etc.). Even Paleontology has witnessed the arise of a new branch, Virtual Paleontology, which is becoming pervasive in the study of fossils, especially for the continuous development of innovative ways to approach, inspect and reconstruct them. Here we apply digital acquisition methodologies to the fossils of Cava Monticino (both CT and high-resolution surface scans, describing the use of such techniques, their possibilities, their limits and assessing the advantages of their application in terms of scientific research and in museum exhibition.

Keywords

3D models, Digital techniques, Virtual Paleontology, 3D scans, CT scans

Introduzione

La Paleontologia Virtuale è lo studio dei reperti fossili attraverso nuovi metodi digitali. Questo settore è relativamente recente, dato che i primi studi sono riferibili all'inizio degli anni 2000, e la sua espansione ha decisamente rivoluzionato la percezione attuale della Paleontologia. Infatti, da disciplina "polverosa e antica", la Paleontologia è diventata progressivamente

sempre più affascinante, moderna e aperta a numerose nuove tecniche di indagine e all'applicazione di nuove tecnologie (CUNNINGHAM *et alii* 2014; SUTTON, RAHMAN, GARWOOD, 2014; TAPANILA, RAHMAN 2016; PANDOLFI *et alii* 2020).

Varie metodologie consentono di acquisire dati in formato digitale, che si differenziano per risoluzione, accessibilità, tipo di formato e possibilità di archiviazione. In linea generale, queste metodologie si sud-

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – saverio.bartolinilucenti@unifi.it, luca.pandolfi@unifi.it, lorenzo.rook@unifi

² Dottorato Regionale in Scienze della Terra, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria 56, 56126 Pisa (PI) – omar.cirilli@phd.unipi.it

³ Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza, Via Medaglie d'oro, 51, 48018 Faenza (RA) – marco.sami@cheapnet.it

⁴ Direttore, Struttura Operativa Complessa (SOC) Radiologia Firenze II e Struttura Operativa (SOS) Radiologia San Giovanni di Dio, Via Torregalli, 3, 50143 Firenze (FI) – giovanniluca.dedola@uslcentro.toscana.it

dividono principalmente in due categorie: immagini tomografiche, mediante tomografi sia medicali che industriali (comunemente conosciute come TAC, acronimo di tomografie assiali computerizzate, in inglese *CT-scan*), e acquisizione di superfici esterne (modelli 3D) mediante l'uso della fotogrammetria o di scanner 3D. La principale differenza tra queste due grandi "famiglie" di metodi di acquisizione dati è che mediante le TAC è possibile acquisire informazioni relative alle morfologie interne di un reperto (tipo il cervello se si tratta di un cranio), mentre con la fotogrammetria e gli scanner 3D si acquisiscono modelli digitali che rappresentano solamente la superficie esterna, in alcuni casi registrando anche il colore originale. La digitalizzazione dei campioni mediante tutte queste metodologie (indipendentemente dalla modalità di acquisizione) è "non invasiva", non arreca cioè alcun danno ai reperti, in quanto questi sono metodi di indagine che non richiedono contatto o preparazione del campione. Ottenuti con una o poche scansioni, i modelli 3D garantiscono ai paleontologi il grande vantaggio di studiare diversi aspetti paleobiologici del fossile scansionato ed eseguire varie analisi senza maneggiare direttamente il reperto.

In aggiunta agli indubbi vantaggi per la ricerca, anche i musei hanno una vasta gamma di benefici nella digitalizzazione delle proprie collezioni per le loro finalità ostensivo/didattiche e di conservazione. Difatti, l'utilizzo di metodologie digitali in contesto museale sta diventando una pratica sempre più diffusa per ogni tipo di esposizione. Numerosi autori (PAVLIDIS *et alii* 2007; WACHOWIAK, KARAS 2009; BERNDT *et alii* 2010; KĘSIK *et alii* 2017; POLLALIS *et alii* 2017, 2018; DI PAOLA, MILAZZO, SPATAFORA 2017; BASTIR *et alii* 2019; BARTOLINI-LUCENTI *et alii* 2021a, 2021b) testimoniano i metodi e l'impatto positivo che tali tecniche hanno nelle realtà museali, dall'arte, all'archeologia, alle scienze naturali. Innanzitutto, la possibilità di conservare una copia virtuale di un esemplare, di qualsiasi natura esso sia, permette di tenere traccia del suo stato di conservazione. In questo senso, gli archivi digitali dei musei consentirebbero, ad esempio, di programmare restauri per esemplari particolarmente fragili.

Se poi torniamo ai fossili, una volta digitalizzati, i loro modelli 3D consentono applicazioni di diverse e recenti tecniche di studio, direttamente applicate all'ambiente della realtà virtuale (LAUTENSCHLAGER 2016; KOGAN *et alii* 2020). Fossili schiacciati, deformati o incompleti possono essere ricostruiti utilizzando alcune tecniche di restauro digitale che consentono di superare alcuni limiti imposti dai processi di fossilizzazione. Questo consente anche ai curatori dei musei di offrire al grande pubblico ricostruzioni più realistiche e veritiere di animali estinti da tempo. I recenti

progressi nelle scienze computazionali consentono oggi l'uso di protocolli matematici per retrodeformare virtualmente un reperto deformato. In un recente studio (CIRILLI *et alii* 2020) è stato messo a punto, descritto e utilizzato un nuovo metodo (chiamato *Target Deformation*) per ripristinare la morfologia originale del cranio tipo di *Equus stenonis* (la zebra del Pleistocene inferiore, scoperta e descritta per la prima volta nel Valdarno superiore), che si presenta deformato e fortemente compresso lateralmente. Questa tecnica si basa su metodologie statistiche di morfometria geometrica utilizzando un campione non deformato usato come modello per eseguire la retrodeformazione (da qui il nome *target*), in modo che l'algoritmo rimodelli automaticamente su di esso il reperto originale deformato. Per la prima volta dopo la sua descrizione nel XIX secolo, le "vere" morfologie e proporzioni di un esemplare così prezioso possono essere finalmente mostrate a chiunque.

Un altro settore in forte espansione e fortemente legato al mondo della Paleontologia Virtuale è quello della stampa 3D. Le stampanti 3D, infatti, con i relativi software e materiali (e.g., resine) stanno diventando sempre meno costosi e il loro uso in ambito museale può offrire indubbi vantaggi per diversi motivi, partendo dalle esposizioni, passando per la divulgazione e arrivando fino al marketing. Le stampe di oggetti 3D garantiscono l'opportunità di ampliare le classiche esposizioni museali (BASTIR *et alii* 2019), possono inoltre essere messe a disposizione dei visitatori per essere toccate e manipolate, consentendo alle persone con disabilità visive di godersi le collezioni di un museo grazie ad esperienze sensoriali tattili, mantenendo gli esemplari originali, magari fragili, in luoghi sicuri. Inoltre, le tecniche di imaging digitale consentono di accedere a porzioni interne di fossili (come cervello, cavità interne, camere interne di invertebrati, ecc.) e, conseguentemente, tali strutture possono essere stampate e mostrate al pubblico, promuovendo la divulgazione scientifica e la fruizione di "nuovi reperti" che normalmente non sarebbero disponibili ai visitatori. Naturalmente, i fossili digitali sono utili anche per la divulgazione scientifica e offrono ai musei l'opportunità di aumentare la visibilità e il coinvolgimento con il grande pubblico. L'attrattività delle ricostruzioni digitali è infatti un potente strumento che consente ai visitatori di vivere le collezioni museali in modo più innovativo, soprattutto se includono realtà aumentata (AR), realtà virtuale (VR) o una commistione delle due (*inter alios* POLLALIS *et alii* 2017, 2018). Questo vale anche per altri contenuti scientifici come, ad esempio, i risultati di una ricerca. BARTOLINI-LUCENTI *et alii* (2020) hanno sperimentato per la prima volta la realtà aumentata (AR) in un articolo scientifico de-

scrivendo una specie nuova per la scienza e rinvenuta nel sito paleolitico di Dmanisi nel Caucaso meridionale in Georgia. Come nel caso delle scansioni ad alta risoluzione dei fossili georgiani di Dmanisi, la realtà aumentata offre la possibilità al lettore dell'articolo, o al visitatore del museo, di accedere a una visualizzazione potenziata delle morfologie di un fossile, molto più efficace rispetto a quanto non sia la riproduzione fotografica classica. La realtà aumentata consente inoltre di eseguire confronti tra modelli digitali (ad esempio tra specie fossili e specie esistenti) o tra modelli digitali e campioni fisici. L'estensivo utilizzo di modelli 3D e di programmi di realtà aumentata/virtuale o mista aumenterebbe fortemente l'impatto della ricerca scientifica e potrebbe avere importanti risultati anche nella divulgazione scientifica.

Infine, la digitalizzazione degli esemplari fossili offre un'interessante opportunità per implementare le buone pratiche della "Open Science". Come altri tipi di file digitali, i modelli 3D di fossili possono essere scambiati facilmente (attraverso e-mail, o scaricate da portali dedicati). Questo aspetto ha un grande potenziale per l'intera comunità scientifica e, in questo caso, paleontologica. Infatti, l'uso costante e sempre più diffuso dei modelli 3D consente a ricercatori provenienti da luoghi lontani di studiare, vedere o visitare collezioni di musei senza dover affrontare viaggi e soggiorni in Musei magari lontani dal luogo di residenza o di lavoro, aiutando così ad abbattere barriere fisiche e promuovendo la collaborazione tra i ricercatori.

Applicazioni di paleontologia virtuale al materiale di Cava Monticino

I fantastici reperti e i blocchi ossiferi rinvenuti a Cava Monticino, conservati e esposti presso il Museo Civico di Scienze Naturali "Malmerendi" di Faenza sono stati digitalizzati usando diverse tecniche virtuali grazie alla strumentazione di scansione di superficie ad alta risoluzione in dotazione al Paleo[Fab]Lab del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze e a tomografie assiali computerizzate effettuate presso la Struttura Operativa (SOS) Radiologia dell'Ospedale Nuovo San Giovanni di Dio (Torregalli) di Firenze, grazie alla collaborazione tra Fondazione Santa Maria Nuova di Firenze e Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze.

- Scansioni 3D di superficie

Le acquisizioni digitali dei fossili di Cava Monticino hanno previsto l'utilizzo di tre scanner 3D, diversi per la conformazione, utilizzo, area scansionata e risoluzio-

zione. I primi due sono scanner portatili, Artec Eva e Artec Spider, che differiscono tra loro per la dimensione dell'area di scansione (in inglese *field of view* o FoV) che hanno: il primo ha un FoV che può spaziare tra un minimo di 24,4 x 14,2 cm e i 83,8 x 48,8 cm e una distanza di lavoro che deve essere compresa tra i 40 e i 100 cm (www.artec3d.com); Artec Eva può quindi scansionare oggetti che siano non più piccoli di 10-20 cm. Artec Spider ha un FoV che varia tra i 9 x 7 cm e i 18 x 14 cm e una distanza di scansione molto più ravvicinata al pezzo da digitalizzare, tra i 20 e 30 cm (www.artec3d.com). Artec Spider è usato per scansionare oggetti piccoli, fino a qualche centimetro di grandezza, o che necessitino di maggior dettaglio rispetto ad Artec Eva. Difatti, questi diversi FoV e *working distance* si riflettono in diverse risoluzioni per questi due scanner. Artec Eva ha una risoluzione tridimensionale di 0,2 mm ed un'accuratezza della mesh (cioè dell'oggetto digitale tridimensionale creato dall'elaborazione dei dati) di 0,1 mm, mentre per Artec Spider la risoluzione è di 0,1 mm e l'accuratezza è di 0,05 mm. Il terzo scanner impiegato per la digitalizzazione del materiale di Cava Monticino è Artec Micro, uno scanner desktop che, come suggerisce il nome, è adatto per la scansione di oggetti di piccole e piccolissime dimensioni. Con una precisione tridimensionale di 10 µm e una risoluzione di 29 µm rivela perciò particolarmente adatto alla scansione di fossili minuti, come ad esempio denti o piccole ossa dello scheletro postcraniale. Tutti e tre gli scanner sono in grado di acquisire sia geometrie che *texture* (colori esterni della superficie) degli oggetti scansionati. Per gli scanner portatili Artec Eva e Spider il procedimento di scansione consiste in una serie di acquisizioni 3D del reperto in più norme, inquadrando l'oggetto o una porzione di esso e avendo cura di acquisire dati tridimensionali con un discreto grado di sovrapposizione tra una passata e l'altra (fig. 1). Tale accortezza non preclude la ricostruzione finale dell'oggetto scansionato ma ne facilita e velocizza l'elaborazione. Al contrario degli altri due scanner, per i quali gli oggetti sono generalmente posti su una piattaforma rotante che permetta di scansionarli senza bisogno che l'operatore si sposti attorno al pezzo, Artec Micro dispone di un braccio basculante con testa rotante sulla cui sommità è disposto un disco che costituisce la superficie di scansione, regolabile in base alle dimensioni del reperto grazie a spessori che alzino o abbassino (se rimossi) il campione rispetto all'area di ripresa tridimensionale (fig. 2). Grazie a queste dotazioni, la scansione risulta del tutto autonoma e automatizzata grazie al software nativo Artec Studio 15 Professional, che si occupa di acquisire porzioni limitate e



Fig. 1 – Scansione di un blocco ossifero (MSF 65) tramite lo scanner 3D ad alta risoluzione Artec Eva presso i locali del Museo Civico di Scienze Naturali “Malmerendi” di Faenza.

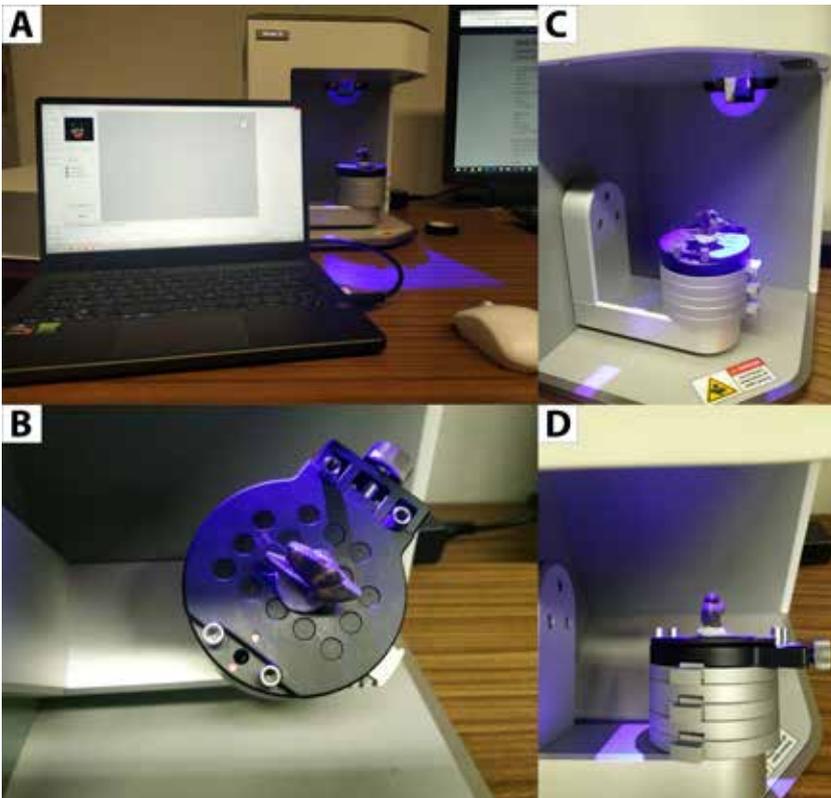


Fig. 2 – Set-up (A) e realizzazione della scansione ad alta risoluzione con lo scanner Artec Micro (B-D) di un dente di *Eucyon monticinensis*.

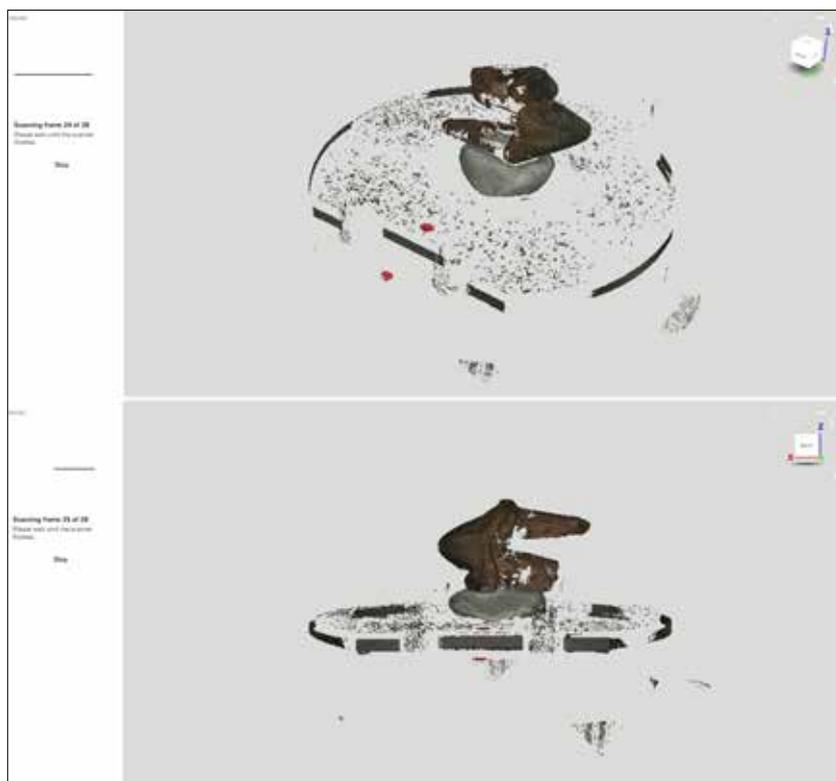


Fig. 3 – Acquisizione di singole scansioni sul un dente di *Lycyaena* da Cava Monticino che vengono acquisite ed elaborate in diretta dal programma Artec Studio 15 Professional.

con ampia sovrapposizione del campione da digitalizzare attraverso diversi percorsi di scansione (cioè combinazioni di movimenti del braccio basculante e rotazioni della testa che orientano l'oggetto in modo sempre diverso per ogni frame acquisito) preimpostati nel programma o personalizzabili dall'operatore (fig. 3). Indipendentemente dallo scanner usato, i dati grezzi sono registrati e elaborati in Artec Studio 15 Professional: il programma permette di realizzare tutti i passaggi della ricostruzione digitale, dalla cattura delle superfici tridimensionali, alla modifica e editing delle acquisizioni, dall'allineamento e costruzione della mesh, fino all'aggiunta della texture sull'oggetto tridimensionale e la sua esportazione nei file tridimensionali più comuni (.obj, .stl, .ply) (fig. 4) e (fig.5), sia che questi siano stati acquisiti con Artec Eva, Artec Spider o Artec Micro.

I risultati sono ottimi in ogni condizione di scansione nonostante la colorazione scura di alcuni campioni, che avrebbe potuto inficiare la ricostruzione tridimensionale (fig. 6). Si possono anche apprezzare i risultati della scansione in realtà aumentata scansionando il QR-code e poi il marker in fig. 7.

- Tomografie Computerizzate

I due blocchi ossiferi più rilevanti (MSF 62 e MSF 89) particolarmente ricchi di ossa sono stati anche sottoposti ad analisi tomografica, per indagare la presenza di eventuali fossili contenuti all'interno del sedimento

e non affioranti sulla superficie del blocco. La scansione tomografica è stata effettuata presso il reparto di Radiologia Medica (SOS Radiologia) dell'Ospedale S. Giovanni di Dio (Firenze) usando uno scanner Siemens Somatom Definition AS.

Per evitare eccessiva manipolazione dei campioni più fragili, la loro scansione è avvenuta all'interno dell'imballaggio usato per il trasporto in sicurezza degli stessi (fig. 8), mentre quelli meglio preservati sono stati esposti direttamente alla scansione (fig. 9). Sono stati usati differenti settaggi preimpostati del programma di scansione a seconda delle dimensioni dei campioni scansionati, in modo da raggiungere una risoluzione ottimale per ognuno di questi. La scansione ha prodotto 1392 immagini per il blocco ossifero MSF 89 e 758 per il blocco MSF 62, ognuna con una dimensione di 512x512 pixel, uno spessore di 0,6 mm e un passo di 0,4 mm. I campioni sono stati scansionati due volte con settaggi leggermente diversi: in particolare cambiando il parametro "kernel" (la matrice di convoluzione), ottenendo due dataset grezzi di ogni pezzo con sfocatura e affilatura diversa (fig. 10). I dati ottenuti con le scansioni sono stati analizzati con i software freeware MicroDicom viewer 3.9.5 e Blender 2.93 e il software Amira 5.4.5. I risultati ottenuti con il processo di scansione e le successive elaborazioni mostrano la presenza di un gran numero di ossa all'interno dei blocchi (fig. 10). Tuttavia, le elaborazioni di estrazione digitale di queste dalla matrice o dagli altri clasti che circondano le ossa dei blocchi MSF 62 e MSF 89 risul-

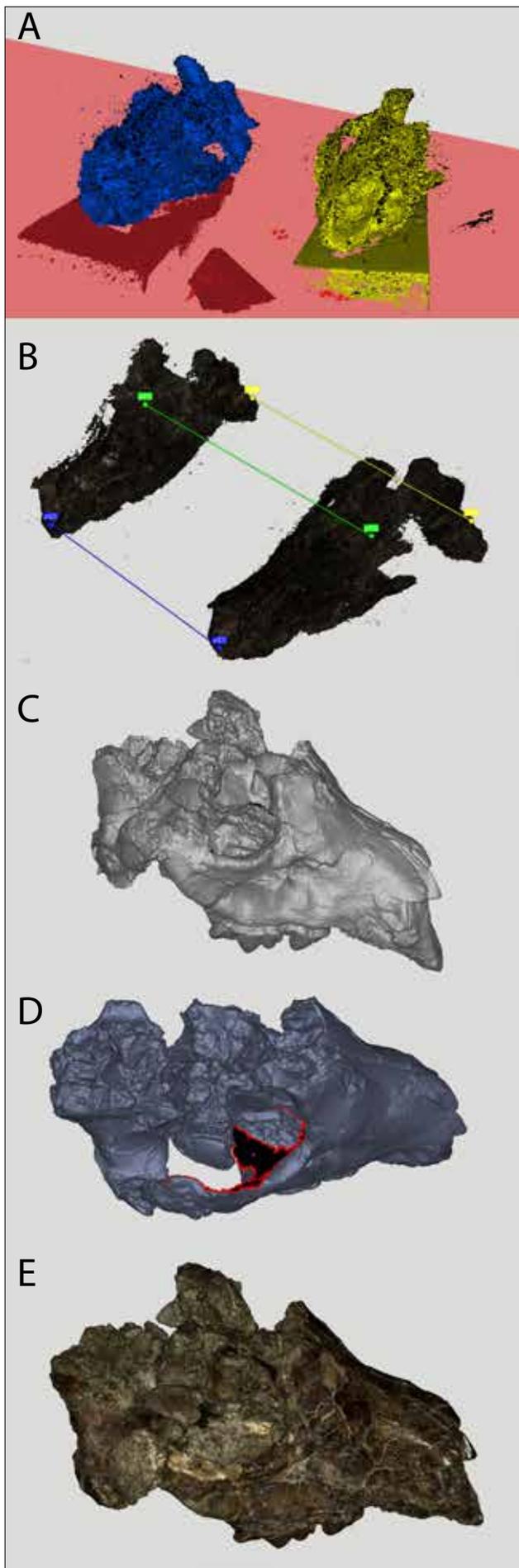
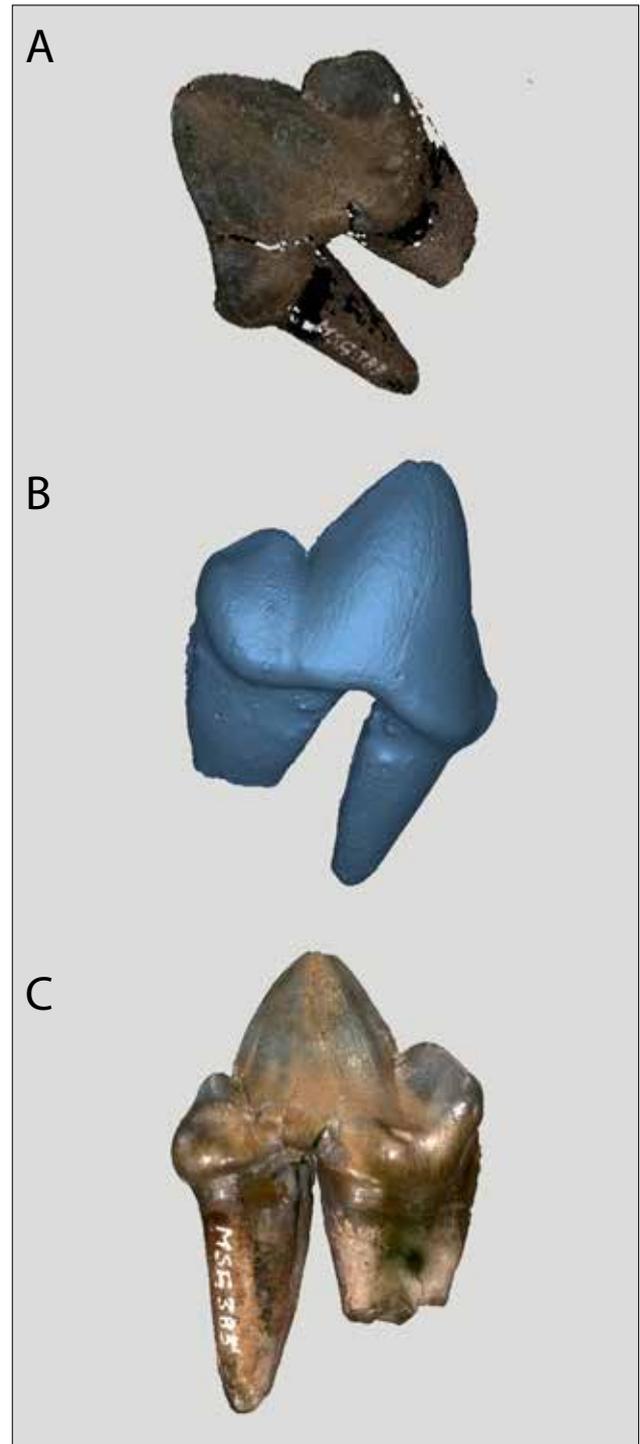


Fig. 4 (a sinistra) – Elaborazioni delle scansioni ottenute con gli scanner Artec Eva e Artec Spider. A, rimozione della base di scansione. B, allineamento delle due serie di scansioni. C, creazione della mesh tridimensionale. D, riempimento buchi. E, applicazione della texture sulla mesh ottenuta dalle elaborazioni.

Fig. 5 (in basso) – Elaborazioni delle scansioni ottenute con gli scanner Artec Micro. A, registrazione globale delle scansioni acquisite. B, creazione della mesh tridimensionale. C, applicazione della texture sulla mesh ottenuta dalle elaborazioni.



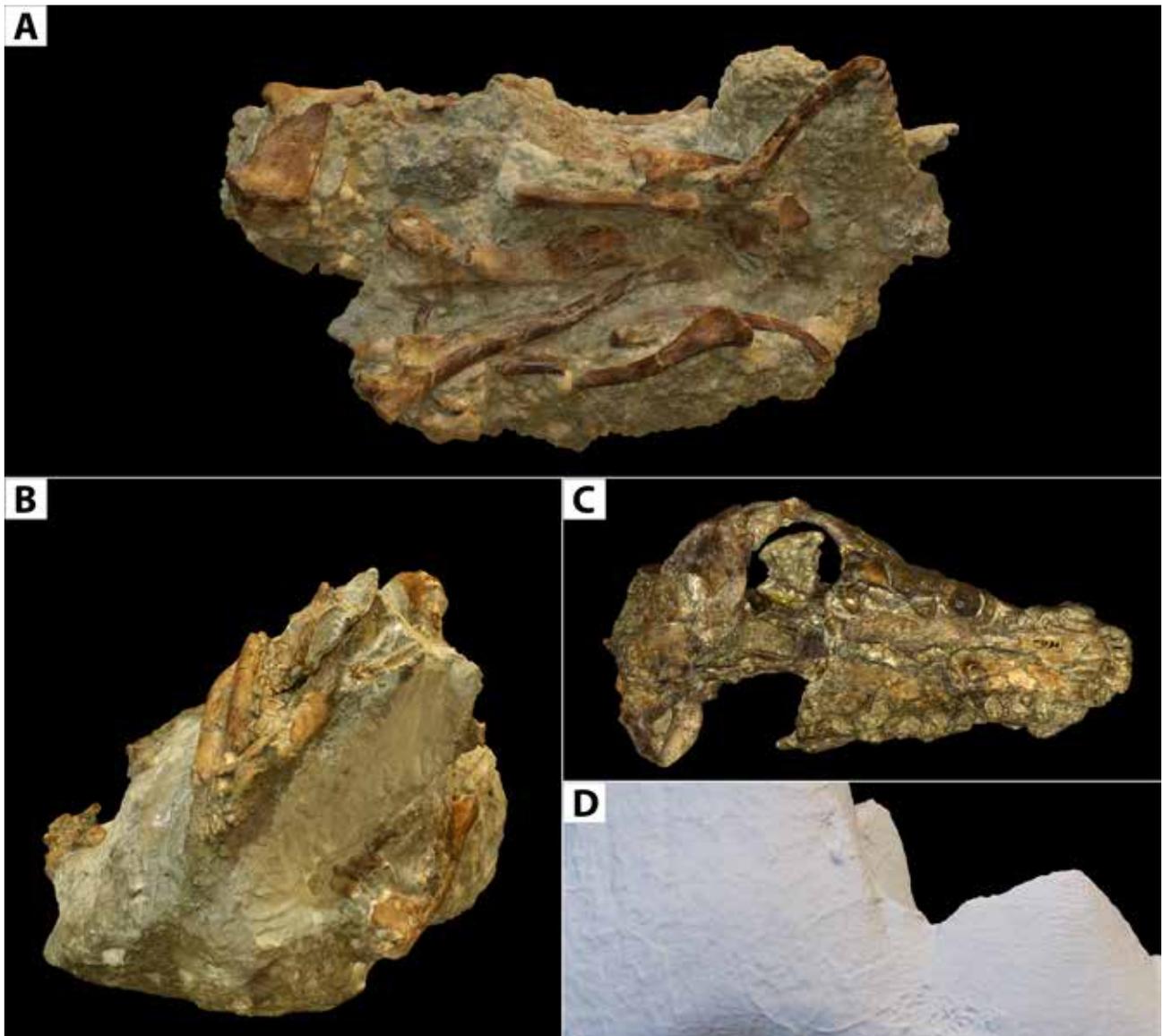


Fig. 6 – Risultati delle scansioni di superficie di fossili di Cava Monticino. A, blocco ossifero MSF 89 con numerose ossa postcraniali. B, blocco ossifero MSF 62. C, cranio di *Lycyaena* cf. *chaeretis*, MSF 84, in norma ventrale. D, dettaglio della mesh ottenuta dalla scansione di un dente di *Eucyon monticinensis*. Campioni non in scala.

tano particolarmente complesse. La densità dell'osso fossilizzato è sia incredibilmente simile a quella del sedimento (come nel caso di MSF 62) che ai clasti che costituiscono il microconglomerato del blocco MSF 89 (fig. 10). Neppure applicando kernel diversi (fig. 10) la qualità delle immagini per la ricostruzione migliora in quanto ad alti valori delle matrici di convoluzione (fig. 10A, C) la correzione della nitidezza applicata dal programma di scansione genera delle “interferenze” che disturbano sia in fase di visualizzazione che in fase di elaborazione, mentre per bassi valori (fig. 10B, D) risulta difficile apprezzare i contorni delle varie ossa, essendo essi meno definiti e marcati rispetto al sedimento circostante. Nonostante queste difficoltà, almeno nel caso di MSF 62, è stato possibile ottenere i modelli tridimensionali delle nu-

merose ossa contenute all'interno del blocco (fig. 11). La maggior parte di queste sono costituite da ossa postcraniali, principalmente vertebre caudali e metapodi, di un carnivoro di piccole dimensioni, presumibilmente *Plioviverrops*, e di uno di dimensioni medio-grandi, come ad esempio *Lycyaena*. Nel caso di fossili come MSF 89 dove la differenza di densità tra ossa, clasti e sedimento inglobante è veramente ridotta, l'estrazione del materiale postcraniale rimane comunque possibile ma considerevolmente lunga e complessa. Nonostante ciò, l'indagine tomografica ha permesso di mostrare, per la prima volta e in totale sicurezza per i campioni, che il contenuto fossilifero di questi blocchi è più abbondante e perfino più interessante di quanto ci si aspettasse ad un esame esterno.

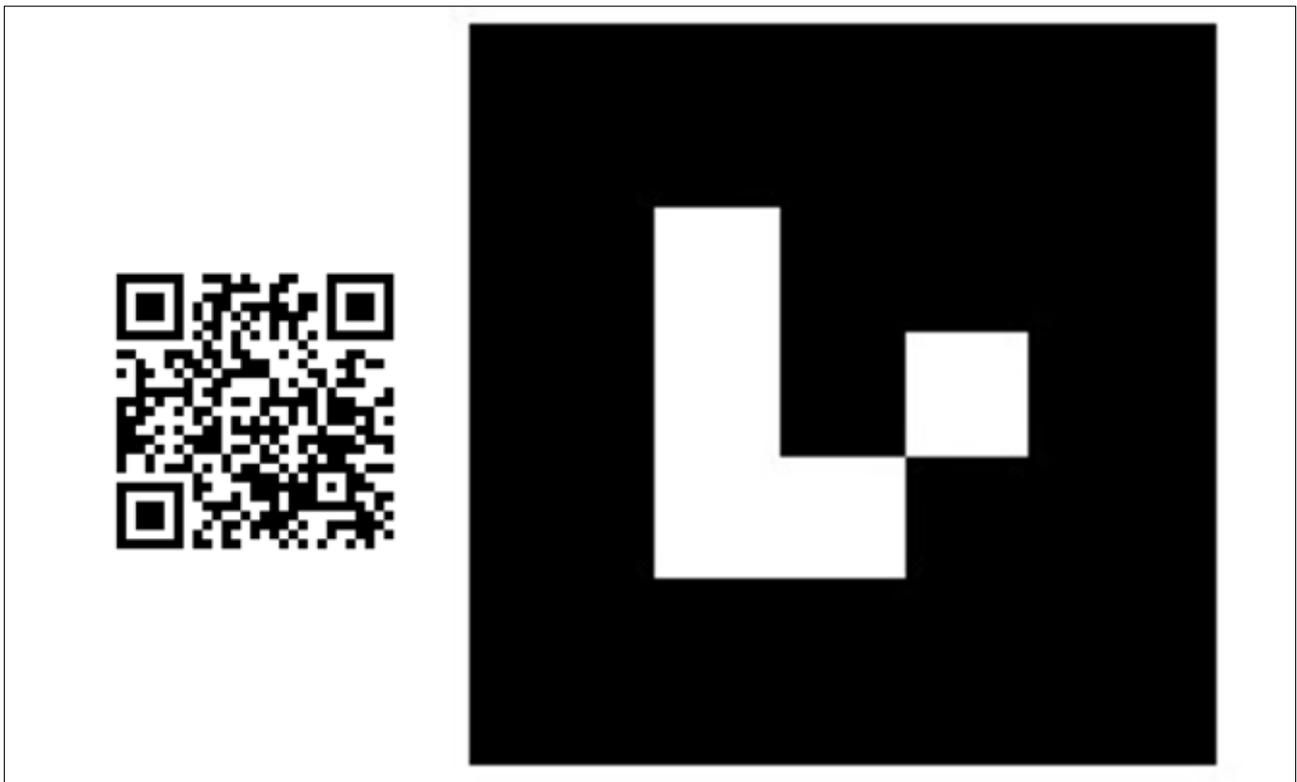


Fig. 7 – Applicazione web di realtà aumentata che permette di visualizzare il modello 3D del blocco MSF 62. Istruzioni come in BARTOLINI-LUCENTI *et alii* (2020): Scansionare con il proprio dispositivo mobile il codice QR sulla sinistra; aprire il link sul browser permettendo all'applicazione di accedere alla fotocamera del proprio dispositivo; puntare la fotocamera verso il marker (sulla destra); aspettare che il modello carichi (fino a 10 secondi). È possibile muovere il dispositivo intorno al marker (o muovere il marker) per vedere le diverse porzioni del modello 3D. Si veda l'Appendice per i problemi più comuni.

Conclusioni e Prospettive

L'uso di tecnologie per la ricostruzione digitale di reperti museali, non solo in contesto paleontologico, è diventato sempre più frequente, specialmente negli ultimi 10 anni. Grazie a queste applicazioni di paleontologia virtuale, ricercatori e curatori di collezioni hanno accesso ad una grande quantità di dati che permettono loro di studiare e divulgare più efficacemente e in dettaglio maggiore i fossili in studio. Questo vale anche per la ricca e interessante documentazione fossile di Cava Monticino. In particolare, nel caso dei blocchi ossiferi, come MSF 62 e MSF 89, l'indagine tomografica è andata ad aggiungersi a quella di superficie rivelando numerose ossa fossili celate all'interno del sedimento e inframmezzate ai clasti, come visibile nelle (fig. 10) e (fig. 11).

Come ricordato anche nei paragrafi precedenti, questi fossili digitali provenienti da scansioni tridimensionali di superficie o da analisi tomografiche, hanno un'alta attrattiva e permettono, con un dettaglio molto maggiore delle semplici fotografie bidimensionali, al pubblico che visita un'esposizione o semplicemente legge un articolo scientifico di



Fig. 8 – Scansione tomografica del blocco ossifero MSF 89 presso l'Ospedale San Giovanni di Dio di Firenze, contenuto all'interno dell'imballaggio usato per il trasporto e la manipolazione in sicurezza.



Fig. 9 – Scansione tomografica del blocco MSF 62 contenente diversi resti di *Plioviverrops faventinus*, realizzata presso l'Ospedale San Giovanni di Dio di Firenze.

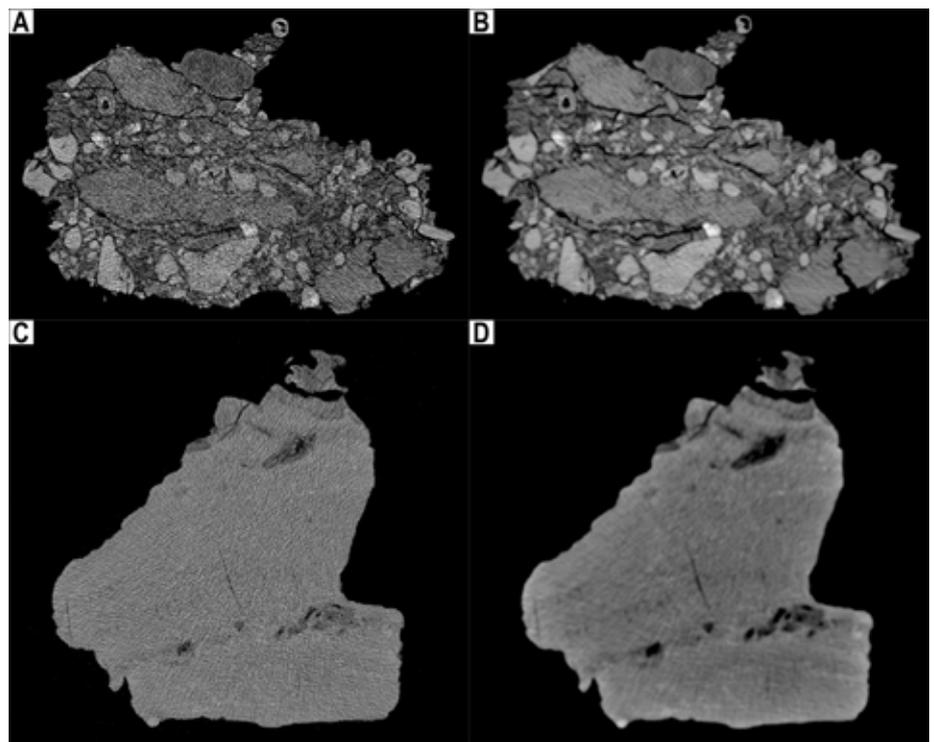


Fig. 10 – Dati grezzi delle scansioni dei blocchi MSF 89 (A-B) e MSF 62 (C-D) diversi per i parametri di kernel. A e C hanno parametri più elevati (che implicano una maggiore nitidezza delle immagini delle scansioni) mentre B e D hanno parametri delle matrici di convoluzione più bassi (che danno nitidezza minore alle immagini). Come si vede, i diversi parametri influenzano profondamente la capacità di discernere tra ossa, matrice inglobante e eventuali clasti.

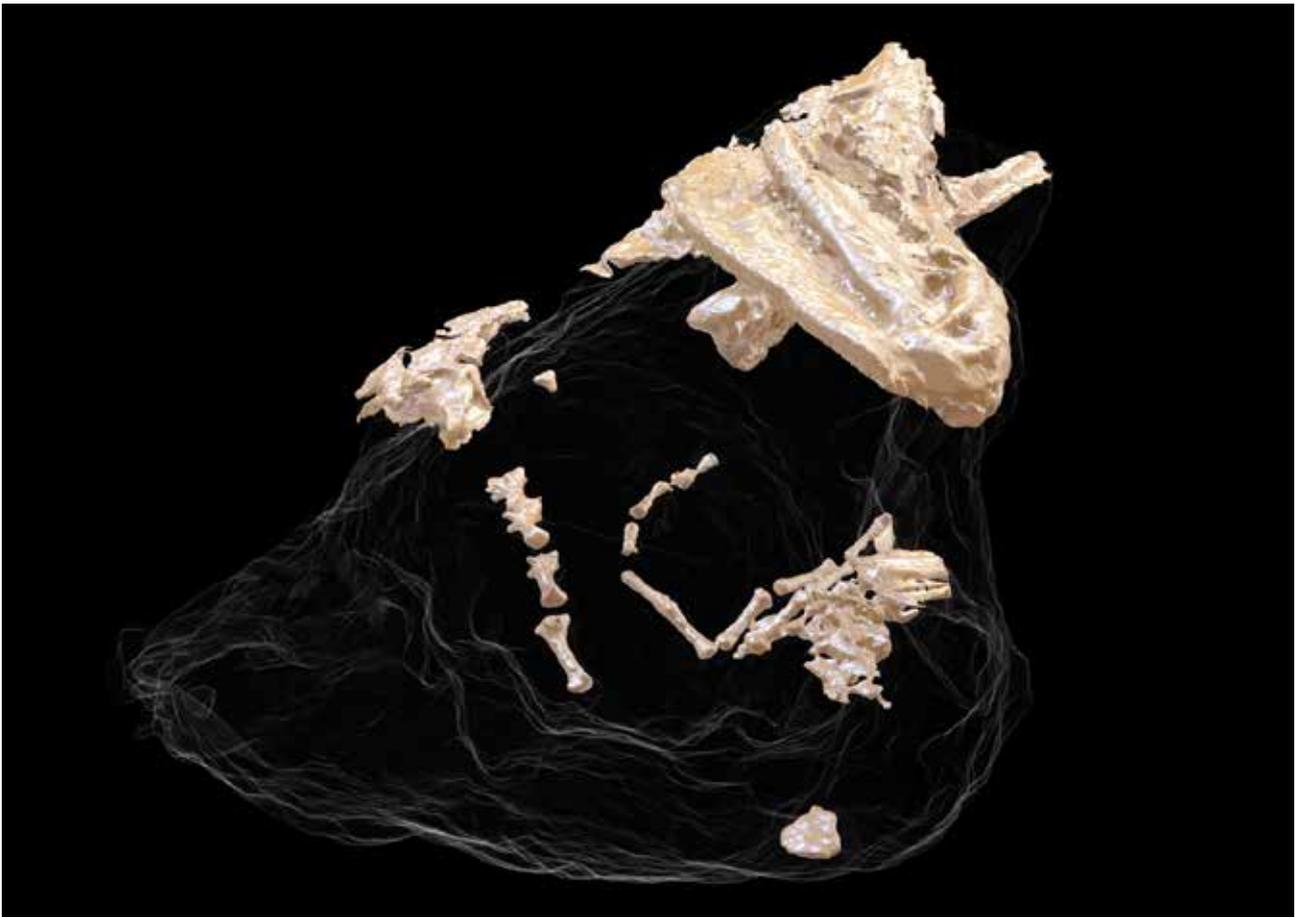


Fig. 11– Fossili preservati all'interno del blocco MSF 62 evidenziati dall'analisi tomografica e messi in evidenza grazie al processo di segmentazione.

apprezzare le morfologie, le diverse proporzioni tra le parti e le caratteristiche li contraddistinguono; inoltre, nel caso di immagini tomografiche, è possibile mostrare porzioni del reperto che altrimenti non sarebbero accessibili, quali le sue cavità interne (ad esempio l'endocranio in caso di vertebrati), o ancora di evidenziare elementi contenuti all'interno di blocchi, come mostrato prima sul reperto di Cava Monticino MSF 62 (fig. 11). L'alta attrattività dei questi contenuti educativi (che insieme ad altri sistemi che hanno lo scopo di educare intrattenendo il pubblico ricadono nella definizione inglese di *edutainment*) deriva dal fatto che i fossili 3D e le tecnologie di imaging digitale permettono al pubblico di interagire direttamente con il contenuto 3D in vari modi come applicazioni di realtà aumentata (si veda il caso di fig. 7 e BARTOLINI-LUCENTI *et alii* 2020), realtà virtuale, oppure anche semplicemente su schermi e apposite postazioni all'interno dei percorsi espositivi. La sperimentazione diretta porta il visitatore a comprendere ciò che osserva ad un livello più "intuitivo" rispetto alla semplice lettura, visione di una fotografia o di un resto al di là di una vetrina.

Se a questo aggiungiamo anche esperienze tattili, ad esempio stampando in 3D elementi altrimenti non accessibili di un fossile, ecco che la divulgazione risulterà più efficace e immediata.

Bibliografia

- S. BARTOLINI-LUCENTI, M. BUKHSIANIDZE, B. MARTÍNEZ-NAVARRO, D. LORDKIPANIDZE 2020, *The Wolf from Dmanisi and Augmented Reality: Review, Implications, and Opportunities*, "Frontiers in Earth Science" 8, pp.131.
- S. BARTOLINI-LUCENTI, G. DIONISIO, F. BIGONI, L. ROOK 2021a, *Of bears and boats: first digitalization of Ainu artifacts of the Anthropology and Ethnology Museum of Florence*, "Archivio per l'Antropologia e la Etnologia" CL, pp. 159-169.
- S. BARTOLINI-LUCENTI, G. DIONISIO, L. ROOK, F. BIGONI 2021b, *3D Digitalization of selected specimens of the Anthropology and Ethnology Museum of Florence with Artec Spider*, "Museologia Scientifica Memorie" Giugno 2021, pp. 123-127.

- M. BASTIR, D. GARCÍA-MARTÍNEZ, N. TORRES-TAMAYO, C. PALANCAR, F.J. FERNÁNDEZ-PÉREZ, A. RIESCO-LÓPEZ, P. OSBORNE-MÁRQUEZ, M. ÁVILA, P. LÓPEZ-GALLO 2019, *Workflows in a Virtual Morphology Lab: 3D scanning, measuring, and printing*, "Journal of Anthropological Sciences" 97, pp. 107-134.
- R. BERNDT, G. BUCHGRABER, S. HAVEMANN, V. SETTGAST, D. W. FELLNER 2010, *A publishing workflow for cultural heritage artifacts from 3d-reconstruction to internet presentation*, In M. Ioannides, D. Fellner, A. Georgopoulos, D. Hadjimitsis (a cura di) *Digital Heritage: Third International Euro-Mediterranean Conference* (EuroMed 2010, Lemessos, Cyprus, November 8-13, 2010. Proceedings Vol. 6436). Springer Science & Business Media, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 166-178.
- O. CIRILLI, M. MELCHIONNA, C. SERIO, R.L. BERNOR, M. BUKHSIANIDZE, D. LORDKIPANIDZE, L. ROOK, A. PROFICO, P. RAIA 2020, *Target deformation of the Equus stenonis holotype skull: A virtual reconstruction*, "Frontiers in Earth Science" 8, pp. 247.
- J.A. CUNNINGHAM, I.A. RAHMAN, S. LAUTENSCHLAGER, E.J. RAYFIELD, P.C.J. DONOGHUE 2014, *A virtual world of paleontology*, "Trends in Ecology and Evolution" 29(6), pp. 347-357.
- F. DI PAOLA, G. MILAZZO, F. SPATAFORA 2017, *Computer aided restoration tools to assist the conservation of an ancient sculpture: the colossal statue of Zeus enthroned*, "International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences" 42, pp. 177-183.
- J. KĘSIK, J. MONTUSIEWICZ, R. KAYUMOV 2017, *An approach to computer-aided reconstruction of museum exhibits*, "Advances in Science and Technology Research Journal" 11, pp. 87-94.
- I. KOGAN, M. RUCKI, M. JÄHNE, D.E. PASSOS, T. CVJETKOVIC, S. SCHMIDT 2020, *One Head, many Approaches. Comparing 3D Models of a Fossil Skull*. In: T. LUHMANN, C. SCHUMACHER (a cura di) *Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messung Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2020*, Wichmann Verlag, Berlin, pp. 22-31.
- S. LAUTENSCHLAGER 2016, *Reconstructing the past: methods and techniques for the digital restoration of fossils*, "Royal Society Open Science" 3(10), 160342.
- L. PANDOLFI, J. FORTUNY, P. RAIA, L. ROOK (a cura di) 2020, *Evolving Virtual and Computational Palaeontology*, "Frontiers in Earth Science" 8, <https://www.frontiersin.org/research-topics/10737/>
- G. PAVLIDIS, A. KOUTSOUDIS, F. ARNAOUTOGLU, V. TSIUKAS 2007, *Methods for 3D Digitization of Cultural Heritage*, "Journal of Cultural Heritage" 8, pp. 93-98.
- C. POLLALIS W. FAHNBULLEH, J. TYNES, O. SHAER 2017, *HoloMuse: Enhancing engagement with archaeological artifacts through gesture-based interaction with holograms*. In J. Steimle, M. Inakage, E. Yi-Luen, O. Shaer, K. Kunze, R.L. Peiris (a cura di) *Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, ACM, pp. 565-570.
- C. POLLALIS, E.J. MINOR, L. WESTENDORF, W. FAHNBULLEH, I. VIRGILIO, A.L. KUN, O. SHAER 2018, *Evaluating learning with tangible and virtual representations of archaeological artifacts*. In: Y. FERNAEUS, D. McMILLAN, M. JONSSON (a cura di) *TEI '18: Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (Stockholm, Sweden, March 2018. Association for Computing Machinery), New York, pp. 626-637.
- M. SUTTON, I. RAHMAN, R. GARWOOD 2014, *Techniques for virtual palaeontology*. John Wiley & Sons.
- L. TAPANILA, I.A. RAHMAN (a cura di) 2016, *Virtual Paleontology*, "The Paleontological Society Papers", volume 22, pp. 209.
- M.J. WACHOWIAK, B.V. KARAS 2009, *3D scanning and replication for museum and cultural heritage applications*, "Journal of the American Institute for Conservation" 48(2), pp. 141-158.

Ringraziamenti

Per la disponibilità e l'accesso alle strutture si ringraziano sentitamente Dr. Paolo Marchese Morello (Direttore Generale, Azienda Toscana centro), Dr. Giancarlo Landini (Fondazione Santa Maria Nuova), Dr. Stefano Michelagnoli (Direttore di Dipartimento Specialistiche Chirurgiche, Azienda Toscana Centro). Per la disponibilità e l'assistenza tecnica nell'esecuzione delle TAC di questi "vecchi pazienti" si ringrazia inoltre il personale tecnico sanitario di Radiologia Medica (SOS Radiologia) dell'Ospedale San Giovanni di Dio (Firenze). Un grazie a TBNET SOLUZIONI 3D (Arezzo) per il supporto tecnico, a Enzo Bagnaresi (Gruppo Speleologico Faentino) per l'accesso alle collezioni, e a Antonio ("Tonino") Benericetti per la sua passione e dedizione alla paleontologia del Monticino.

Visualizzazione e problemi più comuni nella fruizione del contenuto AR della fig. 7*

Un esempio di una corretta visualizzazione del contenuto digitale tramite la web-app di realtà aumentata è illustrato in fig. 12.

Guida all'uso della web-app di realtà aumentata

Innanzitutto, scansionare il QR-code sulla sinistra. Per farlo basterà utilizzare una qualsiasi app gratuita che trovate nell'App Store/Huawei AppGallery/PlayStore. N.B. Numerosi smartphone e tablet hanno già la funzione "scansione QR-code" all'interno della fotocamera.

Le migliori performance di visualizzazione dell'oggetto digitale si hanno con marker stampati, piuttosto che a schermo (su monitor di pc o altri dispositivi). Inoltre, stampe opache, che riducano i riflessi della luce, rappresentano le condizioni ottimali per una visualizzazione fluida e continua del contenuto AR.

Dispositivi iOS

Per visualizzare la web-app di realtà aumentata:

1. Concedere il permesso di accesso a Safari per aprire la fotocamera dell'iPhone o dell'iPad: ad esempio, selezionare Impostazioni > Safari > impostare il selettore "Accesso a Camera & Microfono", o dizioni simili, su attivo nel sottomenù "Privacy & Sicurezza".
2. Scansionare il QR-Code.
3. Aprire il link in Safari (N.B. l'applicazione ha qualche problema su Chrome per iOS o altri browsers, per cui non è garantita la corretta visualizzazione su tali applicazioni)
4. Se comparisse una notifica, confermare l'uso della fotocamera da parte di Safari (o del browser).
5. Puntare la fotocamera al marker, e attendere che il modello si carichi.

Per meglio visualizzare l'oggetto digitale è possibile cambiare l'orientamento del telefono portandolo da modalità portrait (verticale) a landscape (orizzontale) Se il modello dovesse scomparire dalla visualizzazione una volta passati alla vista landscape, sebbene fosse visibile in modalità portrait, ricaricare la pagina web.

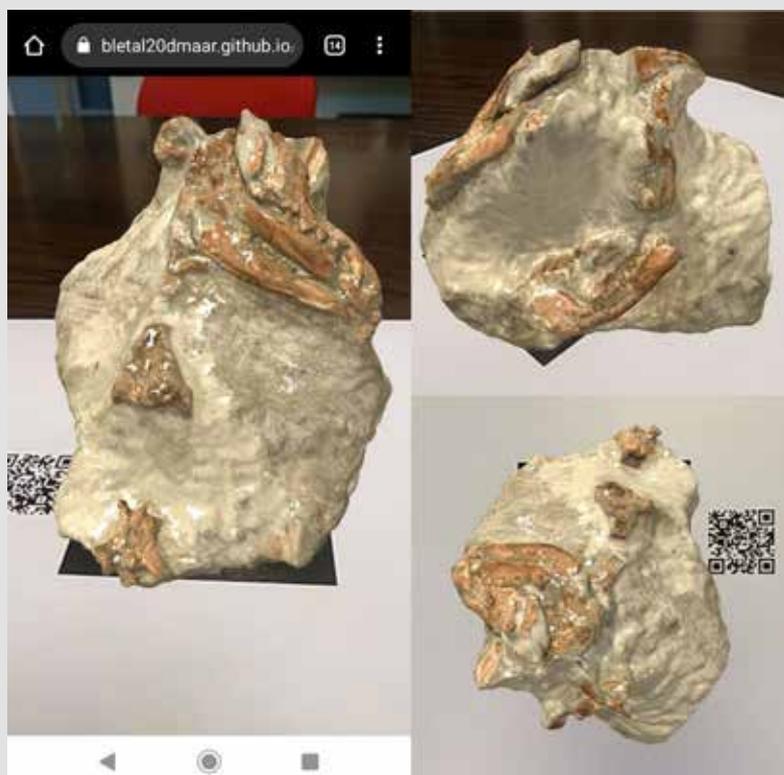
Dispositivi Android

Per visualizzare il QR-code: scegliere una qualsiasi app gratuita dall'App Store (controllare sempre che la fotocamera non abbia la funzione "scansione QR-code" integrata).

Per visualizzare la web-app di realtà aumentata:

1. Scansionare il QR-Code.
2. Aprire il link con il proprio browser (meglio con Chrome). Attenzione: alcune app per scansione di QR-code simulano i browser ma non permetteranno di visualizzare il contenuto digitale. Assicurarsi di copiare il link web e incollarlo nella propria app browser (Chrome, Firefox, ecc.).
3. Se comparisse una notifica, confermare l'uso della fotocamera da parte del browser.
4. Puntare la fotocamera al marker, e attendere che il modello si carichi.

Per meglio visualizzare l'oggetto digitale è possibile cambiare l'orientamento del telefono portandolo da modalità portrait (verticale) a landscape (orizzontale) Se il modello dovesse scomparire dalla visualizzazione una volta passati alla vista landscape, sebbene fosse visibile in modalità portrait, ricaricare la pagina web.



*(riferirsi anche a BARTOLINI-LUCENTI *et alii* 2020)

Fig. 12 – Esempio di corretta visualizzazione del contenuto digitale tramite la web-app di realtà aumentata.

I PESCI MESSINIANI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Giorgio Carnevale¹

Riassunto

Resti ittici sono stati rinvenuti presso Cava Monticino sia sotto forma di scheletri in connessione anatomica sia come resti isolati. Gli scheletri in connessione anatomica sono abbastanza ben conservati e sono stati estratti dalle peliti eusiniche alla base del terzo ciclo evaporitico della Formazione Gessoso-solfifera, mentre i rarissimi resti isolati tardo messiniani provengono dai riempimenti delle fessure carsiche della Formazione a Colombacci. Complessivamente, non meno di cinque taxa (*Clupeidae* indet., *Lates* cf. *niloticus*, *Trachurus* sp., *Gobiidae* indet., *Sarda* sp.) sono stati identificati tra i reperti estratti dalle peliti eusiniche e tre taxa (*Aphanius crassicaudus*, ?*Cichlidae* indet., ?*Sciaenidae* indet.) sono stati riconosciuti tra i fossili raccolti nei riempimenti delle fessure carsiche. Da un punto di vista paleoambientale, l'associazione ittica raccolta nelle peliti eusiniche è indicativa di un contesto lagunare costiero caratterizzato da acque con salinità prossima a quella marina normale. Per quanto riguarda il materiale rinvenuto nelle fessure carsiche, tenuto conto del ridottissimo numero di reperti, è plausibile che non vi fosse alcuna connessione fisica diretta tra l'ambiente di vita dei pesci e le fessure stesse, all'interno delle quali i resti probabilmente giunsero trasportati da episodici eventi di piena.

Parole chiave

Pesci, Formazione Gessoso-solfifera, Formazione a Colombacci, Messiniano, Italia

Abstract

Messinian fish remains from Cava Monticino consist of both articulated skeletons and isolated bones. Relatively well-preserved articulated skeletons have been collected from the euxinic shales of the third evaporitic cycle of the Gessoso-solfifera Formation, whereas very rare isolated bones derive from the latest Messinian karst fissure fillings of the Formazione a Colombacci Formation. Overall, at least five (*Clupeidae* indet., *Lates* cf. *niloticus*, *Trachurus* sp., *Gobiidae* indet., *Sarda* sp.) and three (*Aphanius crassicaudus*, ?*Cichlidae* indet., ?*Sciaenidae* indet.) taxa have been identified from the euxinic shales and fissure fillings, respectively. From a paleoenvironmental point of view, the fish assemblage from the euxinic shales suggests an open coastal lagoon paleobiotope characterized by thalassogenic waters with salinity close to normal marine values. As far as concerns the rare fish remains of the karst fillings, it seems to be likely that they were brought into the fissures by flooding events.

Keywords

Fishes, Formazione Gessoso-solfifera, Formazione a Colombacci, Messinian, Italy

Introduzione

Resti ittici di età messiniana sono stati rinvenuti presso la Cava Monticino nelle peliti eusiniche alla base del terzo ciclo evaporitico basale della Formazione Gessoso-solfifera (VAI, RICCI LUCCHI 1977; MARABINI, VAI 1985) sotto forma di scheletri in connessione anatomica e come elementi scheletrici isolati associati agli abbondanti resti di tetrapodi all'interno dei riempimenti delle cavità carsiche sviluppate nella Formazione a Colombacci (MARABINI, VAI 1989). Sebbene non siano ancora stati oggetto di uno studio di dettaglio, una rapida disamina del materiale conservato presso il Museo Civico di Scienze Naturali "Malmerendi" di Faenza (MSF) ha consentito di riconoscere non meno di cin-

que taxa ittici tra i fossili rinvenuti nelle peliti eusiniche della Formazione Gessoso-solfifera (LANDINI, SORBINI 1989). Lo studio dei pochissimi resti ittici recuperati nei riempimenti delle cavità carsiche della Formazione a Colombacci ha invece condotto all'identificazione di tre taxa (VILLA *et alii* 2021). Nel complesso, i pesci fossili di Cava Monticino costituiscono un'importante fonte di informazioni per interpretare la struttura e la composizione delle faune ittiche presenti nell'area adriatica durante le fasi iniziale e terminale della crisi di salinità del Messiniano, fornendo altresì informazioni di carattere paleoambientale sugli ecosistemi acquatici presenti nel corso di questo importante evento che ha caratterizzato il Mediterraneo nel Miocene superiore, tra 5.96 e 5.33 milioni di anni fa.

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, Via Valperga Caluso, 35, 10125 Torino – giorgio.carnevale@unito.it

I pesci fossili delle peliti eusiniche della Formazione Gessoso-solfifera

I resti scheletrici articolati raccolti nelle peliti eusiniche del terzo ciclo evaporitico basale di Cava Monticino sono in genere parzialmente completi e relativamente ben conservati (fig. 1 e 2). Sulla base del materiale esaminato, sono stati riconosciuti non meno di cinque taxa, di cui due (Clupeidae indet., Gobiidae indet.) identificabili esclusivamente a livello di famiglia in assenza di uno studio comparativo dettagliato. Alcuni esemplari (es. MSF 364, MSF 380) sono per l'appunto ascrivibili alla famiglia Clupeidae sulla base della configurazione generale del corpo, della morfologia debolmente arcuata del mascellare che occupa gran parte del bordo orale superiore, della struttura della colonna vertebrale e dello scheletro caudale, nonché della posizione relativa delle pinne pari e mediane e della densa copertura di scaglie cicloidi clipeate (fig. 1A, B).

Un reperto di dimensioni relativamente grandi privo

Famiglia	Taxon
Clupeidae	Clupeidae indet.
Latidae	<i>Lates cf. niloticus</i>
Carangidae	<i>Trachurus</i> sp.
Gobiidae	Gobiidae indet.
Scombridae	<i>Sarda</i> sp.

Tab. 1 – Lista dei taxa ittici rinvenuti nelle peliti eusiniche del terzo ciclo evaporitico basale della Formazione Gessoso-solfifera di Cava Monticino.

del capo e della porzione antero-ventrale del corpo (MSF 3) mostra alcune caratteristiche che ne supportano l'attribuzione alla specie *Lates cf. niloticus*, il cosiddetto persico del Nilo (fig. 1C). Tale reperto fu erroneamente attribuito alla famiglia Cichlidae (LANDINI, SORBINI 1989; CARNEVALE *et alii* 2003), ma una recente preparazione della porzione spinosa della pinna dorsale ne ha rivelato la configurazione tipica del persico del Nilo, con le prime tre spine di dimensioni crescenti - la terza maggiormente robusta e allungata - e le successive di taglia gradualmente decrescente (OTERO 2004).

Un altro esemplare (MSF 2; fig. 2A) privo del capo e della porzione anteriore dello scheletro assiale può essere attribuito alla famiglia Carangidae e, in particolare al genere *Trachurus*, il cosiddetto sugarello, sulla base della struttura allungata del corpo, dell'orientamento all'incirca verticale del primo pterigioforo della pinna anale, dell'ampio gap presente tra la seconda e la terza spina della pinna anale e dell'elevato numero

di raggi delle pinne dorsale e anale (SUDA 1996).

Esemplari di piccole dimensioni, in genere non eccedenti 3 cm di lunghezza e attribuiti in precedenza al genere *Gobius* (LANDINI, SORBINI 1989), documentano la presenza dei ghiozzi nell'associazione ittica (MSF 4; fig. 2B). La morfologia generale del capo e del corpo, la posizione relativa delle pinne mediane e la struttura dello scheletro caudale con i due ipurali ipassiali fusi tra loro e il terzo e quarto ipurali fusi tra loro e con l'urostilo sembrano supportare l'attribuzione alla famiglia Gobiidae. In assenza di uno studio comparativo di dettaglio non è possibile caratterizzare ulteriormente i reperti da un punto di vista tassonomico.

Infine, un reperto privo del capo e della metà anteriore del corpo e caratterizzato da parte della pigmentazione dermica e viscerale conservata (MSF 5; Fig. 3C) è riferibile alla famiglia Scombridae e, più in particolare, al genere *Sarda*, la cosiddetta palamita. Tale attribuzione è giustificata dalla posizione relativa delle pinne dorsale ed anale, con la pinna anale che si inserisce in posizione nettamente posteriore rispetto al punto di inserzione della seconda pinna dorsale, dalla morfologia delle vertebre addominali e caudali, caratterizzate da due ampie fosse laterali e prezigapofisi ben sviluppate (COLLETTE, CHAO 1975), e dalla presenza di una lunga chiglia orizzontale sul peduncolo caudale.

I resti ittici dei riempimenti delle cavità carsiche della Formazione Gessoso-solfifera

Tra le migliaia di resti ossei di tetrapodi raccolti nel corso degli anni all'interno dei riempimenti delle fessure di origine carsica della Formazione Gessoso-solfifera esposte presso la Cava Monticino sono stati riconosciuti un singolo dente e due vertebre chiaramente attribuibili a tre taxa ittici differenti (VILLA *et alii* 2021).

Una delle vertebre (MSF BRS2/F/1; fig. 3A, B) presenta archi e spina neurale piuttosto espansi con la spina neurale di forma conica ed orientata obliquamente con un angolo di circa 45° rispetto all'asse principale del centro vertebrale. Su entrambi i lati del centro

Famiglia	Taxon
Cyprinodontidae	<i>Aphanius crassicaudus</i>
Cichlidae	?Cichlidae indet.
Sciaenidae	?Sciaenidae indet.

Tab. 2 – Lista dei taxa ittici rinvenuti nei riempimenti delle cavità carsiche sviluppate nella Formazione a Colombacci presso Cava Monticino.

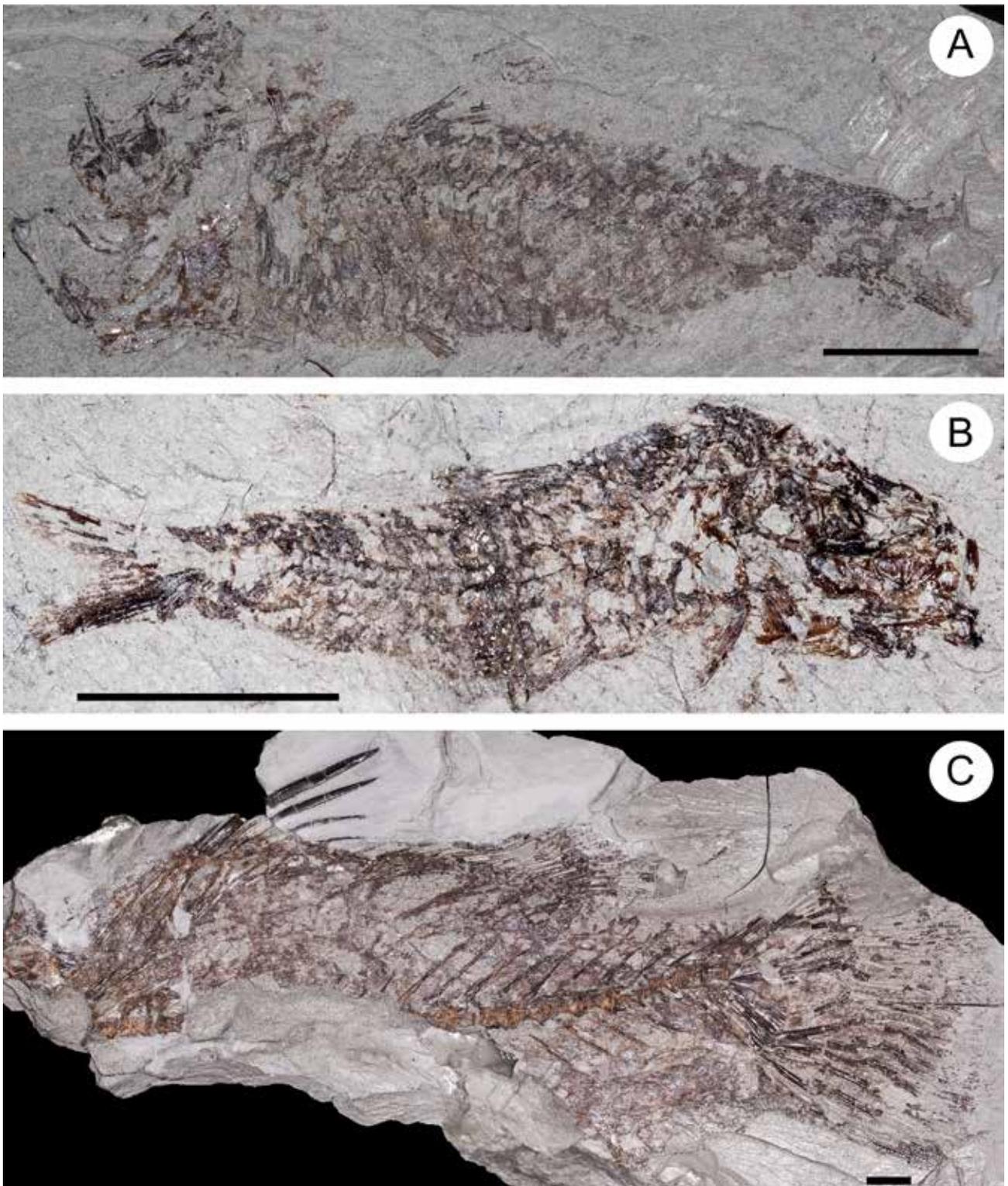


Fig. 1 – Resti ittici rinvenuti nelle peliti eusiniche del terzo ciclo evaporitico basale della Formazione Gessoso-solfifera di Cava Monticino. A) MSF 364, Clupeidae indet. B) MSF 380, Clupeidae indet. C) MSF 3, *Lates* cf. *niloticus*. Scala 10 mm.

vertebrale è ben visibile un'ampia parapofisi di forma arrotondata, ad indicare l'origine addominale della vertebra. La morfologia complessiva della vertebra e, in particolare, la struttura e configurazione degli archi e della spina neurale supportano l'attribuzione alla specie *Aphanius crassicaudus*, un ciprinodontide

estremamente comune negli ambienti paralici e costieri dell'area mediterranea nel corso del Messiniano (GAUDANT 1979; SORBINI, TIRAPELLE RANCAN 1980; CARNEVALE *et alii* 2019).

Il dente (MSF BRS19/F/1; fig 3C) è piuttosto allungato, compresso lateralmente e incisiviforme. La corona

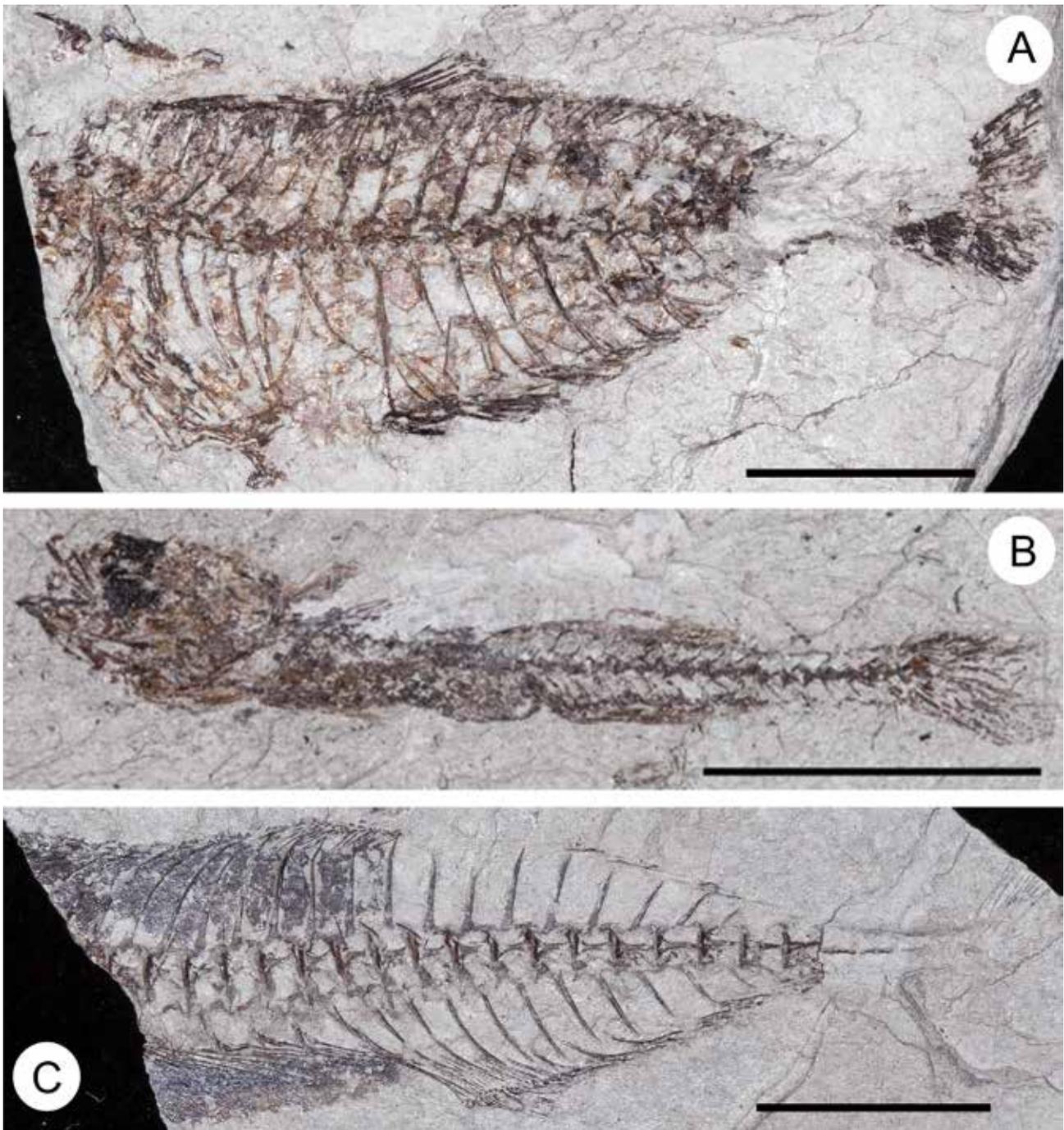


Fig. 2 – Resti ittici rinvenuti nelle peliti eusiniche del terzo ciclo evaporitico basale della Formazione Gessoso-solfifera di Cava Monticino. A) MSF 2, *Trachurus* sp. B) MSF 4, Gobiidae indet. C) MSF 5, *Sarda* sp. Scala 10 mm.

ha un'ampia porzione bulbosa ed è supportata da un lungo pedicello cilindrico. La morfologia del dente è simile a quella caratteristica di alcune specie della famiglia Cichlidae, alla quale è tentativamente attribuito. Sebbene attualmente siano assenti nella porzione settentrionale dell'area mediterranea, i ciclidi erano certamente presenti durante il Messiniano e resti scheletrici in connessione anatomica ed in ottimo stato di conservazione sono stati rinvenuti nelle peliti eusiniche della Formazione Gessoso-solfifera nell'Appennino settentrionale (CARNEVALE *et alii* 2003).

L'altra vertebra, anch'essa addominale, è solo parzialmente completa, priva degli archi e della spina neurale (MSF BRS19/F/2; fig. 3D). Il centro vertebrale è molto robusto con pareti laterali estesamente ornamentate da delicate striature e creste e profonde fossette. Una spessa prezigapofisi dorsale emerge obliquamente dall'angolo antero-dorsale del centro vertebrale. Un profondo solco mediano è riconoscibile lungo la superficie ventrale del centro. La vertebra in questione è stata provvisoriamente attribuita ad un taxon indeterminato della famiglia Sciaenidae in virtù dell'estesa

ornamentazione laterale del centro che risulta molto simile a quella osservata in alcune specie di questa famiglia Sciaenidae (VILLA *et alii* 2021), i cui otoliti sono stati rinvenuti nei sedimenti della Formazione a Colombacci (CARNEVALE *et alii* 2006; BANNIKOV *et alii* 2018).

Il significato paleoambientale e biogeografico dei pesci messiniani di Cava Monticino

L'associazione ittica rinvenuta nelle peliti eusiniche del terzo ciclo evaporitico basale di Cava Monticino è costituita da un numero esiguo di taxa tra i quali alcuni mostrano una chiara affinità marina (*Sarda* sp., *Trachurus* sp.), associati ad altri tipicamente eurialini (Clupeidae indet., Gobiidae indet.) e dulcicoli (*Lates* cf. *niloticus*). Sebbene sia ampiamente diffuso nelle acque dolci del continente africano, il persico del Nilo è estremamente tollerante alle variazioni della salinità ed è piuttosto comune in contesti paralici. Nel complesso, pertanto, l'associazione è indicativa di un ambiente lagunare costiero caratterizzato da acque con salinità prossima a quella marina in cui era possibile la coesistenza di taxa tipicamente marini, estuarini e dulcicoli. Di particolare interesse è la totale assenza del ciprinodontide *Aphanius crassicaudus*, di norma presente nei sedimenti fossiliferi legati alla crisi di salinità messiniana.

Per quanto riguarda i pesci riconosciuti sulla base dei resti rinvenuti nei riempimenti delle fessure carsiche, da un punto di vista puramente paleoambientale, *Aphanius crassicaudus* sembra aver popolato un ampio spettro di paleobiotopi paralici caratterizzati da acque ipoaline fino ad iperaline (GAUDANT 1979;

GAUDANT *et alii* 1988; LANDINI, SORBINI 1989). Nel complesso, l'associazione ittica delle fessure di Cava Monticino sembra mostrare un carattere termofilo e suggerisce che contesti lagunari o estuarini dovevano essere presenti non lontano dall'area in cui si erano sviluppate le fessure carsiche. L'esiguo numero di reperti ittici potrebbe essere giustificato dall'assenza di connessioni dirette tra l'ambiente di vita dei pesci e le fessure, all'interno delle quali sarebbero giunti trasportati da episodici eventi di piena, analogamente a quanto avvenuto per alcuni grandi mammiferi (VILLA *et alii* 2021).

Allo stato attuale delle conoscenze, la distribuzione di *Aphanius crassicaudus* sembra essere esclusiva del bacino mediterraneo, con una distribuzione temporale che copre quasi interamente il Messiniano, incluse tutte le fasi che caratterizzarono la crisi di salinità (CARNEVALE *et alii* 2019). Sebbene l'identificazione non possa essere considerata definitiva a causa della frammentarietà del singolo reperto disponibile, la possibile presenza di ciclidi nei sedimenti della Formazione a Colombacci estende alla fase terminale del Messiniano il record di questo gruppo di pesci tipicamente dulcicoli (seppure eurialini) nel settore settentrionale del Mediterraneo. Fossili di ciclidi sono stati rinvenuti nelle peliti eusiniche della Formazione Gessoso-solfifera nelle Marche e in Romagna (SORBINI 1988; LANDINI, SORBINI 1989; CARNEVALE *et alii* 2003) e, insieme al persico del Nilo discusso in precedenza, documentano un evento di dispersione miocenico da parte di taxa ittici di affinità nilotica che caratterizzò parte del continente europeo (ANTUNES 1989; OTERO, SORBINI 1999; CARNEVALE, LANDINI 2001; CARNEVALE *et alii* 2003).

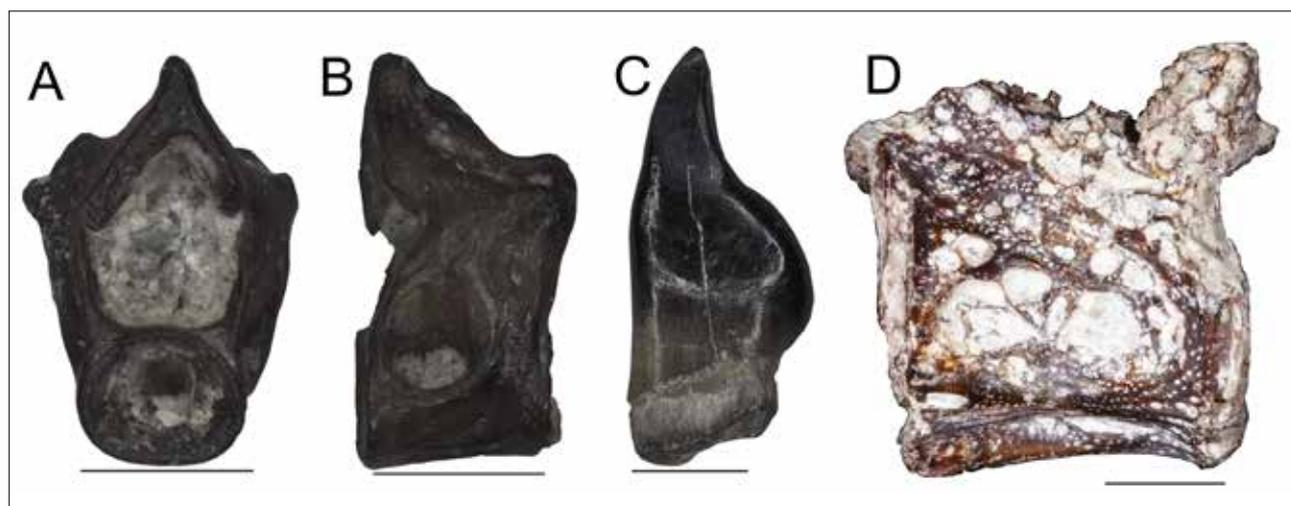


Fig. 3 – Resti ittici rinvenuti nei riempimenti delle cavità carsiche sviluppate nella Formazione a Colombacci presso Cava Monticino. A) MSF BRS2/F/1, vertebra addominale di *Aphanius crassicaudus* in norma anteriore e (B) in norma laterale; scala 0.5 mm. C) MSF BRS19/F/1, ?Cichlidae indet., dente isolato in norma laterale; scala 1 mm. D) MSF BR-S19/F/2, ?Sciaenidae indet., vertebra addominale in norma laterale; scala 5 mm.

Bibliografia

- M.T. ANTUNES 1989, *Miocene catfishes (Ariidae, Bagridae) from Lisbon: a Nilotic (or Sudanian) type fauna*, "Ciências da Terra" 10, pp. 9-22.
- A.F. BANNIKOV, W. SCHWARZHANS, G. CARNEVALE 2018, *Neogene Paratethyan croakers (Teleostei, Sciaenidae)*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 124, pp. 535-571.
- G. CARNEVALE, D. CAPUTO, W. LANDINI 2006, *Late Miocene fish otoliths from the Colombacci Formation (Northern Apennines, Italy): Implications for the Messinian 'Lago-mare' event*, "Geological Journal" 41, pp. 537-555.
- G. CARNEVALE, R. GENNARI, F. LOZAR, M. NATALICCHIO, L. PELLEGRINO, F. DELA PIERRE 2019, *Living in a deep desiccated Mediterranean Sea: An overview of the Italian fossil record of the Messinian salinity crisis*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 58, pp. 109-140.
- G. CARNEVALE, W. LANDINI 2001, *On the first occurrence of the genus Lates Cuvier and Valenciennes in the pre-evaporitic Messinian of the Mediterranean*, "Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona" 25, pp. 71-76.
- G. CARNEVALE, C. SORBINI, W. LANDINI 2003, *Oreochromis lorenzoi, a new species of tilapia cichlid from the late Miocene of central Italy*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 23, pp. 508-516.
- B.B. COLLETTE, L.N. CHAO 1975, *Systematics and morphology of the bonitos (Sarda) and their relatives (Scombridae, Sardini)*, "Fishery Bulletin" 73, pp. 516-625.
- J. GAUDANT 1979, "Pachylebias" *crassicaudus (Agassiz) (Poisson Téléostéen, Cyprinodontiforme), un constituant majeur de l'ichthyofaune du Messinien continental du bassin méditerranéen*, "Geobios" 12, pp. 47-73.
- J. GAUDANT, F. GUERRERA, D. SAVELLI 1988, *Nouvelles données sur le Messinien de Méditerranée occidentale: les gisements à Aphanis crassicaudus (Agassiz) (poissons téléostéens, Cyprinodontiformes) des Marches (Italie)*, "Geodinamica Acta" 2, pp. 185-196.
- W. LANDINI, L. SORBINI 1989, *Ichthyofauna of the evaporitic Messinian in the Romagna and Marche regions*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 287-293.
- 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.
- 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, pp. 369-382.
- O. OTERO 2004, *Anatomy, systematics and phylogeny of both Recent and fossil latid fishes (Teleostei, Perciformes, Latidae)*, "Zoological Journal of the Linnean Society" 141, pp. 81-133.
- O. OTERO, L. SORBINI 1999, *Étude systématique et anatomique du Lates (Perciformes, Latidae) du Messinien continental de Monte Castellaro, Italie. Considérations paléobiogéographiques*, "Studi e Ricerche sui Giacimenti Terziari di Bolca" 8, pp. 29-42.
- L. SORBINI 1988, *Biogeography and climatology of Pliocene and Messinian fossil fish of Eastern-central Italy*, "Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona" 14, pp. 1-85.
- L. SORBINI, R. TIRAPELLE RANCAN 1980, *Messinian fossil fish of the Mediterranean*, "Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology" 29, pp. 143-154.
- Y. SUDA 1996, *Osteology and muscular attachments of the Japanese jack mackerel, Trachurus japonicus*, "Bulletin of Marine Science" 58, pp. 438-493.
- 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 Apennines*, "Sedimentology" 24, pp. 211-244.
- A. VILLA, G. CARNEVALE, M. PAVIA, L. ROOK, M. SAMI, Z. SZYNDLAR, M. DELFINO 2021, *An overview on the late Miocene vertebrates from the fissure fillings of Monticino Quarry (Brisighella, Italy), with new data on non-mammalian taxa*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 127, pp. 275-332.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va a Marco Sami (Museo Civico di Scienze Naturali "Malmerendi", Faenza) per il prezioso supporto fornito durante lo studio speditivo dei reperti rinvenuti nelle peliti eusyniche dei cicli evaporitici basali di Cava Monticino e a Marco Pavia (Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino) e Andrea Villa (Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Cerdanyola del Vallès, Barcelona) per aver realizzato le foto degli esemplari illustrati nell'articolo.

GLI ANFIBI E I RETTILI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Andrea Villa^{1,2}, Massimo Delfino^{2,1}

Riassunto

Gli anfibi e rettili provenienti dal Miocene terminale di Cava Monticino sono stati attribuiti complessivamente ad almeno 26 taxa differenti, 8 anfibi (*Lissotriton* sp., ?*Latonia* sp., ?*Discoglossoidea* indet., cf. *Bufo* gr. *bufo*, *Bufo* gr. *viridis*, cf. *Hyla* sp., *Pelobates* sp., *Pelophylax* sp.) e 18 rettili (*Testudo* s.l., *Mauremys* sp., *Crocodylia* indet., *Agaminae* indet., *Eremiadini* indet., *Scincidae* indet., *Ophisaurus* sp., *Pseudopus* sp., *Varanus* sp., *Amphisbaenia* indet., *Eryx* cf. *jaculus*, *Platycephalus planicarinatus*, cf. *Paleoheterodon arcuatus*, *Natrix* sp., *Malpolon* sp., *Vipera* s.l. (gruppo "vipere orientali"), *Vipera* sp., *Colubroides* indet.). È quindi dimostrata la presenza di un'erpetofauna molto diversificata comprendente urodeli, anuri, testuggini terrestri e palustri, coccodrilli, lucertole, anfisbene e serpenti. Tale diversità rappresenta una rarità nel quadro delle erpetofaune tardo mioceniche che generalmente sono molto più povere di taxa. Nel complesso, l'associazione presenta affinità afroasiatiche e include le più antiche testimonianze fossili finora conosciute di alcuni taxa, come i boa delle sabbie appartenenti alla linea evolutiva della specie attuale *Eryx jaculus* o i serpenti del genere *Malpolon*. Un buon numero dei taxa identificati è assente dall'attuale fauna italiana. Le informazioni paleoambientali ricavabili dagli anfibi e rettili di Cava Monticino indicano un ambiente relativamente caldo e complesso. Esso era generalmente arido, ma con presenza di corpi d'acqua, affioramenti rocciosi e aree con suoli meno compatti, così come di aree sia aperte sia con maggiore copertura vegetale.

Parole chiave

Urodela, Anura, Testudines, Crocodylia, Squamata

Abstract

Amphibians and reptiles from the latest Miocene of Monticino Quarry are here referred to at least 26 different taxa, eight amphibians (*Lissotriton* sp., ?*Latonia* sp., ?*Discoglossoidea* indet., cf. *Bufo* gr. *bufo*, *Bufo* gr. *viridis*, cf. *Hyla* sp., *Pelobates* sp., *Pelophylax* sp.) and 18 reptiles (*Testudo* s.l., *Mauremys* sp., *Crocodylia* indet., *Agaminae* indet., *Eremiadini* indet., *Scincidae* indet., *Ophisaurus* sp., *Pseudopus* sp., *Varanus* sp., *Amphisbaenia* indet., *Eryx* cf. *jaculus*, *Platycephalus planicarinatus*, cf. *Paleoheterodon arcuatus*, *Natrix* sp., *Malpolon* sp., *Vipera* s.l. ("Oriental vipers" group), *Vipera* sp., *Colubroides* indet.). It is thus demonstrated the presence of a very diversified herpetofauna with urodeles, anurans, tortoises and pond turtles, crocodylians, lizards, amphisbaenians, and snakes. This diversity is rare in the frame of latest Miocene herpetofaunas, which are generally very poor in terms of taxa. Overall, the assemblage presents afroasiatic affinities and includes the most ancient fossil evidences of some taxa currently known, such as it is the case for sand boas of the *Eryx jaculus* lineage or *Malpolon* snakes. A large number of the identified taxa is absent from the extant Italian herpetofauna. Palaeoenvironmental data obtained from the amphibians and reptiles of the Monticino Quarry support a rather warm and complex environment. This was relatively arid, but with the presence of water bodies, rocky outcrops and areas with softer soils, as well as both open and more vegetated areas.

Keywords

Urodela, Anura, Testudines, Crocodylia, Squamata

Introduzione

La fauna del Miocene terminale proveniente da Cava Monticino è ampiamente conosciuta per gli importanti ritrovamenti di mammiferi (DE GIULI 1989; FERRETTI 2008; KOTSAKIS, MASINI 1989; MASINI, THOMAS 1989; TORRE 1989; ROOK *et alii* 1991; ROOK 1992; MASINI, ROOK 1993; ROOK, MASINI 1994; GALLAI,

ROOK 2011; ROOK, BERNOR 2013; PANDOLFI, ROOK 2017), ma i riempimenti delle fessure carsiche hanno restituito anche fossili di altri vertebrati. Tra questi, numerosi (nell'ordine delle migliaia) sono i resti di anfibi e rettili, animali ectotermi che per consuetudine vengono studiati insieme. Questa ricchezza fa della paleoerpetofauna di Monticino una delle più abbondanti e interessanti nel tardo Miocene europeo, la cui

¹ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici ICTA-ICP, c/ Columnes s/n, Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona - andrea.villa@icp.cat

² Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Via T. Valperga Caluso 35, 10125 Torino (TO) - a.villa@unito.it; massimo.delfino@unito.it

prima menzione in letteratura risale a una nota preliminare pubblicata da KOTSAKIS (1989) poco dopo la scoperta del giacimento avvenuta a metà degli anni '80. Alcuni dei resti furono successivamente studiati da DELFINO (2002) per la sua tesi di dottorato e inclusi in alcune pubblicazioni in italiano (ROOK, DELFINO 2003; ROOK, DELFINO 2007; ROOK *et alii* 2015). Recentemente, un quadro d'insieme aggiornato è stato presentato da VILLA *et alii* (2021), con l'identificazione di almeno 26 taxa differenti.

Urodeli

Classe Amphibia LINNAEUS, 1758
Ordine Urodela DUMÉRIL, 1806
Famiglia Salamandridae GOLDFUSS, 1820
Genere *Lissotriton* BELL, 1839
Lissotriton sp.

I salamandridi sono un folto gruppo di anfibi urodeli (circa 130 specie) molto diffuso in Nord America, Africa nordoccidentale, Europa e Asia (AMPHIBIAWEB, 2021). Si tratta di animali insettivori generalmente caratterizzati dalla deposizione di uova in acqua, dove spendono la vita larvale, dalla metamorfosi in cui viene conservata la coda e da una vita adulta tipicamente terrestre che prevede annualmente il ritorno all'acqua per un periodo più o meno lungo che consente i corteggiamenti, la fecondazione interna e la deposizione. Esistono tuttavia numerose eccezioni: fecondazione a terra e completo sviluppo degli embrioni nel corpo della madre che partorisce pochi piccoli, adulti in miniatura, oppure sviluppo parziale delle larve nel corpo della madre e parto in acqua di larve provviste regolarmente di branchie esterne (WITT, CALDWELL 2014). In Italia sono presenti complessivamente 10 specie di salamandridi appartenenti ai generi *Euproctus*, *Ichthyosaura*, *Lissotriton*, *Salamandra*, *Salamandrina*, e *Triturus*. Due sono le specie di *Lissotriton*, il tritone punteggiato *Lissotriton vulgaris* (LINNAEUS, 1758) e il tritone italiano, *Lissotriton italicus* (PERACCA, 1898) (SINDACO *et alii* 1996; SPEYBROECK *et alii* 2020).

Il gruppo dei tritoni e delle salamandre, gli urodeli, è poco rappresentato nell'associazione fossile dei vertebrati di Cava Monticino. Sono infatti presenti solo sei fossili di piccole dimensioni: una vertebra del tronco, una vertebra caudale, un radio e tre ilei. Di questi, solo la vertebra del dorso (incompleta e lunga poco meno di 1.5 mm; fig. 1a, b) è identificabile a livello di genere perché è dimensionalmente e morfologicamente congruente con le vertebre dei piccoli tritoni del genere *Lissotriton*. Particolarmente diagnostici sono la

combinazione di un corpo vertebrale opistocelico, l'arco neurale moderatamente alto con un margine anteriore rettilineo e la cresta ventrale ben sviluppata. La taglia potrebbe essere comparabile con quella delle specie attuali *Lissotriton vulgaris* e *Lissotriton helveticus* oppure anche della specie estinta *Lissotriton rohersi*, ma la scarsità del materiale diagnostico e la sua incompletezza non consentono di proporre un'identificazione specifica.

Gli altri fossili potrebbero essere forse attribuiti allo stesso genere, ma l'assenza di informazioni sui caratteri diagnostici di questi elementi scheletrici e la taglia leggermente più grande di alcuni di essi richiedono cautamente una attribuzione a livello di ordine.

Il registro paleontologico italiano degli urodeli è estremamente povero e riguarda quasi esclusivamente resti disarticolati. Gli urodeli miocenici italiani sono quasi sconosciuti e sono rappresentati da *Salamandrina* sp. proveniente dal Miocene inferiore della Sardegna (dove è attualmente estinta; MACALUSO *et alii* 2021), da pochi resti riferiti a una specie indeterminata di *Lissotriton* e una unica vertebra del genere estinto *Chelotriton* ritrovati nel giacimento del Miocene superiore di Moncucco Torinese (COLOMBERO *et alii* 2017). Per quanto scarsi, i resti del Monticino rappresentano quindi un complemento importante alla conoscenza degli urodeli che hanno abitato l'Italia.

Anuri

Ordine Anura FISCHER, 1813
Superfamiglia Discoglossoidea GÜNTHER, 1858
Famiglia Alytidae FITZINGER, 1843
Genere *Latonia* v. MEYER, 1843
? *Latonia* sp.
? Discoglossoidea indet

La famiglia Alytidae è attualmente rappresentata da tre soli generi, *Alytes*, *Discoglossus* e *Latonia*, la cui distribuzione è limitata alla parte occidentale del Vecchio Mondo (AMPHIBIAWEB 2021)

Latonia è stato considerato a lungo un genere estinto con un registro paleontologico particolarmente abbondante (ROČEK 1994), ma recentemente è stato dimostrato che sopravvive ancora in una zona estremamente limitata del Medio Oriente con la specie *Latonia nigriventer* (MENDELSSOHN, STEINITZ, 1943), precedentemente ascritta al genere *Discoglossus* e considerata estinta in epoca storica (BITON *et alii* 2013). Curiosamente, i resti più recenti di *Latonia* dell'Europa occidentale provengono dall'Italia e risalgono al Pleistocene inferiore di Pietrafitta (SORBELLI *et alii* 2021).

Due urostili provenienti da Cava Monticino sono stati attribuiti con dubbio al genere *Latonia*. L'urostilo è un elemento a bacchetta impari che si forma dalla fusione di alcune vertebre post-sacrali ed è articolato esclusivamente al sacro (ROČKOVÁ, ROČEK, 2005). Si tratta quindi di una sorta di "coda interna" che caratterizza univocamente gli anuri. Se ben conservati, gli urostili dei taxa mediterranei attuali sono facilmente attribuibili a livello generico (BAILON 1999), ma i fossili, soprattutto se frammentari, possono essere problematici. Gli urostili di Cava Monticino (fig. 1c) sono caratterizzati da brevi processi trasversi in corrispondenza delle due cavità anteriori (separate fra loro) che si articolano con il sacro. Questi e altri caratteri consentono di attribuirli alla famiglia degli alitidi (BAILON 1999; ROČEK 1994; BITON *et alii* 2016) e, anche considerando la loro età, è probabile che appartengano al genere *Latonia* sebbene non sia possibile affermarlo con certezza.

Un atlante e una vertebra sacrale di dimensioni relativamente grandi sono stati attribuiti con dubbio ai Discoglossidae, il gruppo che comprende anche *Latonia*. Almeno l'atlante differisce però da quello di *Latonia* perché sprovvisto di una cresta ventrale che caratterizza quest'ultimo e *Discoglossus* (ROČEK 1994; BAILON 1999).

Superfamiglia Hyloidea STANNIUS, 1856
 Famiglia Bufonidae GRAY, 1825
 Genere *Bufo* LAURENTI, 1768
 cf. *Bufo* gr. *bufo* (LINNAEUS, 1758)

Genere *Bufotes* RAFINESQUE, 1814
Bufotes gr. *viridis* (LAURENTI, 1768)

I bufonidi, comunemente chiamati rospi, sono un gruppo di anuri molto diversificato che comprende attualmente circa 50 generi con rappresentanti in tutti i continenti eccetto l'Antartide e (se non si considerano le specie introdotte dall'uomo) Australia (WITT, CALDWELL 2014). In Europa sono presenti con soli tre generi, *Bufo*, *Bufotes* ed *Epidalea*, che ospitano complessivamente 6 specie (SPEYBROECK *et alii* 2020). I rospi sono fra gli anuri europei più terricoli durante la fase adulta, ma condividono con tutti gli altri la necessità di deporre le uova in corpi d'acqua che consentano lo sviluppo delle larve (SPEYBROECK *et alii* 2016).

I bufonidi sono rappresentati a Cava Monticino da un piccolo ma significativo numero di resti che testimoniano la probabile presenza di due generi diversi. Alcuni resti (un omero, un ileo e due femori) sono stati attribuiti con dubbio al gruppo del rospo comune, *Bufo bufo* (fig. 1d), mentre altri (due scapole, nove ilei e sette femori) appartengono certamente al gruppo

del rospo smeraldino, *Bufotes viridis* (fig. 1e). Queste identificazioni a livello di gruppo sono rese necessarie dalla recente suddivisione delle specie nominali in due o più specie la cui osteologia è così uniforme (o per cui non sono ancora state proposte diagnosi osteologiche differenziali) che non è possibile riconoscerle con precisione. Per quanto riguarda le specie europee continentali, è il caso di *Bufo bufo* (LINNAEUS, 1758) e di *Bufo spinosus* Daudin, 1803, ma anche quello di *Bufotes viridis* (LAURENTI, 1768) e *Bufotes boulengeri* (LATASSTE, 1879) (si veda SPEYBROECK *et alii* 2020) che alcuni autori suddividono ulteriormente in altre specie. Nonostante la scarsità del materiale fossile, l'identificazione del gruppo del rospo comune è stata tentativamente basata sulla morfologia della tuberosità dell'ileo e della biforcazione della cresta dei femori, nonché della loro robustezza e taglia comparabile con quella dei membri di questo gruppo (BAILON 1999). Più solida è invece l'identificazione del gruppo dei rospi smeraldini perché è corroborata dalla presenza di una fossa preacetabolare dell'ileo netta e profonda associata a una tuberosità dorsale bilobata, mentre i femori non mostrano una cresta bifida (BAILON 1999). Altri resti (due vertebre del tronco, una vertebra sacrale, sette omeri, due urostili) poco diagnostici o mal conservati sono stati attribuiti a un membro indeterminato della famiglia Bufonidae (BAILON 1999) sebbene la loro taglia sia compatibile con quella dei rospi smeraldini adulti oppure con quella di giovani rospi comuni. Due ulteriori resti di grandi dimensioni (un omero e una vertebra molto parziale) potrebbero appartenere al gruppo dei rospi, ma a causa del loro stato molto frammentario sono stati semplicemente attribuiti ad anuri indeterminati.

I membri della famiglia Bufonidae sono conosciuti a partire dal Paleocene (RAGE 2003; RAGE, ROČEK 2003). I resti di Cava Monticino sono fra i bufonidi più antichi descritti sino ad ora in Italia insieme a quelli approssimativamente coevi delle Terre Rosse del Gargano, di Verduno e di Moncuoco (DELFINO 2002; COLOMBERO *et alii* 2014).

Famiglia Hylidae RAFINESQUE, 1815
 Genere *Hyla* LAURENTI, 1768
 cf. *Hyla* sp.

La famiglia Hylidae ha una distribuzione pressoché globale e ospita oltre 900 specie ripartite in oltre 40 generi (WITT, CALDWELL 2014). Gli Hylidae viventi europei sono rappresentati da 7 specie ascritte al genere *Hyla* (SPEYBROECK *et alii* 2020), comunemente chiamate raganelle, che condividono le stesse abitudini arboree, pur essendo legate all'acqua per la deposizione e lo sviluppo larvale (SPEYBROECK *et alii*

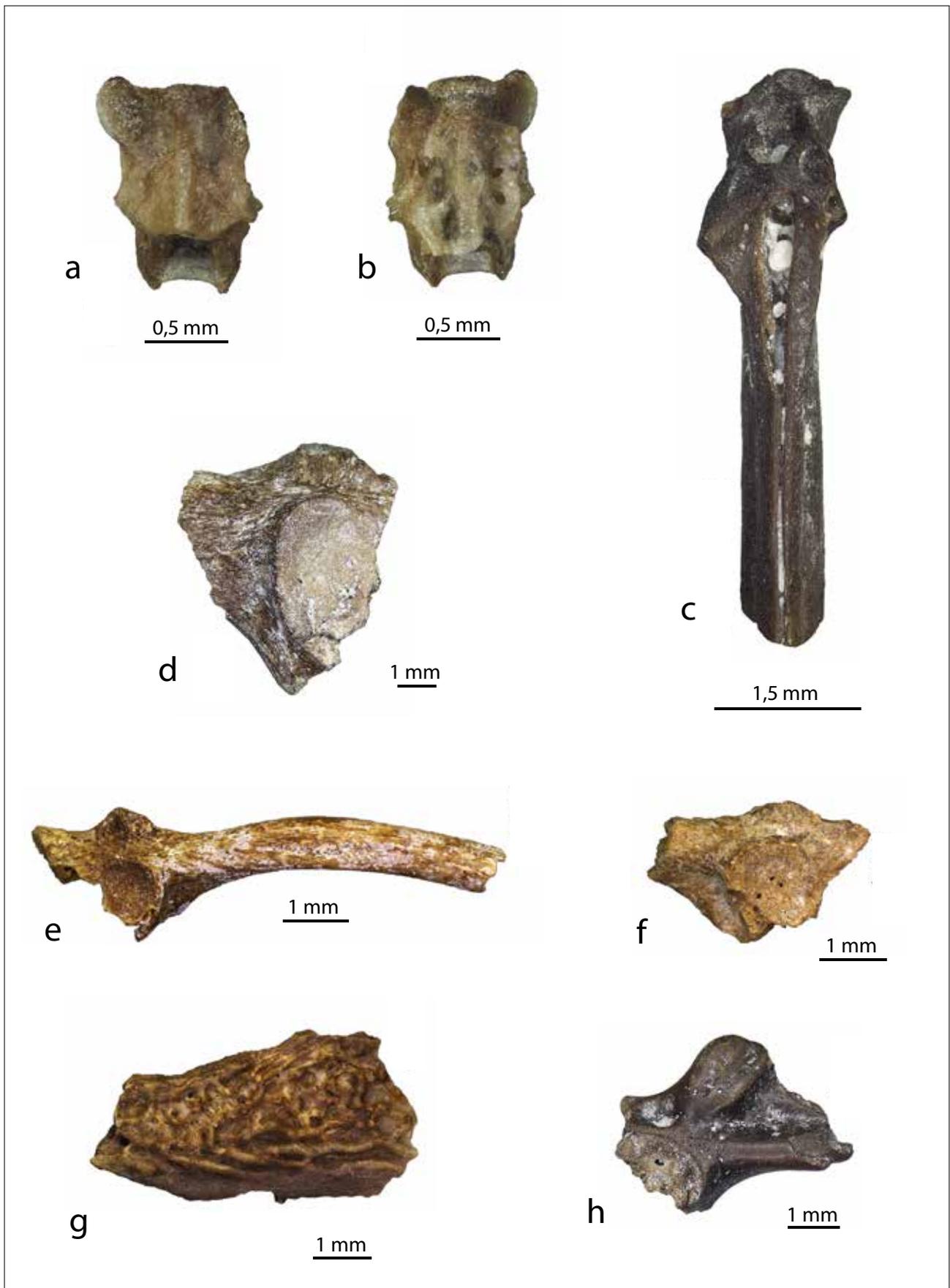


Fig. 1 – Anfibi da Cava Monticino: vertebra del tronco di *Lissotriton* sp. in vista dorsale (a) e ventrale (b); urostilo di *?Latonia* sp. in vista dorsale (c); ileo sinistro di cf. *Bufo* gr. *bufo* in vista laterale (d); ileo destro di *Bufotes* gr. *viridis* in vista laterale (e); ileo sinistro di cf. *Hyla* sp. in vista laterale (f); mascellare sinistro di *Pelobates* sp. in vista laterale (g); ileo destro di *Pelophylax* sp. in vista laterale (h).

2016).

Il gruppo delle raganelle è stato identificato a Cava Monticino sulla base di un unico elemento scheletrico, un ileo malamente conservato (fig. 1f) che tuttavia mostra l'assenza della cresta dorsale e la presenza di una tuberosità dorsale globulare e di una espansione preacetabolare molto marcata e priva di fossa. Si tratta di caratteri tipici del genere *Hyla*, ma la scarsità del materiale e la sua conservazione non consentono di identificare questo genere con certezza. I membri della famiglia Hylidae sono presenti in Europa a partire dal Miocene inferiore e sono relativamente rari nel record paleontologico (RAGE, ROČEK 2003). Anche in questo caso i resti di Cava Monticino sono fra i più antichi Hylidae italiani in quanto resti miocenici sono stati rinvenuti sino ad ora solo nel Miocene superiore delle Terre Rosse del Gargano e a Moncuoco Torinese (DELFINO 2002; COLOMBERO *et alii* 2017).

Superfamiglia Pelobatoidea BONAPARTE, 1850
Famiglia Pelobatidae BONAPARTE, 1850
Genere *Pelobates* WAGLER, 1830
Pelobates sp.

I pelobatidi hanno una distribuzione esclusivamente paleartica e sono attualmente rappresentati da un unico genere, *Pelobates*, che ospita 6 specie di cui 5 abitano l'Europa (WITT, CALDWELL 2014; SPEYBROECK *et alii* 2020; AMPHIBIAWEB 2021). Si tratta di anuri fossori che trascorrono gran parte della vita adulta sotto terra ma che, quando le condizioni ambientali lo consentono, escono in superficie per nutrirsi e riprodursi (SPEYBROECK *et alii* 2016). Sei ossa mascellari frammentarie provenienti da Cava Monticino sono state attribuite con certezza a una specie indeterminata del genere *Pelobates*, mentre tre ilei sono stati attribuiti con dubbio a questo genere. Le ossa mascellari (fig. 1g) mostrano le tracce dei denti (una di esse ha almeno 21 depressioni che alloggiavano altrettanti denti) e sono caratterizzate da una ornamentazione esterna particolare costituita da tubercoli e creste separate da fossette e canali. Questi caratteri principali sono tipici del genere *Pelobates* (BAILON 1999; VENCZEL 2004; ROČEK 2013). Gli ilei frammentari di Cava Monticino sono stati tentativamente attribuiti a questo genere in quanto l'assenza di tuberosità e di cresta dorsale sono compatibili con la sua morfologia (BAILON 1999).

Pelobates attualmente abita esclusivamente la Pianura Padana (dove sono presenti pochissime popolazioni fortemente minacciate di estinzione) con la specie *Pelobates fuscus* (LAURENTI, 1768), ma è stato ritrovato anche nel Pleistocene inferiore della Puglia (BLAIN *et*

alii 2016a) che era stata verosimilmente raggiunta da una dispersione transadriatica di una specie orientale (*Pelobates syriacus* Boettger, 1889 o, più probabilmente per ragioni biogeografiche, *Pelobates balcanicus* Karaman, 1928). L'unica altra segnalazione di *Pelobates* in Italia proviene dal Pliocene piemontese di Cava Arondelli (VERGNAUD-GRAZZINI 1970).

Superfamiglia Ranoidea RAFINESQUE, 1814
Famiglia Ranidae RAFINESQUE, 1814
Genere *Pelophylax* FITZINGER, 1843
Pelophylax sp.

I ranidi attualmente viventi appartengono a circa 350 specie raggruppate in 16 generi distribuiti in tutti i continenti (WITT, CALDWELL 2014). In Europa sono presenti 2 generi autoctoni rappresentati complessivamente da circa 20 specie o klepton (SPEYBROECK *et alii* 2020) che vengono colloquialmente chiamate rane. Le specie del genere *Pelophylax*, le rane verdi, sono maggiormente legate all'acqua nella fase adulta di quelle del genere *Rana*, le rane rosse (SPEYBROECK *et alii* 2016).

Tre ilei frammentari provenienti da Cava Monticino sono stati attribuiti al genere *Pelophylax* (fig. 1h) in quanto presentano una tuberosità dorsale appiattita e laminare (con un angolo di circa 90° fra la tuberosità e l'espansione acetabolare dorsale) che verosimilmente continuava anteriormente in una cresta dorsale molto alta (BAILON 1999). Il dato di presenza di *Pelophylax* a Cava Monticino si aggiunge alle numerose segnalazioni italiane relative soprattutto al Pleistocene, ma questo genere è stato descritto già per il Miocene superiore delle Terre Rosse del Gargano e di Moncuoco (DELFINO 2002; COLOMBERO *et alii* 2017). Per quanto riguarda il sito approssimativamente coevo di Verduno (COLOMBERO *et alii* 2014), sono stati descritti due piccoli ilei frammentari attribuiti a *Rana* s.l. che non è stato possibile riferire con certezza a *Pelophylax* oppure a *Rana* s.s.

Testuggini

Classe Reptilia LAURENTI, 1768
Ordine Testudines BATSCH, 1788
Famiglia Testudinidae BATSCH, 1788
Genere *Testudo* LINNAEUS, 1758
Testudo s.l.

Il genere *Testudo* è attualmente rappresentato da cinque specie di testuggini terrestri paleartiche (TTWG 2017), tre delle quali abitano anche l'Europa: *Testudo graeca* Linnaeus, 1758, *Testudo marginata* Schoepff,

1793 e *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. Quest'ultima è l'unica testuggine terrestre autoctona italiana sebbene tutte siano attualmente presenti in Italia (SINDACO *et alii* 1996).

I resti di testuggine terrestri provenienti da Cava Monticino sono rappresentati quasi esclusivamente da frammenti del guscio (due nucali, due neurali, 6 periferiche, una soprapigale, due pigali, un entopiastro, due iopiastri), ma anche da una tibia e da alcune decine di osteodermi delle zampe. Gli elementi nucali del guscio sono caratterizzati dall'assenza di sovrapposizione degli elementi cornei pleurali e dalla presenza dell'impronta dell'elemento corneo cervicale, relativamente stretto e corto sulla superficie dorsale ma decisamente più lungo (circa il doppio) su quella ventrale. Le due neurali sono approssimativamente rettangolari e sono entrambe attraversate da un solco intervertebrale. Le periferiche mostrano che il solco pleuro-marginale coincide con la sutura costo-periferica o è molto vicino a essa. L'elemento soprapigale ospita il solco vertebro-marginale in prossimità della sua sutura posteriore. Le due pigali (fig. 2a, b) sono relativamente appiattite e di forma trapezoidale: una mostra un solco intermarginale in posizione sagittale, l'altro invece ne è privo. L'entopiastro (fig. 2c) è quasi circolare e mostra una minima sovrapposizione degli elementi cornei golari in posizione anteriore, ma è privo di solchi nella regione posteriore. La morfologia dell'entopiastro è compatibile con quella dell'iopiastro sinistro che mostra un solco omero-pettorale collocato posteriormente alla sutura ento-iopiastro. La morfologia di questi elementi è ampiamente congruente con quella di un gruppo di testuggine terrestri che compare nel Paleartico durante il Miocene e che è tradizionalmente attribuito al genere *Testudo* (LAPPARENT *et alii* 2006a, 2006b), ma le cui relazioni filogenetiche sono state solo parzialmente esplorate e risolte, e i cui membri non costituiscono un gruppo monofiletico (si vedano fra gli altri CORSINI *et alii* 2014; VLACHOS, RABI 2018). I resti di Cava Monticino sono quindi attribuiti a *Testudo* senso lato in attesa di conoscere meglio il contesto tassonomico e filogenetico di questo gruppo.

Non è chiaro se le due pigali appartengano allo stesso taxon oppure a due taxa differenti perché la presenza/assenza di un solco intermarginale può essere una caratteristica diagnostica delle specie attuali di *Testudo*, ma al tempo stesso è soggetta a una certa variabilità (LAPPARENT *et alii* 2006a, 2006b). La presenza di questo gruppo nel Miocene superiore italiano è conosciuta sia grazie alla descrizione di resti isolati (Verduno e Moncucco Torinese, COLOMERO *et alii* 2014, 2017), sia grazie a un guscio pressoché intero sulla base del quale è stata descritta la specie *Testudo amiatae* Pan-

tanelli, 1893 che non è mai stata descritta in dettaglio e le cui relazioni di parentela non sono state valutate in un contesto moderno.

Famiglia Geoemydidae THEOBALD, 1868

Genere *Mauremys* GRAY, 1869

Mauremys sp.

Le testuggine palustri del genere *Mauremys* mostrano attualmente un areale paleartico molto ampio che si estende su tre continenti (Africa, Europa e Asia; TTWG 2017), ma che in passato era probabilmente ancora più esteso come indicato dal registro paleontologico. Questo genere è attualmente estinto in Italia dove ha lasciato un buon numero di fossili a partire dal Miocene (COLLARETA *et alii* 2020).

La presenza di *Mauremys* nell'associazione faunistica di Cava Monticino è testimoniata da un elemento neurale, uno costale e un entopiastro. Quest'ultimo (fig. 2e), sebbene incompleto anteriormente, è attraversato da un solco omero-pettorale rettilineo posizionato lontano dal suo bordo posteriore. L'elemento neurale mostra una carena longitudinale. L'elemento costale (probabilmente il sesto di destra; fig. 2d) è caratterizzato dall'impronta di un elemento vertebrale molto ampio in senso laterale che ricorda la morfologia tipica di *Mauremys aristotelica* Vlachos *et alii*, 2019, descritta recentemente sulla base di materiale proveniente dal Miocene-Pliocene della Grecia settentrionale (VLACHOS *et alii* 2019), sebbene non raggiunga l'estensione degli elementi vertebrali di questa specie ma abbia uno sviluppo intermedio fra questa e quanto si può osservare in *Mauremys campani* (Ristori, 1891) proveniente dal Miocene superiore della Toscana (CHESI *et alii* 2009). L'identificazione del materiale di Cava Monticino è limitata a livello di genere a causa della sua scarsità e dell'ambiguità della morfologia dell'elemento costale.

Cocodrilli

Ordine Crocodylia GMELIN, 1789

Crocodylia indet.

Due denti isolati (fig. 2f) rappresentano l'unica testimonianza della presenza di cocodrilli nell'associazione faunistica di Cava Monticino. Si tratta di due denti conici di piccole dimensioni (circa 10 mm di lunghezza totale) caratterizzati dalla presenza di due evidenti carene mesio-distali e di una base concava dovuta alla dissoluzione della radice del dente. Sono quindi denti di sostituzione che sono stati abbandonati quando il loro possessore era ancora in vita. A

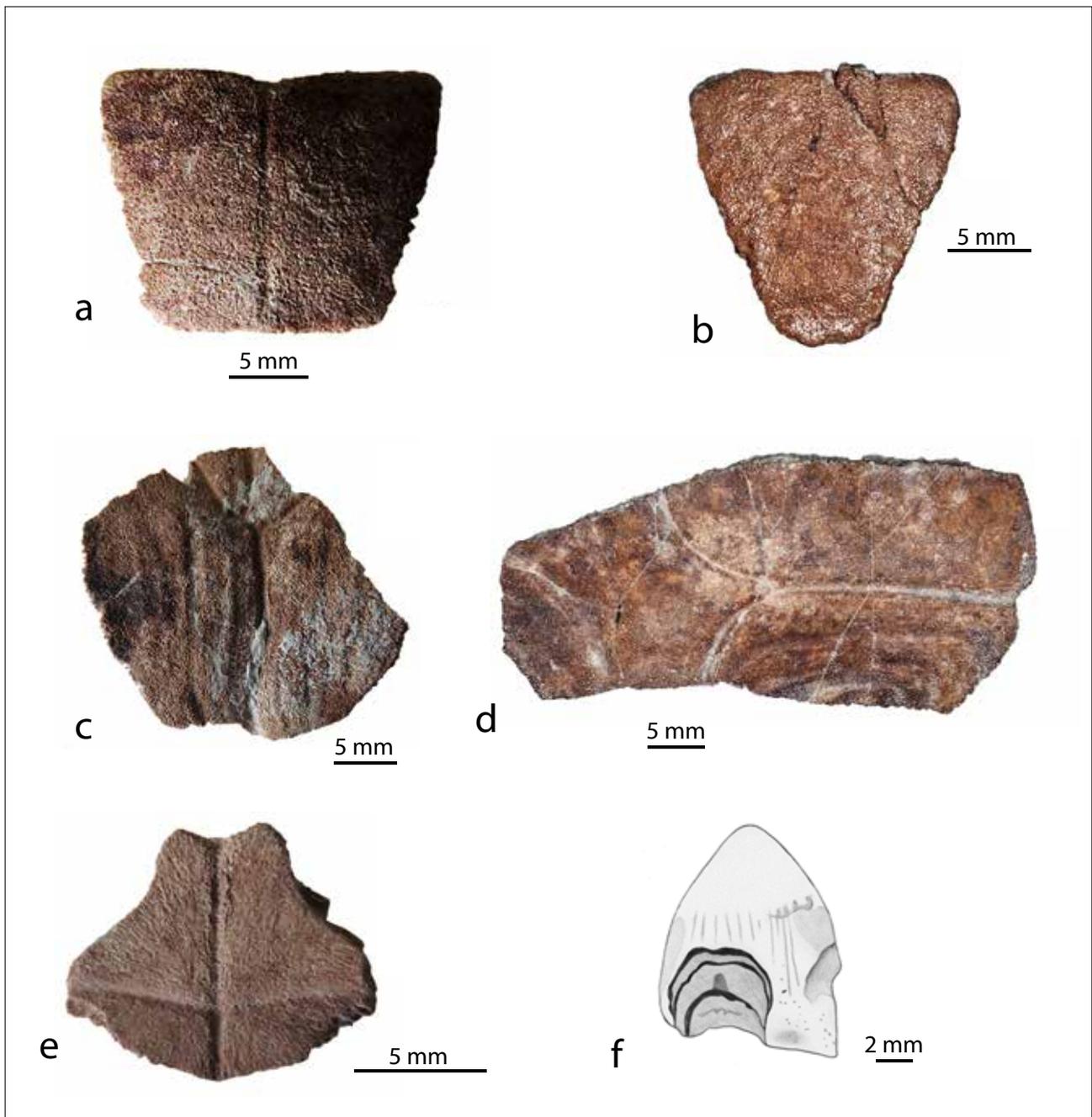


Fig. 2 – Testuggini e coccodrilli da Cava Monticino: pigali di *Testudo* s.l. in vista esterna (a e b); entopiastrore di *Testudo* s.l. in vista esterna (c); costale di *Mauremys* sp. in vista esterna (d); entopiastrore di *Mauremys* sp. in vista esterna (e); dente isolato di *Crocodylia* indet. in vista labiale (f).

causa della morfologia uniforme dei denti dei *Crocodylia* non è possibile, nella maggior parte dei casi, identificare i denti isolati anche solo a livello di famiglia o di genere. Tuttavia è possibile che i denti di Cava Monticino siano appartenuti a un membro del genere *Crocodylus*, genere identificato –in alcuni casi con dubbio– sulla base di resti scheletrici nel Miocene superiore di tre località italiane (DELFINO *et alii* 2007; DELFINO, ROOK 2008; DELFINO, ROSSI 2013) e di una località spagnola (DELFINO *et alii* 2021). L'ipotesi che i due denti di Cava Monticino appartengano al genere

Tomistoma è probabilmente da scartare perché i denti con una taglia comparabile di questo genere sono decisamente più affilati. I coccodrilli hanno abitato l'Europa fino alla fine del Miocene e almeno localmente possono essere sopravvissuti fino al Pliocene inferiore (GÓMEZ DE SOLER *et alii* 2012), sebbene non si esclude che abbiano effettuato delle dispersioni ricorrenti dal Nord Africa che possono aver dato origine a delle popolazioni effimere in prossimità delle coste dell'Europa meridionale e sulle varie isole mediterranee (DELFINO *et alii* 2007, 2021).

Lucertole e anfibene

Ordine Squamata OPPEL, 1811
Famiglia Agamidae SPIX, 1825
Sottofamiglia Agaminae SPIX, 1825
Agaminae indet.

Pochissimi resti, due frammenti di mascellari e un dentale, possono essere ricondotti ad agame, un gruppo di lucertole che attualmente ha una distribuzione molto limitata in Europa ed è maggiormente diffuso in Africa, Asia e Australia (VITT, CALDWELL 2014; SILLERO *et alii* 2014; SPEYBROECK *et alii* 2016). La storia evolutiva precoce di questo gruppo è controversa, a causa della posizione filogenetica incerta di taxa una volta inclusi nella famiglia Agamidae (p.e., specie attualmente incluse nella famiglia Priscagamidae; SIMÕES *et alii* 2015) e oggi considerati parte di linee di discendenza esterne al clade Acrodonta COPE, 1864 (che comprende le agame e i camaleonti). Il rappresentante più antico di Acrodonta la cui posizione è stata testata tramite un'analisi filogenetica è *Guera-gama sulamericana* SIMÕES *et alii*, 2015, che è anche l'unico membro di questo clade a essere stato ritrovato in America meridionale. DAZA *et alii* (2016) hanno, però, attribuito addirittura alla sottofamiglia Agaminae dei resti conservati in ambra provenienti dal Cretaceo Medio del Myanmar sulla base di somiglianze morfologiche con gli agamini attuali. In Europa, resti attribuiti ad agamidi sono riportati fin dall'Eocene iniziale (Belgio, Francia, Portogallo; AUGÉ 1990; RAGE, AUGÉ 2003; AUGÉ, SMITH 1997; DELFINO *et alii* 2008). Nel Miocene, la loro distribuzione raggiunse latitudini elevate in Europa centrale e orientale, per poi restringersi verso le penisole mediterranee dal Miocene terminale in poi (DELFINO *et alii* 2008; BLAIN *et alii* 2016b; VILLA, DELFINO 2019a).

Tra i fossili di Cava Monticino, il dentale MSF 67 (fig. 3a) è sicuramente quello per cui l'attribuzione si presenta più certa, grazie alla chiara presenza di denti pleurodonti anteriori associati a denti acrodonti posteriormente (DELFINO *et alii* 2008; BLAIN *et alii* 2014; VILLA, DELFINO 2019b). Inoltre, la presenza di due denti pleurodonti suggerisce l'appartenenza di questo dentale alla sottofamiglia Agaminae (MAUL *et alii* 2011). I due frammenti di mascellare, pur non conservando la parte anteriore e quindi l'area dove i denti pleurodonti dovrebbero trovarsi, presentano denti acrodonti ravvicinati ed espansi ventralmente sul lato linguale dell'osso. Seppur recentemente messa in dubbio da alcuni autori (RAGE, BAILON 2011), questa morfologia distingue generalmente i denti acrodonti delle agame da quelli dei camaleonti (EVANS *et alii* 2002; DELFINO *et alii* 2008; VILLA,

DELFINO 2019b).

Famiglia Lacertidae BATSCH, 1788
Sottofamiglia Lacertinae OPPEL, 1811
Tribù Eremiadini SHCHERBAK, 1975
Eremiadini indet.
Lacertidae indet.

I lacertidi sono attualmente la famiglia di lucertole più diversificata in Europa (SILLERO *et alii* 2014; SPEYBROECK *et alii* 2020) e il loro record fossile nel continente è altrettanto abbondante (per una panoramica, seppur incompleta, si vedano per esempio: ESTES 1983; AUGÉ 2005; VILLA, DELFINO 2019a). La famiglia include più di 350 specie attuali (UETZ *et alii* 2020) distribuite tra Africa, Asia ed Europa (VITT, CALDWELL 2014). I lacertidi sono suddivisi in due sottofamiglie (ARNOLD *et alii* 2007): Gallotiinae CANO *et alii*, 1984, che include il genere endemico delle Isole Canarie *Gallotia* BOULENGER, 1916, *Psammmodromus* FITZINGER, 1826, a distribuzione europea e nordafricana, e alcuni taxa fossili europei (ČERŇANSKÝ *et alii* 2016, 2017; TSCHOPP *et alii* 2018), e Lacertinae, che comprende tutti gli altri generi. Quest'ultima sottofamiglia viene ulteriormente suddivisa nelle tribù Eremiadini e Lacertini OPPEL, 1811. Come detto, i lacertidi sono ampiamente rappresentati nel record fossile europeo, in molti casi con resti non determinabili al di sotto del rango di membri indeterminati della famiglia (VILLA, DELFINO 2019a). Il Miocene non è un'eccezione, sotto questo punto di vista. Tra i tanti fossili europei miocenici attribuiti a questa famiglia, figurano anche taxa attribuiti ai Gallotiinae (*Janosikia* ČERŇANSKÝ *et alii*, 2016 dal Miocene di Germania, Svizzera e Francia; ČERŇANSKÝ *et alii* 2016; VILLA *et alii* 2018a; GEORGALIS, SCHEYER 2021; VILLA, REICHENBACHER in press) e i primi rappresentanti di gruppi moderni di Lacertinae (*Lacerta* gr. *viridis* dal Miocene iniziale della Repubblica Ceca; ČERŇANSKÝ 2010).

Alcune coppie di frontali provenienti dalle fessure di Cava Monticino (fig. 3b) sono particolarmente interessanti. Questi fossili si presentano, infatti, completamente fusi, senza mostrare traccia di una sutura longitudinale. Una morfologia di questo tipo indica una fusione di questi elementi del cranio in uno stadio molto precoce della crescita di queste lucertole e, tra i lacertidi, è osservata soltanto in alcuni eremiadini (ARNOLD 1989; ARNOLD *et alii* 2007; VILLA, DELFINO 2019b). Numerosi altri elementi isolati e più o meno frammentari, principalmente elementi dentigeri, sono meno significativi e possono essere attribuiti soltanto a lacertidi indeterminati. Essi potrebbero essere appartenuti al medesimo taxon dei frontali o a un secondo lacertide presente a Monticino nel Miocene.

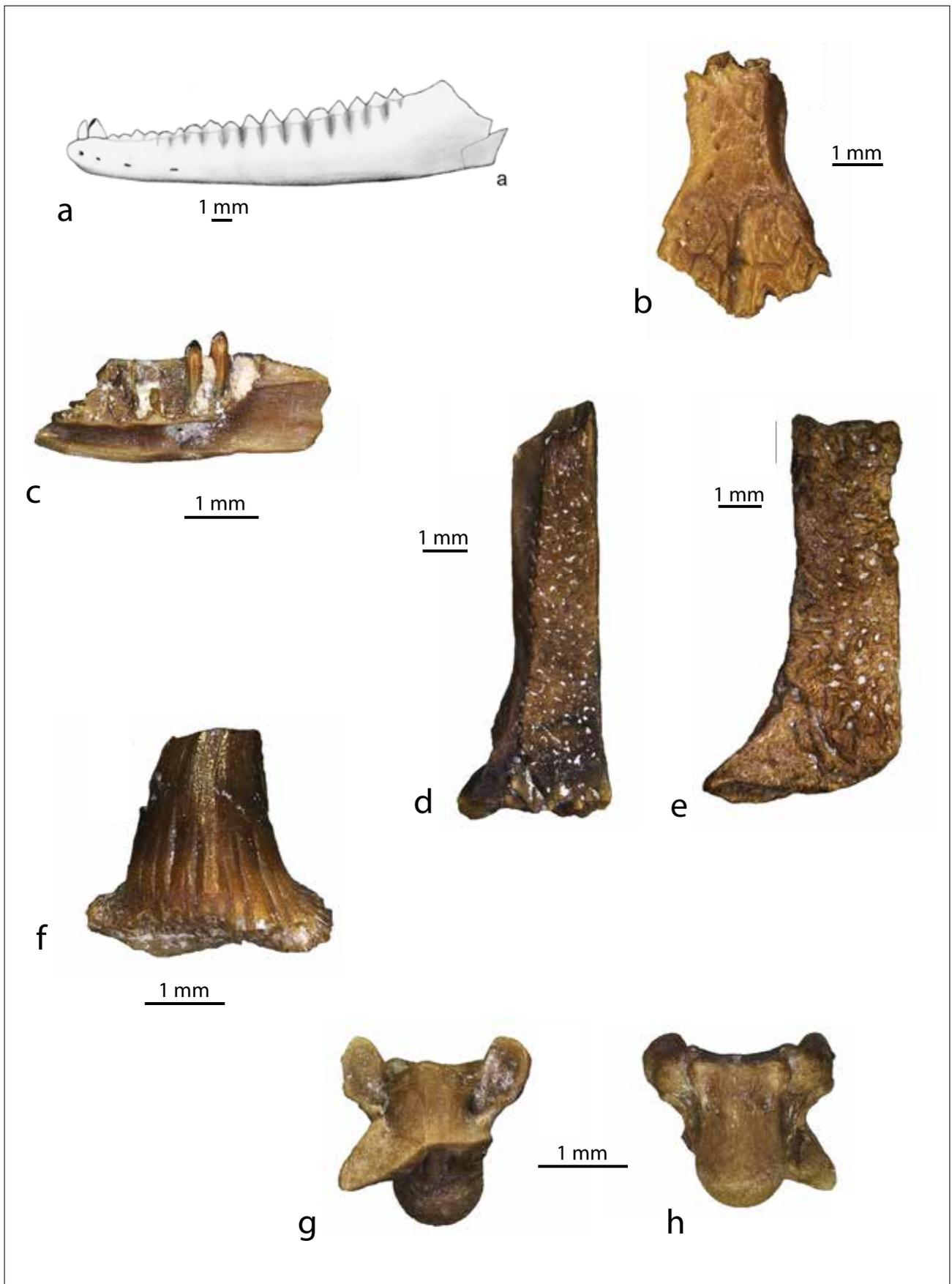


Fig. 3 – Lucertole e anfisbene da Cava Monticino: dentale sinistro di Agaminae indet. in vista laterale (a); coppia di frontali di Eremiadini indet. in vista dorsale (b); dentale destro di Scincidae indet. in vista mediale (c); frontale sinistro di *Ophisaurus* sp. in vista dorsale (d); frontale sinistro di *Pseudopus* sp. in vista dorsale (e); dente isolato di *Varanus* sp. in vista linguale (f); vertebra del tronco di *Amphisbaenia* indet. in vista dorsale (g) e ventrale (h).

Un singolo osso giugale potrebbe effettivamente testimoniare la presenza di un secondo lacertide, in quanto dotato di un processo palatale ben sviluppato in contrasto con quello poco sviluppato di tutti gli eremiadini europei moderni (VILLA, DELFINO 2019b). L'assenza di altri eremiadini miocenici descritti sulla base di materiale completo con cui confrontare questa morfologia, però, impedisce di poter escludere del tutto l'appartenenza di questo elemento scheletrico a una specie estinta di questa tribù.

Famiglia Scincidae GRAY, 1825
 Scincidae indet.
 ?Scincidae indet.

Gli scincidi sono una grande famiglia di lucertole dalle abitudini di vita molto diversificate, che si possono incontrare in quasi ogni parte del mondo (VITT, CALDWELL 2014). Il clade è diviso in numerosi gruppi, classicamente considerati alla stregua di sottofamiglie (UETZ *et alii* 2020) ma successivamente elevati al rango di famiglie a sé stanti (HEDGES 2014). Quest'ultima ipotesi tassonomica, tuttavia, non è universalmente riconosciuta. Pertanto, per gli scopi di questo capitolo, Scincidae è intesa in senso lato, come un'unica famiglia comprensiva di tutti gli altri taxa come sottofamiglie. Pochi scincidi vivono attualmente in Europa, per la maggior parte specie del genere *Chalcides* (SILLERO *et alii* 2014; SPEYBROECK *et alii* 2016, 2020). Il record fossile non è così ampio come per i lacertidi, ma in maniera simile a questi ultimi, è in molti casi rappresentato da elementi interdeterminabili al rango di genere e specie. Un possibile taxon strettamente imparentato con gli scincidi è presente in Europa fin dal Tardo Giurassico: si tratta di *Ardeosaurus brevipes* (MEYER, 1855), proveniente dalla Germania meridionale (TALANDA 2018). La maggioranza del record miocenico europeo è rappresentata da scincidi indeterminati (VILLA, DELFINO 2019a), ma sono state descritte alcune specie estinte. Una di queste, *Chalcides augei* ČERŇANSKÝ *et alii*, 2020, sopravvive fino almeno all'inizio del Miocene terminale.

Tra i fossili trovati nelle fessure di Monticino, solo due frammenti mal preservati, un dentale (fig. 3c) e un elemento dentigero indeterminato, hanno caratteristiche che ne permettono il riferimento a questo gruppo. L'attribuzione è più affidabile per quanto riguarda il dentale, grazie alla presenza di denti pleurodonti e bicuspidati, con cuspidi parallele posizionate lingualmente e labialmente, di una corona dentaria leggermente incurvata lingualmente e di strie sulla superficie linguale di quest'ultima (TOWNSEND *et alii* 1999; CAPUTO 2004; VILLA, DELFINO 2019b). Il secondo frammento presenta denti con

morfologia simile, ma con curvatura più accentuata e strie anche sulla superficie labiale. In entrambi i casi, lo stato di conservazione non permette identificazioni più precise.

Famiglia Anguidae GRAY, 1825
 Sottofamiglia Anguinae GRAY, 1825
 Genere *Ophisaurus* DAUDIN, 1803
Ophisaurus sp.
 Genere *Pseudopus* MERREM, 1820
Pseudopus sp.
 non-Anguis Anguinae indet.

La famiglia Anguidae è rappresentata a Monticino da un maggior numero di resti fossili, sia elementi cranici sia postcraniali. Queste lucertole, attualmente distribuite nelle Americhe, in Asia, Europa e limitatamente in Nord Africa (VITT, CALDWELL 2014), sono caratterizzate dal possedere un'armatura dermica formata da numerosi osteodermi sovrapposti. L'elevato numero di questi elementi ossei per singolo individuo e la loro generale robustezza ne fa un elemento molto comune nelle associazioni fossili contenenti anguidi. Situazione che ritorna anche per la paleoerpetofauna di Cava Monticino, che comprende più di 2700 osteodermi di anguidi. In Eurasia vive attualmente una sola sottofamiglia di anguidi, gli Anguinae, sebbene la sottofamiglia estinta Glyptosaurinae abbia prosperato in Europa nel Paleogene (ESTES 1983; AUGÉ 2005; SULLIVAN 2019). Il record fossile europeo è molto ampio, con una diversità specifica particolarmente elevata nel Miocene (KLEMBARA, RUMMEL 2018; VILLA, DELFINO 2019a). Tale diversità va diminuendo dal Pliocene in poi, in parallelo con uno spostamento dell'areale di gran parte dei membri di questa famiglia nel continente (con l'eccezione del solo *Anguis*) verso le latitudini mediterranee (VILLA, DELFINO 2019a).

Due diversi generi possono essere riconosciuti nel record fossile degli anguidi di Cava Monticino, insieme ad altri resti che possono essere assegnati solo alla sottofamiglia Anguinae (escludendo al suo interno il genere *Anguis* sulla base di caratteristiche morfologiche incompatibili con quest'ultimo). Il genere più rappresentato è *Ophisaurus*, identificabile in particolare sulla base della morfologia dentaria, di un frontale (fig. 3d) con margine laterale non coperto dall'ornamentazione dermica, di un parietale senza facies muscularis e di vertebre del tronco con un centro vertebrale subtriangolare con margini laterali concavi e un canale neurale più alto del cotilo anteriore (KLEMBARA 1981, 1986, 2015; KLEMBARA *et alii* 2014, 2017; ČERŇANSKÝ *et alii* 2019; VILLA, DELFINO 2019b). Le specie europee estinte di *Ophisaurus* si distinguono sulla base di caratteri dell'osso parietale. Tuttavia,

la natura molto frammentaria dei pochi parietali di *Ophisaurus* recuperati a Cava Monticino impedisce una possibile attribuzione al rango di specie, sebbene la terminazione anteriore del solco che divide lo scudo interparietale da quello laterale posizionata non in corrispondenza dell'angolo anterolaterale della tavola parietale sia tipicamente un carattere affine a *Ophisaurus holeci* KLEMBARA, 2015 (KLEMBARA 2015; KLEMBARA, RUMMEL 2018).

L'altro anguide presente nel Miocene di Cava Monticino è *Pseudopus*. A questo genere sono attribuiti un frontale (fig. 3e) con ornamentazione dermica estesa fino al margine laterale, un mascellare e un elemento dentigero indeterminato con denti cilindrici, robusti e arrotondati all'apice e tre vertebre del tronco con centro subtriangolare a margini laterali dritti o concavi e canale neurale più basso del cotilo anteriore (KLEMBARA 1981, 2015; KLEMBARA *et alii* 2014, 2017; ČERŇANSKÝ *et alii* 2019; VILLA, DELFINO 2019b). Anche in questo caso, l'identificazione specifica è incerta. Lo *Pseudopus* del Monticino, infatti, differisce da tutte le altre specie neogeniche del medesimo genere sulla base di alcune caratteristiche del frontale e della morfologia dentaria (si veda VILLA *et alii* 2021, per un elenco di queste differenze). L'assenza di parietali riferibili a questo genere nel materiale disponibile, tuttavia, suggerisce cautela nella possibile istituzione di una nuova specie basata sul materiale proveniente dal sito e, pertanto, quest'ultimo è attualmente identificato come *Pseudopus* sp.

Famiglia Varanidae GRAY, 1827 (sensu ESTES *et alii*, 1988)

Genere *Varanus* MERREM, 1820

Varanus sp.

I varani sono lucertole di dimensioni medio-grandi, attualmente ampiamente distribuiti dall'Africa, all'Asia, fino all'Australia e altre isole del Pacifico (VITT, CALDWELL 2014). In passato hanno occupato anche l'Europa, da cui sono scomparsi nel Pleistocene Medio dopo una progressiva riduzione del proprio areale che richiama quella di altri organismi termofili nella seconda metà del Neogene e nel Quaternario (GEORGALIS *et alii* 2017; VILLA, DELFINO 2019a). Il genere *Varanus*, ancora vivente, compare nel tardo Eocene (HOLMES *et alii* 2010) e si distribuisce in Europa a partire dal Miocene inferiore (IVANOV *et alii* 2018; VILLA, DELFINO 2019a). Un secondo genere, *Iberovaranus* HOFFSTETTER, 1969, è oggi considerato un sinonimo del primo (DELFINO *et alii* 2013), che resta pertanto l'unico varanide riportato da località fossilifere europee dall'inizio del Neogene. Numerose specie di varani sono state descritte sulla base di fos-

sili europei nel corso del tempo, ma una recente revisione da parte di VILLA *et alii* (2018) conclude che solo due di esse debbano considerarsi valide: *Varanus mokrensis* IVANOV *et alii*, 2018 dal Miocene inferiore della Repubblica Ceca e *Varanus marathonensis* WEITHOFFER, 1888 dal Miocene superiore della Grecia e dal Miocene medio e superiore della Spagna. I dati filogenetici suggeriscono che le due specie derivino da diverse colonizzazioni del continente europeo da parte di queste lucertole, almeno una delle quali (quella di *V. marathonensis*) di origine asiatica (VILLA *et alii* 2018b).

Le fessure di Cava Monticino hanno restituito pochi resti di varani, attribuibili a una specie indeterminata del genere *Varanus*. Si tratta principalmente di vertebre frammentarie, ma anche di due denti isolati (fig. 3f) e di un frammento di omero. Le vertebre del tronco di *Varanus* possono essere riconosciute facilmente grazie alla presenza di una costrizione precondilare e all'assenza di zigosfene (HOFFSTETTER 1943; ESTES 1983; BAILON 1991), mentre i denti di questo taxon possiedono lunghe strie basali e un tessuto spugnoso interno indicativo della presenza di plicidentina (ESTES 1983; BAILON 1991; PIANKA *et alii* 2004; KEARNEY, RIEPPEL 2006).

Sottordine Amphisbaenia GRAY, 1844

Amphisbaenia indet.

Le anfibene sono squamati fossori, sprovvisti di zampe (a eccezione dei membri della famiglia Dibamidae, che hanno mantenuto le zampe anteriori) e distribuiti in quasi tutti i continenti a esclusione di Oceania e Antartide (VITT, CALDWELL 2014). Di questo gruppo, l'Europa ospita attualmente soltanto tre specie del genere *Blanus* WAGLER, 1830 in un areale piuttosto ridotto (SPEYBROECK *et alii* 2020). Nel passato, tuttavia, le anfibene erano molto più diffuse e questo si riflette in un record fossile che si estende nella maggior parte del continente e che affonda le sue radici nel Paleocene (AUGÉ 2012; FOLIE *et alii* 2013). Numerose località di età Miocenica hanno restituito fossili di anfibene, tra cui figurano gli olotipi di almeno cinque specie estinte riferibili a *Blanus* (VILLA, DELFINO 2019a). Anche un secondo genere, *Palaeoblanus*, è stato descritto sulla base di fossili del Miocene europeo (SCHLEICH 1988), ma AUGÉ (2012) ne ha recentemente messo in dubbio la validità.

Solo cinque vertebre provenienti da Cava Monticino sono state identificate come appartenenti ad anfibene (fig. 3g, h). Come tipicamente osservato in questo gruppo di squamati, queste vertebre sono caratterizzate dall'assenza di zigosfene e spina neurale e da un centro vertebrale compresso dorsoventralmente prov-

visto di una superficie ventrale piatta e margini laterali subparalleli (ESTES 1983; DELFINO 2003). Nella maggior parte dei casi, le vertebre di anfisbena non sono utili per l'identificazione tassonomica, neanche al rango di famiglia, e pertanto i resti del Monticino possono essere identificati solo come membri indeterminati del gruppo.

Serpenti

Sottordine Serpentes LINNAEUS, 1758
Superfamiglia Booidea GRAY, 1825
Famiglia Boidae GRAY, 1825
Sottofamiglia Erycinae BONAPARTE, 1831
Genere *Eryx* DAUDIN, 1803
Eryx jaculus (LINNAEUS, 1758)
Eryx cf. *jaculus*

I booidi includono serpenti di dimensioni variabili, spaziando da taglie moderate a veri giganti come le anaconde del genere *Eunectes* WAGLER, 1830 e soprattutto il pitone reticolato, *Malayopython reticulatus* (SCHNEIDER, 1801) che probabilmente detiene il record di lunghezza dei serpenti attuali (Murphy & Henderson 1997). Il gruppo dei boa include due sottofamiglie (VITT, CALDWELL 2014): i "Boinae", distribuiti nelle zone tropicali delle Americhe, in Madagascar e nel Pacifico sudoccidentale, e gli Erycinae, in Nord America, Africa, Asia ed Europa. I "boini" potrebbero non rappresentare un gruppo monofiletico, mentre questo problema non sembra presentarsi per gli erycini. Questi ultimi sono generalmente serpenti semifossori legati a habitat aridi. Il più antico ericino noto è una specie indeterminata dell'Eocene pakistano (RAGE 1987) e il record fossile successivo è ben rappresentato anche in altre parti del mondo già a partire dal tardo Paleogene. Nel Miocene eurasiatico sono presenti sia erycini attualmente estinti (come *Albaneryx* HOFFSTETTER, RAGE 1972; SZYNDLAR 1991a) sia membri del genere ancora vivente *Eryx* DAUDIN, 1803 (SZYNDLAR 1991a; CAVALLO *et alii* 1993; IVANOV 2000; MALAKHOV 2005; BÖHME 2007; RAGE 2013; VENCZEL, HÍR 2015; Bailon *et alii* 2017; COLOMBERO *et alii* 2017).

Da Cava Monticino provengono vertebre caudali con la caratteristica morfologia della sottofamiglia Erycinae (fig. 4a, b), con numerose apofisi addizionali, così come vertebre del tronco corte e larghe provviste di processi prezigapofisari corti (SZYNDLAR 1991). Nelle caudali, le ali postzigapofisarie non sono fuse anteriormente con le prezigapofisi, caratteristica questa che le avvicina all'attuale *E. jaculus* o a una specie affine (SZYNDLAR, SCHLEICH 1994).

Taxon Colubroides ZAHER *et alii*, 2009

Famiglia Colubridae OPPEL, 1811

Genere *Platyceps* BLYTH, 1860

Platyceps planicarinatus (BACHMAYER, SZYNDLAR, 1985)

BACHMAYER, SZYNDLAR (1985) hanno descritto un piccolo serpente dal tardo Miocene di Kohfidisch, in Austria, chiamandolo *Nanus planicarinatus* BACHMAYER, SZYNDLAR, 1985. Successivamente, affinità tra questa specie e quelle del gruppo *Coluber najadum/rubriceps* furono suggerite da BACHMAYER, SZYNDLAR (1987) in seguito al ritrovamento di ulteriori resti, e in particolare un basisfenoide, dalla medesima località. I colubridi di questo gruppo di specie sono attualmente assegnati al genere *Platyceps*, a cui pertanto anche la specie austriaca è stata riferita (WALLACH *et alii* 2014) in attesa di ulteriori studi. Tre vertebre del tronco di serpente ritrovate a Cava Monticino mostrano una morfologia riconducibile a quella di *P. planicarinatus* (fig. 4c, d), in particolar modo nella piccola taglia, nella carena emale bassa e ampia, nei solchi subcentrali molto poco profondi, nell'assenza di processi parapofisari e nel margine anteriore dello zigofene dritto con due piccoli lobi laterali (BACHMAYER, SZYNDLAR 1985; SZYNDLAR 1991a). *Platyceps planicarinatus* non è mai stato descritto in altre località oltre a Kohfidisch e, ora, Cava Monticino (resti dalle Terre Rosse del Gargano sono ancora in attesa di essere descritti formalmente).

Famiglia Dipsadidae BONAPARTE, 1838

Genere *Paleoheterodon* HOLMAN, 1964

Paleoheterodon arcuatus RAGE, HOLMAN, 1984
cf. *Paleoheterodon arcuatus*

Alcuni serpenti provenienti dal Miocene francese descritti da Rage e Holman (RAGE, HOLMAN 1984) mostrano affinità con taxa di origine nordamericana. Tra questi, un piccolo colubroide che presenta somiglianze con il dipsadide attuale *Heterodon* LATREILLE in SONNINI, LATREILLE, 1801 e con la specie estinta *Paleoheterodon tiheni* HOLMAN, 1964. Rage e Holman battezzarono questa specie *P. arcuatus*. I dipsadidi sono serpenti diffusi in Asia e soprattutto nelle Americhe (ZAHER *et alii* 2019), con uno scarso record fossile pre-Quaternario. A eccezione di *P. arcuatus*, dipsadidi fossili Neogenici sono stati trovati solo a ovest dell'Atlantico: in Argentina (SCANFERLA, AGNOLÍN 2015) e Stati Uniti d'America (tra gli altri, AUFFENBERG 1963; HOLMAN 1964, 1978, 1987, 1995, 2000; BRATTSTROM 1967; PARMLEY 1988; PARMLEY, HOLMAN 1995). In Europa, *P. arcuatus* era stato ritrovato solo a La Grive-Saint-Alban e Sansan (RAGE, HOLMAN 1984).

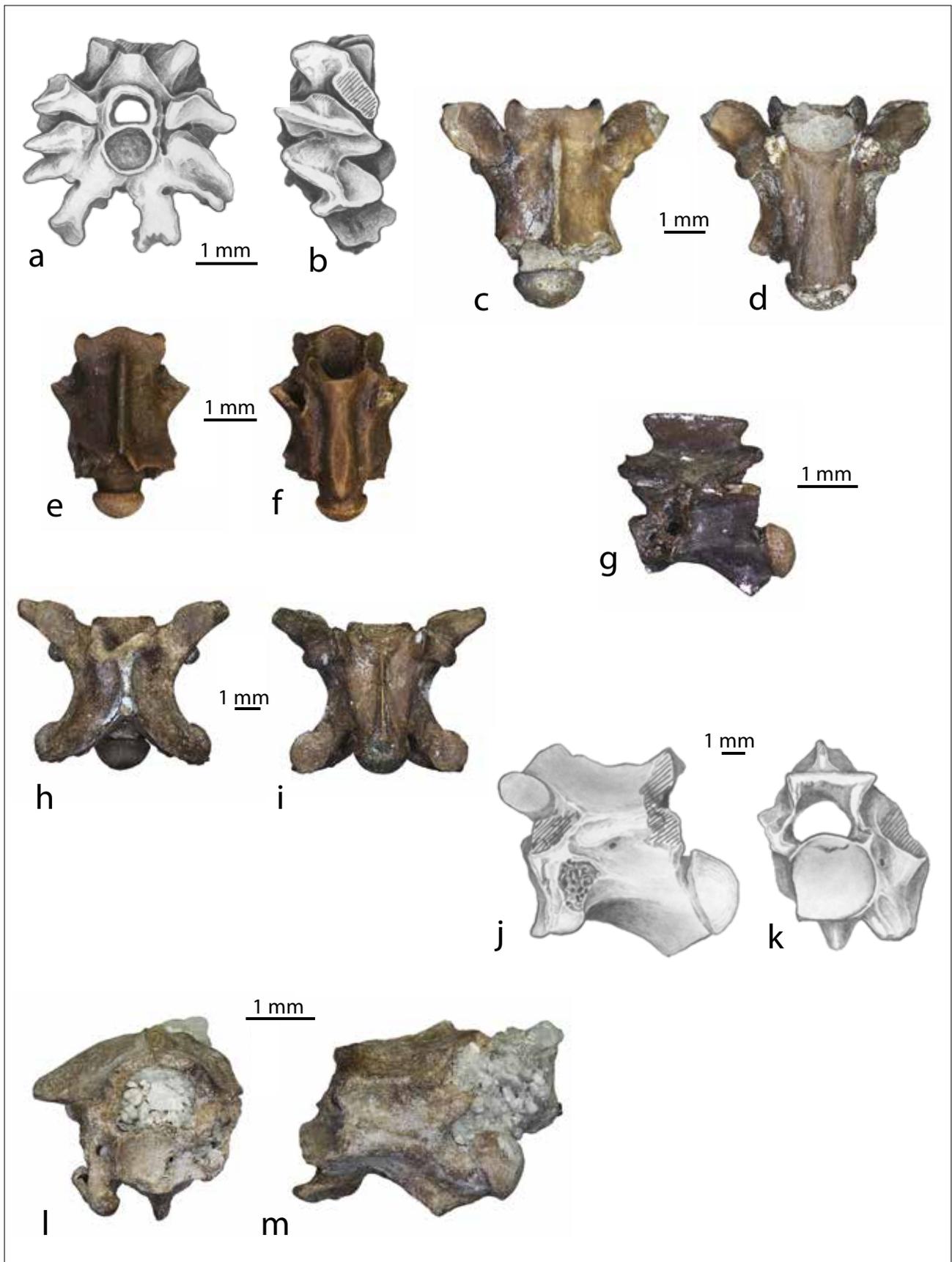


Fig. 4 – Serpenti da Cava Monticino: vertebra caudale di *Eryx cf. jaculus* in vista anteriore (a) e laterale sinistra (b); vertebra del tronco di *Platyceps planicarinatus* in vista dorsale (c) e ventrale (d); vertebra del tronco di cf. *Paleoheterodon arcuatus* in vista dorsale (e) e ventrale (f); vertebra del tronco di *Natrix* sp. in vista laterale sinistra (g); vertebra del tronco di *Malpolon* sp. in vista dorsale (h) e ventrale (i); vertebra del tronco di *Vipera* s.l. (gruppo vipere orientali) in vista laterale sinistra (j) e anteriore (k); vertebra del tronco di *Vipera* sp. 2 in vista anteriore (l) e laterale sinistra (m).

A Cava Monticino, una vertebra del tronco (fig. 4e, f) e un frammento di vertebra presentano una morfologia simile a quella di *P. arcuatus* e sono pertanto attribuite a questa specie, sebbene con un certo grado di incertezza dovuto al pochissimo materiale disponibile e alla scarsa conservazione. L'identificazione è basata sulle seguenti caratteristiche, riscontrabili anche nell'olotipo di *P. arcuatus* (RAGE, HOLMAN 1984): taglia piccola, centro vertebrale allungato, carena emale ampia e affiancata da solchi subcentrali poco profondi, creste subcentrali basse, zigosfene trilobato, arco neurale moderatamente depresso in vista posteriore.

Famiglia Natricidae BONAPARTE, 1838

Genere *Natrix* LAURENTI, 1768

Natrix sp.

Le natrici, genere *Natrix*, fanno parte della famiglia Natricidae, in precedenza considerata una sottofamiglia all'interno dei Colubridae ma elevata a famiglia nel corso della ridefinizione di numerosi sottogruppi di Colubridae sensu lato (si veda, in questo senso, il recente lavoro di ZAHER *et alii* 2019). Tra i natricidi, il genere *Natrix* è attualmente diffuso in Europa, Nord Africa e Asia (UETZ *et alii* 2020), con ampio un record fossile che si estende fino al Paleogene (RAGE 1988). I serpenti di questo genere sono generalmente associati alla presenza di corsi d'acqua.

Una singola vertebra del tronco (fig. 4g), trovata in una delle fessure della cava, presenta un'ipapofisi. Questo, insieme con un arco neurale non compresso in vista posteriore e una spina neurale anteriormente aggettante, è indicativo dell'appartenenza di questo resto a un natricide (SZYNDLAR 1984, 1991b). L'identificazione come membro del genere *Natrix* è basata sulla forma della spina neurale, che è alta e aggettante sia anteriormente sia posteriormente (SZYNDLAR 1991b; SZYNDLAR, SCHLEICH 1993; AUGÉ, RAGE 2000).

Famiglia Psammophiidae DOWLING, 1967

Genere *Malpolon* FITZINGER, 1826

Malpolon sp.

Il genere *Malpolon* fa parte di quei serpenti in passato riferiti al gruppo dei "colubri" all'interno dei Colubridae, sulla base dell'assenza di un'ipapofisi nelle vertebre della parte posteriore del tronco. Attualmente, tuttavia, è riferito alla famiglia Psammophiidae (ZAHER *et alii* 2019). Al genere appartengono tre specie attuali, distribuite in Europa, Africa e Medio Oriente (UETZ *et alii* 2020), e due specie estinte, *Malpolon laurenti* (DÉPÉRET, 1890) e *Malpolon mlynarskii* (SZYNDLAR, 1988). Il record fossile conosciuto copre un periodo compreso tra il Pliocene e il Quaternario,

esclusivamente nell'area mediterranea (RAGE 1972; HOLMAN 1998; BAILON 2000; GLEED-OWEN 2001; BAILON, AOURAGHE 2002; DELFINO 2004; BAILON, BLAIN 2007; BLAIN *et alii* 2007, 2008, 2011, 2013; LÓPEZ-GARCÍA *et alii* 2008, 2011; BLAIN 2009, 2015; JENNINGS *et alii* 2009; AOURAGHE *et alii* 2010; PACHECO *et alii* 2011; LAPLANA *et alii* 2013; DAURA *et alii* 2015; BAILON *et alii* 2017; PIÑERO *et alii* 2017).

Più di un centinaio di vertebre provenienti da Cava Monticino (fig. 4h, i) possono essere attribuite a un grosso serpente, con la morfologia priva di ipapofisi tipica dei "colubri". Le vertebre possiedono processi prezigapofari lunghi, affusolati e appuntiti, caratteri che ne supporta l'identificazione come *Malpolon* (SZYNDLAR 1984, 1991a). L'identità specifica del *Malpolon* di Monticino deve essere lasciata indeterminata al momento, vista la presenza di caratteri morfologici non riscontrati nella specie europea attuale (*Malpolon monspessulanus* (HERMANN, 1804)) e in quelle estinte. Futuri ulteriori confronti (o eventuali nuovi materiali provenienti dalla stessa località) potranno gettare maggiore luce sulla tassonomia di questo rettile.

Famiglia Viperidae OPPEL, 1811

Sottofamiglia Viperinae OPPEL, 1811

Genere *Vipera* LAURENTI, 1768

Vipera s.l. (Gruppo "vipere orientali")

Vipera sp. 2

Famosi per la loro capacità di inoculare veleno nelle prede utilizzando lunghi denti modificati che possono ruotare all'interno della bocca quando viene chiusa, i viperidi hanno un'ampia distribuzione globale e una buona diversità tassonomica (VITT, CALDWELL 2014; UETZ *et alii* 2020). Circa un terzo dei viperidi compongono la sottofamiglia Viperinae (UETZ *et alii* 2020), distribuita tra Africa, Asia ed Europa e includente anche le specie attualmente o precedentemente riferite al genere *Vipera*. Attualmente, l'erpetofauna europea comprende 13 specie di viperini (SPEYBROECK *et alii* 2020), appartenenti ai generi *Macrovipera* REUSS, 1927, *Montivipera* NILSON *et alii*, 1999 e *Vipera*. Il record fossile parte dal Miocene inferiore, con taxa estinti apparentemente affini al gruppo dell'attuale *Vipera aspis* (LINNAEUS, 1758) (*Vipera antiqua* SZYNDLAR, 1987), ed è abbastanza abbondante soprattutto in Europa (SZYNDLAR 1991b; SZYNDLAR, RAGE 2002; GEORGALIS *et alii* 2016; CODREA *et alii* 2017).

Due differenti vipere sono riconoscibili nel materiale di Cava Monticino, entrambe sulla base di vertebre del tronco o frammenti di vertebre. La maggior parte di queste sono di taglia grande, robuste, con un'ipapofisi dritta (almeno per quel che si può dire sulla base

delle parti conservate), un centro vertebrale corto e cotilo e condilo ampi (fig. 4j, k). Questa combinazione di caratteri permette un'attribuzione al gruppo delle vipere orientali (SZYNDLAR 1991b; SZYNDLAR, RAGE 1999; BAILON *et alii* 2010), un gruppo operativo che riunisce vipere di grandi dimensioni ora classificate nei generi *Macrovipera* e *Montivipera*. Una singola vertebra del tronco (fig. 4l, m) è più piccola e gracile, testimoniando pertanto la presenza nell'associazione di un secondo viperino di dimensioni minori. Un'identificazione più precisa non è però possibile sulla base del poco materiale disponibile.

Colubroides indet.

Alcune altre vertebre del tronco con una morfologia da "colubrino" (ovvero, la presenza di una carena emale e una forma allungata; SZYNDLAR 1984, 1991a), ma con uno stato di conservazione insufficiente per un'identificazione più precisa, possono essere assegnate al taxon *Colubroides*. Tra queste, una ha dimensioni particolarmente grandi, una struttura molto robusta e una carena emale particolarmente ampia. Una combinazione di caratteristiche simili non è presente in nessuno degli altri serpenti identificati nel Monticino, suggerendo quindi la presenza di un ulteriore taxon, a cui però non possibile assegnare un'attribuzione migliore al momento.

Il significato paleobiogeografico e paleoambientale degli anfibi e rettili di Cava Monticino

In totale, almeno 26 differenti taxa di anfibi e rettili sono stati riconosciuti nell'associazione tardo-miocenica di Cava Monticino. Questo fa del sito una delle più ricche tra le associazioni ad anfibi e rettili del Neogene europeo. Vista nel suo complesso, la paleoerpetofauna del Monticino mostra affinità afroasiatiche, dovute alla presenza di animali per i quali un ingresso in Europa nel Miocene arrivando da est o dal continente africano è ritenuta probabile. Tra questi, figurano rospi smeraldini e rospi comuni (STÖCK *et alii* 2006; GARCIA-PORTA *et alii* 2012; SYROMYATNIKOVA 2015), raganelle (SANCHIZ, ROČEK 1996) e vipere (SZYNDLAR, RAGE 1999, 2002; RAGE 2013). A loro si affiancano taxa con un significato paleobiogeografico meno evidente, vuoi per una più ampia distribuzione in Europa sin da epoche precedenti (è il caso, per esempio, delle rane verdi o delle bisce d'acqua) o al contrario per uno scarsissimo record fossile e relazioni filogenetiche non ancora totalmente chiarite (come i due serpenti *P. arcuatus* e *P. planicarinatus*, conosciuti oltre che da Cava Monticino quasi esclusi-

vamente nelle rispettive località tipo; RAGE, HOLMAN 1984; BACHMAYER, SZYNDLAR 1985, 1987). Alcuni dei taxa riconosciuti risultano particolarmente importanti in quanto si collocano tra i rappresentanti più antichi dei loro rispettivi gruppi (sino ad ora conosciuti). Sebbene solo tentativamente identificati, i pochi resti di rospo comune trovati a Monticino sono attualmente la più antica prova della loro presenza nella penisola appenninica. Più in generale, *Eryx* cf. *jaculus* e *Malpolon* sp. rappresentano il più antico ritrovamento a livello globale rispettivamente di un boa delle sabbie affine all'omonima specie attuale e di un lamprophide del genere *Malpolon*. Particolarmente interessante, poi, sono i resti di eremiadini ritrovati nelle fessure del sito, vista l'assenza di qualsivoglia altra prova dell'esistenza presente o passata di questa tribù di lacertidi nel territorio italiano.

Dal punto di vista paleoambientale, la paleoerpetofauna del Monticino testimonia un ambiente generalmente arido, come indicato dalla presenza di rettili quali gli agamini, i lacertidi eremiadini e i boa delle sabbie (SPEYBROECK *et alii* 2016). Il ritrovamento di anfibi, così come anche di testuggini del genere *Mauromys*, coccodrilli e di bisce d'acqua, è chiara prova della presenza di corpi d'acqua, tuttavia, alcuni dei quali probabilmente temporanei come indicato dai resti di rospi smeraldini. Inoltre, l'ambiente circostante le fessure fossilifere di Cava Monticino doveva avere un certo grado di complessità nel tardo Miocene. Taxa indicatori di suoli sabbiosi o comunque poco compatti sono stati identificati sia tra gli anfibi (*Pelobates*) sia tra i rettili (gli eremiadini, le anfibene ed *Eryx*), ma gli agamini e lo stesso *Eryx* supportano anche l'esistenza nelle vicinanze di affioramenti rocciosi. Allo stesso modo, ci sono sia taxa di habitat più aperti (gli eremiadini ed *Eryx*) sia altri legati ad aree maggiormente vegetate (la raganella, sebbene identificata solo tentativamente). Un clima relativamente caldo, infine, si può supporre sulla base della presenza di coccodrilli e varani oltre che di numerosi altri taxa appartenenti agli altri gruppi di vertebrati.

Bibliografia

- AMPHIBIAWEB 2021, <https://amphibiaweb.org>. University of California, Berkeley, CA, USA, 24 maggio 2021.
- H. AOURAGHE, J. AGUSTI, B. OUCHAOU, S. BAILON, J.M. LOPEZ-GARCIA, H. HADDOUMI, K. EL HAMMOUTI, A. OUJAA, B. BOUGARINE 2010, *The Holocene vertebrate fauna from Guenfouda site, Eastern Morocco*, "Historical Biology" 22, pp. 320-326.

- E.N. ARNOLD 1989, *Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: relationships within an Old-World family of lizards derived from morphology*, "Bulletin of the British Museum of Natural History, Zoology" 55, pp. 209-257.
- E.N. ARNOLD, O. ARRIBAS, S. CARRANZA 2007, *Systematics of the Palaearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera*, "Zootaxa" 1430, pp. 1-86.
- W. AUFFENBERG 1963, *The fossil snakes of Florida*, "Tulane Studies in Zoology" 10(3), pp. 131-216.
- M.L. AUGÉ 1990, *La faune de Lézards et d'Amphisbaenes de l'Éocène inférieur de Condé-en-Brie (France)*, "Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle" 4e série, 12, pp. 111-141.
- M.L. AUGÉ 2005, *Évolution des lézards du Paléogène en Europe*, "Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle" 192, pp. 1-369.
- M.L. AUGÉ 2012, *Amphisbaenians from the European Eocene: a biogeographical review*, "Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments" 92, pp. 425-443.
- M.L. AUGÉ M., J.-C. RAGE 2000, *Les squamates (Reptilia) du Miocène moyen de Sansan*, "Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle" 183, pp. 263-313.
- M.L. AUGÉ, R. SMITH 1997, *Les Agamidae (Reptilia, Squamata) du Paléogène d'Europe occidentale*, "Belgian Journal of Zoology" 127, pp. 123-138.
- F. BACHMAYER, Z. SZYNDLAR 1985, *Ophidians (Reptilia: Serpentes) from the Kohfidisch Fissures of Burgenland, Austria*, "Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien" Serie A, 87, pp. 79-100.
- F. BACHMAYER, Z. SZYNDLAR 1987, *A second contribution to the ophidian fauna (Reptilia: Serpentes) of Kohfidisch, Austria*, "Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien" Serie A, 88, pp. 25-39.
- S. BAILON 1991, *Amphibiens et reptiles du Pliocène et du Quaternaire de France et d'Espagne: mise en place et evolution des faunes*, Tesi di Dottorato, Université Paris VII, Paris.
- S. BAILON 1999, *Différenciation ostéologique des anoures (Amphibia, Anura) de France*, in J. DESSE, N. DESSE-BERSET (a cura di), *Fiches d'ostéologie animale pour l'Archéologie*, Série C: Varia. Centre de Recherches Archéologiques-CNRS, Valbonne. pp. 1-41.
- S. BAILON 2000, *Amphibiens et reptiles du Pliocène terminal d'Ahl al Oughlam (Casablanca, Morocco)*, "Geodiversitas" 22, pp. 539-558.
- S. BAILON, H. AOURAGHE 2002, *Amphibiens, chéloniens et squamates du Pléistocène supérieur d'El Harhoura 1 (Témara, Maroc)*, "Geodiversitas", 24, pp. 821-830.
- S. BAILON, H.A. BLAIN 2007, *Faunes de reptiles et changements climatiques en Europe Occidentale autour de la limite Plio-Pléistocène*, "Quaternaire" 18, pp. 55-63.
- S. BAILON, P. BOVER, J. QUINTANA, J.A. ALCOVER 2010, *First fossil record of Vipera Laurenti 1768 "Oriental vipers complex" (Serpentes: Viperidae) from the Early Pliocene of the western Mediterranean islands*, "Comptes Rendus Palevol" 9, pp. 147-154.
- S. BAILON, S. HOSSINI, J.-C. RAGE 2017, *Les amphibiens et lépidosauriens du Cénozoïque du Maroc*, in S. ZOUHRI (a cura di), *Paléontologie des vertébrés du Maroc: état des connaissances*, "Mémoires de la Société géologique de France" 180, pp. 453-484.
- G.C. BATSCH 1788, *Versuch einer Unleitung, zur Kenntnis und Geschichte der Thiere und mineralien*, Akademische Buchhandlung, Jena.
- R. BITON, E. GEFFEN, M. VENCES, O. COHEN, S. BAILON, R. RABINOVICH, Y. MALKA, T. ORON, R. BOISTEL, V. BRUMFELD, S. GAFNY 2013, *The rediscovered Hula painted frog is a living fossil*, "Nature Communications" 4, 1959.
- R. BITON, R. BOISTEL, R. RABINOVICH, S. GAFNY, V. BRUMFELD, S. BAILON 2016, *Osteological observations on the alytid Anura Latonia nigriventer with comments on functional morphology, biogeography, and evolutionary history*, "Journal of Morphology" 277, pp. 1131-1145.
- H.A. BLAIN 2009, *Contribution de la paléoherpétofaune (Amphibia & Squamata) à la connaissance de l'évolution du climat et du paysage du Pliocène supérieur au Pléistocène moyen d'Espagne*, "Treballs del Museu de Geologia de Barcelona" 16, pp. 39-170.
- H.A. BLAIN 2015, *Anfibios y escamosos de Cueva Victoria*, "Mastia" 11-12-13, pp. 175-197.
- H.A. BLAIN, S. BAILON, J. AGUSTI 2007, *Anurans and squamate reptiles from the latest early Pleistocene of Almenara-Casablanca-3 (Castellón, East of Spain). Systematic, climatic and environmental considerations*. "Geodiversitas" 29, pp. 269-295.
- H.A. BLAIN, S. BAILON, J. AGUSTI 2008, *Amphibians*

- and squamate reptiles from the latest early Pleistocene of Cueva Victoria (Murcia, southeastern Spain, SW Mediterranean): paleobiogeographic and paleoclimatic implications, "Geologica Acta" 6, pp. 345-361.
- H.-A. BLAIN, M. DELFINO, C. BERTO, M. ARZARELLO 2016a, *First record of Pelobates syriacus (Anura, Amphibia) in the early Pleistocene of Italy*, "Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments" 96, pp. 111-124.
- H.-A. BLAIN, S. BAILON, J. AGUSTÍ 2016b, *The geographical and chronological pattern of herpetofaunal Pleistocene extinctions on the Iberian Peninsula*, "Comptes Rendus Palevol" 15, pp. 761-744.
- H.-A. BLAIN, S. BAILON, J. AGUSTÍ, B. MARTÍNEZ-NAVARRO, I. TORO 2011, *Paleoenvironmental and paleoclimatic proxies to the Early Pleistocene hominids of Barranco León D and Fuente Nueva 3 (Granada, Spain) by means of their amphibian and reptile assemblages*, "Quaternary International" 243, pp. 44-53.
- H.-A. BLAIN, S. BAILON, J. AGUSTÍ, P. PIÑERO-GARCÍA, I. LOZANO-FERNÁNDEZ, P. SEVILLA, J.M. LÓPEZ-GARCÍA, G. ROMERO, M.A. MANCHEÑO 2014, *Youngest agamid lizards from Western Europe (Sierra de Quibas, Spain, late Early Pleistocene)*, "Acta Palaeontologica Polonica" 59(4), pp. 873-878.
- H.-A. BLAIN, C.P. GLEED-OWEN, J.M. LÓPEZ-GARCÍA, J.S. CARRIÓN, R. JENNINGS, G. FINLAYSON, C. FINLAYSON, F. GILES-PACHECO 2013, *Climatic conditions for the last Neanderthals: herpetofaunal record of Gorham's Cave, Gibraltar*, "Journal of Human Evolution" 64, pp. 289-299.
- E. BLYTH 1860, *Report of Curator, Zoological Department*. "Journal of the Asiatic Society of Bengal" 29, pp. 87-115.
- M. BÖHME 2007, *Herpetofauna (Anura, Squamata) and palaeoclimatic implications - preliminary results*, in: G. DAXNER-HÖCK (a cura di) *Oligocene-Miocene Vertebrates from the Valley of Lakes (Central Mongolia): morphology, phylogenetic and stratigraphic implications*, "Annalen des Naturhistorischen Museums Wien" 108A, pp. 43-52
- C.L.J.L. BONAPARTE 1831, *Saggio di una distribuzione metodica degli animali vertebrati*, Antonio Boulzaler, Roma.
- C.L.J.L. BONAPARTE 1838, *Iconographia della fauna italica per le quattro classi degli animali vertebrati*. Tomo II. Amphibi. Salviucci, Roma.
- G.A. BOULENGER 1916, *On the lizards allied to Lacerta muralis with an account of Lacerta agilis and L. parva*, "Transactions of the Zoological Society of London" 21, pp. 1-104
- B.H. BRATTSTROM 1967, *A succession of Pliocene and Pleistocene snake faunas from the High Plains of the United States*, "Copeia" 1967(1), pp. 188-202,
- J. CANO, M. BAEZ, L.F. LÓPEZ-JURADO, G. ORTEGA 1984, *Karyotype and chromosome structure in the lizard, Gallotia galloti in the Canary Islands*, "Journal of Herpetology" 18, pp. 344-349.
- O. CAVALLO, Ş. ŞEN, J.C. RAGE, J. GAUDANT 1993, *Vertébrés messiniens du faciès à congéries de Ciabòt Cagna, Cornelianò d'Alba (Piémont, Italie)*, "Rivista Piemontese di Storia Naturale" 14, pp. 3-22
- V. CAPUTO 2004, *The cranial osteology and dentition in the scincid lizards of the genus Chalcides (Reptilia, Scincidae)*, "Italian Journal of Zoology" 71, pp. 35-45.
- A. ČERŇANSKÝ 2010, *Earliest world record of green lizards (Lacertilia, Lacertidae) from the lower Miocene of Central Europe*, "Biologia" 65, pp. 737-741.
- A. ČERŇANSKÝ, A. BOLET, J. MÜLLER, J.-C. RAGE, M. AUGÉ, A. HERREL 2017, *A new exceptionally preserved specimen of Dracaenosaurus (Squamata, Lacertidae) from the Oligocene of France as revealed by microcomputed tomography*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 37(6), e1384738.
- A. ČERŇANSKÝ, J. KLEMBARA, K.T. SMITH 2016, *Fossil lizard from central Europe resolves the origin of large body size and herbivory in giant Canary Island lacertids*, "Zoological Journal of the Linnean Society" 176(4), pp. 861-877.
- A. ČERŇANSKÝ, E. SYROMYATNIKOVA, E.S. KOVALENKO, K.M. PODURETS, A.A. KALOYAN 2020, *The key to understanding the European Miocene Chalcides (Squamata, Scincidae) comes from Asia: the lizards of the East Siberian Tagay locality (Baikal Lake) in Russia*, "The Anatomical Record" 303(7), pp. 1901-1934.
- A. ČERŇANSKÝ, O.YARYHIN, J. CICEKOVÁ, I. WERNBURG, M. HAIN, J. KLEMBARA 2019, *Vertebral comparative anatomy and morphological differences in anguine lizards with a special reference to Pseudopus apodus*, "The Anatomical Record" 302, pp. 232-257.
- F. CHESI, M. DELFINO, L. ROOK, 2009, *Late Miocene Mauremys (Testudines, Geoemydidae) from Tuscany (Italy): evidence of terrapin persistence after a mammal turnover*, "Journal of Paleontology" 83(3), pp. 379-388.

- V. CODREA, M. VENCZEL, L. URSACHI, B. RĂȚOI 2017, *A large viper from the early Vallesian (MN9) of Moldova (E-Romania) with notes on the palaeobiogeography of late Miocene 'Oriental vipers'*, "Geobios" 50(5-6), pp. 401-411.
- A. COLLARETA, S. CASATI, M.A.L. ZUFFI, A. DI CENCIO 2020, *First authentic record of the freshwater turtle *Mauremys* from the Upper Pliocene of Italy, with a new occurrence of the rarely reported ichnotaxon *Thatchtelithichnus holmani**, "Carnets Geologie" 20(16), pp. 301-313.
- S. COLOMBERO, D.M. ALBA, C. D'AMICO, M. DELFINO, D. ESU, P. GIUNTELLI, M. HARZHAUSER, P.P.A. MAZZA, M. MOSCA, T.A. NEUBAUER, G. PAVIA, M. PAVIA, A. VILLA, G. CARNEVALE 2017, *Late Messinian mollusks and vertebrates from Moncucco Torinese, north-western Italy. Paleoecological and paleoclimatological implications*, "Palaeontologia Electronica" 20.1.10A, pp. 1-66.
- E.D. COPE 1864, *Contributions to the herpetology of tropical America*, "Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia" 16, pp. 166-181.
- J.A. CORSINI, M. BÖHME, W.G. JOYCE 2014, *Reappraisal of *Testudo antiqua* (Testudines, Testudinidae) from the Miocene of Hohenhöwen, Germany*, "Journal of Paleontology" 88(5), pp. 948-966.
- F.M. DAUDIN 1803, *Histoire Naturelle, générale et particulière des Reptiles; Ouvrage faisant suite aux Oeuvres de Leclerc de Buffon, et partie du Cours complet d'Histoire naturelle rédigé par C.S. Sonnini, membre de plusieurs Sociétés savants*, Tome septième. F. Dufart, Paris.
- J. DAURA, M. SANZ, R. JULIÀ, D. GARCÍA-FERNÁNDEZ, J.J. FORNÓS, M. VAQUERO, E. ALLUÉ, J.M. LÓPEZ-GARCÍA, H.-A. BLAIN, J.E. ORTIZ, T. TORRES, R.M. ALBERT, À. RODRÍGUEZ-CINTAS, A. SÁNCHEZ-MARCO, E. CERDEÑO, A.R. SKINNER, Y. ASMERON, V.J. POLYAK, M. GARCÉS, L.J. ARNOLD, M. DEMURO, A.W.G. PIKE, I. EUBA, R.F. RODRÍGUEZ, A.S. YAGÜE, L. VILLAESCUSA, S. GÓMEZ, A. RUBIO, M. PEDRO, J.M. FULLOLA, J. ZILHÃO 2015, *Cova del Rinoceront (Castelldefels, Barcelona): a terrestrial record for the Last Interglacial period (MIS 5) in the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula*, "Quaternary Science Reviews" 114, pp. 203-227.
- J.D. DAZA, E.L. STANLEY, P. WAGNER, A.M. BAUER, D.A. GRIMALDI 2016, *Mid-Cretaceous amber fossils illuminate the past diversity of tropical lizards*, "Science Advances" 2(3), e1501080.
- C. DE GIULI 1989, *The rodents from the Brisighella latest Miocene fauna*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 197-212.
- M. DELFINO 2002, *Erpetofaune italiane del Neogene e del Quaternario*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena.
- M. DELFINO 2003, *A Pleistocene *amphisbaenian* from Sicily*, "Amphibia-Reptilia" 24, pp. 407-414.
- M. DELFINO 2004, *The Middle Pleistocene herpetofauna of Valdemino Cave (Liguria, North-Western Italy)*, "Herpetological Journal" 14, pp. 113-128.
- M. DELFINO, L. ROOK 2008, *African crocodylians in the Late Neogene of Europe. A revision of *Crocodylus bambolii* Ristori, 1890*, "Journal of Paleontology" 82, pp. 336-343.
- M. DELFINO, M.A. ROSSI 2013, *Fossil crocodylid remains from Scontrone (Tortonian, Southern Italy) and the late Neogene Mediterranean biogeography of crocodylians*, "Geobios" 46, pp. 25-31.
- M. DELFINO, M. BÖHME, L. ROOK 2007, *First European evidence for transcontinental dispersal of *Crocodylus* (late Neogene of southern Italy)*, "Zoological Journal of the Linnean Society" 149, pp. 293-307.
- M. DELFINO, T. KOTSAKIS, M. ARCA, C. TUVERI, G. PITRUZZELLA, L. ROOK 2008, *Agamid lizards from the Plio-Pleistocene of Sardinia (Italy) and an overview of the European fossil record of the family*, "Geodiversitas" 30, pp. 641-656.
- M. DELFINO, J.-C. RAGE, A. BOLET, D.M. ALBA 2013, *Early Miocene dispersal of the lizard *Varanus* into Europe: reassessment of vertebral material from Spain*, "Acta Palaeontologica Polonica" 58, pp. 731-735.
- M. DELFINO, À.H. LUJÁN, J. ABELLA, D.M. ALBA, M. BÖHME, A. PÉREZ-RAMOS, E. TSCHOPP, J. MORALES, P. MONTOYA 2021, *Late Miocene remains from Venta del Moro (Iberian Peninsula) provide further insights on the dispersal of crocodiles across the late Miocene Tethys*, "Journal of Paleontology" 95, pp. 184-192.
- C. DEPÉRET 1890, *Les animaux pliocènes du Roussillon*, "Mémoires de la Société géologique de France, Paléontologie", 3, pp. 1-198.
- H.G. DOWLING 1967, *Hemipenes and other characters in colubrid classification*, "Herpetologica" 23, pp. 138-142.
- R. ESTES 1983, *Handbuch der Paläoherpetologie 10A. Sauria terrestria, Amphisbaenia*. Friedrich Pfeil, München.
- R. ESTES, K. DE QUEIROZ, J.A. GAUTHIER 1988, *Phy-*

- logenetic relationships within Squamata, in R. ESTES, G.K. PREGILL (a cura di), *Phylogenetic relationships of the lizard families*, Stanford University Press, Stanford, pp. 119-281.
- S.E. EVANS, G.V.R. PRASAD, B.K. MANHAS 2002, *Fossil lizards from the Jurassic Kota Formation of India*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 22, pp. 299-312.
- M. FERRETTI 2008, *Miocene proboscideans from Italy: African elements and palaeogeographic implications*, "Geology of East Libya" 3, pp. 325-334.
- L. FITZINGER 1826, *Neue Classification der Reptilien nach ihren natürlichen Verwandtschaften nebst einer Verwandtschafts-Tafel und einem Verzeichnisse der Reptilien-Sammlung des K. K. Zoologischen Museums zu Wien*, J. G. Heubner, Wien.
- A. FOLIE, R. SMITH, T. SMITH 2013, *New amphisbaenian lizards from the early Paleogene of Europe and their implications for the early evolution of modern amphisbaenian*, "Geologica Belgica" 16, pp. 227-235.
- G. GALLAI, L. ROOK 2011, *Propotamochoerus provincialis (Gervais, 1859) (Suidae, Mammalia) from the latest Miocene (late Messinian; MN13) of Monticino Quarry (Brisighella, Emilia-Romagna, Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 50, pp. 29-34.
- J. GARCIA-PORTA, S.N. LITVINCHUK, P.A. CROCHET, A. ROMANO, P.H. GENIEZ, M. LO VALVO, P. LYMBERAKIS, S. CARRANZA 2012, *Molecular phylogenetics and historical biogeography of the west-paleo-arctic common toads (Bufo bufo species complex)*, "Molecular Phylogenetics and Evolution" 63, pp. 113-130.
- G.L. GEORGALIS, T.M. SCHEYER 2021, *Lizards and snakes from the earliest Miocene of Saint-Gérard-le-Puy, France: an anatomical and histological approach of some of the oldest Neogene squamates from Europe*. "BMC Ecology and Evolution" 21, 144.
- G.L. GEORGALIS, Z. SZYNDLAR, B.P. KEAR, M. DELFINO 2016, *New material of Laophis crotaloides, an enigmatic giant snake from Greece, with an overview of the largest fossil European vipers*, "Swiss Journal of Geosciences" 109(1), pp. 103-116.
- G.L. GEORGALIS, A. VILLA, M. DELFINO 2017, *The last European varanid: demise and extinction of monitor lizards (Squamata, Varanidae) from Europe*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 37, e1301946.
- C.P. GLEED-OWEN 2001, *A preliminary report on the Late Pleistocene amphibians and reptiles from Gorham's Cave and Vanguard Cave, Gibraltar*, "Herpetological Journal" 11, pp. 167-170.
- B. GÓMEZ DE SOLER, G. CAMPENY VALL-LLOSERA, G.J. VAN DER MADE, O. OMS, J. AGUSTÍ, E. BARRÓN, H.A. BLAIN, R. SALA, F. BURJACHS, J. CLAUDE, S. GARCÍA CATALÁN, D. RIBA, R. ROSILLO 2012, *A new key locality for the Pliocene vertebrate record of Europe: the Camp dels Ninots maar (NE Spain)*, "Geologica Acta" 10(1), pp. 1-17.
- J.E. GRAY 1825, *A synopsis of the genera of reptiles and Amphibia, with a description of some new species*, "Annals of Philosophy" 10, pp. 193-217.
- J.E. GRAY 1827, *A synopsis of the genera of saurian reptiles, in which some new genera are indicated and others reviewed by actual examination*, "Philosophical Magazine" 2, pp. 54-58.
- J.E. GRAY 1844, *Catalogue of the tortoises, crocodiles, and amphisbaenians, in the collection of the British Museum. Trustees of the British Museum, London*.
- S.B. HEDGES 2014, *The high-level classification of skinks (Reptilia, Squamata, Scincomorpha)*, "Zootaxa" 3765(4), pp. 317-338.
- J. HERMANN 1804, *Observationes Zoologicae quibus novae complures, aliaeque animalium species describuntur et illustrantur*, [part III. Amphibia], Paris, Amundum Koenig, pp. 216-289.
- R. HOFFSTETTER 1943, *Varanidae et Necrosauridae fossils*, "Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle" 15, pp. 134-141.
- R. HOFFSTETTER 1969, *Présence de Varanidae (Reptilia, Sauria) dans le Miocène de Catalogne. Considérations sur l'histoire de la famille*, "Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle" 40, pp. 1051-1064.
- R. HOFFSTETTER, J.-C. RAGE 1972, *Les Erycinae fossiles de France (Serpentes, Boidae). Compréhension et histoire de la sous-famille*, "Annales de Paléontologie (Vertébrés)" 58, pp. 81-124.
- J.A. HOLMAN 1964, *Fossil snakes from the Valentine Formation of Nebraska*, "Copeia" 1964, pp. 631-637.
- J.A. HOLMAN 1978, *Herpetofauna of the Bijou Hills Local Fauna (late Miocene: Barstovian) of South Dakota*, "Herpetologica" 34(3), pp. 253-257
- J.A. HOLMAN 1987, *Herpetofauna of the Egelhoff site (Miocene: Barstovian) of north-central Nebraska*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 7(2), pp. 109-120.

- J.A. HOLMAN 1995, *Pleistocene amphibians and reptiles in North America*, Oxford Univ. Press, New York.
- J.A. HOLMAN 1998, *Pleistocene amphibians and reptiles in Britain and Europe*, Oxford monographs on geology and geophysics.
- J.A. HOLMAN 2000, *Fossil snakes of North America: origin, evolution, distribution, and ecology*, Indiana University Press.
- R.B. HOLMES, A.M. MURRAY, Y.S. ATTIA, E.L. SIMONS, P. CHATRATH 2010, *Oldest known Varanus (Squamata: Varanidae) from the upper Eocene and lower Oligocene of Egypt: support for an African origin of the genus* "Palaeontology" 53: pp. 1099–1110.
- M. IVANOV 2000, *Snakes of the lower/middle Miocene transition at Vieux Collonges (Rhône, France), with comments on the colonisation of western Europe by colubroids*, "Geodiversitas" 22 (4), pp. 559-588.
- M. IVANOV, M. RUTA, J. KLEMBARA, M. BÖHME 2018, *A new species of Varanus (Anguimorpha: Varanidae) from the early Miocene of the Czech Republic, and its relationships and palaeoecology*, "Journal of Systematic Palaeontology" 16, pp. 767-797.
- R.P. JENNINGS, F. GILES PACHECO, R.N.E. BARTON, S.N. COLLCUTT, R. GALE, C.P. GLEED-OWEN, J.M. GUTIÉRREZ LÓPEZ, T.F.G. HIGHAM, A. PARKER, C. PRICE, E. RHODES, A. SANTIAGO PÉREZ, J.L. SCHWENNINGER, E. TURNER 2009, *New dates and palaeoenvironmental evidence for the Middle to Upper Palaeolithic occupation of Higuera de Vallejua Cave, southern Spain*, "Quaternary Science Reviews" 28, pp. 830-839.
- M. KEARNEY, O. RIEPPEL 2006, *An investigation into the occurrence of plicidentine in the teeth of squamate reptiles*, "Copeia" 2006, pp. 337-350.
- J. KLEMBARA 1981, *Beitrag zur kenntnis der subfamilie Anguinae (Reptilia, Anguinae)*, "Acta Universitatis Carolinae – Geologica" 2, pp. 121-168.
- J. KLEMBARA 1986, *New finds of the genus Ophisaurus (Reptilia, Anguinae) from the Miocene of Western Slovakia (Czechoslovakia)*, "Acta Universitatis Carolinae – Geologica" 2, pp. 187-203.
- J. KLEMBARA 2015, *New finds of anguines (Squamata, Anguinae) from the early Miocene of Northwest Bohemia (Czech Republic)*, "Paläontologische Zeitschrift" 89, pp. 171-195.
- J. KLEMBARA, M. RUMMEL 2018, *New material of Ophisaurus, Anguis and Pseudopus (Squamata, Anguinae, Anguinae) from the Miocene of the Czech Republic and Germany and systematic revision and palaeobiogeography of the Cenozoic Anguinae*, "Geological Magazine" 155, pp. 20-44.
- J. KLEMBARA, M. HAIN, K. DOBIAŠOVÁ 2014, *Comparative anatomy of the lower jaw and dentition of Pseudopus apodus and the interrelationships of species of subfamily Anguinae (Anguimorpha, Anguinae)*, "The Anatomical Record" 297, pp. 516-544.
- J. KLEMBARA, K. DOBIAŠOVÁ, M. HAIN, O.YARYHIN 2017, *Skull anatomy and ontogeny of legless lizard Pseudopus apodus (Pallas, 1775): heterochronic influences on form*, "The Anatomical Record" 300, pp. 460-502.
- T. KOTSAKIS 1989, *Late Turolian amphibians and reptiles from Brisighella (Northern Italy): preliminary report*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 277-280.
- T. KOTSAKIS, F. MASINI 1989, *Late Turolian bats from Brisighella (Northern Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 281-285.
- C. LAPLANA, H.A. BLAIN, P. SEVILLA, J.J. ARSUAGA, E. BAQUEDANO, A. PÉREZ-GONZÁLEZ 2013, *Un assemblage de petits vertébrés hautement diversifié de la fin du MIS 5 dans un environnement montagnard au centre de l'Espagne (Cueva del Camino, Pinilla del Valle, communauté autonome de Madrid)*, "Quaternaire" 24, pp. 207-216.
- F. LAPPARENT DE BROIN DE, R. BOUR, J. PERÄLÄ 2006a, *Morphological definition of Eurotestudo (Testudinidae, Chelonii): first part*, "Annales de Paléontologie" 92, pp. 255-304.
- F. LAPPARENT DE BROIN DE, R. BOUR, J. PERÄLÄ 2006b, *Morphological definition of Eurotestudo (Testudinidae, Chelonii): second part*, "Annales de Paléontologie" 92, pp. 325-357.
- J.N. LAURENTI 1768, *Specimen medicum, exhibens synopsis Reptilium emendatam cum experimentis circa venena et antidota Reptilium austriacorum*, Joan Thomae, Vienna.
- C. LINNAEUS 1758, *Systema Naturae, per Regna Trium Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*, edition decima, Tomus I. Laurentii Salvii, Stockholm.
- J.M. LÓPEZ-GARCÍA, H.A. BLAIN, G. CUENCA-BEASCÓS, C. ALONSO, S. ALONSO, M. VAQUERO 2011, *Small vertebrates (Amphibia, Squamata, Mammalia) from the late Pleistocene-Holocene of the Valdavara-1 cave (Galicia, northwestern Spain)*, "Geo-

- bios" 44, pp. 253-269.
- J.M. LÓPEZ-GARCÍA, H.A. BLAIN, G. CUENCA-BE-SCÓS, J.L. ARSUAGA 2008, *Chronological, environmental, and climatic precisions on the Neanderthal site of the Cova del Gegant (Sitges, Barcelona, Spain)*, "Journal of Human Evolution" 55, pp. 1151-1155.
- L. MACALUSO, A. VILLA, G. PITRUZZELLA, L. ROOK, G. CARNEVALE, M. DELFINO 2021 (in stampa), *A progressive extirpation: an overview of the fossil record of Salamandrina (Salamandridae, Urodela)*, "Historical Biology" 18 pp. DOI: 10.1080/08912963.2021.1888946
- D. MALAKHOV, 2005, *The early Miocene herpetofauna of Ayakoz (Eastern Kazakhstan)*, "Biota" 6(1-2), pp. 29-35
- F. MASINI, L.ROOK 1993, *Hystrix primigenia (Mammalia, Rodentia) from the late Messinian of the Monticino gypsum quarry (Faenza, Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 32, pp. 79-87.
- F. MASINI, H. THOMAS 1989, *Samotragus occidentalis nov. sp. a new bovid from the late Messinian of Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 307-316.
- L.C. MAUL, K.T. SMITH, R. BARKAI, A. BARASH, P. KARKANAS, R. SHAHACK-GROSS, A. GOPHER 2011, *Microfaunal remains at Middle Pleistocene Qesem Cave, Israel: preliminary results on small vertebrates, environment and biostratigraphy*, "Journal of Human Evolution" 60, pp. 464-480.
- B. MERREM 1820, *Versuch eines Systems der Amphibien I (Tentamen Systematis Amphibiorum)*, J. C. Krieger, Marburg.
- H.V. MEYER 1855, *Briefliche Mitteilung an Prof. Bronn*, "Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde" 1855: 326-337.
- J.C. MURPHY, R.W. HENDERSON 1997, *Tales of giant snakes. A historical natural history of anacondas and pythons*, Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- G. NILSON, B. TUNIYEV, C. ANDRÉN, N. ORLOV, U. JOGER, H.W. HERRMANN 1999, *Taxonomic position of the Vipera xanthina complex*, "Kaupia" 8, pp. 99-102
- M. OPPEL 1811, *Die Ordnungen, Familien und Gattungen der Reptilien, als Prodrom einer Naturgeschichte derselben*, Joseph Lindauer, Munich.
- F.G. PACHECO, A. SANTIAGO, J.M. GUTIÉRREZ, J.M. LÓPEZ-GARCÍA, H.A. BLAIN, G. CUENCA-BE-SCÓS, J. VAN DER MADE, I. CÁCERAS, N. GARCÍA 2011, *The Early Pleistocene paleontological site in the Sierra del Chaparral (Villaluenga del Rosario, Cádiz, Southwestern Spain)*, "Quaternary International" 243, pp. 92-104.
- L. PANDOLFI, L. ROOK 2017, *Rhinocerotidae (Mammalia, Perissodactyla) from the latest Turolian (MN13; Late Miocene) of central and northern Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 56, pp. 45-56.
- D. PARMLEY 1988, *Early Hemphillian (late Miocene) snakes from the Higgins local fauna of Lipscomb County, Texas*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 8(3), pp. 322-327.
- D. PARMLEY, J.A. HOLMAN 1995, *Hemphillian (late Miocene) snakes from Nebraska, with comments on Arikarean through Blancan snakes of midcontinental North America*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 15, pp. 79-95
- R.E. PIANKA, D. KING, R.A. KING 2004, *Varanoid lizards of the world*, Indiana University Press, Bloomington.
- P. PIÑERO, J. AGUSTÍ, O. OMS, I. FIERRO, P. MONTROYA, S. MANSINO, F. RUIZ-SÁNCHEZ, D.M. ALBA, M.T. ALBERDI, H.-A. BLAIN, C. LAPLANA, J. VAN DER MADE, A.V. MAZO, J. MORALES, X. MURELAGA, A. PÉREZ-GARCÍA, F. PÉREZ-VALERA, J.A. PÉREZ-VALERA, P. SEVILLA, J.M. SORIA, G. ROMERO 2017, *Early Pliocene continental vertebrate Fauna at Puerto de la Cadena (SE Spain) and its bearing on the marine-continental correlation of the Late Neogene of Eastern Betics*, "Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology" 479, pp. 102-114.
- J.C. RAGE 1972, *Les amphibiens et les reptiles du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunes, Hérault)*, "Études Quaternaires" 1, pp. 297-298,
- J.C. RAGE 1987, *Lower vertebrates from the early-middle Eocene Kuldana Formation of Kohat (Pakistan): Squamata*, "Contributions from the Museum of Paleontology of the University of Michigan" 27(7), pp. 187-193.
- J.C. RAGE 2003, *Oldest Bufonidae (Amphibia, Anura) from the Old World: a bufonid from the Paleocene of France*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 23, pp. 462-463.
- J.C. RAGE 1988, *The oldest known colubrid snakes. The state of the art*, "Acta Zoologica Cracoviensia" 31(13), pp. 457-474
- J.C. RAGE 2013, *Mesozoic and Cenozoic squamates of*

- Europe, "Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments" 93, pp. 517-534.
- J.C. RAGE, Z. ROČEK 2003, *Evolution of anuran assemblages in the Tertiary and Quaternary of Europe, in the context of palaeoclimate and palaeogeography*, "Amphibia-Reptilia" 24, pp. 133-250.
- J.C. RAGE, M. AUGÉ 2003, *Amphibians and squamate reptiles from the lower Eocene of Silveirinha (Portugal)*, "Ciências da Terra" 15, pp. 103-116.
- J.C. RAGE, S. BAILON 2011, Amphibia and Squamata, in: T. Harrison (a cura di), *Paleontology and geology of Laetoli: human evolution in context. Volume 2: Fossil hominins and the associated fauna*, Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 467-478.
- J.C. RAGE, HOLMAN J.A. 1984, *Des serpents (Reptilia, Squamata) de type Nord-Américain dans le Miocène Français. Évolution parallèle ou dispersion?* "Geobios" 17, pp. 89-104.
- [AF]T. REUSS 1927, *Sechs europäische Giftschlangengattungen*, "Zoologischer Anzeiger" 73, pp. 124-129.
- Z. ROČEK 1994, *Taxonomy and distribution of Tertiary Discoglossid (Anura) of the genus Latonia V. Meyer, 1843*, "Geobios" 27(6), pp. 717-751.
- Z. ROČEK 2013, *Mesozoic and Tertiary Anura of Laurasia*, "Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments" 93, pp. 397-439.
- H. ROČKOVÁ, Z. ROČEK 2005, *Development of the pelvis and posterior part of the vertebral column in the Anura*, "Journal of Anatomy" 206, pp. 17-35.
- L. ROOK 1992, "Canis" monticinensis sp. nov., a new Canidae (Carnivora, Mammalia) from the late Messinian of Italy, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 31, pp. 151-156.
- L. ROOK, R. BERNOR 2013, *Hippotherium malpassii (Equidae, Mammalia) from the latest Miocene (late Messinian; MN13) of Monticino gypsum quarry (Brisighella, Emilia-Romagna, Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 52, pp. 95-102.
- L. ROOK, M. DELFINO 2003, *I vertebrati fossili di Brisighella nel quadro dei popolamenti continentali del Mediterraneo durante il Neogene*, "Ravenna Studi e Ricerche" 10, pp. 179-207.
- L. ROOK, M. DELFINO 2007, *La fauna preistorica di Brisighella e i popolamenti continentali del Mediterraneo nel Miocene superiore*, in M. SAMI (a cura di), *Il parco museo geologico Cava Monticino, Brisighella. Una guida e una storia*, Tipografia Carta Bianca, Faenza, pp. 97-121.
- L. ROOK, F. MASINI 1994, *Orycteropus cf. gaudryi (Mammalia, Tubulidentata) from the late Messinian of the Monticino Quarry (Faenza, Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 33, pp. 369-374.
- L. ROOK, M. DELFINO, M. SAMI 2015, *I vertebrati fossili della cava del Monticino di Brisighella: una finestra sui popolamenti continentali del Mediterraneo nel Miocene superiore*, in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia" S. II, 28, pp. 79-100.
- L. ROOK, G. FICCARELLI, D. TORRE 1991, *Messinian carnivores from Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 30, pp. 7-22.
- B. SANCHIZ, Z. ROČEK 1996, *An overview of the anuran fossil record*, in R.C. TINSLEY, H.R. KOBEL (a cura di), *The biology of Xenopus*, Clarendon Press, Oxford, pp. 317-328.
- A. SCANFERLA, F.L. AGNOLÍN 2015, *Nuevos aportes al conocimiento de la herpetofauna de la Formación Cerro Azul (Mioceno Superior), Provincia de La Pampa, Argentina*, "Papéis Avulsos de Zoologia" 55(23), pp. 323-333.
- H.H. SCHLEICH 1988, *Neue reptilienfunde aus dem Tertiär Deutschlands 8. Palaeoblanus tobieni n. gen., n.sp.—Neue Doppelschleichen aus dem Tertiär Deutschlands*, "Paläontologische Zeitschrift" 62, pp. 95-105.
- N.N. SHCHERBAK 1975, *Katalog Afrikanских Jascurok (Catalogue of African Eremias)*, Naukova dumka, Kiev.
- N. SILLERO, J. CAMPOS, A. BONARDI, C. CORTI, R. CREEMERS, P.-A. CROCHET, J. CRNOBRNJA ISAILOVIĆ, M. DENOËL, G.F. FICETOLA, J. GONÇALVES, S. KUZMIN, P. LYMBERAKIS, P. DE POUS, A. RODRÍGUEZ, R. SINDACO, J. SPEYBROECK, B. TOXOPEUS, D.R. VIEITES, M. VENCES 2014, *Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe*, "Amphibia-Reptilia" 35, pp. 1-31.
- T.R. SIMÕES, E. WILNER, M.W. CALDWELL, L.C. WEINSCHÜTZ, A.W.A. KELLNER 2015, *A stem acrodontan lizard in the Cretaceous of Brazil revises early lizard evolution in Gondwana*, "Nature Communications" 6, 8149.
- R. SINDACO, G. DORIA, E. RAZZETTI, F. BERNINI (a cura di) 2006, *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia / Atlas of Italian Amphibians and Reptiles*. So-

- cietas Herpetologica Italica, Edizioni Polistampa, Firenze.
- C.S. SONNINI, P.A. LATREILLE 1801, *Histoire Naturelle des Reptiles avec figures dessinées d'après nature*, Chez Deterville, Paris.
- L. SORBELLI, A. VILLA, S. GENTILI, M. CHERIN, G. CARNEVALE, E. TSCHOPP, M. DELFINO 2021, *The Early Pleistocene ectothermic vertebrates of Pietrafitta (Italy) and the last European occurrence of Latonia*, "Comptes rendus Palevol" 20, pp. 555-583.
- J. SPEYBROECK, W. BEUKEMA, B. BOK, J. VAN DER VOORT 2016, *Field guide to the amphibians and reptiles of Britain and Europe*, Bloomsbury Publishing, London.
- J. SPEYBROECK, W. BEUKEMA, C. DUFRESNES, U. FRITZ, D. JABLONSKI, P. LYMBERAKIS, I. MARTÍNEZ-SOLANO, E. RAZZETTI, M. VAMBERGER, M. VENCES, J. VÖRÖS, P.-A. CROCHET 2020, *Species list of the European herpetofauna – 2020 update by the Taxonomic Committee of the Societas Europaea Herpetologica*, "Amphibia-Reptilia" 41(2), pp. 139-189.
- J.B. SPIX 1825, *Animalia nova sive Species novae laceratarum quas in itinere per Brasiliam annis MDC-CCXVII–MDCCCXX jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I, Bavariae Regis suscepto collegit et descripsit Dr. J.B. de Spix*. T.O. Weigel, Leipzig.
- M. STÖCK, C. MORITZ, M. HICKERSON, D. FRYN-TA, T. DUJSEBAYEVA, V. EREMCHENKO, J.R. MAC-EY, T.J. PAPPENFUSS, D.B. WAKE 2006, *Evolution of mitochondrial relationships and biogeography of Palearctic green toads (Bufo viridis subgroup) with insights in their genomic plasticity*, "Molecular Phylogenetics and Evolution" 41, pp. 663-689.
- R.M. SULLIVAN 2019, *The taxonomy, chronostratigraphy and paleobiogeography of glyptosaurine lizards (Glyptosaurinae, Anguillidae)*, "Comptes Rendus Palevol" 18(7), pp. 747-763.
- E.V. SYROMYATNIKOVA 2015, *A new species of Bufo (Amphibia, Anura) from the Miocene of Russia*, "Russian Journal of Herpetology" 22, pp. 281-288.
- Z. SZYNDLAR 1984, *Fossil snakes from Poland*, "Acta Zoologica Cracoviensia" 28, pp. 1-156.
- Z. SZYNDLAR 1987, *Snakes from the lower Miocene locality of Dolnice (Czechoslovakia)*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 7, pp. 55-71.
- Z. SZYNDLAR 1988, *Two new extinct species of the genera Malpolon and Vipera (Reptilia, Serpentes) from the Pliocene of Layna (Spain)*, "Acta Zoologica Cracoviensia" 31, pp. 687-706.
- Z. SZYNDLAR 1991a, *A review of Neogene and Quaternary snakes of Central and Eastern Europe. Part I: Scolecophidia, Boidae, Colubrinae*, "Estudios Geológicos" 47, pp. 103-126.
- Z. SZYNDLAR 1991b, *A review of Neogene and Quaternary snakes of Central and Eastern Europe. Part II: Natricinae, Elapidae, Viperidae*, "Estudios Geológicos" 47, pp. 237-266.
- Z. SZYNDLAR, J.-C. RAGE 1999, *Oldest fossil vipers (Serpentes: Viperidae) from the Old World*, "Kaupia" 8, pp. 9-20.
- Z. SZYNDLAR, J.-C. RAGE 2002, *Fossil record of the true vipers*, in G.W. SCHUETT, M. HÖGGREN, M.E. DOUGLAS, H.W. GREENE (a cura di), *Biology of the vipers*, Eagle Mountain Publishing, Eagle Mountain, pp. 419-444.
- Z. SZYNDLAR, H.H. SCHLEICH 1993, *Description of Miocene snakes from Petersbuch 2 with comments on the lower and middle Miocene ophidian faunas of southern Germany*, "Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde" Serie B, 192, pp. 1-47.
- Z. SZYNDLAR, H.H. SCHLEICH 1994, *Two species of the genus Eryx (Serpentes; Boidae; Erycinae) from the Spanish Neogene with comments on the past distribution of the genus in Europe*, "Amphibia-Reptilia" 15, pp. 233-248.
- M. TAŁANDA 2018, *An exceptionally preserved Jurassic skink suggests lizard diversification preceded fragmentation of Pangaea*, "Palaeontology" 61(5), pp. 659-677.
- D. TORRE 1989, *Plioviverrops faventinus nov. sp. a new carnivore of late Messinian age*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 323-327.
- V.R.JR. TOWNSEND, J.A. AKIN, B.E. FELGENHAUER, J. DAUPHINE, S.A. KIDDER 1999, *Dentition of the ground skink, Scincella lateralis (Sauria, Scincidae)*. "Copeia", 1999: pp. 783-788.
- E. TSCHOPP, A. VILLA, M. CAMAITI, L. FERRO, C. TUVERI, L. ROOK, M. ARCA, M. DELFINO 2018, *The first fossils of Timon (Squamata: Lacertinae) from Sardinia (Italy) and potential causes for its local extinction in the Pleistocene*, "Zoological Journal of the Linnean Society" 184(3), pp. 825-856.
- TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP [A.G.J. RHO-DIN, J.B. IVERSON, R. BOUR, U. FRITZ, A. GEORGES, H.B. SHAFFER, P.P. VAN DIJK] 2017, *Turtles of the World: annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status*

- (8th Ed.), in A.G.J. RHODIN, J.B. IVERSON, P.P. VAN DIJK, R.A. SAUMURE, K.A. BUHLMANN, P.C.H. PRITCHARD, R.A. MITTERMEIER (a cura di), *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: a Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*, "Chelonian Research Monographs" 7, pp. 1-292.
- P. UETZ, P. FREED, J. HOŠEK, (a cura di) 2020, The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, 15 aprile 2021.
- M. VENCZEL 2004, *Middle Miocene anurans from the Carpathian Basin*, "Palaeontographica, Abteilung A" 271, pp. 151-174.
- M. VENCZEL, J. HÍR 2015, *Lissamphibians and squamate reptiles from the early middle Miocene of Litke, Northern Hungary*, "Geobios" 48, pp. 491-504.
- A. VILLA, M. DELFINO 2019a, *Fossil lizards and worm lizards (Reptilia, Squamata) from the Neogene and Quaternary of Europe: an overview*, "Swiss Journal of Palaeontology" 138, pp. 177-211.
- A. VILLA, M. DELFINO 2019b, *A comparative atlas of the skull osteology of European lizards (Reptilia: Squamata)*, "Zoological Journal of the Linnean Society" 187(3), pp. 829-928.
- A. VILLA, B. REICHENBACHER in press, *Reinterpretation of girdled lizard remains from Switzerland documents the first occurrence of the lacertid Janosikia outside of Germany*. "PalZ".
- A. VILLA, R. KOSMA, A. ČERŇANSKÝ, M. DELFINO 2018a, *Taxonomic assessment of 'Bavaricordylus' Kosma, 2004 (Reptilia, Squamata)*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 38(4), e1487844.
- A. VILLA, J. ABELLA, D.M. ALBA, S. ALMÉCIJA, A. BOLET, G.D. KOUFOS, F. KNOLL, À.H. LUJÁN, J. MORALES, J.M. ROBLES, I.M. SÁNCHEZ, M. DELFINO 2018b, *Revision of Varanus marathonsensis (Squamata, Varanidae) based on historical and new material: morphology, systematics, and paleobiogeography of the European monitor lizards*, "PLOS ONE" 13, e0207719.
- A. VILLA, G. CARNEVALE, M. PAVIA, L. ROOK, M. SAMI, Z. SZYNDLAR, M. DELFINO 2021, *An overview on the late Miocene vertebrates from the fissure fillings of Monticino Quarry (Brisighella, Italy), with new data on non-mammalian taxa*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 127(2), pp. 275-332.
- L.J. VITT, J.P. CALDWELL 2014, *Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles*. Elsevier, Amsterdam.
- E. VLACHOS, M. RABI 2018, *Total evidence analysis and body size evolution of extant and extinct tortoises (Testudines: Cryptodira: Pan-Testudinidae)*, "Cladistics" 34, pp. 652-683.
- E. VLACHOS, K. STERLI, J. VASILEIADOU, G. SYRIDES 2019, *A new species of Mauremys (Testudines, Geoemydidae) from the late Miocene–Pliocene of Central Macedonia (Northern Greece) with exceptionally wide vertebral scutes*, "Papers in Palaeontology" 5, pp. 177-195.
- J. WAGLER 1830, *Natürliches System der Amphibien, mit vorangehender Classification der Säugthiere und Vogel. Ein Beitrag zur vergleichenden Zoologie*, J.G. Cotta, München, Stuttgart and Tübingen.
- V. WALLACH, K.L. WILLIAMS, J. BOUNDY 2014, *Snakes of the world. A catalogue of living and extinct species*, CRC Press, Boca Raton.
- A. WEITHOFER 1888, *Beiträge zur Kenntniss der Fauna von Pikermi bei Athen*, "Beiträge Paläontologie Österreich-Ungarns" 6, pp. 225-292.
- H. ZAHER, R.W. MURPHY, J.C. ARREDONDO, R. GRABOSKI, P.R. MACHADO-FILHO, K. MAHLOW, G.G. MONTINGELLI, A. BOTTALLO QUADROS, N.L. ORLOV, M. WILKINSON, Y.-P. ZHANG, F.G. GRAZZIOTTIN 2019, *Large-scale molecular phylogeny, morphology, divergence-time estimation, and the fossil record of advanced caenophidian snakes (Squamata: Serpentes)*, "PLOS ONE" 14, e0216148.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i curatori di questo volume per l'invito a contribuire con una sezione dedicata agli anfi e rettili. MD ringrazia Lorenzo Rook per averlo introdotto allo studio dei vertebrati di Cava Monticino e Tonino Benericetti per il suo contributo fondamentale alla raccolta del materiale fossile. I disegni a, b, j, k della Fig. 4 sono stati realizzati da Z. Szyndlar (Cracovia).

GLI UCCELLI MESSINIANI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Marco Pavia¹

Riassunto

Resti di uccello sono stati rinvenuti nelle fessure carsiche della Formazione a Colombacci all'interno della Cava Monticino. Si tratta di pochi resti isolati molto frammentati appartenenti a non meno di cinque taxa (Phasianidae indet., Otididae indet., Strigiformes indet., Accipitridae indet., Passeriformes indet.). L'osso di otarda, un tibiotarso, rappresenta il più antico resto attribuibile a questo taxon trovato finora. I resti di specie di taglia minore (Phasianidae e Passeriformes) sono stati probabilmente accumulati da rapaci notturni, responsabili dell'accumulo dei resti di micromammiferi, mentre i resti di otarda e rapaci diurni derivano probabilmente dall'azione di altri predatori terrestri o derivano dal trasporto di resti isolati all'interno del deposito da parte dell'acqua. Da un punto di vista paleoambientale, i resti di fasianidi e di otarda indicano ambienti aperti e tendenzialmente secchi, anche se i pochi resti non permettono altre considerazioni.

Parole chiave

Uccelli, Formazione a Colombacci, Messiniano, Italia

Abstract

Messinian bone remains consist of very rare isolated bones derive from the latest Messinian karst fissure fillings of the Formazione a Colombacci Formation. Overall, at least five taxa have been identified (Phasianidae indet., Otididae indet., Strigiformes indet., Accipitridae indet., Passeriformes indet.), with the oldest record of Otididae worldwide. The remains of the smallest taxa (Phasianidae and Passeriformes) were probably accumulated by nocturnal birds of prey, whereas the biggest taxa were probably accumulated by terrestrial predators or represent isolated bones trasported by water inside the deposit. From a paleoenvironmental point of view, the Phasianidae and Otididae remains indicate open dry environment, both the small number of specimens do not allow any further observation.

Keywords

Aves, Formazione a Colombacci, Messinian, Italy

Introduzione

I resti di uccelli rinvenuti presso la Cava Monticino provengono esclusivamente dai riempimenti delle cavità carsiche sviluppate all'interno della Formazione a Colombacci, insieme alle migliaia di resti di tetrapodi. I resti sono numericamente molto scarsi, in proporzione agli abbondantissimi resti di micromammiferi e di erpetofauna (VILLA *et alii* 2021). Questi resti, seppur pochi e molto frammentari, forniscono un ulteriore tassello per ricostruire il quadro dell'evoluzione delle avifaune italiane al passaggio Miocene-Pliocene (tra 5,96 e 5,33 milioni di anni fa) insieme a quelli di Moncucco Torinese e Verduno (COLOMBO *et alii* 2014, 2017).

I resti di uccelli dei riempimenti delle cavità carsiche della Formazione a Colombacci

Tra le migliaia di resti ossei di tetrapodi raccolti nel corso degli anni all'interno dei riempimenti delle fessure di origine carsica della Formazione a Colombacci esposte presso la Cava Monticino sono stati riconosciuti 21 reperti attribuibili a cinque taxa differenti specie di uccelli (VILLA *et alii* 2021). Tutti i resti si presentano molto frammentari ed è stato possibile attribuirli esclusivamente a livello di famiglia.

Più frequenti sono i resti attribuibili a una forma di pernice (Phasianidae), in particolare tutti i resti sono attribuibili a una specie di piccola-media taglia simile, per dimensione, alle specie estinte *Palaeortyx gallica* o

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, Via Valperga Caluso, 35, 10125 Torino – marco.pavia@unito.it

Palaeocryptonyx donnezani (fig. 1, 2). La prima specie è stata riportata anche dal Miocene superiore di Moncucco Torinese (COLOMBERO *et alii* 2017), mentre la seconda è diffusa in Italia nel Pliocene e Pleistocene inferiore (BEDETTI, PAVIA 2013). La grande frammentarietà dei resti di Monticino non permette di essere più precisi nella loro attribuzione tassonomica, vista anche l'estrema omogeneità di queste forme (GÖHLICH, MOURER-CHAUVIRÉ 2005).

Altri resti singoli appartengono a diversi taxa, in particolare ai rapaci notturni (Strigiformes), rapaci diurni (Accipitridae) (fig. 3) e ai passeriformi (Passeriformes), anche se il loro scarso numero e la frammentarietà non permettono una loro identificazione anche a livello di famiglia.

Un frammento distale di tibiotarso (BRS5b/Av/1, fig. 4) presenta le caratteristiche tipiche della famiglia delle otarde (Otididae), in particolare un tubercolo e una cresta sul margine distale del pons supratendineus. La diafisi arrotondata esclude che il resto di Monticino appartenga al genere estinto *Gryzaja* (MAYR 2017), che presenta taglia simile. I resti di otarde nel Miocene sono molto pochi e frammentati e di incerta affinità tassonomica, mentre dal Pliocene compaiono diverse forme (MAYR 2017), per cui il resto di Monticino rappresenta la più antica evidenza di otarde nel record fossile di tutto il mondo.

Commenti sui resti di avifauna di Monticino

I pochi resti di uccelli sono molto frammentati ed estremamente rari nelle diverse fessure di Cava Monticino, soprattutto in proporzione all'enorme quantità



Fig. 1 – Coracoide sinistro prossimale di Phasianidae indet. (BRS24/Av/1), norma dorsale. Barra della scala 2 mm.

di resti degli altri vertebrati, in particolare i microvertebrati. Questi ultimi sono stati molto probabilmente accumulati da un rapace notturno di piccole o medie dimensioni, probabilmente una specie molto specializzata sui piccoli vertebrati e non una specie generalista (ANDREWS 1990). I resti accumulati dai rapaci notturni sotto forma di boli alimentari sotto i posatoi abituali, sono poi stati molto probabilmente spostati da flussi idrici, come dimostra la loro frammentarietà e l'aspetto corroso di molti resti. I resti di otarda e rapaci diurni sono stati accumulati dai carnivori terrestri o portati all'interno del deposito dal dilavamento. Da un punto di vista ambientale, i resti di otarda e di fasianidi indicano un ambiente aperto e relativamente secco, anche se i pochi resti permettono solo indicazioni preliminari.



Fig. 2 – Omero destro distale di Phasianidae indet. (BRS19/Av/2), norma caudale. Barra della scala 2 mm.

Bibliografia

- P. ANDREWS 1990, *Owls, caves and fossils: predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves, with analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury, sub-Mendip, Somerset*. Natural History Museum, London, 231 pp.
- C. BEDETTI, M. PAVIA 2013, *Early Pleistocene birds from Pirro Nord (Puglia, southern Italy)*. "Palaeon-



Fig. 3 – Falange ungueale completa di Accipitridae indet. (BRS5/Av/1), norma laterale. Barra della scala 2 mm.

tographica Abteilung A” 298, pp. 31-53.

S. COLOMBERO, D. M. ALBA, C. D’AMICO, M. DELFINO, D. ESU, P. GIUNTELLI, M. HARZHAUSER, P. P. A. MAZZA, M. MOSCA, T. A. NEUBAUER, G. PAVIA, M. PAVIA, A. VILLA, G. CARNEVALE 2017, *Late Messinian mollusks and vertebrates from Moncucco Torinese, North-western Italy. Paleoecological and paleoclimatological implications*. “Palaeontologia Electronica” 20.1.10, pp. 1-66.

S. COLOMBERO, C. ANGELONE, E. BONELLI, G. CARNEVALE, O. CAVALLO, M. DELFINO, P. GIUNTELLI, P. P. A. MAZZA, G. PAVIA, M. PAVIA, G. REPETTO 2014, *The upper Messinian assemblages of fossil vertebrate remains of Verduno (NW Italy): another brick for a latest Miocene bridge across the Mediterranean*. “Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen” 273, pp. 287-324.

U. B. GÖHLICH C.MOURER-CHAUVIRÉ 2005, *Revision of the phasianids (Aves: Galliformes) from the Lower Miocene of Saint-Gérard-le-puy (Allier, France)*. “Palaeontology” 48, pp. 1331-1350.

G. MAYR 2017, *Avian Evolution. The Fossil Record of Birds and Its Paleobiological Significance. Topics in Paleobiology*. Wiley-Blackwell, Oxford, 293 pp.

A. VILLA, G. CARNEVALE, M. PAVIA, L. ROOK, M. SAMI, Z. SZYNDLAR, M. DELFINO 2021, *An overview on the late Miocene vertebrates from the fissure fillings of Monticino Quarry (Brisighella, Italy), with new data on non-mammalian taxa*, “Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia” 127, pp. 275-332.

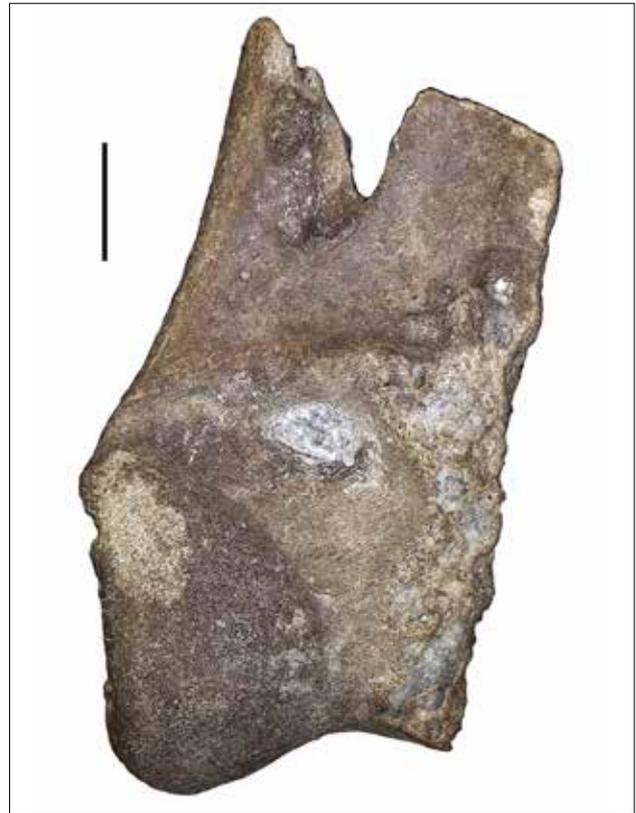


Fig. 4 – Tibiotarso sinistro distale di Otidiidae indet. (BR-S5b/Av/1), norma craniale. Barra della scala 2 mm.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va a Marco Sami (Museo Civico di Scienze Naturali “Malmerendi”, Faenza) e a Lorenzo Rook (Università di Firenze) per il prezioso supporto fornito durante lo studio dei reperti conservati presso il Museo di Faenza e il Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Firenze.

GLI INSETTIVORI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Antonio Borrani¹, Andrea Savorelli², Jacopo Crezzini^{3,4}, Federico Masini⁵

Riassunto

Sono note quattro diverse specie di insettivori dalla cava del Monticino, due soricidi (*Neomyosorex* sp. e cf. *Miosorex desnoyersianus*) e due erinaceidi (*Parasorex depereti* e "*Mioechinus*" sp.). *Parasorex depereti* appartiene ai Galericipini, una tribù estinta di gimnuri, e probabilmente era un animale piuttosto opportunistico, come gli altri membri dello stesso genere, forse non legato ad ambienti di foresta o umidi relativamente caldi. "*Mioechinus*" sp. di collocazione sistematica incerta, per alcuni autori potrebbe essere sinonimo dei generi di ricci moderni *Atelerix* o *Hemiechinus*. In questo caso, la sua presenza escluderebbe ambienti desertici o di foresta pluviale. Infine, *Neomyosorex* sp., relativamente vicino ai moderni toporagni d'acqua, potrebbe suggerire la presenza di specchi d'acqua dolce permanenti.

Parole chiave

Parasorex, *Mioechinus*, *Miosorex*, *Neomyosorex*, Crocidosoricinae, Messiniano

Abstract

Four different species of insectivores are known from the Monticino quarry, two soricids (*Neomyosorex* sp. and cf. *Miosorex desnoyersianus*) and two erinaceids (*Parasorex depereti* and "*Mioechinus*" sp.). *Parasorex depereti* belongs to the Galericipini, an extinct tribe of gymnures and, as other members of the same genus, was probably a rather opportunistic animal not bound to relatively warm forest or wetland environments. "*Mioechinus*" sp., although of uncertain systematic placement, for some authors could be synonymous with the modern hedgehog genera *Atelerix* or *Hemiechinus*. Thus, its occurrence might exclude desert or rainforest environments. Finally, *Neomyosorex* sp., rather close to modern water shrews, could suggest the presence of permanent freshwater bodies.

Keywords

Parasorex, *Mioechinus*, *Miosorex*, *Neomyosorex*, Crocidosoricinae, Messinian

Introduzione

Gli insettivori (*Eulipotyphla sensu* WADDELL *et alii* 1999) sono uno dei gruppi di mammiferi la cui composizione è stata più oggetto di dibattito negli ultimi anni. L'ordine Insectivora (= *Lipotyphla* in BUTLER 1988) è stato a lungo considerato composto da Chrysochloridae (talpe dorate), Erinaceidae (ricci e gimnuri), Soricidae (crociture e toporagni), Solenodontidae (solenodonti di Cuba e Hispaniola), Talpidae (talpe e desman) e Tenrecidae (tenrec). Tuttavia, di recente, le talpe dorate e i tenrec sono state riconsiderati come più affini agli Afrotheria (gruppo che include elefanti, lamantini, oritteropi, procavie e toporagni-elefante)

te) che non agli altri insettivori. Per questo motivo, oggi giorno l'ordine *Eulipotyphla* ("veri *Lipotyphla*") è composto solo da erinaceidi, soricidi, solenodonti, talpe e loro parenti estinti più prossimi.

La cava del Monticino ha fornito ben quattro diverse specie di insettivori, appartenenti a due delle quattro famiglie attualmente viventi: due specie di soricidi e due di erinaceidi. Le due specie di erinaceidi in questione appartengono una ai gimnuri e l'altra ai ricci.

Erinaceidae

Parasorex depereti (CROCHET, 1986) (fig. 1)

Parasorex depereti è l'insettivoro più abbondante nei

¹ Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DISTEM), via Archirafi 22, 90123 Palermo – antonio.borrani@unipa.it

² Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, via G. La Pira 4, 50121 Firenze - andrea_savorelli@yahoo.it.

³ Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, UR Preistoria e Antropologia, via Laterina 8, 53100 Siena

⁴ Centro Studi sul Quaternario Onlus, Sansepolcro, AR, Italy – jacopocrezzini@gmail.com

⁵ Via Michele Amari 1, 50137 Firenze – stratofede2013@gmail.com.

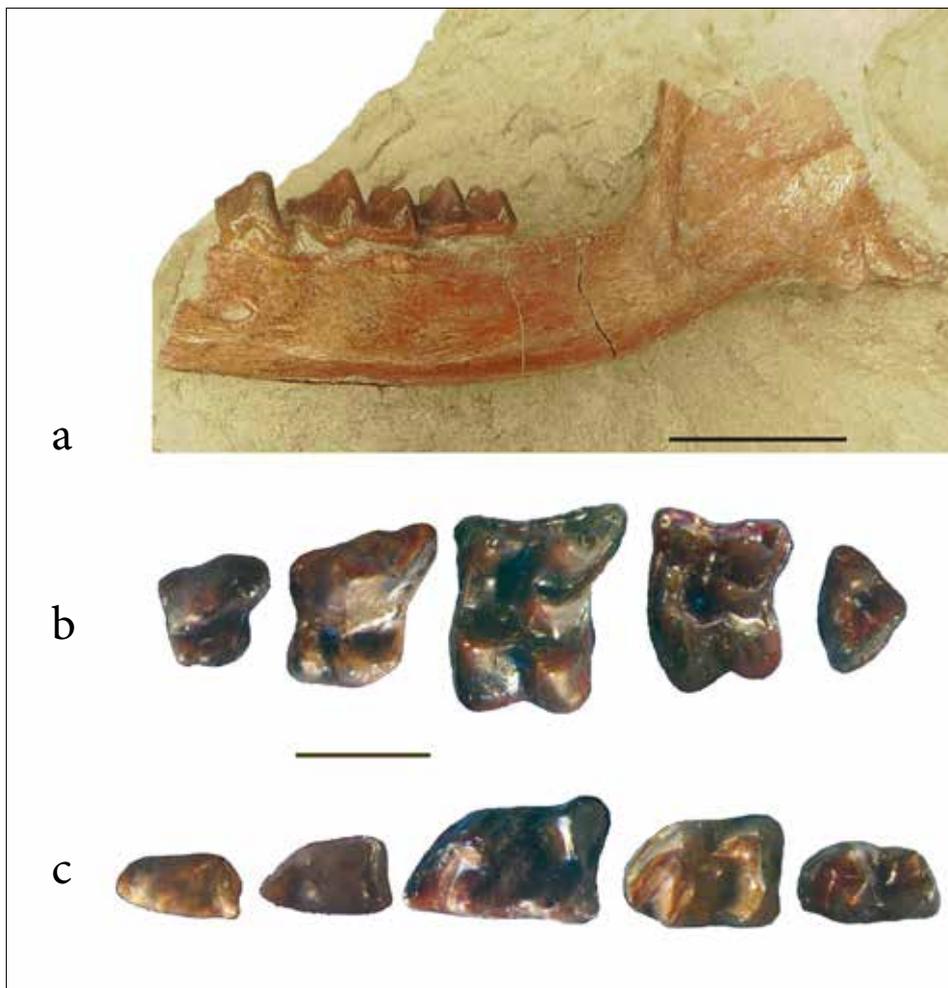


Fig. 1 – *Parasorex depereti*; a: mandibola sinistra con p4-m2 e parte del ramo ascendente e del processo angolare. Scala: 5 mm. b: serie dentaria superiore (P3-M3) sinistra composita; c: serie dentaria inferiore (p3-m3) destra composita. Scala 2.5 mm (a: foto J. Crezzini; b, c da MASINI *et alii* 2019).

depositi di Brisighella. Noto per centinaia di reperti provenienti da 11 diverse fessure (2, 3, 5, 6, 12, 14, 24, 25, 26, 27 e 29) ed oggetto di un articolo pubblicato recentemente (MASINI *et alii* 2019), questa specie di *Parasorex* è una delle più conosciute del genere, assieme alla specie tipo *Parasorex socialis* VON MEYER 1865. Il genere *Parasorex* appartiene alla tribù dei Galericipini, un gruppo estinto di Erinaceidae diffuso in Eurasia ed Africa tra l'Oligocene e l'inizio del Pliocene (VAN DEN HOEK OSTENDE 2001a). I Galericipini sono considerati imparentati con i gimnuri attuali, come i “moonrat” del Sud-est asiatico. Erano probabilmente privi di aculei e muniti di dentatura “completa”, cioè dotata di tre incisivi, un canino, quattro premolari e tre molari per ogni emiarcata, meno ridotta rispetto a quella dei ricci comuni (Erinaceinae), che hanno perduto, nel corso dell'evoluzione, alcuni premolari ed il primo incisivo. I Galericipini, che includono anche le specie insulari giganti del genere *Deinogalerix* (FREUDENTHAL 1972; BUTLER 1980; SAVORELLI *et alii* 2017, 2018, 2019; VILLIER 2010, 2012; VILLIER, CARNEVALE 2013; VILLIER *et alii* 2013) rinvenute nelle “Terre Rosse” del Gargano (Puglia) e a Scontrone (Abruzzo) e risalenti al tardo Miocene, sono considerati poco spe-

cializzati ed abbastanza opportunisti (vedi p.e. BUTLER 1980 in merito).

Resti di *P. depereti* sono stati rinvenuti, oltre che nella Cava del Monticino, in Francia (Mt. Hélène, Celle-neuve, Vendargues, Terrats e Nimes; CROCHET 1986), Portogallo (Esbarrodadoiro; ANTUNES, MEIN 1989) ed in altre due località italiane, Capo Mannu (Sardegna; FURIÓ, ANGELONE 2010) e Ciabòt Cagna (Piemonte; CAVALLO *et alii* 1993, indicato come *Parasorex* cf. *socialis*), a testimonianza di una specie abbondantemente diffusa nell'Europa meridionale ed occidentale tra la fine del Messiniano (MN13) e la fine del Pliocene inferiore (MN15).

Si tratta di una specie di *Parasorex* caratterizzata dalle grandi dimensioni, sensibilmente maggiori rispetto alle altre specie del genere. Una significativa quantità di terzi premolari superiori (P3) è unicuspidata, mentre negli altri membri del genere *Parasorex* questo dente presenta generalmente due cuspidi linguali ben sviluppate, una situata mesialmente (protocono) ed una distalmente (ipocono) (MASINI *et alii* 2019). È interessante osservare come anche un'altra specie strettamente correlata al genere *Parasorex*, *Apulogalerix pusillus* MASINI, FANFANI, 2013, presenti un

simile adattamento per parallelismo: in quest'ultimo ginnuro endemico del tardo Miocene del Gargano, infatti, la quantità di P3 con il lobo interno unicuspidato tende a crescere nel corso del tempo; tuttavia, la cuspidata che viene persa secondariamente in questo caso è l'ipocono, e non il protocono. Un'altra caratteristica interessante di *Parasorex depereti* è la struttura dei molari superiori reminiscente della condizione primitiva dei Galericini, con primi e secondi molari senza cuspidata accessoria (mesostilo) tra le due cuspidate labiali e con alcuni esemplari che presentano creste di connessione rispettivamente tra le due cuspidate linguali (protocono ed ipocono) e la cuspidata intermedia tra paracono e protocono (metaconulo) (MASINI *et alii* 2019).

I caratteri fin qui discussi conferiscono alla specie di Brisighella un aspetto piuttosto primitivo ma probabilmente non indicano una reale arcaicità della specie. Infatti, la riduzione dell'ipocono nel P3, sebbene reminiscente di generi di ginnuri ben più antichi (come nel caso di *Tetracus* e *Galerix*), in realtà è propria di questa specie: nei generi più arcaici di Erinaceidae l'ipocono è assente (carattere primitivo per tutti gli Erinaceomorpha in generale), mentre, nel caso di *Parasorex depereti*, si tratta probabilmente di riduzione e scomparsa del protocono, ovvero di un carattere derivato. Allo stesso modo, lo sviluppo di connessioni con il metaconulo nei molari superiori probabilmente è frutto di una convergenza con i generi più antichi (MASINI *et alii* 2019).

“*Mioechinus*” sp. (fig. 2)

Contrariamente a *Parasorex depereti*, i resti di questo Erinaceide sono alquanto scarsi e provengono da due sole fessure (5 e 9). Si tratta degli unici reperti di un “vero” riccio (sottofamiglia Erinaceinae) antecedenti al Pleistocene in Italia. Descritti come *Mioechinus* o *Postpalerinaceus* sp. da vari autori (DE GIULI 1989; DE GIULI *et alii* 1988; FANFANI 1999; MASINI 1989; MASINI, THOMAS 1989; ROOK *et alii* 2015; TORRE 1989), la scarsità dei resti rende difficile attribuirli con sicurezza ad una determinata specie di erinaceidi. Inoltre, va sottolineato che la validità del genere *Mioechinus* è attualmente dibattuta, dato che potrebbe essere un sinonimo dei generi attualmente viventi *Hemiechinus* (McKENNA, BELL 1997) o *Atelexis* (MEIN, GINSBURG 2002). Al contrario, ZIEGLER (2005) considera *Mioechinus* come un genere valido di Erinaceinae, ma limitato alla specie tipo *Mioechinus oeningensis* (LYDEKKER 1886) del Miocene medio della Germania. Dal momento che nessun resto craniale, indispensabile per discriminare i vari generi di ricci miocenici, è disponibile nel materiale di Brisighella, i reperti in og-

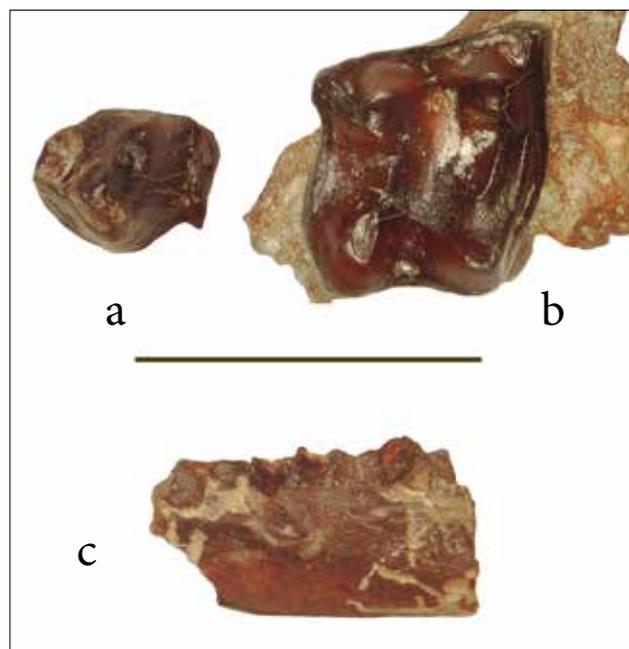


Fig. 2 – “*Mioechinus*” sp.; a: p4 sinistro danneggiato; b: M1 sinistro inserito in frammento di mascellare, con base dell’arco zigomatico; c: frammento di mandibola sinistra in norma labiale (originariamente associato al p4). Scala: 5 mm (foto J. Crezzini).

getto sono assegnati alla specie indeterminata “*Mioechinus*” sp.

Soricidae (fig. 3)

Neomyosorex sp.

cf. *Miosorex desnoyersianus* (LARTET, 1851)

Due specie di Soricidae sono state rinvenute nei depositi della cava del Monticino, *Neomyosorex* sp. (presente nelle fessure 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 25, 27 e 29 con abbondanti resti; fig. 3a-f) e cf. *Miosorex desnoyersianus* (molto raro e proveniente solo dalle fessure 5 e 20; fig. 3g). Il primo appartiene alla sottofamiglia Soricinae, come i toporagni attuali; il secondo, invece, è ascritto alla sottofamiglia Crocidosoricinae. *Neomyosorex* è affine ad *Asoriculus* e sembra riconducibile alla linea evolutiva che porta a *Neomys*, gli attuali toporagni d’acqua. Le Crocidosoricinae sono invece un gruppo di insettivori estinti vissuti tra l’Oligocene medio e la fine del Miocene. In Europa continentale non si rinvengono dopo l’inizio del Tortoniano (MN10, ca. 8.9 Ma; VAN DEN HOEK OSTENDE 2001b), tuttavia, in Italia, oltre che nella cava del Monticino, popolazioni residuali sono ancora presenti alla fine del Miocene nel sito La Pavolona di Baccinello V2 (cf. Crocidosoricinae indet.; Toscana, MN12, ca. tra 7.1 e 6.7 Ma; HÜRZELER, ENGESSER 1976) e nella fauna insulare delle “Terre Rosse” del Gargano (?*Lartetium* cf.

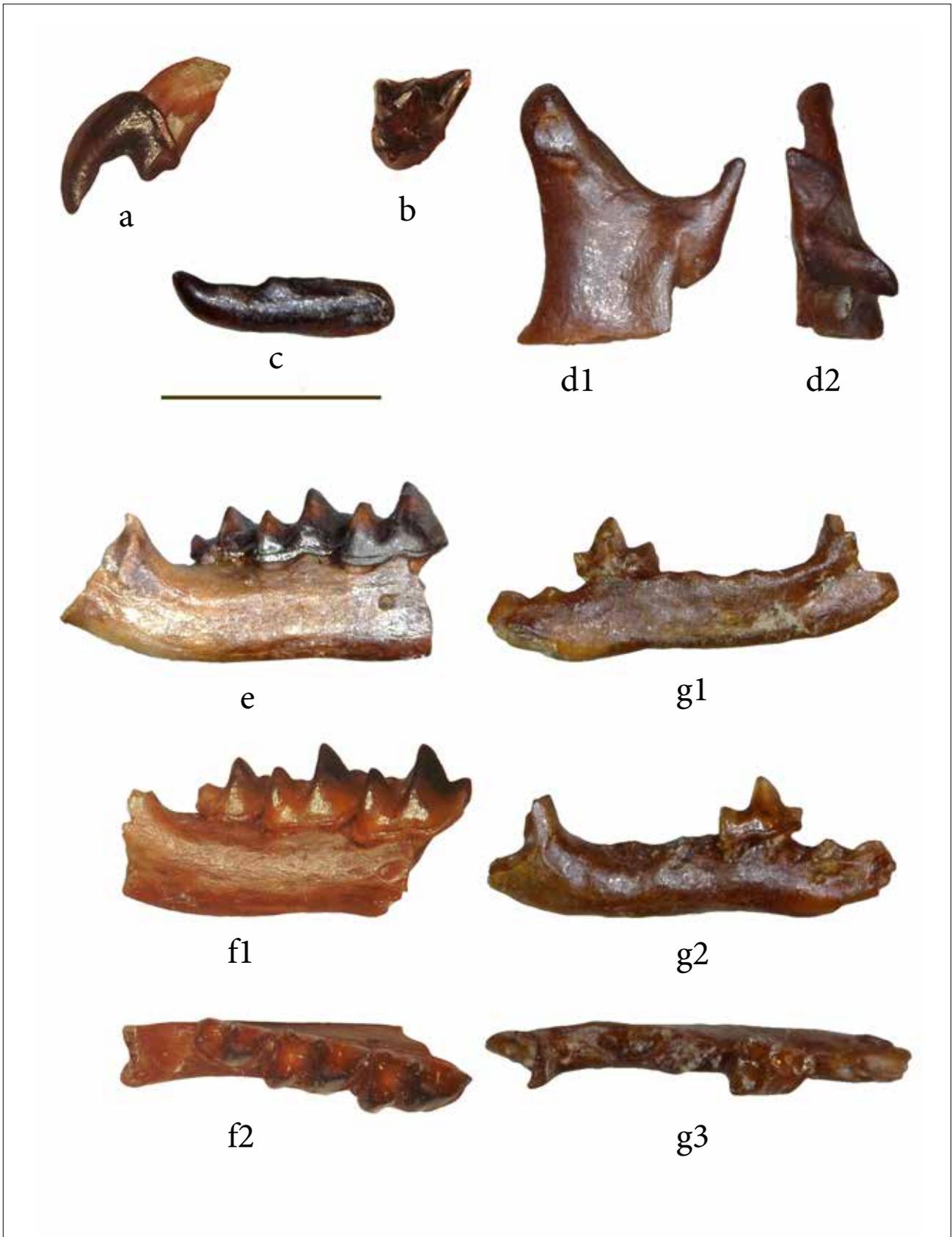


Fig. 3 – Soricidae. *Neomyosorex sp.*; a: canino superiore sinistro; b: M1 sinistro incompleto, con talone rotto; c: primo incisivo inferiore sinistro; d: mandibola sinistra, parte del ramo ascendente con processo coronoideo e condilo mandibolare, in norma laterale (d1) e distale (d2); e: frammento di mandibola destra in norma labiale con m1-3; f: frammento di mandibola destra con m1-m3, in norma labiale (f1) ed occlusale (f2). Cf. *Miosorex desnoyersianus*; g: frammento di mandibola destra con m1 in norma linguale (g1), labiale (g2) ed occlusale (g3). Scala: 3 mm. (Foto a, b, f: J. Crezzini; c, d, e, g: A. Borrani).

dehmi; Messiniano finale/Pliocene iniziale; FANFANI 1999; MASINI *et alii* 2013). L'Italia, quindi, potrebbe essere stata un areale rifugio per gli ultimi crocidosoricini europei.

Implicazioni paleoambientali

Non ci sono dati riguardo alle preferenze ecologiche di *Parasorex depereti*; tuttavia, la specie affine *P. ibericus* è considerata opportunistica (GARCÍA-ALIX *et alii* 2008). In generale, i Galericipini *Schizogalerix*, *Parasorex* e *Galerix symeonidisi* sono considerati più erbivori rispetto agli altri membri della tribù, in base alla presenza di un ipocono sul P3 e, nel caso dei primi due generi, di una cresta distale del metaconulo sui primi due molari superiori più estesa rispetto a molti altri membri del gruppo. Queste strutture forniscono delle superfici aggiuntive per tritare materiali fibrosi (PRIETO *et alii* 2011; VAN DEN HOEK OSTENDE 2001a). Tuttavia, è da notare come una quantità significativa di *Parasorex depereti* abbiano un protocono sul P3 secondariamente ridotto o persino assente, il che potrebbe indicare il ritorno ad una dieta in qualche modo più insettivora. Inoltre, la specie affine *Parasorex socialis* non sembra essere stata legata ad ambienti umidi o forestati e preferiva climi più freschi rispetto ad altri Galericipini (PRIETO 2007; PRIETO *et alii* 2011). Più interessante ancora è la presenza di "*Mioechinus*". I moderni ricci del genere *Atelerix* sono diffusi in quasi tutti gli ambienti africani, eccetto deserti e foreste pluviali; al contempo, *Hemiechinus* predilige ambienti più secchi, come steppe e praterie aride (CORBET 1988). Se la sinonimia degli esemplari di Brisighella fosse confermata (in particolar modo con *Atelerix*, come appare più probabile), questo potrebbe comunque implicare un ambiente relativamente arido e sabbioso, come indicato anche dalla presenza di faune associate come oritteropi (*Orycteropus* cf. *gaudryi*; ROOK, MASINI 1994) e boa delle sabbie (Erycidae indet.; KOTSAKIS 1989; ROOK *et alii* 2015). L'abbondante presenza di un soricide (*Neomyosorex* sp.) relativamente affine ai toporagni semi-acquatici del genere *Neomys*, diffusi in diversi tipi di ambienti d'acqua dolce (*inter alios* SCOTT *et alii* 2012), suggerisce la presenza di specchi d'acqua permanenti. Anche se i Crocidosoricinae in generale sono considerati legati ad ambienti caldi ed umidi, cf. *Miosorex desnoyersianus* non fornisce indicazioni rilevanti sul paleoambiente (KLIETMANN 2013; KLIETMANN *et alii* 2015).

Bibliografia

- M.T. ANTUNES, P. MEIN 1989, *Petit mammifères du Miocène terminal du bassin de Alvalade (Portugal); comparaisons avec des faunes de l'Espagne et du Maghreb*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 161-170.
- P.M. BUTLER 1980, *The giant erinaceid insectivore, Deinogalerix Freudenthal, from the Upper Miocene of Gargano, Italy*, "Scripta Geologica" 57, pp. 1-71.
- P.M. BUTLER 1988, *Phylogeny of the insectivores*, in M.J. BENTON (a cura di), *The Phylogeny and Classification of the Tetrapod, Volume 2: Mammals*, (Systematic Association Special Volume, 35B), Oxford, pp. 117-141.
- O. CAVALLO, S. SEN, J.C. RAGE, J. GAUDANT 1993, *Vertébrés messiniens du faciès à congéries de Ciabòt Cagna, Cornelianò d'Alba (Piémont, Italie)*, "Rivista Piemontese di Storia Naturale" 14, pp. 3-22.
- G.B. CORBET 1988, *The family Erinaceidae: a synthesis of its taxonomy, phylogeny, ecology and zoogeography*, "Mammal Review" 18, pp. 117-172.
- J.Y. CROCHET 1986, *Insectivores pliocènes du sud de la France (Languedoc-Roussillon) et du nord-est de l'Espagne*, "Palaeovertebrata" 16, pp. 145-171.
- C. DE GIULI 1989, *The Rodents of the Brisighella latest Miocene fauna*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 197-212.
- C. DE GIULI, F. MASINI, D. TORRE 1988, *The mammal fauna of Monticino Quarry*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di): *Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Appennines, Field Trip Guidebook*, Faenza, pp. 65-69.
- F. FANFANI 1999, *Revisione degli Insettivori tardo neogenici e quaternari dell'Italia Peninsulare [Review of the Late Neogene and Quaternary insectivores from the Italian Peninsula]*, Modena.
- M. FREUDENTHAL 1972, *Deinogalerix koenigswaldi nov. gen., nov. spec., a giant insectivore from the Neogene of Italy*, "Scripta Geologica", 14 pp. 1-19.
- M. FURIÓ, C. ANGELONE 2010, *Insectivores (Erinaceidae, Soricidae, Talpidae; Mammalia) from the Pliocene of Capo Mannu D1 (Mandriola, central-western Sardinia, Italy)*, "Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen" 258, pp. 229-242.
- A. GARCÍA-ALIX, R. MINWER-BARAKAT, E. MARTÍN SUÁREZ, M. FREUDENTHAL, J.M. MARTÍN 2008, *Late Miocene–Early Pliocene climatic evolution of*

- the Granada Basin (southern Spain) deduced from the paleoecology of the micromammal associations*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology” 265, pp. 214-225.
- J. HÜRZELER, B. ENGESSE 1976, *Les faunes mammifères néogènes du Bassin de Baccinello (Grosseto, Italie)*, “Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences. Série D, Sciences naturelles” 283, pp. 333-336.
- J. KLIETMANN 2013, *Systematic and ecological analysis of Marsupialia and Eulipotyphla from Petersbuch 28, (Germany, Lower Miocene)*, Vienna.
- J. KLIETMANN, L.W. VAN DEN HOEK OSTENDE, D. NAGEL, M. RUMMEL 2015, *Insectivore palaeoecology. A case study of a Miocene fissure filling in Germany*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology” 418, pp. 278-289.
- T. KOTSAKIS 1989, *Late Turolian Amphibians and Reptiles from Brisighella (Northern Italy): preliminary report*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 28, 2-3, pp. 277-280.
- R. LYDEKERR 1886, *Description of the cranium of a new species of Erinaceus from the Upper Miocene of Oeningen*, “Quarterly Journal of the Geological Society of London” 42, pp. 23-25.
- F. MASINI 1989, *Prolagus sorbinii nov. sp. a new Ochotonid (Mammalia, Lagomorpha) from the Messinian of Italy*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 28, 2-3, pp. 295-306.
- F. MASINI, F. FANFANI 2013 *Apulogalerix pusillus nov. gen., nov. sp., the small-sized Galericinae (Erinaceidae, Mammalia) from the “Terre Rosse” fissure filling of the Gargano (Foggia, South-Eastern Italy)*, “Geobios” 46: pp. 89-104.
- F. MASINI, H. THOMAS 1989, *Samotragus occidentalis n. sp., a new bovid from the late Messinian of Italy*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 28, 2-3, pp. 307-316.
- F. MASINI, P.M. RINALDI, A. SAVORELLI, M. PAVIA 2013, *A new small mammal assemblage from the M013 Terre Rosse fissure filling (Gargano, south-eastern Italy)*, “Geobios” 46, pp. 49-61.
- F. MASINI, A. SAVORELLI, A. BORRANI, P.P.A. MAZZA, F. FANFANI 2019, *New light on Parasorex depereiti (Erinaceomorpha: Erinaceidae: Galericini) from the Late Messinian (MN13) of the Monticino Quarry (Brisighella, Faenza, Italy)*, “Fossil Imprint” 75, 3-4, pp. 438-453.
- M.C. MCKENNA, S.K. BELL 1997, *Classification of Mammals: Above the Species Level*, New York, P. MEIN, L. GINSBURG 2002, *Sur l’âge relatif des différents dépôts karstiques miocènes de La Grive-Saint-Alban (Isère)*, “Cahiers scientifiques du Muséum d’histoire naturelle de Lyon - Centre de conservation et d’étude des collections” 5, pp. 7-47.
- J. PRIETO 2007, *Kleinsäuger-Biostratigraphie und Paläoökologie des höheren Mittelmiozäns (MN8) Bayerns: Spaltenfüllungen der Fränkischen Alb und Lokalitäten der Oberen Süßwassermolasse im Vergleich*, Monaco.
- J. PRIETO, L.W. VAN DEN HOEK OSTENDE, M. BÖHME 2011, *Reappearance of Galerix (Erinaceomorpha, Mammalia) at the Middle to Late Miocene transition in South Germany: biostratigraphic and palaeoecologic implications*, “Contributions to Zoology” 80, 3, pp. 179-189.
- L. ROOK, M. DELFINO, M. SAMI 2015, *I vertebrati fossili della cava del Monticino di Brisighella: una finestra sui popolamenti continentali del Mediterraneo nel Miocene superiore*, “Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia” s. II, 28, pp. 79-100.
- L. ROOK, F. MASINI 1994, *Orycteropus cf. gaudryi (Mammalia, Tubulidentata) from the late Messinian of the Monticino Quarry (Faenza, Italy)*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 33, 3, pp. 369-374.
- A. SAVORELLI, F. MASINI, P.P.A. MAZZA, M.A. ROSSI, S. AGOSTINI 2017, *New species of Deinogalerix (Mammalia, Eulipotyphla) from the late Miocene of Scontrone (Abruzzo, central Italy)*, “Palaeontologia Electronica” 20.1.16A, pp. 1-26.
- A. SAVORELLI, F. MASINI, A. BORRANI, P.P.A. MAZZA 2018, *Some species of the southeastern Italian Miocene giant galericine Deinogalerix (Mammalia, Eulipotyphla) revisited, with review of the genus*, “Fossilia” Volume 2018, pp. 45-47.
- A. SAVORELLI, F. MASINI, A. BORRANI, P.P.A. MAZZA 2019, *Reappraisal of some species of the giant galericine Deinogalerix (Mammalia, Eulipotyphla, Erinaceomorpha, Erinaceidae) from the Miocene of south-eastern Italy, with a review of the genus*, “Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments” 100, pp. 219-249.
- D.M. SCOTT, F. SOUTHGATE, A.J. OVERALL, S. WAITE, B.A. TOLHURST 2012, *The Eurasian water shrew: an unsuitable candidate species for a vertebrate bio-indicator of aquatic pollution*, “Journal of Zoology” 286, pp. 30-37.
- D. TORRE 1989, *Plioviverrops faventinus n. sp., a new*

- carnivore of late Messinian age*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, 2-3, pp. 323-327.
- L.W. VAN DEN HOEK OSTENDE 2001a, *A revised generic classification of the Galericiini (Insectivora, Mammalia) with some remarks on their palaeobiogeography and phylogeny*, "Geobios" 34, pp. 681-695.
- L.W. VAN DEN HOEK OSTENDE 2001b, *Insectivore faunas from the Lower Miocene of Anatolia. Part 6: Crocidosoricinae (Soricidae)*, "Scripta Geologica" 122, pp. 47-81.
- B. VILLIER 2010, *Deinogalerix: a giant hedgehog from the Miocene*, "Annali dell'Università di Ferrara. Museologia Scientifica e Naturalistica" 6, pp. 93-102.
- B. VILLIER 2012, *The anatomy of Deinogalerix and systematics of the Galericiini*, Unpublished Ph. D. thesis, Torino.
- B. VILLIER, G. CARNEVALE 2013, *A new skeleton of the giant hedgehog Deinogalerix from the Miocene of Gargano, southern Italy*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 33, 4, pp. 902-923.
- B. VILLIER, L.W. VAN DEN HOEK OSTENDE, J. DE VOS, M. PAVIA 2013, *New discoveries on the giant hedgehog Deinogalerix from the Miocene of Gargano (Apulia, Italy)*, "Geobios" 46, pp. 63-75.
- C.E.H. VON MEYER 1865, [*Briefe an den Herausgeber*], "Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1865", pp. 215-221.
- P.J. WADDELL, N. OKADA, M. HASEGAWA 1999, *Towards resolving the interordinal relationships of placental mammals*, "Systematic Biology" 48, 1, pp. 1-5.
- S. WILLOWS-MUNRO, C.A. MATTHEE 2011, *Linking lineage diversification to climate and habitat heterogeneity: phylogeography of the southern African shrew Myosorex varius*, "Journal of Biogeography" 38, pp. 1976-1991.
- R. ZIEGLER 2005, *Erinaceidae and Dimylidae (Lipotyphla) from the Upper Middle Miocene of South Germany*, "Senckenbergiana Lethaea" 85, pp. 131-152.

Ringraziamenti

Ringraziamo il prof. Lorenzo Rook (Università degli Studi di Firenze) per averci messo a disposizione il laboratorio in cui si è svolta parte del lavoro e per averci invitati a partecipare a questo progetto. Ringraziamo anche il prof. Paul P.A. Mazza (Università degli Studi di Firenze) per aver contribuito considerevolmente al miglioramento delle figure.

I CHIROTTERI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Tassos Kotsakis¹, Andrea Savorelli²

Riassunto

Nell'abbondante materiale di vertebrati fossili di Cava Monticino (Brisighella), i chiroterri sono rappresentati da numerosi resti estremamente frammentari fra i quali solamente quattordici esemplari presentano caratteristiche che permettono una classificazione almeno a livello generico. Questi resti sono stati attribuiti a sei specie: *Megaderma* cf. *mediterraneum*, *Rhinolophus* cf. *kowalskii*, *Rhinolophus* sp., *Hipposideros* (*Syndesmotis*) cf. *vetus*, *Asellia* cf. *mariaetheresae* e *Myotis* cf. *boyeri*. Fra le sei specie presenti tre di queste, il megadermatide e i due ipposideridi (*Hipposideros* e *Asellia*) indicano un ambiente tropicale-subtropicale, piuttosto arido, con temperature non inferiori ai 14° C.

Parole chiave

Chiroptera, Miocene superiore (Turoliano), Romagna (Italia)

Abstract

Among the abundant material of Monticino Quarry (Brisighella) fossil vertebrates, the bats are represented by numerous extremely fragmentary remains, of which only fourteen specimens have characteristics that allow a classification at least at a generic level. These remains have been assigned to six species: *Megaderma* cf. *mediterraneum*, *Rhinolophus* cf. *kowalskii*, *Rhinolophus* sp., *Hipposideros* (*Syndesmotis*) cf. *vetus*, *Asellia* cf. *mariaetheresae* and *Myotis* cf. *boyeri*. Three of these species, the megadermatid and the two hipposiderids (*Hipposideros* and *Asellia*) indicate a tropical-subtropical environment, rather arid, with temperatures not lower than 14° C.

Keywords

Chiroptera, Late Miocene (Turolian), Romagna (Italy)

Introduzione

A Brisighella sono stati raccolti numerosi resti estremamente frammentari di appartenenti all'ordine Chiroptera. Purtroppo solamente quattordici di questi resti presentano caratteristiche tali da poter essere tentativamente classificati almeno a livello generico. Questi resti sono stati attribuiti a sei specie da KOTSAKIS, MASINI (1989): un megadermatide, *Megaderma* cf. *mediterraneum*, due rinolofidi, *Rhinolophus* cf. *kowalskii* e *Rhinolophus* sp., due ipposideridi, *Hipposideros* (*Syndesmotis*) cf. *vetus* e *Asellia* cf. *mariaetheresae* e un vespertilionide, *Myotis* cf. *boyeri* (cfr. anche TATA, KOTSAKIS 2005; ROOK *et alii* 2015). Prima di affrontare la discussione specifica su questi resti si esaminano i caratteri generali e l'origine dell'ordine, le specie attualmente viventi simili a quelle raccolte nel Miocene superiore di Brisighella e la biodiversità dei chiroterri durante il Miocene superiore in Europa e nel bacino del Mediterraneo.

Caratteri e origine dell'ordine Chiroptera

L'ordine Chiroptera include tutte le famiglie dei pipistrelli e costituisce il secondo ordine più abbondante dei mammiferi attualmente viventi con oltre 1400 specie (circa un quarto della mammalofauna attuale), secondo solo ai roditori. La caratteristica dei chiroterri nota a tutti è il loro perfetto adattamento al volo che li rende "veri uccelli notturni" (ALTRINGHAM 2011; GUNNELL, SIMMONS 2012). Il metodo che viene usato per il volo notturno è la ecolocalizzazione cioè la produzione di suoni ad alta frequenza (non percettibili all'orecchio umano) e l'analisi dei suoni che vengono riflessi. I suoni, nella grande maggioranza dei chiroterri si generano dalla laringe ed escono dalla bocca o, in alcune famiglie, dal naso. In alcuni membri della famiglia Pteropodidae (le cosiddette volpi volanti) i suoni vengono prodotti dal movimento della lingua contro il palato. I pipistrelli venivano classicamente suddivisi in due sottordini i Megachiroterri (una fa-

¹ Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Scienze, Largo San Leonardo Murialdo 1, 00146 Roma. e-mail: kotsakis@uniroma3.it

² Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, via G. La Pira 4, 50121 Firenze. e-mail: andrea_savorelli@yahoo.it.

miglia attuale) e i ben più numerosi microchiroteri (venti famiglie attuali). Negli ultimi vent'anni le analisi biomolecolari hanno portato alcuni ricercatori a proporre una classificazione differente. Da una parte i Yangochiroptera (quattordici famiglie di microchiroteri) e dall'altra i Yinpterochiroptera (l'unica famiglia dei megachiroteri più sei famiglie di microchiroteri) (TSAGKOGEOGA *et alii* 2013).

Le ossa fragili dei pipistrelli e il modo di vita di molte specie rende difficile la conservazione dei loro resti (ad eccezione delle specie troglofile del Pleistocene), ragion per cui il numero delle specie fossili che si conosce rappresenta una percentuale molto bassa rispetto alla biodiversità dell'ordine nei tempi passati (BROWN *et alii* 2019). Alcuni denti isolati del Paleocene terminale della Francia (circa 56 ma BP) sono stati attribuiti ai chiroteri ma i primi resti ben conservati provengono dall'Eocene inferiore (circa 52.5 ma BP) degli USA (generi *Onychonycteris* e *Icaronycteris*). Questi due generi e altri basati su resti abbastanza completi dell'Eocene medio mostrano tutte le caratteristiche anatomiche degli attuali microchiroteri: omero, radio (e ulna fusa) e dita allungate; la membrana è sostenuta dalle dita 2-5 mentre il primo dito (il pollice) è corto. Il cinto scapolare è molto robusto e modificato per supportare i grandi sforzi muscolari necessari per il volo. Il cinto pelvico e i piedi indicano che questi pipistrelli potevano appendersi in maniera identica a quelli attuali. *Icaronycteris* e i fossili più recenti presentano tutte e tre le caratteristiche che permettono l'ecolocalizzazione, presenti nelle forme attuali: una coclea sviluppata, un'apofisi orbitale dell'ossicino chiamato martello ed una particolare morfologia dell'osso stiloale (BENTON 2015). Al contrario *Onychonycteris* non presenta nessuno di questi caratteri (SIMMONS *et alii* 2008), il che significa che era sicuramente un volatore, ma non aveva ancora acquisito la capacità di emettere ultrasuoni laringei. Si tratta dunque del più primitivo chiroterero noto. L'origine dell'ordine va ricondotta, molto probabilmente, ad un planatore arboricolo. Attualmente l'ordine Chiroptera è incluso insieme ad altri ordini di mammiferi sia viventi (Lipotyphla, Pholidota, Carnivora, Perisodactyla, Artiodactyla, Cetacea) sia esclusivamente fossili (Creodonta, Mesonychia ecc.) al taxon sistematico superiore di Laurasiatheria (BENTON 2015).

Dal punto di vista della dieta i pipistrelli attuali includono specie estremamente diversificate. La maggioranza delle specie è insettivora ma esiste un buon numero di specie con diete frugivore mentre un numero di specie minore è nettariovora, carnivora, piscivora o ematofaga. A queste diete corrispondono morfologie craniche estremamente differenziate (VAN CAKENBERGHE *et alii* 2002). Le ematofaghe, appartenenti alla

sottofamiglia Desmodontinae (centro-nord dell'America meridionale, America centrale e Messico), hanno contribuito all'origine delle leggende popolari e/o letterarie sui vampiri.

L'organizzazione sociale dei chiroteri varia enormemente da specie a specie coprendo l'intero arco delle possibilità: da specie solitarie (alcuni megachiroteri), a specie che costituiscono aggregazioni di milioni di individui (*Tadarida brasiliensis*) (JONES 2000).

Specie viventi appartenenti ai generi trovati a Brisighella

Le sei specie raccolte a Brisighella (cinque certamente e la sesta molto probabilmente, estinte), appartengono a quattro famiglie (Megadermatidae, Rhinolophidae, Hipposideridae e Vespertilionidae) e a cinque generi differenti tutti aventi rappresentanti viventi.

La famiglia Megadermatidae (i cui membri vengono a volte chiamati "falsi vampiri") comprende cinque generi attuali con sei specie *Cardioderma cor* e *Latvia frons* viventi nell'Africa tropicale, *Macroderma gigas* dell'Australia settentrionale, *Megaderma spasma* e *M. lyra* dell'India e dell'Asia sud-orientale e il recentemente descritto *Eudiscoderma thongareeae* endemico di una foresta della Thailandia. Si tratta di specie della zona intertropicale che sono presenti in una varietà di ambienti che vanno da semi-desertici alle foreste pluviali. Dal punto di vista della dieta alcune di queste specie sono insettivore altre si nutrono di pipistrelli, uccelli, rettili e pesci oltre che di grandi insetti (KOPMAN 1994; SOISOOK *et alii* 2015).

Il genere *Rhinolophus* (i suoi membri sono chiamati "ferri-di-cavallo" a causa delle escrescenze cartilaginee intorno alla zona nasale che assomigliano al ferro di cavallo) è rappresentato nella fauna attuale da più di cento specie che vivono principalmente in Africa, India, Asia sud-orientale e un numero minore di specie che vivono nel Medio Oriente, in Europa centro-meridionale e nell'Australia settentrionale. Tutte le specie sono insettivore. Fra le forme viventi che più si avvicinano alla prima delle due specie fossili presenti a Brisighella sono quelle del gruppo di *R. ferrumequinum* (il cosiddetto ferro-di-cavallo maggiore) (CSORBA *et alii* 2003; SIMONS 2005; e il sito https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_horseshoe_bats per le specie istituite dopo il 2005). La specie *R. ferrumequinum*, è quella a maggior diffusione, dall'Europa centro-meridionale e dal Maghreb fino al Giappone e le Filippine; in Italia è molto frequente. Predilige zone calde e aperte con alberi e cespugli prossime ad acque ferme o correnti. Troglofila, forma colonie di piccole dimensioni (LANZA 2012)

Due rappresentanti fossili di Brisighella appartengono alla famiglia Hipposideridae. I due generi/sottogeneri che interessano, *Hipposideros* (*Syndesmotis*) e *Asellia* hanno rappresentanti tuttora viventi. *H. (S.) megalotis*, unico rappresentante del sottogenere, abita in una limitata area geografica di Etiopia, Kenya, Eritrea e Djibuti. Insettivoro, troglofilo e coloniale, vive in ambienti di boscaglia sempreverde, aree semi-desertiche e boschi di acacia fino a 2000 m di altitudine (HAPPOLD 2013a). Il genere *Asellia* è rappresentato attualmente da quattro specie viventi, tutte insettivore. *A. tridens* ha un ampio areale di diffusione, Africa centro-settentrionale dall'Atlantico all'Indiano, Vicino e Medio Oriente. Le altre tre specie, di piccole dimensioni, hanno areali molto più ristretti. *A. patrizii* è presente in parti dell'Etiopia e dell'Eritrea, *A. italosomalica* si trova nel Corno d'Africa somalo e all'isola di Socotra e *A. arabica* in alcune località dello Yemen e dell'Oman (BENDA *et alii* 2011). Gli habitat naturali di *A. tridens* sono le foreste subtropicali secche, la savana arida, la macchia subtropicale arida, grotte e deserti caldi (AMICHAÏ *et alii* 2013).

L'ultima specie presente a Brisighella appartiene al genere *Myotis* della famiglia Vespertilionidae. Questo genere comprende oltre cento specie (KOOPMAN 1994; SIMONS 2005; e il sito https://en.wikipedia.org/wiki/Mouse-eared_bat per le specie istituite dopo il 2005). Si tratta di un genere presente in tutto il planisfero eccettuate le aree polari e sub-polari e le aree desertiche. La grande maggioranza delle specie sono insettivore mentre alcune sono insettivore-piscivore.

I chiroterri miocenici e pliocenici nell'area europea e mediterranea

I chiroterri del Paleogene (66,0-23,03 ma BP) dell'Europa e del Nord Africa appartengono in parte a famiglie estinte, in parte a generi estinti di famiglie tuttora esistenti e poche specie fossili di generi attualmente viventi. Durante il Miocene inferiore e medio (23,03-11,63 ma BP) sono presenti nelle stesse aree rappresentanti delle famiglie Pteropodidae, Emballonuridae, Megadermatidae, Rhinolophidae, Hipposideridae, Vespertilionidae, Miniopteridae e Molossidae. Le specie presenti in questo lasso di tempo sono tutte estinte ma la maggioranza dei generi ai quali appartengono sono tuttora presenti nelle faune attuali (STORCH, 1999). Il Miocene superiore (11,63-5,33 ma BP) è caratterizzato invece dal predominio delle famiglie Rhinolophidae e Vespertilionidae. La prima è presente con il genere *Rhinolophus*, segnalato in vari siti fossiliferi di una vasta area dell'Europa centro-meridionale, con specie estinte quali le grandi

R. delphinensis, *R. csakvarensis* e *R. cf. kowalskii*, le piccole *R. grivensis* e *R. lissiensis*, e infine *R. antonioi* di media taglia, alcune di origine medio-miocenica altre comparse per la prima volta nel Miocene superiore (MEIN 1964; KOTSAKIS, MASINI 1989; STORCH 1999; CRESPO *et alii* 2017). La famiglia Vespertilionide è invece presente con numerose specie estinte appartenenti a vari generi sia presenti nella fauna attuale dell'Europa (*Plecotus* (*Corynorhinus*) *atavus*, *Plecotus* (*Paraplecotus*) sp., *Eptesicus* aff. *campaniensis*, *E.* aff. *kowalskii*, *Eptesicus* sp., *Vespertilio* cf. *villanyiensis*, *Pipistrellus semenovi*, *P. rouresi*, *Pipistrellus* sp., *Nyctalus* sp., *Barbastella maxima*, *Myotis korotkevichae*, *M. boyeri*, *M. podlesicensis*) o di aree geografiche vicine (*Otonycteris rummeli*) sia a generi estinti (*Eptenonnus gritsevensis*, *Paleptesicus* cf. *noctuloides*, *Samonycteris majori*) (MEIN 1964; BACHMAYER, WILSON 1978; KOTSAKIS, MASINI 1989; TOPÁL 1989; STORCH 1999; ROSINA *et alii* 2006; ZIEGLER 2006; ROSINA, SEMENOV 2012; ROSINA, SINITSÁ 2014; ROSINA 2015; CRESPO *et alii* 2017; ROSINA *et alii* 2018). I vespertilionidi del Miocene superiore sono stati trovati in un'area che va dalla Penisola iberica fino alla Russia. Le altre famiglie presenti in Europa durante il Miocene superiore sono rappresentate da poche segnalazioni. La famiglia Megadermatidae è presente con due specie, *Megaderma vireti* e *M. cf. mediterraneum* (MEIN 1964; BACHMAYER, WILSON 1978; KOTSAKIS, MASINI 1989; STORCH 1999; ZIEGLER 2006), la famiglia Hipposideridae con due specie solamente in Brisighella, *H. (S.) cf. vetus* e *A. mariaethersae* (KOTSAKIS, MASINI 1989; STORCH 1999), la famiglia Miniopteridae con una sola specie, *Miniopterus fossilis* e la famiglia Molossidae con una sola specie, la vivente *Tadarida teniotis* (STORCH 1999).

Durante il Pliocene (5,33-2,58 ma BP) il predominio di rinolophidi e vespertilionidi diventa ancor più evidente e si assiste ad una radiazione dei generi *Rhinolophus* e *Myotis*. Il primo di questi generi è rappresentato da numerose specie (almeno quindici) fra le quali quattro sono tuttora viventi e tre (*R. grivensis*, *R. lissiensis* e *R. cf. kowalskii*) sono presenti già nel Miocene superiore (TOPÁL 1975, 1979; WOŁOSZYN 1987; TRÁVNÍČKOVÁ 2013). Il genere *Myotis* è invece presente durante il Pliocene con più di venti specie, sette delle quali vivono tuttora in Europa. Solamente una specie, *M. podlesicensis*, è presente nel Miocene superiore (KORMOS 1934; HELLER 1936; KOWALSKI 1956, 1962; TOPÁL 1983; AGUSTÍ *et alii* 2011; TRÁVNÍČKOVÁ 2013; HORÁČEK, TRÁVNÍČKOVÁ 2019). Altri generi della famiglia Vespertilionidae rappresentati nelle faune plioceniche europee sono i seguenti: *Eptesicus*, *Plecotus*, *Pipistrellus*, *Barbastella*, *Nyctalus* e "*Kerrivoula*" con circa undici o dodici specie delle quali sei estinte

(WOŁOSZYN 1987; Čermák *et alii* 2010; AGUSTÍ *et alii* 2011; TRÁVNÍČKOVÁ 2013). Fra le altre famiglie presenti, Minopteridae, Megadermatidae e Hipposideridae, la prima è rappresentata da due o tre specie del genere *Minopterus*, tutte estinte (WOŁOSZYN 1987; POPOV 2004; MANSINO *et alii* 2016). I Megadermatidae sono presenti con due specie del genere *Megaderma*, ambedue estinte, una delle quali è presente nel Miocene superiore (SIGÉ 1974; TOPÁL 1974). Infine gli Hipposideridae sono rappresentati nelle faune plioceniche europee con la stessa specie del sottogenere *Hipposideros* (*Syndesmotis*) che è presente nel Miocene superiore (LEGENDRE 1982a). Sia Megadermatidae sia Hipposideridae faranno la loro ultima comparsa in Europa nello stesso giacimento del Pleistocene inferiore (AGUILAR *et alii* 2002).

I chiroterri fossili di Brisighella

Megaderma cf. *M. mediterraneum* SIGÉ, 1974a.

Due resti fossili: un frammento destro di canino superiore (fig. 1a) (BRS 5) e un frammento del trigonide del primo molare inferiore sinistro (BRS 3).

Il genere *Megaderma* è presente, durante il Cenozoico, in Europa e nel bacino del Mediterraneo con undici specie (anche se la validità di alcune di esse non viene accettata da tutti i ricercatori): *M. lopezae*, *M. herrlingensis*, *M. brailloni*, *M. franconica*, *M. lugdunensis*, *M. gaillardi* (anche in Nord Africa), *M. jaegeri* (Nord Africa), *M. vireti*, *M. janossyi*, *M. mediterraneum* e *M. watwat* (in Israele) (SIGÉ 1976; STORCH 1999; ZIEGLER 2000). Esistono inoltre alcune segnalazioni a livello generico (*Megaderma* sp.). Le caratteristiche morfologiche dei fossili di Brisighella sono molto simili a quelle di *M. vireti* di Lissieu (Francia) e di Kohfidisch (Austria) (MEIN 1964; BACHMAYER, WILSON 1970) e di *M. mediterraneum* di Sète (SIGÉ 1974a). La robustezza del nostro fossile si accosta più alle dimensioni di *M. mediterraneum*. Tuttavia la scarsità del materiale è tale che la classificazione non può che essere *M. cf. mediterraneum* (vedi KOTSAKIS, MASINI 1989). Il genere compare in Europa all'inizio dell'Oligocene superiore (27-28 ma BP) ed è presente fino al Pleistocene inferiore (circa 2 ma BP) (STORCH 1999; ZIEGLER 2000; AGUILAR *et alii* 2002). Secondo ZIEGLER (1993) una probabile linea evolutiva porterebbe da *M. lugdunensis* a *M. vireti* e, secondo STORCH (1999), da quest'ultimo a *M. mediterraneum*.

Rhinolophus cf. *R. kowalskii* TOPÁL, 1979

Cinque resti fossili: un secondo molare superiore destro (fig. 1b), un primo molare inferiore sinistro (fig.

1c), e un parziale secondo molare inferiore sinistro (BRS 6), un altro primo molare inferiore sinistro e un terzo molare inferiore sinistro (BRS 3).

Dal punto di vista dimensionale il rappresentante più grande della famiglia Rhinolophidae del Miocene medio e superiore è *R. delphinensis*. Le sue dimensioni sono inferiori a quelle del vivente *R. ferrumequinum* o rientrano nella parte bassa della variabilità intraspecifica di quest'ultima specie (GAILLARD 1899; ZAPFE 1950; MEIN 1964; TOPÁL 1979; SESÉ 1986). Il rinolofide di Brisighella è maggiore di molti degli esemplari illustrati da questi autori anche se rientra (di poco) nella variabilità intraspecifica delle grandi popolazioni del Miocene medio di Petersbuch (Germania) illustrate da ZIEGLER (2003). I fossili in studio differiscono morfologicamente per i caratteri indicati da MEIN (1964) come tipici di *R. delphinensis*. TOPÁL (1979) ha istituito numerose specie plioceniche del gruppo di *R. ferrumequinum*. I caratteri principali per distinguerle si basano sulla morfologia dei premolari e, purtroppo, non si hanno resti di premolari fra i fossili di Brisighella. Tuttavia dimensioni e morfologia degli esemplari in studio sembrano molto simili agli esemplari di Poldesice (Polonia) classificati inizialmente (KOWALSKI 1956, 1962) come *R. cf. ferrumequinum* ed in seguito attribuiti ad una nuova specie *R. kowalskii* da TOPÁL (1979). Si attribuiscono (KOTSAKIS, MASINI 1989) in forma dubitativa a quest'ultima specie gli esemplari di Brisighella, *R. cf. kowalskii*. Un possibile antenato di *R. kowalskii* potrebbe essere *Rhinolophus* indét. aff. *R. kowalskii* del Miocene medio de La Grive-Saint-Alban (Francia) descritto da MEIN, GINSBURG (2002).

Rhinolophus sp.

Un resto fossile: un primo molare inferiore destro (BRS 3).

Questo unico resto è estremamente simile ai primi molari della specie precedente ma di dimensioni minori (KOTSAKIS, MASINI 1989). Rispetto alle medio-piccole forme di *Rhinolophus* del Miocene superiore e Pliocene, l'esemplare di Brisighella è più grande di *R. grivensis*, di *R. lissiensis* e di *R. variabilis* (MEIN 1964; TOPÁL 1975; BACHMAYER, WILSON 1978; SESÉ 1986; ZIEGLER 2003, 2006; ROSINA, RUMMEL 2019). Non sono possibili confronti con *R. antonioi* del quasi coevo giacimento di Venta del Moro (Spagna) (CRESCO *et alii* 2017) per mancanza del primo molare inferiore fra i fossili del sito spagnolo (anche se le dimensioni dei resti presenti testimoniano a favore di un rinolofide di simili dimensioni). La specie alla quale il fossile in esame più si avvicina sia dimensionalmente sia morfologicamente è *R. neglectus* del Pliocene superiore di Gundersheim (Germania) e di Grotta Mała

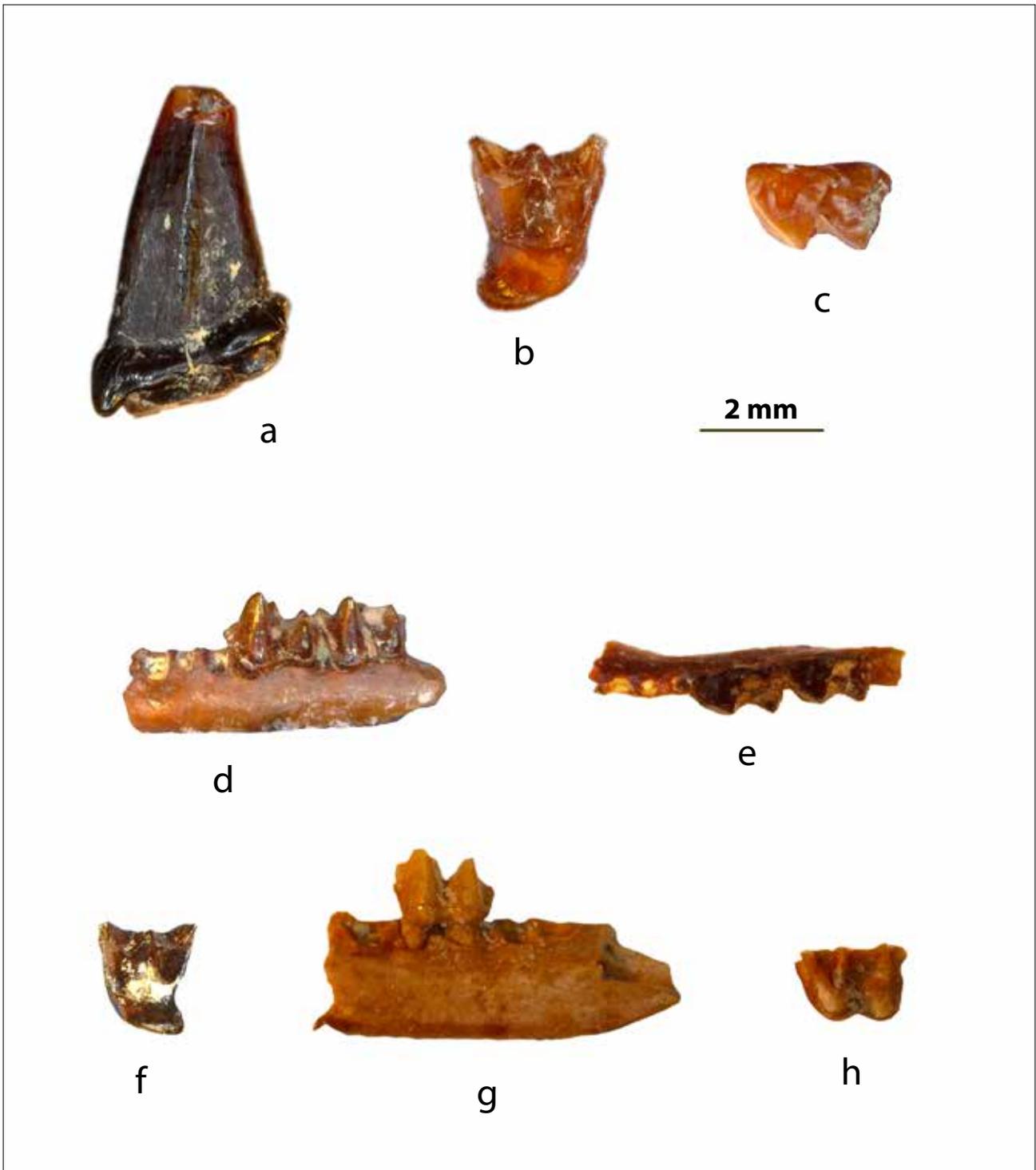


Fig. 1 – a) *Megaderma cf. mediterraneum*, canino superiore dx, vista labiale (L = 3,47 mm, W= 2,00 mm, H radice = 4,33 mm);
 b) *Rhinolophus cf. kowalskii*, M² dx, vista oclusale (L = 2,34 mm, W = 3,28 mm);
 c) *Rhinolophus cf. kowalskii*, M₁ sin, vista oclusale (L = 2,23 mm, Wtr = 1,45 mm, Wtal = 1,29 mm);
 d) *Hipposideros (Syndesmotis) cf. vetus*, frammento di ramo mandibolare sin con M₁-M₂, vista labiale (H del ramo mandibolare sotto M₁ = 1,08 mm);
 e) lo stesso, vista oclusale, M₁ (L = 1,56 mm, Wtr = 0,80 mm, Wtal = 0,85 mm), M₂ (L = 1,46 mm, Wtr = 0,82 mm, Wtal = 0,86 mm);
 f) *Asellia cf. mariatheresae*, M² sin, vista oclusale (L = 1,67 mm, W = 2,21 mm);
 g) *Myotis cf. boyeri*, frammento di ramo mandibolare sin con M₂, vista labiale (H del ramo mandibolare sotto l'alveolo di M₁ = 1,53 mm);
 h) lo stesso, vista oclusale, M₂ (L = 1,52 mm, Wtr = 1,26 mm, Wtal = 1,30 mm).
 L = lunghezza; W = larghezza; tr = trigonide; tal = talonide; H = altezza. Misure prese econdo Sevilla (1988, 1990).

(Polonia) (HELLER 1936; WOŁOSZYN 1987). Tuttavia in presenza di un solo molare si ritiene più opportuno mantenere una classificazione aperta, *Rhinolophus* sp.

Hipposideros (Syndesmotis) cf. vetus (LAVOCAT, 1961)

Tre resti fossili: un frammento di ramo mandibolare sinistro (fig. 1d) col primo e secondo molare (fig. 1e), un primo molare inferiore sinistro e (?) un secondo molare superiore sinistro (BRS 21).

La morfologia sia dei denti del frammento mandibolare sia del molare isolato è molto simile a quella dei resti provenienti da Beni Mellal (Marocco) di età miocenica media, descritti col nome *Asellia vetus* da LAVOCAT (1961), trasferiti in seguito al genere e sottogenere *Hipposideros (Syndesmotis) vetus* da LEGENDRE (1982a). Nello stesso lavoro LEGENDRE (1982a) assegnava a *H. (S.) cf. vetus* alcuni fossili provenienti dal giacimento della parte finale del Pliocene inferiore di Sète (Francia) precedentemente attribuiti al genere *Asellia* da SIGÉ (1974b). Le dimensioni dei fossili di Brisighella, molto vicine a quelle dei fossili di Sète, hanno portato KOTSAKIS, MASINI (1989) ad assegnare tali resti a *H. (S.) cf. vetus*. Secondo STORCH (1999) *H. (S.) vetus* potrebbe essere l'antenato dell'attuale *H. (S.) megalotis* menzionato precedentemente. Il genere *Hipposideros* è presente in Europa dalla parte basale dell'Eocene superiore (circa 40-41 ma BP) fino alla fine del Pliocene inferiore (3,6 ma BP) (LEGENDRE 1982a; MAITRE 2014).

Asellia mariaetheresae (MEIN, 1958)

Un resto fossile: un secondo molare superiore sinistro (fig. 1f) (BRS 6).

Questo resto è identico (KOTSAKIS, MASINI 1989) con il molare illustrato da LEGENDRE (1982a, fig. 27) raccolto a Port-la-Nouvelle (Francia) della parte finale del Miocene inferiore, attribuito a *A. mariaetheresae*. Questa specie di Hipposideridae è stata segnalata in un limitato numero di giacimenti del Miocene medio in Francia (MEIN 1958; MEIN, CORNET 1973; LEGENDRE 1982a; AGUILAR *et alii* 1986) mentre in alcuni altri giacimenti è riportata la presenza del genere senza attribuzione specifica, *Asellia* sp. Tuttavia poiché la determinazione si basa su un unico molare si preferisce attribuire tale resto a *A. cf. mariaetheresae*. Il genere compare in Europa dalla base del Miocene (SIGÉ *et alii* 1991) e persiste fino al Miocene terminale. Infatti quella di Brisighella è l'ultima presenza del genere sul continente Europeo, essendo il fossile di Sète trasferito al genere *Hipposideros* (vedi discussione sulla specie precedente). Secondo STORCH (1999) *A. mariaetheresae* potrebbe essere l'antenato della specie attuale *A. tridens*.

Myotis cf. M. boyeri MEIN, 1964

Quattro resti fossili: un frammento di mandibola sinistra con il secondo molare in posto (fig. 1g-1h), e forse, un frammento mandibolare destro con un frammento del quarto premolare e il frammento di un canino (BRS 5), un primo o secondo molare inferiore destro (BRS 3).

I due molari myotodonti mostrano una morfologia tipica del genere *Myotis*. Le specie appartenenti a questo genere sono, come si è già detto, molto numerose a partire dal Pliocene e fino ad oggi (KORMOS 1934; HELLER 1936; KOWALSKI 1956, 1962; TOPÁL 1983, 1985; Čermák *et alii* 2010; HORÁČEK, TRÁVNÍČKOVÁ 2019) ma un certo numero è ugualmente presente nel Miocene (SIGÉ, LEGENDRE 1983; HORÁČEK 2001; SEVILLA 2002; ZIEGLER 2003). La morfologia e le dimensioni dei fossili di Brisighella differiscono dalle specie del Miocene superiore *M. korotkevichae* e *M. podlesicensis* sia per dimensioni sia morfologicamente (KOWALSKI 1956, 1962; ROSINA, SEMENOV 2012; CRESPO *et alii* 2017) mentre si presentano identiche a quelle di *M. boyeri*, specie istituita da MEIN (1964) per materiale proveniente dal sito fossilifero del Miocene superiore di Lissieu (Francia). Tuttavia vista la scarsità del materiale a disposizione si preferisce, anche in questo caso, attribuirlo a *M. cf. boyeri*. *M. boyeri* (comprese le forme classificate cf. o aff.) è presente, oltre a Brisighella, in altri tre siti fossiliferi della parte recente del Miocene superiore, Lissieu e Dione (Francia - MEIN 1999), Salobreña (Spagna - AGUILAR *et alii* 1984), e in un sito della parte inferiore del Miocene superiore, Kohfidish (Austria - BACHMAYER, WILSON 1978).

Significato paleoecologico e paleobiogeografico dei chiroterri di Brisighella

Per qualsiasi ricostruzione paleoecologica si parte dal presupposto che specie estinte di generi non ubiquisti avevano modi di vita simili a quelle delle specie viventi del genere. Tenendo in mente questa nota si può osservare che dal punto di vista paleoecologico si nota, nell'associazione dei chiroterri fossili di Brisighella, la presenza di una componente subtropicale-tropicale (*Megaderma*, *Hipposideros (Syndesmotis)* e *Asellia*) ed una componente che non offre informazioni particolari (*Rhinolophus* e *Myotis*), avendo tali generi specie attuali che vivono in una varietà di habitat. La prima componente, e specialmente *Megaderma*, indica temperature che non scendono sotto i 14° C (SIGÉ 1974b). *Asellia* è un chiroterro che vive in ambienti aridi (le parti meno aride dei deserti) (HAPPOLD 2013b) e secondo LEGENDRE (1982b) la sua presenza nell'associa-

zione di Port-la-Nouvelle (Miocene inferiore finale, Francia) indicherebbe un ambiente litorale arido. A favore di temperature alte e relativa aridità testimonia anche *H. (S.) cf. vetus*. Dal punto di vista paleogeografico si può osservare una componente africana-europea occidentale (*Megaderma*, *Hipposideros*, *Asellia* e, molto probabilmente *M. boyeri*) e dell'altra un elemento a vasta distribuzione europea, *R. cf. kowalskii*, abbastanza comune nell'Europa centrale durante il Pliocene inferiore.

Bibliografia

- J.-P. AGUILAR, L.D. BRANDY, L. THALER 1984, *Les rongeurs de Salobreña (sud de l'Espagne e le problème de la migration messinienne)*, "Paléobiologie Continentale", 14 (2), pp. 3-17.
- AGUILAR, J.-P., M. CALVET, J.-Y. CROCHET, S. LEGENDRE, J. MICHAUX, B. SIGÉ 1986, *Première occurrence d'un mégachiroptère ptéropodidé dans le Miocène moyen d'Europe (gisement de lo Fournas-II, Pyrénées-Orientales, France)*, "Palaeovertebrata" 16, pp. 173-184.
- J.-P. AGUILAR, J.-Y. CROCHET, O. HEBRARD, P. LE STRAT, J. MICHAUX, S. PEDRA, B. SIGÉ 2002, *Les micromammifères de Mas Rambault 2, gisement karstique du Pliocène supérieur du Sud de la France : âge, paléoclimat, géodynamique*, "Géologie de la France", 2002, pp. 17-37.
- J. AGUSTÍ, A. SANTOS-CUBEDO, M. FURIÓ, R. DE MARFÁ, H.-A. BLAIN, O. OMS, P. SEVILLA 2011, *The Late Neogene-Early Quaternary small vertebrate succession from the Almenara-Casablanca karst complex (Castellón, eastern Spain): chronologic and paleoclimatic context*, "Quaternary International", 243, pp. 183-191.
- J.D. ALTRINGHAM 2011, *Bats: from evolution to conservation*, 2nd ed., Oxford University Press, New York.
- E. AMICHAÏ, E. LEVIN, N. KRONFELD-SCHOR, U. ROLL, Y. YOM-TO 2013, *Natural history, physiology and energetic strategies of Asellia tridens (Chiroptera)*, "Mammalian Biology" 78, pp. 94-103.
- F. BACHMAYER, R.W. WILSON 1970, *Small Mammals (Insectivora, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia) from the Kohfidisch Fissures of Burgenland, Austria*, "Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien" 74, pp. 533-587.
- F. BACHMAYER, R.W. WILSON 1978, *A second contribution to the small mammal fauna of Kohfidisch, Austria*, "Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien" 81, pp. 129-161.
- P. BENDA, P. VALLO, A. REITER 2011, *Taxonomic revision of the genus Asellia (Chiroptera: Hipposideridae) with a description of a new species from southern Arabia*, "Acta Chiropterologica" 13, pp. 245-270.
- M.J. BENTON 2015, *Vertebrate Palaeontology*, 4th ed., Wiley-Blackwell, Oxford.
- E.E. BROWN, D.D. CASHMORE, N.B. SIMMONS, R.J. BUTLER 2019, *Quantifying the completeness of the bat fossil record*, "Palaeontology" 62, pp. 757-776.
- S. ČERMÁK, J. WAGNER, R. MORÁVEK, O. FEJFAR, I. HORÁČEK 2010, *Pliocene vertebrate fauna from karst fissures in Vitošov, northern Moravia (the Czech Republic)*, "Zprávy Vlastivědného Muzea v Olomouci" 299, pp. 20-36 (in Ceco, riassunto in Inglese).
- V.D. CRESPO, P. SEVILLA, S. MANSINO, P. MONTOYA, F.J. RUIZ-SÁNCHEZ 2017, *Bats from the classical site of Venta del Moro (Late Miocene, Eastern Spain)*, "Historical Biology", 30, pp. 317-326.
- G. CSORBA, P. UJHELYI, N. THOMAS 2003, *Horseshoe bats of the World (Chiroptera: Rhinolophidae)*, Alana Books, Shropshire.
- C. GAILLARD 1899, *Mammifères miocènes nouveaux ou peu connus de La Grive-Saint-Alban (Isère)*, "Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle de Lyon", 7, pp. 1-79.
- G.F. GUNNELL, N.B. SIMMONS (a cura di) 2012, *Evolutionary history of bats: Fossils, molecules and morphology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- M. HAPPOLD 2013a, *Hipposideros megalotis Large-eared leaf-nosed bat*, in M. Happold, D.C.D. Happold (a cura di), *Mammals of Africa, Volume IV, Hedgehogs, Shrews and Bats*, Bloomsbury Publishing, London, pp. 392-393.
- M. HAPPOLD 2013b, *Asellia tridens Geoffroy's trident leaf-nosed bat*, in M. Happold, D.C.D. Happold (a cura di), *Mammals of Africa, Volume IV, Hedgehogs, Shrews and Bats*, Bloomsbury Publishing, London, pp. 362-363.
- F. HELLER 1936, *Eine oberpliozäne Wirbeltierfauna aus Rheinhessen*, "Neues Jahrbuch für Mineralogie Geologie und Paläontologie Abhandlungen", Beil. Bd. 76B, pp. 99-160.
- I. HORÁČEK 2001, *On the early history of vespertilionid bats in Europe: the Lower Miocene record from the Bohemian Massif*, "Lynx" (Praha), n. s.,

- 32, pp. 123-154.
- I. HORÁČEK, E. TRÁVNÍČKOVÁ 2019, *Myotis gerhardstorchi* sp. n. and comments on the European fossil record of *Myotis frater* group (Mammalia, Chiroptera), *Fossil Imprint*, 75, pp. 315-342.
- G. JONES 2001, *The ontogeny of behavior in bats: a functional perspective*, in R.A. ADMS, S.C. PEDERSEN (a cura di), *Ontogeny, functional ecology, and evolution of bats*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 362-392.
- K.F. KOOPMAN 1994, *Chiroptera: Systematics*, Handbook of Zoology, Vol. 8, part 60, De Gruyter, Berlin.
- T. KORMOS 1934, *Neue Insektenfresser, Fledermäuse und Nager aus dem Oberpliozän der Villányi Gegend*, "Földtani Közlöny" 64, pp. 298-321 (in Ungherese e in Tedesco).
- T. KOTSAKIS, F. MASINI 1989, *Late Turolian bats from Brisighella (Northern Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana", 28, pp. 281-285.
- K. KOWALSKI 1956, *Insectivores, bats and rodents from the Early Pleistocene bone breccia of Podlesice near Kroczyce (Poland)*, "Acta Palaeontologica Polonica" 1, pp. 331-394.
- K. KOWALSKI 1962, *Fauna of bats from the Pliocene of Weze in Poland*, "Acta Zoologica Cracoviensia" 7, pp. 39-51.
- B. LANZA 2012, *Chiroptera*, Fauna d'Italia, Mammalia V, Calderini, Milano.
- R. LAVOCAT 1961, *Le gisement de vertébrés miocènes de Bani Mellal (Maroc). Etude systématique de la faune de mammifères et conclusions générales*, "Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc", 155, pp. 29-94.
- S. LEGENDRE 1982a, *Hipposideridae (Mammalia: Chiroptera) from the Mediterranean Middle and Late Neogene, and evolution of the Genera Hipposideros and Asellia*, "Journal of Vertebrate Paleontology", 2, pp. 372-385.
- S. LEGENDRE 1982b, *La faune de micromammifères du gisement burdigalien de Port-la-Nouvelle (Aude). Compléments et indications paléocéologiques*, "Bulletin de la Société Géologique de France", ser. 7, 24, pp. 383-387.
- E. MAITRE 2014, *Western European middle Eocene to early Oligocene Chiroptera: systematics, phylogeny and palaeoecology based on new material from the Quercy (France)*, "Swiss Journal of Palaeontology", 133, pp. 141-242.
- S. MANSINO, V.D. CRESPO, M. LÁZARO, F.J. RUIZ-SÁNCHEZ, J. ABELLA, P. MONTOYA 2016, *Fossil micro-mammals of the early Pliocene locality of Almenara MB: biostratigraphical and palaeoecological implications*, "Spanish Journal of Palaeontology" 31, pp. 253-270.
- P. MEIN 1958, *Les mammifères de la faune sidérolithique de Vieux-Collonges*. "Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon" 5, pp. 1-122.
- P. MEIN 1964, *Chiroptera (Miocène) de Lissieu (Rhône)*. Comptes Rendus du 89ème Congrès des Sociétés Savantes, pp. 237-253.
- P. MEIN 1999, *The Late Miocene small mammal succession from France, with emphasis on the Rhône valley localities*, in J. AGUSTÍ, L. ROOK, P. ANDREWS (a cura di), *The evolution of Neogene terrestrial ecosystem in Europe. Hominoid evolution and climatic change in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 140-164.
- P. MEIN, C. CORNET 1973, *Les incidences de la découverte d'un remplissage karstique fossilifère sur l'interprétation morphologique de la surface d'abrasion du Vingrau (PyrenéesOrientales)*, "C.R. de la Société Géologique de France", 1973, pp. 54-55.
- P. MEIN, L. GINSBURG 2002, *Sur l'âge relatif des différents dépôts karstiques miocènes de La Grive-Saint-Alban (Isère)*, "Cahiers Scientifiques du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon, Centre de conservation et d'étude des collections" 5, pp. 7-47.
- V.V. POPOV 2004, *Pliocene small mammals (Mammalia, Lipotyphla, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia) from Muselievo (North Bulgaria)*, "Geodiversitas" 26, pp. 403-491.
- L. ROOK, M. DELFINO, M. SAMI 2015, *I vertebrati fossili della cava del Monticino di Brisighella: una finestra sui popolamenti continentali del Mediterraneo nel Miocene superiore*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", s. II, 28, pp. 79-100.
- V.V. ROSINA 2015, *First Neogene Otonycteris (Chiroptera: Vespertilionidae) from Ukraine: its biostratigraphic and paleogeographic significance*, "Palaeovertebrata" 39 (1), pp. 1-13.
- V.V. ROSINA, M. RUMMEL 2019, *The early Miocene bats (Chiroptera, Mammalia) from the karstic sites of Erkertshofen and Petersbuch 2 (southern Germany)*, "Fossil Imprint" 75, pp. 412-437.
- V.V. ROSINA, Y.A. SEMENOV 2012, *New taxa of vespertilionid bats (Chiroptera, Mammalia) from the Late Miocene of Ukraine*, "Neues Jahrbuch für Geologie

- und Paläontologie Abhandlungen” 264, pp. 191-203.
- V.V. ROSINA M.V. SINITSYA 2014, *Bats (Chiroptera, Mammalia) from the Turolian of the Ukraine: phylogenetic and biostratigraphic considerations*, “Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen” 272, pp. 147-166.
- V.V. ROSINA, S.V. KRUSKOP, Y.A. SEMENOV 2018, *New Late Miocene plecotine bats (Chiroptera, Vespertilionidae: Plecotini) from Gritsev, Ukraine*, “Palaeovertebrata” 42 (1), pp. 1-13.
- V.V. ROSSINA, S.V. KRUSKOP, A.S. TESAKOV, V.V. TITOV 2006, *The first record of Late Miocene bat from European Russia*, “Acta Zoologica Cracoviensia” 49A, pp. 125-133.
- C. SESÉ 1986, *Chiroptera (Mammalia) del yacimiento del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España)*, “Estudios Geológicos” 42, pp. 33-39.
- P. SEVILLA 2002, *Quirópteros fósiles del Aragoniense medio de Casetón (Teruel, España)*, “Revista Española de Paleontología” 17, pp. 257-268.
- B. SIGÉ 1974a, *Presence d'un Megaderma (Mammalia, Chiroptera) dans le Pléistocène inférieur a Sete (Hervault)*, “Geologie Méditerranéenne” 1, pp. 97-104.
- B. SIGÉ 1974b, *Les Megadermatidae (Chiroptera, Mammalia) miocènes de Béni Mellal, Maroc*, “Geologie Méditerranéenne” 3, pp. 71-86.
- B. SIGÉ, S. LEGENDRE 1983, *L'histoire des peuplements de chiroptères du Bassin Méditerranéen : l'apport comparé des remplissages karstiques et des dépôts fluviolacustres*, “Mémoires de Biospéologie” 10, pp. 209-225.
- B. SIGÉ, J.-P. AGUILAR, B. MARANDAT 1991, *Extension au Miocène inférieur des remplissages phosphatés du Quercy. La faune de vertébrés de Crémat (Lot, France)*, “Geobios” 24, pp. 497-502.
- N.B. SIMMONS 2005, *Order Chiroptera*, in D.E. WILSON, D.M. REEDER (a cura di), *Mammal Species of the World: A taxonomic and geographic reference*. 3rd ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1st vol., pp. 312-529.
- N.B. SIMMONS, K.L. SEYMOUR, J. HABERSETZER, G.F. GUNNELL 2008, *Primitive Early Eocene bat from Wyoming and the evolution of flight and echolocation*, “Nature” 451, pp. 818-821.
- P. SOISOOK, A. PRAJAKJITR, S. KARAPAN, C.M. FRANCIS, P.J.J. BATES 2015, *A new genus and species of false vampire (Chiroptera: Megadermatidae) from peninsular Thailand*, “Zootaxa” 3931, pp. 528-550.
- G. STORCH 1999, *Chiroptera*, in G.E. RÖSSNER K. HEISSIG (a cura di), *The Miocene land mammals of Europe*, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, pp. 81-90.
- C. TATA, T. KOTSAKIS 2005, *Italian fossil chiropteran assemblages: Preliminary report*, “Geo.Alp” 2, pp. 53-60.
- G. TOPÁL 1974, *The first record of Megaderma in Hungary*, “Vertebrata Hungarica” 15, pp. 95-104.
- G. TOPÁL 1975, *A new Fossil Horseshoe Bat (Rhinolophus variabilis n. sp.) from the Pliocene Sediments of the Osztramos Hill, NE Hungary (Mammalia: Chiroptera)*, “Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica” 6, pp. 5-29.
- G. TOPÁL 1979, *Fossil Bats of the Rhinolophus ferreum Group in Hungary (Mammalia: Chiroptera)*, “Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica” 9, pp. 61-101.
- G. TOPÁL 1983, *New and rare fossil mouse-eared bats from the Middle Pliocene of Hungary (Mammalia, Chiroptera)*, “Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica” 11, pp. 43-54.
- G. TOPÁL 1985, *Pliocene species of Myotis from Hungary*, “Acta Zoologica Fennica” 170, pp. 155-157.
- G. TOPÁL 1989, *Tertiary and Early Quaternary remains of Corynorhinus and Plecotus from Hungary (Mammalia, Chiroptera)*, “Vertebrata Hungarica” 23, pp. 33-55.
- E. TRÁVNÍČKOVÁ 2013, *Fossil record of bats in Europe: survey of primary evidence*, Bachelor Thesis, Charles University, Praha, 66 pp. (in Ceco).
- G. TSAGKOGEOURGA, J. PARKER, E. STUPKA, J.A. COTTON, S.J. ROSSITER 2013, *Phylogenomic analyses elucidate the evolutionary relationships of bats (Chiroptera)*, “Current Biology” 23, pp. 2262-2267.
- V. VAN CAKENBERGHE, A. HERREL, L.F. AGUIRRE 2002, *Evolutionary relationships between cranial shape and diet in bats (Mammalia: Chiroptera)*, in P. AERTS, K. D'AOÛT, A. HERREL, R. VAN DAMME (a cura di), *Topics in functional and ecological vertebrate morphology*, Shaker Publishing, Maastricht, pp. 205-236.
- B.W. WOŁOSZYN 1987, *Pliocene and Pleistocene bats of Poland*, “Acta Palaeontologica Polonica” 32, pp. 207-325.
- H. ZAPFE 1950, *Die Fauna der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf an der March (CSR.). Chiroptera*, “Sitzungsberichte der Österreichische Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-na-

turwissenschaftliche Classe” 159, pp. 51-64.

R. ZIEGLER 1993, *Die Chiroptera (Mammalia) aus dem Untermiozän von Wintershof-West bei Eichstätt (Bayern)*, “Mitteilungen der Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie” 33, pp. 119-154.

R. ZIEGLER 2000, *The bats (Chiroptera, Mammalia) from the Late Oligocene fissure fillings Herrlingen 8 and Herrlingen 9 near Ulm (Baden-Württemberg)*, “Senckenbergiana Lethaea” 80, pp. 647-683.

R. ZIEGLER 2003, *Bats (Chiroptera, Mammalia) from Middle Miocene karstic fissure fillings of Petersbuch near Eichstätt, Southern Franconian Alb (Bavaria)*,

“Geobios” 36, 437-490.

R. ZIEGLER 2006, *Insectivores (Lipotyphla) and bats (Chiroptera) from the Late Miocene of Austria*, “Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien” 107A, pp. 93-196.

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_horseshoe_bats

https://en.wikipedia.org/wiki/Mouse-eared_bat

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. Antonio Borrani per le fotografie.

I RODITORI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Antonio Borrani¹, Andrea Savorelli², Jacopo Crezzini^{3,4}, Federico Masini⁵

Riassunto

I roditori sono il gruppo di micromammiferi più abbondante presente a Brisighella. Sono presenti 12 specie in totale: due cricetidi (*Apocricetus* cf. *barrierei* e *Ruscinomys* cf. *lasallei*), due gliridi (*Muscardinus* sp. e *Myomimus* sp.), un istrice (*Hystrix (Hystrix) depereti*), due sciuridi (*Atlantoxerus* cf. *rhodius* e *Hylopetes* sp.) e ben cinque specie di muridi (*Apodemus* cf. *gudrunae*, *Centralomys benericettii*, *Occitanomys* sp., *Paraethomys meini* e *Stephanomys debruijini*). Questa associazione suggerisce un ambiente aperto relativamente arido, intervallato da spazi di foresta secca con sottobosco più o meno fitto.

Parole chiave

Brisighella, Messiniano, Miocene superiore, Rodentia

Abstract

Rodents are the most abundant group of small mammals occurring in Brisighella deposits. They are represented by 12 species in total, among which 2 hamsters (*Apocricetus* cf. *barrierei* and *Ruscinomys* cf. *lasallei*), 2 dormice (*Muscardinus* sp. and *Myomimus* sp.), 1 porcupine (*Hystrix (Hystrix) depereti*), 2 sciurids (*Atlantoxerus* cf. *rhodius* and *Hylopetes* sp.) and 5 species of muridae (*Apodemus* cf. *gudrunae*, *Centralomys benericettii*, *Occitanomys* sp., *Paraethomys meini* and *Stephanomys debruijini*). This association suggests a relatively dry open environment, interrupted by forest environment with more or less dense underground.

Keywords

Brisighella, Messinian, Late Miocene, Rodentia

Introduzione

I roditori (Rodentia) e lagomorfi (Lagomorpha) sono due ordini di mammiferi fra loro strettamente imparentati all'interno del clade Glires (*inter alios* UPHAM *et alii* 2019). I roditori, con circa 2552 specie attuali ripartite in 513 generi, costituiscono il gruppo di mammiferi di maggior successo poiché rappresentano circa il 40% dei generi e delle specie viventi (BURGIN *et alii* 2018).

In modo affatto sorprendente, i roditori sono i micromammiferi più frequenti e vari presenti nei depositi della cava del Monticino, con ben 5 famiglie e 12 specie divise in altrettanti generi. Questo gruppo di animali è particolarmente utile ai fini della biostratigrafia e delle ricostruzioni paleoambientali, e permette correlazioni cronologiche tra diverse associazioni fossilifere.

I roditori di Brisighella sono stati descritti in dettaglio da DE GIULI 1989.

Cricetidae (fig.1)

Apocricetus cf. *barrierei* (MEIN, MICHAUX, 1970)

Ruscinomys cf. *lasallei* ADROVER, 1969

Questa importante famiglia include i più antichi roditori muroidi e rappresenta, quindi, il gruppo che ha dato origine all'intera superfamiglia Muroidea che comprende più di metà delle specie di roditori attualmente viventi, tra cui topi, ratti, criceti e arvicolidi. I cricetidi sono stati molto diffusi nelle regioni europee durante il Miocene (ed hanno perciò grande rilevanza nelle ricostruzioni stratigrafiche e paleoambientali), ma divennero più rari e meno diversificati nel Miocene superiore e nel Pliocene, quando hanno iniziato a risentire dei grandi cambiamenti climatici in atto

¹ Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DISTEM), via Archirafi 22, 90123 Palermo – antonio.borrani@unipa.it

² Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, via G. La Pira 4, 50121 Firenze - andrea_savorelli@yahoo.it.

³ Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, UR Preistoria e Antropologia, via Laterina 8, 53100 Siena

⁴ Centro Studi sul Quaternario Onlus, Sansepolcro, AR, Italy – jacopocrezzini@gmail.com

⁵ Via Michele Amari 1, 50137 Firenze – stratofede2013@gmail.com.

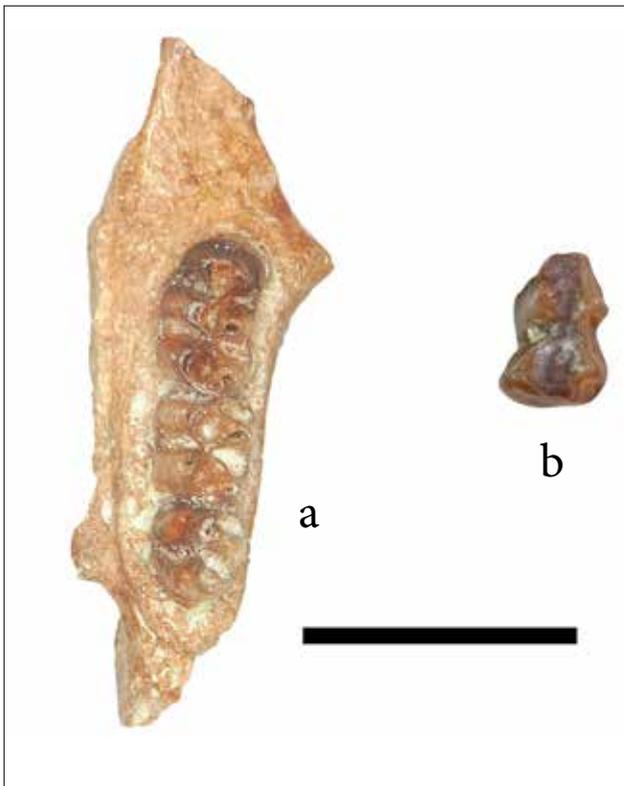


Fig. 1 – Cricetidae. *Apocricetus* cf. *barrierei*; a: mascellare sinistro con M1-M3. *Ruscinomys* cf. *lasallei*; b: M2 destro. Scala: 5 mm (foto a J. Crezzini, foto b A. Borrani).

nell'emisfero boreale e sono stati progressivamente sostituiti prima dai muridi e poi dagli arvicolidi (FEJFAR *et alii* 2011). Tuttavia, i cricetidi sono attualmente fra i roditori muroidi più differenziati nel Nuovo Mondo. A Brisighella sono presenti due specie distinte di Cricetidae, sebbene rare. *Apocricetus* (fig. 1a) è molto affine al genere *Cricetus*, presente ancora oggi con un'unica specie, il criceto (*Cricetus cricetus* LINNAEUS, 1758), diffusa in natura negli ambienti steppici, nei campi coltivati e nelle praterie dell'Europa orientale e dell'Asia. Purtroppo la specie attualmente vivente è considerata criticamente minacciata in natura, pur essendo comunemente allevata e riprodotta a fini commerciali (BANASZEK *et alii* 2020).

Ruscinomys (fig. 1b) è un genere estinto diffuso in Europa meridionale ed in nord Africa documentato da almeno tre specie (GARCÍA-ALIX *et alii* 2008a). Questo genere fa parte della sottofamiglia Cricetodontinae che comprende solo forme estinte ed è caratterizzato da peculiari denti alto-coronati. *Ruscinomys lasallei* probabilmente prediligeva ambienti aperti aridi e relativamente freschi (GARCÍA-ALIX *et alii* 2008b). È interessante notare come un genere endemico di Cricetodontinae, *Mystemys*, potrebbe essere presente nella fauna insulare tardo-miocenica delle « Terre Rosse » del Gargano (PRIETO *et alii* 2021; SAVORELLI, MASINI 2016).

Muridae (fig. 2)

Apodemus cf. *gudrunae* VAN DE WEERD, 1976

Centralomys benericettii (DE GIULI, 1989)

Occitanomys sp.

Paraethomys meini (MICHAUX, 1969)

Stephanomys debruijini DE GIULI, 1989

Non sorprende che i muridi siano i mammiferi più comuni nell'associazione faunistica della cava del Monticino, visto che si tratta di una famiglia di roditori molto diffusa a partire dal Miocene superiore, con più specie attualmente viventi e che comprende specie molto comuni ancora oggi come topi, ratti e gerbilli. Presso la cava del Monticino la sottofamiglia Murinae, a cui appartengono le specie *Apodemus* cf. *gudrunae* (fig. 2a-b), *Paraethomys meini* (fig. 2f-g) e *Stephanomys debruijini* (fig. 2h-1), è complessivamente la più rappresentata a Brisighella con tre specie su cinque. *Apodemus*, l'unico genere di muridi presenti nell'associazione ancora oggi vivente, include i comuni topi selvatici, diffusi attualmente in Europa, Nord Africa ed Asia con una ventina di specie (FILIPPUCCI *et alii* 2002; GE *et alii* 2019). Una di queste, *Apodemus sylvaticus* (LINNAEUS, 1758), è una delle specie più comuni in Europa e Nord Africa ed è presente anche in Italia. Si tratta di una specie molto adattabile diffusa in diversi tipi di ambienti forestati, aridi ed agricoli, prevalentemente granivora ma che si nutre anche di frutti, piante erbacee e piccoli invertebrati (SCHLITTER *et alii* 2016). Questo genere, assieme al genere estinto strettamente imparentato *Parapodemus*, è noto dal Miocene superiore (circa 11 Ma) e probabilmente si è originato in Asia centrale ed orientale, in seguito al raffreddamento globale in atto a partire dalla fine del Miocene medio, per poi rapidamente diffondersi ed aumentare come numero di specie proprio a partire dal Messiniano (GE *et alii* 2019). La specie di Brisighella (fig. 2a-b) è confrontabile con *Apodemus gudrunae*, presente anche in Grecia, Spagna e Turchia (*inter alios* PAVLAKIS 1999; PIÑERO *et alii* 2018; SEN *et alii* 2019).

Centralomys benericettii (fig. 2d-e), chiamato così in onore dello scopritore dell'associazione fossile Antonio "Tonino" Benericetti (DE GIULI 1989), è il muride di taglia minore presente presso la cava del Monticino. Oltre che dall'Appennino romagnolo è noto anche da altre località di età equivalente in Toscana (Borro Strolla) e Piemonte (Ciabòt Cagna, Moncucco Torinese e Verduno) (COLOMERO, PAVIA 2013). Il genere *Centralomys* era diffuso, oltre che in Italia, anche in Turchia con la specie *Centralomys magnus* (SEN, 1977); è ritenuto imparentato con il genere *Castillomys* (MARTÍN SUÁREZ, MEIN 1991).

Occitanomys e *Stephanomys* sono due generi di muridi piuttosto imparentati fra loro. Il primo dei due era

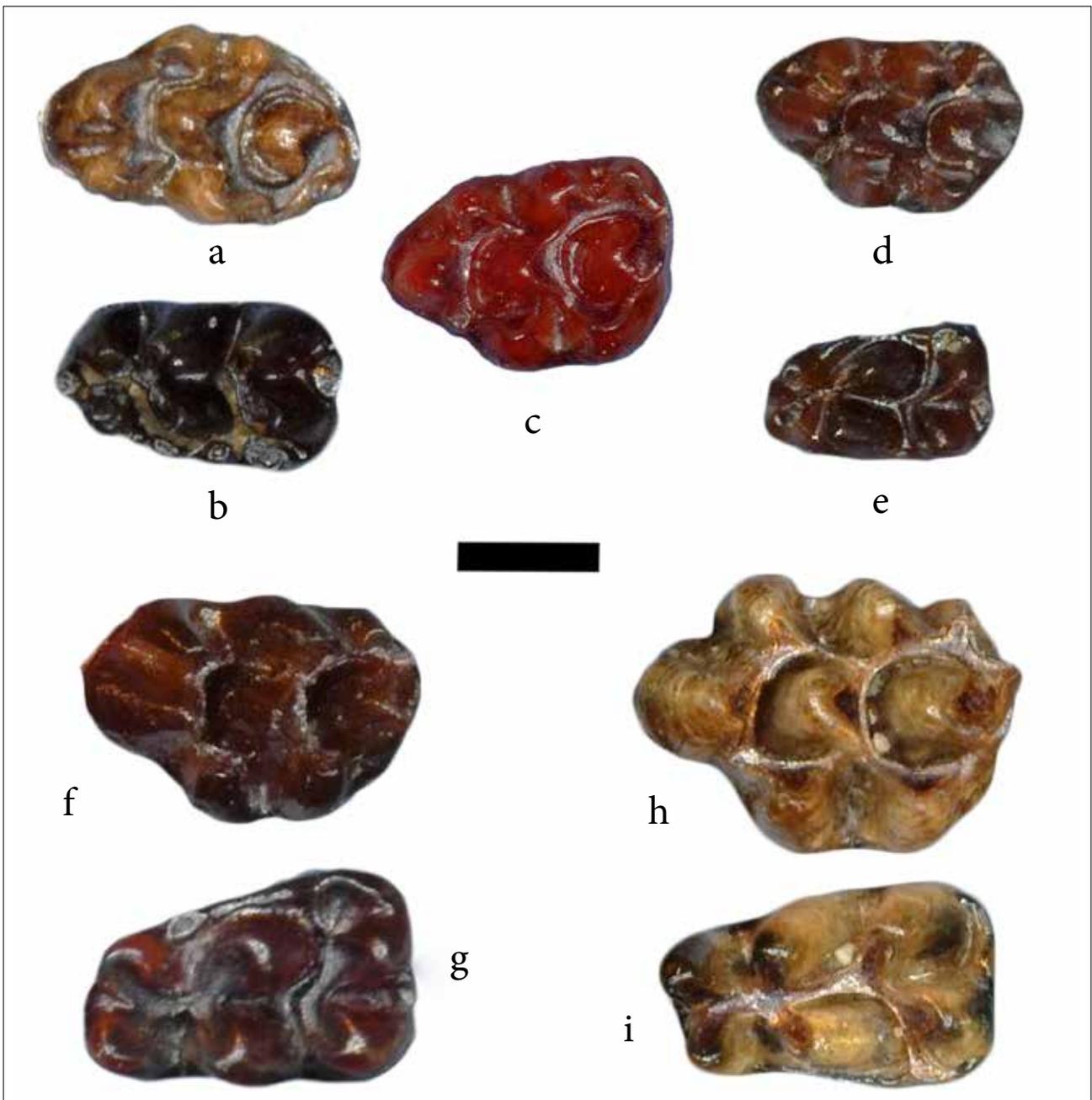


Fig. 2 – Muridae. *Apodemus cf. gudrunae*; a: M1 destro; b: m1 sinistro. *Occitanomys* sp.; c: M1 sinistro. d-e: *Centralomys benericettii*; d: M1 sinistro; e: m1 destro. f-g: *Paraethomys meini*; f: M1 sinistro; g: m1 destro. h-i: *Stephanomys debruijini*; h: M1 sinistro; i: m1 sinistro. Scala: 1 mm (foto a-b, d-i A. Borrani, foto c J. Crezzini).

diffuso, oltre che in Italia, anche in Spagna, Francia e Turchia tra la fine del Miocene e la fine del Pliocene (SUATA-ALPLASLAN 2009). *Occitanomys* (fig. 2c) probabilmente era un intermedio evolutivo tra il genere più antico *Progonomys* (presente in Europa da circa 11,5 Ma, in occasione della prima, grande diversificazione dei muridi) e *Stephanomys* (comparso circa 8 Ma ed estintosi subito dopo l'inizio del Calabriano in Spagna, 1,7 Ma) (RENAUD *et alii* 2005). Anche *Stephanomys* è presente nell'associazione faunistica della cava del Monticino con la specie *Stephanomys debrui-*

jni (fig. 2h-i), così chiamata in onore del paleontologo dr. H. de Bruijn (DE GIULI 1989). Questo genere, assieme a *Centralomys* e *Occitanomys*, era caratterizzato da peculiari caratteristiche dentarie (fra cui spicca la cosiddetta “stefanodontia” cioè la fusione dei tubercoli dei molari superiori a formare due cerchi simili a corone - da cui il nome “*stephanos*”, corona). Tale adattamento era probabilmente legato ad una dieta a base di piante erbacee in ambienti progressivamente sempre più aridi (RENAUD *et alii* 1999); *Stephanomys* in particolar modo era probabilmente del tutto vege-

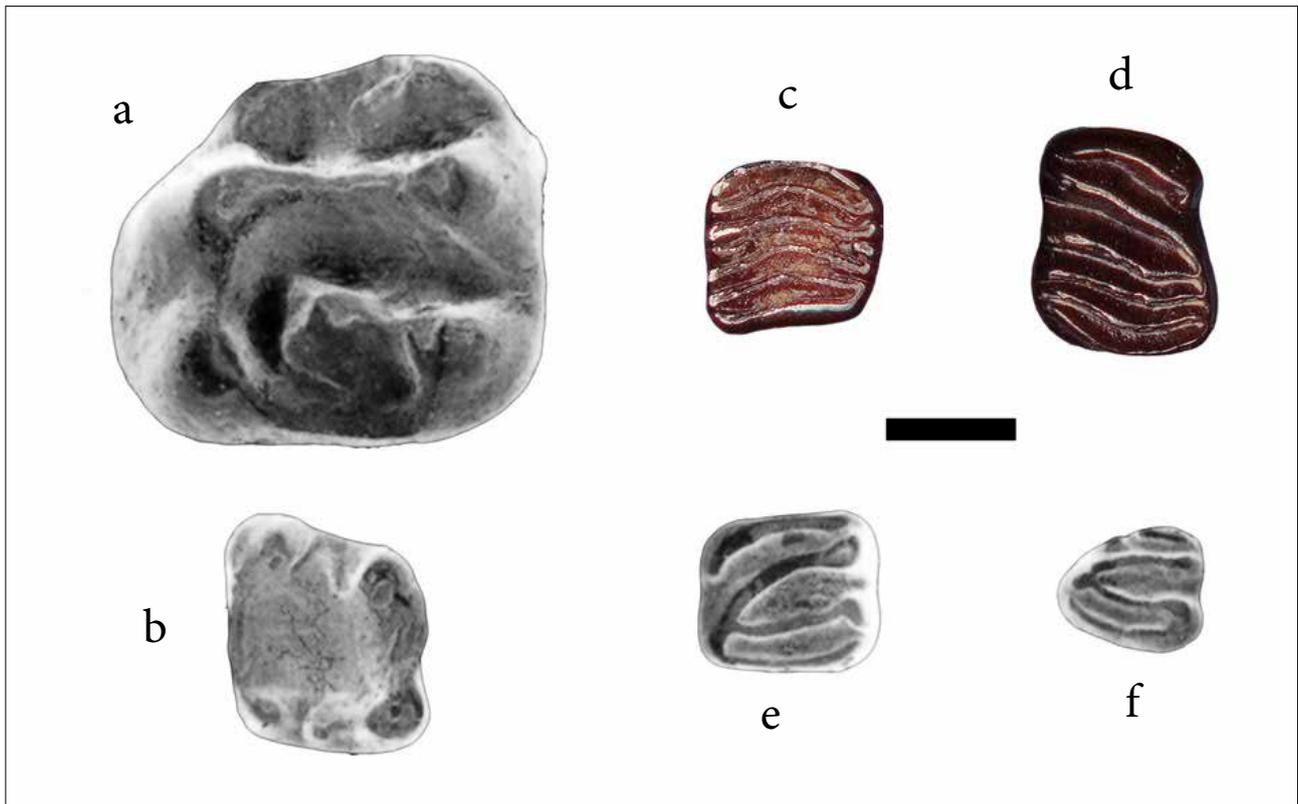


Fig. 3 – Sciuridae. *Atlantoxerus* cf. *rhodius*; a: M1/2 sinistro. *Hylopetes* sp.; b: m1 destro. Gliridae. c-d: *Muscardinus* sp.; c: m2 destro; d: M1 destro. e-f: *Myomimus* sp.; e: M1/2 sinistro; f: P4 sinistro. Scala: 1 mm (foto a-b, e-f da DE GIULI 1989, foto c-d J. Crezzini).

tariano (GÓMEZ CANO *et alii* 2013).

Il genere *Paraethomys* era una importante componente delle faune a micromammiferi nordafricane dal Miocene superiore fino alla sua estinzione durante il tardo Pleistocene medio. La sua dispersione in Europa si verificò prima della Crisi di Salinità Messiniana, circa 6,2 Ma (RENAUD *et alii* 1999; PIÑERO, VERZI 2020). La specie di Brisighella (fig. 2f-g) è stata inizialmente ascrivita a *Paraethomys anomalus* DE BRUIJN *et alii* 1976; tuttavia, diversi autori ritengono che questa sia un sinonimo di *Paraethomys meini* (PIÑERO, VERZI 2020 e riferimenti li riportati).

Sciuridae (fig. 3a-b)

Atlantoxerus cf. *rhodius* (DE BRUIJN *et alii*, 1970)

Hylopetes sp.

Sono presenti due diversi generi di scoiattoli nel record fossile di Brisighella; tuttavia, entrambi non sono più presenti in Italia oggi, e sono molto rari anche nell'associazione faunistica della cava del Monticino.

Sebbene il genere *Atlantoxerus* sia presente attualmente con una sola specie, lo scoiattolo berbero (*Atlantoxerus getulus* LINNAEUS, 1758), diffusa sui Monti

dell'Atlante in Marocco ed Algeria ed introdotta in Spagna (AULAGNIER 2016), sono note una decina di specie tra il Miocene ed il Pliocene inferiore di Europa, Africa ed Asia (PELAEZ-CAMPOMANES 2001). La specie odierna ha abitudini terricole e vive in ambienti montuosi caldo-aridi con stagionalità arida-umida, sebbene sia opportunistica e capace di frequentare anche ambienti antropici (AULAGNIER 2016; SUATA-ALPASLAN 2010). È stato rinvenuto un unico esemplare dalla cava del Monticino, un primo o secondo molare superiore proveniente dalla fessura BRS 3 (fig. 3a; DE GIULI 1989).

Il genere *Hylopetes*, invece, comprende otto o nove specie attuali di scoiattoli volanti (vedi RASMUSSEN, THORINGTON 2008), tutte quante diffuse in Asia (THORINGTON, HOFFMAN 2005). Tuttavia questo genere era presente in Europa dal Miocene medio sino al Pleistocene superiore ed è addirittura possibile che si sia evoluto nel Vecchio Continente (LU *et alii* 2013). Si tratta di animali esclusivamente arboricoli e legati ad ambienti di foresta, dotati di adattamenti per il volo planato tra albero ed albero quale una membrana flessibile tesa fra gli arti (patagio) e una coda piuttosto larga e piatta (RAUF *et alii* 2019). Anche in questo caso, la specie di Brisighella è molto rara, nota

per solo un primo molare inferiore proveniente dalla fessura BRS 6 (fig. 3b).

Gliridae (fig. 3c-f)

Muscardinus sp.

Myomimus sp.

Nell'associazione faunistica di Brisighella sono presenti due generi distinti di gliridi, *Muscardinus* (fig. 3c-d) e *Myomimus* (fig. 3e-f), allorché piuttosto rari. I denti di questi roditori sono caratteristici, con corona molto bassa munita di un numero variabile di creste trasversali. Entrambi i generi sono ancora oggi viventi.

Il genere *Muscardinus* è oggi rappresentato soltanto dal moscardino (*Muscardinus avellanarius* (LINNAEUS, 1758)), diffuso ancora oggi in Europa, Italia inclusa, e Turchia. Questo piccolo roditore è tipico di siepi, di ambienti ai margini di boschi e, più in generale, di boschi (preferibilmente di piante decidue) caratterizzati da un fitto sottobosco (HUTTERER *et alii* 2016).

Il genere *Myomimus* presenta invece 3 specie attuali, di cui la più nota è il ghiro dalla coda di topo (*Myomimus roachi* (BATE, 1937)), un raro roditore diffuso esclusivamente in Anatolia ed in Bulgaria, dove vive prevalentemente nelle cavità degli alberi tra 1,5 e 2 m di altezza dal suolo ma passa almeno una certa quantità di tempo a terra (NEDYALKOV *et alii* 2018).

Entrambi questi roditori si nutrono prevalentemente di insetti e frutti.

Hystricidae (fig. 4)

Hystrix (Hystrix) depereti SEN 2001

Hystrix (Hystrix) depereti è una specie estinta di istrice di dimensioni molto grandi, più dei suoi parenti attuali. Questo animale, oltre che a Brisighella, è stato



Fig. 4 – Hystricidae. *Hystrix (Hystrix) depereti*: mandibola sinistra con p4-m3. Scala: 10 mm (da ROOK *et alii* 2015).

rinvenuto lungo tutto il bacino del Mediterraneo, in Europa meridionale (Perpignan, Francia; Teruel e Las Casiones, Spagna; Samos, Grecia; Kalimanci, Bulgaria), Polonia (Węzół), Turchia (Çoban Pinar) ed Algeria (Menacer) tra il Miocene superiore (MN12) e la fine del Pliocene inferiore (MN15). Il muso allungato in questa specie, unito alla presenza di denti particolarmente ipsodonti (alto-coronati) e, in generale, più alti rispetto a quelli degli altri istrici contemporanei suggeriscono che si trattasse di un roditore relativamente opportunista, che probabilmente prediligeva ambienti piuttosto aridi (VAN WEERS, ROOK 2003). Questa specie è nota a Brisighella per pochi reperti, provenienti dalle fessure BRS 5 e BRS 12 (DE GIULI 1989). Oggigiorno in Italia si trova una sola specie di istrice, l'istrice crestato *Hystrix cristata* LINNAEUS 1758. Tuttavia, la presenza di questa specie africana, solo lontanamente imparentata con gli istrici europei plio-pleistocenici, è dovuta ad antiche introduzioni, plausibilmente avvenute in epoca tardoantica o alto-medioevale o, meno probabilmente, ai tempi dell'Impero Romano (MASSETI *et alii* 2010). Gli istrici sono attualmente diffusi, oltre che in Italia, in Africa ed in Asia (VAN WEERS 1994). La loro presenza in un'associazione fossile è considerata indizio di climi temperato-caldi.

Implicazioni paleoambientali

Il numero e la varietà di specie di roditori presenti a Brisighella offrono interessanti opportunità per interpretare il paleoambiente della cava del Monticino, sia in termini paesaggistici che di temperature. In base al numero delle specie di muridi, MONTUIRE *et alii* (2006) stimano una temperatura media annua di circa 13,7°C per questa località. La presenza di specie tipiche di climi temperato-caldi (come *Atlantoxerus* e *Hystrix*) sembra confermare questa visione; inoltre, l'abbondanza di specie opportuniste ed adattate ad un ambiente relativamente arido come alcuni muridi (in particolare *Paraethomys* e *Stephanomys*) e la presenza di *Ruscinomys* suggeriscono un *habitat* aperto con scarse precipitazioni almeno per alcuni mesi l'anno. Tuttavia, i ritrovamenti sporadici dello scoiattolo volante (*Hylopetes*) e dell'istrice sono indizio della presenza nell'area di un ambiente forestato ed arbustivo, probabilmente una foresta secca, forse decidua (come suggerisce la presenza del moscardino, che preferisce tali ambienti), con sottobosco più o meno fitto, alternata a spazi erbosi (questi ultimi probabilmente prediletti da animali come *Apocricetus* e *Ruscinomys*).

Bibliografía

- S. AULAGNIER 2016, *Atlantoxerus getulus*, “The IUCN Red List of Threatened Species 2016”, e.T2358A115518165.
- A. BANASZEK, P. BOGOMOLOV, N. FEOKTISTOVA, M. LA HAYE, S. MONECKE, T.E. REINERS, M. RUSIN, A. SUROV, U. WEINHOLD, J. ZIOMEK 2020, *Cricetus cricetus*, “The IUCN Red List of Threatened Species 2020”, e.T5529A111875852.
- D.M.A. BATE 1937, *New Pleistocene mammals from Palestine*, “Annals and Magazine of Natural History, series 10” 20, 117, 397-400.
- C.J. BURGIN, J.P. COLELLA, P.L. KAHN, N.S. UPHAM 2018, *How many species of mammals are there?*, “Journal of Mammalogy” 99, 1, pp. 1-14.
- S. COLOMBERO, G. PAVIA 2013, *Centralomys benedicetti* (De Giuli, 1989) (Mammalia, Rodentia): a latest Messinian murid from Northern and Central Italy. *New data from Piedmont*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 52, 1, pp. 27-34.
- H. DE BRUIJN, M.R. DAWSON, P. MEIN 1970, *Upper Pliocene Rodentia, Lagomorpha and Insectivora (Mammalia) from the isle of Rhodes (Greece). I, II and III*, “Proceedings van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Series B” 73, 5, pp. 535-584.
- C. DE GIULI 1989, *The Rodents of the Brisighella latest Miocene fauna*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 28, pp. 197-212.
- O. FEJFAR, W.D. HEINRICH, L. KORDOS, L.C. MAUL 2011, *Microtoid cricetids and the early history of arvicolids (Mammalia, Rodentia)*. “Palaeontologia electronica” 14, 3, pp. 1-38.
- M.G. FILIPPUCI, M. MACHOLÁN, J.R. MICHAUX 2002, *Genetic variation and evolution in the genus Apodemus (Muridae: Rodentia)*, “Biological Journal of the Linnean Society” 75, 3, pp. 395-419.
- A. GARCÍA-ALIX, R. MINWER-BARAKAT, E. MARTÍN SUÁREZ, M. FREUDENTHAL 2008a, *Cricetidae and Gliridae (Rodentia, Mammalia) from the Miocene and Pliocene of southern Spain*, “Scripta Geologica” 136, pp. 1-37.
- A. GARCÍA-ALIX, R. MINWER-BARAKAT, E. MARTÍN SUÁREZ, M. FREUDENTHAL, J.M. MARTÍN 2008b, *Late Miocene–Early Pliocene climatic evolution of the Granada Basin (southern Spain) deduced from the paleoecology of the micromammal associations*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology” 265, pp. 214-225.
- D. GE, A. FEIJÓ, J. CHENG, L. LU, R. LIU, A.V. ABRAMOV, L. XIA, Z. WEN, W. ZHANG, L. SHI, Q. YANG 2019, *Evolutionary history of field mice (Murinae: Apodemus), with emphasis on morphological variation among species in China and description of a new species*, “Zoological Journal of the Linnean Society” 187, 2, pp. 518-534.
- A.R. GÓMEZ CANO, M.H. FERNÁNDEZ, M. Á. ÁLVAREZ-SIERRA 2013, *Dietary ecology of Murinae (Muridae, Rodentia): a geometric morphometric approach*. “PLoS One” 8, 11, e79080.
- R. HUTTERER, B. KRIŠTUFEK, N. YIGIT, G. MITSAIN, H. MEINIG, R. JUŠKAITIS 2016, *Muscardinus avellanarius*, “The IUCN List of Threatened Species 2016”, e.T13992A110268032.
- C. LINNAEUS 1758, *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata.*, Holmiae [Stoccolma].
- X. LU, D. GE, L. XIA, Z. ZHANG, S. LI, Q. YANG 2012, *The evolution and paleobiogeography of flying squirrels (Sciuridae, Pteromyini) in response to global environmental change*, “Evolutionary Biology” 40, 1, pp. 117-132.
- E. MARTÍN SUÁREZ, P. MEIN 1991, *Revision of the genus Castillomys (Muridae, Rodentia)*, “Scripta Geologica” 96, pp. 47-81.
- M. MASSETI, U. ALBARELLA, J. DE GROSSI MAZZORIN 2010, *The crested porcupine, Hystrix cristata L., 1758, in Italy*, “Anthropozoologica” 45, 2, pp. 27-42.
- J. MICHAUX 1969, *Muridae (Rodentia) du Pliocene supérieur d'Espagne et du Midi de la France*, “Palaeo-vertebrata” 3, 1, pp. 1-25.
- S. MONTUIRE, O. MARIDET, S. LEGENDRE 2006, *Late Miocene–Early Pliocene temperature estimates in Europe using rodents*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology” 238, 1-4, pp. 247-262.
- N. NEDYALKOV, G. POPGEORGIEV, A. STANEVA 2018, *Updated distribution of the elusive Roach's mouse-tailed dormouse, Myomimus roachi Bate, 1937 (Mammalia: Rodentia: Gliridae) in Bulgaria*, “Historia naturalis bulgarica” 29, pp. 3-8.
- P. PAVLAKIS 1999, *The Messinian events and the Greek fossil mammal record*, in J.W.F. REUMER, J. DE VOS (a cura di), *Elephants have a snorkel! Papers in honour of Paul Y. Sondaar*, “Denisea” 7, pp. 233-251.
- P. PELAEZ-CAMPOMANES 2001, *Revision of the Aragonian (Miocene) Atlantoxerus (Sciuridae)*, “Journal

- of Paleontology” 75, 2, pp. 418-426.
- P. PIÑERO, J. AGUSTÍ, O. OMS 2018, *The late Neogene rodent succession of the Guadix–Baza Basin (southeastern Spain) and its magnetostratigraphic correlation*, “Palaeontology” 61, 2, pp. 253-272.
- P. PIÑERO, D.H. VERZI 2020, *A new early Pliocene murine rodent from the Iberian Peninsula and its biostratigraphic implications*, “Acta Palaeontologica Polonica” 65, 4, pp. 719-731.
- J. PRIETO, M. RUMMEL, H. SCHOLZ, P. MEIN 2021, *A new middle Miocene lineage based on taxonomic revision of the large and rare cricetid-rodent genus Lartetomys*, “Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments”, <https://doi.org/10.1007/s12549-021-00485-0>.
- N.L. RASMUSSEN, R.W. THORINGTON 2008, *Morphological differentiation among three species of flying squirrels (Genus Hylopetes) from Southeast Asia*, “Journal of Mammalogy” 89, 5, pp. 1296-1305.
- K. RAUF, S. NAZER, M. FAIZ, M. ALTAF 2019, *Gliding performance of the small Indian gliding squirrel Hylopetes fimbriatus in Azad Jammu and Kashmir, Pakistan*, “Journal of Wildlife and Ecology” 3, 2, pp. 22-29.
- S. RENAUD, J. MICHAUX, P. MEIN, J.-P. AGUILAR, J.-C. AUFRAY 1999, *Patterns of size and shape differentiation during the evolutionary radiation of the European Miocene murine rodents*, “Lethaia” 32, pp. 61-71.
- S. RENAUD, J. MICHAUX, D.N. SCHMIDT, J.-P. AGUILAR, P. MEIN, J.-C. AUFRAY 2005, *Morphological evolution, ecological diversification and climate change in rodents*, “Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences” 272, pp. 609-617.
- L. ROOK, M. DELFINO, M. SAMI 2015, *I vertebrati fossili della cava del Monticino di Brisighella: una finestra sui popolamenti continentali del Mediterraneo nel Miocene superiore*, “Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia, serie II” 28, pp. 79-100.
- A. SAVORELLI, F. MASINI 2016, *Mystemys giganteus n. gen. et sp.: an enigmatic and rare cricetid from the Terre Rosse M013 fissure filling (Gargano, Southeastern Italy)*, “Palaeontographica Abteilung A : Palaeozoology – Stratigraphy” 306, 1-6, pp. 1-23.
- D. SCHLITZER, E. VAN DER STRAETEN, G. AMORI, R. HUTTERER, B. KRYŠTUFEK, N. YIGIT, G. MITSAIN 2016, *Apodemus sylvaticus*, “The IUCN List of Threatened Species 2016”, e.T1904A115059104.
- S. SEN 1977, *La faune de rongeurs pliocenes de Çalta (Ankara, Turquie)*, “Bulletin du Muséum National D’Histoire Naturelle. 3e série” 465, pp. 89-171.
- S. SEN 2001 *Early Pliocene porcupine (Mammalia, Rodentia) from Perpignan, France: a new systematic study*, “Geodiversitas” 23, 2, pp. 303-312.
- S. SEN, L. KARADENIZLI, P.-O. ANTOINE, G. SARAÇ 2019, *Late Miocene–early Pliocene rodents and lagomorphs (Mammalia) from the southern part of Çankırı Basin, Turkey*, “Journal of Paleontology”, 93, 1, pp. 173-195.
- F. SUATA-ALPLASLAN 2009, *Occitanomys (Rhodomys) vandami nov. sp. (Muridae, Mammalia) from the Early Pliocene/Early Ruscian Fauna of Ideli (Turkey)*, “The Open Geology Journal” 3, pp. 64-69.
- F. SUATA-ALPASLAN 2010, *The paleoecology of the continental early Pliocene of the eastern Mediterranean, a construction based on rodents*, “Fen Bilimleri Dergisi”, 31 (2), pp. 29-48
- R.W. THORINGTON JR., R.S. HOFFMAN 2005, *Family Sciuridae*, in D.E. WILSON, D.M. REEDER (a cura di), *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd edition)*, pp. 754-818.
- N.S. UPHAM, J.A. ESSELSTYN, W. JETZ 2019, *Inferring the mammal tree: Species-level sets of phylogenies for questions in ecology, evolution, and conservation*, “PLoS Biology” 17, 12, pp. 1-44.
- A. VAN DE WEERD 1976, *Rodent faunas of the Mio-Pliocene continental sediments of the Teruel-Alfambra region, Spain*, Utrecht University.
- D.J. VAN WEERS 1994, *The porcupine Hystrix refossa Gervais, 1852 from the Plio-Pleistocene of Europe, with notes on other fossil and extant species of the genus Hystrix*, “Scripta Geologica” 106, pp. 35-52.
- D.J. VAN WEERS, L. ROOK 2003, *Turolian and Ruscian porcupines (genus Hystrix, Rodentia) from Europe, Asia and North Africa*, “Paläontologische Zeitschrift” 77 (1), pp. 95-113.

Ringraziamenti

Ringraziamo il prof. Lorenzo Rook (Università degli Studi di Firenze) per averci messo a disposizione il laboratorio in cui si è svolta parte del lavoro e per averci invitati a partecipare a questo progetto. Ringraziamo anche il prof. Paul P.A. Mazza (Università degli Studi di Firenze) per aver contribuito considerevolmente alla buona riuscita delle figure.

I LAGOMORFI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Chiara Angelone^{1,2,3}, Stanislav Čermák⁴, Blanca Moncunill-Solé^{1,5}

Riassunto

A Cava Monticino (Romagna, Messiniano post-evaporitico) sono stati riconosciute due specie di lagomorfi: cf. *Trischizolagus* sp. e *Prolagus sorbinii*. Appartengono entrambi a dei generi estinti. Il primo è filogeneticamente vicino ai moderni leporidi, ed è vissuto in Eurasia fra 5,5 e 3,5 Ma. Per quanto riguarda il secondo, le forme attuali ad esso più prossime sono gli ochotonidi; *Prolagus* è uno dei generi più longevi tra i mammiferi (da 20 Ma ed estintosi in epoca storica) e la sua distribuzione geografica copre Europa e Anatolia, più la parte settentrionale dell'Africa e la parte più occidentale dell'Asia.

Entrambi i lagomorfi di Cava Monticino si sono dispersi dall'Europa continentale in quella che oggi è la parte occidentale della Penisola Italiana centro-settentrionale attraverso un passaggio in corrispondenza dell'Italia nord-occidentale instauratosi intorno a 6,5 Ma. *Prolagus sorbinii*, originario dei Balcani meridionali è "entrato" immediatamente dopo la connessione e rappresenta uno degli elementi orientali della associazione fossile di Cava Monticino. cf. *Trischizolagus* sp. non appare nel record fossile italiano insieme a *Prolagus sorbinii*, ma ~1 Ma più tardi. Esso è probabilmente filogeneticamente legato ad una delle due specie europee più antiche oggi riferite a *Trischizolagus*, comparse intorno a 5,5-5,33 Ma e distribuite ai due antipodi dell'Europa, ma l'incertezza tassonomica ad esse relativa si ripercuote sulla determinazione della traiettoria paleobiogeografica di cf. *Trischizolagus* sp. di Cava Monticino.

Forse la soluzione a questo problema verrà proprio da cf. *Trischizolagus* sp. di Cava Monticino: così come è avvenuto per *Prolagus sorbinii*, l'inusuale abbondanza di resti fossili di questa specie rispetto ad altri giacimenti coevi potrà far sì che venga fatta chiarezza sulla tassonomia e sulla paleobiogeografia delle specie congeneriche tardo-messiniane dell'Europa.

Parole chiave: *Trischizolagus*, *Prolagus*, tassonomia, paleobiogeografia, Messiniano.

Abstract

Two lagomorph species have been reported from Cava Monticino (Romagna, post-evaporitic Messinian): cf. *Trischizolagus* sp. and *Prolagus sorbinii*. Both pertain to extinct genera. The former is phylogenetically related to modern leporids, and lived in Eurasia ~ 5.5-3.5 Ma. The latter is one of the most long-lived genera among mammals (20 Ma to historical epoch), distributed in Europe, Anatolia plus North Africa and westernmost Asia. The extant lagomorphs which are phylogenetically closer to *Prolagus* are the members of family Ochotonidae.

Both lagomorphs reported from Cava Monticino dispersed in the Italian territory from continental Europe through a north-western landbridge that ended the isolation of part of modern Italian territory 6.5 Ma. *Prolagus sorbinii* crossed the landbridge immediately after its appearance originated in southern Balkans. As it originated in southern Balkans, it can be considered one of the oriental elements of the Cava Monticino Quarry. By contrast, cf. *Trischizolagus* sp. appeared in the Italian fossil record ~1 Ma later than *Prolagus sorbinii*. It may be related to one of the two oldest species of *Trischizolagus*, reported since 5.5-5.33 Ma and distributed at the two opposite corners of Europe. The taxonomic uncertainties relative to these two species affect the determination of the palaeobiogeographic trajectory of cf. *Trischizolagus* sp. from Cava Monticino.

Hopefully, the key to this problem may come from the study of cf. *Trischizolagus* sp. from Cava Monticino. In fact, the unusual abundance of the fossil remains of the leporid of Cava Monticino, as already happened in the case of *Prolagus sorbinii*, may represent a good chance to clarify the taxonomy and the palaeobiogeography of end-Messinian congeneric species of Europe.

Keywords: *Trischizolagus*, *Prolagus*, taxonomy, palaeobiogeography, Messinian.

¹Dipartimento di Scienze, Sez. Scienze Geologiche, Università Roma Tre, Roma, Italia – corresponding author: angelone@uniroma3.it

²Institut Català de Paleontologia "Miquel Crusafont" Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Spagna

³Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Palaeontology and Palaeoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Pechino, Cina

⁴Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences, Rozvojová 269, 165 00 Prague 6, Czech Republic

⁵Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas (CICA), A Coruña, Spagna

1. I lagomorfi

I lagomorfi sono un ordine di mammiferi di taglia medio-piccola adattati ad una vasta gamma di ambienti, anche se in genere preferiscono spazi aperti, come steppe e deserti, alle zone densamente vegetate. Sebbene alcuni generi presentino adattamenti particolari (al salto, alla corsa, ad un'attività fossoria, ecc.) la struttura generale non mostra grandi differenze: sono infatti un gruppo estremamente conservativo.

I primi indiscussi rappresentanti dell'ordine compaiono nell'Eocene medio della Mongolia (~45 Ma) e del Nord America (~43 Ma) (fig. 1). In entrambi i continenti i lagomorfi vanno immediatamente incontro ad una importante radiazione adattativa, con conseguente differenziazione di molte specie e notevole aumento del numero di reperti nei giacimenti fossili. Si suppone che il gruppo dal quale si sarebbero originati i lagomorfi sia l'ordine Mixodontia, endemico dell'Asia, i cui rappresentanti sono vissuti tra 58 e 30 Ma. I mixodonti erano caratterizzati da un mosaico di caratteri tipici dei lagomorfi e dei roditori (anch'essi con ogni probabilità derivati da un gruppo di mixodonti, gli eurymyliidi). I lagomorfi risultano affini ai mixodonti più antichi (come *Mimotona*). Questo significa che i lagomorfi si sono distaccati molto presto

dai mixodonti e non c'è stato un graduale passaggio fra i due gruppi. E' interessante notare che intercorrono parecchi milioni di anni tra l'effettiva origine dei lagomorfi, stimata intorno a 58 Ma sulla base delle affinità tassonomiche con i mixodonti ed il primo indiscusso fossile di lagomorfo (45 Ma). Pertanto, la linea filogenetica dei lagomorfi è una cosiddetta "linea fantasma" per almeno 13 milioni di anni (LÓPEZ MARTÍNEZ 2008).

2. Ordine Lagomorpha: brevi cenni tassonomici, biocronologici e paleobiogeografici

L'ordine Lagomorpha comprende attualmente 91 specie divise in 2 famiglie: Ochotonidae e Leporidae (HOFFMANN, SMITH 2005) (ALVES, HACKLÄNDER 2008). Della famiglia Leporidae fanno parte lepri e conigli, la cui fisionomia, salvo qualche eccezione, è più che nota; la famiglia Ochotonidae include i pika, detti anche "lepri fischiatrici", generalmente più piccoli dei leporidi, con orecchie e corpo più arrotondati e una coda meno evidente. Attualmente la famiglia Ochotonidae è monogenerica: infatti sono ascrivibili al genere *Ochotona* tutte le 30 specie attuali di ochotonidi. La famiglia Leporidae ha invece una diversità

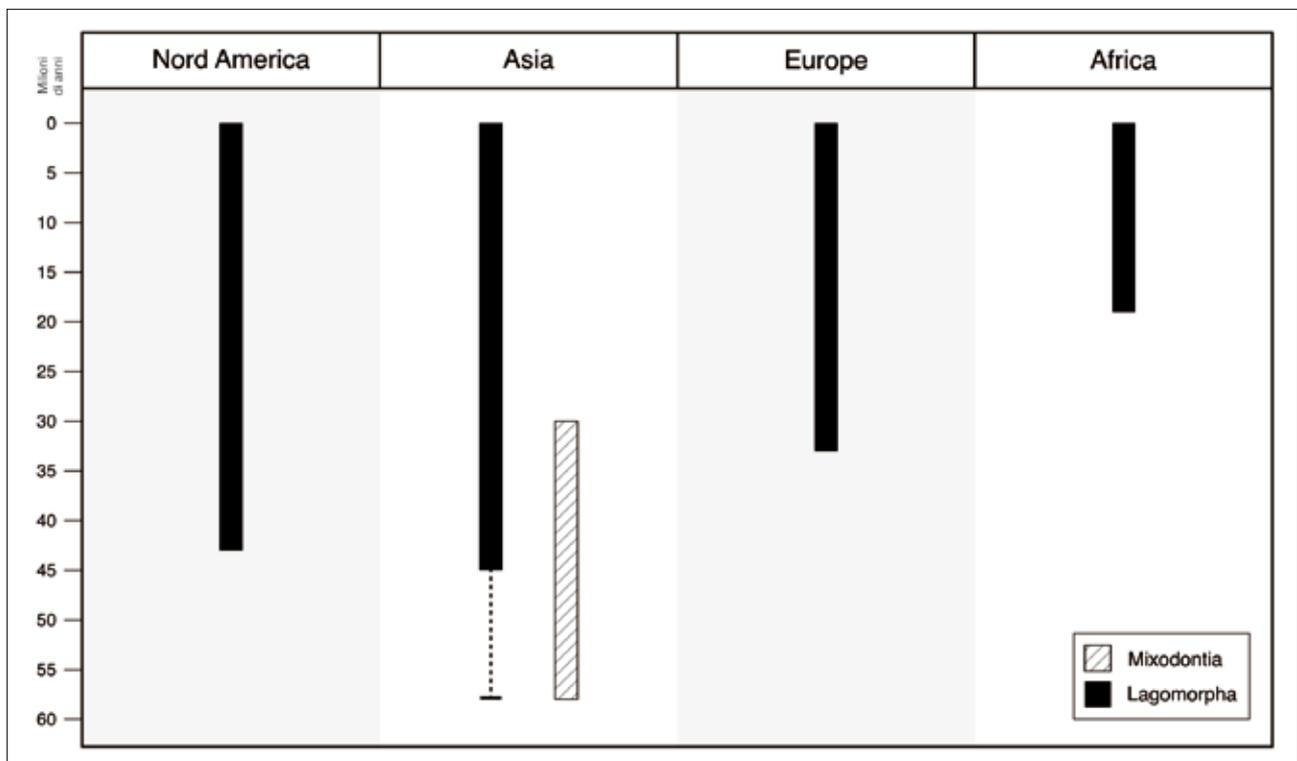


Fig. 1 – Ordine Lagomorpha: prima apparizione nel record fossile nei diversi continenti in cui è distribuito naturalmente (rettangoli neri). La linea tratteggiata indica l'intervallo di tempo che con ogni probabilità intercorre fra l'effettiva comparsa sulla Terra dei lagomorfi e il primo ritrovamento fossile ("linea fantasma"). Il rettangolo bianco a righe trasversali rappresenta la distribuzione temporale dei mixodonti, i cui rappresentanti più antichi avrebbero dato origine ai lagomorfi.

molto maggiore, in quanto annovera 61 specie attuali (32 specie di lepri e 29 di forme di coniglio/silvilago), raggruppate in 11 generi (FONTANESI *et alii* 2016).

La distribuzione dei leporidi è oggi ubiquitaria, infatti ad eccezione dell'Antartide essi sono presenti in tutti i continenti. Per alcune forme la distribuzione geografica attuale è frutto di fenomeni naturali di dispersione, mentre altre specie sono state introdotte dall'uomo per scopi venatori o accidentalmente, come è accaduto ad esempio in Australia, nelle Americhe ed in alcune parti d'Europa (CHAPMAN, FLUX 1990) (ALVES, HACKLÄNDER 2008) (BONINO *et alii* 2010 con bibliografia) (FENNER 2010). Se alcuni leporidi, come *Lepus*, hanno una distribuzione geografica molto ampia, altri hanno un areale molto limitato, come *Romerolagus*, distribuito solo in una piccola area (<400 km²) sugli altipiani intorno a Città del Messico, o come *Pentalagus*, che vive solamente in due piccole isole nella parte meridionale dell'arcipelago del Giappone. Gli ochotonidi, oltre ad avere un range di distribuzione attuale più limitato rispetto ai leporidi, hanno una chiara distribuzione relitta, limitata al Nord America centro-occidentale e all'Asia centrale, più una piccola parte dell'estremità più orientale dell'Europa. Anche la tolleranza alla variabilità climatico/ambientale degli ochotonidi attuali è molto più ridotta rispetto ai leporidi, poichè essi tollerano solo temperature temperato/fresche e vivono principalmente ad altitudini e/o latitudini elevate (FONTANESI *et alii* 2016).

Sia ochotonidi che leporidi si sono originati a partire da un gruppo di lagomorfi primitivi, i cosiddetti "lagomorfi basali", comparsi per la prima volta in Asia (45 Ma) e poi rapidamente dispersi in Nord America (43 Ma) e successivamente in Europa (33 Ma; VIANEY-LIAUD, LEBRUN 2013). Il "ritardo" con cui è avvenuta la dispersione in Europa è dovuto al fatto che fino a ~34 Ma l'Europa era fisicamente separata dall'Asia da un mare epicontinentale chiamato Mar di Turgai. Dopo la radiazione iniziale, i lagomorfi basali sono rimasti un elemento raro delle faune eurasiatiche e nordamericane fino alla loro estinzione tra i 12 e i 7 Ma. Delle due famiglie attuali, i leporidi sono stati i primi a comparire in Nord America 38 Ma, e sono rimasti ivi confinati fino a ~8 Ma, quando sono letteralmente dilagati in Eurasia sfruttando un passaggio attraverso l'odierno Stretto di Bering (FLYNN *et alii* 2014). Per la verità, ci sono dei dati controversi che indicherebbero un' "invasione fallita" dei leporidi intorno a 13 Ma, ma in ogni caso, la comparsa definitiva dei leporidi in Eurasia avviene a 8 Ma ed è segnata dall'apparizione nel registro fossile del genere *Alilepus*, comparso in Nord America qualche milione di anni prima (12 Ma). La "traccia" di *Alilepus* in Eurasia è un bioevento molto importante anche perchè avviene in un lasso di

tempo geologicamente molto limitato e si può considerare quindi sincrono (Leporid Datum; FLYNN *et alii* 2014). In Africa il record più antico dei leporidi è leggermente posteriore al Leporid Datum, però non è da escludere che ciò possa essere imputato a lacune nel registro fossile anzichè a un reale décalage temporale. Il registro fossile asiatico attesta che la dispersione di *Alilepus* è seguita poco dopo (sempre geologicamente parlando) da quella di *Hypolagus*, un genere comparso in Nord America prima di *Alilepus*, ~15 Ma. A differenza di *Alilepus* la dispersione di *Hypolagus* sembra essere meno rapida, almeno a giudicare dal record fossile, che vede *Hypolagus* apparire in Europa solo a partire da ~6 Ma. Segue una evoluzione indipendente dei leporidi in Eurasia con la comparsa di nuovi generi endemici (tra cui *Trischizolagus*; LÓPEZ MARTÍNEZ 2008), fino all'arrivo di *Lepus*, apparsa in Nord America ~2,5 Ma. Vale la pena ricordare che secondo alcuni studiosi, il genere *Trischizolagus* potrebbe aver dato origine all'attuale coniglio (*Oryctolagus*), la cui prima comparsa è registrata intorno a 3,5 Ma nella Penisola Iberica (LÓPEZ MARTÍNEZ 2008).

Per quanto riguarda gli ochotonidi, la loro origine è asiatica ed è più tardiva rispetto a quella dei leporidi, attestandosi a 33 Ma. E' opportuno sottolineare che le considerazioni temporali qui enunciate si basano su evidenze fossili, che non rispecchiano le stime basate sull'orologio molecolare (LÓPEZ MARTÍNEZ 2008 con bibliografia, vedi anche GE *et alii* 2013). Dal loro centro di origine gli ochotonidi si sono dispersi sia verso il Nord America (20 Ma) che verso l'Europa (25-24 Ma) e l'Africa (19 Ma). Fino a poco prima dell'avvento dei leporidi (8 Ma) l'Eurasia è stata dominata dagli ochotonidi, che hanno raggiunto gradi di diversità generica e specifica e di abbondanza davvero notevoli. Gli ochotonidi sono già in declino al momento del Leporid Datum, probabilmente anche per ragioni legate a cambiamenti climatico/ambientali, ma da quel momento il loro destino in Europa è segnato: numero di specie e abbondanza nei giacimenti fossili diminuiscono, il loro areale di distribuzione si restringe sempre di più. Durante il Pleistocene, solo alcune specie del genere attuale *Ochotona* espandono periodicamente il proprio areale: notevole è la risposta di *O. pusilla* le cui periodiche dispersioni verso l'Europa centrale ed occidentale vanno di pari passo alle espansioni delle steppe conseguenti a fluttuazioni verso aridificazioni e irrigidimenti climatici (LAPLANA *et alii* 2015 con bibliografia). Un solo genere, per molti studiosi riconducibile alla famiglia Ochotonidae, ma per altri degno di costituire una famiglia a parte, entra nell'Olocene: si tratta di *Prolagus*, che sopravvive fino al tardo Olocene in Corsica e Sardegna. Probabilmente l'azione umana, diretta e indiretta, ha inferto il

colpo di grazia all'ultimo rappresentante di una delle linee evolutive più longeve fra i mammiferi.

La storia evolutiva e la paleobiogeografia dei lagomorfi è quanto mai emblematica nell'ambito dell'attuale dibattito sull'impatto relativo dell'uomo e delle variazioni climatiche sulla biodiversità.

3. Storia evolutiva dei generi *Trischizolagus* e *Prolagus*, i lagomorfi di Cava Monticino

Nelle fessure carsiche di Cava Monticino (Romagna, Messiniano post-evaporitico) sono state rinvenute due generi di lagomorfi: cf. *Trischizolagus* e *Prolagus*. Il primo è un leporide; la sua distribuzione geografica va dalla Penisola Iberica alla Cina, e temporalmente copre un intervallo di tempo individuato fra ~5,5 e 3,5 Ma (cfr. ČERMÁK *et alii* 2019). Il genere *Trischizolagus* conta attualmente 6 specie, 7 se si considera ?*T. raynali*, nel qual caso la sua distribuzione geografica si estenderebbe al Nord Africa e l'estensione temporale fino al Pleistocene Medio (0,7-0,4 Ma; dato cronologico da RAYNAL *et alii* 2004).

Trischizolagus è un genere che ha alimentato serie controversie tassonomiche: alcuni autori infatti hanno sostenuto che esso fosse in realtà sinonimo di *Serengetilagus*, un genere distribuito in Africa centrale tra 6/5,5 e 3,8/2,7 Ma. La proposta di una diagnosi differenziale fra *Serengetilagus* e *Trischizolagus*, basata su caratteri dentari (i resti più comuni e ben conservati allo stato fossile tra i mammiferi di taglia medio-piccola, vedi sez. 4), sembra avere ridato sufficiente sostegno allo status di *Trischizolagus* come genere indipendente (LÓPEZ MARTÍNEZ *et alii* 2007). Senonchè, l'ultima revisione del genere *Trischizolagus* evidenzia una situazione tassonomicamente "pericolosa": ČERMÁK, WAGNER (2013) sottolineano la preoccupante differenza morfologica (già notata da LÓPEZ MARTÍNEZ *et alii* 2007) tra i leporidi non-*Alilepus* e non-*Hypolagus* del Miocene terminale e del Pliocene dell'Europa (attualmente attribuite al genere *Trischizolagus* e in particolare alle specie *T. crusafonti* e *T. maritsae*) e le popolazioni più recenti del genere *Trischizolagus* distribuite nel Pliocene dell'Europa centro-orientale (*T. dumitre-scuae*). Le suddette differenze sono tali da far dubitare della appartenenza delle forme più antiche al genere *Trischizolagus*, sollevando così anche un problema filogenetico.

Come già evidenziato nella sez. 2, l'altro lagomorfo presente a Cava Monticino, *Prolagus*, è tradizionalmente considerato un ochotonide, anche se le sue caratteristiche estremamente peculiari spingono alcuni studiosi a ritenere che possa costituire una famiglia monogenerica a sè stante, la famiglia Prolagidae. La

storia evolutiva di *Prolagus* è invero rimarchevole: il suo antenato, *Piezodus*, compare in Europa centrale 24 Ma e, dopo la comparsa di *Prolagus* (poco prima di 20 Ma) la linea evolutiva ha una radiazione esplosiva: *Prolagus* è letteralmente dappertutto! Tra 20 e 17 Ma in alcune zone come l'Europa centro-settentrionale, *Prolagus* è presente in grande abbondanza in tutti i giacimenti fossiliferi conosciuti (LÓPEZ MARTÍNEZ 2001). Lo stesso accade non appena "invade" l'Europa orientale e l'Anatolia (~13 Ma; *ibid.*). Con il passare del tempo *Prolagus* diviene più abbondante e diversificato nelle regioni dell'Europa meridionale (con un picco tra 11 e 6 Ma) mentre l'opposto avviene in Europa settentrionale, in cui *Prolagus* scompare prima della fine del Miocene. Probabilmente ciò non è avvenuto solo in risposta a variazioni climatico-ambientali, ma anche a seguito della formazione dell'arco alpino e del Massiccio Boemo, cioè come conseguenza di movimenti tettonici (ČERMÁK *et alii* 2021). Intorno a 6,5 Ma *Prolagus* arriva anche nella penisola italiana e tra 6,5-6 Ma raggiunge il Nord Africa. La frammentazione dell'areale di distribuzione di *Prolagus* risulta paradossalmente nella proliferazione delle specie, come in una radiazione adattativa, mentre invece il genere è già inesorabilmente in declino. L'ultima traccia di *Prolagus* sul continente europeo risale a ~150.000 anni fa, nella parte più meridionale della Penisola Iberica, ma nelle isole di Sardegna e Corsica, che aveva raggiunto intorno a 3,6 Ma (ANGELONE *et alii* 2015), *Prolagus* continua ad essere abbondante e sembra attraversare senza grossi problemi severi cambiamenti climatici come la Mid-Pleistocene Transition, tra 0,8 e 0,7 Ma (MONCUNILL-SOLÉ *et alii* 2016) e l'arrivo di nuovi predatori come *Cynotherium*. *Prolagus* è testimone l'arrivo dell'uomo nel blocco corso-sardo e diviene un elemento della sua dieta: ci sono tracce evidenti che attestano l'usanza di fare "spiedini" a base di *Prolagus* (VIGNE *et alii* 1981). Secondo MASALA (2005 con bibliografia) in Sardegna la presenza di *Prolagus* è comprovata fino alla prima Età del Ferro (ma WILKENS 2012 riporta segnalazioni del periodo fenicio, ~750 a.C.), e in Corsica almeno fino al periodo romano.

4. *Trischizolagus* e *Prolagus* di Cava Monticino: cenni sistematici

Lo studio dei mammiferi fossili di taglia piccola e media avviene soprattutto sulla base dei reperti dentari, poiché essi sono le componenti più resistenti alle ingiurie del tempo soprattutto grazie alla loro composizione chimica. Non tutte le posizioni dentarie hanno la stessa importanza tassonomica: per i lagomorfi in generale il dente più diagnostico è il terzo premolare

inferiore, in quanto discriminante a livello specifico. Altre posizioni dentarie come i premolari superiori sono utili per una discriminazione generica, così come talvolta gli altri premolari e molari superiori. Il quarto premolare inferiore e i molari inferiori sono di solito utili per una discriminazione a livello familiare, anche se in alcuni casi, aiutandosi con altri dati per esempio di tipo paleobiogeografico o biocronologico, si può arrivare ad avere delle indicazioni tassonomiche più dettagliate.

Rinvenire resti craniali e postcraniali di mammiferi di taglia medio-piccola è più raro, è più difficile trovare reperti interi e, nella maggior parte dei casi, il loro valore diagnostico è molto limitato.

I riempimenti carsici di Cava Monticino, facilmente databili al Messiniano post-evaporitico (5,5-5,33 Ma) in quanto le fessure sono scavate in sedimenti del Messiniano evaporitico e sigillate da terreni del Pliocene inferiore (ref. questo volume con bibliografia), sono ricchissimi di resti dentari appartenenti a *Prolagus sorbinii*. Essi sono stati studiati in dettaglio subito dopo la scoperta del complesso fossilifero (MASINI 1989) e una quindicina di anni dopo sono stati riesaminati contestualizzandoli nel quadro delle specie congeneriche italiane ed europee (ANGELONE 2007).

Ciò ha portato anche alla formulazione di una diagnosi emendata per *P. sorbinii*. Per quanto riguarda il materiale relativo a cf. *Trischizolagus* sp., esso si trova spesso insieme a *P. sorbinii*, ma è molto meno abbondante. Per entrambe le specie, i resti rinvenuti a Cava Monticino sono prevalentemente dentari. Nel caso di cf. *Trischizolagus* sp., però, esiste anche del materiale postcraniale interessante proveniente da Cava Monticino. Per quanto riguarda *P. sorbinii*, esiste un reperto consistente in una porzione di scheletro parzialmente in connessione (uno dei rarissimi casi relativi a tale genere e in generale ai lagomorfi) proveniente da un sito fossilifero geograficamente molto vicino ma leggermente più antico: Monte Castellaro (vedi MASINI 1989), che è anche l'olotipo della specie *P. sorbinii*.

Ordine Lagomorpha BRANDT, 1855

Famiglia Leporidae FISCHER DE WALDHEIM, 1817

Genere *Trischizolagus* RADULESCO, SAMSON, 1967

cf. *Trischizolagus* sp.

fig. 2B-F

Materiale: resti fossili riferibili a cf. *Trischizolagus* sp. sono stati rinvenuti nelle fessure BRS4, BRS5, BRS6, BRS8, BRS9, BRS18, BRS25 di Cava Monticino. Non

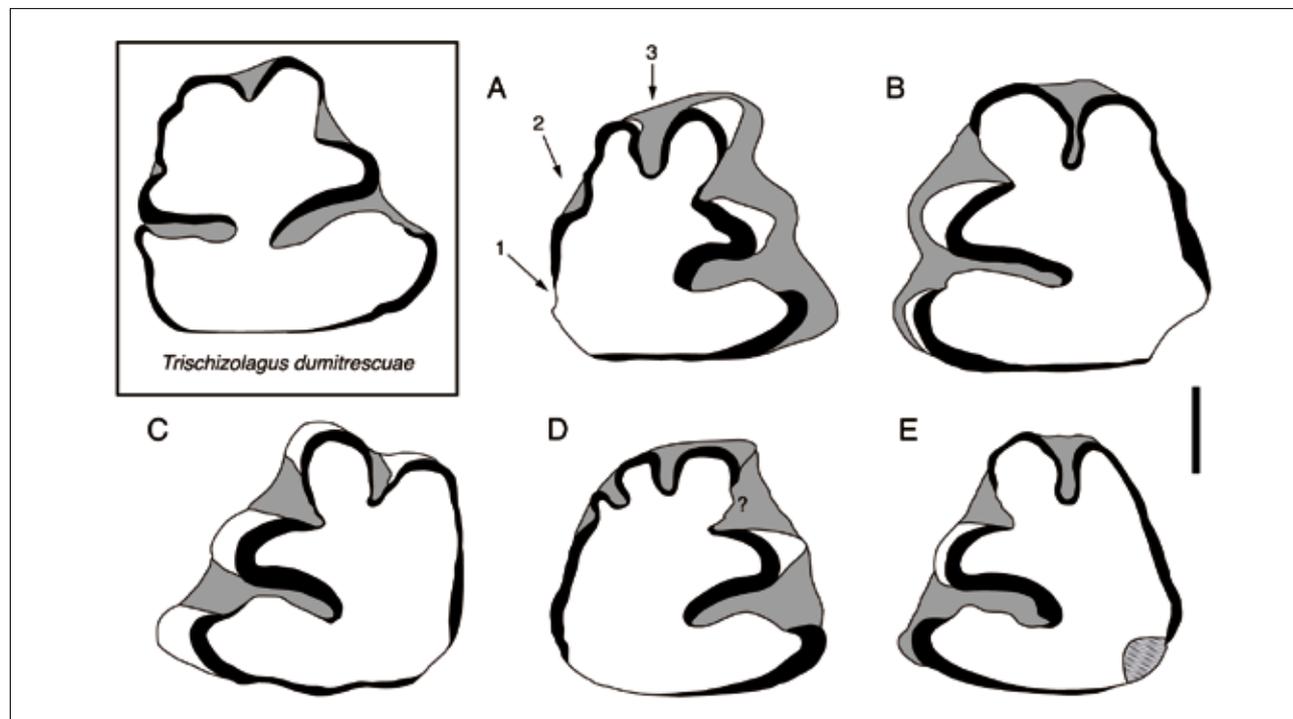


Fig. 2 – Caratteristiche del terzo premolare inferiore di cf. *Trischizolagus* sp. di Cava Monticino. Le caratteristiche salienti sono indicate dalle frecce. Scala: 1 mm.

1. mesoflesside assente negli adulti, **2.** mesofossettid assente, **3.** paraflesside presente in quasi la metà degli esemplari.

Trischizolagus dumitrescuae di Mălușteni (Romania), Institutul de Speologie "Emil Racoviță" din București: **A.** I.S. 6003 (RADULESCO, SAMSON 1967, p. 548, fig. 1.f).

cf. *Trischizolagus* sp. di Cava Monticino, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze: **B.** BRS4-n. 1, **C.** BRS4-n. 3, **D.** BRS5-n. 5, **E.** BRS9-n. 2, **F.** BRS5" T"-n. 1 (disegni: database CA).

si riscontrano al momento differenze tali nel contenuto delle fessure da far ritenere opportuna la loro suddivisione in specie o sottospecie differenti.

Descrizione: la morfologia dentaria di cf. *Trischizolagus* sp. di Cava Monticino è riconducibile ai leporidi europei non-*Alilepus* e non-*Hypolagus* del Miocene superiore-Pliocene (vedi sez. 3). A parte 1 adulto su 20 esemplari, il terzo premolare inferiore presenta una superficie occlusale in cui manca il mesoflesside (categoria morfologica PR0; ČERMÁK *et alii* 2015); il mesoflesside può essere presente negli esemplari molto giovani ma scomparire nel corso dell'ontogenesi; non si registra la presenza di una mesofossettida sui denti definitivi; è invece presente un paraflesside in quasi la metà degli esemplari (Pa1; *ibid.*); l'anteroflesside è sempre presente e molto accentuato (A1; *ibid.*). Il secondo premolare superiore presenta delle variabilità morfologiche a livello della lunghezza e addirittura della presenza dei flessi: in particolare, la presenza dell'ipoflesso è piuttosto variabile, così come la lunghezza del paraflesso.

Considerazioni tassonomiche: il leporide di Cava Monticino, seppur segnalato già nei primissimi lavori relativi all'associazione faunistica di Cava Monticino (*Trischizolagus* cf. *maritsae*, cfr. DE GIULI 1989), non è stato ancora studiato in dettaglio e non ha ancora una attribuzione specifica.

Sarebbe molto interessante verificare se, come è accaduto nel caso di un altro leporide messiniano dell'Italia centrale (*Alilepus meini*; ANGELONE, ROOK 2011), il leporide di Cava Monticino rappresenti una specie endemica italiana. Purtroppo, la frammentarietà dei resti europei del Miocene terminale e dell'inizio del Pliocene rappresenta una grossa difficoltà per le comparazioni tassonomiche. È pur vero però che i resti di Cava Monticino sono inusualmente abbondanti e ben conservati, quindi il problema potrebbe essere affrontato dal verso opposto. D'altro canto è proprio quello che è successo con i resti di *Prolagus sorbinii*, sempre di Cava Monticino, il cui studio ha contribuito a chiarire lo status tassonomico di numerosi report congenerici fino a quel momento problematici del Messiniano e del Pliocene (da 6,5 a ~3 Ma) dell'Italia e dell'Europa dell'Est (vedi sez. 5 per ulteriori dettagli). In verità, nel caso del leporide di Cava Monticino, il problema è più complesso rispetto al caso di *P. sorbinii* poiché è di ordine superiore alla specie. Il morfotipo del terzo molare superiore del leporide di Cava Monticino sopra illustrato, evidenzia che esso è filogeneticamente legato ad una delle specie finora riconosciute nel Miocene terminale-Pliocene basale dell'Europa, oggi classificate sotto il genere *Trischizolagus* (ovvero *T. crusafonti* o *T. maritsae*), la cui posizione tassonomica è al momento controversa (vedi

sez. 3). Aspettando l'auspicata revisione dei leporidi fine-miocenici dell'area peri-mediterranea (fra i quali c'è il leporide qui descritto), al fine di non ingenerare confusione manteniamo l'attuale attribuzione al genere *Trischizolagus* per il leporide non-*Alilepus* e non-*Hypolagus* di Cava Monticino. Tuttavia, onde tenere comunque conto della complicata situazione tassonomica di cui sopra, lo indichiamo come cf. *Trischizolagus* sp.

Famiglia Ochotonidae THOMAS, 1897 *vel* Prolagidae GUREEV, 1960

Genere *Prolagus* POMEL, 1852

Prolagus sorbinii MASINI, 1989

fig. 3B-K

Materiale: la presenza di *P. sorbinii* è registrata nelle fessure BRS6, BRS8, BRS25 di Cava Monticino. Il materiale presenta la variabilità intraspecifica che caratterizza la maggior parte delle specie congeneriche, e ANGELONE (2007) notava delle differenze nella prevalenza dei morfotipi del terzo premolare inferiore in alcuni riempimenti. Come nel caso di cf. *Trischizolagus* sp., però, non è stato ritenuto opportuno conferire a tali morfotipi lo status di specie o sottospecie differente.

Descrizione: secondo la diagnosi emendata (ANGELONE 2007), a livello dentario i caratteri salienti di *P. sorbinii* sono da individuare soprattutto nel terzo premolare inferiore con anteroconide grande tanto quanto il metaconide, mesoflesside a "V", entoconide spesso e con smalto continuo, crochet ridotto e spostato verso il metaistmo, protoconulide non molto allungato; secondo premolare superiore con iperlofo mesiale e smalto continuo sul precono; terzo molare superiore con centrocono "corto" e connessione lagicono-lagilofo ad angolo retto; quarto premolare superiore con parafossetta molto lunga e obliqua e mesofossetta in forma di "C"; molari superiori provvisti di fossette e con ipoflesso molto profondo. *Prolagus sorbinii* presenta anche la particolarità di avere dei premolari piuttosto grandi, caratteristica tipica (seppur non esclusiva) delle specie continentali a partire dal Messiniano (ANGELONE 2007).

Considerazioni tassonomiche: *Prolagus sorbinii* è una delle poche specie che può essere discriminata anche sulla base di caratteristiche del cranio: nell'olotipo si possono osservare un muso allungato e il *foramen* incisivo diviso in due parti, così come un *foramen* premolare grande e situato all'altezza del quarto premolare superiore. Tali caratteri non sono esclusivi di *P. sorbinii*, tuttavia permettono di fare importanti considerazioni rispetto ai suoi rapporti di parentela con altre specie. In particolare essi danno un'ulteriore prova

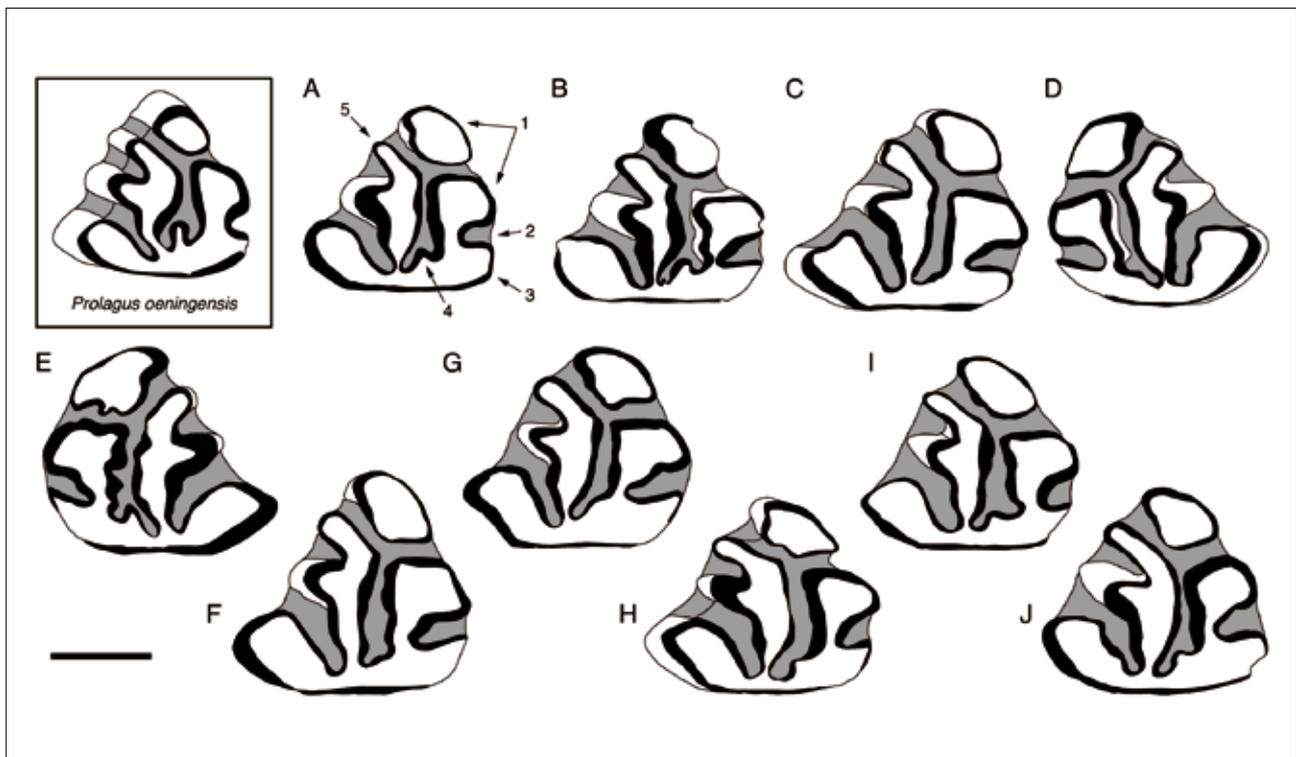


Fig. 3 – Terzo premolare inferiore di *Prolagus sorbinii* di Cava Monticino. Sono evidenziate le caratteristiche salienti della specie (freccie) che ovviamente, come si può constatare comparando la serie (B-J) con la specie *Prolagus oeningensis* (~17-11 Ma) (A), rimangono comunque costanti nonostante la notevole variabilità intraspecifica. Scala: 1 mm. **1.** anteroconide della stessa grandezza del metaconide, **2.** mesoflesside a "V", **3.** entoconide spesso e con smalto continuo (nota: seppur discontinuo in corrispondenza della superficie oclusale in alcune immagini, lo smalto è integro lateralmente), **4.** crochet ridotto e spostato lateralmente, **5.** protoconulide non molto allungato. *Prolagus oeningensis* di Manchones (Spagna), Museo de Paleontología de la Universidad de Zaragoza: **A.** MA-1274 (LÓPEZ MARTÍNEZ 1989, p. 121, fig. 18.4). *Prolagus sorbinii* di Cava Monticino, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze: **B.** BRS25-n. 40, **C.** BRS25-n. 3, **D.** BRS25-n. 23, **E.** BRS25-n. 1, **F.** BRS25-n. 41, **G.** BRS25-n. 43, **H.** BRS25-n. 79, **I.** BRS25-n. 84, **J.** BRS25-n. 85 (disegni: database CA).

degli stretti rapporti filogenetici che intercorrono fra *P. sorbinii* e *P. sardus* (vedi anche sez. 5).

5. I lagomorfi di Cava Monticino: considerazioni paleobiogeografiche

Non è ancora chiaro se cf. *Trischizolagus* sp., il leporide di Cava Monticino, sia una nuova specie endemica italiana (vedi sez. 4). Quello che è certo, è che la sua prima comparsa in Italia è posteriore a quella dell'altro lagomorfo di Cava Monticino, *Prolagus sorbinii* (che, lo ricordiamo, appare ~6,5 Ma). Tale differenza è quantificabile in ~1 Ma o poco più. La dispersione di *Trischizolagus* in Europa sembra molto rapida in termini geologici: la prima comparsa del genere risale a ~5,5 Ma nella Penisola Iberica (*T. crusafonti*; vedi sez. 3), e poi esistono segnalazioni in Grecia al passaggio Miocene-Pliocene (*T. maritsae*, intorno a 5,33 Ma) (ČERMÁK *et alii* 2019 con bibliografia). Non possiamo stabilire sulla base delle conoscenze attuali se *Trischi-*

zolagus sia arrivato nella Penisola Italiana dall'Europa occidentale o dall'Europa orientale. E' sperabile che lo studio sistematico approfondito dei resti di cf. *Trischizolagus* sp. di Cava Monticino attualmente in corso potrà dirimere a breve questo interrogativo.

Prolagus sorbinii è una specie istituita su materiale italiano (MASINI 1989), poi riconosciuta anche nei Balcani meridionali e in Anatolia (ŞEN *et alii* 2019 con bibliografia, ŞEN 2020). Il suo percorso paleobiogeografico è stato però opposto alla sua storia tassonomica: originatasi probabilmente nei Balcani meridionali, questa specie si è dispersa verso nord e poi ovest durante il Messiniano ed è riuscita a penetrare in quella che oggi corrisponde all'Italia nordoccidentale e ad una parte dell'Italia centrale grazie all'instaurarsi di una connessione emersa con il continente europeo in corrispondenza dell'Italia nord-occidentale (ANGELONE *et alii* 2019 con bibliografia). *Prolagus sorbinii* rappresenta una delle forme di affinità orientale presenti a Cava Monticino (vedi ref questo volume). La prima segnalazione di *P. sorbinii* nella Penisola Ita-

liana è antecedente a Cava Monticino e risale a ~6,5 Ma (Toscana; *ibid.*). Oltre all'instaurarsi del collegamento Italia-Europa, tale dato evidenzia il collegamento alla Penisola della Toscana marittima (tale territorio infatti era stato per almeno 13 Ma parte di un dominio insulare; ANGELONE *et alii* 2017). La scarsità di giacimenti fossiliferi del Messiniano pre-evaporitico ed evaporitico (cioè antecedenti a 5,52 Ma) non permette di seguire le tappe della dispersione di *P. sorbinii* nella Penisola Italiana, ma è lecito supporre che *P. sorbinii* si sia distribuito "istantaneamente" in tutta la paleobioprovincia neocollegata all'Europa continentale. Tra 5,52 e 5,33 Ma lo troviamo in Piemonte, Emilia-Romagna e Toscana, ma siamo sicuri che esso abbia raggiunto bacini isolati dell'Italia centrale tra la Toscana orientale e l'Umbria, e forse anche il Lazio. Infatti, analisi cladistiche evidenziano che la specie endemica italiana *P. italicus*, seppure rappresentata allo stato fossile solo per un periodo intorno ai 2,2-2 Ma proprio in Toscana orientale, Umbria e Lazio, sia in realtà derivata da *P. sorbinii* subito dopo il suo ingresso in Italia, in seguito all'isolamento di una parte delle popolazioni in un ambiente fisiograficamente complesso e tettonicamente molto attivo (ANGELONE *et alii* 2017, 2019).

È d'uopo ricordare che la revisione dei resti di Cava

Monticino (ANGELONE 2007) è stata fondamentale ai fini della risoluzione di un annoso problema paleobiogeografico: l'origine delle specie corso-sarde del genere *Prolagus*. La grande abbondanza di resti di *Prolagus* di Cava Monticino ha permesso di comprovare che il più antico *Prolagus* di Sardegna presenta alcuni tratti morfologici salienti in comune con *P. sorbinii*, e in particolare con le "popolazioni" delle fessure BRS3, BRS5, BRS6 e BRS8 di Cava Monticino, alle quali è morfologicamente riconducibile anche *P. cf. sorbinii* del Messiniano e del passaggio Mio/Pliocene della Toscana (ANGELONE *et alii* 2015). Le specie sarde di *Prolagus*, quindi, si sono originati dalla dispersione dall'Italia centrale (e non dall'Europa sud-occidentale come precedentemente si riteneva) di *P. sorbinii* o di una forma ad esso affine in corrispondenza di un forte abbassamento del livello del mare avvenuto ~3,6 Ma (ANGELONE *et alii* 2015 con bibliografia). Il motivo per cui l'antenato dei prolaghi sardo-corsi viene individuato "in *P. sorbinii* o di una forma ad esso affine", risiede nel fatto che poco dopo la segnalazione di Cava Monticino, *Prolagus* scompare dalla Romagna e sembra scomparire dalla Penisola Italiana per quasi 2 Ma, per poi "riapparire" intorno a 3,4 Ma in Toscana e Piemonte con una forma derivata da *P. sorbinii* per il

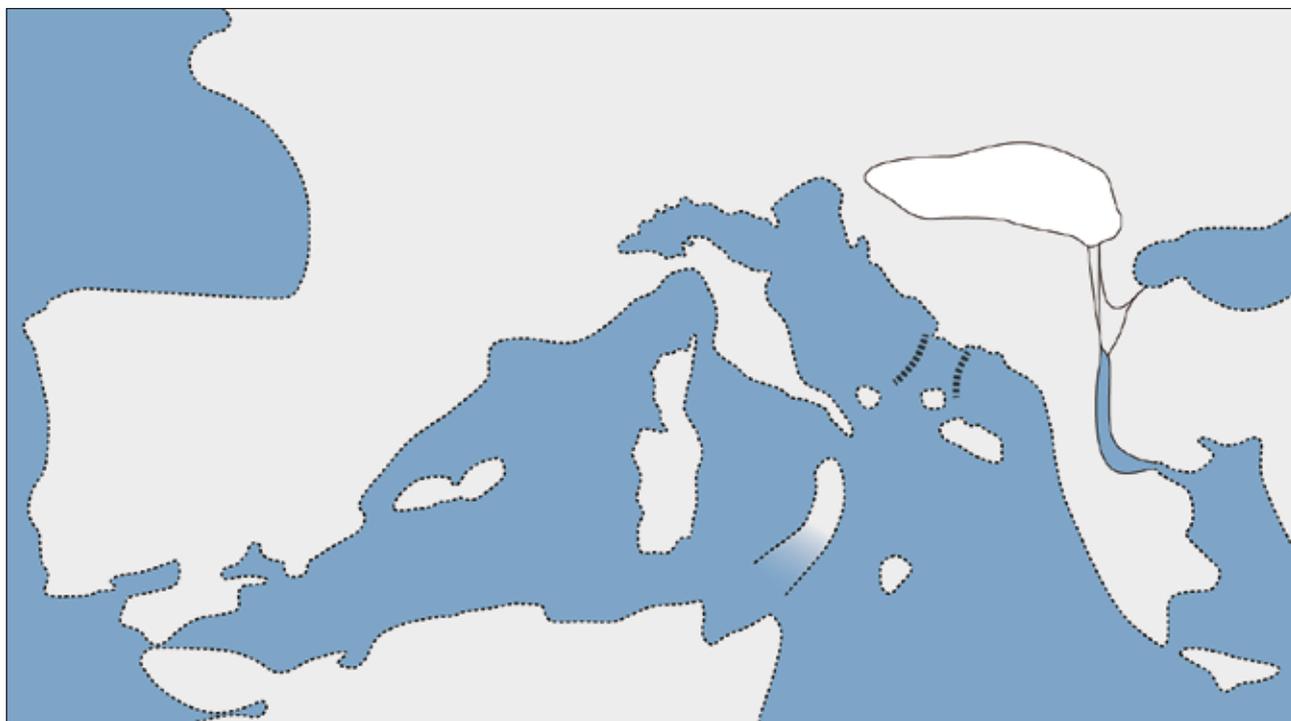


Fig. 4 – Tentativo di ricostruzione della distribuzione delle terre emerse nell'area perimediterranea intorno a 6.5 Ma. Probabilmente *Prolagus sorbinii* entra in Italia in questo momento, sfruttando il neofornato collegamento terrestre fra l'Europa continentale e una parte di quella che oggi è l'Italia nord- e centro-orientale. Come si può vedere, la Sardegna era unita alla Corsica e formava una provincia insulare. Anche una parte dell'odierna Italia centro meridionale era una provincia insulare, più precisamente un arcipelago, tranne che per un breve periodo proprio intorno a 6.5 Ma, quando si instaurò un collegamento emerso con i Balcani (vedi ANGELONE 2007). Per quanto riguarda parte dell'attuale Italia meridionale, essa era unita al continente africano (da ANGELONE *et alii* 2019, p. 1027, fig. 1B; integrazioni da CLAUZON *et alii* 2008, RUBINO *et alii* 2010). In bianco: bacini di acqua dolce.



Fig. 5 – Tentativo di ricostruzione della distribuzione delle terre emerse nell'area perimediterranea intorno a 5,5 Ma. È plausibile che l'antenato di cf. *Trischizolagus* sp. sia arrivato in Italia in corrispondenza del disseccamento quasi completo del Mediterraneo (modificato da CLAUZON *et alii* 2008). In grigio scuro: evaporiti; in bianco: bacini di acqua dolce.

momento indicata come *P. savagei*/*P. aff. sorbinii* (vedi ANGELONE, ROOK 2012 per ulteriori dettagli tassonomici). Pertanto, non sappiamo di preciso quale specie popolasse l'Italia centrale al momento del collegamento emerso con Corsica e Sardegna. Tale lacuna è con ogni probabilità imputabile alla estrema scarsità del record fossile a mammiferi continentali durante il Pliocene inferiore, e non ad una estinzione locale di *Prolagus* e conseguente ripopolamento dall'Europa. In fig. 4 si è tentato di ricostruire la situazione paleogeografica a ~6,5 Ma, cioè presumibilmente il momento in cui *P. sorbinii* è entrato in quello che era da poco diventato il primo "pezzo" dell'Italia continentale. In fig. 5 invece è rappresentata la situazione paleogeografica a ~5,5 Ma, quando il precursore di cf. *Trischizolagus* sp. dovrebbe essere arrivato su quello che oggi è territorio italiano.

L'opportunità di aver potuto descrivere e caratterizzare *P. sorbinii* con una grande dovizia di particolari grazie al materiale vario, abbondante e ben conservato di Cava Monticino ha rappresentato un'occasione preziosa in quanto costituisce un solido punto di partenza per una revisione sistematica delle popolazioni/specie di *Prolagus* presenti intorno ai 4,5-3,5 Ma in Europa continentale, rappresentate da scarsi resti e da morfologie particolari, elementi che rendevano molto difficoltoso ricostruire una filogenesi che le includesse in maniera soddisfacente (vedi un tentativo in ANGELONE *et alii* 2015).

Bibliografia

- P.C. ALVES, K. HACKLÄNDER 2008, *Lagomorph species: Geographical distribution and conservation status*, in P.C. ALVES, N. FERRAND, K. HACKLÄNDER (a cura di), *Lagomorph biology: evolution, ecology, and conservation*, Berlino, pp. 395-405.
- C. ANGELONE 2007, *Messinian Prolagus (Ochotonidae, Lagomorpha) of Italy*, "Geobios" 40, pp. 407-421.
- C. ANGELONE, S. ČERMÁK, T. KOTSAKIS 2015, *The most ancient lagomorphs of Sardinia: An overview*, "Geobios" 48, pp. 287-296.
- C. ANGELONE, S. ČERMÁK, L. ROOK 2017, *New insights on Paludotona, an insular endemic lagomorph (Mammalia) from the Tusco-Sardinian palaeobioprovince (Italy, Turolian, late Miocene)*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 123, pp. 455-473.
- C. ANGELONE, B. MONCUNILL-SOLÉ, T. KOTSAKIS 2019, *Contribution of fossil Lagomorpha (Mammalia) to the refinement of the late Miocene-Quaternary palaeobiogeographical setting of Italy*. "Comptes Rendus Palevol" 18, pp. 1025-1040.
- C. ANGELONE, L. ROOK 2011, *Alilepus meini n. sp., a new leporid (Leporidae, Lagomorpha) from the early Messinian of Tuscany (central western Italy)*,

- “Geobios” 44, pp. 151-156.
- C. ANGELONE, L. ROOK 2012, *Late Neogene and Quaternary lagomorphs from Tuscany: a revision based on specimens in Basel Naturhistorisches Museum and Florence University collections*, “Swiss Journal of Palaeontology” 131, pp. 127-145.
- N. BONINO, D. COSSÍOS, J. MENEGHETI 2010, *Dispersal of the European hare, Lepus europaeus in South America*, “Folia Zoologica” 59, 1, pp. 9-15.
- H. DE BRUIJN 1995, *The Vertebrate Locality Maramena (Macedonia, Greece) at the Turolian-Ruscinian boundary (Neogene). 11 – Lagomorpha (Mammalia)*, “Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen A” 28, pp. 133-136.
- S. ČERMÁK, C. ANGELONE, B. MONCUNILL-SOLÉ 2021, *Prolagus (Lagomorpha, Mammalia) in the Pliocene of Central Europe*, “Comptes Rendus Palevol” 28, pp. 597-617.
- S. ČERMÁK, C. ANGELONE, M.V. SINITSYA 2015, *New Late Miocene Alilepus (Lagomorpha, Mammalia) from Eastern Europe – a new light on the evolution of the earliest Old World Leporinae*, “Bulletin of Geosciences” 90, 2, pp. 431-451.
- S. ČERMÁK, P. JONIAK, B. ROJAY 2019, *A new early Pliocene locality Tepe Alagöz (Turkey) reveals a distinctive tooth phenotype of Trischizolagus (Lagomorpha, Leporidae) in Asia Minor*, “Palaeontologia Electronica” 22.1.14A 1-21.
- S. ČERMÁK, J. WAGNER 2013, *The Pliocene record of Trischizolagus and Pliopentalagus (Leporidae, Lagomorpha, Mammalia) in Central Europe, with comments on taxonomy and evolutionary history of Leporinae*, “Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen” 268, pp. 97-111.
- J.A. CHAPMAN, J.E.C. FLUX 1990, *Rabbits, Hares and Pikas: Status Survey and Conservation Action Plan*, Oxford.
- G. CLAUZON, J.-P. SUC, S.-M. POPESCU, M.C. MELINTE-DOBRIŢESCU, F. QUILLÉVÉRÉ, S.A. WARNY, S. FAUQUETTE, R. ARMIJO, B. MEYER, J.-L. RUBINO, G. LERICOLAIS, H. GILLET, M. NAMIK Çağatay, G. UCARKUS, G. ESCARGUEL, G. JOUANIC, F. DALESME 2008, *Chronology of the Messinian events and paleogeography of the Mediterranean region s.l.*, in F. BRIAND (a cura di), *The Messinian Salinity Crisis from mega-deposits to microbiology - A consensus report*, Monaco, “CIESM Workshop Monographs” 33, pp. 31-38.
- C. DE GIULI 1989, *The rodents of the Brisighella latest Miocene fauna*, “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 28, pp. 197-212.
- F. FENNER 2010, *Deliberate introduction of the European rabbit, Oryctolagus cuniculus, into Australia*, “Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)” 29, 1, pp. 103-111.
- L.J. FLYNN, A.J. WINKLER, M. ERBAEVA, N. ALEXEEVA, U. ANDERS, C. ANGELONE, S. ČERMÁK, F.A. FLADNERER, B. KRAATZ, L.A. RUEDAS, I. RUF, Y. TOMIDA, K. VEITSCHEGGER, Z.Q. ZHANG 2014, *The Leporid Datum: A Late Miocene Biotic Marker*, “Mammal Review” 44, pp. 164-172.
- L. FONTANESI, F. DI PALMA, P. FLICEK, A. SMITH, C.-G. THULIN, P.C. ALVES, J. ABRANTES, L. ANDERSON, C. ANGELONE, R. BOONSTRA, R. CAMPOS, M. CARNEIRO, R. CASADIO, F. CERVANTES, N. DAHAL, M. DJAN, P. ESTEVES, G. ETHERINGTON, J. FAN, J. FICKEL, D. GE, T. HUSBAND, T. KING, A. KOVACH, A. LAVAZZA, J. LETTY, A.A. LISSOVSY, R. MAGE, Z. MAMURIS, P.G. MARTELLI, T. MCGREY JR., J. MELO-FERREIRA, M. MUFFATO, U. RAMAKRISHNAN, E. RANDI, N. REID, A. RIBANI, T.J. ROBINSON, M. RUSSELLO, G. SCHIAVO, V. SCHNEIDER-GRICAR, K.A. SOLARI, I. STREETER, P. TIZZANI, A. TUR, V.J. UTZERI, N. VELICKOVIC, C. VERNESI, Q. YANG 2016, *Sequencing the genomes of an entire mammalian order: an international collaborative effort by Lagomorph Genomics Consortium (LaGomiCs)*, “Journal of Heredity” 107, 4, pp. 295-308.
- D. GE, Z. WEN, L. XIA, Z.Q. ZHANG, M. ERBAJEVA, C. HUANG, Q. YANG 2013, *Evolutionary History of Lagomorphs in Response to Global Environmental Change*, “PLOS ONE” 8, 4, e59668.
- R.S. HOFFMANN, A.T. SMITH 2005, *Lagomorphs*, in D.E. WILSON, D.M. REEDER (a cura di), *Mammal Species of the World*, 3a edizione, Baltimora, Johns Hopkins University Press, pp. 185-211.
- C. LAPLANA, P. SEVILLA, J.L. ARSUAGA, M.C. ARRIZA, E. BAQUEDANO, A. PÉREZ-GONZÁLEZ, N. LÓPEZ MARTÍNEZ 2015, *How Far into Europe Did Pikas (Lagomorpha: Ochotonidae) Go during the Pleistocene? New Evidence from Central Iberia*, “PLOS ONE” 10, 11, e0140513.
- N. LÓPEZ-MARTÍNEZ 2008, *The Lagomorph Fossil Record and the Origin of the European Rabbit*, in P.C. ALVES, N. FERRAND, K. HACKLÄNDER (a cura di), *Lagomorph Biology: Evolution, Ecology, and Conservation*, Berlino, pp. 27-46.
- S. MASALA 2015, *La fauna della torre Nord del nuraghe Santu Antine (Sassari). Dati preliminari dei contesti dell'età del Bronzo*, “Museologia Scientifica e Naturalistica” 11, 2, pp. 71-80.

- F. MASINI 1989, *Prolagus sorbinii n. sp., a new ochotonid (Mammalia, Lagomorpha) from the Messinian of Italy*, "Bolletino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 295-306.
- B. MONCUNILL-SOLÉ, C. TUVERI, M. ARCA, C. ANGELONE 2016, *Comparing the body mass variations in endemic insular species of the genus Prolagus (Ochotonidae, Lagomorpha) in the Pleistocene of Sardinia (Italy)*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 122, pp. 25-36.
- C. RADULESCO, P. SAMSON 1967, *Contributions à la connaissance du complexe faunique de Mălușteni-Berești (Pléistocène inférieur), Roumanie I. Ord. Lagomorpha, Fam. Leporidae*, "Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Monatshefte" IX, pp. 513-576.
- J.-P. RAYNAL, F.-Z. SBIHI ALAOUI, L. MAGOGA, A. MOHIB, M. ZOUAK 2004, *The Lower Palaeolithic Sequence of Atlantic Morocco Revisited After Recent Excavations at Casablanca*, "Bulletin d'Archéologie Marocaine" 20, pp. 44-76.
- J.-L. RUBINO, N. HADDADI, J. CAMY-PEYRET, G. CLAUZON, J.-P. SUC, S. FERRY, C. GORINI 2010, *SPE 129526: Messinian Salinity Crisis expression along North African Margin*, in SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS (a cura di), *North Africa Technical Conference and Exhibition 2010, Energy Management in a Challenging Economy, Cairo, Egypt, 14-17 February 2010*, II, pp. 1454-1458.
- Ş. ŞEN 2020, *Lagomorphs (Mammalia) from the early Pliocene of Dorkovo, Bulgaria*, "Fossil Imprint" 76, 1, pp. 99-117.
- Ş. ŞEN, L. KARADENIZLI, P. ANTOINE, G. SARAÇ 2019, *Late Miocene-early Pliocene rodents and lagomorphs (Mammalia) from the southern part of Çankırı Basin, Turkey*, "Journal of Paleontology" 93, 1, pp. 173-195.
- M. VIANEY-LIAUD, R. LEBRUN 2013, *New data about the oldest european lagomorpha: Description of the new genus Ephemeralagus nievae gen. nov. et sp. nov.*, "Revista Española de Paleontología" 28, 1, pp. 3-16.
- J.-D. VIGNE, M.C. MARINVAL-VIGNE, F. DE LANFRANCHI, M.-C. WEISS 1981, *Consommation du "Lapin-rat" (Prolagus sardus WAGNER) au Néolithique ancien méditerranéen Abri d'Araguina-Sennola (Bonifacio, Corse)*, «Bulletin de la Société préhistorique française» 78, pp. 222-224.
- B. WILKENS 2012, *Archeozoologia. Il Mediterraneo, la storia, la Sardegna*, Sassari.

Ringraziamenti

Ringraziamo gli Editori e i colleghi del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze e del Museo Civico di Scienze Naturali di Faenza per averci dato l'opportunità di studiare l'interessantissimo materiale relativo ai lagomorfi di Cava Monticino. Siamo grati ai revisori per i costruttivi commenti alla prima versione del manoscritto, e infine vogliamo citare le istituzioni e i fondi di ricerca che hanno permesso a ciascuno di noi di lavorare a questo progetto:

CA: Chinese Academy of Science Visiting Professor grant of the President's International Fellowship Initiative; Agencia Estatal de Investigación de España and the European Regional Development Fund of the European Union (CGL2016-76431-P); CERCA Program, Generalitat de Catalunya; Grant to Department of Science, Roma Tre University (MIUR-Italy Dipartimenti di Eccellenza, ART. 1, C. 314-337 L. 232/2016).

SČ: Institutional support RVO67985831 of the Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences.

BMS: Consellería de Cultura, Educación e Universidade, Xunta de Galicia, Spain (ED481B 2018/046, Axudas á etapa postdoutoral da Xunta de Galicia 2018 – Modalidade A).

IL PRIMATE FOSSILE DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Lorenzo Rook¹

Riassunto

Nella fauna messiniana del Monticino l'ordine dei Primati è rappresentato da un'unica specie, *Mesopithecus* cf. *M. pentelicus*, documentata da due soli resti: un canino superiore (le cui dimensioni relativamente grandi potrebbero indicare un individuo di sesso maschile) e un frammento di secondo molare superiore. *Mesopithecus* apparteneva alla sottofamiglia dei Colobinae, un gruppo di primati diffusi attualmente in Asia orientale e Africa centro-meridionale, dalla struttura corporea snella e agile, con coda lunga e faccia piuttosto corta e poco prominente. Questo genere estinto è stato rinvenuto in molte località del Miocene superiore sino al Pliocene Superiore, con una ampia distribuzione, prevalentemente alle latitudini mediterranee, che si estendeva dall'Europa occidentale all'Asia minore, sino a Pakistan e Cina (nelle fasi di maggiore espansione della sua storia evolutiva). Sulla base di alcune peculiarità anatomiche riscontrate nello scheletro di tali scimmie si pensa che queste conducessero un tipo di vita più terricolo rispetto agli attuali colobini.

Parole chiave

Primati, Colobinae, *Mesopithecus*, Miocene superiore, Turoliano, Italia

Abstract

In the Messinian fauna of Monticino Primaries are represented by a single species, *Mesopithecus* cf. *M. pentelicus*, documented by only two remains: an upper canine (whose relatively large size could indicate a male individual) and a fragment of an upper second molar. *Mesopithecus* belonged to the subfamily of the Colobinae, a taxon currently widespread in East Asia and central-southern Africa, with a slender and agile body structure, a long tail and a rather short and not very prominent face. This extinct genus has been found in many sites from the Late Miocene up to the Late Pliocene, with a wide distribution, mainly in the Mediterranean latitudes, extending from Western Europe to Asia Minor, up to Pakistan and China (in the phases of greater expansion along its evolutionary history). On the basis of some anatomical peculiarities found in the skeleton of these monkeys, it is thought that they led a more terrestrial type of life than the current colobins.

Keywords

Primates, Colobinae, *Mesopithecus*, Late Miocene, Turolian, Italy

Introduzione

I Primati sono un Ordine di Mammiferi Euteri in genere suddiviso nei sottordini Strepsirrini (comunemente chiamati proscimmie), e Aplorini (includente i tarsi, e Platirini e Catarrini, comunemente noti come scimmie). All'Ordine Primati appartengono 15 o 16 famiglie, diffuse per lo più nelle foreste calde e temperate di Asia, Africa e America (eccezione la fa il nostro genere *Homo*, che ha una diffusione "ubiquitaria"). Strepsirrini, Platirini e Catarrini hanno in genere abitudini arboricole e diurne e sono in prevalenza vegetariani. I Primati sono tutti plantigradi e pentadattili, spesso con pollice opponibile; hanno occhi diretti in avanti (visione stereoscopica) e una struttura della retina che permette una funzione visiva molto perfezionata, la coda può mancare (Pongini,

Ominidi), ma in genere è lunga e rivestita di pelo.

Le specie appartenenti all'Infraordine Catarrini sono diffuse prevalentemente nelle regioni tropicali di Africa e Asia, ma anche negli altipiani del Tibet, in Europa sudoccidentale con la bertuccia (*Macaca sylvana*), e in Giappone. Si suddividono nelle famiglie Cercopitecidi, Ilobatidi, Pongidi e Ominidi. La sottofamiglia Colobinae è parte della famiglia Cercopitecidae. Tutte le specie di questa sottofamiglia sono di medie dimensioni, con coda e arti lunghi, ed hanno una dieta a base di foglie e frutta. Ai Colobini appartengono tre colobi africani (generi *Colobus*, *Ptilocolobus*, e *Procolobus*), e diversi generi asiatici tra cui le scimmie dal naso camuso (*Rhinopithecus*, *Pygathrix*, *Nasalis*, e *Siamias*), gli entelli (*Semnopithecus*), ed i presbiteri (*Trachypithecus* and *Presbytis*).

Mesopithecus pentelicus è stata una delle prime specie

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – lorenzo.rook@unifi.it

di primati fossili non umani ad essere riconosciuta e descritta, sulla base di un frammento da una località vicino ad Atene (Pikermi, MN12) all'inizio del XIX secolo (WAGNER 1839). Da allora, Pikermi ha restituito un grandissimo campione, compresi elementi scheletrici in connessione, e la specie è stata documentata da altri siti in Grecia, e da molte località dell'Europa mediterranea, del vicino oriente, dell'India e della Cina (DELSON 1973; JABLONSKI 2002; ALBA *et alii* 2015). A più di 150 anni dalla sua prima scoperta, *M. pentelicus* rappresenta oggi una delle specie fossili di primati non umani più diffuse geograficamente. La tassonomia di *Mesopithecus* è stata parzialmente rivista da molti studiosi (per una rassegna esaustiva si veda (JABLONSKI *et alii* 2020), ma la trattazione più completa sul genere fino ad oggi pubblicata è la monografia di ZAPFE (1991), dedicata agli esemplari di *M. pentelicus* di Pikermi.

Molto conservativo nella morfologia scheletrica e dentale, *Mesopithecus* presenta un insieme di caratteristiche tipiche sia del cercopitecide che della colobina. La maggior parte della letteratura scientifica descrive *M. pentelicus* come una scimmia colobina di taglia media, semiterrestre e relativamente non specializzata (DELSON 1973; ZAPFE 1991; ALBA *et alii* 2015; JABLONSKI *et alii* 2020). *Mesopithecus* è tra i membri più conservativi della sottofamiglia Colobinae, per questo è considerato una forma basale, precedente alla scissione tra i Colobini africani e asiatici oppure, in considerazione anche della biogeografia, come più strettamente correlata alle colobine asiatiche (SZALAY, DELSON 1979; ANDREWS *et alii* 1996; JABLONSKI 1998).

Mesopithecus aveva una ampia distribuzione geografica in Eurasia nel Miocene superiore (tabella 1; figg. 1-3). La maggior parte dei fossili europei sono classificati come *M. pentelicus*, specie di cui si riconoscono morfotipi più piccoli o più grandi, da alcuni considerati come specie o sottospecie separate (come ad esempio la forma di grande taglia proveniente dalla località greca di Ravin des Zouaves-5, riconosciuta come *Mesopithecus delsoni* da DE BONIS *et alii* 1990). Fossili assegnati al *Mesopithecus* sono noti anche dal Miocene superiore delle successioni delle Siwalik in Pakistan sin dalla fine del XIX secolo (LYDEKKER 1878; KHAN *et alii* 2020). Questi resti sono rimasti poco studiati per molto tempo (generalmente classificati cfr. *Mesopithecus* sp.) sino a quando sono stati ridescritti come *Mesopithecus sivalensis* (HARRISON, DELSON 2007). In un articolo recente JABLONSKI *et*

alii (2020) descrivono nuovi esemplari di *M. pentelicus* da un sito cinese (nella provincia dello Yunnan), segnalando la presenza più orientale del *Mesopithecus* ad oggi nota (fig. 2). Infine, una piccola colobina originariamente descritta come *Semnopithecus monspesulanus* dal Pliocene inferiore di Montpellier in Francia (GERVAIS 1849), è riconosciuta essere una specie di *Mesopithecus* (DELSON, 1973; PRADELLA, ROOK, 2007) e con tutta probabilità rappresenta una linea evolutiva di taglia ridotta che è sopravvissuta un'Europa occidentale per buona parte del Pliocene (fig. 3). Per quanto riguarda le caratteristiche ecomorfologiche, *Mesopithecus* era in grado di adattarsi a un'ampia varietà di substrati e terreni, di cibarsi di un'ampia gamma di cibi, e tollerare diverse altitudini e regimi climatici (MERCERON *et alii* 2009; KOUFOS 2009). Per caratteristiche anatomiche e abitudini locomotorie e alimentari, *M. pentelicus* somigliava probabilmente all'attuale entello (*Semnopithecus entellus*), caratteristico di vegetazioni secche subtropicali o tropicali di Pakistan e India.

Il *Mesopithecus* di Cava Monticino

Order Primates LINNAEUS, 1758

Infraorder Catarrhini GEOFFROY SAINT-HILAIRE,
1812

Superfamily Cercopithecoidea GRAY, 1821

Family Cercopithecidae GRAY, 1821

Subfamily Colobinae BLYTH, 1863

Genus *Mesopithecus* WAGNER, 1839

Mesopithecus cf. *pentelicus*

La presenza di un Primate nella fauna del Monticino è riportata per la prima volta in DE GIULI *et alii* (1988), dove viene elencato nella lista faunistica come "Colobinae cf. *Mesopithecus*" sulla base di un unico canino superiore "che presenta la morfologia tipica di un colobino abbastanza grande". A seguito dell'attività estrattiva è stato raccolto un altro frammento di dente colobino ed entrambi i resti sono stati in dettaglio descritti da ROOK (1999).

Il campione di *Mesopithecus* del Monticino è molto limitato (due soli reperti) e su di esso non si possono fare molte osservazioni. Il canino superiore (fig. 4) è rotto all'apice della radice; una piccola porzione della corona è danneggiata ed è stata ricostruita in laboratorio utilizzando cera da restauro. Rappresenta presu-

Tab. 1 (nella pag. accanto) – Elenco delle località euroasiatiche che hanno restituito fossili di *Mesopithecus*, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (da ALBA *et alii* 2015; JABLONSKI *et alii* 2020).

N°	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Attribuzione tassonomica
1	Wissberg	Germania	?MN9 (11,1-9,7 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
2	Grebeniki 1	Ukraina	MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
3	Nikiti-2	Grecia	MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
4	Ravin des Zouaves-5	Grecia	MN11 (ca. 8,2 Ma)	<i>M. delsoni</i>
5	Gorna Sushitsa	Bulgaria	MN11-MN12 (8,8-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
6	Ravin X	Grecia	MN11-MN12 (8,8-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
7	Baltavar	Ungheria	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
8	Chomateres (Kisdari)	Grecia	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
9	Hadjidimovo	Bulgaria	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
10	Hatvan	Ungheria	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
11	Kalimantsi	Bulgaria	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
12	Kromidovo	Bulgaria	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
13	Maragheh	Iran	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
14	Molayan	Afghanistan	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
15	Perivolaki	Grecia	MN12 (ca. 7,3-7,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
16	Pikermi	Grecia	MN12 (ca. 7,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
17	Vathylakkos-2	Grecia	MN12 (ca. 7,3 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
18	Vathylakkos-3	Grecia	MN12 (ca. 7,3 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
19	Dhok Patan	Pakistan	MN12 (7,85-7,1 Ma)	<i>M. sivalensis</i>
20	Hasnot	Pakistan	MN12 (7,85-7,1 Ma)	<i>M. sivalensis</i>
21	Kryopigi	Grecia	MN12-MN13 (7,9-5,1 Ma)	<i>Mesopithecus</i> sp.
22	Kumanovo	Macedonia	MN12-MN13 (7,9-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
23	Veles	Macedonia	MN12-MN13 (7,9-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
24	Polgardi	Ungheria	MN12-MN13 (7,9-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
25	Gravitelli	Italia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>Mesopithecus</i> sp.
26	Brisighella	Italia	MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
27	Casino	Italia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
28	Moncucco	Italia	MN13 (5,4-5,33 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
29	Paganico	Italia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>Mesopithecus</i> sp.
30	Baccinello V3	Italia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>Mesopithecus</i> sp.
31	Venta del Moro	Spagna	MN13 (ca. 6,23 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
32	Shuitangba	Cina	MN13 (6,7-6,0 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
33	Maramena	Grecia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
34	Dytiko-1	Grecia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
35	Dytiko-3	Grecia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
36	Dytiko-2	Grecia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>M. pentelicus</i>
37	Dytiko-2	Grecia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>M. cf. monspessulanus</i>
38	Celleneuve	Francia	MN14 (5,1-4,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
39	Dorkovo	Bulgaria	MN14 (5,1-4,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
40	Montpellier	Francia	MN14 (5,1-4,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
41	Capeni	Romania	MN15 (4,2-3,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
42	Ivanovce	Slovacchia	MN15 (4,2-3,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
43	Malusteni	Romania	MN15 (4,2-3,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
44	Perpignan	Francia	MN15 (4,2-3,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
45	Wölfersheim	Germania	MN15 (4,2-3,2 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
46	Hajnacka	Slovacchia	MN16 (3,2-2,6 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
47	Villafraanca d'Asti	Italia	MN16 (3,2-2,6 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>
48	Red Crag	Inghilterra	MN17 (ca. 2,3 Ma)	<i>M. monspessulanus</i>

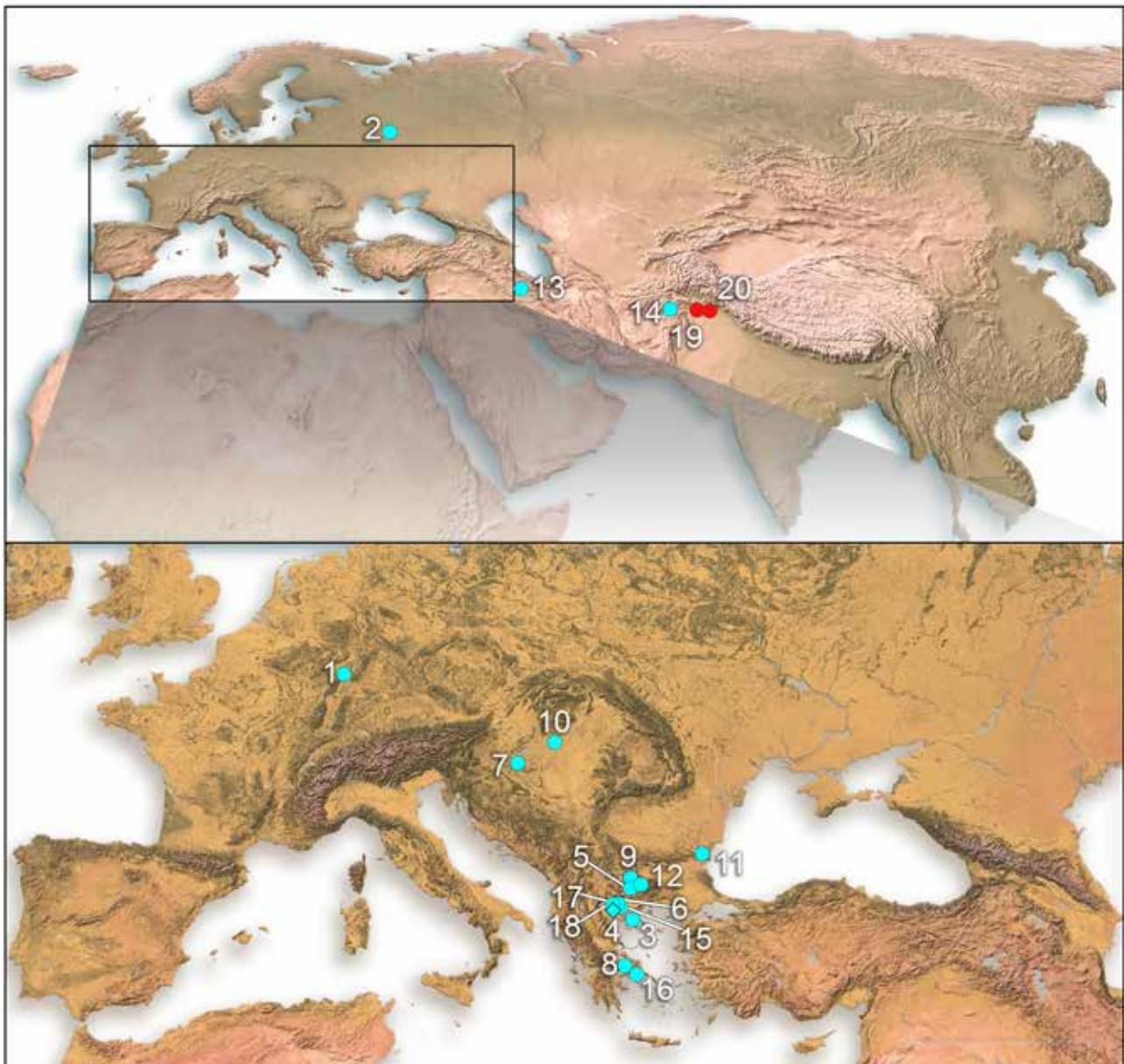


Fig. 1 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Mesopithecus* in Eurasia nel Tortoniano (Turoliano inferiore e medio) basata sui dati di tabella 1. Simboli: Cerchio azzurro, *Mesopithecus pentelicus*; Cerchio rosso, *Mesopithecus sivalensis*; Rombo azzurro, *Mesopithecus delsoni*.

mibilmente, a giudicare dalle sue grandi dimensioni e dalla altezza relativa della corona, un individuo maschio adulto. Il secondo esemplare (fig. 5) è costituito da un frammento di un molare superiore destro rotto sul lato vestibolare. Le grandi dimensioni suggeriscono che sia un secondo molare. Anche questo dente, sebbene rotto, risulta di dimensioni relativamente grandi e potrebbe appartenere a un secondo individuo maschio.

Il significato paleobiogeografico e paleoambientale di *Mesopithecus*

La distribuzione geografica di *Mesopithecus* nel tempo

(figg. 1-3) mostra che la massima espansione geografica del genere è avvenuta durante il Miocene superiore (MN13) quando i suoi ritrovamenti attraversano tutta l'Eurasia, dalla Spagna sino alla Cina. Con l'inizio del Pliocene, la distribuzione di *Mesopithecus* sembra contrarsi, divenendo esclusivamente europea.

L'ampia distribuzione geografica (e di condizioni paleoambientali) raggiunta da *Mesopithecus* durante il Turoliano (ERONEN, ROOK 2004), è probabilmente correlata all'ecologia e alla biologia di questo taxon, caratterizzato da una dieta opportunistica e un adattamento locomotore terrestre. Le analisi dell'usura dello smalto dei denti indicano che *Mesopithecus* era un opportunista caratterizzato da una dieta frugivora-folivora che includeva anche elementi come frut-

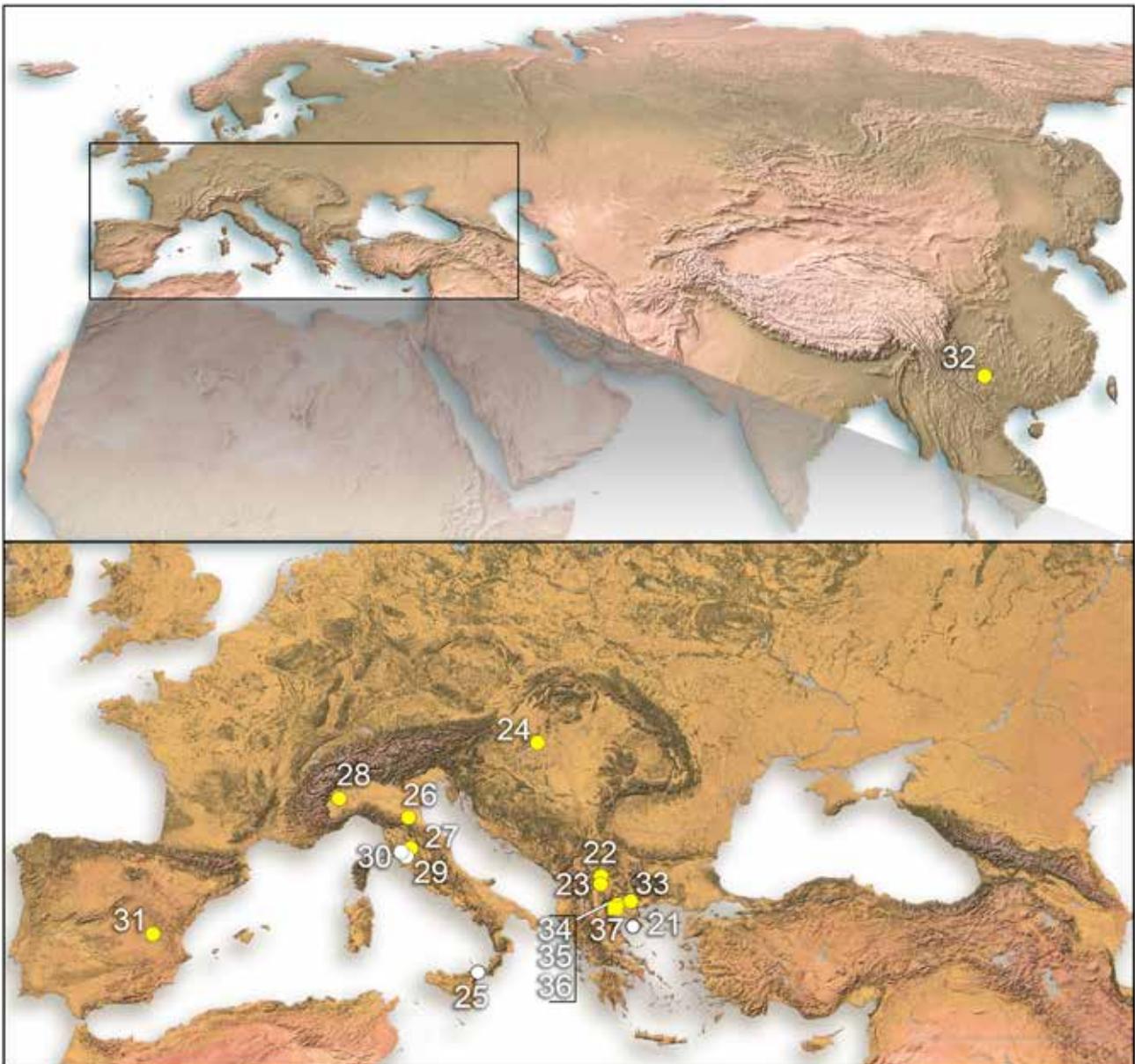


Fig. 2 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Mesopithecus* in Eurasia nel Messiniano (Turoliano superiore) basata sui dati di tabella 1. Simboli: Cerchio giallo, *Mesopithecus pentelicus*; Cerchio bianco, *Mesopithecus* sp.; Quadrato giallo, *Mesopithecus monspessulanus*.

ti e/o semi duri (MERCERON *et alii* 2009; SOLOUNIAS *et alii* 2010). Per *Mesopithecus* la ricostruzione della paleodieta e quella degli adattamenti locomotori concordano con gli scenari paleoambientali che sono stati ricostruiti per Pikermi e per le molte altre località turoliane dall'area greco-iraniana.

Sulla base di queste evidenze, *Mesopithecus pentelicus* sarebbe stato una specie caratteristica di habitat relativamente aperti, costituiti da un mosaico di savana aperta con aree cespugliose e foreste a galleria (DELSON 1994; KOUFOS 2009), sebbene le evidenze da altri siti (come ad esempio quelli in Bulgaria; CLAVEL *et alii* 2012) ampliano lo spettro di ambienti in cui *Mesopithecus pentelicus* potrebbe aver abitato anche a paesaggi più boscosi alternati con presenza di

manto erboso, e la recente scoperta della specie in siti cinesi (JABLONSKI *et alii* 2020) estende ulteriormente la gamma di paleoambienti in cui il genere era presente, offrendo una ulteriore evidenza della sua flessibilità ed adattabilità ecologica. *Mesopithecus pentelicus* è l'esempio ideale di un primate generalista, con una grande adattabilità e un tipo di locomozione, caratteristiche che lo hanno messo in grado di occupare una grande varietà di condizioni climatico-ambientali con una ampia distribuzione in tutta l'Eurasia.

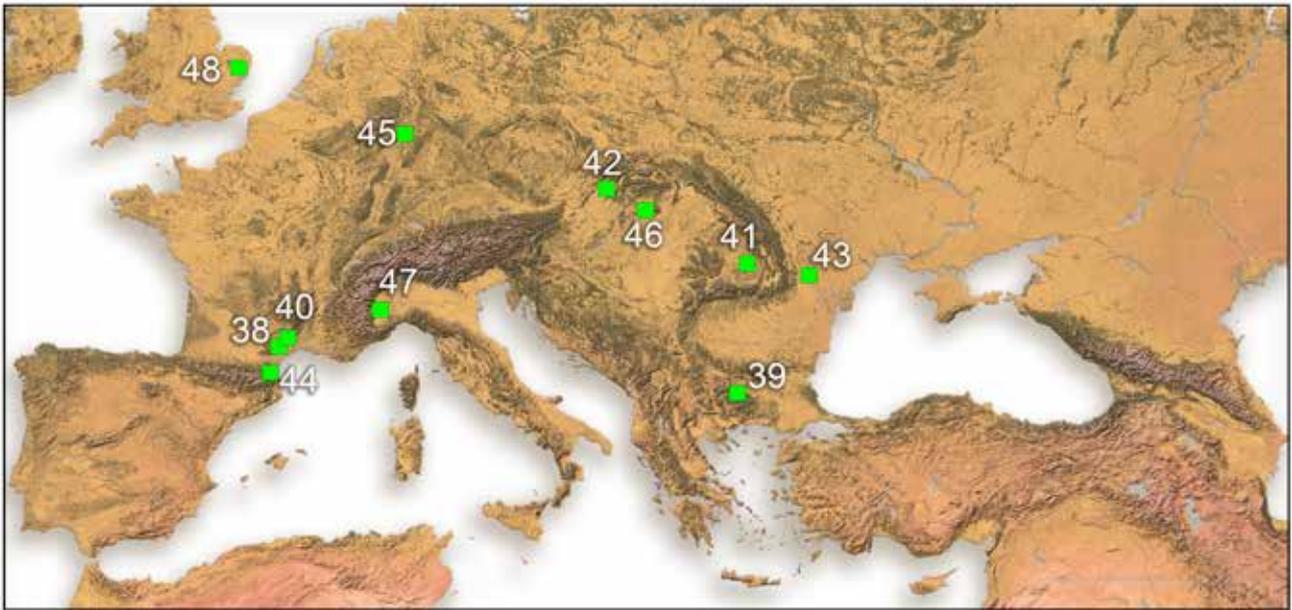


Fig. 3 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Mesopithecus* in Eurasia nel Pliocene, Zancleano e Piacenziano (Rusciniano e Villafranchiano inferiore) basata sui dati di tabella 1. Simboli: Quadrato verde: *Mesopithecus monspesulanus*.



Fig. 4 – Canino superiore destro (danneggiato all'apice della radice) di *Mesopithecus cf. pentelicus* (BRS1/28). La lunghezza totale del dente è circa 3,5 centimetri (Foto S. Bartolini-Lucenti).



Fig. 5 – Secondo molare superiore destro (danneggiato nella parte linguale) di *Mesopithecus cf. pentelicus* (BRS25/23) in norma oclusale. La lunghezza massima del dente è circa 0,8 centimetri (Foto S. Bartolini-Lucenti).

Bibliografia

- D.M. ALBA, P. MONTOYA, M. PINA, L. ROOK, J. ABELLA, J. MORALES, E. DELSON 2015, *First record of Mesopithecus (Cercopithecidae, Colobinae) from the Miocene of the Iberian Peninsula*, "Journal of Human Evolution" 88, pp. 1-14.
- P. ANDREWS, T. HARRISON, E. DELSON, R.L. BERNOR, L. MARTIN 1996, *Distribution and biochronology of European and Southwest Asian Miocene catarhines*, in R.L. BERNOR, V. FAHLBUSCH, H.-W. MITTMANN (a cura di), *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*, Columbia University Press, New York, pp. 168-207.
- J. CLAVEL, G. MERCERON, L. HRISTOVA, N. SPASSOV, D. KOVACHEV, G. ESCARGUEL 2012, *On Mesopithecus habitat: Insights from late Miocene fossil vertebrate localities of Bulgaria*, "Journal of Human Evolution" 63, pp. 162-179.
- L. DE BONIS, G. BOUVRAIN, D. GERAADS, G. KOUFOS 1990, *New remains of Mesopithecus (Primates, Cercopithecoidea) from the Late Miocene of Macedonia (Greece), with the description of a new species*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 10, pp. 473-483.
- C. DE GIULI, F. MASINI, D. TORRE 1988, *The mammal fauna of the Monticino quarry*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Guide Book of the Workshop "Continental Faunas at the Mio-Pliocene Boundary"*, Faenza, pp. 65-69.
- E. DELSON 1973, *Fossil colobine monkeys of the circum-Mediterranean region and the evolutionary history of the Cercopithecidae (Primates, Mammalia)*, Ph.D. Dissertation, Columbia University, New York.
- E. DELSON 1974, *Preliminary review of cercopithecoid distribution in the Circum Mediterranean region*, "Mémoires du Bureau de recherches géologiques et minières (France)" 78, pp. 131-135.
- J.T. ERONEN, L. ROOK 2004, *The Mio-Pliocene European primate fossil record: dynamics and habitat tracking*, "Journal of Human Evolution" 47, pp. 323-341.
- P. GERVAIS 1849, *Zoologie et Paléontologie Françaises*, Bertrand, Paris.
- T. HARRISON, E. DELSON 2007, *Mesopithecus sivalensis from the Late Miocene of the Siwaliks [Abstract]*, "American Journal of Physical Anthropology" 132(S44), pp. 126.
- N.G. JABLONSKI 1998, *The evolution of the doucs and snub-nosed monkeys and the question of the phyletic unity of the odd-nosed colobines*, in N.G. JABLONSKI (a cura di), *The Natural History of the Doucs and Snub-nosed Monkeys*, World Scientific Publishing, Singapore, pp. 13-52.
- N.G. JABLONSKI 2002, *Fossil Old World monkeys: the late Neogene radiation*, in W.C. HARTWIG (a cura di), *The Primate Fossil Record*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 255-299.
- N.G. JABLONSKI, X. JI, J. KELLEY, L.J. FLYNN, C. DENG, D.F. SU 2020, *Mesopithecus pentelicus from Zhaotong, China, the easternmost representative of a widespread Miocene cercopithecoid species*, "Journal of Human Evolution" 146, pp. 102851.
- M.A. KHAN, J. KELLEY, J.L. FLYNN, M.A. BABAR, N.G. JABLONSKI 2020, *New fossils of Mesopithecus from Hasnot, Pakistan*, "Journal of Human Evolution" 145, pp. 102818.
- G.D. KOUFOS 2009, *The genus Mesopithecus (Primates, Cercopithecidae) in the late Miocene of Greece*, "Bolletino della Società Paleontologica Italiana" 48, pp. 157-166.
- R. LYDEKKER 1878, *Notices of Siwalik mammals*, "Records of the Geological Survey of India" 11, 64-104.
- G. MERCERON, G.D. KOUFOS, X. VALENTIN 2009, *Feeding habits of the first European colobine, Mesopithecus (Mammalia, Primates): evidence from a comparative dental microwear analysis with modern cercopithecids*, "Geodiversitas" 31, pp. 865-878.
- C. PRADELLA, L. ROOK 2007, *Mesopithecus (Primates: Cercopithecoidea) from Villafranca d'Asti (Early Villafranchian; NW Italy) and palaeoecological context of its extinction*, "Swiss Journal of Geosciences" 100, pp. 145-152.
- L. ROOK 1999, *Late Turolian Mesopithecus (Mammalia, Primates, Colobinae) from Italy*, "Journal of Human Evolution" 36, pp. 535-547.
- N. SOLOUNIAS, F. RIVALS, G.M. SEMPREBON 2010, *Dietary interpretation and paleoecology of herbivores from Pikermi and Samos (late Miocene of Greece)*, "Paleobiology" 36, pp. 113-136.
- F. SZALAY, E. DELSON 1979, *Evolutionary History of the Primates*. Academic Press, New York.
- A. WAGNER 1839, *Fossile Überreste von einem Affenschädel und anderen Saugethierreste aus Griechenland*, "Gelehrte Anzeiger der Bayerische Akademie der Wissenschaften" 38, pp. 301-312.
- H. ZAPFE 1991, *Mesopithecus pentelicus Wagner aus dem Turolien von Pikermi bei Athen, Odontologie und Osteologie*, "Neue Denkschriften des Naturhistorischen Museums in Wien" 5, pp. 1-203.

IL “MASTODONTE” DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Marco P. Ferretti¹

Riassunto

Due resti dentari, costituiti da frammenti di una difesa e di un molare superiore, testimoniano la presenza di un proboscideato gomfoteride (“mastodonte”) nella fauna messiniana di Cava del Monticino.

I caratteri osservabili permettono un'attribuzione tentativa ad una specie primitiva del gomfoteride tetralofodonte *Anancus*. Questo proboscideato fa la sua comparsa in Europa nel Messiniano (MN13) con la specie *A. lehmanni* in corrispondenza di un importante turnover faunistico. I resti di proboscideati del Miocene superiore dell'Italia, benchè rari ed isolati, testimoniano il passaggio da una situazione di isolamento geografico durante il Tortoniano (MN11) a quella di una piena connessione paleogeografica con l'Europa all'inizio del Messiniano (MN13).

Parole chiave

Proboscideati, Elefantoidei, Gomphotheriidae, *Anancus*, Miocene superiore, Turoliano, Italia

Abstract

Two dental remains, consisting of fragments of a tusk and an upper molar, testify to the presence of a gomphotheriid proboscidean (“mastodon”) in the Messinian fauna of Cava del Monticino, Brisighella. The observable characters allow a tentative attribution to a primitive species of the tetralophodont gomphotheriid *Anancus*. The first occurrence of this proboscidean in Europe is in the Messinian (MN13), with the species *A. lehmanni*, as part of marked faunal renewal. The late Miocene proboscidean record from Italy, although scanty and mostly represented by isolated findings, document the transition from a condition of paleo(bio)geographical isolation during the Tortonian (MN11) to that of a full connection with Europe at the beginning of the Messinian (MN13).

Keywords

Proboscidea, Elephantoidea, Gomphotheriidae, *Anancus*, Late Miocene, Turolian, Italy

Introduzione

I proboscideati (ordine Proboscidea) si sono originati in Africa nel Paleocene, circa 60 milioni di anni fa (Ma), dove sono rimasti isolati fino alla fine dell'Oligocene (23 Ma). Al termine di questo periodo si assiste ad una rapida diversificazione dell'ordine, con l'origine di nuove linee evolutive, le quali si espandono fuori dall'Africa colonizzando tutti i continenti ad eccezione di Australia e Antartide. Attualmente il gruppo è rappresentato dalle due specie di elefante africano (quella di foresta, *Loxodonta cyclotis* e quella di savana, *L. africana*) e dall'elefante asiatico (*Elephas maximus*). Le caratteristiche anatomiche tipiche degli elefanti, come il gigantismo, la presenza di una proboscide prensile, gli incisivi superiori ipertrofici e a crescita continua (difese), la sostituzione di tipo “orizzontale” dei molari, sono comparse gradualmente durante l'evoluzione di quest'ordine di mammiferi. I proboscideati più antichi e primitivi (“plesielefanti-

formi”), come *Eritherium* del Paleocene del Marocco, erano infatti di piccola taglia, non possedevano ancora una proboscide ed avevano una tipica dentatura mammaliana, costituita da incisivi, canini, premolari e molari a sostituzione “verticale” (GHEERBRANT 2009). Proboscideati di tipo moderno, simili cioè agli elefanti attuali, sono riuniti nella superfamiglia Elephantoidea, le cui più antiche testimonianze fossili provengono dai depositi dell'Oligocene finale dell'Est Africa, mentre in Europa sono presenti a partire dal Miocene inferiore, tra 20 e 18 Ma. La prima comparsa dei proboscideati in Europa rappresenta un importante evento faunistico, chiamato “Proboscidean Datum Event”, che contraddistingue l'unità cronologica a mammiferi fossili continentali MN3b (TASSY 1990). I rapporti filogenetici e la classificazione degli elefantoidei non sono ancora completamente ed unanimemente risolti. In questo lavoro viene seguita la classificazione proposta da SANDERS *et alii* (2010), che divide gli elefantoidei nelle quattro famiglie Mammu-

¹ Università degli Studi di Camerino, Scuola di Scienze e Tecnologia, Sezione di Geologia, Via G. III da Varano 4, 62032 Camerino (MC) – marcopeter.ferretti@unicam.it

tidae, Gomphotheriidae, Stegodontidae ed Elephantidae, quest'ultima comprendente gli attuali elefanti e i loro parenti estinti più stretti, come i mammut. I rappresentanti di ciascuna famiglia sono caratterizzati da una diversa struttura dei molari, che riflette un particolare adattamento alimentare. Gli elefanti possiedono molari a corona alta (ipsodonti), formati da numerose lamelle di smalto tenute insieme da uno spesso deposito di cemento dentario. Questo tipo di molare è particolarmente adatto a tritare vegetazione di tipo erbaceo, molto abrasiva. Al contrario, gli altri elefantoidei possiedono molari a corona bassa (brachiodonti), formata da tubercoli più o meno numerosi ed isolati a seconda della famiglia, e con cemento scarso o del tutto assente. In questo caso, la dentatura è più adatta a tritare e sminuzzare arbusti e foglie. Per via della loro dentatura a "mammelloni" (= tubercoli più o meno arrotondati), gli elefantoidei non-elefanti, venivano chiamati "mastodonti", un termine che oggi ha perso il suo significato sistematico, pur essendo talvolta ancora usato in senso descrittivo.

Il "mastodonte" di Cava Monticino

Ordine Proboscidea ILLIGER, 1811
 Sottordine Elephantiformes TASSY, 1988
 Superfamiglia Elephantoidea GRAY, 1821
 Famiglia Gomphotheriidae Hay, 1922
 Sottofamiglia Anancinae HAY, 1922
 Genus cf. *Anancus* AYMARD, 1855

Due resti dentari (fig. 1a,b,d) testimoniano la presenza di un proboscide gomfoteride nella fauna del Monticino. Si tratta di un frammento di una difesa (MSF 117) e di un frammento occlusale di un molare (MSF 118). Il frammento di difesa ha una lunghezza antero-posteriore di 55 mm e a giudicare dalla sua curvatura e sezione trasversale, appartiene ad un incisivo superiore. Esternamente è presente uno strato compatto di cemento dentario di circa 1 cm di spessore, che ricopre internamente la dentina. Questa ha una struttura lamellare e in sezione trasversale mostra evidenti linee di Schreger, tipiche della dentina degli elefantoidei. Due serie di linee, orientate in senso opposto, si intersecano tra loro con un angolo inferiore a 90 gradi, formando una sorta di motivo a "scacchiera" (fig. 1c). Non è presente alcuna traccia di smalto. MSF 118 è un piccolo frammento di un molare (diametro massimo 43 mm) con evidenti segni di trasporto. Benché non rimanga molto della sua morfologia occlusale, sembra essere costituito da parte della parete posteriore di una semilofa pretrita e da quella anteriore della successiva lofa posttrita. In particola-

re, si osservano due semianelli di smalto in contatto tra loro (fig. 1d), interpretati rispettivamente come conulo centrale posteriore pretrito (prpcc) e conulo centrale anteriore posttrito (poacc). Lo smalto non è rugoso, non presenta pieghe acute ed ha uno spessore di 3,5-4 mm, il che indica che si tratta di un molare definitivo (M1-M3). In vista laterale, la superficie occlusale convessa suggerisce un molare superiore. Nella valle tra le due lofe è presente un sottile strato di cemento.

Affinità e significato paleobiogeografico del "mastodonte" della Cava Monticino

I pochi caratteri diagnostici osservabili sui resti di proboscideato del Monticino (assenza di smalto nella difesa, presenza di un conulo centrale posttrito e di un sottile strato di cemento nel molare) indicano tuttavia chiaramente che si tratta di un gomfoteride derivato. Nelle faune MN13 dell'Europa sono noti tre gomfoteridi (MARKOV 2008; KONIDARIS, ROUSSIAKIS 2019): *Konobelodon atticus* (sottofamiglia Amebelodontinae), *Choerolophodon pentelicus* (sottofamiglia Choerolophodontinae) e *Anancus lehmanni* (sottofamiglia Anancinae). La struttura lamellare della dentina della difesa permette di escludere *Konobelodon*, mentre le caratteristiche dello smalto dentario (assenza di rugosità e pieghe) sono incompatibili con *Choerolophodon*, taxon tra l'altro finora mai rinvenuto in località dell'Europa occidentale. Sebbene la frammentarietà dei resti precluda ogni conclusione definitiva sulla sistematica del "mastodonte" del Monticino, i dati a disposizione si accordano con una attribuzione tentata al gomfoteride tetralofodonte *Anancus*. Oltre alla morfologia del molare (presenza di prpcc e poacc in contatto tra loro), anche l'angolo formato dalle linee di Schreger della difesa rientrano nei valori osservati in *Anancus* (PALOMBO, VILLA 2001). In accordo con una tale attribuzione è la presenza nella fauna coeva di Verduno, Piemonte (COLOMBERO *et alii* 2014) di un M2 di gomfoteride, che mostra i resti di una quarta lofa (condizione detta tetralofodonte), compatibile quindi con una attribuzione ad *Anancus*. *Anancus* è diffuso e ben rappresentato nelle faune Rusciniane del Pliocene inferiore e medio dell'Europa, mentre il suo record fossile messiniano è decisamente limitato e concentrato in prevalenza nell'Europa orientale. Recentemente, questo materiale, caratterizzato da tratti dentari primitivi, che lo contraddistinguono dalla specie tipica del Pliocene europeo *A. arvernensis*, è stato assegnato alla specie *A. lehmanni* (KONIDARIS, ROUSSIAKIS 2019). La prima comparsa di *Anancus* in Europa all'inizio del Messiniano, circa 7.2

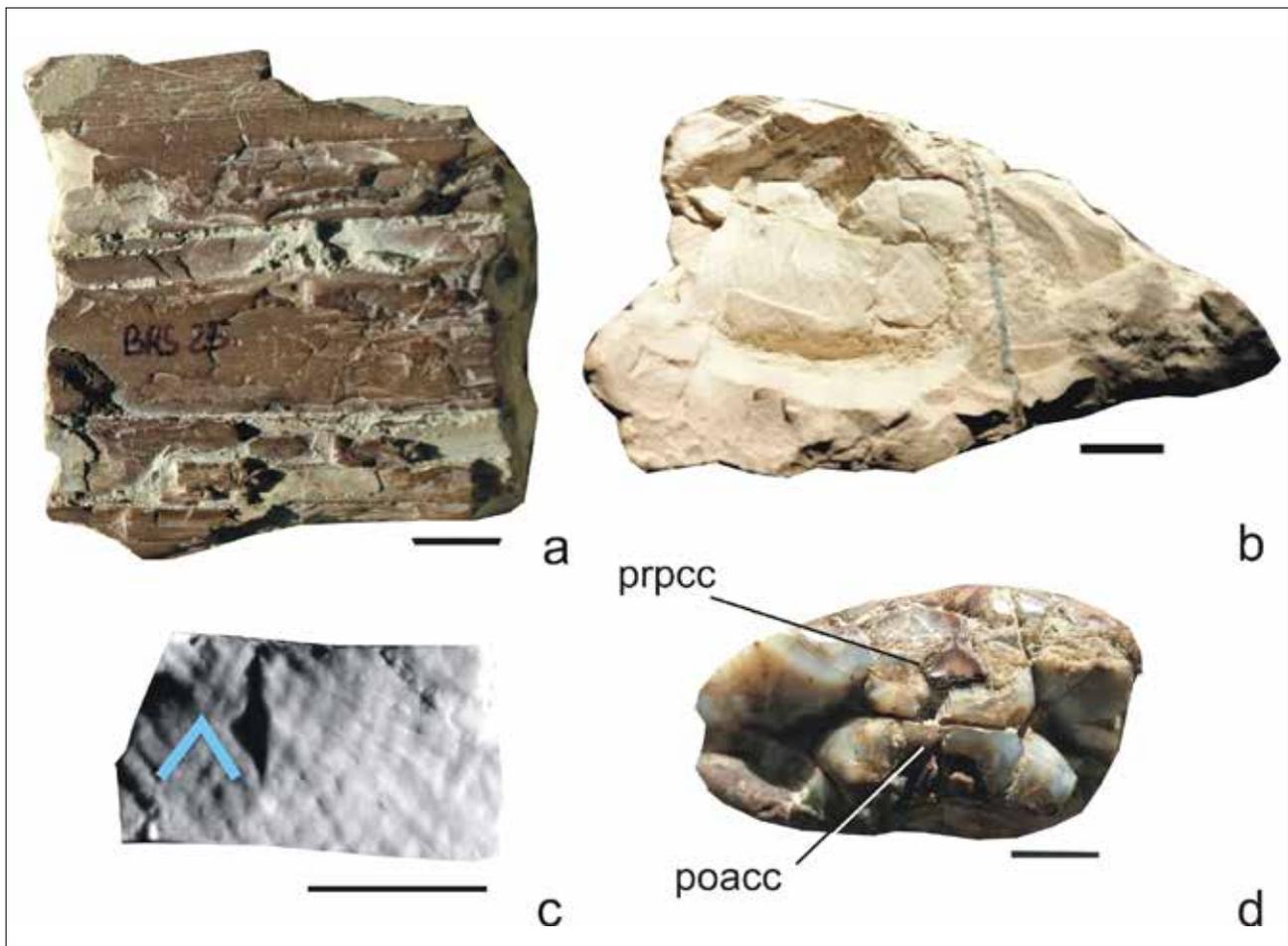


Fig. 1 – Resti di Gomphotheriidae, cf. *Anancus* dalla Cava Monticino (Brisighella); MSF117, frammento di difesa in visione laterale (a), in sezione trasversale (b) e ingrandimento della sezione trasversale (c) dove sono visibili le linee di Schreger (evidenziato in blu l'angolo tra linee orientate in direzione opposta); MSF118, frammento di molare in visione occlusale (d). Prpcc= conulo centrale posteriore pretrito; poacc= conulo centrale anteriore postrito. Scala= 1 cm.

Ma, coincide con un importante turnover faunistico. In Italia, questo evento segna la fine dell'isolamento delle paleobioprovince mioceniche e l'estinzione dei loro taxa endemici (ROOK *et alii* 2008). I proboscidiati messiniani (MN13) sono scarsamente rappresentati in Italia e provengono solamente da quattro località, Verduno (Piemonte), Anzano (Veneto), Baccinello V3 (Toscana) e Cava del Monticino (FERRETTI 2008; COLOMBERO *et alii* 2014). Allo stato attuale, le ragioni dell'estrema scarsità di reperti di proboscidiati delle faune italiane dell'MN13 non sono chiare e potrebbero essere correlate a fattori tafonomici, paleoambientali o paleogeografici. La documentazione fossile di proboscidiati aumenta drammaticamente nelle associazioni di mammiferi più recenti, costituendo una parte importante delle faune a mammiferi del Pleistocene italiano (PALOMBO, FERRETTI 2005).

Bibliografia

- S. COLOMBERO, C. ANGELONE, E. BONELLI, G. CARNEVALE, O. CAVALLO, M. DELFINO, P. GIUNTELLI, P. MAZZA, G. PAVIA, M. PAVIA, G. REPETTO 2014, *The Messinian vertebrate assemblages of Verduno (NW Italy): another brick for a latest Miocene bridge across the Mediterranean*, "Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte" 272 (3), pp. 287-234.
- M. FERRETTI 2008, *Miocene Proboscideans from Italy: African Elements and Palaeogeographic Implications*, "Geology of East Libya" 3, pp. 325-334.
- E. GHEERBRANT 2009, *Paleocene emergence of elephant relatives and the rapid radiation of African ungulates*. "Proceedings of the National Academy of Sciences" 106, pp. 10717-10721.
- G. E. KONIDARIS, S. J. ROUSSIAKIS 2019, *The first record of Anancus (Mammalia, Proboscidea) in the late*

- Miocene of Greece and reappraisal of the primitive anancines from Europe*, "Journal of Vertebrate Paleontology" DOI: 10.1080/02724634.2018.1534118.
- G.N. MARKOV 2008, *The Turolian proboscideans (Mammalia) of Europe: preliminary observations*, "Historia naturalis bulgarica" 19, pp. 153-178.
- M.R. PALOMBO, M.P. FERRETTI 2005, *The Italian elephant fossil record: knowledge, problems and perspectives*, "Quaternary International" 126-128, pp. 107-136.
- M.R. PALOMBO, P. VILLA 2001, *Schreger lines as support in the Elephantinae identification*, in G. CAVARRETTA, P. GIOIA, V. MUSSI, V., M.R. PALOMBO (a cura di), *The World of Elephants*. (Proceedings of the 1st International Congress, Roma), pp. 656-660.
- L. ROOK, L. ABBAZZI, F. CHESI, M. DELFINO, M.P. FERRETTI, G. GALLAI 2008, *The Italian record of latest Miocene continental vertebrates*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 47, 2, pp. 191-194.
- W. J. SANDERS, E. GHEERBRANT, J. M. HARRIS, H. SAEGUSA, C. DELMER 2010, *Proboscidea*, in L. WERDELIN AND W. J. SANDERS (a cura di), *Cenozoic Mammals of Africa*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, e Londra, pp. 161-251.
- P. TASSY 1990. *The "Proboscidean Datum Event": How many proboscideans and how many events?* in E. H. LINDSAY, V. FAHLBUSCH, AND P. MEIN (a cura di), *European Neogene Mammal Chronology*, Plenum Press, New York, pp. 237-252.

Ringraziamenti

Ringrazio Lorenzo Rook per l'invito a contribuire a questo volume sulla fauna del Monticino. Sono riconoscente a Marco Sami per l'aiuto durante lo studio del materiale e per le foto dei reperti.

I CARNIVORI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Saverio Bartolini-Lucenti¹, Joan Madurell-Malapeira², Lorenzo Rook¹

Riassunto

Tra i macrovertebrati recuperati a Cava Monticino, i carnivori sono, in quanto ad abbondanza di resti, il gruppo di gran lunga il più numeroso. Cinque taxa diversi compongono la guild dei carnivori di Cava Monticino: un felide, due ienidi, un canide e un mustelide. I resti di un piccolo felide attribuibili a *Felis* cf. *christoli* rappresentano probabilmente una delle prime occorrenze di un felino del genere *Felis* in Europa occidentale. Gli ienidi di Cava Monticino sono rappresentati da due taxa: uno di grandi dimensioni, simili ad un grande lupo per taglia e con adattamenti ad una dieta carnivora e parzialmente durofaga, *Lycyaena* cf. *chaeretis*. Il piccolo ienide, descritto per la sua peculiarità come *Plioviverrops faventinus* (così denominato in onore della città di Faenza), è il taxon più abbondante. Questa forma di piccole dimensioni assomigliava a una mangusta odierna, probabilmente con una dieta onnivora o insettivora e rappresenta una delle ultime specie del genere, con caratteristiche abbastanza derivate. Interessante è il record di un canide di taglia media tipico di siti del Miocene terminale sia italiani che spagnoli. Si tratta della specie *Eucyon monticinensis* (anche in questo caso un nome specifico che fa onore al sito di ritrovamento), che rappresenta uno dei primi record del Vecchio Mondo per il genere *Eucyon*. Questa specie aveva una dieta mesocarnivora, probabilmente basata sulla caccia di piccoli vertebrati, molto abbondanti nell'area di Cava Monticino durante il Miocene terminale. Infine, è presente un antenato del tasso del miele attuale, *Mellivora benfieldi*, il cui ritrovamento in Italia rappresenta la prima documentazione fuori dall'Africa per il genere.

Parole chiave

Felidae, Hyaenidae, Canidae, Mustelidae, Miocene superiore, Messiniano

Abstract

Among macrovertebrates found at Cava Monticino, carnivorans are by far the most numerous in terms of abundance of their records. Five different taxa were recovered: one felid, two hyaenids, one canid and one mustelid. The small-sized felid remains can be attributed to *Felis* cf. *christoli* and thus seem to represent one of the earliest records of a true member of the genus *Felis* in western Europe. Hyaenids at Cava Monticino are represented by the large wolf-sized, cursorial and bone-eater *Lycyaena* cf. *chaeretis*, and by the peculiar small *Plioviverrops faventinus* (named after the city of Faenza), which is by the far the most abundant taxon. The latter species is one of the most derived species of the genus and the last to appear in the fossil record of these civet-like hyaenid. The medium-sized canid recorded at Cava Monticino, the new species named *Eucyon monticinensis*, represent one of the oldest certain record in the Old World of the genus *Eucyon*. It was a mesocarnivorous species that preyed on small vertebrates (whose record is rather abundant in the area of Cava Monticino during the Late Miocene). Lastly, the mustelids are represented by the large relative of the extant honey badger, *Mellivora benfieldi*, whose record at Cava Monticino represent the northernmost record of the species and, presently, the only record of the genus outside of Africa.

Keywords

Felidae, Hyaenidae, Canidae, Mustelidae, Late Miocene, Messinian

Introduzione

Gli adattamenti principali dei Carnivora sono correlati al loro ruolo come predatori, così l'ordine include una grande varietà di specie differenti ben adattate per la caccia di piccole prede oppure per la cattura di animali più grandi della loro taglia. Tale set di caratteristiche non è esclusivamente legato al consumo di

carne, in quanto per un gran numero di specie materiali vegetali e altri cibi (come insetti) costituiscono importanti apporti alla dieta e ci sono perfino alcune specie che sono diventate, secondariamente, erbivore di tipo esclusivo (come il panda gigante).

I carnivori terrestri sono componenti ecologicamente importanti in diversi biomi, e nel complesso contribuiscono a caratterizzare l'ecologia, la composizione

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – saverio.bartolinilucenti@unifi.it, lorenzo.rook@unifi.it

² Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, c/ de les Columnes sn, Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, Spain – joan.madurell@uab.cat

e la struttura delle associazioni faunistiche. Rispetto alla struttura generale delle altre faune del Miocene superiore (come Pikermi e Samos in Grecia, o Bataillon e Venta del Moro in Spagna), dove un numero di specie recuperate è simile a quello di aree di Africa e Asia odierne, note per l'alta diversità tassonomica, la guild (la comunità) di carnivori di Cava Monticino è composta da solo cinque taxa (ROOK *et alii* 1991): un felide (il piccolo felino *Felis cf. christoli*), due ienidi (il piccolo ienide simile a una mangusta, *Plioviverrops faventinus*, e lo ienide di taglia grande, carnivoro e adattato al consumo di ossa *Lycyaena cf. chaeretis*), un canide (il primitivo *Eucyon monticinensis*), e un mustelide (il tasso del miele *Mellivora benfieldi*). Nonostante la sua composizione ridotta, forniamo qua una rassegna generale dei carnivori di Cava Monticino e la loro importanza in termini di paleoecologia, biocronologia e zoogeografia.

Famiglia Felidae

I membri della famiglia dei Felidae sono caratterizzati da artigli retrattili, corporatura snella ma robusta e arti anteriori forti ma flessibili. La loro dentatura e muscolatura facciale permette morsi potenti. Tutte le specie di questa famiglia sono carnivori obbligati (la cui dieta cioè si compone quasi esclusivamente di carne e tessuti molli della preda) e la maggior parte di esse è contraddistinta da un tipo di predazione solitaria, generalmente avvicinandosi progressivamente e silenziosamente alla preda ("stalking": pedinamento) per poi aggredirla, spesso sfruttando il fattore sorpresa ("ambush": agguato). I felini selvatici hanno una distribuzione cosmopolita, ben rappresentati come numero di specie nel Vecchio Mondo (Africa e Eurasia) ma anche in Nord- e Sudamerica. Una così grande distribuzione è giustificata dagli adattamenti che i felidi hanno ai diversi habitat: molti di essi sono infatti adattati a contesti di foresta, altri ad aree aride o desertiche; qualcuno persino a zone umide ("wetlands") e di montagna. La loro attività varia da diurna a crepuscolare e perfino notturna, a seconda delle prede preferite da ogni specie. Attualmente i felidi si dividono in due sottofamiglie, Pantherinae e i Felinae. La prima include 5 specie del genere *Panthera* (tigri, leoni, leopardi) e due del genere *Neofelis* (leopardo nebuloso), mentre la seconda è molto più abbondante includendo un gran numero di specie (più di 30) inserite in 10 generi diversi.

I primi felidi a comparire nel record fossile risalgono all'Oligocene, circa 25 milioni di anni fa (Ma), con la comparsa di *Proailurus* (Oligocene superiore) e di *Pseudaelurus* (nel Miocene inferiore). Si ritiene che

una forma del Miocene medio *Pseudaelurus quadridentatus*, sia alla base della radiazione delle due sottofamiglie attuali (Pantherinae e Felinae), come anche del gruppo di felidi estinti della sottofamiglia Machairodontinae (sottofamiglia che include le tigri dai denti a sciabola). Tuttavia, studi molecolari recenti suggeriscono che la divergenza tra le sottofamiglie Felinae e Machairodontinae sia avvenuta molto più indietro nel tempo, all'incirca 22,5 Ma, cioè all'inizio del Miocene, poco dopo la comparsa dei primi felidi nel record fossile (BARNETT *et alii* 2020).

Ordine Carnivora BOWDICH, 1821
Sottordine Feliformia KRETZOI, 1943
Famiglia Felidae FISCHER, 1817
Sottofamiglia Felinae FISCHER, 1817
Genere *Felis* LINNAEUS, 1758

Felis cf. christoli GERVAIS, 1848-1852

Le relazioni filogenetiche e la storia evolutiva dei felidi durante il Miocene sono argomenti di un acceso dibattito che affonda le radici nella prima metà del secolo scorso, alimentato dalla scarsità del record di questa famiglia, in particolar modo durante il Miocene iniziale e medio (si veda WERDELIN *et alii* 2010 per una discussione approfondita sul tema).

Il primo Felidae rinvenuto nel Miocene appartiene al genere *Pseudaelurus*, i cui primi fossili provengono a dal sito tedesco di Wintershof-West (datato attorno a 20-18 Ma). A partire da questo record, numerose altre forme comparvero in Europa durante il Miocene inferiore e medio, principalmente raggruppate in quattro diverse specie, tutte con taglia corporea compresa tra quella di un gatto selvatico, le più piccole, e quella di una lince, per le specie più grandi. Le suddette specie includono *Pseudaelurus lorteti*, *Pseudaelurus turnauensis*, *Pseudaelurus romieviensis* e *Pseudaelurus quadridentatus* (si veda ROTHWELL 2003 per un'attenta revisione). Sfortunatamente non risultano ancora chiare e nette le differenze diagnostiche a livello tassonomico che permettano di separare inequivocabilmente queste quattro specie tra loro, dato che principalmente i taxa sono distinti tra di loro sulla base della taglia piuttosto che su vere e proprie caratteristiche morfologiche. Questo ha portato alcuni autori a includere queste forme primitive di *Pseudaelurus* in generi diversi come *Styriofelis*, *Hyperailurictis* o *Schizailurus*, tuttavia senza chiarire le diverse relazioni filogenetiche tra loro o rispetto ai felidi attuali (si veda WERDELIN *et alii* 2010 per una discussione di queste problematiche). Nonostante questo complesso intrico tassonomico-sistematico, c'è un certo consenso tra gli studiosi riguardo la posizione della specie del Miocene medio

e superiore *Pseudaelurus quadridentatus* come parte della linea filogenetica dei Machairodontinae (la sottofamiglia a cui appartengono tutti i felidi dai denti a sciabola). Questa ipotesi sembra essere supportata dalla morfologia dei canini superiori, che si presentano allungati e appiattiti in senso buccolinguale (cioè mediolateralmente), come esemplificato dal record del Miocene medio di Sansan, in Francia (PEIGNÉ 2012). Questa forma potrebbe quindi essere legata alle forme più tarde di felidi dai denti a sciabola dei generi *Machairodus* e *Paramachairodus* che si rinvergono in località europee del Miocene superiore (WERDELIN *et alii* 2010). Tuttavia, occorre rilevare che questa ipotesi è in parziale contrasto con i recenti risultati delle filogenesi molecolari, come ricordato in precedenza; tali analisi pongono il tempo di divergenza (cioè il momento in cui due linee evolutive si dividono tra loro) tra i felidi machairodontini e gli altri felidi intorno al Miocene inferiore, addirittura intorno a 22,5 Ma (BARNETT *et alii* 2020). È opportuno altresì notare che questa stima non trova conferma nel record fossile e, quindi, nuove scoperte di felidi primitivi sono auspicabili in modo da poter risolvere questo apparente paradosso.

Anche parlando dei felidi attuali, caratterizzati dalla presenza di canini superiori conici e non appiattiti, la situazione non è molto migliore. Attualmente non c'è consenso sulla loro origine e comparsa. Recentemente GERAADS e PEIGNÉ (2017) hanno incluso i felidi del Miocene superiore recuperati dal sito di Yassiören, in Turchia, nella specie *Miopanthera pamiri*, proponendo una relazione tra di essa e la specie *Pseudaelurus*

lorteti più antica, attribuibile al Miocene medio. Questa linea evolutiva potrebbe essere relazionata ai successivi membri attuali del genere *Panthera* e quelli del Pliocene e Pleistocene. Gli altri felidi a denti conici del Miocene superiore sono stati inseriti in generi quali *Leptofelis*, *Pristifelis*, *Styriofelis* e *Felis* (attualmente ancora vivente) che possono essere considerati membri della linea evolutiva dei gatti selvatici e delle linci odierne (KOUFOS 2011; SALESA *et alii* 2012, 2019). *Styriofelis* è piuttosto antico come genere, essendo stato ritrovato in siti del Miocene medio di varie parti d'Europa come La Grive-Saint-Alban (Francia) e Wintershof-West (Germania, entrambi del Miocene medio). *Leptofelis* e *Pristifelis* sono stati per lo più rinvenuti nei famosi siti spagnoli del Cerro de Batallones, e in quelli greci di Pikermi e Samos, datati attorno al Miocene superiore (in un periodo noto agli esperti come Turoliano). Tali forme sono state descritte come *Leptofelis vallesiensis* (SALESA *et alii* 2019) e *Pristifelis attica* (si veda KOUFOS 2011).

Il materiale di felidi proveniente da Cava Monticino è piuttosto scarso, essendo per lo più costituito da una mandibola (fig. 1), pochi denti isolati e alcuni elementi postcraniali. Le morfologie di questo materiale, per quando non abbondante, ricordano da vicino quelle delle dei piccoli felidi dai denti conici dei generi *Leptofelis*, *Pristifelis*, *Styriofelis* e *Felis*. Le morfologie derivate che mostrano questi campioni di Cava Monticino li avvicinano alle forme di piccole dimensioni rinvenute a Pikermi (fig.2), incluse in *Pristifelis attica*, anche se in realtà le sue dimensioni li avvicinano di più alla forma successiva, proveniente da siti del Mio-



Fig. 1 – Mandibola destra del felide *Felis* cf. *christoli* (BRS 27/3) che preserva parte del quarto premolare e il primo molare inferiore. La lunghezza del carnassiale inferiore è di 13 mm (Foto di S. Bartolini-Lucenti).

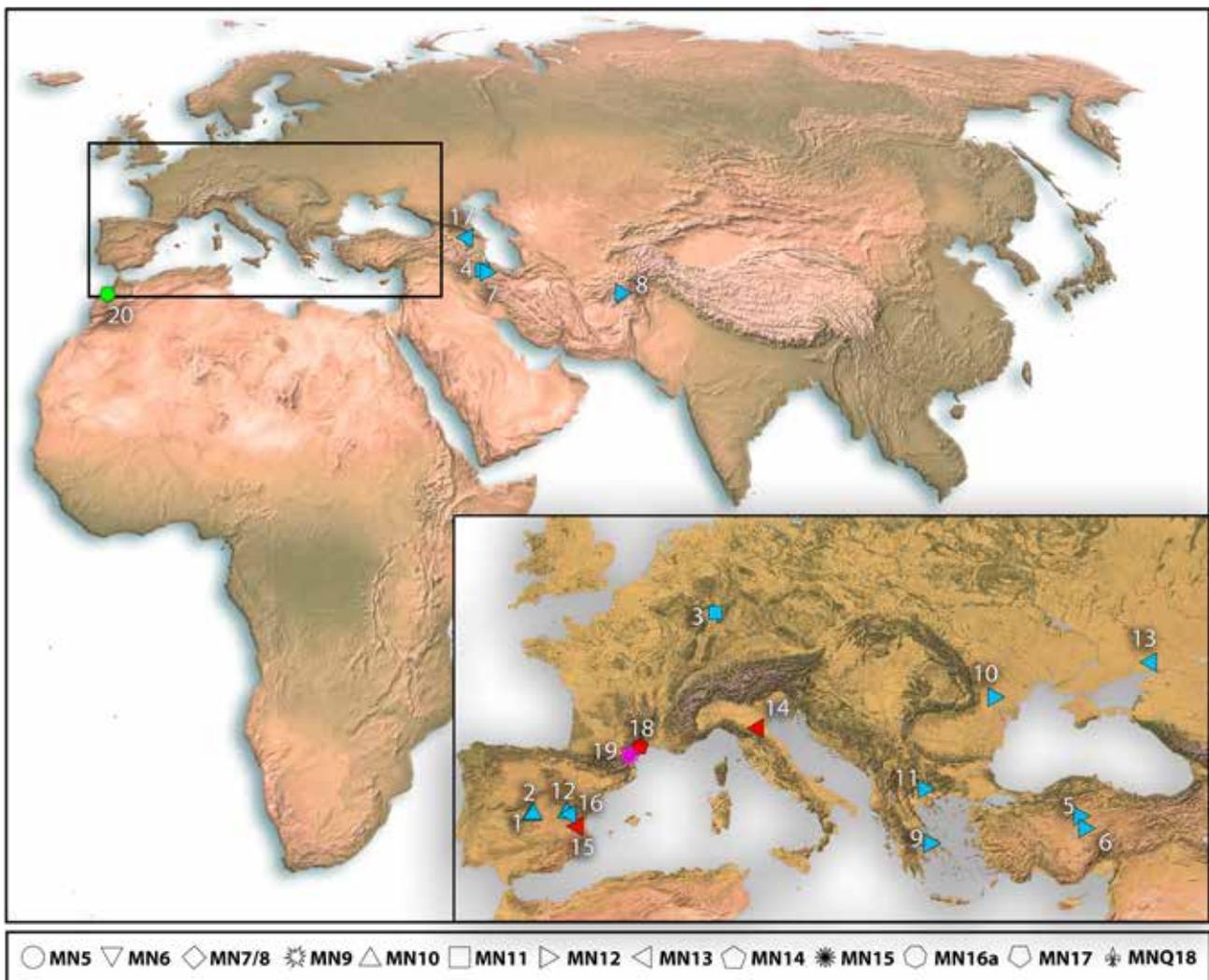


Fig. 2 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di piccoli felidi nel Vecchio Mondo basata sui dati di tabella 1, i cui colori riprendono quelli delle attribuzioni specifiche li mostrati. I simboli indicano le diverse cronologie dei siti, e sono riportati in basso sotto la mappa (Grafica di O. Cirilli e S. Bartolini-Lucenti).

cene terminale e il Pliocene inferiore, chiamata *Felis christoli* e probabilmente parente di felidi attuali come gatti selvatici e linci.

Famiglia Hyaenidae

La famiglia Hyaenidae attualmente è composta da quattro specie africane: la iena maculata, *Crocuta crocuta*, la iena striata, *Hyaena hyaena*, la iena bruna, *Parahyaena brunnea*; e il protele, *Proteles cristatus*. Le prime tre forme sono di grandi dimensioni e sono predatori e spazzini altamente specializzati nel consumo completo di una preda o una carcassa, riuscendo a mangiarne sia i tessuti molli che a rompere le ossa per accedere al midollo contenuto al loro interno. Tale specializzazione è certamente riflessa nella forma e robustezza dei denti premolari, che risultano a tutti gli effetti capaci di resistere perfettamente agli stress che

si generano dalla masticazione e dal consumo di ossa di grandi mammiferi come quelle dei grandi bovidi africani odierni. Il piccolo protele invece ha una dieta, e quindi adattamenti craniodentali, completamente diversi rispetto a quelli delle altre iene. Questo piccolo predatore è un insettivoro specializzato in termiti (la sua dieta si definisce infatti termitofaga). La sua dentatura è considerevolmente ridotta in conseguenza dello scarso supporto che i denti danno al consumo di questi insetti, oltre che all'alto contenuto di acidi nei loro tessuti, che risulta aggressivo sulle strutture dentarie.

Nonostante oggi la diversità della famiglia sia dicotomicamente limitata a questi due estremi ecologici, nel record fossile la famiglia Hyaenidae è stata caratterizzata da un altissimo numero di specie che occupavano uno spettro considerevolmente ampio di adattamenti ecologici e di stili di vita. Si parla infatti di diversi ecomorfotipi, o semplicemente di ecomor-

	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Specie
1	Batallones 1	Spagna	MN10 (9,9-8,9 Ma)	<i>Pristifelis attica</i>
2	Batallones 3	Spagna	MN10 (9,9-8,9 Ma)	<i>P. attica</i>
3	Dorn Dürkheim 1	Germania	MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>P. attica</i>
4	Middle Maragheh	Iran	MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>P. attica</i>
5	Akkasdagi	Turchia	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>P. attica</i>
6	Karain 2	Turchia	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>P. attica</i>
7	Upper Maragheh	Iran	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>P. attica</i>
8	Molayan	Afghanistan	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>P. attica</i>
9	Pikermi	Grecia	MN12 (ca. 7,1 Ma)	<i>P. attica</i>
10	Taraklia	Moldavia	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>P. attica</i>
11	Thermopigi	Grecia	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>P. attica</i>
12	Valdecebro 5	Spagna	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>P. attica</i>
13	Morskaya 2	Russia	MN12-13 (7,5-6,5 Ma)	<i>P. attica</i>
14	Brisighella	Italia	MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>F. cf. christoli</i>
15	Venta del Moro	Spagna	MN13 (ca. 6,23 Ma)	<i>F. christoli</i>
16	Las Casiones	Spagna	MN13 (7,1-5,1 Ma)	<i>P. attica</i>
17	Dzedzvtakhevi	Georgia	MN13 (7,1-5,1 Ma)	<i>P. attica</i>
18	Montpellier	Francia	MN14 (5,1-4,2 Ma)	<i>F. christoli</i>
19	Perpignan	Francia	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>F. maniculata</i>
20	Ahl al Oughlam	Marocco	MN17 (2,5 Ma)	<i>F. lunensis</i>

Tab. 1 – Elenco delle località del Vecchio Mondo che hanno restituito fossili di felidi di piccole dimensioni tra il Miocene superiore e l'inizio del Pleistocene inferiore, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (da ROOK *et alii* 1991; KOUFOS 2011; SALESA *et alii* 2019).

fi, intendendo set di morfologie e caratteristiche che identificano univocamente un ruolo ecologico, senza esprimere relazioni filogenetiche tra i membri di tali raggruppamenti.

Gli ienidi sono tra i membri più giovani dell'ordine Carnivora, essendo comparsi in Africa circa 23 Ma, e la loro storia evolutiva è centrata nel Vecchio mondo (Africa e Eurasia), con una distribuzione geografica e un'abbondanza certamente maggiore rispetto a quella attuale. Nonostante si riconoscano un gran numero di specie nel record fossile, ancora oggi si sa poco della loro corretta tassonomia e posizione sistematica. Alcuni autori hanno provato a categorizzare gli ienidi attuali e fossili in sei gruppi ecologici, nel tentativo di porre rimedio ai limiti che il record fossile pone per la tassonomia degli ienidi estinti (WERDELIN, SOLOU-NIAS 1991, 1996). I primi due di questi gruppi sono costituiti da ienidi di piccole dimensioni molto probabilmente insettivori o onnivori, rispettivamente simili alle genette (Gruppo 1) o alle manguste (Gruppo 2). Essi si distinguono sulla base di alcune differenze dentali, quali lo sviluppo di cuspidi adatte per la

masticazione di una grande varietà cibi, senza specializzazioni particolari (quali insetti a esoscheletro chitinoso duro; bacche, frutti, ecc.), come anche per caratteristiche scheletriche particolari (ad esempio gli artigli retrattili). Il Gruppo 3 include ienidi che ricordano i canidi (come sciacalli o lupi), e che presentano perciò una dentizione non specializzata, anche se più robusta rispetto a quella dei canidi attuali (probabilmente anche perché questi ienidi erano già capaci di rompere le ossa durante il consumo di una preda o di carcasse). Il Gruppo 4 è composto da specie con molari ridotti rispetto alla porzione secante della dentatura, così come degli adattamenti alla cursorialità (cioè alla corsa e l'inseguimento delle prede anche per lunghe distanze, esattamente come fanno oggi lupi, licaoni, e il lupo rosso asiatico) sviluppati in contesti aperti come pianure erbose, tipo prateria o savana. Il Gruppo 5 è rappresentato da forme intermedie verso una dentizione durofaga (cioè adattata al consumo di materiale duro come, appunto, ossa) che sarà pienamente e completamente sviluppata nei membri dell'ultimo gruppo, il Gruppo 6, il quale include, tra

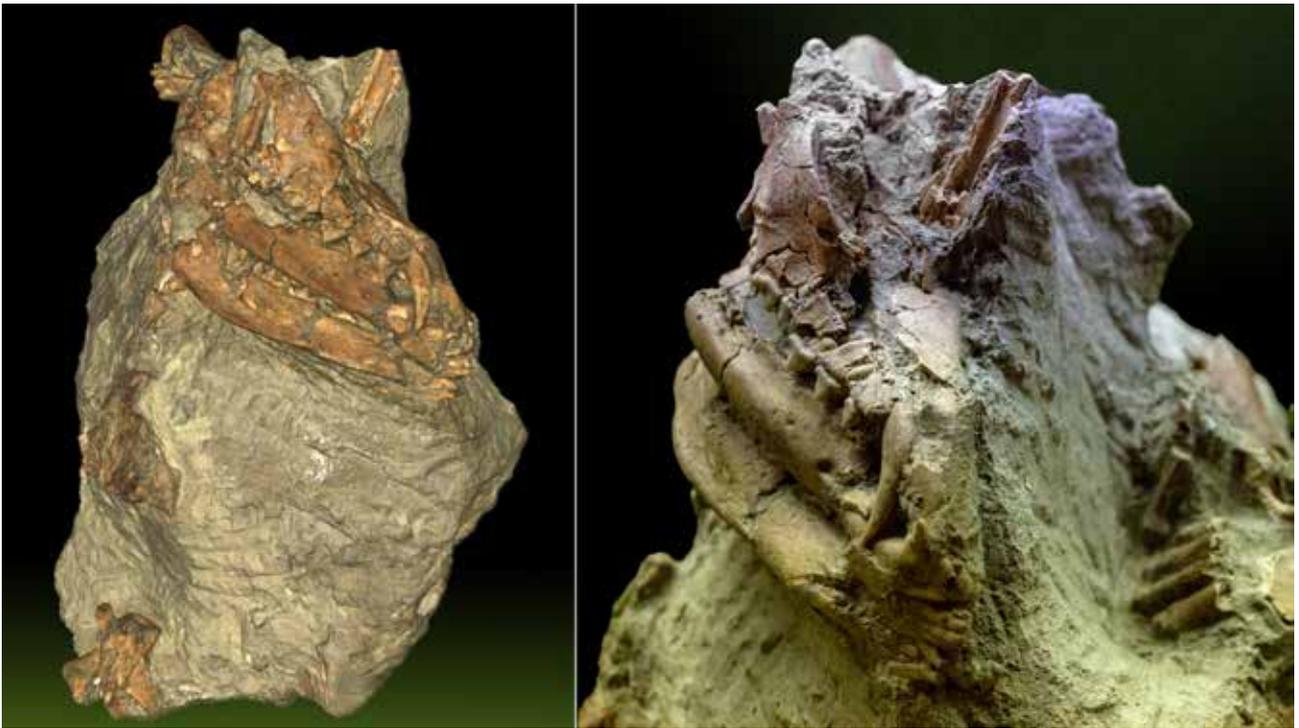


Fig. 3 – Blocco con varie ossa (MSF 62) in particolare vari resti di *Plioviverrops faventinus*: a sinistra rendering tridimensionale di una scansione ad alta risoluzione del blocco e, a destra, dettaglio del cranio di *P. faventinus*. Dimensioni del blocco sono 175,5x214,3x181,4 mm (Foto di S. Bartolini-Lucenti).

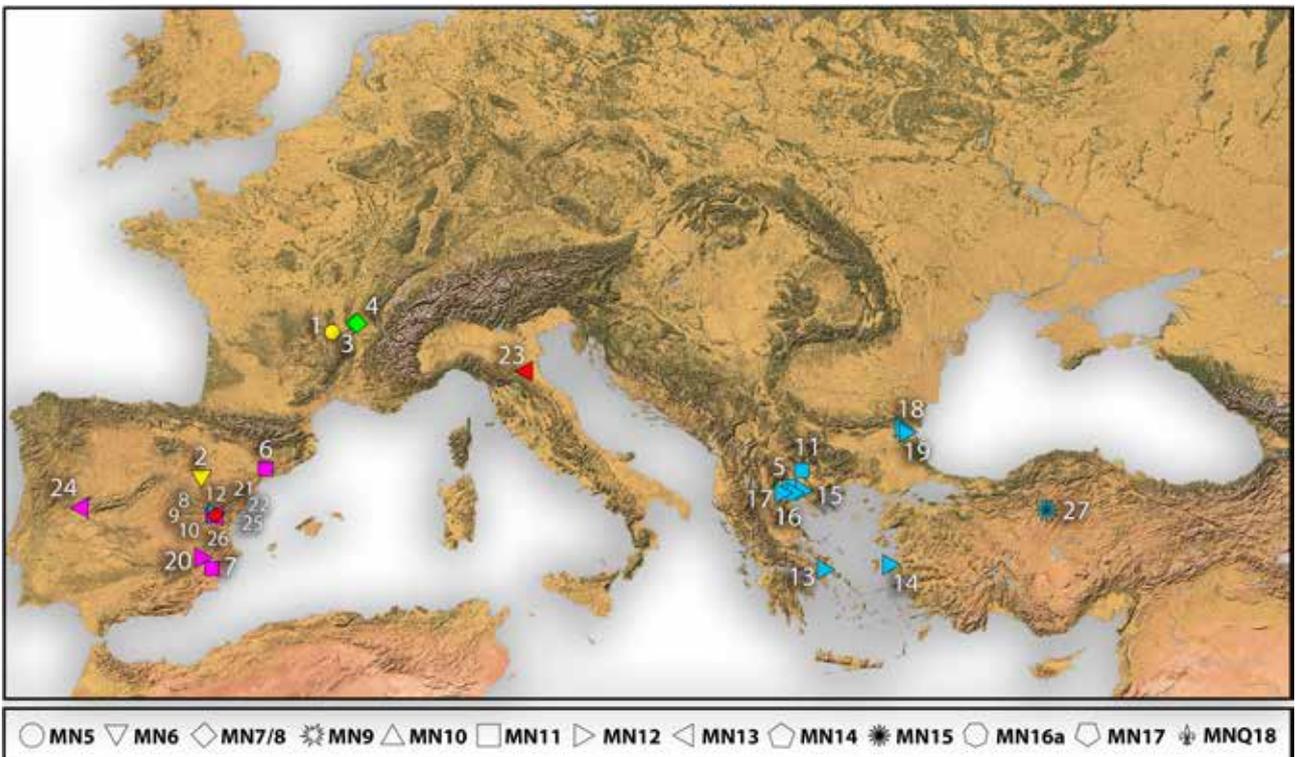


Fig. 4 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Plioviverrops* nel Vecchio Mondo basata sui dati di tabella 2, i cui colori riprendono quelli delle attribuzioni specifiche lì mostrati. I simboli indicano le diverse cronologie dei siti, e sono riportati in basso sotto la mappa (Grafica di O. Cirilli e S. Bartolini-Lucenti).

	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Specie
1	Vieux Collonges	Francia	MN5 (16,0-13,7 Ma)	<i>Plioviverrops gervaisi</i>
2	Calatayud	Spagna	MN6 (13,7-12,75 Ma)	<i>P. gervaisi</i>
3	La Grive 1	Francia	MN7/8 (ca 12,75-11,1 Ma)	<i>P. gaudryi</i>
4	La Grive 2	Francia	MN7/8 (ca 12,75-11,1 Ma)	<i>P. gaudryi</i>
5	Ravin des Zouaves 5	Grecia	MN11 (ca. 8,2 Ma)	<i>P. orbigny</i>
6	Piera	Spagna	MN11 (ca. 8,9-7,6 Ma)	<i>P. guerini</i>
7	Crevillente 2	Spagna	MN11 (ca. 8,9-7,6 Ma)	<i>P. guerini</i>
8	Puente Minero	Spagna	MN11 (ca. 8,9-7,6 Ma)	<i>P. guerini</i>
9	Viveros de Pinos	Spagna	MN11 (ca. 8,9-7,6 Ma)	<i>P. guerini</i>
10	Los Aguanaces	Spagna	MN11 (ca. 8,9-7,6 Ma)	<i>P. guerini</i>
11	Gorna Sushitsa	Bulgaria	MN11-12 (8,8-7,0 Ma)	<i>P. orbigny</i>
12	Los Aljezares	Spagna	MN12 (7,408 Ma)	<i>P. orbigny</i>
13	Pikermi	Grecia	MN12 (ca. 7,1 Ma)	<i>P. orbigny</i>
14	Samos	Grecia	MN12 (ca. 7,1 Ma)	<i>P. orbigny</i>
15	Vathylakkos-2	Grecia	MN12 (ca. 7,3 Ma)	<i>P. orbigny</i>
16	Perivolaki	Grecia	MN12 (ca. 7,3-7,1 Ma)	<i>P. orbigny</i>
17	Prochoma	Grecia	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>P. orbigny</i>
18	Kalimantsi 2	Bulgaria	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>P. orbigny</i>
19	Kalimantsi 4	Bulgaria	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>P. orbigny</i>
20	Cerro de la Garita	Spagna	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>P. guerini</i>
21	Los Mansuetos	Spagna	MN13 (6,9-6,8 Ma)	<i>P. guerini</i>
22	Concud	Spagna	MN13 (6,9-6,8 Ma)	<i>P. guerini</i>
23	Brisighella	Italia	MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>P. faventinus</i>
24	La Alberca	Spagna	MN13 (7,1-5,3 Ma)	<i>P. guerini</i>
25	Las Casiones	Spagna	MN13 (7,1-5,3 Ma)	<i>P. guerini</i>
26	La Gloria 4	Spagna	MN14 (4,2 Ma)	<i>P. faventinus</i>
27	Çalta-1	Turchia	MN15 (4,0 Ma)	<i>P. orbigny</i>

Tab. 2 – Elenco delle località euroasiatiche che hanno restituito fossili di *Plioviverrops*, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (da WERDELIN, SOLOUNIAS 1991; TURNER *et alii* 2008).

le altre, anche le iene attuali che mostrano caratteristiche durofaghe inequivocabili (non a caso questo gruppo viene indicato in inglese come il gruppo delle “bone-cracking hyaenas”, cioè iene frantuma-ossa). A differenza delle tre iene durofaghe attuali, il protele è da considerarsi parte del Gruppo 2. In conclusione, anche se ancora manca una chiara indicazione delle vere e proprie relazioni filogenetiche tra le varie specie di ienidi, questi gruppi ecomorfologici permettono di caratterizzare i membri estinti di questa famiglia comprendendo anche il ruolo ecologico che essi occupavano nella comunità a carnivori dove essi sono presenti.

Gruppo 2: Ienidi insettivori o onnivori simili a manguste

Sottordine Feliformia KRETZOI, 1943

Famiglia Hyaenidae GRAY, 1821

Sottofamiglia Ictitheriinae DIETRICH, 1927

Genere *Plioviverrops* KRETZOI, 1938

Plioviverrops faventinus TORRE, 1989

I resti di un piccolo ienide sono tra i reperti più abbondanti di tutto l'accumulo di resti rinvenuti a Cava Monticino, includendo denti isolati, frammenti po-

stcraniali e anche dei campioni veramente spettacolari (fig. 3). Il materiale e la specie sono stati descritti da DANILLO TORRE (1928-2014), Professore dell'Università degli Studi di Firenze, che fu il primo a riconoscere la peculiarità delle morfologie dentali del piccolo ienide di Cava Monticino. La morfologia craniale è in un certo modo intermedia tra quella di un viverride attuale e quella di una volpe, con un muso allungato rispetto alla porzione neurocranica (cioè la porzione posteriore alle orbite, che include la scatola cranica). Infatti, alcune delle morfologie dentali ricordano i moderni viverridi, come la porzione posteriore della mandibola, se osservata in norma laterale, oppure la dentizione completa, composta da quattro premolari e due molari, superiori e inferiori. Gli ienidi attuali mostrano una riduzione considerevole della dentatura, presentando solo il primo molare inferiore (il carnassiale inferiore) e un molare superiore fortemente ridotto (nella iena striata e bruna) o assente (come nella iena maculata). Il *Plioviverrops* di Cava Monticino mostra delle cuspidi dentali puntute ma robuste, adatte sia a schiacciare ma anche a catturare piccole prede, simili ad altre forme attribuite allo stesso genere e ritrovate in altre parti d'Europa. Nonostante queste somiglianze, TORRE (1989) si rese conto che i denti di questa forma di Cava Monticino erano più derivati verso un maggior sviluppo delle porzioni masticatorie (cioè della superficie dentale usata per schiacciare i cibi durante la masticazione) anche dei premolari. Tale fenomeno prende il nome di "molarizzazione" dei premolari, marcando la somiglianza di questi ultimi, che generalmente compongono la porzione secante della dentatura di un carnivoro, con i molari che, come suggerisce il nome, costituiscono al contrario la porzione di schiacciamento e processamento di parti coriacee. Considerate queste differenze rispetto a quelle di altre specie del genere, TORRE (1989) decise di attribuire il campione di Cava Monticino a una nuova specie, dedicandola alla città di Faenza, da cui il nome *Plioviverrops faventinus*. Queste specie rappresenta una delle specie più recenti di questo genere di ienidi simili a manguste. *Plioviverrops*, come genere, è in realtà uno dei più antichi ienidi, tra i primi a comparire nel record fossile, dato che le prime occorrenze sono attribuibili a circa 16,5 Ma (nella biocronologia a mammiferi continentali sono riferite agli intervalli MN4-5) in siti francesi e spagnoli, anche se

tali fossili sono piuttosto scarsi e non perfettamente caratterizzati (TURNER *et alii* 2008; fig. 4). Specie più famose e sicuramente più abbondanti sono *Plioviverrops orbigny* proveniente da diversi siti di Grecia e Spagna databili tra i 9,7 e i 7,0 Ma (anche se recentemente descritto da un sito turco a circa 4 Ma; SEN, SARAÇ 2018) e *Plioviverrops guerini* da diversi siti spagnoli datati tra 8,7-7,0 Ma (MN11-12) (TURNER *et alii* 2008). Il record esteso di *P. faventinus* rende queste specie una delle meglio documentate dell'intero genere. In confronto con le altre specie appena menzionate, come notato dal Prof. TORRE, *P. faventinus* è più grande a confronto con *P. orbigny* ed è, a tal riguardo, più vicino a *P. guerini*, infatti alcune stime della massa corporea di queste specie vedono *P. orbigny* con un peso di circa 3-4 kg mentre *P. guerini* e *P. faventinus* probabilmente raggiungevano un peso di circa 7 kg. Ad eccezione del record isolato e da confermarsi del sopra ricordato *P. orbigny* in Turchia, *P. faventinus* rimane una delle ultime specie dell'ecomorfotipo del Gruppo 2 che è riuscita a sopravvivere alla transizione Miocene-Pliocene visto che i suoi resti sono stati ritrovati anche nel sito spagnolo di La Gloria 4, datato a circa 4,1 Ma.

Gruppo 4: Ienidi con adattamenti cursoriali e durofagi

Sottofamiglia Hyaeninae MIVART, 1882

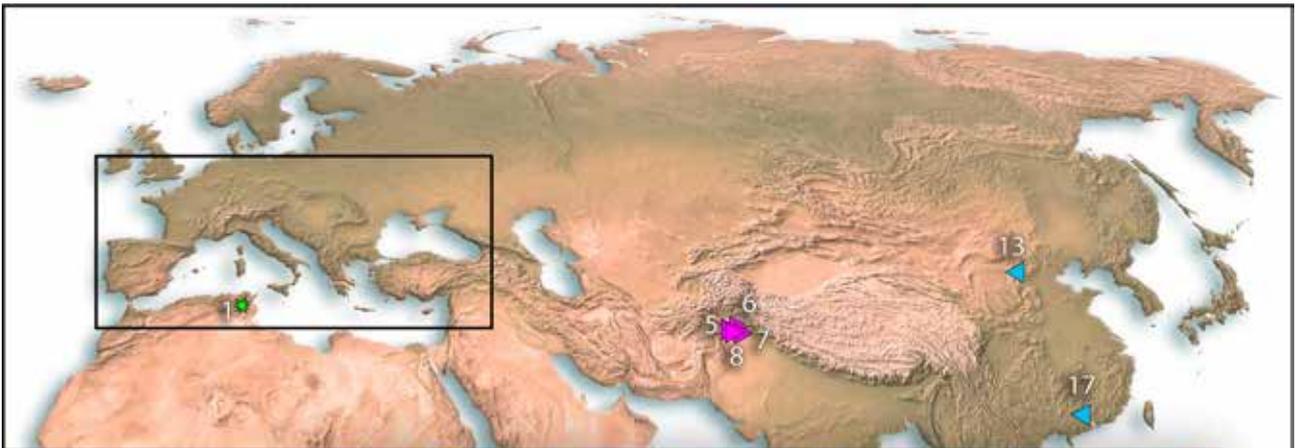
Genere *Lycyaena* HENSEL, 1863

Lycyaena cf. *chaeretis* (GAUDRY, 1861)

Alcuni elementi craniali e scheletrici di uno ienide di grandi dimensioni sono stati recuperati da una fessura nella porzione suddest di Cava Monticino (fig. 5). Sebbene scarso, questo record testimonia chiaramente la presenza di un grande ienide caratterizzato da un cranio robusto e con dentatura marcatamente tagliente, ed un insieme di caratteristiche che rientrano perfettamente all'interno dell'ecomorfotipo 4. Questo è in linea con le attribuzioni fatte da altri autori che avevano attribuito i resti di Cava Monticino al genere *Lycyaena*, taxon appunto del Gruppo 4, e alla specie *L. chaeretis* (ROOK *et alii* 1991; FERRETTI 2007). A conferma di questo, la porzione secante dei denti

Fig. 5 (nella pagina accanto, in alto) – Cranio di *Lycyaena* cf. *chaeretis* (MSF 84) con terzo e quarto premolari destri conservati. La lunghezza rostrocaudale massima del fossile è di 186 mm mentre la lunghezza del carnassiale superiore è di 35,6 mm (Foto di S. Bartolini-Lucenti).

Fig. 6 (nella pagina accanto, in basso) – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Lycyaena* in Eurasia basata sui dati di tabella 3, i cui colori riprendono quelli delle attribuzioni specifiche lì mostrati. I simboli indicano le diverse cronologie dei siti, e sono riportati in basso sotto la mappa (Grafica di O. Cirilli e S. Bartolini-Lucenti).



○ MN5 ▽ MN6 ◇ MN7/8 ✱ MN9 △ MN10 □ MN11 ▷ MN12 ◁ MN13 ◻ MN14 ✱ MN15 ○ MN16a ◻ MN17 ✱ MN18

	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Specie
1	Bled Douarah , Loc. 17	Tunisia	MN9 (11,1-9,7 Ma)	<i>Lycyaena crusafonti</i>
2	La Roma 2	Spagna	MN10 (9,9-8,9 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
3	Hidiraga	Turchia	MN11 (8,9-7,1 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
4	Pikermi	Grecia	MN12 (ca. 7,1 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
5	Dhok Patan	Pakistan	MN12 (7,85-7,1 Ma)	<i>L. macrostoma</i>
6	Hasnot	Pakistan	MN12 (7,85-7,1 Ma)	<i>L. macrostoma</i>
7	Jabi	Pakistan	MN12 (7,85-7,1 Ma)	<i>L. macrostoma</i>
8	Wadia	Pakistan	MN12 (7,85-7,1 Ma)	<i>L. macrostoma</i>
9	Cerro de la Garita	Spagna	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
10	Samos	Grecia	MN12 (ca. 7,1 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
11	Taraklia	Moldavia	MN12 (ca. 7,6-7,1 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
12	Valdecebro 5	Spagna	MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
13	Pao-Te-Lok.49	Cina	MN12-13 (7,14-6,94 Ma)	<i>L. dubia</i>
14	El Arquillo 1	Spagna	MN13 (7,1-5,3 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
15	Los Mansuetos	Spagna	MN13 (6,9-6,8 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
16	Brisighella	Italia	MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>L. chaereticis</i>
17	Wenquan-dakusitai	Cina	MN13 (7,2-5,3 Ma)	<i>L. dubia</i>

Tab. 3 – Elenco delle località euroasiatiche che hanno restituito fossili di *Lycyaena*, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (da WERDELIN, SOLOUNIAS 1991; TURNER *et alii* 2008).

di *Lycyaena* di Cava Monticino è molto sviluppata rispetto alla porzione dei molari, quella schiacciante (fig. 5). Questo genere ha una distribuzione eurasiatica e nordafricana ed è conosciuto fin dal MN9 (un periodo compreso tra gli 11 e i 9,7 Ma; fig. 6), con il ritrovamento di *Lycyaena crusafonti* nella località 17 del sito Bled Douarah in Tunisia. Altre occorrenze successive sono quelle datate tra 7,75 e 7,0 Ma (riferite a MN12) come quelle di *Lycyaena macrostoma* del bacino del Siwalik (tra India e Pakistan), oppure quelle di *Lycyaena dubia* delle località cinesi, o ancora di *L. chaereticis* dai già ricordati siti famosi di Pikermi e Samos, in Grecia. L'occorrenza di questo grande ienide cursoriale a Cava Monticino è rilevante per diverse ragioni: innanzitutto rappresenta l'ultima occorrenza del genere nel Vecchio Mondo, separato dagli altri taxa congenerici di quasi 1,5 milioni di anni; in secondo luogo *Lycyaena* di Cava Monticino è il più grande del record fossile, anche più grande dell'antica forma *L. crusafonti*. La taglia stimata per le specie di *Lycyaena* si aggira attorno a 50 kg, mentre gli individui di Cava Monticino probabilmente pesavano più di 60 kg. Infine questi ienidi del Gruppo 4 era uno dei predatori di vertice nella rete trofica di Cava Monticino, capace di cacciare e abbattere ungu-

lati di grandi dimensioni, come ad esempio i cavalli tridattili del gruppo degli ipparionini, probabilmente dopo averli sfiancati dopo una lunga corsa come fanno oggi giorno licaoni e lupi.

Famiglia Canidae

La famiglia Canidae è rappresentata da carnivori di taglia da piccola a grande adattati a corse prolungate in spazi aperti. Tra i carnivori attuali, i canidi rappresentano la famiglia più antica, data la loro comparsa in depositi tardo eocenici del Nord America datati fino a 40 Ma (WANG 1994). Nonostante oggi giorno la loro distribuzione sia cosmopolita, gran parte della loro storia evolutiva si svolge esclusivamente in Nord America, dove rimasero confinati per circa trenta dei quaranta milioni di anni del record fossile. È proprio a partire dalla fine del Miocene (ca 9,0-8,0 Ma) che i canidi appartenenti alla sottofamiglia Caninae (le altre due sottofamiglie conosciute attualmente estinte sono Hesperocyoninae e Borophaginae) cominciano a disperdersi dal Nord America e rapidamente si diffusero in tutto il Vecchio Mondo come testimoniato da diversi ritrovamenti in Europa, Africa e Asia (WANG,

TEDFORD 2008; SOTNIKOVA, ROOK 2010).

I canidi sono carnivori generalisti per la maggior parte, adattati ad una dieta carnivora ma non esclusivamente tale, grazie alla loro dentatura che presenta la serie premolare completa e quella molare solo minimamente ridotta (ad esempio, la maggior parte dei canidi non presenta il terzo molare superiore). Queste caratteristiche permettono ai canidi di nutrirsi anche di materiale vegetale che viene appunto masticato e ridotto grazie all'azione delle, più o meno ampie, superfici dei molari. I (denti) canini non sono particolarmente affilati e non tanto appiattiti e perciò si rivelano versatili durante la predazione e il consumo della preda, senza particolari specializzazioni per morsi letali.

Sottordine Caniformia KRETZOI, 1943

Famiglia Canidae FISCHER, 1817

Sottofamiglia Caninae FISCHER, 1817

Tribù Canini FISCHER, 1817

Genere *Eucyon* TEDFORD, QIU, 1996

Eucyon monticiniensis (ROOK, 1992)

I canidi a Cava Monticino sono rappresentati dalla forma simile, per dimensioni, ad un moderno sciacallo dorato (*Canis aureus*), e sono stati attribuiti alla nuova specie *Eucyon monticiniensis*, nome a marcare la rilevanza della località di Cava Monticino nel documentare i momenti iniziali di dispersione di canidi nel Vecchio Mondo. Questa specie infatti è a tutti gli effetti una delle prime evidenze che i canidi erano ar-

rivati in Eurasia occidentale, e da quel momento non se ne sarebbero più andati.

Come famiglia, i canidi sono costituiti da una grande numero di generi e specie che abitano praticamente qualsiasi ambiente continentale del globo. Lupi e coyote (genere *Canis*), volpi (genere *Vulpes*), e sciacalli africani (genere *Lupulella*) sono tra i mammiferi più iconici, conosciuti per la loro socialità, metodi di comunicazioni tra individui, le loro strategie di caccia e i loro adattamenti anche a ambienti estremi.

I membri più antichi della sottofamiglia Caninae comparvero già alla fine dell'Eocene (TEDFORD *et alii* 2009), ma i primi canidi attribuibili ai generi attuali come le volpi dei generi *Vulpes* e *Urocyon* oppure dei canidi di media taglia (del genere *Canis* e del gruppo geneticamente molto solido dei canidi sudamericani) apparirono durante il Miocene superiore, in un periodo compreso tra i 10,0 e i 5,0 Ma (TEDFORD *et alii* 2009). Il genere *Eucyon*, i cui membri sono attualmente estinti fu tra questi canidi a comparire e prosperare in Nord America verso la fine del Miocene (BARTOLINI-LUCENTI, ROOK 2021); la specie più antica e probabilmente la più nota è sicuramente *Eucyon davisii*. Questo genere è generalmente considerato come basale rispetto ai canidi attuali, e in particolare intermedio tra i Vulpini (tutte le specie del genere *Vulpes* e specie affini come il cane procione, *Nyctereutes*, e l'otocione, *Otocyon*) e i Canini (i canidi affini al genere *Canis* e il clade dei canidi sudamericani) (ROOK 2009).

Come ricordato in precedenza, il Miocene superiore fu un momento fondamentale nella storia evolutiva



Fig. 7 – Mandibola destra di *Eucyon monticiniensis* (BRS 27/4) con il secondo premolare e il primo molare conservati. La lunghezza massima della mandibola è di 113 mm, mentre la lunghezza del carnassiale inferiore è di 17,8 mm (Foto di S. Bartolini-Lucenti).

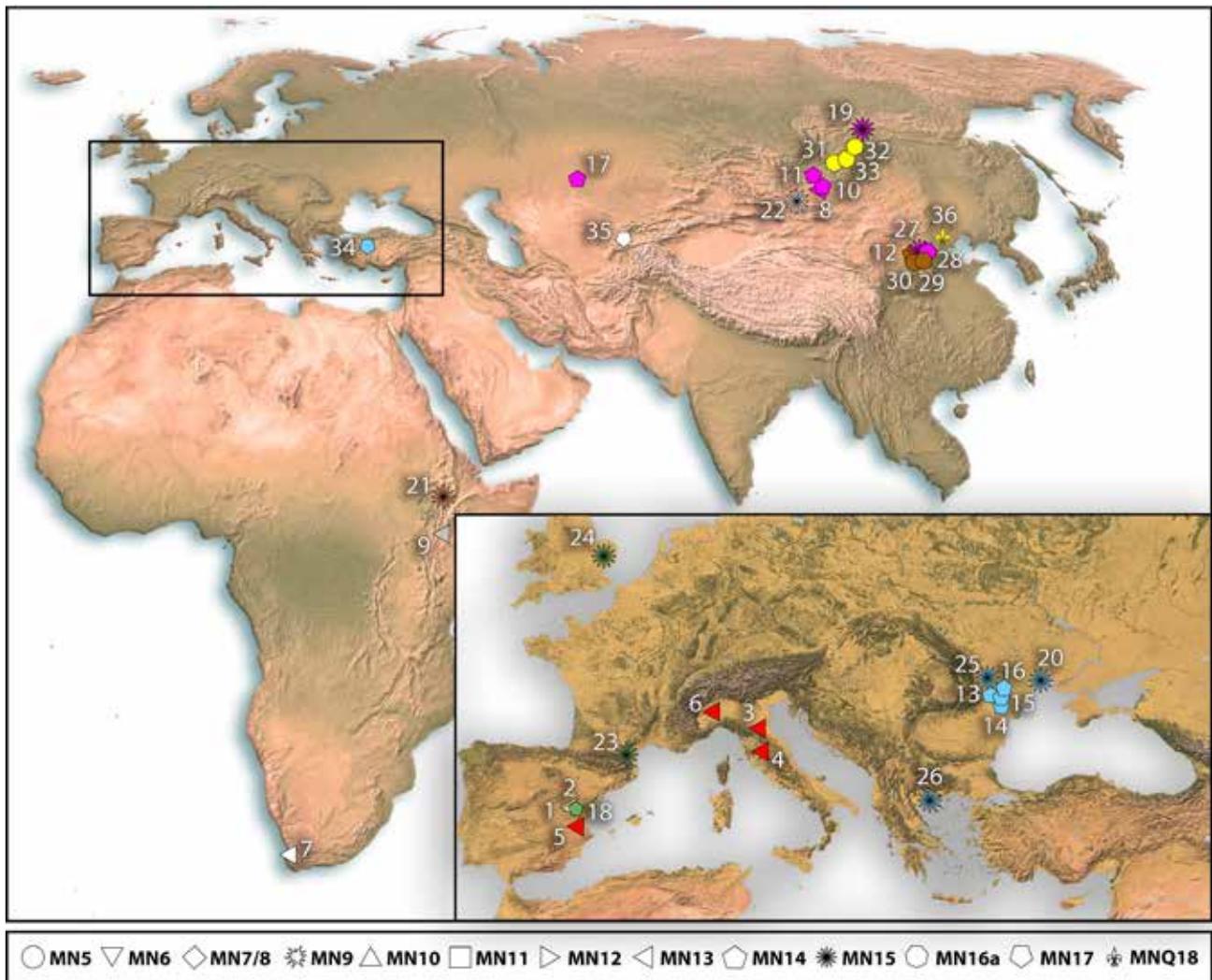


Fig. 8 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Eucyon* nel Vecchio Mondo basata sui dati di tabella 4, i cui colori riprendono quelli delle attribuzioni specifiche li mostrati. I simboli indicano le diverse cronologie dei siti, e sono riportati in basso sotto la mappa (Grafica di O. Cirilli e S. Bartolini-Lucenti).

dei canidi per un numero di motivi: è il momento in cui comincia la loro radiazione in Nord America, a cui fa seguito anche la loro dispersione nel Vecchio Mondo dove, ancora più che nelle Americhe, diedero origine a un numero considerevole di specie diverse (WANG, TEDFORD 2008). È proprio in questo momento e in questa radiazione eurasiatica e africana che gli eucioni raggiunsero, attorno a 7,0-6,0 Ma, l'estremo occidentale dell'Eurasia e perfino l'Africa. La più antica occorrenza di un membro dei Canini a comparire nel record del Vecchio Mondo è il canide di grandi dimensioni *Eucyon cipio*, descritto da siti spagnoli datati all'intorno di 7 Ma (CRUSAFONT-PAIRÓ 1950), seguito poco dopo da una forma indeterminata specificamente, *Eucyon* sp., ritrovata nei depositi del complesso inferiore di Khirghis Nur in Mongolia (SOTNIKOVA, ROOK 2010) e anche da record etiopi di *Eucyon intrepidus* (si veda MORALES *et alii* 2005). Successivamente, *Eucyon* divenne un elemento comu-

ne delle faune del Vecchio Mondo, tra Miocene superiore e Pliocene, riuscendo a sopravvivere alle forme nordamericane dello stesso genere. Si conoscono diverse specie che prosperarono in questo periodo dalla Cina, all'Africa orientale all'Europa (ROOK 2009). Sebbene l'interpretazione comunemente condivisa dagli studiosi di queste forme primitive di Canini vedeva gli eucioni come carnivori generalisti con aspetto esteriore e dieta simili a quelle di moderni coyote o sciacalli, nuove analisi mostrano come questi canidi potessero in realtà costituire un gruppo di specie di taglia piccola, media e grande con diversi adattamenti ecologici nella dieta, da forme più generaliste e mesocarnivore a forme anche ipercarnivore (BARTOLINI-LUCENTI, ROOK 2021). L'espansione e la successiva radiazione dei canidi più moderni e derivati del genere *Canis* attorno a 2 Ma sembra marcare l'estinzione della linea filetica degli *Eucyon* durante il Pleistocene inferiore (ROOK 2009; SOTNIKOVA, ROOK 2010).

	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Specie
1	Los Mansuetos	Spagna	MN13 (6,9-6,8 Ma)	<i>Eucyon cipio</i>
2	Concud	Spagna	MN13 (6,9-6,8 Ma)	<i>E. cipio</i>
3	Brisighella	Italia	MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>E. monticinensis</i>
4	Casino	Italia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>E. monticinensis?</i>
5	Venta del Moro	Spagna	MN13 (ca. 6,23 Ma)	<i>E. monticinensis</i>
6	Verduno	Italia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>E. monticinensis</i>
7	Langebaanweg	Sudafrica	MN13 (5,5-5,1 Ma)	" <i>Eucyon</i> " <i>khoikhoi</i>
8	Khirgis Nur 2, 5-37	Mongolia	MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>E. cf. davisii</i>
9	Lukeino	Kenya	MN13 (7,1-5,1 Ma)	<i>E. intrepidus</i>
10	Khirgis Nur 2, 51-55	Mongolia	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. davisii</i>
11	Sangin Dalay Nur	Mongolia	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. davisii</i>
12	Gaozhuang	Cina	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. zhoui</i>
13	Beresti	Romania	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. odessanus</i>
14	Etulia	Moldavia	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. odessanus</i>
15	Nikolskoe	Moldavia	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. odessanus</i>
16	Novaja Karbolia	Moldavia	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. odessanus</i>
17	Gusinyi Perelet	Kazakhstan	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. davisii</i>
18	La Calera	Spagna	MN14 (4,9-4,2 Ma)	<i>E. adoxus</i>
19	Olkhon 520 level B	Russia (Transbaikalia)	MN14-15 (4,2-3,5 Ma)	<i>E. cf. davisii</i>
20	Odessa Catacombs	Ukraine	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>E. odessanus</i>
21	Aralee Issie	Etiopia	MN15 (3,82-3,57 Ma)	<i>E. kuta</i>
22	Muhor-Erig	Mongolia	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>E. marinae</i>
23	St. Estève	Francia	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>E. adoxus</i>
24	Red Crag	Gran Bretagna	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>E. adoxus</i>
25	Malusteni	Romania	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>E. odessanus</i>
26	Megalo Emvolon	Grecia	MN15 (4,0-3,5 Ma)	<i>E. odessanus</i>
27	Xiakou	Cina	MN15-16a (4,0-3,0 Ma)	<i>E. davisii</i>
28	Liujagou	Cina	MN16a (3,0 Ma)	<i>E. davisii</i>
29	Yinjiao	Cina	MN16a (3,0 Ma)	<i>E. zhoui</i>
30	Zhaozuang	Cina	MN16a (3,5-3,0 Ma)	<i>E. zhoui</i>
31	Shamar	Russia (Transbaikalia)	MN16a (3,5-3,0 Ma)	<i>E. minor</i>
32	Beregovaya	Russia (Transbaikalia)	MN16a (3,5-3,0 Ma)	<i>E. minor</i>
33	Udunga	Russia (Transbaikalia)	MN16a (3,5-3,0 Ma)	<i>E. minor</i>
34	Sarikoltepe	Turchia	MN17 (2,58-2,0 Ma)	<i>E. odessanus</i>
35	Kuruksay	Tajikistan	MN17 (2,58-2,0 Ma)	<i>E. kuruksaensis</i>
36	Xiashagou	Cina	MNQ18 (2,0-1,8 Ma)	<i>E. minor</i>

Tab. 4 – Elenco delle località del Vecchio Mondo che hanno restituito fossili di *Eucyon*, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (da ROOK 2009; BARTOLINI-LUCENTI, ROOK 2021; VALENCIANO *et alii* 2021).

Al tempo della scoperta del canide fossile a Cava Monticino, ROOK *et alii* (1991) riconobbero che i campioni da loro studiati presentavano diverse caratteristiche dentali non assimilabili a quelle di membri attuali di *Canis* e descrissero le sue morfologie come “molto simili a quelle delle volpi, ma con una mandibola del tutto affine a quella di *Canis*” (ROOK *et alii* 1991: 19; fig. 7). Successivamente ROOK (1992) attribuì i campioni a una nuova specie “*Canis*” *monticinensis*, rimarcandone la peculiarità ma anche notando delle somiglianze tra i fossili di Cava Monticino e quelli di un gruppo di canidi non ancora descritto che includeva il nordamericano “*Canis*” *davisi* e il francese “*Canis*” *adoxus*. Alcuni anni dopo TEDFORD, QIU (1996) descrissero formalmente questo genere istituendo il nome *Eucyon* su materiale nordamericano e cinese, definendo *E. davisi* come specie tipo e immediatamente il canide di Cava Monticino fu incluso nel genere *Eucyon* (ROOK 2009).

Il record di *E. monticinensis* da Cava Monticino è abbastanza ricco, se confrontato con altri taxa carnivori, con elementi craniali e postcraniali attribuibili ad almeno 5 individui. Il tipo, una mandibola destra con p2 e m1 (BRS 27/4), mostra delle caratteristiche peculiari che permettono la distinzione di *E. monticinensis* rispetto ad altre specie di simili dimensioni e/o coeve. Tra queste caratteristiche possiamo ricordare il corpo mandibolare profondo e robusto, il carnassiale inferiore con una porzione tagliente molto sviluppata ma con la porzione schiacciante non ridotta. Come taglia questo eucione doveva aggirarsi intorno agli 11-12 kg di peso, all'incirca come un piccolo coyote o un grande sciacallo dorato attuale. Studiando le proporzioni mandibolari e dentali, BARTOLINI-LUCENTI, ROOK (2021) hanno mostrato come *E. monticinensis* probabilmente non era capace di catturare prede di grandi dimensioni, come alcuni altri eucioni, e che le sue prede tipiche dovevano pesare intorno ai 5 kg. Considerata la grande varietà di piccoli vertebrati rinvenuti nei depositi di Cava Monticino (si vedano i contributi di VILLA, DELFINO; BORRANI *et alii*; e ANGELONE *et alii*, in questo volume) possiamo farci un'idea della dieta di questo canide, dai pica ai lagomorfi (come *Prolagus* o *Trischizolagus*), senza dimenticare l'abbondante erpetofauna che caratterizzava la zona all'epoca. Infine, *E. monticinensis* rappresenta un importante elemento della fauna di Cava Monticino, così come anche per altre località messiniane (cioè del Miocene superiore). È probabile infatti che questo canide di media taglia occupasse una nicchia intermedia tra quella del piccolo *P. faventinus* e il grande ienide *L. chaereticus*, colmando il vuoto lasciato da ienidi di taglia media che non sono stati ritrovati nei depositi di Cava Monticino. Inoltre, *E. monticinensis* è il secondo

canide più antico ad aver raggiunto l'Europa occidentale, dopo *E. cipio*. La sua distribuzione sembra essere limitata all'area circummediterranea essendo stato ritrovato in siti datati attorno a 6,5-5,3 Ma di Spagna, come Venta del Moro (Valencia), e Italia, quali Verduno (Alba) e il ciclo superiore del bacino del Casino (Siena), oltre che a Cava Monticino (fig. 8). Sicuramente il record faentino rappresenta la prima e unica specie di *Eucyon* conosciuta in Italia.

Famiglia Mustelidae

I mustelidi sono una grande famiglia di carnivori caniformi che presenta un grande numero di specie al suo interno. Le vere relazioni tra le specie attuali sono difficili da determinarsi e tutt'oggi in dibattito, il che conseguentemente rende le relazioni tra le specie fossili dubbie e non certe. Recenti analisi molecolari sembrano aver risolto almeno in parte le suddivisioni all'interno della famiglia, riconoscendo 8 sottofamiglie distinte: Guloninae, che include martore e ghiottoni; Helictidinae, i tassi furetto; Ictonychinae, composto da zorille e grigioni; Lutrinae, la sottofamiglia delle lontre; Melinae, i tassi eurasiatici; Mellivorinae, la sottofamiglia del tasso del miele; Mustelinae, che include donnole, furetti e puzzole europee; e Taxidiinae, i tassi americani. L'origine della famiglia sembra essere avvenuta in Eurasia durante il Miocene, circa 16 Ma (SATO *et alii* 2012) a partire da forme di carnivori simili a donnole.

I Mustelidae sono generalmente animali di piccole e medie dimensioni anche se il clade presenta una grande variabilità in termini di taglia e non mancano forme che raggiungono anche pesi di 30-40 kg. I mustelidi hanno generalmente musi raccorciati con corpi allungati, zampe relativamente corte e postura plantigrada. Sono ben adattati ad ambienti forestati, in prossimità di corsi d'acqua o marini, ma sono rari le deviazioni da una dieta strettamente carnivora.

Il tasso del miele di Cava Monticino

Famiglia Mustelidae FISCHER, 1817
Sottofamiglia Mellivorinae GRAY, 1865
Genere *Mellivora* STORR, 1780

Mellivora benfieldi HENDEY, 1978

L'attuale tasso del miele, *Mellivora capensis*, è l'unica specie vivente della sottofamiglia Mellivorinae anche se il record fossile di quest'ultima è particolarmente abbondante (VALENCIANO, GOVENDER 2020). I primi

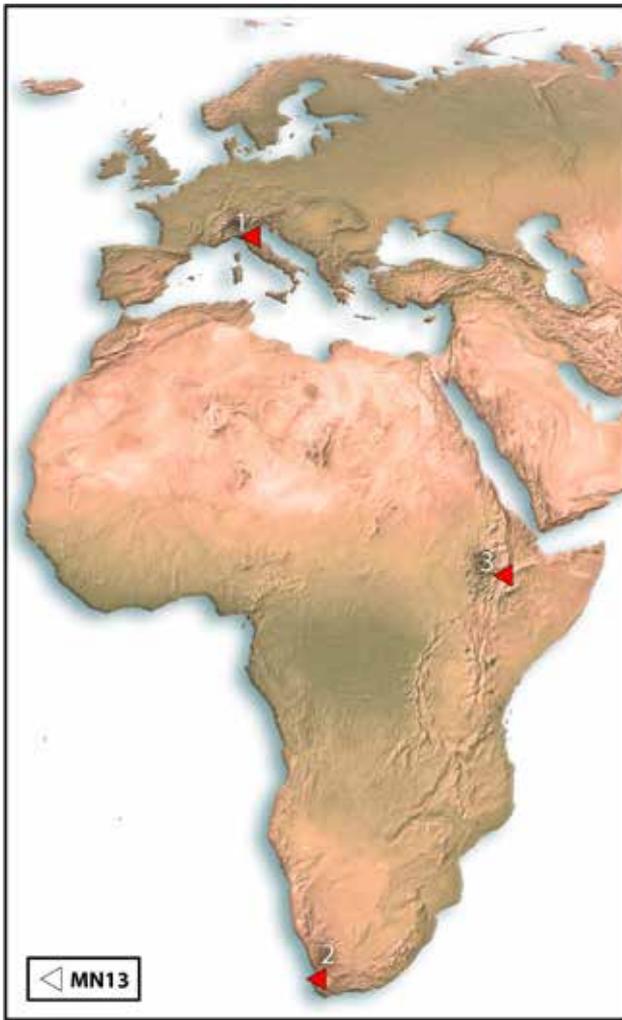


Fig. 9 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Mellivora benfieldi* in Africa e Europa basata sui dati di tabella 5, i cui colori riprendono quelli delle attribuzioni specifiche lì mostrati. I simboli indicano le diverse cronologie dei siti, e sono riportati in basso sotto la mappa (Grafica di O. Cirilli e S. Bartolini-Lucenti).

ritrovamenti di un mustelide mellivorino sono datati a circa 12,0 Ma (MN7-8) dalla Formazione Ngorora in Kenya e dai siti di Toros Menalla 192 (Chad) e Lothagam (Kenya) entrambi datati attorno a 7 Ma (e riferiti al MN12).

Il genere *Mellivora* sembra comparso intorno a 6,0 Ma con la specie *Mellivora benfieldi* descritta per la pri-

ma volta dai depositi del Miocene superiore/Pliocene inferiore di Langebaanweg in Sudafrica (fig. 9). Durante il Pliocene comparve la specie attuale, mentre in Eurasia e Nordamerica comparve il genere di grandi dimensioni *Eomellivora* (VALENCIANO, GOVENDER 2020).

Il campione di Cava Monticino è composto da una singola mandibola sinistra con il terzo e quarto premolare e il primo molare (fig. 10).

Come notato da Rook *et alii* (1991) nella descrizione originale, la somiglianza con il materiale originale di *M. benfieldi* di Langebaanweg descritto da HENDEY (1978) è evidente, se non per piccole differenze dentali. Il record in una località italiana nel Messiniano è particolarmente rilevante e rappresenta l'occorrenza più settentrionale di questa specie nel Vecchio Mondo e al contempo la prima documentazione del genere al di fuori dell'Africa.

A livello ecologico, *M. benfieldi* era molto probabilmente molto simile all'attuale *M. capensis*, nonostante le minime differenze dentali tra le due specie. *Mellivora benfieldi* era un mustelide robusto e onnivoro capace di cacciare piccoli vertebrati come anfibi, rettili, uccelli, mammiferi ma anche insetti. Come la specie attuale era sicuramente in grado di mangiare bulbi, tuberi, bacche e frutti. La particolare affezione dell'attuale *M. capensis* per il miele e le larve delle api non può essere provata nei fossili ma allo stesso tempo non può essere esclusa.

Conclusioni

Il record dei carnivori a Cava Monticino rappresenta di gran lunga il più numeroso il gruppo di macrovertebrati in termini di abbondanza di fossili. Il piccolo felide *Felis cf. christoli* rappresenta probabilmente una forma transizionale imparentata con i gatti selvatici e le linci odierne, oltre che la prima forma di *Felis* in Europa occidentale. *Lycyaena cf. chaeretis* di Cava Monticino era di grandi dimensioni, più grande degli altri record euroasiatici, e molto probabilmente era uno dei predatori di top del Miocene terminale dell'area di Cava Monticino, grazie ai suoi adattamenti

	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Specie
1	Brisighella	Italia	MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>Mellivora benfieldi</i>
2	Langebaanweg	Sudafrica	MN13 (5,2 Ma)	<i>M. benfieldi</i>
3	Middle Awash	Etiopia	MN13 (6,0-5,5 Ma)	<i>M. benfieldi</i>

Tab. 5 – Elenco delle località del Vecchio Mondo che hanno restituito fossili di *Mellivora benfieldi*, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (da Rook *et alii* 1991; VALENCIANO, GOVENDER 2020).

cursoriali e alla dieta durofaga. *Plioverrops faventinus* è sicuramente il taxon più abbondante ed è rilevante perché, oltre a presentare caratteristiche derivate per il suo genere, ne rappresenta anche l'ultima specie comparsa nel record fossile. Mancano a Cava Monticino degli ienidi di taglia intermedia tra la grande *Lycyaena* (peso stimato 50-60 kg) e il piccolo *Plioverrops* (circa 7 kg). Tale nicchia sembra essere stata riempita da *Eucyon monticinensis*, un canide di taglia media, abbondante a Cava Monticino, tipico di siti dell'MN13 dell'Italia e della Spagna. Il record di Cava Monticino rimane sicuramente uno dei primi record del Vecchio Mondo per il genere *Eucyon*. Questo canide aveva una dieta mesocarnivora, specializzato in prede di piccole dimensioni, come roditori, lagomorfi e altri piccoli vertebrati che difficilmente superavano i 5 kg di peso. Il record di *Mellivora benfieldi* è rilevante perché estende il record del genere dei tassi del miele al di fuori dell'Africa e costituisce uno dei pochi di questa specie (solo tre in tutto il Vecchio Mondo).

Bibliografia

- R. BARNETT, M.V. WESTBURY, M. SANDOVAL-VELASCO, F.G. VIEIRA, S. JEON, G. ZAZULA, M.D. MARTIN, S.Y.W. HO, N. MATHER, S. GOPALAKRISHNAN, J. RAMOS-MADRIGAL, M. MANUEL, M.L. ZEPEDA-MENDOZA, A. ANTUNES, A.C. BAEZ, B. DE CAHSAN, G. LARSON, S.J. O'BRIEN, E. EIZIRIK, W.E. JOHNSON, K.-P. KOEPFLI, A. WILTING, J. FICKEL, L. DALÉN, E.D. LORENZEN, T. MARQUES-BONET, A.J. HANSEN, G. ZHANG, J. BHAK, N. YAMAGUCHI, M.T.P. GILBERT 2020, *Genomic adaptations and evolutionary history of the extinct scimitar-toothed cat*, *Homotherium latidens*, "Current Biology" 30, pp. 5018-5025
- S. BARTOLINI-LUCENTI, L. ROOK 2021, "Canis" *ferox revisited: diet ecomorphology of some long gone (late Miocene and Pliocene) fossil dogs*, "Journal of Mammal Evolution" 28, pp. 285-306.
- T.E. BOWDICH 1821, *An analysis of the natural classifications of Mammalia for the use of students and travelers*. J. Smith, Paris, 115 pp.
- M. CRUSAFONT-PAIRÓ 1950, *El primer representante del género Canis en el Pontense eurasiático (Canis cipio nova sp.)*, "Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural" 48, pp. 43-51.
- W.O. DIETRICH 1927, *Ueber einen schädel von Ictitherium (fam. Viverridae)*, "Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie" 57, pp. 364-371.
- M.P. FERRETTI 2007, *Evolution of bone-cracking adaptations in hyaenids (Carnivora Hyaenidae)*, "Swiss Journal of Geosciences" 100, pp. 41-52.
- G. FISCHER 1817, *Adversaria zoologica*, "Mémoires de la Société impériale des naturalistes de Moscou" 5, pp. 357-472.
- A. GAUDRY 1861, *Note sur les carnassiers fossils de Pikermi (Grèce)*, "Bulletin de la Société géologique de France" 18, pp. 527-538.
- D. GERAADS, S. PEIGNÉ 2017, *Re-Appraisal of 'Felis' pamiri Ozansoy, 1959 (Carnivora, Felidae) from the Upper Miocene of Turkey: the Earliest Pantherin Cat?* "Journal of Mammalian Evolution" 24 (4), pp. 415-425.
- P. GERVAIS 1848-1852, *Zoologie et Paléontologie françaises, première édition, tomes II et III*, Paris (Bertrand).
- S.F. GRAY 1821, *A Natural Arrangement of British Plants: According to Their Relations to Each Other as Pointed Out by Jussieu, De Candolle, Brown, & co (Vol. 2)*. Baldwin, Cradock, and Joy, 760 pp.
- J.E. GRAY 1865, *Revision of the genera and species of Mustelidae contained in the British Museum*, "Proceedings of the Geological Society of London", pp. 100-154.
- G.D. KOUFOS 2011, *The Miocene carnivore assemblage of Greece*, "Estudios Geológicos" 67(2), pp. 291-320.
- Q.B. HENDEY 1978, *Late Tertiary Mustelidae (Mammalia, Carnivora) from Langebaanweg, South Africa*, "Annals of the South African Museum" 79, pp. 329-357.
- R.F. HENSEL 1862, *Über die Reste einiger Säugetierarten von Pikermi in der Münchener Sammlung*, "Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften" 27, pp. 560-569.
- M. KRETZOI 1938, *Die Raubtiere von Gombaszog nebst einer Übersicht der Gesamtf fauna (ein Beitrag zur stratigraphie des Altquataers)*, "Annals Museum Naturalis Hungarici" 31, pp. 89-157.
- M. KRETZOI 1943, *Kochictis centennii n. g. n. sp., ein alttertümlicher Creodonte aus dem Oberoligozän Siebenbürgens*, "Földtani Közlöny" 73, pp. 190-195.
- C. LINNAEUS 1758, *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, in Synonymis,*

- Locis, Editio Decima, Tomus I.* Laurentius Salvius, Stockholm, reformata, 824 pp.
- S.G. MIVART 1882, *On the classification and distribution of the Aeluroidea*, "Proceedings of the Zoological Society of London", pp. 135-208.
- J. MORALES, M. PICKFORD, D. SORIA 2005, *Carnivores from the late Miocene and basal Pliocene of the Tugen Hills, Kenya*, "Revista de la Sociedad Geologica Española" 18, pp. 39-61.
- S. PEIGNÉ 2012, *Les Carnivora de Sansan*, "Mammifères de Sansan" 203, pp. 559-660.
- L. ROOK 1992, "Canis" *monticinensis sp. nov., a new Canidae (Carnivora, Mammalia) from the late Messinian of Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 31, pp. 151-156.
- L. ROOK 2009, *The wide ranging genus Eucyon Tedford & Qiu, 1996 (Mammalia, Carnivora, Canidae, Canini) in the Mio-Pliocene of the Old World*, "Geodiversitas" 31, pp. 723-741.
- L. ROOK, G. FICCARELLI, D. TORRE 1991, *Messinian carnivores from Italy*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 30, pp. 7-22.
- T. ROTHWELL 2003, *Phylogenetic systematics of North American Pseudaelurus (Carnivora: Felidae)*, "American Museum Novitates" 3403, pp. 1-64.
- M. SALESA, M. ANTÓN, J. MORALES, S. PEIGNÉ 2012, *Systematics and phylogeny of the small felines (Carnivora, Felidae) from the Late Miocene of Europe: a new species of Felinae from the Vallesian of Batallones (MN10, Madrid, Spain)*, "Journal of Systematic Palaeontology" 10, pp. 87-102.
- M. SALESA, G. SILICEO, M. ANTÓN, J. MORALES, S. PEIGNÉ 2019, *Functional and Systematic Implications of the Postcranial Anatomy of a Late Miocene Feline (Carnivora, Felidae) from Batallones-1 (Madrid, Spain)*, "Journal of Mammalian Evolution" 26, pp. 101-131.
- S. SEN, G. SARAÇ 2018, *Hyaenidae (Carnivora, Mammalia) from late Miocene and Pliocene of Çalta (Ankara, Turkey)*, "Revue de Paléobiologie" 37, pp. 561-575.
- M. SOTNIKOVA, L. ROOK 2010, *Dispersal of the Canini (Mammalia, Canidae: Caninae) across Eurasia during the late Miocene to early Pleistocene*, "Quaternary International" 212, pp. 86-97.
- G.C.C. STORR 1780, *Prodromus methodi mammalium*. Litteris Reissianis, Tubingae, Germany, 47 pp.
- R.H. TEDFORD, Z.X. QIU 1996, *A new canid genus from the Pliocene of Yushe, Shanxi Province*. "Vertebrata Palasiatica" 34, pp. 27-48.
- R.H. TEDFORD, X. WANG, B.E. TAYLOR 2009, *Phylogenetic systematics of the North American fossil Caninae (Carnivora: Canidae)*, "Bulletin of the American Museum of Natural History" 325, pp. 1-218.
- D. TORRE 1989, *Plioviverrops faventinus n. sp. a new carnivore of late Messinian age*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 232-238.
- A. TURNER, M. ANTÓN, L. WERDELIN 2008, *Taxonomy and evolutionary patterns in the fossil Hyaenidae of Europe*, "Géobios" 41, pp. 677-687.
- A. VALENCIANO, R. GOVENDER 2020, *New Fossils of Mellivora benfieldi (Mammalia, Carnivora, Mustelidae) from Langebaanweg, E'Quarry (South Africa, Early Pliocene): Re-Evaluation of the African Neogene Mellivorines*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 40(4), pp. e1817754.
- A. VALENCIANO, J. MORALES, R. GOVENDER 2021, *Eucyon khoikhoi sp. nov. (Carnivora: Canidae) from Langebaanweg E'Quarry (early Pliocene, South Africa): the most complete African canini from the Mio-Pliocene*, "Zoological Journal of the Linnean Society" zlab022, doi: 10.1093/zoolinnean/zlab022.
- X. WANG 1994, *Phylogenetic systematics of the Hesperocyoninae (Carnivora: Canidae)*, "Bulletin of the American Museum of Natural History" 221, pp. 1-207.
- X. WANG, R.H. TEDFORD 2008, *Dogs, Their Fossil Relatives and Evolutionary History*, Columbia University Press, New York, pp. 1-219.
- L. WERDELIN, N. SOLOUNIAS 1991, *The Hyaenidae: taxonomy, systematics and evolution*, "Fossils and Strata" 30, pp. 1-104.
- L. WERDELIN, N. SOLOUNIAS 1996, *The evolutionary history of the hyaenas in Europe and Western Asia during the Miocene*, in R.L. BERNOR, V. FAHLBUSCH, H.W. MITTMANN (a cura di), *The Evolution of the Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*, Columbia University Press, New York, pp. 290-306.
- L. WERDELIN, N. YAMAGUCHI, W.E. JOHNSON, J. O'BRIEN 2010, *Phylogeny and evolution of cats (Felidae)*, in D.M. Macdonald, A. Loveridge (a cura di), *The Biology and Conservation of Wild Felids*, Oxford University Press, Oxford, pp. 59-82.

L'ORITTEROPO (“FORMICHIERE AFRICANO”) DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Lorenzo Rook¹

Riassunto

L'animale più curioso presente nell'associazione a mammiferi del Monticino è senza dubbio l'oritteropo *Amphyorycteropus* cf. *gaudryi*, appartenente ai cosiddetti tubulidentati per via della particolare struttura dei denti, privi di smalto e radici e con la dentina disposta in prismi paralleli e “tubulari”. L'unica specie attuale, *Orycteropus afer*, diffusa nell'Africa sud-sahariana e con dieta costituita quasi esclusivamente da termiti, è nota anche col termine improprio di “formichiere africano” (poiché i “veri” formichieri, assegnati all'ordine sidentati, vivono soltanto in Sud America). Gli oritteropi, pur essendo relativamente rari, hanno avuto durante il Mio-Pliocene un areale piuttosto ampio alle latitudini mediterranee: il “formichiere” di Brisighella rappresenta la segnalazione più occidentale nel Miocene dell'Eurasia.

Parole chiave

Tubulidentati, *Amphyorycteropus*, Miocene superiore, Turoliano, Italia

Abstract

The most peculiar animal occurring within the Monticino quarry mammal association is undoubtedly the aardvark *Amphyorycteropus* cf. *gaudryi*, belonging to the so-called Tubulidentata due to the particular structure of the teeth, devoid of enamel and roots and with the dentin arranged in parallel and “tubular” prisms. The only living aardvark species, *Orycteropus afer*, widespread in South-Saharan Africa and with a diet consisting almost exclusively of termites, is also known by the improper term of “African anteater” (since the “real” anteaters, assigned to the order toothless, live only in South America). Fossil aardvarks, although relatively rare, had a rather wide range at the Mediterranean latitudes during the Mio-Pliocene: the Brisighella aardvark represents the westernmost record of the genus in the Miocene of Eurasia.

Keywords

Tubulidentata, *Amphyorycteropus*, Late Miocene, Turolian, Italy

Introduzione

L'oritteropo è un mammifero notturno di medie dimensioni, la cui unica specie attuale, *Orycteropus afer*, ha ampia distribuzione geografica nell'Africa subsahariana. Sebbene l'ordine dei Tubulidentata sia oggi rappresentato da un'unica specie si conoscono altri taxa fossili (specie e generi) di quest'ordine che, nel passato, ha avuto una distribuzione geografica più vasta, raggiungendo diverse regioni dell'Eurasia.

La specie attuale è un tipico mirmecofago, si ciba di formiche e termiti, che dissotterra dai loro formicai e termitai grazie ai forti artigli e alle robuste zampe (da cui l'etimologia del nome, dal greco ὀρυκτήρ “scavatore” e πούς “piede”). Animale prevalentemente notturno, a differenza di altri insettivori, possiede un muso lungo e tubulare, simile a quello di un maiale, che viene utilizzato per fiutare il cibo (caratteristica da cui deriva il nome comune utilizzato nei paesi anglofoni “aardvark”, dalla lingua afrikaans del Sud Africa che significa “maiale della terra”). Nella lista della IUCN

(International Union for Conservation of Nature) viene classificato come specie a rischio minimo, sebbene il numero degli esemplari sembri in diminuzione.

I tubulidentati più antichi sono noti dal Miocene inferiore dell'Africa orientale, con *Myorycteropus minutus* dalla località di Songhor in Kenya (circa 19,6 Ma), e con *Myorycteropus africanus*, da vari siti sempre del Miocene inferiore in Kenya e Uganda (MACINNES 1956; PICKFORD 1975; LEHMANN 2007). Durante il Miocene medio e superiore, la distribuzione dei rappresentanti di questo ordine si amplia a comprendere tutto il continente africano, ad eccezione della penisola arabica, ed estendendosi anche alle regioni dell'Eurasia (PATTERSON 1975; LEHMANN 2009).

In una approfondita revisione avente per oggetto sistematica e filogenesi della famiglia, con il riconoscimento dell'esistenza di due linee evolutive distinte, LEHMANN (2009) ha mantenuto il genere *Orycteropus* per il gruppo di specie che ha portato, in Africa, alla comparsa della forma attuale, ed ha istituito il genere *Amphyorycteropus* per le forme della linea evolutiva

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – lorenzo.rook@unifi.it

che dal continente africano si è espansa in Eurasia a partire dalla fine del Miocene inferiore, e vi ha prosperato sino al Pliocene inferiore.

Le documentazioni più antiche di un tubulidentato al di fuori del continente africano le troviamo con resti molto frammentari alla fine del Miocene inferiore a Paşalar, in Turchia, e all'inizio del Miocene medio (sempre in Turchia, a Çandır) con la specie *Amphyorycteropus seni* (fig. 1).

L'espansione del genere *Amphyorycteropus* si amplia progressivamente nel Miocene medio e superiore, fino a raggiungere la massima dispersione in Eurasia durante il Turoliano (circa 7 Ma), quando lo troviamo distribuito dall'Italia settentrionale al Pakistan (fig. 2). L'areale di distribuzione del genere subisce una drastica contrazione nel Pliocene (fig. 3) quando la sua

presenza è documentata solamente in alcune aree di rifugio nel sud della Francia (HELBING 1933) e in Pakistan (PIKFORD 1978), per poi scomparire totalmente dall'Eurasia nel Pliocene superiore.

L'oritteropo di Cava Monticino

Ordine Tubulidentata HUXLEY, 1872
 Famiglia Orycteropodidae BONAPARTE, 1850
 Genere *Amphyorycteropus* LEHMANN, 2004

Amphyorycteropus cf. *gaudryi*

Le dimensioni e la morfologia di denti (fig. 4) ed elementi del postcraniale dell'oritteropo della cava dei

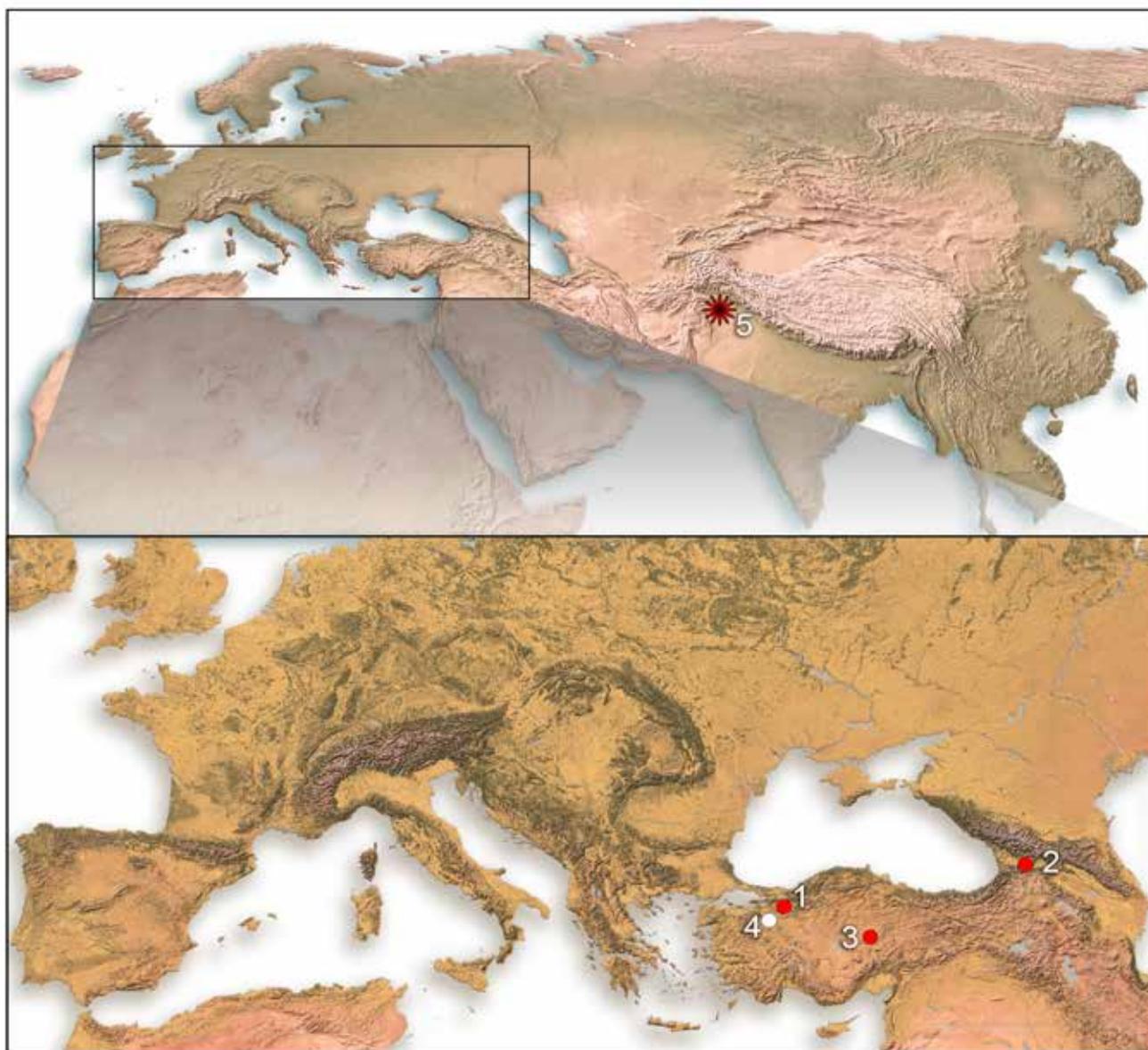


Fig. 1 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Amphyorycteropus* durante il Burdigaliano/Serravalliano in Eurasia (e circum-Mediterraneo) basata sui dati di Tabella 1. I simboli indicano: Cerchio bianco, *Amphyorycteropus* sp.; Cerchio rosso, *Amphyorycteropus seni*; Asterisco, *Amphyorycteropus browni*.

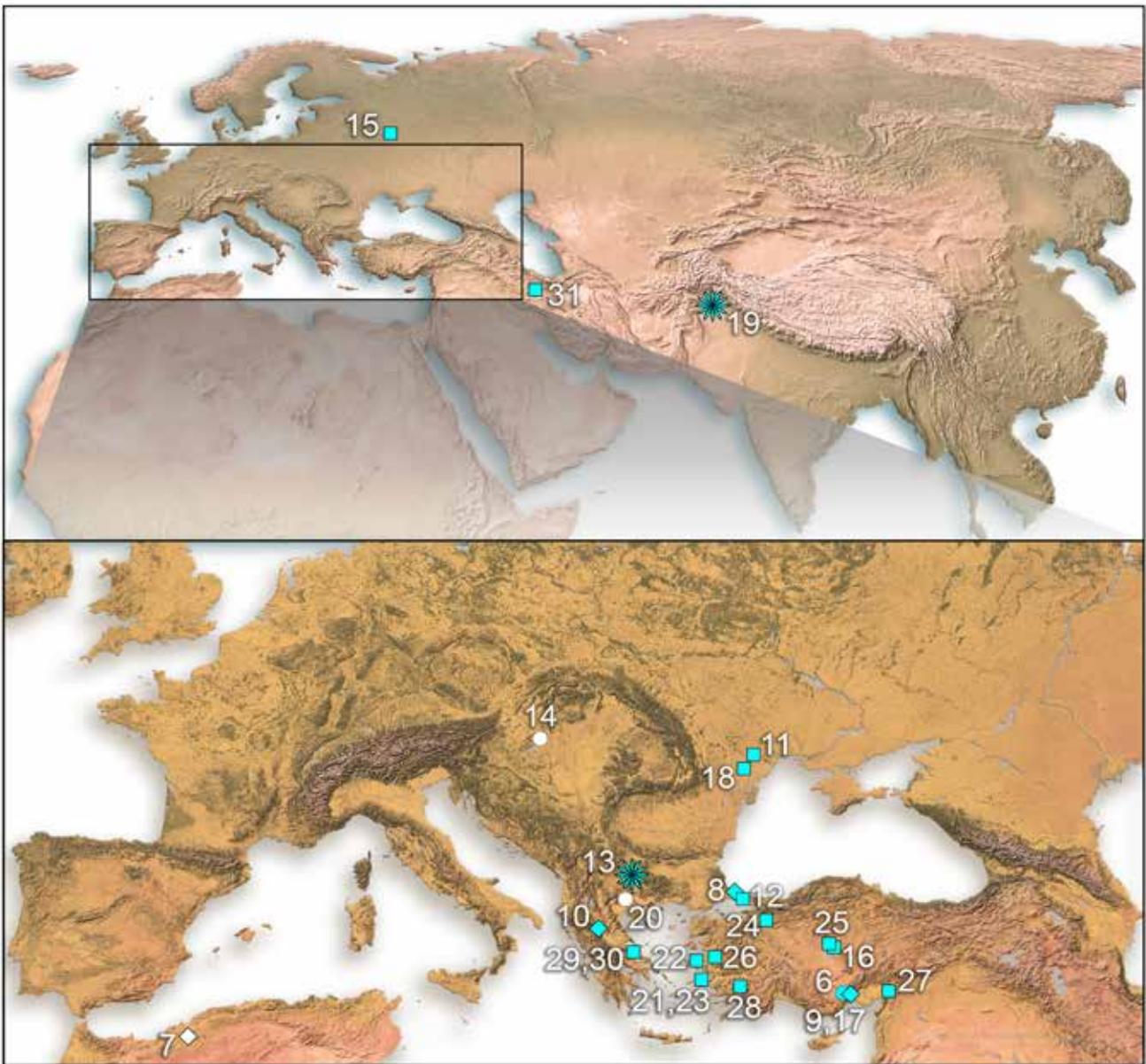


Fig. 2 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Amphorycteropus* durante il Tortoniano in Eurasia (e circum-Mediterraneo) basata sui dati di Tabella 1. I simboli indicano: Asterisco, *Amphorycteropus browni*; Cerchio bianco, *Amphorycteropus* sp.; Quadrato azzurro, *Amphorycteropus gaudryi*; Rombo bianco, *Amphorycteropus mauritanicus*; Rombo azzurro, *Amphorycteropus pottieri*; Cerchio azzurro, *Amphorycteropus* cf. *pottieri*.

gessi del Monticino sono paragonabili ai resti di *Amphorycteropus gaudryi* del campione proveniente dal Miocene superiore (MN12) dell'Isola di Samos in Grecia (FORSYTH MAJOR 1888; COLBERT 1941). Le proporzioni generali dello scheletro di *Amphorycteropus gaudryi* sono abbastanza simili a quelle della specie attuale *Orycteropus afer*, anche se, rispetto a tutte le specie fossili conosciute del genere, la specie attuale è di taglia più grande e, in particolare, ha una zampa anteriore molto più robusta, indizio di un adattamento alla attività fossoriale marcatamente più sviluppato. Tra le specie del Miocene superiore / Pliocene inferiore dell'area circum-mediterranea, la specie fossile *Amphorycteropus mauritanicus* (Bou Hanifia 1, Al-

geria; Vallesiano) è rappresentata da un cranio e una mandibola frammentari e da alcune ossa, e presenta dimensioni nettamente maggiori rispetto a *A. gaudryi* e agli esemplari di Cava Monticino. Anche la specie del Pliocene inferiore, *Amphorycteropus depereti* (Perpignan, Francia; Ruscignano) è di dimensioni più grandi rispetto a *A. gaudryi*. *A. depereti* non è confrontabile direttamente con i resti di Cava Monticino, dal momento che la specie pliocenica è rappresentata solo dal cranio. Comunque, anche solo per la taglia, *A. depereti* sembra non direttamente confrontabile con i resti rinvenuti a Cava Monticino. Dal momento che le caratteristiche diagnostiche più significative delle tre specie si basano sulla morfo-

gia del cranio e della mandibola, l'oritteropo di Cava Monticino non è attribuibile con certezza a nessuna delle tre specie sopra citate. Tuttavia, per l'età del giacimento e per le somiglianze generali il materiale, l'oritteropo di Cava Monticino è stato cautelativamente attribuito a *Amphorycteropus* cf. *gaudryi* (ROOK, MASINI 1994)

Il significato paleobiogeografico e paleoambientale di *Amphorycteropus*

La sopravvivenza degli oritteropi è legata alla presenza di terreni morbidi, caratteristica molto importante

dal momento che questi animali scavano nel terreno le loro tane come ricoveri temporanei o residenza permanente (dove dormono durante il giorno essendo animali prevalentemente notturni), oltre che alla ricerca del cibo. Gli oritteropi attuali favoriscono gli ambienti semiaridi e di foresta aperta (SHOSHANI *et alii* 1988). *Orycteropus afer* si nutre principalmente di termiti, ma è noto per integrare la sua dieta mirmecofaga cibandosi dei frutti di una specie vegetale di Cucurbitaceae (*Cucumis humifructus*), che rappresenta un'importante fonte di acqua. È significativo che l'area di questa pianta coincida con la distribuzione di *O. afer*, e l'associazione tra l'animale e la pianta è così stretta da essere descritta come simbiotica (MEEUSE 1963).

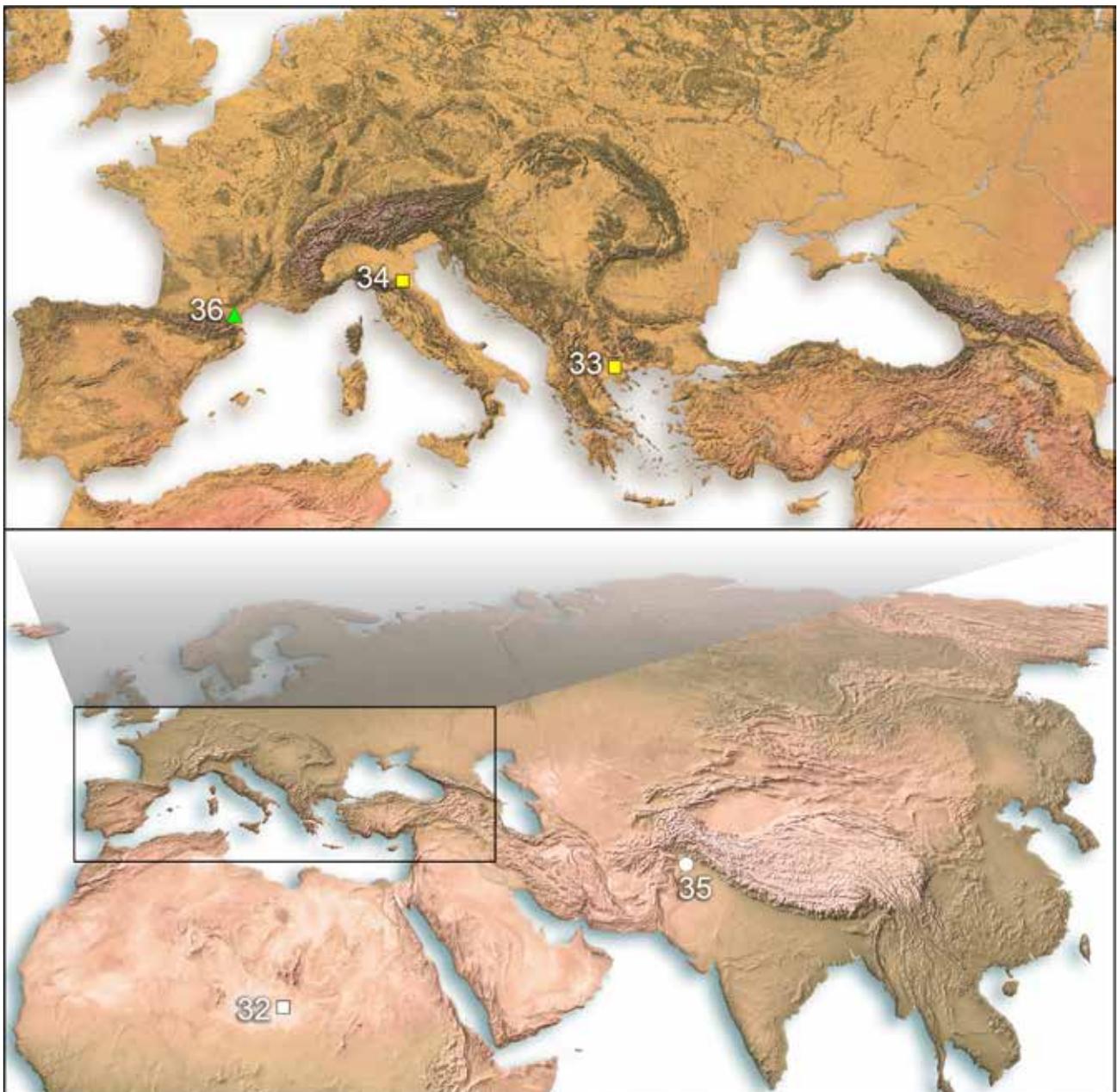


Fig. 3 – Distribuzione geografica dei ritrovamenti di *Amphorycteropus* durante il Messiniano/Zancleano in Eurasia (e circum-Mediterraneo) basata sui dati di Tabella 1. I simboli indicano: Cerchio bianco, *Amphorycteropus* sp.; Quadrato giallo, *Amphorycteropus gaudryi*; Triangolo verde, *Amphorycteropus depereti*; Quadrato bianco, *Amphorycteropus abundulafus*.



Fig. 4 – Resti dentari di *Amphyorycteropus* cf. *gaudryi*: a sinistra secondo molare inferiore destro in vista linguale (BRS5/6), altezza del dente 1,6 centimetri; a destra primo molare superiore sinistro in vista labiale (BRS27/51), altezza del dente 2,1 centimetri (Foto S. Bartolini-Lucenti).

Da un punto di vista paleobiogeografico e paleoclimatico è interessante notare che i tubulidentati apparentemente non raggiunsero mai l'Europa centro-settentrionale e nord-orientale (fig. 3), mantenendo una distribuzione che non ha superato, in Eurasia, le medie latitudini. Un modello di dispersione che può essere interpretato in termini climatici se assumiamo che i rappresentanti fossili del genere *Amphyorycteropus* erano (come il genere attuale) adattati ad ambienti boschivi relativamente aperti delle fasce climatiche tropicali e subtropicali (SEN 2013).

Bibliografia

- E.H. COLBERT 1941, *A study of Orycteropus gaudryi from the island of Samos*, "Bulletin of the American Museum of Natural History" 78, pp. 305-351.
- C.J. FORSYTH MAJOR 1888, *Sur un gisement d'ossements fossiles dans l'île de Samos, contemporains de l'âge de Pikermi*, "Comptes Rendus Hebdomadaires del l'Academie des Sciences, Paris" 107, pp. 1178-1181.
- H. HELBING 1933, *Ein Orycteropus-Fund aus dem unteren Pliozän des Roussillon*, "Eclogae geologicae Helvetiae" 26, pp. 296-303.
- T. LEHMANN 2007, *Amended taxonomy of the order Tubulidentata (Mammalia, Eutheria)*, "Annals of the Transvaal Museum" 44, pp. 179-196.
- T. LEHMANN 2009, *Phylogeny and systematics of the Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata)*, "Zoological Journal of the Linnean Society of London" 155, pp. 649-702.
- D.G. MACINNES 1956, *Fossil Tubulidentata from East Africa*, "Fossil Mammals of Africa. British Museum (Natural History) of London" 10, pp. 1-38.
- A.D. MEEUSE 1963, *A possible case of interdependence between a mammal and a higher plant*, "Archives Neerlandese de Zoologie" 13, pp. 314-318.
- B. PATTERSON 1975, *The fossil Aardvarks (Mammalia: Tubulidentata)*, "Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Cambridge" 147, pp. 185-237.
- M. PICKFORD 1975, *New fossil Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata) from East Africa*, "Netherlands Journal of Zoology" 25, pp. 57-88.
- M. PICKFORD 1978, *New evidence concerning the fossil aardvarks (Mammalia, Tubulidentata) of Pakistan*, "Tertiary Research" 2, 39-44.
- L. ROOK, F. MASINI 1994, *Orycteropus cf. gaudryi (Mammalia, Tubulidentata) from the Late Messinian of the Monticino Quarry (Faenza, Italy)*, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 33, pp. 369-374.
- S. SEN 2013, *Dispersal of African mammals in Eurasia during the Cenozoic: Ways and whys*, "Geobios" 46, pp. 159-172.
- J. SHOSHANI, C. GOLOMAN, J.G.M. THEWISSEN 1988, *Orycteropus afer*, "Mammalian Species" 300, pp. 1-8.

#	Località	Paese	Attribuzione cronologica	Attribuzione tassonomica
1	Paşalar	Turchia	Miocene inferiore-medio (Burdigaliano-Langhiano), MN5 (16,0-13,7 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>seni</i>
2	Belometheskaya	Georgia	Miocene medio (Langhiano), MN6 (13,7-12,7 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>seni</i>
3	Çandır	Turchia	Miocene medio (Langhiano), MN6 (13,7-12,7 Ma)	<i>Amphiorcyteropus seni</i>
4	Sofça	Turchia	Miocene medio (Serravalliano), MN7/8 (12,7-11,1 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> sp.
5	Chinji (Potwar Plateau)	Pakistan	Miocene medio (Serravalliano), MN7/8 (12,7-11,1 Ma)	<i>Amphiorcyteropus browni</i>
6	Sinap 64	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN9 (11,1-9,7 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>seni</i>
7	Bou Hanifia 1	Algeria	Miocene superiore (Tortoniano), MN9/10 (11,1-8,8 Ma)	<i>Amphiorcyteropus mauritanicus</i>
8	Yassiören (Sinap)	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN9/10 (11,1-8,8 Ma)	<i>Amphiorcyteropus pottieri</i>
9	Sinap 12, 72, 108	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN9/10 (11,1-8,8 Ma)	<i>Amphiorcyteropus pottieri</i>
10	Pentalophos 1	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN10 (9,7-8,8 Ma)	<i>Amphiorcyteropus pottieri</i>
11	Tiraspol	Moldavia	Miocene superiore (Tortoniano), MN10 (9,7-8,8 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
12	Küçükçekmece	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN10/11 (9,7-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>gaudryi</i>
13	Kocherinovo 1	Bulgaria	Miocene superiore (Tortoniano), MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>browni</i>
14	Csakvar	Ungheria	Miocene superiore (Tortoniano), MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> sp.
15	Grebeniki	Ucraina	Miocene superiore (Tortoniano), MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
16	Hirfanli	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
17	Sinap 46, 49	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>pottieri</i>
18	Choburchi	Moldavia	Miocene superiore (Tortoniano), MN11 (8,8-7,9 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> cf. <i>gaudryi</i>
19	Hasnot	Pakistan	Miocene superiore (Tortoniano), MN11-MN12 (8,8-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus browni</i>
20	Prochoma 1	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN11-MN12 (8,8-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus</i> sp.
21	Samos Q1, 4, 5	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN11-MN12 (8,8-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
22	Achmet Aga	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN11-MN12 (8,8-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
23	Samos MTL	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
24	Bayirköy	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
25	Akkasdagi	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>

26	Akgedir-Bayir	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
27	Kemiklitepe B	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
28	Serefköy	Turchia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
29	Kerassia	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
30	Prokopion	Grecia	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
31	Maragheh	Iran	Miocene superiore (Tortoniano), MN12 (7,9-7,0 Ma)	<i>Amphiorcyteropus cf. gaudryi</i>
32	KB03 (deserto del Djurab)	Chad	Miocene superiore (Messiniano), MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>Amphiorcyteropus abundulafus</i>
33	Dytiko 1	Grecia	Miocene superiore (Messiniano), MN13 (7,0-5,1 Ma)	<i>Amphiorcyteropus gaudryi</i>
34	Brisighella	Italia	Miocene superiore (Messiniano), MN13 (5,5-5,33 Ma)	<i>Amphiorcyteropus cf. gaudryi</i>
35	Dhok Pathan Fm	Pakistan	Pliocene inferiore (Zancelano), MN14 (5,1-4,2 Ma)	<i>Amphiorcyteropus sp.</i>
36	Perpignan	Francia	Pliocene inferiore (Zancelano), MN15 (4,2-3,2 Ma)	<i>Amphiorcyteropus depereti</i>

Tab. 1 – Elenco delle località che in Eurasia (e circum-Mediterraneo) hanno restituito fossili di *Amphiorcyteropus*, con stima dell'età ed attribuzione tassonomica (modificato da LEHMANN 2009; SEN 2013). In grassetto le località tipo delle diverse specie.

I PERISSODATTILI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Luca Pandolfi¹, Omar Cirilli^{1,2}

Riassunto

Rispetto ad altre aree d'Europa, i resti di perissodattili fossili miocenici in Italia sono piuttosto scarsi e poco conosciuti. I resti di rinoceronte provenienti dalla Cava Monticino (Emilia Romagna) rappresentano quindi una importante testimonianza per il Miocene terminale italiano. Gli esemplari rinvenuti includono denti isolati ed uno scafoide e sono stati assegnati alla specie "*Dihoplus*" *megarhinus* sulla base di diversi caratteri morfologici. I denti di Cava Monticino mostrano alcuni caratteri più evoluti rispetto a quanto osservato negli esemplari di "*D.*" *megarhinus* da Baccinello V3, Kávás e altre località mioceniche. Tali caratteri sono stati osservati in alcuni denti isolati rinvenuti nel sito di Montpellier, cronologicamente riferito al Pliocene Inferiore. "*Dihoplus*" *megarhinus* era considerato un taxon tipico del Pliocene, ma la specie è stata recentemente segnalata nelle associazioni a mammiferi del Miocene terminale (MN12 e MN13) dell'Ungheria. La comparsa di "*D.*" *megarhinus* nel Turoliano terminale in Italia conferma la presenza di questa specie in Europa nel corso del Miocene Superiore e suggerisce una dispersione di taxa dell'Europa Orientale verso Occidente e la Penisola Italiana durante la MN13. Così come i resti di rinoceronti, anche gli esemplari fossili di equidi sono scarsamente rappresentati. Da Cava Monticino infatti provengono cinque reperti, tra cui tre denti superiori isolati, un dente inferiore isolato e un frammento di un terzo metacarpo. Sulla base delle caratteristiche morfologiche e dimensionali, i resti fossili di equidi sono stati attribuiti alla specie *Hippotherium malpassi*. La stessa specie è stata descritta e identificata nel sito di Baccinello e nel bacino de "Il Casino" in Toscana meridionale, e la sua presenza nel sito di Cava Monticino testimonia la grande distribuzione del genere *Hippotherium* in Europa centrale e nell'area circum-mediterranea durante l'ultimo periodo del Miocene, prima della sua scomparsa all'inizio del Pliocene.

Parole chiave

Perissodattili, Rhinocerotidae, Equidae, Miocene superiore, Turoliano, Italia

Abstract

Latest Miocene Perissodactyla from central and northern Italian localities are poorly known and documented. Rhinoceros collected at Monticino Quarry includes isolated teeth (upper and lower premolars and molars) and a scaphoid. The studied specimens have been assigned to the species "*Dihoplus*" *megarhinus* based on several morphological characters. "*Dihoplus*" *megarhinus* has been considered a typical Pliocene species, nevertheless it has been recently recorded in several Late Miocene (MN12 and MN13) mammal assemblages of the Pannonian Basin (Hungary). The occurrence of "*D.*" *megarhinus* in the latest Turolian of Italy confirms the presence of this species during the Late Miocene in Europe and suggests a dispersal of eastern European taxa in western Europe and Italy during the MN13. The Late Miocene Equid from Cava Monticino is represented by the hipparionine horse *Hippotherium malpassii*. The species represent an Italian endemism of the genus *Hippotherium*, and it has been recognized in the localities of Baccinello V3 and Il Casino (Tuscany). The presence of *H. malpassii* testifies the wide distribution of the genus *Hippotherium* in the Late Miocene of Europe, before its extinction at the onset of the Pliocene.

Keywords

Perissodactyla, Rhinocerotidae, Equidae, Late Miocene, Turolian, Italy

Introduzione

I Perissodattili sono un ordine di Mammiferi Euteri che include gli ungulati con un numero dispari di dita, strettamente erbivori. Questo ordine comprende la famiglia Tapiridae, rappresentata dal solo genere *Tapirus* con quattro specie attualmente viventi, la famiglia Rhinocerotidae con cinque specie attualmente

viventi appartenenti ai generi *Ceratotherium* (rinoceronte bianco), *Diceros* (rinoceronte nero), *Rhinoceros* (il grande rinoceronte indiano e il rinoceronte di Giava) e *Dicerorhinus* (il rinoceronte di Sumatra), e la famiglia Equidae con otto specie esistenti fra cavalli, asini e zebre, tutte incluse nel genere *Equus*.

I Perissodattili hanno evoluto alcuni caratteri morfologici unici rispetto agli altri ungulati, come l'arto

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – luca.pandolfi@unifi.it

² Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra, Via S. Maria, 56, 56126, Pisa (PI) – omar.cirilli@phd.unipi.it

mesaxonico (l'asse dell'arto passa per il dito centrale) e denti lofiodonti (caratterizzati dalla fusione delle cuspidi occlusali).

I Perissodattili attualmente viventi rappresentano una piccola reminiscenza di un gruppo altamente diversificato di mammiferi che si originò alla fine del Paleocene nel Nord America e Asia.

Durante il Miocene, diverse specie di Perissodattili si diffusero in tutto il vecchio mondo, occupando diverse nicchie ecologiche e diversificandosi nei vari continenti.

Nel Miocene superiore quattro specie di Rhinocerotidae sono presenti nella sola Europa Occidentale, *Dihoplus schleiermachersi*, *Dihoplus pikermiensis*, "*Dihoplus*" *megarhinus* e *Ceratotherium neumayri* (fig. 1).

Di queste, "*Dihoplus*" *megarhinus* fu una delle prime specie di rinoceronte estinte descritte dai paleontologi (PANDOLFI *et alii* 2015, 2016). La specie fu nominata da DE CHRISTOL nel 1834 e fu segnalata in diverse località del Pliocene Europeo, incluso Romania, Polonia e Turchia (GUÉRIN 1980; PANDOLFI

et alii 2015, 2016). "*Dihoplus*" *megarhinus* è stata in passato riferita al genere *Dicerorhinus*, tipificato dall'attuale rinoceronte di Sumatra, *D. sumatrensis*. Tuttavia, quest'ultima specie differisce da quella fossile europea per le sue piccole dimensioni, una differente posizione delle orbite e dell'incisura nasale, dalla forma del canale uditivo e dalla morfologia dentaria. La specie descritta da DE CHRISTOL è stata riferita al genere *Stephanorhinus* da alcuni autori, ma questa attribuzione resta problematica a causa delle differenze craniali fra le specie di questo genere e "*Dihoplus*" *megarhinus*, fra cui l'assenza in quest'ultimo del setto nasale ossificato e la presenza di incisivi inferiori e superiori (PANDOLFI *et alii* 2015, 2016). "*Dihoplus*" *megarhinus* è stata più propriamente inclusa nel genere *Dihoplus*, di cui *D. schleiermachersi* rappresenta la specie tipo. Anche in questo caso però, alcune differenze morfologiche non permettono una chiara e definitiva inclusione in questo genere e ulteriori ricerche sono in corso per meglio definire la posizione tassonomica di questa specie.

Sebbene gli equidi attuali siano rap-

presentati solamente dal genere *Equus*, nel corso della loro storia evolutiva (circa 55 milioni di anni) essi si sono diversificati in numerosi generi e specie.

Gli equidi presenti a Cava Monticino fanno parte dei caratteristici "*Hipparion*" sensu-lato, caratterizzati da una peculiare morfologia del cranio e dei denti superiori (con il tipico protocono isolato) e con tre zoccoli nelle zampe anteriori e posteriori, anche se il solo zoccolo centrale funzionale alla locomozione.

Questi equidi si diffusero dal Nord America circa 11 milioni di anni fa con il genere *Cormohipparion*, dando origine a una rilevante radiazione evolutiva in Eurasia e Africa. Infatti, il Miocene terminale, in cui viene incluso il sito fossilifero di Cava Monticino, rappresenta l'apice della loro radiazione evolutiva, con ben sei generi diversi tra cui *Hippotherium*, *Hipparion* sensu-strictu, *Cremohipparion*, *Eurygnathohippus*, *Cremohipparion*, *Sivalhippus*, *Shanxihippus*, *Proboscipparion* e *Plesiohipparion* (BERNOR *et alii* 2012).

Lequide fossile di Cava Monticino appartiene al ge-



Fig. 1 – Mappa delle località mioceniche italiane che hanno restituito resti di Rhinocerotidae e Equidae. 1) Moncucco Torinese ("*Dihoplus*" *megarhinus*); 2) Verduno ("*Dihoplus*" *megarhinus*; *Cremohipparion moldavicum*); 3) Cava Monticino ("*Dihoplus*" *megarhinus*; *Hippotherium malpassii*); 4) Bacino del Casino (*Hippotherium malpassii*); 5) Bacino della Velona (*Hipparion* sp.); 6) Baccinello V3 ("*Dihoplus*" *megarhinus*; *Hippotherium malpassii*); 7) Cessaniti ("*Ceratotherium*" *adventis*); 8) Gravitelli (*Ceratotherium* sp.).

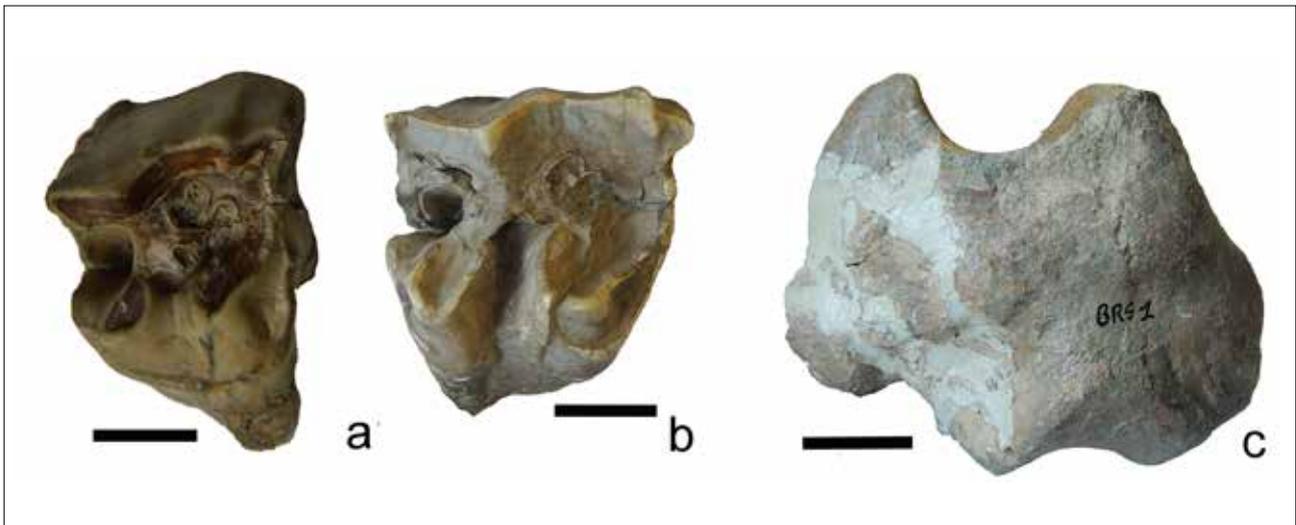


Fig. 2 – Resti di Rhinocerotidae della Cava del Monticino. a) P4 destro (MSF 115) in vista oclusale; b) M2 destro (MSF 116) in vista oclusale; c) scafoide (MSF BRS1/n.c.) in vista mediale. Scala di riferimento = 2 cm.

nera *Hippotherium*, rappresentato dalla specie *H. malpassii* (fig. 1). Questa specie rappresenta un “endemismo” italiano, in quanto attualmente presente solamente nel sito coevo di Baccinello V3 (ROOK, BERNOR 2013) e con alcune caratteristiche dentali avanzate che la distinguono dalle altre specie del genere *Hippotherium*, come *H. primigenium*, *H. intans*, *H. microdon*, *H. kammerschmittae*, *H. brachypus* and *H. giganteum*, mentre conserva altre caratteristiche craniali e postcraniali primitive proprie del genere *Hippotherium*.

Il rinoceronte di Cava Monticino

Order Perissodactyla OWEN, 1848
 Superfamily Rhinoceroidea GRAY, 1821
 Family Rhinocerotidae GRAY, 1821
 Subfamily Rhinocerotinae GRAY, 1821
 Tribe Rhinocerotini GRAY, 1821
 Genus *Dihoplus* BRANDT, 1878

“Dihoplus” megarhinus

La presenza del rinoceronte nella fauna di Cava Monticino è stata riportata per la prima volta in DE GIULI *et alii* (1988), dove viene elencato nella lista faunistica come “*Dicerorhinus* cf. *megarhinus*” sulla base di due denti isolati superiori probabilmente appartenenti allo stesso individuo di grande taglia. I resti in totale includono anche alcuni frammenti di denti ed un osso scafoide del carpo (fig. 2), descritti ed illustrati in PANDOLFI, ROOK (2017).

I denti superiori del Monticino condividono diversi caratteri morfologici con “*Dihoplus” megarhinus* pro-

veniente dalla località tipo di Montpellier in Francia e riferita al Pliocene basale, e mostra alcuni caratteri più derivati rispetto agli esemplari della stessa specie raccolti nei siti del Miocene superiore di Baccinello V3 in Italia e Kávás in Ungheria. Tali caratteri, quali la presenza di pieghe aggiuntive nello smalto dentario (ad esempio la crista o il doppio crochet), sono infatti molto più comuni nelle forme più recenti della specie. Lo scafoide del Monticino è particolarmente grande e si differenzia morfologicamente dalle altre specie mioceniche per la forma e sviluppo delle articolazioni, consentendo una sicura attribuzione a “*Dihoplus” megarhinus*.

L'equide di Cava Monticino

Superfamily Equoidea HAY, 1902
 Family Equidae GRAY, 1821
 Subfamily Equinae GRAY, 1821
 Tribe Hipparionini QUINN, 1955
 Genus *Hippotherium* KAUP, 1832

Hippotherium malpassii

La presenza di un equide appartenente al genere “*Hipparion*” sensu lato nella fauna di Cava Monticino è stata riportata per la prima volta in DE GIULI *et alii* (1988), incluso nella lista faunistica come “*Hipparion* sp.”. Sulla base degli stessi reperti, tre denti superiori, uno inferiore e un frammento di un terzo metacarpo (fig. 3), ROOK, BERNOR (2013) hanno identificato la presenza di *Hippotherium malpassii*. Le morfologie dei denti superiori e inferiori di Cava Monticino mostrano le stesse caratteristiche del campione fossile di

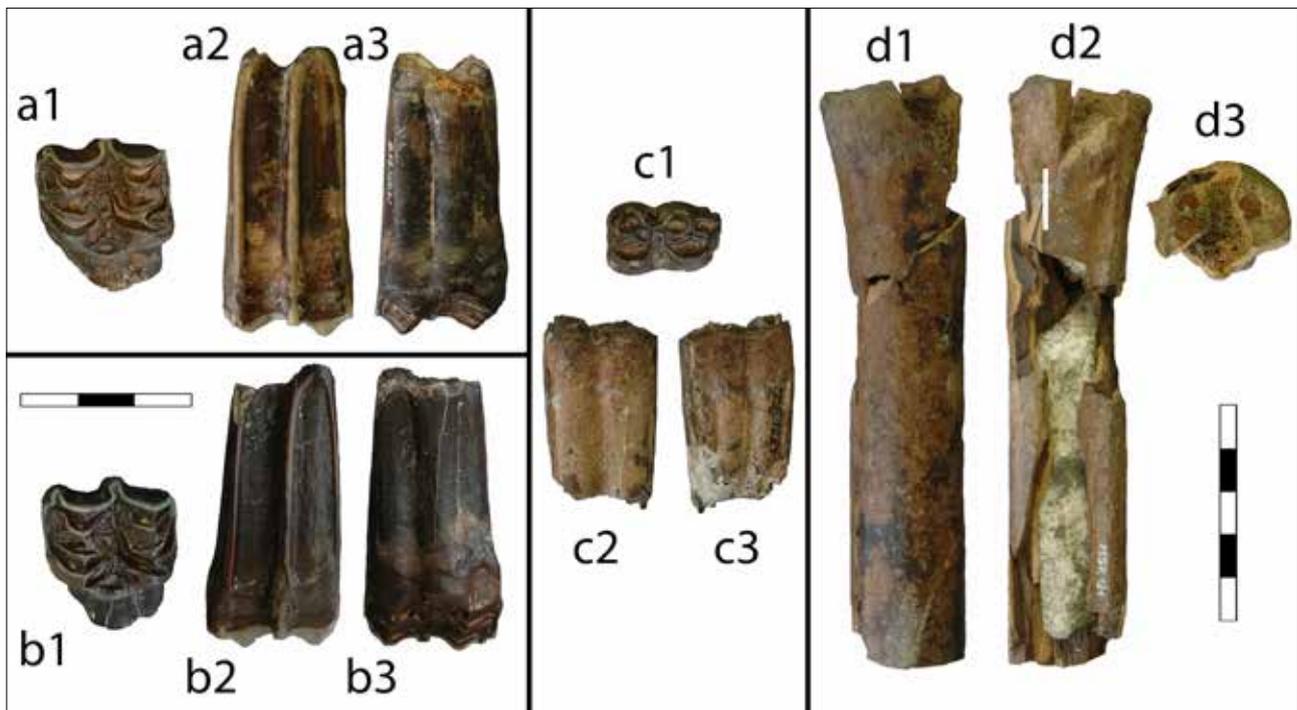


Fig. 3 – Resti di Equidae della Cava del Monticino. a) P4 destro (MSF 119) in vista occlusale (a1), in vista labiale (a2) e in vista linguale (a3); b) P4 destro (MSF 120) in vista occlusale (b1), in vista labiale (b2) e in vista linguale (b3); c) m2 destro (MSF 122) in vista occlusale (c1) in vista labiale (c2) e in vista linguale (c3); d) terzo metacarpo sinistro (MSF 121) in vista craniale (d1), in vista palmare (d2) e in vista prossimale (d3). Scala di riferimento= 3 cm nelle figure a, b, c; 5 cm in figura d.

Baccinello V3, dove è stata descritta la specie *Hippotherium malpassii*. Nello specifico, questi reperti mostrano la tipica morfologia che contraddistingue il genere *Hippotherium*, con una complessa ornamentazione della superficie dello smalto dei denti superiori e un protocono (la piccola "isoletta" presente sulla superficie dei denti superiori visibile nelle figure 3a1 e 3b1) di medie dimensioni. Le dimensioni del frammento del terzo metacarpo mostra una morfologia robusta e dimensionalmente simile anch'esso al campione di *H. malpassii* di Baccinello V3. Inoltre, la morfologia dei denti superiori e inferiori escludono la possibile attribuzione ad altri generi come *Eurygnathohippus* (caratterizzato da una più complessa forma dello smalto dei denti inferiori), oppure ai generi *Sivalhippus* o *Cremohipparion*, caratterizzati da una morfologia dei denti meno complessa e da una dimensione dei metapodi rispettivamente più grande e più gracile di quelli di *H. malpassii* da Cava Monticino e Baccinello V3.

Il significato paleobiogeografico e paleoambientale di "*Dihoplus*" *megarhinus*

La presenza di "*Dihoplus*" *megarhinus* è attualmente confermata in soltanto tre località del Turoliano ita-

liano, oltre che a Cava Monticino, anche a Baccinello V3 e Moncucco Torinese (PANDOLFI, ROOK 2017). In Europa questa specie è segnalata a partire dal MN12 e MN13 in Ungheria, a Baltavár (MN12), a Kávás (circa 7 milioni di anni fa; transizione MN12-MN13), e probabilmente a Polgárdi (MN12 o MN13), e anche più ad Est, a Taraklia (Moldavia) e Novo-Elisavetovka (Ucraina), suggerendo una dispersione verso occidente alla fine del Miocene (PANDOLFI *et alii* 2015, 2016). Durante il Pliocene (MN14 e MN15) "*D.*" *megarhinus* è segnalato in diverse località italiane, come ad esempio la Val di Pugna, Monte Giogo, Monte Bianco (PANDOLFI 2013) e in diverse località ungheresi, come Gödöllő e Mogyoród. Altrove in Europa, la specie è presente nel Pliocene di Francia, ad esempio a Montpellier (MN14) e in Turchia, a Çalta (MN15) (GUÉRIN 1980; GUÉRIN, SEN 1998). La presenza di "*D.*" *megarhinus* nella Pensiola Iberica non ha finora trovato riscontro e il materiale necessita ancora di una attenta revisione (CERDEÑO 1992). Studi paleoecologici su questa specie sono scarsi. La morfologia dentaria e craniale (PANDOLFI, MAIORINO 2016) suggeriscono che fosse un rinoceronte prevalentemente brucatore, che si cibava quindi di essenza vegetali poco abrasive, come foglie, ricoprendo quindi un ruolo ecologico simile a quello dell'attuale rinoceronte nero africano.

Il significato paleobiogeografico e paleoambientale di *Hippotherium malpassii*

Oltre al sito fossile del Monticino, *Hippotherium malpassii* è attualmente presente soltanto nella località tipo di Baccinello V3 (ROOK, BERNOR 2013). Tuttavia, un recente studio preliminare sugli equidi fossili del bacino del Casino (Miocene terminale, come Cava Monticino e Baccinello V3) ha evidenziato la stessa morfologia dello smalto dei denti di *H. malpassii* da Cava Monticino e Baccinello V3 (CIRILLI *et alii* 2020). Il campione fossile del bacino Miocenico del bacino del Casino è stato studiato da FORSYTH MAJOR (1875) e riferito a *Hipparion gracile*. Tuttavia, già FORSYTH MAJOR (1875) evidenziava la differente morfologia dei denti del bacino del Casino rispetto ai più noti giacimenti di Pikermi (Grecia) e Mont Luberon (Francia), sottolineando invece una stretta somiglianza con il campione fossile di Eppelsheim (Germania), dove è riportata una specie del genere *Hippotherium*, *H. primigenium*.

Altre segnalazioni di equidi tridattili appartenenti alla tribù degli Hipparionini provengono dal bacino della Velona (Siena, Toscana), attribuiti a "*Hipparion* sp." (GHETTI *et alii* 2002), mentre dal sito del Miocene terminale di Verduno (Alba, Piemonte) proviene un singolo dente superiore attribuito a *Cremohipparion macedonicum* (COLOMBERO *et alii* 2014). Tuttavia, la presenza del genere *Cremohipparion* nel record fossile italiano del Miocene terminale è stata evidenziata anche da BERNOR *et alii* (2012) nel sito di Baccinello V3, insieme a *H. malpassii*.

I campioni fossili di Cava Monticino, Baccinello V3 e del bacino del Casino, datati al Miocene superiore corrispondenti alla Mammal Neogene Zone 13 (riferibile a circa 7-5 milioni di anni fa), suggeriscono la presenza della sola specie *Hippotherium malpassii*. Le analisi paleoecologiche su questa specie sono state effettuate per il campione di Baccinello V3. I risultati sulla paleodieta di *Hippotherium malpassii* dalla Toscana meridionale mostrano che questa specie aveva adattamenti paleoecologici intermedi tra le specie tipicamente pascolatori e quelle brucatori (BERNOR *et alii* 2012). Inoltre, queste analisi hanno mostrato una dieta molto simile tra le popolazioni di *Hippotherium malpassii* e *Hippotherium microdon* (Baltavar, Ungheria), mentre le altre specie del genere *Hippotherium* (*H. primigenium*, *H. intrans* and *H. kammerschmittae*) avessero adattamenti più brucatori.

Bibliografia

- R. L. BERNOR, T. M. KAISER, S. V. NELSON, L. ROOK 1992, *Systematic and Paleobiology of Hippotherium malpassii* n. sp. (Equidae, Mammalia) from the latest Miocene of Baccinello V3 (Tuscany, Italy), "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 50, pp. 175-208.
- E. CERDEÑO 1992, *Spanish Neogene rhinoceroses*, "Paleontology" 35, pp. 297-308.
- O. CIRILLI, R. L. BERNOR, L. ROOK 2020, *New evidences on the Hipparion sample from Il Casino (Siena, Late Miocene, Italy). Preliminary review*, "Fossilias" 2020, pp. 9-11.
- J. DE CHRISTOL 1834, *Recherches sur les caractères des grandes espèces de Rhinocéros fossiles*, Annales des Sciences Naturelles Paris 4, pp. 44-112.
- S. COLOMBERO, C. ANGELONE, E. BONELLI, G. CARNEVALE, O. CAVALLO, M. DELFINO, P. GIUNTELLI, P. MAZZA, G. PAVIA, M. PAVIA, G. REPETTO 2014, *The upper Messinian assemblages of fossil vertebrate remains of Verduno (NW Italy): Another brick for the latest Miocene bridge across the Mediterranean*, "Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen" 272, pp. 287-324.
- C. DE GIULI, F. MASINI, D. TORRE 1988, *The mammal fauna of the Monticino quarry*, in C. DE GIULI, G.B. VAI (a cura di), *Guide Book of the Workshop "Continental Faunas at the Mio-Pliocene Boundary"*, Faenza, pp. 65-69.
- C. I. FORSYTH MAJOR 1875, *Considerazioni sulla fauna dei Mammiferi pliocenici e postpliocenici della Toscana*, "Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali" 1, pp. 7-40.
- P. GHETTI, P. ANADÓN, A. BERTINI, D. ESU, E. GLIOZZI, L. ROOK, I. SOULIÉ-MÄRSCHKE 2002, *The Early Messinian Velona basin (Siena, central Italy): paleoenvironmental and paleobiogeographical reconstructions*, "Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology" 187, pp. 1-33.
- C. GUÉRIN 1980, *Les rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pleistocène supérieur en Europe occidentale: comparaison avec les espèces actuelles*, "Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon" 79, pp. 1-1182.
- C. GUÉRIN, S. SEN 1998, *Rhinocerotidae*, in S. Sen (a cura di), *Le gisement de vertébrés pliocènes de Çalta, Ankara, Turquie*, Geodiversitas 20, pp. 397-407.
- L. PANDOLFI 2013, *New and revised occurrences of Di-*

hoplus megarhinus (Mammalia Rhinocerotidae) in the Pliocene of Italy, "Swiss Journal of Palaeontology" 132 pp. 239-255.

- L. PANDOLFI, L. MAIORINO 2016, *Reassessment of the largest Pleistocene rhinocerotine Rhinoceros platyrhinus* (Mammalia, Rhinocerotidae) from the Upper Siwaliks (Siwalik Hills, India), "Journal of Vertebrate Paleontology" 36 (2), <http://dx.doi.org/10.1080/02724634.2015.1071266>
- L. PANDOLFI, L. ROOK 2017, *Rhinocerotidae* (Mammalia, Perissodactyla) from the latest Turolian localities (MN13; late Miocene) of central and northern Italy, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 56, pp. 45-56.
- L. PANDOLFI, M. GASPARIK, P. PIRAS 2015, *Earliest occurrence of "Dihoplus" megarhinus* (Mammalia, Rhinocerotidae) in Europe (Late Miocene, Pannonian Basin, Hungary): Palaeobiogeographical and biochronological implications, "Annales de Paléontologie" 101, pp. 325-339.
- L. PANDOLFI, M. GASPARIK, I. MAGYAR 2016, *Rhinocerotidae from the upper Miocene deposits of the Pannonian Basin (Hungary): implications for migration routes and biogeography*, "Geologica Carpathica" 67, pp. 69-82.
- L. ROOK, R. L. BERNOR 2013, *Hippotherium malpassii* (Equidae, Mammalia) from the latest Miocene (late Miocene; MN13) of Monticino gypsum quarry (Brisighella, Emilia-Romagna, Italy), "Bollettino della Società Italiana" 52, pp. 95-102.

GLI ARTIODATTILI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Luca Pandolfi¹, Federico Masini², Dimitris S. Kostopoulos³

Riassunto

Gli Artiodattili del Monticino sono rappresentati da tre famiglie: Suidae, Bovidae e Cervidae. I resti di suide sono stati assegnati alla specie *Propotamochoerus provincialis* sulla base di una combinazione di caratteri morfologici e morfometrici. La distribuzione europea di questo suide estinto va dalla zona a mammiferi MN13 a MN15. I resti di Bovidae della fine del Miocene sono poco documentati in Italia ad eccezione del record del Monticino, che rappresenta quindi una località chiave per lo studio della diversità e biogeografia dei bovidi fossili italiani. Il materiale recentemente revisionato suggerisce un'attribuzione del piccolo bovide a corna spiralate al genere *Oioceros* ed alla specie *Oioceros occidentalis*. La presenza di altri bovidi di morfologia e dimensione diversa, provvisoriamente riferiti a Bovinae indet. cf. *Parabos* e Antilopinae indet. è inoltre attestata al Monticino per la prima volta. Le correlazioni biocronologiche e le implicazioni biogeografiche di queste segnalazioni suggeriscono una affinità fra le faune a mammiferi dell'Italia settentrionale e centrale durante il Miocene terminale e supportano una dispersione dei bovidi da Est verso Ovest durante questo periodo. Il materiale di Cervidae proveniente dal Monticino include alcuni denti, alcuni resti postcraniali ed un frammento di palco. Una parte di questo materiale è stato attribuito a *Pliocervus* sp. mentre altri reperti sono stati assegnati a *Procapreolus* cf. *loczyi*. La presenza di questi due taxa è indicativa delle località attribuite a MN13 e suggerisce una affinità biogeografica della fauna con quelle dell'Europa dell'Est.

Parole chiave

Artiodattili, Suidae, Bovidae, Cervidae, Miocene superiore, Turoliano, Italia

Abstract

Artiodactyls are represented by three families at Monticino: Suidae, Bovidae and Cervidae. The suid remains have been assigned to the species *Propotamochoerus provincialis* based on a combination of dental metric and morphological characters. The European distribution of *Propotamochoerus provincialis* ranges from the biochronological units MN13 to MN15. Bovidae from the Messinian localities of Italian Peninsula are poorly known and scarcely documented except in the Monticino record, which represents therefore a key locality for the understanding of Bovidae diversity and biogeography during the Messinian in Italy. The revised data on the abundant Italian small, spiral-horned antelope from Monticino, suggests it has to be referred to the genus *Oioceros*, i.e., *Oioceros occidentalis*. In addition, the presence of other bovids, such as Bovinae indet. cf. *Parabos* and Antilopinae indet., is attested at Monticino. The biochronological correlations and biogeographic implications of these findings suggest a close affinity in faunal assemblage among the northern and central Italian latest Messinian localities and support the dispersal of bovids from East to West during the Messinian. The Cervidae material from Monticino includes a few teeth, some postcranials and a fragment of antler. Two lower molars characterised by rugose enamel, and the presence of mesial cingulid have been assigned to *Pliocervus* sp. whilst a fragment of antler, a brachydont M2 and several small-sized postcranials have been referred to *Procapreolus* cf. *loczyi*. The occurrence of both *Pliocervus* and *Procapreolus* is indicative of latest Miocene Italian localities referred to MN13 and suggest biogeographic affinity with Eastern European latest Miocene faunal assemblages.

Keywords

Artiodactyla, Suidae, Bovidae, Cervidae, Late Miocene, Turolian, Italy

Introduzione

Gli Artiodattili, attualmente conosciuti come Cetartiodattili, sono un gruppo altamente diversificato di Ungulati caratterizzati dall'avere arti anteriori e posteriori con terzo e quarto dito più sviluppati rispetto al secondo e al quinto. Gli Artiodattili sono anche cono-

sciuti come paridigitigrati, in quanto le dita simmetriche al piano assiale dell'arto sono in numero pari, al contrario dei Perissodattili. Gli Artiodattili comparvero nel corso dell'Eocene (circa 50 milioni di anni fa) e sono attualmente suddivisi in tre sottordini, i Suiformi, rappresentati ad esempio da cinghiali e ippopotami, i Tilopodi, rappresentati ad esempio da cammelli

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – luca.pandolfi@unifi.it

² Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DISTEM), Università di Palermo, 90123, Palermo (PA)

³ Aristotle University of Thessaloniki, School of Geology, 54124 Thessaloniki, Greece

e dromedari, e i Ruminanti, rappresentati ad esempio da bovini e cervini. I diversi sottordini sono composti da varie famiglie fra cui Suidae, Bovidae e Cervidae (IUCN 2021) che sono rappresentati al Monticino da diversi resti fossili appartenenti a diverse specie.

Alla famiglia Suidae appartengono almeno 16 specie attualmente viventi (FOX, MYERS 2000; IUCN 2021) e i fossili appartenenti a questo gruppo sono conosciuti dal Miocene inferiore (a partire da circa 20 milioni di anni fa) in Eurasia e in Africa. Le ossa metapodiali di terzo e quarto dito di questi animali non sono fuse insieme, a differenza di quanto accade nei gruppi più evoluti di Artiodattili che invece presentano il cosiddetto osso cannone (terzo e quarto metacarpo e metatarso fusi insieme). Data la diversità delle specie fossili in Eurasia e Africa, questo gruppo è stato ampiamente utilizzato come strumento di datazione biocronologica. Nel corso del Miocene, la famiglia Suidae era rappresentata da almeno quattro sottofamiglie caratterizzate da una diversità morfologica significativa, a testimonianza della loro espansione geografica e della diversità delle aree occupate (FRANTZ *et alii* 2016). Alla fine del Miocene (intorno a 10 milioni di anni fa), fece la comparsa la sottofamiglia Suinae, che si diffuse e diversificò in tutta l'Eurasia e l'Africa mentre altre sottofamiglie si estinsero (FRANTZ *et alii* 2016). I resti di suide del Monticino si collocano quindi in un intervallo temporale rilevante per la storia evolutiva del gruppo.

La famiglia Bovidae, con più di 130 specie attualmente viventi (GOMEZ *et alii* 2011; IUCN 2021), è il gruppo con la più alta diversità fra i grandi mammiferi. Le specie incluse nella famiglia Bovidae sono ecologicamente e geograficamente diversificate, ed il loro record fossile, già presente a partire da circa 20 milioni di anni fa, è molto abbondante (VRBA, SCHALLER 2000; BIBI *et alii* 2009; KOSTOPOULOS 2014). La famiglia è caratterizzata dalla presenza di cavicchie ossee non ramificate sul frontale che differiscono da specie a specie (HALL 2015) e che spesso rappresentano l'unico carattere diagnostico specifico nei fossili. Nel corso del Miocene superiore, specie appartenenti a questo gruppo si diffusero in tutta l'Eurasia costituendo così un importante strumento per le correlazioni paleobiogeografiche e biocronologiche dei siti fossiliferi dell'epoca e dei successivi periodi (BIBI *et alii* 2009). La classificazione di questi animali, principalmente basata sulla forma e dimensione delle cavicchie ossee, è una delle più difficili fra i mammiferi e molto materiale risulta spesso di incerta attribuzione tassonomica.

I resti recuperati al Monticino rappresentano, per numero e qualità dei reperti, una delle più importanti documentazioni fossili di bovidi del Miocene italiano

rappresentando quindi una chiave di lettura fondamentale per la diversità del gruppo nella Penisola e le correlazioni con i siti europei dell'epoca. La maggior parte degli esemplari provenienti dal Monticino sono riferibili ad un solo piccolo bovide dalle corna a spirale mentre altri pochi esemplari possono essere attribuiti ad un'altra specie di grandi dimensioni ed a due forme di dimensioni intermedie non meglio identificabili a livello specifico e generico essendo rappresentate da materiale postcraniale frammentario (PANDOLFI *et alii* 2021a).

La famiglia Cervidae include attualmente più di 40 specie (HOLMES *et alii* 2011; IUCN 2021) ed è presente in Eurasia almeno dal Miocene (a partire da circa 17 milioni di anni fa; GENTRY 1994). Il gruppo è caratterizzato da diverse linee evolutive che si sono adattate alle diverse zone climatiche, dalle regioni tropicali a quelle artiche, e a diversi tipi habitat. La famiglia, presente in Eurasia e nelle Americhe e potenzialmente nella parte più settentrionale dell'Africa, costituisce il secondo gruppo più diversificato di mammiferi (GRUBB 1993). La loro unica caratteristica fenotipica è quella di avere un paio di palchi ossei che crescono dall'osso frontale e vengono persi e rimpiazzati regolarmente da nuovi palchi (JANIS, SCOTT 1987). Come per la famiglia Bovidae, spesso i resti craniali, in particolare i palchi, rappresentano l'unico elemento valido per una corretta identificazione a livello specifico dei resti fossili. Nonostante i numerosi studi pubblicati nelle ultime decadi, la tassonomia del gruppo è ancora dibattuta e la validità di alcune specie fossili messa in dubbio. Il gruppo è ampiamente utilizzato per le correlazioni biocronologiche e paleobiogeografiche data la loro velocità di dispersione e speciazione.

I resti fossili di Cervidae recuperati al Monticino non sono molto abbondanti e sono costituiti da poco materiale craniale e diversi resti postcraniali. Data la frammentarietà dei reperti, le attribuzioni tassonomiche sono limitate a livello generico, ma permettono comunque di dare indicazioni paleobiogeografiche di rilevanza.

Il suide di Cava Monticino

Ordine Artiodactyla OWEN, 1848

Famiglia Suidae GRAY, 1821

Sottofamiglia Suinae GRAY, 1821

Tribù Dicoryphochoerini SCHMIDT-KITTLER, 1971

Genere *Propotamochoerus* PILGRIM, 1925

Propotamochoerus provincialis (GERVAIS, 1859)

I resti di Suidae del Monticino sono costituiti prevalentemente da denti isolati e poche ossa postcraniali

di dimensioni relativamente grandi (GALLAI, ROOK 2011). I resti sono attribuibili ad almeno due differenti individui, un adulto di circa 36-48 mesi ed un giovanile. Il terzo molare superiore (fig. 1) presenta uno smalto molto spesso, carattere che permette di distinguerlo dai Tetraconodontini (suidi fossili presenti in Africa e Asia), e ricade nel range dimensionale di *P. provincialis*, la specie più grande del genere *Propotamochoerus*. Le dimensioni del primo incisivo superiore permettono di distinguere l'esemplare dal genere *Microstonyx* e di attribuirlo a *Propotamochoerus* (GALLAI, ROOK 2011). La morfologia delle ossa postcraniali è abbastanza omogenea fra le varie specie di suidi, con piccole variazioni relazionate alla massa corporea. I resti postcraniali del genere *Propotamochoerus* sono poco conosciuti e gli esemplari del Monticino contribuiscono ad incrementare i pochi dati a disposizione su questo animale.

I bovini di Cava Monticino

Famiglia Bovidae GRAY, 1821
Sottofamiglia Bovinae GRAY, 1821
Bovinae indet. cf. *Parabos*

Diversi resti di dimensioni relativamente grandi, fra cui un frammento di scapola, un frammento distale di metapodiale, un astragalo ed alcune falangi sono dubitativamente riferiti al genere *Parabos* (fig. 2). I reperti appartengono infatti ad un bovide più grande di *Oioceros occidentalis* ma la frammentarietà dei resti e la mancanza di cavicchie ossee rende difficile una più accurata attribuzione tassonomica (PANDOLFI *et alii* 2021a).

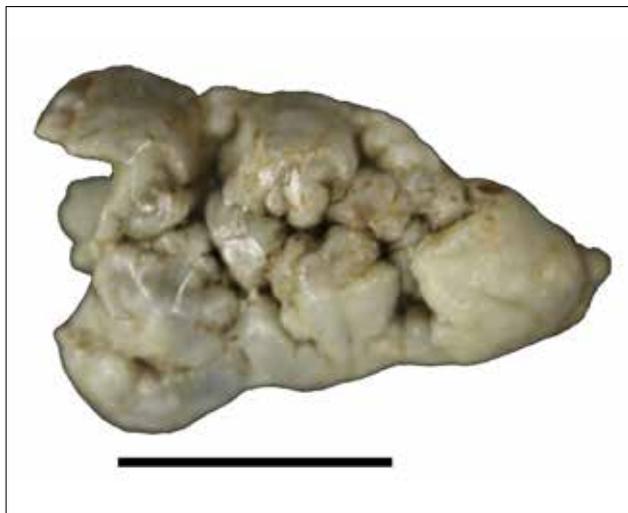


Fig. 1 – Terzo molare superiore destro di *Propotamochoerus provincialis* (BRS25/3) in norma occlusale. La barra rappresenta 2 cm.

Sottofamiglia Antilopinae GRAY, 1821 (sensu KINGDON 1982)

Antilopinae indet. (taglia media)

Alcuni denti isolati e resti postcraniali sono attribuibili per dimensioni e morfologia alla sottofamiglia Antilopinae. Le dimensioni sono più grandi di quelle del genere *Gazella* ma più piccole di *Gazellospira* e *Pliotragus*. La taglia degli esemplari del Monticino si avvicina al genere *Prostrepsiceros*, ma il materiale è purtroppo inadeguato per una conclusione tassonomica dettagliata (PANDOLFI *et alii* 2021a).

Sottotribù Oiocerina PILGRIM, 1934

Genere *Oioceros* GAILLARD, 1902

Oioceros occidentalis (MASINI, THOMAS 1989)

Il piccolo bovide *Oioceros occidentalis* è il taxon più abbondante al Monticino, essendo rappresentato da circa 60 reperti, fra cui frammenti di cavicchie ossee, mandibole, e vari parti del postcranio. Le cavicchie ossee MSF107 (fig. 3), che rappresentano il tipo della specie, sono relativamente corte e caratterizzate da una sola spirale. La specie, descritta da MASINI, THOMAS (1989) fu inizialmente attribuita al genere *Samostragus* da cui però differisce per la presenza di una fossa postcornuale (posizionata nel margine posteriore dell'inserzione della cavicchia ossea con il cranio) grande e profonda. Successivamente incluso nel genere *Paraoioceros* (KOSTOPOULOS 2014), il piccolo bovide del Monticino è stato solo recentemente incluso nel genere Euroasiatico *Oioceros* e confrontato con diverse specie dello stesso genere diffuse nel corso del Miocene dai Balcani alla Mongolia (PANDOLFI *et alii* 2021a).

I cervidi del Monticino

Famiglia Cervidae GRAY, 1821
Sottofamiglia Pliocervinae SYMEONIDIS, 1974
Genere *Pliocervus* HILZHEIMER, 1922
Pliocervus sp.

Il genere *Pliocervus* è documentato da due denti inferiori isolati con smalto ruvido, assenza della piega paleomerica (un ripiegamento dello smalto nelle fessure interne a forma di lunetta) e presenza di una piega accessoria dello smalto sul lato mesiale (cingulide) (fig. 4). Le dimensioni degli esemplari unite alle caratteristiche morfologiche permettono di escludere una attribuzione ai generi miocenici *Euprox* e *Cervavitus*. In particolare, gli esemplari del Monticino sono molto simili a quelli provenienti dal sito tardo mioce-

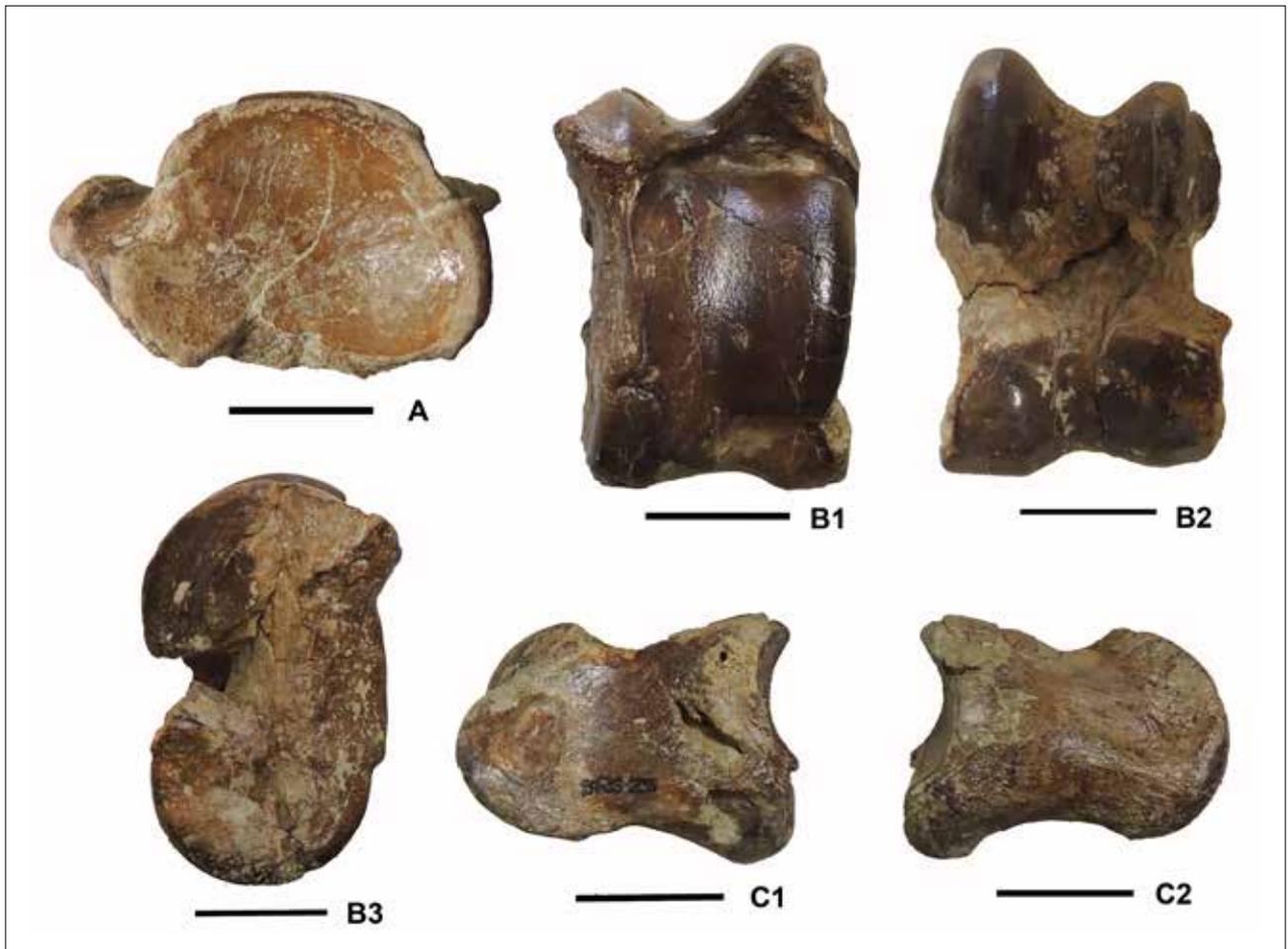


Fig. 2 – Resti di Bovinae indet. cf. *Parabos*. A) DST BRS25, frammento distale di scapola in vista articolare; B) DST BRS25, astragalo in vista posteriore (1), anteriore (2) e mediale (3); C) DST BRS25, seconda falange in vista mediale (1) e laterale (2). La barra rappresenta 2 cm.

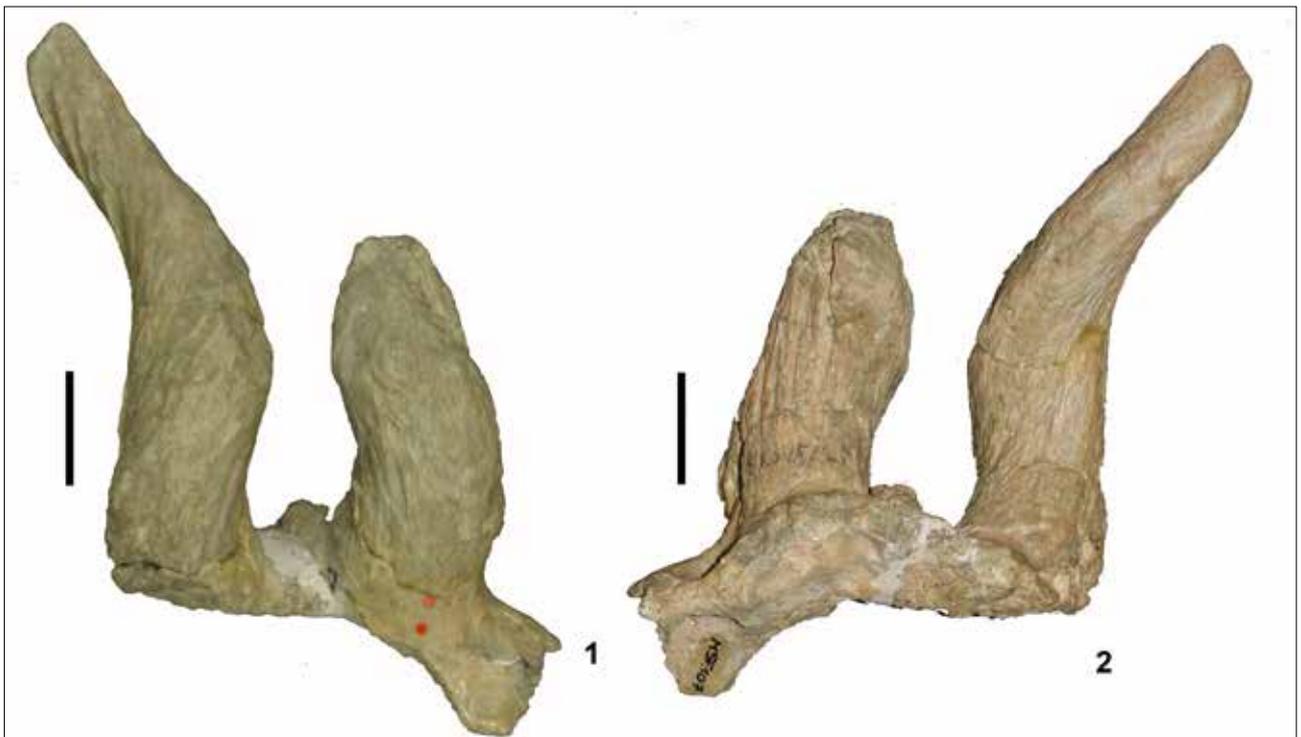


Fig. 3 – Materiale tipo di *Oioceros occidentalis*. Frontale con cavicchie ossee, MSF 107 (= BRS5/29) in vista anteriore (1) e posteriore (2). La barra rappresenta 2 cm.

nico di Verduno (PANDOLFI *et alii* 2021b).

Sottofamiglia Odocoleinae POCOCK, 1923
Genere *Procapreolus* SCHLOSSER, 1924
Procapreolus cf. loczyi PÖHLIG, 1911

La presenza di un capreolino al Monticino è ben testimoniata da un palco frammentario, alcuni denti isolati e diversi resti postcraniali (fig. 5). I resti del Monticino sono molti diversi da quelli appartenenti alla sottofamiglia Muntiacinae (come il *Muntiacus*) che caratterizzano il Miocene europeo, e il confronto dello sviluppo e biforcazioni del palco permettono di escludere una attribuzione a *Paracervulus*, *Cervavitus* ed altri piccoli cervini miocenici (PANDOLFI *et alii* 2021b). Morfologia e dimensioni dei resti del Monticino sono simili ad altri resti provenienti da Baccinello V3 ed attribuiti a *Procapreolus cf. loczyi*. I resti postcraniali dei piccoli cervidi miocenici sono poco documentati nel record fossile e quelli del Monticino rappresentano quindi una importante fonte di dati comparativi.

Il significato paleobiogeografico e paleoambientale degli Artiodattili del Monticino

Il genere *Propotamochoerus* è rappresentato almeno da cinque specie Euroasiatiche: *P. paleochoerus*, *P. wui*, *P. hyotherioides*, *P. hysudricus* e *P. provincialis*.

P. paleochoerus è documentato dalla Spagna all'Ucraina; la specie compare nel corso di MN8 e scompare nell'MN10. *P. wui* e *P. hyotherioides* sono presenti nel Miocene superiore della Cina mentre *P. hysudricus* è conosciuto in Arabia e nel subcontinente Indiano da circa 10 a 6 Ma.

P. provincialis è conosciuta in Europa da MN11 a MN13, mentre segnalazioni del Pliocene sono state recentemente messe in dubbio (IANNUCCI *et alii* 2021). La specie è documentata in Spagna a Venta del Moro, in Francia a Montpellier e in Grecia, a Ptolemais-Kardia, ma anche in altri siti dell'Europa orientale. La presenza di *P. provincialis* al Monticino contribuisce a fornire ulteriori dettagli sulla evoluzione paleobiogeografica della Penisola. In particolare, *P. provincialis* sostituisce il suide endemico *Eumaiiochoerus* presente nell'arcipelago Tosco-Sardo durante il Miocene, testimoniando l'estinzione delle faune endemiche e la definitiva connessione delle isole con la terraferma. *Propotamochoerus* è documentato in pochi altri siti italiani, come Baccinello V3, il bacino della Velona e il bacino del Casino, tutti in Toscana (GALLAI, ROOK 2011).

I bovidi Messiniani sono relativamente poco documentati nella Penisola e la loro attribuzione risulta spesso problematica. I resti di Cava Monticino rap-

presentano quindi un record fossile importante per la comprensione della paleobiogeografia di questo gruppo di mammiferi durante la fine del Turoliano. Rinvenimenti abbondanti di *Oioceros* sono molto scarsi, ma resti sporadici sono segnalati dall'Italia fino in Mongolia (fig. 6). Il genere include al momento tre specie: *O. rothii*, *O. atropatenes* e *O. occidentalis*. Le prime due specie sono segnalate nell'area Sud-Est del Mar Nero durante il Vallesiano terminale (fig. 6), ma mentre la seconda specie rimane ristretta a quest'area, *O. rothii* viene riportato nel Turoliano di Grecia, Iran, Georgia, Turchia e Mongolia (PANDOLFI *et alii* 2021a). Durante l'ultima parte del Turoliano, con la crisi di salinità del Messiniano, *O. rothii* si estingue nel suo originale areale di distribuzione tranne che in Mongolia dove sopravviverà per tutto il Rusciniano. Nel frattempo, il genere si diffonde verso occidente dando origine a *O. occidentalis* (PANDOLFI *et alii* 2021a). Quest'ultima specie, oltre che al Monticino, è documentata da pochi resti anche a Borro Strolla e Verduno, entrambi riferiti a MN13.

Il grande bovide del genere *Parabos* è invece tipico del Pliocene e la sua presenza nel Turoliano terminale necessita di conferme da rinvenimenti tassonomicamente più adeguati. Forme bovine dimensionalmente simili al *Parabos* sono segnalate a Baccinello V3, nel Bacino della Velona e nel Bacino del Casino, mentre questo taxon manca nei siti dell'Italia settentrionale, dove invece sono presenti bovidi riferiti al genere *Gazzella* (PANDOLFI *et alii* 2021a). La dispersione dei bovidi verso l'Italia miocenica avvenne probabilmente a diverse riprese nel corso del Messiniano, come testimonia la presenza di *Parabos* in località leggermente più antiche del Monticino, in cui non è al momento riportato *O. occidentalis*.

Il genere *Pliocervus* è presente in diversi siti italiani tardo-miocenici e sembra caratterizzare le associazioni a mammiferi riferite a MN13 (PANDOLFI *et alii* 2021b). Il genere *Procapreolus* si diffuse in Eurasia nel corso del Miocene terminale ma è poco documentato nelle faune a mammiferi del Neogene italiano. La specie *Procapreolus loczyi* è conosciuta in siti miocenici di Austria e Ungheria da MN9 a MN13 (VISLOBOKOVA 2007). La presenza di una forma affine a questa specie nel Turoliano italiano suggerisce una forte relazione della fauna di Cava Monticino con quelle dell'area Pannonica (PANDOLFI *et alii* 2021b), così come testimoniato anche dai Perissodattili.

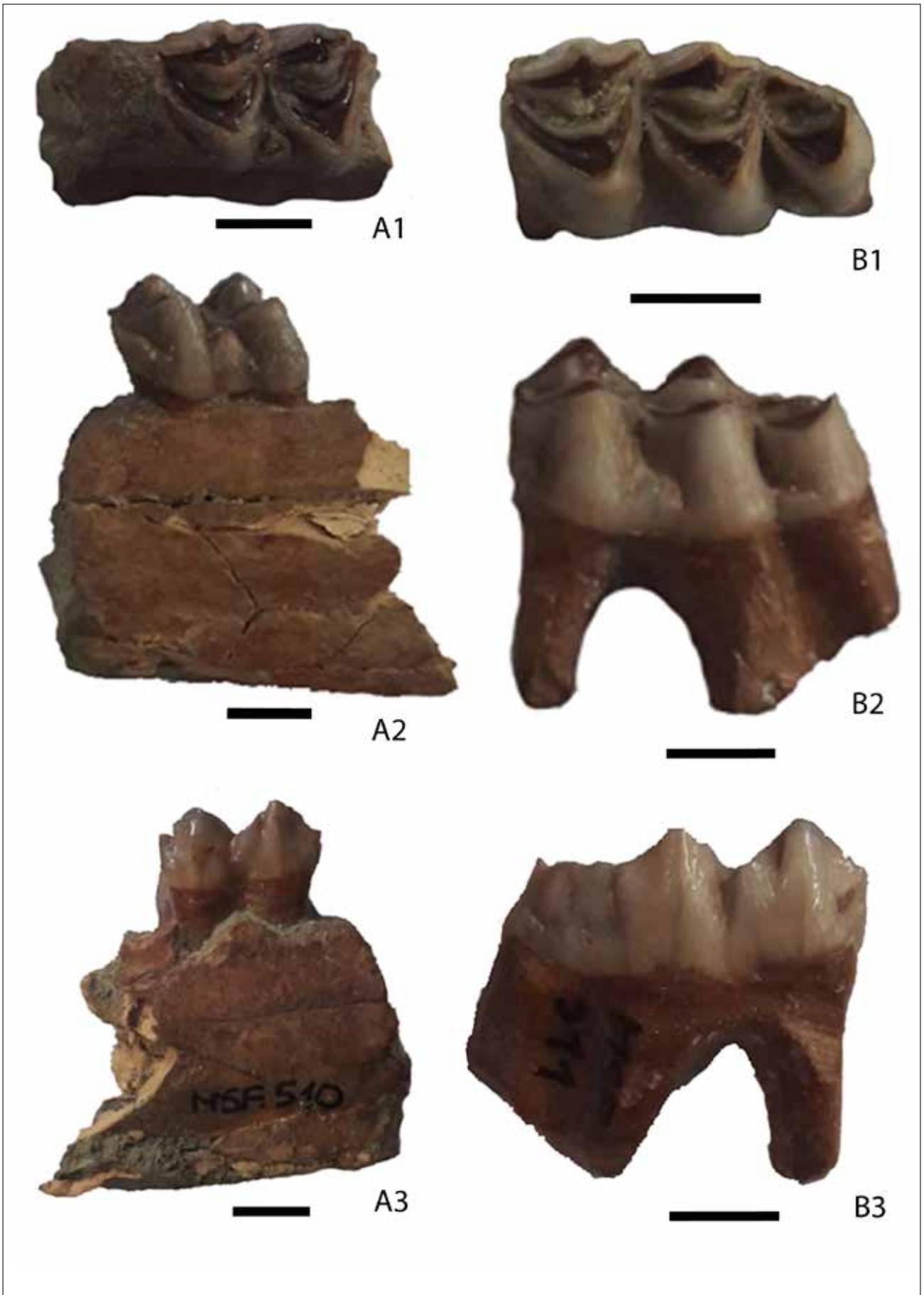


Fig. 4 – Resti di *Pliocervus* sp. A) MSF 510, primo molare destro m1. B) MSF 511, terzo molare destro. 1, vista oclusale; 2, vista linguale; 3, vista labiale. La barra rappresenta 5 mm.

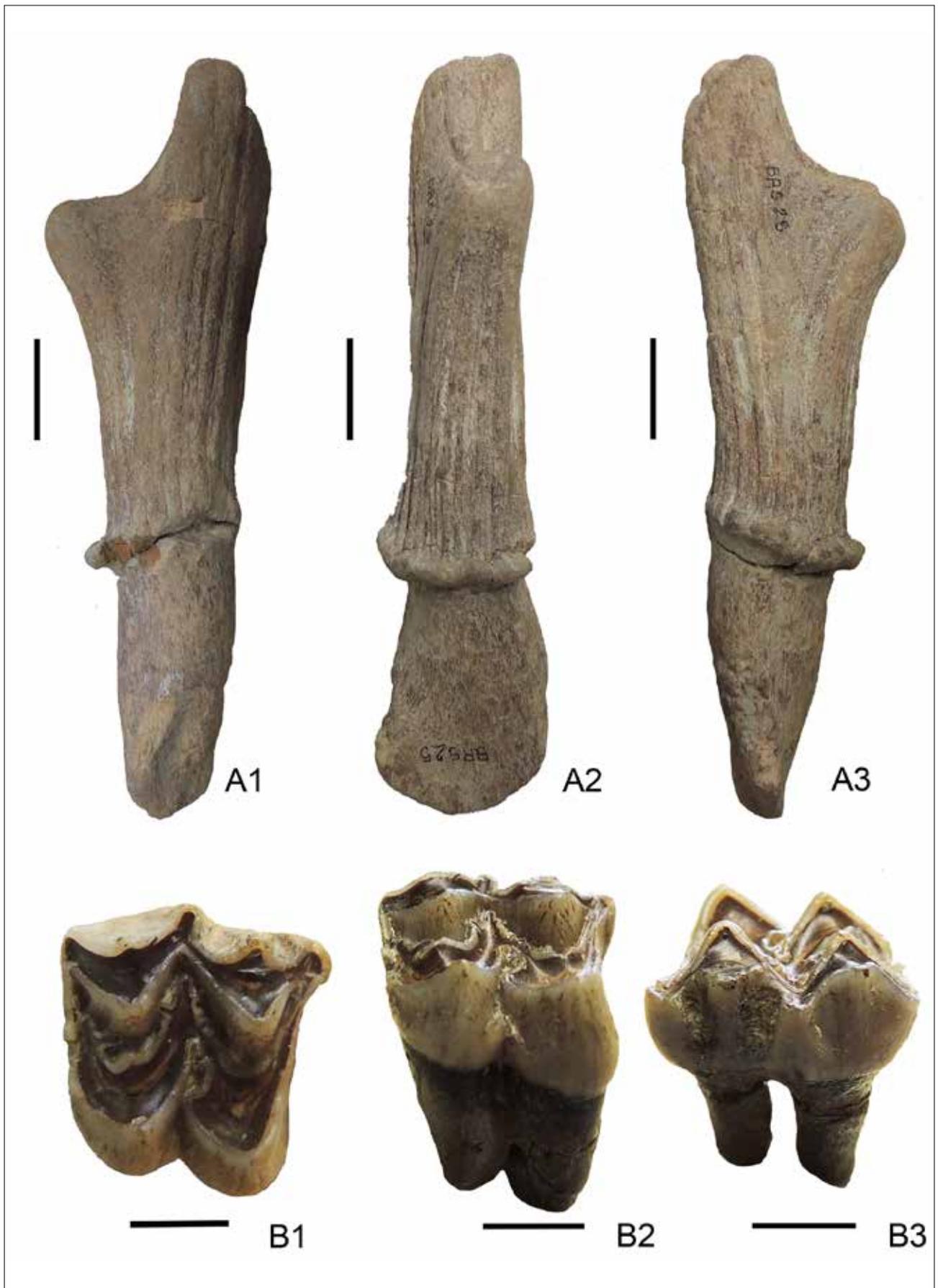


Fig. 5 – Resti di *Procacpreolus cf. loczyi*. A) DST BRS 25, frammento di palco sinistro in visione 1, laterale, 2, frontale, e 3, mediale. B) DST BRS 4/11, secondo molare superiore destro in visione 1, occlusale, 2, linguale, e 3, labiale. La barra rappresenta 10 mm per A e 5 mm per B.

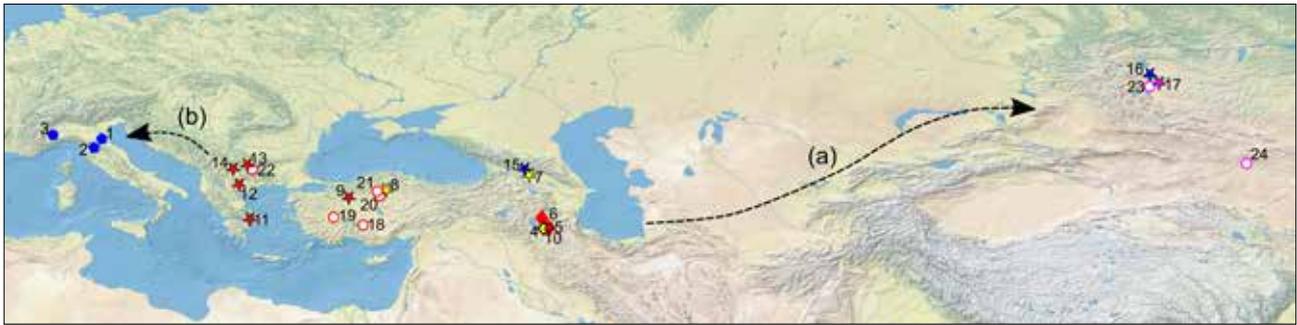


Fig. 6 – Distribuzione geografica di *Oioceros*; simboli in giallo per i record da MN10 all’inizio di MN11; simboli in rosso per i record da MN11 a MN12; simboli in blu per i record da MN13; simboli in viola per i record pliocenici. I cerchi aperti rappresentano evidenze incerte a livello specifico (*Oioceros* sp.). *Oioceros occidentalis* (pentagono): **1.** Cava Monticino (~5,4 Ma); **2.** Borro Strolla (~5,5-5,0 Ma); **3.** Verduno (~5,55-5,33 Ma). *O. atropatenes* (rombo): **4.** Lower Maragheh, Iran (8,9-8,2 Ma); **5.** Middle Upper Maragheh, Iran (8,0-7,5 Ma); **6.** Ivand, Iran (MN12). *O. rothii* (sterisco): **7.** Rustavi /Iagljudja, Georgia (MN10); **8.** Corak Yerler, Turchia (transizione MN10/MN11); **9.** Gökdere, Turchia (MN12); **10.** Middle Upper Maragheh, Iran (MN12); **11.** Pikermi, Grecia (MN12); **12.** Ranin X, Axios Valley, Grecia (MN11/MN12); **13.** Gorna Sushitsa, Bulgaria (MN11/12); **14.** Vozarci, Macedonia settentrionale (MN11/12). **15.** Bazaleti, Georgia (MN13, <6,8 Ma); **16.** Khirgis Nur II, Mongolia (MN13); **17.** Dzagso-Khairkhan 4, Mongolia (Rusciniano, ~4,5 Ma); *Oioceros* sp.: **18.** Kayadibi, Turchia (MN11/12); **19.** Garkin, Turchia (MN11); **20.** Bala Yaylaköy, Turchia (MN11); **21.** Karacachasan, Turchia (MN11); **22.** Hadjidimovo, Bulgaria (MN11/12); **23.** Chono Hariah 1, Mongolia (Rusciniano); **24.** Tataly, Mongolia (Rusciniano). (a): dispersione verso Est di *Oioceros rothii*; (b) dispersione verso Ovest di *Oioceros rothii*. Mappa ripresa da <https://www.natureearthdata.com>.

Bibliografia

- F. BIBI, M. BUKHSIANIDZE, A.W. GENTRY, D. GERAAADS, D.S. KOSTOPOULOS, E.S. VRBA 2009, *The fossil record and evolution of Bovidae state of the field*, “Palaeontologia Electronica” 12, pp. 1-11.
- L. FRANTZ, E. MEIJAARD, J. GONGORA, J. HAILE, M.A.M. GROENEN, G. LARSON 2016, *The Evolution of Suidae*, “Annual Review of Animal Biosciences” 4(1), pp. 61-85.
- D. FOX, P. MYERS 2000, “Suidae” (On-line), “Animal Diversity Web”, Accessed May 26, 2021 at <https://animaldiversity.org/accounts/Suidae/>.
- G. GALLAI, L. ROOK 2011, *Propotamochoerus provincialis* (Gervais, 1859) (Suidae, Mammalia) from the latest Miocene (late Messinian; MN13) of Monticino Quarry (Brisighella, Emilia-Romagna, Italy), “Bollettino della Società Paleontologica Italiana” 50 (1), pp. 29-34.
- A.W. GENTRY 1994, *The Miocene differentiation of Old World Pecora (Mammalia)*, “Historical Biology” 7, pp. 115-158.
- W. GOMEZ, T. PATTERSON, J. SWINTON, J. BERINI 2011, “Bovidae” (On-line), “Animal Diversity Web”, Accessed May 26, 2021 at <https://animaldiversity.org/accounts/Bovidae/>.
- P. GRUBB 1993, *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, in D.E. WILSON & D.M. REEDER (a cura di), Smithsonian Institution Press, Washington and London, pp. 384-392.
- B.K. HALL 2015, *Horns and ossicones*, in B.K. HALL (a cura di), “Bones and Cartilage, Developmental and Evolutionary Skeletal Biology”, second edition, Academic Press, pp. 113-122.
- K. HOLMES, J. JENKINS, P. MAHALIN, J. BERINI 2011, “Cervidae” (On-line), “Animal Diversity Web”, Accessed May 26, 2021 at <https://animaldiversity.org/accounts/Cervidae/>.
- C.M. JANIS & K.M. SCOTT 1987, *The interrelationships of higher ruminant families with special emphasis on the members of the Cervoidea*, “Bulletin of the American Museum of Natural History” 2893, pp. 1-85.
- D.S. KOSTOPOULOS 2014, *Taxonomic re-assessment and phylogenetic relationships of Miocene homonymously spiral-horned antelopes*, “Acta Palaeontologica Polonica” 59, pp. 9-29.
- E.S. VRBA & G. SCHALLER 2000, *Phylogeny of Bovidae based on behavior, glands, skulls, and postcrania*, in E.S. Vbra & G. Schaller (a cura di), “Antelopes, Deer, and Relatives”, Yale University Press, New Haven, pp. 203-222.
- A. IANNUCCI, M. CHERIN, L. SORBELLI, R. SARDELLA 2021, *Suidae Transition at the Miocene-Pliocene*

cene Boundary: a Reassessment of the Taxonomy and Chronology of Propotamochoerus provincialis, "Journal of Mammalian Evolution" 28, pp. 323-335.

IUCN 2021, *The IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2021-1, <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on [26 May 2021].

F. MASINI, H. THOMAS 1989, *Samotragus occidentalis* nov. sp. a new bovid from the late Messinian of Italy, "Bollettino della Società Paleontologica Italiana" 28, pp. 307-316.

L. PANDOLFI, F. MASINI, D. S. KOSTOPOULOS 2021a,

Messinian Italian Bovidae revised: paleobiogeographic and biochronological implications, "Historical Biology", doi: 10.1080/08912963.2021.1878513.

L. PANDOLFI, F. MASINI, D. S. KOSTOPOULOS 2021b, *The latest Miocene small-sized Cervidae from Monticino Quarry (Brisighella, central Italy): paleobiogeographic and biochronological implications*, "Historical Biology", doi: 10.1080/08912963.2020.1867126.

I.A. VISLOBOKOVA 2007, *New data on Late Miocene mammals of Kohfidisch, Austria*, "Palaeontological Journal" 41, pp. 451-460.

LA FAUNA DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA) NEL CONTESTO DEI POPOLAMENTI CONTINENTALI DELL'AREA CIRCUM-MEDITERRANEA DURANTE IL MIOCENE TERMINALE

Saverio Bartolini-Lucenti¹, Omar Cirilli², Massimo Delfino^{3,4}, Luca Pandolfi¹, Lorenzo Rook¹

Riassunto

Il capitolo riassume la distribuzione in Italia dei complessi faunistici durante il Miocene superiore e presenta un'analisi comparativa delle affinità zoogeografiche della associazione a grandi mammiferi di Cava Monticino (Brisighella). L'analisi è stata eseguita con l'intento di verificare il grado di somiglianza / affinità (a livello di genere) dell'associazione di Cava Monticino con altre località del Vecchio Mondo di un intervallo temporale che abbraccia il Miocene superiore ed il Pliocene inferiore.

Parole chiave

Faune a mammiferi; Zoogeografia; Area mediterranea; Miocene superiore; Pliocene inferiore

Abstract

The three faunal complexes that characterize the Italian Late Miocene continental localities testify for a complex biogeographic history so far only partly known. We undertake comparative mammalian zoogeographic analyses with the aim of revealing the extent to which the Late Miocene Cava Monticino (Brisighella) large mammal assemblage resembles, at the genus level Eurasian localities of similar age (Late Miocene / Early Pliocene). The inclusion of Old World Miocene and Pliocene mammalian faunas permits us to assess the relative affiliation of the Cava Monticino mammalian fauna to other faunas in the Old World.

Keywords

Mammal faunas; Zoogeography; Mediterranean area; Late Miocene; Early Pliocene

Introduzione

Il tardo Miocene continentale dell'Italia è documentato da ventuno siti diffusi in diverse parti della Penisola e nelle maggiori isole italiane (fig. 1). La documentazione migliore che abbiamo è concentrata nella parte finale del Miocene, in un periodo di tempo correlabile con il piano Messiniano, corrispondente a quella unità cronologica che i paleontologi dei mammiferi indicano con la sigla MN13 (ROOK *et alii* 2006). Alcune località fossilifere leggermente più antiche del Messiniano (MN12) sono note in Toscana (Montebamboli, Baccinello V0-V2, etc.), in Sardegna (Fiume

Santo) e in Calabria (Cessaniti) (ROOK 2016; MARRA *et alii* 2017). Per contro, l'esatta posizione cronologica dei depositi fossiliferi a vertebrati dell'area Apulo-Abruzzese (il complesso carsico del Gargano in Puglia, e Scontrone in Abruzzo) ha dei limiti di incertezza, ma questi siti sono generalmente collocati in un intervallo temporale compreso tra il Miocene superiore e il Pliocene inferiore, tra circa 7 e 5 milioni di anni fa (ABBAZZI *et alii* 1996).

L'insieme delle località tardomioceniche documentano la presenza di tre diversi complessi faunistici a mammiferi in Italia durante il Miocene superiore (ROOK *et alii* 2006). Il primo è rappresentato dai siti

¹ Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – saverio.bartolinilucenti@unifi.it, luca.pandolfi@unifi.it, lorenzo.rook@unifi.it.

² Dottorato Regionale in Scienze della Terra, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria 56, 56126 Pisa (PI) – omar.cirilli@phd.unipi.it;

³ Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Via T. Valperga Caluso 35, 10125 Torino (TO) – massimo.delfino@unito.it;

⁴ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici ICTA-ICP, c/ Columnes s/n, Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona

di Cessaniti (Calabria), e Gravitelli (Sicilia) (fig. 1), ed è costituito da un'associazione a mammiferi che mostra alcune evidenti affinità con specie della provincia Afro-Arabica (FERRETTI *et alii* 2003; MARRA *et alii* 2011; MARRA 2018; PANDOLFI *et alii* 2021), pur includendo anche specie di origine europea (GALLAI, ROOK 2006; ROOK *et alii* 2006). Il secondo complesso faunistico è costituito dalle associazioni dell'area Apulo-abruzzese (fig. 1) dove è documentata una fauna insulare fortemente endemica e completamente diversa da quelle delle aree emerse circostanti (FREUDENTHAL 1971; RUSTIONI *et alii* 1992; ROOK *et alii* 2006; MASINI *et alii* 2010; SAVORELLI, MASINI 2016; SAVORELLI *et alii* 2016; URCIUOLI *et alii* 2016; PAVIA *et alii* 2017; GEORGALIS, DELFINO 2021).

Infine, il terzo complesso faunistico è quello delle località della Toscana meridionale e della Sardegna (fig. 1). Questo è noto come "Oreopithecus Zone Faunas" (OZF; BERNOR *et alii* 2001), nome che deriva dal genere più iconico di queste faune, l'ominoide *Oreopithecus bambolii* GERVAIS, 1872. Le associazioni della OZF sono storicamente conosciute in Toscana (grazie alle attività di estrazione della lignite, fortemente attive tra la fine dell'800 e gli inizi del '900), ma alla fine degli anni '90 del secolo scorso la scoperta di depositi fossiliferi a Fiume Santo (Porto Torres) ha fornito del-

le nuove evidenze sulla presenza di questo complesso faunistico anche in Sardegna (ABBAZZI *et alii* 2008; CASANOVAS-VILAR *et alii* 2011). L'OZF documenta una situazione paleogeografica che doveva essere rappresentata da una grande isola (o un gruppo di isole) nell'area del Tirreno settentrionale, dove si sono evoluti mammiferi endemici durante la prima parte del Miocene superiore (ROOK *et alii* 2006). Il complesso faunistico OZF scompare con l'inizio del Messiniano (MN13) quando, a causa delle fasi tettoniche che portano alla emersione e impostazione dell'Appennino settentrionale, la Toscana meridionale cessa di essere un'isola venendo ad essere parte integrante della neonata penisola italiana. Le stesse faune a mammiferi (non endemiche e con affinità europee) che nel Messiniano troviamo in Piemonte (CAVALLO *et alii* 1993; COLOMBERO *et alii* 2014, 2017) ed in Romagna (Cava Monticino) si diffondono anche in Toscana, documentate anche in siti delle aree dove fino a poco prima erano diffusi gli elementi della OZF, come il bacino sedimentario di Baccinello-Cinigiano (HÜRZELER, ENGESSER 1976; ROOK *et alii* 1999; ABBAZZI 2001; BENVENUTI *et alii* 2001; BERNOR *et alii* 2001; ROOK *et alii* 2006; ROOK 2016).

Un recente studio sull'associazione dei vertebrati non-mammiferi della Cava Monticino (VILLA *et alii*

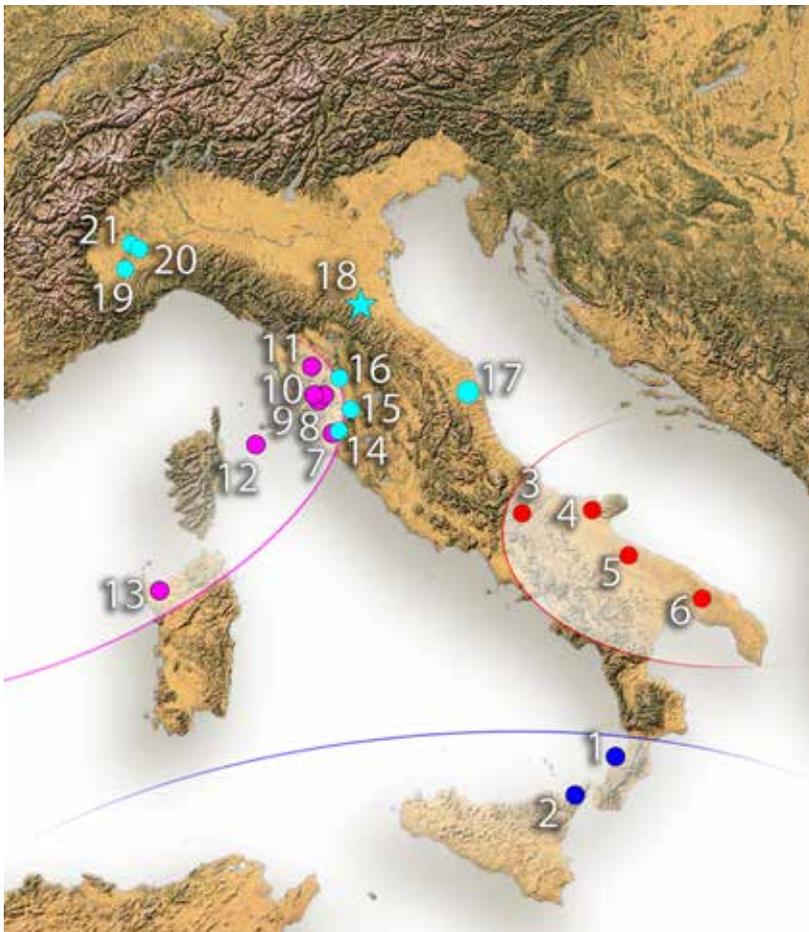


Fig. 1 – Ubicazione delle località mioceniche italiane. I colori indicano i diversi complessi faunistici (Blu, complesso faunistico con affinità Afro-arabiche; Rosso, complesso faunistico della paleobioprovincia Apulo-abruzzese; Viola, complesso faunistico della paleobioprovincia Tosco-sarda, OZF). In azzurro le località Messiniane con fauna a mammiferi ad affinità europee, tra cui il sito fossilifero del Monticino. 1) Cessaniti; 2) Gravitelli; 3) Scontrone; 4) Gargano; 5) Trani; 6) Salento; 7) Baccinello V0-V2; 8) Montebamboli; 9) Casteani; 10) Ribolla; 11) Serrazzano; 12) Isola di Pianosa; 13) Fiume Santo; 14) Baccinello V3; 15) Bacino della Velona; 16) Bacino del Casino; 17) Monte Castellaro; 18) Cava Monticino; 19) Verduno; 20) Ciabot Cagna; 21) Moncucco.

2021) ha messo in evidenza che dal punto di vista paleobiogeografico, l'insieme di anfibi, rettili, uccelli e pesci del Monticino comprende taxa con affinità afro-asiatiche che si sono dispersi in Europa in diversi momenti del Miocene, insieme ad altri che già abitavano il continente europeo. La presenza di diversi complessi faunistici nel Miocene superiore è confermata anche per i vertebrati non mammiferi, rispecchiando in qualche modo la situazione documentata dagli studi sui mammiferi. Confronti di dettaglio fra i vertebrati non-mammiferi di Cava Monticino e quelli delle altre località tardo mioceniche italiane e dell'area Mediterranea, sono ostacolati dal fatto che per varie ragioni tafonomiche molte di queste hanno conservato solo i resti di vertebrati medio-grandi e quindi la sovrapposizione tassonomica fra siti diversi è in alcuni casi scarsa o nulla. Per esempio, le località di Scontrone e Cessaniti (per i rettili si vedano GEORGALIS *et alii* 2020; GEORGALIS, DELFINO 2021) non hanno restituito fossili di piccoli vertebrati e questo riduce la possibilità di confrontarle con l'associazione di Cava Monticino che invece si caratterizza per la grande abbondanza dei resti (dell'ordine delle migliaia) e l'alta diversità tassonomica dei piccoli vertebrati non-mammiferi (oltre 30 taxa; VILLA *et alii* 2021).

Le affinità zoogeografiche della associazione a grandi mammiferi di Cava Monticino

Al fine di esprimere la caratterizzazione zoogeografica della associazione a vertebrati di Cava Monticino, che con i contributi di questo volume è stata completamente rivista e aggiornata, come risulta dalla tabella riassuntiva presente in Appendice, abbiamo eseguito un'analisi comparativa del complesso a grandi mammiferi utilizzando un dataset di liste faunistiche rappresentative delle associazioni documentate alla fine del Miocene di Africa, Asia ed Europa.

La prima analisi di comparazione dei siti è stata realizzata usando gli indici di somiglianza a livello generico (conosciuti per l'acronimo inglese GFRI, "*Genus-rank Faunal Resemblance Indexes*"). Tali indici permettono di comparare siti diversi, a due a due, usando la loro composizione faunistica a livello di genere e andando a mostrare eventuali affinità e/o differenze in base a questo parametro. Seguendo un metodo analitico consolidato in letteratura (e.g., FORTELIUS *et alii* 1996a, 1996b; BERNOR *et alii* 2001; BERNOR e ROOK 2008), abbiamo calcolato sia l'indice di Dice (SOKAL, SNEATH 1963) che quello di Simpson (SIMPSON 1943). L'analisi si è basata su 57 località del Vecchio Mondo che sono state riunite in macrogruppi sulla base di parametri quali: la nazione o regione geografica,

l'abbondanza dei generi presenti, e la loro cronologia (tab. 1). Questi raggruppamenti, per quanto parzialmente artificiali, hanno il vantaggio di semplificare la ricerca di affinità tra i siti considerati e Cava Monticino. L'utilizzo di più indici aiuta a comparare meglio i risultati ottenuti, come sostenuto da diversi autori che hanno supportato la loro validità scientifica (ARCHER, MAPLES 1987; MAPLES, ARCHER 1988; FORTELIUS *et alii* 1996a; GERAADS 2010). L'indice GFRI di Dice si calcola seguendo la seguente formula: $2A / (2A + B + C)$ dove A è il numero di generi presenti in entrambe le faune; B è il numero dei generi esclusivi per il primo sito; e C è il numero di generi esclusivi del secondo sito considerato. Invece, l'indice di somiglianza generica di Simpson si calcola secondo la formula $A / (A + E)$ dove A è lo stesso dell'indice di Dice ed E è invece il valore più piccolo tra B e C. L'indice di Dice prende in considerazione tutti i taxa presenti in un sito, ed è perciò profondamente influenzato dalla preservazione e dal record degli stessi taxa in ogni sito. Tali problematiche sono meno stringenti nell'indice di Simpson nel quale il numero di taxa diversi tra un sito e l'altro è limitato al valore più piccolo tra B e C, in modo da ridurre l'effetto della mancanza di dati, ad esempio per selezione tafonomica o per altri fattori.

Il risultato delle comparazioni tra gruppi di siti e Cava Monticino è mostrato in figura (fig. 2).

Se si considera l'indice di Dice, si nota come il maggior grado di somiglianza si abbia con i siti dell'Italia e dell'Europa occidentale riferiti al Miocene terminale e al Pliocene iniziale (MN13-14, di circa 7 e 5 milioni di anni) e successivamente con i siti greci, sia più antichi di Cava Monticino (quelli dell'MN12, di circa 8 milioni di anni) che più o meno coevi (MN13-14).

Se si prende in considerazione l'indice di Simpson, proprio per la sua minor rigidità nel calcolo delle differenze, notiamo dei pattern di somiglianza leggermente diversi. In questo caso la principale somiglianza è ancora con siti della penisola italiana datati tra il Miocene superiore e il Pliocene inferiore, ma anche le faune della Grecia risalenti a circa 7 milioni di anni mostrano valori molto alti (>0,60). È interessante notare che il terzo gruppo di faune più simile a Cava Monticino, per questo indice, è quello che include siti dell'Africa orientale e della Penisola arabica, datati al Miocene terminale. Quart, in termini di affinità e con indici leggermente superiori a 0,40, troviamo siti più antichi di Cava Monticino, come quelli della regione anatolico-iraniana (risalenti all'MN12), e siti europei di Grecia, Spagna e Francia più o meno coevi.

Per approfondire il confronto tra questi gruppi con un'analisi più comprensiva, si è proceduto con un'analisi di cluster, o raggruppamento, permutativa (*Bootstrapping Cluster Analysis*; RAIA *et alii* 2009; CAROTE-

Località	Nazione	Macrogruppi
Cava Monticino	Italia	
Baccinello-V1	Italia	<i>Oreopithecus</i> Zone Fauna (OZF)
Baccinello-V2	Italia	<i>Oreopithecus</i> Zone Fauna (OZF)
Fiume Santo	Italia	<i>Oreopithecus</i> Zone Fauna (OZF)
Halmyropotamos	Grecia	Grecia MN12
Kerassia	Grecia	Grecia MN12
Mytilinii 3	Grecia	Grecia MN12
Perivolaki	Grecia	Grecia MN12
Pikermi	Grecia	Grecia MN12
Prochoma	Grecia	Grecia MN12
Quarry 1-Mytilinii1	Grecia	Grecia MN12
Samos Quarry 4	Grecia	Grecia MN12
Samos Quarry 6	Grecia	Grecia MN12
Vathylakkos 1-3	Grecia	Grecia MN12
AKKASDAGI	Turchia	Turchia-Iran MN12
Garkin	Turchia	Turchia-Iran MN12
Kemiklitepe A/B	Turchia	Turchia-Iran MN12
Kinik	Turchia	Turchia-Iran MN12
Mahmutgazi	Turchia	Turchia-Iran MN12
Maragheh superiore	Iran	Turchia-Iran MN12
Atvan	Ungheria	Ungheria-Bulgheria MN12
Hadjidimovo	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Kalimantsi 2-4	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Kromidovo	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Strumyani 1+2	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Dhok Patan	Pakistan	Asia Centrale MN12
Hasnot	Pakistan	Asia Centrale MN12
Molayan	Pakistan	Asia Centrale MN12
Pavlodar	Kazakhstan	Asia Centrale MN12
Lufeng	Cina	Cina MN12-13
Shuitangba	Cina	Cina MN12-13
Baynunah	Emirati Arabi Uniti	Africa-Penisola Arabica MN13
Kossom Bougoudi	Chad	Africa-Penisola Arabica MN13
Lothagam - Formazione Nawata	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Lothagam - Membro Apat	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Lothagam - Membro Kaiyumung	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Lukeino	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Maramena	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Middle Awash - Asakoma	Etiopia	Africa-Penisola Arabica MN13
Middle Awash - Kuseralee	Etiopia	Africa-Penisola Arabica MN13
Sahabi	Libia	Africa-Penisola Arabica MN13
Tizi N'Tadderht	Marocco	Africa-Penisola Arabica MN13

Toros Menalla	Chad	Africa-Penisola Arabica MN13
Verduno	Italia	Africa-Penisola Arabica MN13
Dytiko 1-3	Grecia	Grecia MN13-14
Megalo Emvolon	Grecia	Grecia MN13-14
Samos Quarry 5	Grecia	Grecia MN13-14
Çalta-2	Turchia	Turchia MN13
Çobanpinar	Turchia	Turchia MN13
Shihuiba	Cina	Cina MN14
Baccinello-V3	Italia	Italia MN13-14
Bacino del Casino	Italia	Italia MN13-14
Borro Strolla	Italia	Italia MN13-14
Cessaniti	Italia	Italia MN13-14
Gravitelli	Italia	Italia MN13-14
Moncucco	Italia	Italia MN13-14
Montpellier	Francia	Europa occidentale MN13-14
Venta del Moro	Spagna	Europa occidentale MN13-14

Tab. 1 – Elenco delle località usate per le analisi di confronto con Cava Monticino, con la nazione e il gruppo in cui sono state inserite per le analisi qui utilizzate.

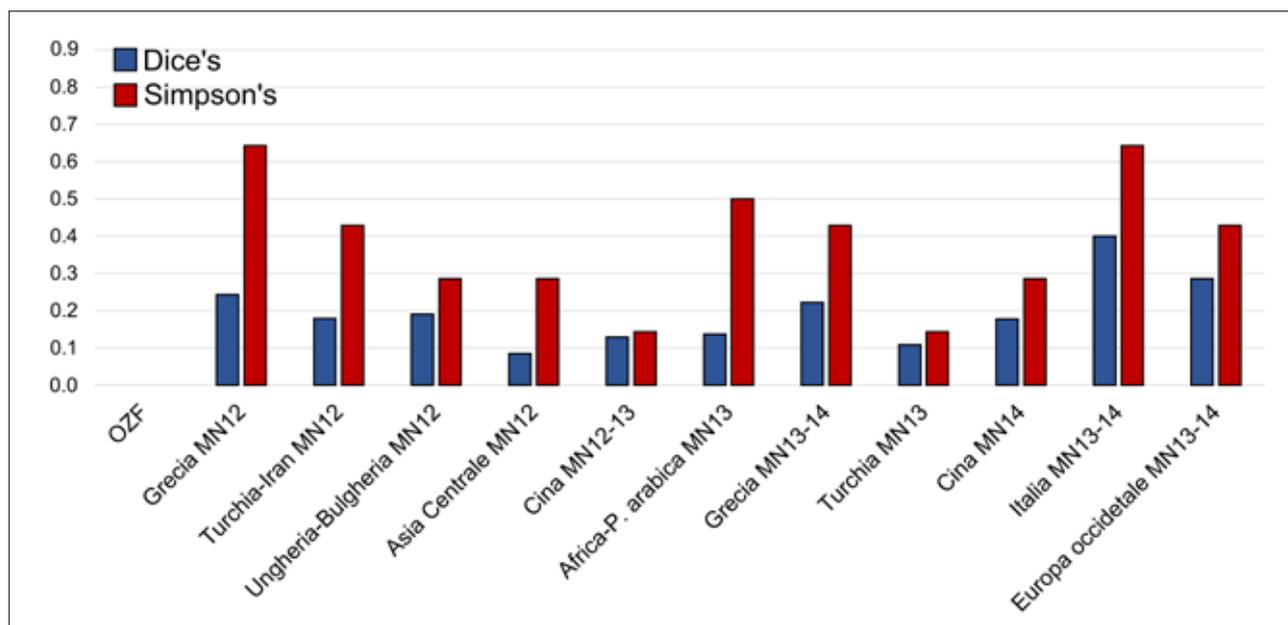


Fig. 2 – Istogramma che mostra il grado di somiglianza risultante dai confronti tra Cava Monticino e località del Miocene superiore raggruppate in macroaree e intervalli biocronologici, usando i valori di GFRI di Dice e Simpson (rispettivamente in blu e in rosso).

NUTO *et alii* 2016) basata sugli stessi dati. Quest'analisi ottiene un primo raggruppamento usando l'algoritmo UPGMA (SOKAL 1958) per generare una topologia cluster delle località analizzate secondo le affinità tassonomiche. Successivamente, l'analisi opera campionamenti casuali del dataset e nuovi raggruppamenti (clusters), andando così a ottenere un valore di probabilità per ogni livello di raggruppamento della topo-

logia originale. Il grafico così ottenuto (fig. 3) esprime chiaramente i risultati di questa analisi. Un primo risultato evidente (come in fig. 2) è la peculiarità della fauna endemica della provincia tosco-sarda (*Oreopithecus* Zone Fauna, OZF) rispetto a tutti gli altri gruppi. Dopo la OZF si evidenziano le località cinesi, diverse rispetto al gruppo principale. Nel raggruppamento più grande, le località africane e arabe sono

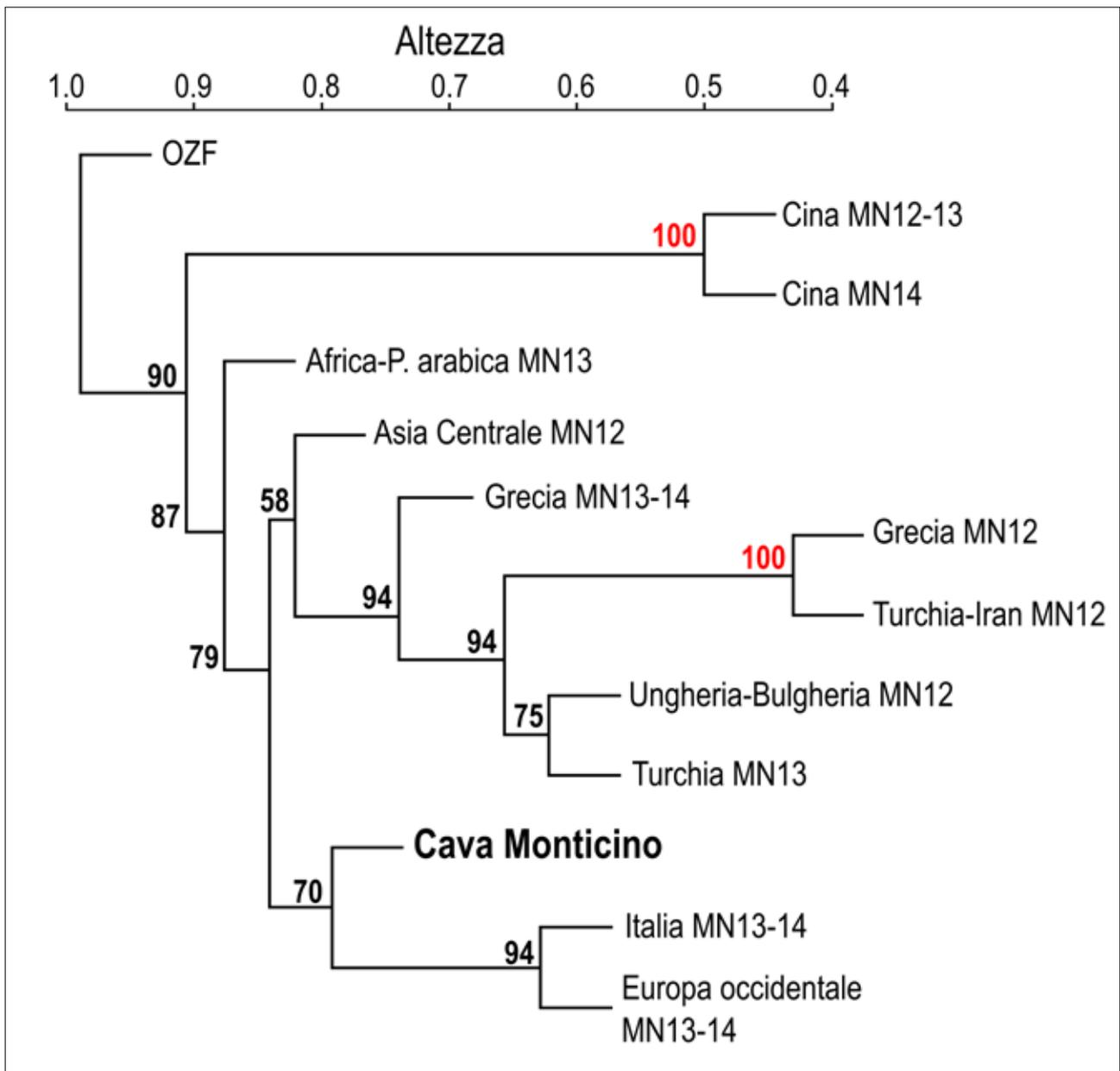


Fig. 3 – Dendrogramma risultante dalla *Bootstrapping Cluster Analysis* (BCA) della matrice di presenza/assenza di generi delle località del Miocene superiore e Pliocene inferiore del Vecchio mondo. I numeri rappresentano i *p-values* percentuali a supporto di ogni nodo: in rosso quelli superiori al 95%.

le prime a separarsi, prima di altri due gruppi separati. Il più grande di questi ultimi include tutte le località dell'Europa meridionale e orientale e dell'Asia centrale, indipendentemente dalle loro età. Il secondo cluster, o gruppo, invece include la fauna di Cava Monticino associata, per affinità tassonomica, con le località italiane e dell'Europa occidentale coeve. Questa somiglianza testimonia la distanza e la differenza dei taxa recuperati a Cava Monticino rispetto alle faune della bioprovincia toscosarda (OZF) che, seppure molto vicine geograficamente, non presentano nessuna specie in comune. Similmente, l'area dell'Asia orientale (ad esempio in Cina) era costituita da faune molto diverse da quelle del resto dell'Eurasia e dell'Africa.

Tuttavia, quando queste faune mioceniche sono analizzate tutte assieme tramite la *Bootstrapping Cluster Analysis*, risulta evidente che quelle documentate in Grecia sono molto più affini a quelle della Turchia e zone limitrofe, fino all'Asia centrale rispetto a quelle di Cava Monticino e al complesso dell'Europa centro-occidentale (fig. 3), nonostante la parziale somiglianza della fauna del Monticino con le faune della Grecia (quelle che vengono definite come appartenenti alla "*Pikermian Fauna*" dal nome del famoso sito di Pikermi, vicino ad Atene) risalenti a circa 7 milioni di anni fa (fig. 2).

Le specie fossili di Cava Monticino sono evidentemente affini a quelle diffuse in Italia e in Europa oc-

cidentale tra il Miocene superiore e il Pliocene inferiore, in un periodo di tempo compreso tra circa 7 e 5 milioni di anni fa. Questo testimonia l'importanza del sito faentino nel panorama europeo, confermandolo come uno dei primi siti a documentare l'arrivo di faune che poi caratterizzeranno i periodi successivi.

Bibliografia

- L. ABBAZZI 2001, *Cervidae and Moschidae (Mammalia, Artiodactyla) from the Baccinello V3 faunal assemblage (Late Miocene, Late Turolian, Grosseto, Central Italy)*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 107, pp. 10-123.
- L. ABBAZZI, M. BENVENUTI, G. BOSCHIAN, S. DOMINICI, F. MASINI, C. MEZZABOTTA, L. PICCINI, L. ROOK, G. VALLERI, D. TORRE 1996, *The Neogene and Pleistocene succession, and the mammal faunal assemblages of an area between Apricena and Poggio Imperiale (Foggia, Italy)*, "Memorie della Società Geologica Italiana" 51, pp. 383-402.
- L. ABBAZZI, M. DELFINO, G. GALLAI, L. TREBINI, L. ROOK 2008, *New data on the vertebrate assemblage of Fiume Santo (North-western Sardinia, Italy), and overview on the late Miocene Tusco-Sardinia paleobioprovince*, "Palaeontology" 51, pp. 425-451.
- A.W. ARCHER, C.G. MAPLES 1987, *Monte Carlo simulation of selected binomial similarity coefficients: effect of number of variables*, "Palaios" 2, pp. 609-617.
- M. BENVENUTI, M. PAPINI, L. ROOK 2001, *Mammal biochronology, UBSU and paleoenvironment evolution in a post-collisional basin: evidence from the Late Miocene Baccinello-Cinigiano basin in southern Tuscany, Italy*, "Bollettino della Società Geologica Italiana" 120, pp. 97-118.
- R.L. BERNOR, L. ROOK 2008, *A current view of Sahabi large mammal biogeographic relationships*, in N.T. BOAZ, A. EL-ARNAUTI, P. PAVLAKIS, M. SALEM (a cura di), *Circum-Mediterranean Neogene Geology and Biotic Evolution: The Perspective from Libya*. Garyounis Scientific Bulletin, Special Issue 5, pp. 285-292.
- R.L. BERNOR, M. FORTELIUS, L. ROOK 2001, *Evolutionary biogeography and paleoecology of the "Oreopithecus bambolii Faunal Zone" (late Miocene, Tusco-Sardinian Province)*, "Bollettino della Società Paleontologia Italiana" 40, pp. 139-148.
- F. CAROTENUTO, M. DI FEBBRARO, M. MELCHIONNA, S. CASTIGLIONE, F. SAGGESE, C. SERIO, A. MONDANARO, P. PASSARO, A. LOY, P. RAIA 2016, *The influence of climate on species distribution over time and space during the late Quaternary*, "Quaternary Science Reviews" 149, pp. 188-199.
- I. CASANOVAS-VILAR, J.A. VAN DAM, L. TREBINI, L. ROOK 2011, *The rodents from the Oreopithecus-bearing site of Fiume Santo (Sardinia, Italy): systematic palaeontology, palaeoecology and biostratigraphy*, "Géobios" 44, pp. 173-187.
- O. CAVALLO, Ş. ŞEN, J.C. RAGE, J. GAUDANT 1993, *Vertébrés messiniens du faciès à congéries de Ciabòt Cagna, Cornelianò d'Alba (Piémont, Italie)*, "Rivista Piemontese di Storia Naturale" 14, pp. 3-22
- S. COLOMBERO, C. ANGELONE, E. BONELLI, G. CARNEVALE, O. CAVALLO, M. DELFINO, P. GIUNTELLI, P. MAZZA, G. PAVIA, M. PAVIA, G. REPETTO 2014, *The upper Messinian assemblages of fossil vertebrate remains of Verduno (NW Italy): another brick for a latest Miocene bridge across the Mediterranean*, "Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen" 273, pp. 287-324.
- S. COLOMBERO, D.M. ALBA, C. D'AMICO, M. DELFINO, D. ESU, P. GIUNTELLI, M. HARZHAUSER, P.P.A. MAZZA, M. MOSCA, T.A. NEUBAUER, G. PAVIA, M. PAVIA, A. VILLA, G. CARNEVALE 2017, *Late Messinian mollusks and vertebrates from Moncucco Torinese, north-western Italy. Paleoeological and paleoclimatological implications*, "Palaeontologia Electronica" 20.1.10A, pp. 1-66.
- M.P. FERRETTI, L. ROOK, D. TORRE 2003, *Stegotetralodon (Proboscidea, Elephantidae) from the late Miocene of southern Italy*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 23, pp. 659-666.
- M. FORTELIUS, P. ANDREWS, R.L. BERNOR, S. VIRANTA, L. WERDELIN 1996a, *Preliminary Analysis of Taxonomic Diversity, Turnover and Provinciality in a Subsample of Large Land Mammals from the later Miocene of Western Eurasia*, "Acta Zoologica Craciensa" 39, pp. 167-178.
- M. FORTELIUS, L. WERDELIN, P. ANDREWS, R.L. BERNOR, A. GENTRY, L. HUMPHREY, H.-W. MITTMANN, S. VIRANTA, 1996b, *Provinciality, Diversity, Turnover, and Paleoecology in Land Mammal Faunas of the Later Miocene of Western Eurasia*, in: R.L. BERNOR, V. FAHLBUSCH, H.-W. MITTMANN (a cura di), *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*, Columbia University Press, New York, pp. 414-448.
- M. FREUDENTHAL 1971, *Neogene vertebrates from the Gargano Peninsula*, "Scripta Geologica" 3, pp.1-10.

- G. GALLAI, L. ROOK 2006, *Propotamochoerus sp. (Suidae, Mammalia) from the late Miocene of Gravitelli (Messina, Sicily, Italy) rediscovered*, “Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia” 112, pp. 317-321.
- G.L. GEORGALIS, M. DELFINO 2021, *The Scontrone turtles – A new insular testudinoid fauna from the late Miocene of the Central Mediterranean*, “Geobios”, onlinefirst <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2021.05.001>
- G.L. GEORGALIS, G. INSACCO, L. ROOK, F. SPADOLA, M. DELFINO, 2020. *Turtle remains from the late Miocene of the Cessaniti area, southern Italy-insights for a probable Tortonian chelonian dispersal from Europe to Africa*, “Swiss Journal of Palaeontology” 139, 1, 13 pp.
- D. GERAADS 2010, *Biogeographic relationships of Pliocene and Pleistocene North-western African mammals*, “Quaternary International” 212, pp. 159-168.
- P. GERVAIS 1872, *Sur un singe fossile, d’une espèce non encore décrite, qui a été découverte au Monte Bamboli*, “Comptes rendus de l’Académie de Sciences de Paris” 74, pp. 1217–1223.
- J. HÜRZELER, B. ENGESSER 1976, *Les faunes de mammifères néogènes du Bassin de Baccinello (Grosseto, Italie)*, “Comptes Rendus de l’Académie des Sciences de Paris” série II, 283, pp. 333-336.
- C.G. MAPLES, A.W. ARCHER 1988, *Monte Carlo simulation of selected binomial similarity coefficients (2): effect of sparse data*, “Palaios” 3, pp. 95-103.
- A.C. MARRA 2018, *Tragoportax cf. rugosifrons (Schlosser, 1904) from the late Miocene of Cessaniti (Southern Italy)*, “Comptes Rendus Palevol” 17, pp. 378-387.
- A.C. MARRA, N. SOLOUNIAS, G. CARONE, L.ROOK 2011, *Palaeogeographic significance of the giraffid remains (Mammalia, Arctiodactyla) from Cessaniti (Late Miocene, Southern Italy)*, “Géobios” 44, pp. 189-197.
- A.C. MARRA, P. CARONE, C. AGNINI, M. GHINASSI, O. ORIOL, L. ROOK 2017, *Stratigraphic and chronologic framework of the Upper Miocene Cessaniti succession (Vibo Valentia, Calabria, Italy)*, “Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia” 123, pp. 379-393.
- F. MASINI, P.M. RINALDI, D. PETRUSO, G. SURDI 2010, *The Gargano Terre Rosse insular faunas: an overview*, “Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia” 116, pp. 421-435.
- L. PANDOLFI, A.C. MARRA, G. CARONE, L. MAIORINO, L. ROOK 2021, *A new rhinocerotid (Mammalia, Rhinocerotidae) from the latest Miocene of Southern Italy*, “Historical Biology” 33, pp. 194-208
- M. PAVIA, H.J.M. MEIJER, M.A. ROSSI, U.B. GÖHLICH 2017, *The extreme insular adaptation of Garganornis ballmanni Meijer, 2014: a giant Anseriformes of the Neogene of the Mediterranean Basin*, “Royal Society Open Science” 4, pp. 160722.
- P. RAIA, F. CAROTENUTO, C. MELORO, P. PIRAS, C. BARBERA, T. KOTSAKIS 2009, *More than three million years of community evolution. The temporal and geographical resolution of the Plio-Pleistocene Western Eurasia mammal faunas*, “Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology” 276, pp. 15-23.
- L. ROOK 2016, *Geopalaeontological setting, chronology and palaeoenvironmental evolution of the Baccinello-Cinigiano Basin continental successions (Late Miocene, Italy)*, “Comptes Rendus Palevol” 15, pp. 825-836.
- L. ROOK, L. ABBAZZI, ENGESSER B. 1999, *An overview on the Italian Miocene land mammal faunas*, in: J. AGUSTÍ, L. ROOK , P. ANDREWS (a cura di), *The Evolution of Neogene Terrestrial Ecosystems in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 191-204.
- L. ROOK, G. GALLAI, D. TORRE 2006, *Lands and endemic mammals in the late Miocene of Italy: constraints for paleogeographic outlines of Tyrrhenian area*, “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology” 238, pp. 263-269.
- M. RUSTIONI, P. MAZZA, A. AZZAROLI, G. BOSCAGLI, F. COZZINI, E. DI VITO, M. MASSETI, A. PISANÒ 1992, *Miocene vertebrate remains from Scontrone, National Park of Abruzzi, Central Italy*, “Rendiconti Lincei: Scienze Fisiche e Naturali” 9, pp. 227-237.
- A. SAVORELLI, F. MASINI 2016, *Mystemys giganteus n. gen. et sp.: an enigmatic and rare cricetid from the Terre Rosse M013 fissure filling (Gargano, Southeastern Italy)*, “Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology – Stratigraphy” 306, pp. 1-23.
- A. SAVORELLI, S. COLOMBERO, F. MASINI 2016, *Apatodermus degiulii n. gen. et sp. (Rodentia, Muridae), a hitherto undescribed endemite from the Terre Rosse of Gargano (Late Miocene, Southeastern Italy)*, “Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology – Stratigraphy” 306, pp. 25-49.
- C.G. SIMPSON 1943, *Mammals and the nature of continents*, “American Journal of Sciences” 241,

pp. 1-31.

R.R. SOKAL 1958, *A statistical method for evaluating systematic relationships*, "University of Kansas Science Bulletin" 38, pp. 1409-1438.

R.R. SOKAL, P.H.A. SNEATH 1963, *Principles of Numerical Taxonomy*. Freeman & Co, San Francisco, pp. 1-349.

A. URCIUOLI, D. DEMIGUEL, S. MOYÀ-SOLÀ., L. ROOK 2016, *New Hoplitomeryx Leinders, 1984 remains from the late Miocene of Gargano (Apulia, Italy)*, "Hystrix" 27, pp. 129-136.

A. VILLA, G. CARNEVALE, M. PAVIA, L. ROOK, M. SAMI, Z. SZYNDLAR, M. DELFINO 2021, *An over-*

view on the late Miocene vertebrates from the fissure fillings of Monticino Quarry (Brisighella, Italy), with new data on non-mammalian taxa, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 127, pp. 275-332.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, ed in particolare Piero Lucci e Massimo Ercolani, per lo stimolo ad intraprendere questa revisione della fauna a vertebrati fossili di Cava Monticino. Grazie a Marco Sami ed Enzo Bagnaresi (Museo di Storia Naturale di Faenza) per l'accesso alle collezioni e la grande disponibilità. Infine, un ringraziamento speciale va ad Antonio ("Tonino") Benericetti per la sua passione e dedizione grazie alla quale tanto oggi sappiamo della paleontologia di Cava Monticino.

Appendice

LISTE FAUNISTICHE RIASSUNTIVE DEI VERTEBRATI FOSSILI RECUPERATI NEI DEPOSITI DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA)

Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Specie
Actinopterygii	Clupeiformes	Clupeidae	–	indet.
	Perciformes	Carangidae	<i>Trachurus</i>	sp.
		Gobiidae	–	indet.
		Latidae	<i>Lates</i>	cf. <i>niloticus</i>
		Scombridae	<i>Sarda</i>	sp.

Tab.1 – Elenco dei pesci recuperati dalle peliti eusiniche del terzo ciclo evaporitico basale della Formazione Gesso-solfifera di Cava Monticino (CARNEVALE, capitolo 3 di questo volume).

Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Specie
Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Aphanius</i>	<i>crassicaudus</i>
	Perciformes	Cichlidae	?Cichlidae	indet.
		Sciaenidae	?Sciaenidae	indet.

Tab. 2 – Elenco dei pesci recuperati nei riempimenti carsici di Cava Monticino (CARNEVALE, capitolo 3 di questo volume).

Classe	Ordine	Superfamiglia	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie/Taxon
Amphibia	Anura	Discoglossoidea	Alytidae	Discoglossinae	? <i>Latonia</i>	sp.
		Discoglossoidea	–	–	–	indet.
		Hyloidea	Bufoidea		<i>Bufo</i>	cf. <i>bufo</i>
					<i>Bufotes</i>	gr. <i>viridis</i>
			Bufoidea	–	–	indet.
			Hylidae	Hylinae	<i>Hyla</i>	sp.
		Pelobatoidea	Pelobatidae		<i>Pelobates</i>	sp.
					? <i>Pelobates</i>	sp.
		Ranoidea	Ranidae		<i>Pelophylax</i>	sp.
	Anura	–	–	–	–	indet.
	Urodela	Salamandroidea	Salamandridae	Pleurodelinae	<i>Lissotriton</i>	sp.
	Urodela	–	–	–	–	indet.

Tab. 3 – Elenco delle specie e dei taxa di anfi ritrovati nei riempimenti carsici di Cava Monticino (VILLA, DELFINO, capitolo 4 di questo volume).

Classe	Ordine	Sottordine	Superfamiglia	Famiglia	Sottofamiglia	Tribù	Genere	Specie/Taxon
Reptilia	Testudines		Testudinoidea	Testudinidae			<i>Testudo</i>	s.l.
			Testudinoidea	Geoemydidae	Geoemydinae		<i>Mauremys</i>	sp.
	Testudines	–	–	–	–	–	–	indet.
	Crocodylia	–	–	–	–	–	–	indet.
	Squamata			Agamidae	Agaminae	–	–	indet.
			Lacertoidea	Lacertidae	Lacertinae	Eremiadini	–	indet.
			Lacertoidea	Lacertidae	–	–	–	indet.
			Scincoidea	Scincidae	–	–	–	indet.
		Anguimorpha		Anguidae	Anguinae		<i>Ophisaurus</i>	sp.
							<i>Pseudopus</i>	sp.
					Anguinae	–	–	indet. (non- <i>Anguis</i>)
				Varanidae			<i>Varanus</i>	sp.
		Amphisbaenia	–	–	–	–	–	indet.
		Serpentes	Booidea	Boidae	Erycinae	–	<i>Eryx</i>	<i>cf. jaculus</i>
			Colubroidea	Colubridae			<i>Platyceps</i>	<i>planicarinatus</i>
				Dipsadidae			<i>cf. Paleoheterodon</i>	<i>arcuatus</i>
				Natricidae			<i>Natrix</i>	sp.
				Psammophiidae			<i>Malpolon</i>	sp.
				Viperidae	Viperinae		<i>Vipera</i>	s.l. (gr. “vipere orientali”)
					Viperinae		<i>Vipera</i>	sp. 2
								Colubroides indet.
		Serpentes	–	–	–	–	–	indet.

Tab. 4 – Lista delle specie e taxa di rettili ritrovati nei riempimenti carsici di Cava Monticino (VILLA, DELFINO, capitolo 4 di questo volume).

Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Specie
Aves	Accipitridiformes	Accipitridae	Accipitridae	indet.
	Galliformes	Phasianidae	Phasianidae	indet.
	Otidiformes	Otididae	Otididae	indet.
	Passeriformes		Passeriformes	indet.

Tab. 5 – Lista riassuntiva dei reperti di uccelli ritrovati nei riempimenti carsici di Cava Monticino (PAVIA, capitolo 5 di questo volume).

Classe	Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie/Taxon
Mammalia	Eulipotyphla	Erinaceidae	Erinaceinae	<i>"Mioechinus"</i>	sp.
		Erinaceidae	Galericinae	<i>Parasorex</i>	<i>depereti</i>
		Soricidae	Crocidosoricinae	cf. <i>Miosorex</i>	<i>desnoyersianus</i>
		Soricidae	Soricinae	<i>Neomyosorex</i>	sp.
	Chiroptera	Megadermatidae		<i>Megaderma</i>	cf. <i>mediterraneum</i>
		Hipposideridae		<i>Asellia</i>	cf. <i>mariatheresae</i>
		Hipposideridae		<i>Hipposideros</i>	cf. <i>vetus</i>
		Vespertilionidae	Myotinae	<i>Myotis</i>	cf. <i>boyeri</i>
		Rhinolophidae	Rhinolophinae	<i>Rhinolophus</i>	cf. <i>kowalskii</i>
		Rhinolophidae	Rhinolophinae	<i>Rhinolophus</i>	sp.
	Rodentia	Cricetidae	Cricetinae	<i>Apocricetus</i>	cf. <i>barrierei</i>
		Cricetidae	Cricetodontinae	<i>Ruscinomys</i>	cf. <i>lasallei</i>
		Gliridae	Leithiinae	<i>Muscardinus</i>	sp.
		Gliridae	Leithiinae	<i>Myomimus</i>	sp.
		Hystriidae		<i>Hystrix</i>	<i>depereti</i>
		Muridae	Murinae	<i>Apodemus</i>	cf. <i>gudrunae</i>
		Muridae	Murinae	<i>Paraethomys</i>	<i>meini</i>
		Muridae	Murinae	<i>Stephanomys</i>	<i>debruijni</i>
		Muridae		<i>Centralomys</i>	<i>benericettii</i>
		Muridae		<i>Occitanomys</i>	sp.
		Sciuridae	Xerinae	<i>Atlantoxerus</i>	cf. <i>rhodius</i>
		Sciuridae	Sciurinae	<i>Hylopetes</i>	sp.
	Lagomorpha	Leporidae	Leporinae	cf. <i>Trischizolagus</i>	sp.
		Ochotonidae	Prolaginae	<i>Prolagus</i>	<i>sorbini</i>
	Primates	Cercopithecidae	Colobinae	<i>Mesopithecus</i>	cf. <i>pentelicus</i>
	Proboscidea	Gomphotheriidae	Anancinae	cf. <i>Anancus</i>	sp.
	Carnivora	Canidae	Caninae	<i>Eucyon</i>	<i>monticinensis</i>
		Felidae	Felinae	<i>Felis</i>	cf. <i>christoli</i>
		Hyaenidae	Hyaeninae	<i>Lycyaena</i>	cf. <i>chaeretis</i>
		Hyaenidae	Ictitheriinae	<i>Plioviverrops</i>	<i>faventinus</i>
		Mustelidae	Mellivorinae	<i>Mellivora</i>	<i>benfeldi</i>
	Tubulidentata	Orycteropodidae		<i>Amphorycteropus</i>	cf. <i>gaudryi</i>
	Perissodactyla	Equidae	Hipparioninae	<i>Hippotherium</i>	<i>malpassii</i>
		Rhinoceroidea	Rhinocerotinae	<i>"Dihoplus"</i>	<i>megarhinus</i>
	Artiodactyla	Bovidae	Antilopinae	–	indet. (taglia media)
		Bovidae	Antilopinae	<i>Oioceros</i>	<i>occidentalis</i>
		Bovidae	Bovinae	–	indet. (cf. <i>Parabos</i>)
		Cervidae	Pliocervinae	<i>Pliocervus</i>	sp.
		Cervidae	Odocoleinae	<i>Procapreolus</i>	cf. <i>loczyi</i>
		Suidae	Suinae	<i>Propotamochoerus</i>	<i>provincialis</i>

Tab. 6 – Lista faunistica dei mammiferi ritrovati nei riempimenti carsici di Cava Monticino (BORRANI *et alii*, capitoli 6 e 8; KOTSAKIS *et alii*, capitolo 7; ANGELONE *et alii*, capitolo 9; ROOK, capitoli 10 e 13; FERRETTI, capitolo 11; BARTOLINI-LUCENTI *et alii*, capitolo 12; PANDOLFI, CIRILLI, capitolo 14; PANDOLFI *et alii*, capitolo 15 di questo volume).

Tavole

(Foto di Saverio Bartolini-Lucenti)

Tavola I

In alto – Blocco MSF 89 con una fantastica concentrazione di fossili, esempio evidente della potenzialità di accumulo e conservazione di resti di organismi miocenici che vivevano nell'area di Brisighella intorno a 5,5-5 milioni di anni fa.

In basso – Dettaglio dello stesso blocco in vista laterale.



Tavola II

In alto – Dettagli di un metacarpo di un bovide giovanile conservato sulla superficie superiore del blocco MSF 89.

In basso – Dettaglio di una tibia di canide conservata sul blocco MSF 89.



Tavola III

In alto – Denti di coccodrillo (identificati come *Crocodylia* indet.) costituiscono una delle testimonianze più recenti per tale gruppo in Europa. I denti hanno una lunghezza di circa 10 mm.

In basso – Dettaglio del blocco contenente la mandibola di una lucertola agamide (*Agaminae* indet.) esposta in norma laterale (esterna). La mandibola ha una lunghezza di circa 22 mm.



Tavola IV

In alto – Reperti selezionati di istrice (*Hystrix (Hystrix) depereti*) rinvenuti a Cava Monticino: MSF 71, un femore destro e MSF 72, un frammento di mandibola sinistra con denti. Il femore ha una lunghezza massima di circa 150 mm mentre la serie dentaria misura 45 mm.

In basso – Dettaglio della dentatura inferiore di *Hystrix (Hystrix) depereti*, in particolare dei denti dal quarto premolare al terzo molare inferiori.



Tavola V

In alto – Mandibola quasi completa di *Prolagus sorbinii* inglobata in un blocco di argilla e clasti (la dimensione del blocco è di circa 38 mm).

In basso – Denti di *Mesopithecus pentelicus* rinvenuti a Cava Monticino, un canino superiore e un frammento di secondo molare, entrambi destri rispettivamente lunghi 35 e 8 mm.



Tavola VI

In alto – Mandibola destra di felide di dimensioni medio-piccole (*Felis cf. christoli*) con il carnassiale ben conservato e parte del quarto premolare inferiore. La massima lunghezza della mandibola è di 79 mm.

In basso – Reperti craniali e dentali del un grosso ienide rinvenuto a Cava Monticino (attribuito a *Lycyaena cf. charetis*): MSF 83, un canino superiore sinistro; MSF 84, un cranio frammentato e parzialmente deformato, MSF 86, un quarto premolare inferiore destro e MSF 87, un primo molare inferiore destro. Il cranio ha una lunghezza massima di 186 mm.



Tavola VII

Blocco MSF 62, con diverse ossa del piccolo ienide *Plioviverrops faventinus*. La massima altezza del blocco è di 171 mm. I fossili di questa specie sono i più abbondanti dell'intero accumulo fossilifero di Cava Monticino.



Tavola VIII

In alto – Dettaglio del cranio di *Plioviverrops* presente sulla superficie del blocco MSF 62.

In basso – Nella porzione posteriore, più in basso rispetto al cranio sopramenzionato, si trova un'altra mandibola di un secondo individuo di *Plioviverrops*. Si notano inoltre alcuni frammenti della dentatura superiore a testimonianza che in quella posizione doveva esserci anche il cranio di questo secondo individuo che, purtroppo, sembra essere andato perduto.



Tavola IX

Una delle poche vertebre lombari di *Plioviverrops faventinus*, anch'essa presente sul blocco MSF 62.



Tavola X

In alto – Reperti craniali e postcraniali del canide *Eucyon monticinensis*, il più antico canide rinvenuto in Italia. I campioni fossili ritrovati a Cava Monticino non sono particolarmente abbondanti ma ben conservati come si può notare dall'immagine, con una mandibola quasi completa (MSF 97), ossa dell'arto superiore (sulla destra dall'alto, un omero con radio e ulna, rispettivamente MSF 100, MSF 98 e MSF 99) e inferiore (sulla sinistra, una tibia destra, MSF 101). La lunghezza totale della tibia è di 145 mm.

In basso – Unico resto rinvenuto del tasso del miele di Cava Monticino (*Mellivora benfieldi*): una mandibola sinistra con terzo e quarto premolare e primo molare (MSF 88). Il campione è lungo circa 43 mm.



Tavola XI

In alto – Denti di orittetopo (*Amphyorycteropus* cf. *gaudryi*) rinvenuti a cava Monticin: BRS 5/6, un secondo molare inferiore destro (a sinistra) e BRS27/51, un primo molare superiore sinistro (a destra). I denti sono rispettivamente alti 16 e 21 mm.

In basso – Denti da Cava Monticino che appartengono al suide *Propotamochoerus provincialis*: un primo incisivo (BRS 25/1) e un terzo molare (BRS 25/3) entrambi superiori. Il terzo molare misura circa 38 mm in senso mesiodistale (=anteroposteriore).



Tavola XII

In alto – Visione laterale del blocco contenente un metapode di bovide di grandi dimensioni rinvenuto a Monticino e verosimilmente simile al genere *Parabos* (BRS 5/303) anche se non è possibile determinarne la specie.

In basso – Dettaglio del metapode nella sua porzione prossimale.



Tavola XIII

In alto – Resti craniali di bovide di medie dimensioni *Oioceros occidentalis*, MSF 107 frammento di cranio con corna preservate e MSF 108 porzione del muso con le mandibole in connessione anatomica. Il corno più grande ha un'altezza di 100 mm.

In basso – Mandibole destra e sinistra dello stesso bovide in vista laterale (rispettivamente MSF 106 e MSF105).



Tavola XIV

In alto – Denti di rinoceronte "*Dihoplus*" *megarhinus*: MSF 115, un quarto premolare superiore e MSF 116, un secondo molare superiore, entrambi destri. Il quarto premolare ha una lunghezza massima della corona di circa 50 mm.

In basso – Dettaglio della superficie oclusale del quarto premolare superiore (MSF 115) di "*Dihoplus*" *megarhinus*.



Tavola XV

In alto – Resti dell'equide tridattilo *Hippotherium malpassii* rinvenuti a Cava Monticino: due quarti premolari superiori destri (MSF 119 e 120) e un terzo metacarpo sinistro (MSF 121). La lunghezza della superficie occlusale di MSF 120 è di circa 23.1 mm.

In basso – Dettaglio della superficie occlusale del quarto premolare superiore (MSF 120) di *Hippotherium malpassii*.





Lorenzo Rook

Professore Ordinario di Paleontologia all'Università di Firenze, è stato Presidente della Società Paleontologica Italiana (SPI). Autore di oltre 200 pubblicazioni scientifiche, nelle sue ricerche, in laboratorio e sul campo, ha studiato fossili del Neogene e Quaternario in Italia, Africa e Sud America. Ha ricevuto i premi "G. Dal Piaz" (Società Geologica Italiana, 1997), e "F. Frassetto" (Accademia Nazionale dei Lincei, 2006) ed è stato insignito della medaglia "A. Scilla" dalla Società Paleontologica Italiana (2020).

