



Atti del 6° Convegno Nazionale di Archeozoologia

Centro visitatori del Parco dell'Orecchiella

21-24 maggio 2009

San Romano in Garfagnana - Lucca

a cura di

Jacopo De Grossi Mazzorin

Daniela Saccà

Carlo Tozzi

LEONARDO SALARI¹

¹ Dipartimento Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza"

I chiroteri tardopleistocenici della Caverna delle Arene Candide (Finale Ligure, SV, Italia settentrionale): indicazioni paleoecologiche e paleobiogeografiche e interazione con gli esseri umani

The latest Pleistocene bats from the Arene Candide Cave (Finale Ligure, SV, Northern Italy): palaeoecological and palaeobiogeographical indications and interaction with humans

Riassunto - Sono esposti i dati relativi ai chiroteri fossili dei livelli tardopleistocenici della Caverna delle Arene Candide (Finale Ligure, Savona). Gli scavi archeologici hanno evidenziato 3 diversi orizzonti: uno superiore, olocenico, con frequentazioni umane dal Neolitico al periodo Bizantino, e due pleistocenici con industria litica del Paleolitico superiore. La sequenza stratigrafica pleistocenica è ripartita in due gruppi di strati separati da una discontinuità stratigrafica: il complesso inferiore "P", suddiviso in 13 livelli, e i 5 livelli del complesso superiore "M".

Sono stati individuati 15 *taxa*, ripartiti in 3 famiglie e 6 generi (*Rhinolophus*, *Myotis*, *Plecotus*, *Nyctalus*, *Barbastella* e *Miniopterus*). I resti ossei risalgono al Pleistocene Superiore, un momento chiave nei cambiamenti verso l'attuale mammalofauna, e registrano il cambiamento della distribuzione geografica di almeno due specie. La loro relativa abbondanza evidenzia momenti di abbandono o di frequentazione occasionale della grotta da parte dell'uomo. Le esigenze ecologiche dei *taxa* presenti e le loro variazioni percentuali permettono di registrare alcune fluttuazioni climatiche e di ricostruire il microclima della grotta e l'ambiente circostante, delineando un paesaggio composito con ampi spazi a steppa e prateria, alternati ad aree forestali e zone umide. Durante l'Ultimo Massimo Glaciale la costa ligure probabilmente ha avuto un ruolo di *glacial refugium* per alcune specie.

Summary - In this paper the fossil bat remains from the latest Pleistocene levels of Arene Candide Cave are described. The archaeological excavations have revealed three different horizons: one, higher, with Holocene human presence from the Neolithic to the Byzantine period, and two Pleistocene horizons with lithic artefacts of upper Palaeolithic. The Pleistocene sequence is divided in two groups of layers separated by a depositional gap: the "P" complex (lower), divided in 13 layers, and the 5 "M" complex (upper) layers.

Fifteen taxa, divided into 3 families and 6 genera (Rhinolophus, Myotis, Plecotus, Nyctalus, Barbastella and Miniopterus) have been identified. The bat remains dates from the Late Pleistocene, a key period in the changes of mammal faunas towards the modern patterns we observe today, and it gives evidence of changes of the geographic distribution of at least two species. Their relative abundance is evidence of particular moments in which the humans have abandoned or rarely frequented the cave. The ecological requirements of these taxa and their percentage changes allow recording some climatic fluctuations and reconstructing the microclimate of the cave and its surroundings, outlining a composite landscape with steppe and prairie, alternating forest and wetlands. During the Last Glacial Maximum, the Ligurian coast probably has been a glacial refugium for some species of bats.

Parole chiave: Chiroteri, Pleistocene Superiore, paleobiogeografia, paleoecologia, attività umane.

Key words: Bats, Late Pleistocene, palaeobiogeography, palaeoecology, human activities.

INTRODUZIONE

La Caverna delle Arene Candide (Finale Ligure, Savona) si apre sul fianco del Monte Caprazoppa a circa 90 m s.l.m. Le prime ricerche e i primi scavi intrapresi da vari ricercatori (Issel, Perrando, Barrili, Wall, Morelli, D'Albertis, Rossi) risalgono alla seconda metà del XIX secolo. Nuove e più attente campagne di scavo condotte con metodi stratigrafici intorno alla metà del secolo scorso da L. Cardini e L. Bernabò Brea hanno messo in luce una complessa stratigrafia comprendente tre diverse fasi di frequentazione umana: un orizzonte superiore, olocenico, con livelli a ceramiche dal Neolitico al periodo Bizantino, e due d'età tardopleistocenica con industria litica del Paleolitico superiore (Cardini 1941, 1980; Biet-

ti, Molari 1994 con bibliografia). Più recenti scavi condotti da S. Tinè negli anni 1972-77 hanno interessato i livelli neolitici, mentre dal 2008 sono riprese le indagini della sequenza paleolitica, coordinate da R. Maggi. I resti dei chiroteri esaminati provengono dai livelli "M" e "P" degli scavi archeologici condotti tra il 1940 e il 1950 dall'Istituto Italiano di Paleontologia Umana di Roma, sotto la direzione di L. Cardini.

I 5 livelli dell'orizzonte superiore "M" hanno restituito industria litica riferita all'Epigravettiano finale, abbondanti resti faunistici e fornito datazioni radiometriche comprese tra 11750 ± 95 e 9980 ± 140 anni BP (^{14}C non calibrato); tali datazioni indicherebbero la fase fredda terminale del Dryas II seguita dall'interstadio più temperato di Allerød e la fase iniziale fredda del Dryas III

(Bietti, Molari 1994). Alla base dell'orizzonte "M" è stata individuata una vasta necropoli con almeno 15 tombe (Cardini 1980). L'orizzonte inferiore "P" comprende 13 livelli che hanno restituito resti faunistici e fornito datazioni radiometriche comprese tra 25620 ± 320 e 18560 ± 210 anni BP (^{14}C non calibrato); nel livello P10 è stata rinvenuta la cosiddetta sepoltura del "giovane principe" e nei livelli P8-1 è stata recuperata industria litica riferita al Gravettiano finale - Epigravettiano antico (Bietti, Molari 1994).

Le faune tardopleistoceniche (uccelli, grandi mammiferi e relativa tafonomia) sono state ampiamente illustrate da Cassoli (1980), Cassoli, Tagliacozzo (1994) e Alhaique (1994) ed è stato pubblicato un primo contributo sui chiroterri dei livelli "M" (Salari 2010).

MATERIALI E METODI

I reperti esaminati sono stati comparati con materiale di confronto (fossile e recente) conservato nel Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università "Sapienza" di Roma, nel Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università "Roma Tre" e nella Sezione di Paleontologia del Quaternario e Archeozoologia del Museo Nazionale Preistorico Etnografico "Pigori" di Roma. Il materiale fossile è stato osservato con l'ausilio di un microscopio stereoscopico, è stato scelto in funzione della sua rilevanza sistematica ed è costituito da omeri e porzioni distali d'omero (ca. 60%), mandibole e frammenti mandibolari (ca. 30%), rari denti isolati, alcuni mascellari, crani (1 intero e 5 subinteri) e frammenti di cranio. Altre porzioni scheletriche (radio, scapola, metacarpi, coxale) pur riconoscibili a livello di famiglia, di genere e talvolta di specie, non sono state considerate in quanto avrebbero alterato le elaborazioni statistiche a scapito delle specie di piccola taglia, probabilmente già sottorappresentate per motivi tafonomici. I loro piccoli e fragili elementi scheletrici, infatti, sono soggetti più frequentemente ai processi di distruzione differenziale rispetto a quelli delle specie di grande taglia.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono stati determinati 1298 reperti, riferibili ad almeno 590 individui (Tabb. 1 e 2); poco meno della metà provengono dal livello M1, il 4% dal livello M5 e poco più dell'1% dall'intero orizzonte "P". Morfologia e dimensioni dei resti fossili sono simili alle corrispondenti parti anatomiche delle specie viventi (cfr. Felten *et al.* 1973; Storch 1974; Sevilla García 1988; Lanza, Agnelli 2002; Benda *et al.* 2003; Salari 2004). Alcune porzioni distali d'omero col processo stiloide danneggiato sono state riferite, per morfologia e dimensioni, rispettivamente a *Rinolophus euryale/mehelyi* e ad indeterminati Vespertilionidae, mentre con *Myotis sp.* sono indicate delle porzioni distali d'omero riferibili a *Myotis daubentonii* o *M. emarginatus* o *M. nattereri* (cfr. Felten *et al.* 1973) e alcuni frammenti di piccole

mandibole prive di denti, compatibili con più specie di piccola taglia del genere.

I reperti esaminati rappresentano essenzialmente il naturale accumulo delle ossa dei chiroterri morti per congelamento o per penuria di riserve di grasso subcutaneo mentre occupavano la grotta durante l'ibernazione. Non ci sono resti giovanili che possano indicare frequentazioni per il periodo primaverile o estivo.

La caverna ha prima accolto saltuariamente alcuni occasionali taxa (orizzonte "P") e in seguito (orizzonte "M") ha ospitato nutrite colonie di *M. blythii*, specie dominante con percentuali tra il 58,5% e il 73,1% dei resti e tra il 42,6% e il 63,1% degli individui, seguita da *Miniopterus schreibersii*, specie accessoria con percentuali dei resti e degli individui che aumentano progressivamente da M5 a M1, rispettivamente dal 5,6% al 26,1% e dal 9,5% al 29,3%, dai rinolofidi e *Barbastella barbastellus*, specie accidentali, e la sporadica presenza di altri taxa.

I taxa presenti sono tutti attualmente viventi in Italia e sono in maggioranza troglodili (11 taxa, 73.3%), in misura maggiore rispetto all'attuale chiroterrofauna della Liguria occidentale (12 taxa, 63.2%). Tra i resti fossili non sono rappresentate alcune specie occasionalmente o non troglodile, quelle oggi spiccatamente antropofile e quelle di ambiente roccioso (Tab. 3; Fig. 1). Particolarmente interessante è la presenza di *M. capaccinii*, *M. mystacinus s.l.*, *Plecotus auritus s.l.* e *Nyctalus lasiopterus*.

M. capaccinii è una specie ad affinità mediterranea, conosciuta dal Pleistocene Inferiore in alcune località dell'Europa meridionale; nel Pleistocene Superiore è segnalata, sempre con pochi resti, in parecchi siti dell'Italia centro-meridionale, mentre in Italia settentrionale e nel restante Paleartico occidentale è piuttosto rara (Salari, Di Canzio 2009; Salari 2010; e relative bibliografie). Nell'orizzonte "P" *M. capaccinii* compare in cronologie riferibili all'Ulti-

Taxa/livelli	M1	M2	M3	M4	M5	P1	P4	P6	P9	P12	Tot.
<i>Rhinolophus euryale</i>	7	5	5	2							19
<i>R. mehelyi</i>	50	8	25	21							104
<i>R. euryale/mehelyi</i>	6		2								8
<i>R. ferrumequinum</i>	22	8	14	6	2						52
<i>R. hipposideros</i>	2		1	1	3						7
<i>Myotis myotis</i>		2									2
<i>M. blythii</i>	372	79	173	127	38						789
<i>M. capaccinii</i>	3	1	3		1	1			1		10
<i>M. emarginatus</i>					2						2
<i>M. mystacinus s.l.</i>	1					1					2
<i>Myotis sp.</i>	1	2		2					2		7
<i>Nyctalus lasiopterus</i>		1									1
<i>N. noctula</i>					1						1
<i>Plecotus auritus s.l.</i>			1								1
<i>B. barbastellus</i>	3	1	1	2	2		2	1	3	1	16
Vespertilionidae indet									2		2
<i>Miniopterus schreibersii</i>	165	28	54	25	3						275
Totale	632	135	279	186	52	2	2	1	8	1	1298

Tab. 1. Arene Candide, Pleistocene Superiore, chiroterri: numero dei resti determinati.

mo Massimo Glaciale (livelli P1 e P9, datati rispettivamente 18560±210 e 20470±320 anni BP, ¹⁴C non calibrato) associato a varie specie “fredde” (cfr. Cassoli 1980; Bietti, Molari 1994; Cassoli, Tagliacozzo 1994); buon indicatore di zone umide, nell’orizzonte “M” ha lo stesso andamento dell’alce, cervide tipico di ambienti boschivi prossimi a zone umide (cfr. Cassoli, Tagliacozzo 1994).

M. mystacinus è una specie nemorale conosciuta in Europa orientale dal Pleistocene Inferiore; nel Pleistocene Superiore *M. mystacinus s.l.* è segnalato in vari siti europei, mentre in Italia è presente solo a Grotta Breuil e probabilmente a Covolo di Treme (Salari, Di Canzio 2009 con bibliografia).

P. auritus è una specie boreale conosciuta dal Pleistocene Inferiore in varie località europee centro-orientali; nel Pleistocene Superiore *P. auritus s.l.* è relativamente comune in Europa centrale e orientale, mentre in Italia è segnalato solo a Grotta di Pozzo e Isola di Palmaria (Salari, Di Canzio 2009 con bibliografia).

N. lasiopterus è una specie nemorale relativamente rara nei giacimenti preistorici, segnalata solo in pochi siti del Pleistocene Medio e Superiore in Spagna (Sevilla García 1988; López-García *et al.* 2009), Francia (Jullien, Pillard 1969; Desclaux, Defleur 1997), Germania (Brunner 1958), Bulgaria (Popov 2000) e in Italia a Punta Padrellu (Sardegna) (Kotsakis 1987); l’omero della Caverna delle Arene Candide aggiunge nuove informazioni sulla distribuzione discontinua di questa specie forestale, rafforzando l’indicazione che nel Pleistocene Superiore era comunemente distribuita nell’area settentrionale del bacino Mediterraneo occidentale.

Dato l’esiguo numero di resti dei livelli “P”, le seguenti considerazioni sul microclima della grotta, l’ambiente circostante e sulle indicazioni indirette di frequentazione umana riguarderà solo i

livelli “M”. Ai taxa presenti nell’orizzonte “P” si farà cenno nella parte finale delle considerazioni conclusive.

Valutando le esigenze d’ibernazione dei taxa presenti (Tab. 3), si può ipotizzare che nell’intervallo di tempo considerato il microclima invernale della grotta (o quantomeno dell’area circostante lo scavo archeologico) non è stato uniforme. La temperatura sarebbe salita da 7-8 °C in M5 a 11-12 °C in M4 per rimanere poi pressoché costante; si registrano tuttavia alcuni episodi freddi (un inverno? un ciclo pluriennale?) compatibili con la puntuale presenza di *B. barbastellus*, *P. auritus s.l.*, *N. noctula* e *N. lasiopterus*. L’umidità non dovrebbe essere arrivata a saturazione, non compatibile con *M. schreibersii* e *B. barbastellus* che sopportano un tasso igrometrico tra 70 e 98%, ma occorre considerare che *R. mehelyi* si adatta ad umidità prossime alla saturazione (97-100%). La presenza puntuale di alcuni taxa che solitamente trovano rifugio nei cavi degli alberi (*N. lasiopterus*, *N. noctula*, *P. auritus s.l.*), inoltre, potrebbe indicare momenti di incrudimento climatico o quantomeno inverni particolarmente rigidi.

Riguardo alle indicazioni paleoambientali, la specie dominante, *M. blythii*, predilige aree di foraggiamento riccamente erbose, evitando sia le aree aride e denudate che qualsiasi tipo di bosco e foresta. *M. schreibersii* e *R. ferrumequinum* frequentano ambienti vari, sia forestali che aperti, il primo anche di tipo steppico, il secondo in aree prossime a zone umide; *R. mehelyi*, *R. euryale*, *B. barbastellus* e *M. capaccinii* frequentano preferibilmente aree boschive, anche in prossimità di zone umide o corsi d’acqua. La figura 2 mostra le variazioni percentuali nei vari livelli tra i taxa raggruppati per ambiente di foraggiamento (cfr. Tab. 3): tali variazioni riguardano sia taxa che frequentano vari ambienti e gli spazi aperti, sia quelli boschivi e forestali che hanno un moderato, ma progressivo, incremento da M5 a M2, seguito da una riduzione in M1.

La figura 3 evidenzia che le specie mediterranee (*sensu lato* e *sensu stricto*) sono largamente dominanti, mentre la presenza di specie nemorali e soprattutto boreali è trascurabile. Considerando il numero di taxa, le specie mediterranee s.s. aumentano da meno del 30% in M5 a più del 40% in M4, essenzialmente a scapito di specie mediterranee s.l., per poi rimanere stabili, mentre secondo il numero degli individui l’aumento è progressivo (14% in M5, 29% in M4, 36% in M3 e oltre 40% in M2-1); l’incremento maggiore si ha in M4, in corrispondenza della comparsa di *R. euryale* e *R. mehelyi* e di un sensibile aumento di *M. schreibersii*.

Riguardo alle interazioni tra i pipistrelli e gli esseri umani nella grotta, è bene ricordare che non è frequente trovare resti dei piccoli mammiferi volatori nei giacimenti in cui il principale agente d’accumulo di ossa animali è l’uomo. Le necessità primarie dei chiroterri sono rappresentate dalla disponibilità di rifugi adeguati e da redditizie aree di foraggiamento dove cacciare gli insetti: qualunque cosa comprometta tali risorse incide profondamente sulle loro possibilità di sopravvivenza ed è noto che rumore, luce e calore causati dalle frequen-

Taxa/livelli	M1	M2	M3	M4	M5	P1	P4	P6	P9	P12	Tot.
<i>Rhinolophus euryale</i>	3	3	3	1							10
<i>R. mehelyi</i>	28	5	12	11							56
<i>R. euryale/mehelyi</i>	3		2								5
<i>R. ferrumequinum</i>	6	4	6	2	1						19
<i>R. hipposideros</i>	1		1	1	2						5
<i>Myotis myotis</i>		1									1
<i>M. blythii</i>	154	26	71	53	12						316
<i>M. capaccinii</i>	3	1	2		1	1			1		9
<i>M. emarginatus</i>					1						1
<i>M. mystacinus s.l.</i>	1					1					2
<i>Myotis sp.</i>	1	2		2					2		7
<i>Nyctalus lasiopterus</i>		1									1
<i>N. noctula</i>					1						1
<i>Plecotus auritus s.l.</i>			1								1
<i>B. barbastellus</i>	3	1	1	2	1		1	1	2	1	13
Vespertilionidae indet									1		1
<i>Miniopterus schreibersii</i>	84	17	27	12	2						142
Totale	287	61	126	84	21	2	1	1	6	1	590

Tab. 2. Arene Candide, Pleistocene Superiore, chiroterri: numero minimo degli individui.

tazioni umane possono modificare gli ambienti ipogei. Particolare fonte di disturbo per i chiroterri è il fumo dei fuochi accesi dagli uomini che possono altresì alterare il microclima delle grotte. Il disturbo è maggiore se l'intrusione avviene in inverno o durante il periodo riproduttivo provocando la dispersione della colonia sul territorio alla ricerca di altre grotte idonee alle loro esigenze.

Benché oggi alcune specie dei generi *Hypsugo* e *Pipistrellus* siano antropofile, normalmente i piccoli mammiferi volatori disertano le caverne frequentate dagli esseri umani. Non risulta, inoltre, che essi furono prede di cacciatori a scopi alimentari o per altri fini, mentre possono essere prede occasionali di uccelli rapaci notturni (strigiformi) nei cui rigetti generalmente non arrivano all'1% delle prede, costituite prevalentemente da roditori, piccoli uccelli e insettivori (Sevilla García 1988; Kowalski 1990, 1995; García *et al.* 2005). Tuttavia anche gli uccelli rapaci solitamente non frequentano grotte occupate dagli esseri

umani. I resti ossei esaminati pertanto testimoniano momenti corrispondenti evidentemente a periodi di abbandono o di frequentazione occasionale della grotta da parte dell'uomo.

L'andamento percentuale delle presenze dei chiroterri, infatti, è quasi speculare, tranne in M3, a quello dei resti dei grandi mammiferi, nei livelli "M" prevalentemente introdotti in grotta dall'uomo (Alhaique 1994; Cassoli, Tagliacozzo 1994), e speculare a quello delle tracce di attività umana sulle ossa dei grandi mammiferi (Fig. 4). L'alternanza di frequentazione della grotta tra chiroterri ed esseri umani potrebbe essere stata pluriennale oppure anche stagionale (tarda primavera - inizio autunno gli uomini, autunno inoltrato - inizio primavera i chiroterri). Il picco di presenze registrato in M1 forse è legato all'abbandono della grotta da parte degli esseri umani, tra le ultime frequentazioni epigravettiane e le successive prime frequentazioni neolitiche.

Taxa	Arene Candide fossili	Finale Ligure oggi	Alpi Liguri occ. oggi	ibernacoli	temperatura di ibernazione	ambiente di foraggiamento	caratteristica zoogeografica
<i>Rhinolophus euryale</i>	X	X	X	grotte	10 : 12 °C	boschi	Mediterranea s.s.
<i>R. mehelyi</i>	X			grotte	11 : 13 °C	boschi	Mediterranea s.s.
<i>R. ferrumequinum</i>	X	X	X	grotte	7 : 12 °C	misto	Mediterranea s.l.
<i>R. hipposideros</i>	X	X	X	grotte	4 : 12 °C	misto	Mediterranea s.l.
<i>Myotis myotis</i>	X	X	X	grotte	2 : 12 °C	boschi	Mediterranea s.l.
<i>M. blythii</i>	X	X	X	grotte	4 : 14 °C	aperto	Mediterranea s.l.
<i>M. bechsteinii</i>			X	cavi di alberi, grotte	1 : 10 °C	boschi	Nemorale
<i>M. capaccinii</i>	X	X		grotte	4 : 15 °C	boschi	Mediterranea s.s.
<i>M. daubentonii</i>	?		X	grotte	0 : 10 °C	foreste	Boreale
<i>M. emarginatus</i>	X		X	grotte	5 : 9 °C	vari	Mediterranea s.l.
<i>M. mystacinus s.l.</i>	X		X	grotte	2 : 8 °C	vari	Nemorale
<i>M. nattereri</i>	?		X	grotte	2 : 8 °C	boschi	Nemorale
<i>Myotis</i> sp. (piccola taglia)	X						
<i>Hypsugo savii</i>			X	edifici, grotte	?	vari, antropofilo	Mediterranea s.s.
<i>Pipistrellus kuhlii</i>			X	edifici, fessure nelle rocce	?	vari, antropofilo	Mediterranea s.s.
<i>P. nathusii</i>			X	fessure nelle rocce, edifici	?	boschi	Nemorale
<i>P. pipistrellus</i>			X	edifici, cavi di alberi	0 : 6 °C	boschi, antropofilo	Mediterranea s.l.
<i>P. pygmaeus</i>			X	cavi di alberi, edifici	?	vari, antropofilo	Nemorale ?
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	X			cavi di alberi	-6 : 6 °C	foreste	Nemorale
<i>N. leisleri</i>			X	cavi di alberi	?	boschi	Nemorale
<i>N. noctula</i>	X			cavi di alberi	> -7 °C	foreste	Nemorale
<i>Plecotus auritus s.l.</i>	X		X	cavi di alberi, grotte	2 : 5 °C	foreste	Boreale
<i>Barbastella barbastellus</i>	X		X	grotte	0 : 8 °C	foreste	Nemorale
<i>Miniopterus schreibersii</i>	X	X		grotte	4 : 12 °C	vari	Mediterranea s.s.
<i>Tadarida teniotis</i>			X	fessure nelle rocce	0 : 10 °C	roccioso	Mediterranea s.s.
Totale	15	7	19				

Tab. 3. Confronto tra i taxa pleistocenici della Caverna delle Arene Candide con le specie attualmente presenti nel territorio finalese (Finale Ligure, 2007) e nelle Alpi Liguri occidentali (Calvini 2005) e schema riassuntivo di alcune loro caratteristiche ecologiche (cfr. Horáček *et al.* 2000; Lanza, Agnelli 2002; Agnelli *et al.* 2004).

CONCLUSIONI

Sono stati individuati 15 taxa, ripartiti in 3 famiglie e 6 generi (Tabb. 1 e 2). I taxa riconosciuti sono tutti attualmente presenti in Italia settentrionale, tranne *R. mehelyi*, specie troglifila particolarmente sensibile al disturbo umano, oggi presente solo in Sardegna e in Sicilia, ma prima del 1980 segnalata anche in Puglia (Mucedda *et al.*, 2009), e *N. lasiopterus*, specie tipicamente forestale che trova rifugio in ogni stagione nei cavi degli alberi, che potrebbe essere presente in gran parte del territorio italiano, ma segnalata con certezza dopo il 1980 solo in Toscana e in Sicilia (Agnelli *et al.*, 2004). Essendo entrambe le specie legate in una certa misura alle aree boschive, queste differenze nella distribuzione geografica sono probabilmente imputabili alla riduzione delle foreste (per cause naturali o antropiche) nella Liguria occidentale e in gran parte del territorio italiano durante l'Olocene.

La relativa abbondanza di resti ossei dei chiroteri nei livelli "M" sottolinea momenti corrispondenti a periodi di abbandono o di frequentazione occasionale della Caverna delle Arene Candide da parte dell'uomo e consente, inoltre, di formulare alcune ipotesi sul microclima della grotta. L'umidità avrebbe avuto valori prossimi alla saturazione, mentre la temperatura sarebbe salita da valori intorno a 7-8 °C in M5 a 11-12 °C in M4, per poi mantenersi, pur

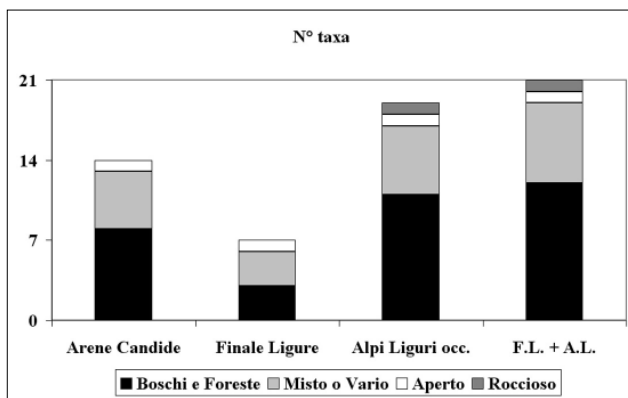


Fig. 1. Confronto tra i chiroteri pleistocenici delle Arene Candide con le specie attualmente presenti nel territorio finalese (F.L.), nelle Alpi Liguri occidentali (A.L.) e congiuntamente nelle due aree, secondo gli ambienti di foraggiamento (cfr. Tab. 3).

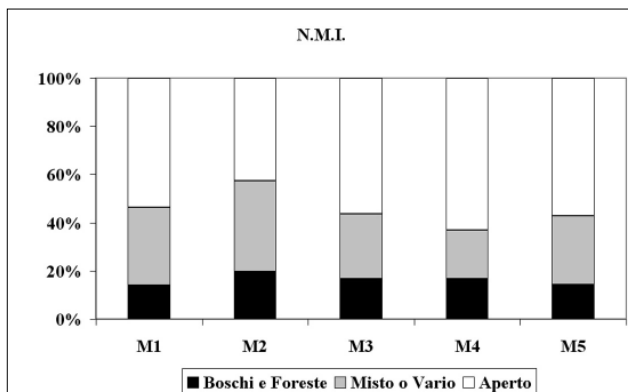


Fig. 2. Arene Candide, Pleistocene Superiore, livelli "M", chiroteri: rapporti percentuali secondo l'ambiente di foraggiamento, per numero di individui.

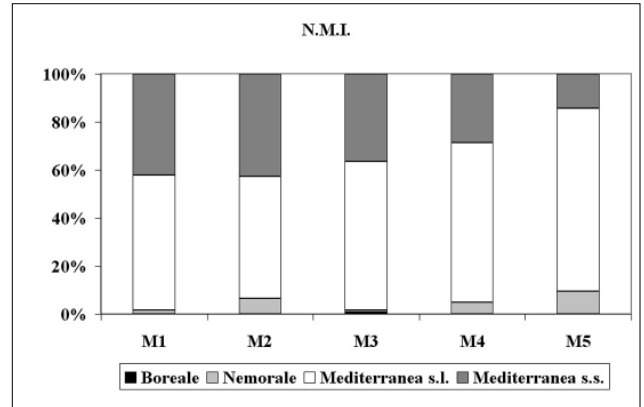


Fig. 3. Arene Candide, Pleistocene Superiore, livelli "M", chiroteri: rapporti percentuali secondo le caratteristiche biogeografiche, per numero di individui. Boreale: specie delle foreste di conifere (taiga) e miste; Nemorale: specie delle foreste decidue temperate; Mediterranea s.l.: specie delle foreste termoxerophile e delle steppe con areale oltre i limiti del bacino mediterraneo; Mediterranea s.s.: specie delle foreste termoxerophile e delle steppe con areale concentrato nel bacino mediterraneo (cfr. Horáček *et al.* 2000); s.l.: *sensu lato*, s.s.: *sensu stricto*.

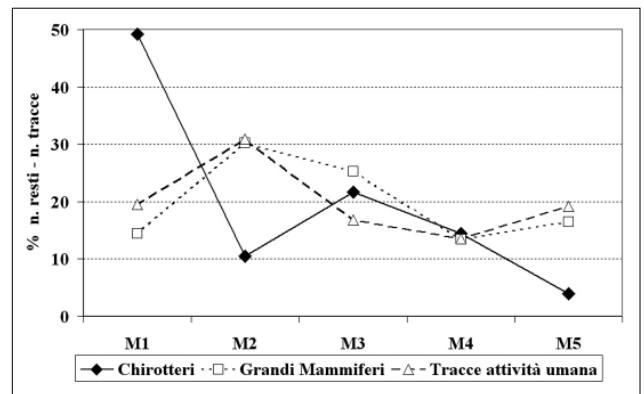


Fig. 4. Arene Candide, Pleistocene Superiore, livelli "M": confronto percentuale tra il numero dei resti determinati di grandi mammiferi (5220 - cfr. Cassoli, Tagliacozzo 1994), numero delle tracce di attività umana sulle ossa dei grandi mammiferi (411 - cfr. Alhaique 1994) e numero dei resti determinati di chiroteri (1284).

con qualche puntuale oscillazione, intorno a questi valori.

Gli ambienti di foraggiamento prediletti dai taxa identificati danno utili indicazioni sull'ambiente circostante la grotta durante le fasi finali del Pleistocene Superiore, delineando un paesaggio composito con ampi spazi a steppe e prateria, alternati ad aree forestali e zone umide. Le indicazioni climatiche e ambientali fornite dai chiroteri si accordano bene, con molte affinità e alcune difformità, con quelle ricavate dallo studio dell'avifauna (cfr. Cassoli 1980). Tra i chiroteri dell'orizzonte "M" predominano le specie mediterranee, con un aumento di quelle mediterranee s.s. dal 14% in M5 al 29% in M4 per poi crescere gradualmente fino a oltre 40% in M2-1 (Fig. 3); tra gli uccelli prevalgono i taxa di clima temperato che passano da meno del 15% in M5 a più del 50% in M4 per poi crescere gradualmente fino al 75% in M1.

Tralasciando le specie legate agli ambienti marini e rupicoli, gli uccelli indicatori di ambiente silvano sono in costante aumento da M5 a M1, mentre i chiroteri mostrano delle oscillazioni che indicherebbero un moderato, ma

progressivo, aumento della copertura boschiva da M5 a M2, seguito da una contrazione in M1 (Fig. 2). I diagrammi pollinici dell'entroterra delle Alpi Marittime registrano uno sviluppo dei boschi di conifere durante l'interstadio di Bølling- Allerød seguito da un'espansione di ambienti a steppa dominati da *Artemisia* nel Dryas III (Ortu *et al.* 2008).

Gli indici termici calcolati da Cassoli (1980) registrano una puntata fredda in M3, livello in cui compare *P. auritus s.l.*, unico taxon boreale della sequenza, coincidente con l'unica presenza del ghiottone (mustelide tipico delle regioni artiche del Paleartico settentrionale) tra i grandi mammiferi (cfr. Cassoli, Tagliacozzo 1994). L'andamento degli stessi indici, inoltre, mostra nell'insieme un progressivo aumento, da valori che indicano clima "freddo" (M5) a valori equivalenti ad un clima "poco più fresco del temperato" (M2-1); pur se alcune specie sono rappresentate da pochi resti, questo trend sembra confermato dal progressivo aumento di *M. schreibersii* e in parte di *R. mehelyi* e *R. euryale* e contemporanea diminuzione di *B. barbastellus*.

L'analisi della ricca tanatocenosi a chiroterteri dell'orizzonte "M" della Caverna delle Arene Candide indica un cambiamento da condizioni più fredde e aride nella parte inferiore (M5, fase finale del Dryas II) a condizioni quasi simili a quelle odierne nella parte centrale e superiore della sequenza; l'ambiente era moderatamente forestato nella parte centrale (M4-2, riferibile all'interstadio temperato di Allerød) e moderatamente arido nella parte superiore (M1, fase iniziale del Dryas III).

L'esiguo numero di resti dell'orizzonte "P", infine, ha una notevole importanza per il semplice fatto di esserci. La maggioranza dei resti dei grandi mammiferi del complesso "P", soprattutto dei livelli inferiori, sono stati accumulati dai carnivori (Alhaique 1994; Cassoli, Tagliacozzo 1994) e pertanto la scarsa presenza dei chiroterteri sarebbe indipendente dalle frequentazioni umane della grotta, ma potrebbe essere connessa a motivi climatici. Durante i periodi più freddi del Pleistocene Superiore, ed in particolare durante l'Ultimo Massimo Glaciale (UMG), la Penisola Italiana ed altre localizzate regioni hanno avuto un ruolo di principali aree rifugio (*glacial refugia*) (Stewart, Lister 2001; Sommer, Nadachowski 2006) per molte specie animali e vegetali "temperate" o "calde" poi ridistribuitesi nel resto d'Europa. Fahlke (2009), considerando le sole successioni stratigrafiche con datazioni radiometriche, ha tra l'altro illustrato che nell'UMG non c'erano più pipistrelli a nord delle Alpi e solo nelle prime fasi del Tardoglaciale sarebbe timidamente ritornato *Eptesicus serotinus*, seguito da *P. auritus* e *B. barbastellus* durante le oscillazioni temperate di Bølling - Allerød. Nel versante sud-orientale delle Alpi nell'UMG è documentata la sola presenza di *P. auritus*, poi durante il Tardoglaciale l'area sarebbe stata popolata anche da *Vespertilio murinus*, seguito da *E. serotinus*, *M. myotis*, *M. bechsteinii*, *M. nattereri* e *B. barbastellus* (Fladerer 2000).

La Caverna delle Arene Candide mostra che anche l'area costiera ligure, come il Lazio ed altre regioni dell'Italia

centro-meridionale (Salari, Kotsakis in press), può essere considerata un *glacial refugium*, avendo ospitato alcuni taxa, quali *B. barbastellus* e *M. mystacinus s.l.*, oggi distribuiti in Europa centro-settentrionale, ma che vi erano assenti (o assai rarefatti) durante l'UMG, e registrando la contemporanea presenza di *M. capaccinii* (specie termofila, strettamente mediterranea) con varie specie di uccelli nordici e artici e con mammiferi "freddi" come marmotta, ermellino e stambecco anche nei momenti più freddi del Pleistocene Superiore.

RINGRAZIAMENTI

Sono grato all'Istituto Italiano di Paleontologia Umana di Roma, particolarmente a Tonino Tagliacozzo, per la magnifica occasione di studio offerta.

BIBLIOGRAFIA

- Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D., Genovesi P. (Eds) 2004. Linee guida per il monitoraggio dei chiroterteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. *Quaderni di Conservazione della Natura*, 19, Min.Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Alhaique F. 1994. Taphonomic study of the faunal remains from the "M" and "P" layers of the Arene Candide (Savona, Italy). *Quaternaria Nova*, 4: 263-295.
- Benda P., Ivanova T., Horáček I., Hanák V., Červený J., Gaisler J., Gueorguieva A., Petrov A., Vohralík V. 2003. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 3. Review of bat distribution in Bulgaria. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 67: 245-357.
- Bietti A., Molari C. 1994. The Upper Pleistocene deposit of the Arene Candide Cave (Savona, Italy): general introduction and stratigraphy. *Quaternaria Nova*, 4: 9-27.
- Brunner G. 1958. Nachtrag zur Breitenberghöhle bei Gösswein-stein (Ofr.). *Neues Jahrbuch der Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1958: 500-517.
- Calvini M. 2005. *I Chiroterteri delle Alpi Liguri*. Provincia di Imperia.
- Cardini L. 1941. Ricerche paleontologiche nella Caverna delle Arene Candide. *Archivio Antropologia e Etnologia*, 70: 110-119.
- Cardini L. 1980. La necropoli mesolitica delle Arene Candide (Liguria). *Memorie Istituto Italiano Paleontologia Umana*, 3: 9-31.
- Cassoli P.F. 1980. L'avifauna del Pleistocene superiore delle Arene Candide (Liguria). *Memorie Istituto Italiano Paleontologia Umana*, 3: 155-234.
- Cassoli P.F., Tagliacozzo A. 1994. I macromammiferi dei livelli tardopleistocenici delle Arene Candide (Savona, Italia): considerazioni paleontologiche e archeozoologiche. *Quaternaria Nova*, 4: 101-261.
- Desclaux E., Defleur A. 1997. Étude préliminaire des micro-mammifères de la Baume Moula-Guercy à Soyons (Ardèche, France). *Systématique, biostratigraphie et paléoécologie. Quaternaire*, 8: 213-223.
- Fahlke J.M. (2009) - *Der Austausch der terrestrischen Säugetierfauna an der Pleistozän/Holozän-Grenze in Mitteleuropa*. PhD Thesis, Universität Rheinischen Friedrich-Wilhelms, Bonn.
- Felten H., Helfricht A., Storch G. 1973. Die Bestimmung der

europäischen Fledermäuse nach der distalen Epiphyse des Humerus. *Senckenbergiana Biologica*, 54: 291-297.

Finale Ligure 2007. Piano Urbanistico Comunale, Descrizione Fondativa - Assetto Ambientale, Allegato al Capitolo 1: specie animali e vegetali di elevato interesse presenti sul territorio finale. (www.comunefinaleligure.it).

Fladerer F.A. 2000. *Late Quaternary vertebrate taphocoenoses from cave deposits in southeastern Austria: responses in a periglacial setting*. In M.B. Hart (a cura di), *Climates: Past and Present*. Geological Society, London, Special Publications, 181, pp. 199-213.

García A.M., Cervera F., Rodríguez A. 2005. Bat predation by long-eared owls in Mediterranean and temperate regions of Southern Europe. *Journal Raptor Research*, 39 (4): 445-453.

Horáček I., Hanák V., Gaisler J. 2000. *Bats of the Palearctic Region: a taxonomic and biogeographic review*. In B.W. Wołoszyn (a cura di), *Proceedings of the VIIIth EBRS*, 1: 11-157.

Jullien R., Pillard B. 1969. *Les Insectivores et les Chiroptères découverts sur le sol de la cabane acheuléenne du Lazaret*. In H. de Lumley (a cura di), *Une cabane acheuléenne dans la grotte du Lazaret (Nice)*. Mémoires Société Préhistorique Française, 7: 95.

Kotsakis T. 1987. Les chiroptères du Pléistocène supérieur des environs de Alghero (Sardaigne, Italie). *Geologica Romana*, 26: 103-108.

Kowalski K. 1990. Some problems of the taphonomy of small mammals. In O. Fejfar, H.D. Heinrich (a cura di), *International Symposium on Evolution, Phylogeny and Biostratigraphy of Arvicolids (Rodentia, Mammalia)*, Geological Survey 1987, Praha, pp. 285-296.

Kowalski K. 1995. Taphonomy of bats (Chiroptera). *Geobios*, M.S., 18: 251-256.

Lanza B., Agnelli P. 2002. *Chiroteri, Chiroptera Blumenbach, 1779*. In M. Spagnesi, A.M. De Marinis (a cura di), *Mammiferi d'Italia*. Quaderni di Conservazione della Natura, 14: 44-142. Min.Ambiente - Ist.Naz.Fauna Selvatica.

López-García J.M., Sevilla P., Cuenca-Bescós G. 2009. New evidence for the greater noctule bat (*Nyctalus lasiopterus*) in the Late Pleistocene of western Europe. *Compte Rendus Palevol*, 8: 551-558.

Mucedda M., Pidinchedda E., Bertelli M.L. 2009. *Status del Rinolofa di Mehely (Rhinolophus mehelyi) (Chiroptera, Rhinolophidae) in Italia*. In G. Dondini, G. Fusco, A. Martinoli, M. Mucedda, D. Russo, M. Scotti, S. Vergari (a cura di), *Chiroteri italiani: stato delle conoscenze e problemi di conservazione*. Atti del Secondo Convegno Italiano sui Chiroteri, Serra San Quirico (AN), 21-23 novembre 2008, pp. 89-98.

Ortu E., De Beaulieu J.L., Caramiello R., Siniscalco C. 2008. Late Glacial and Holocene vegetation dynamics at various altitudes in the Ellero Valley, Maritime Alps, northwestern Italy. *Ecoscience*, 15 (2): 200-212.

Popov V.V. 2000. *The small mammals (Mammalia: Insectivora, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia) from Cave 16 (North Bulgaria) and the paleoenvironmental changes during the Late Pleistocene*. In B. Ginter, J.K. Kozłowski, L. Laville (a cura di), *Temnata Cave. Excavation in Karlukovo Karst Area, Bulgaria*, Jagellonian University Press, Cracow, pp. 159-240.

Salari L. 2004. Contributo alla conoscenza dei resti ossei dei Chiroteri. *Grotte e dintorni*, 8: 45-54.

Salari L. 2010. Lateglacial bats from the "M" layers of the Arene Candide Cave (Liguria, Italy). *Rivista Italiana Paleontologia Stratigrafia*, 116 (1): 119-138.

Salari L., Di Canzio E. 2009. Chiroteri del Pleistocene superiore e Olocene antico di alcune grotte dell'Italia centro-meridionale. *Bollettino Museo Civico Storia Naturale di Verona*, 33, Geologia-Paleontologia-Preistoria: 3-25.

Salari L., Kotsakis T. (in stampa). Late Pleistocene and Holocene Bats of Latium (Central Italy). *Il Quaternario*.

Sevilla García P. 1988. Estudio paleontológico de los quirópteros del Cuaternario español. *Paleontologia i Evolució*, 22: 113-233.

Sommer R., Nadachowski A. 2006. Glacial refugia of mammals in Europe: evidence from fossil records. *Mammal Review*, 36: 251-266.

Stewart J.R., Lister A.M. 2001. Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. *Trends Ecology Evolution*, 16: 608-613.

Storch G. 1974. Quartäre Fledermaus-Faunen von der Insel Malta. *Senckenbergiana Lethaea*, 55: 407-434.