

Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria

Rivista di Scienze Preistoriche

fondata da Paolo Graziosi

LXVII – 2017 – Firenze



Associato
all'Unione Stampa

MEMORIE

MARIA GRAZIA MELIS⁽¹⁾⁽⁴⁾, LUCA LAI⁽²⁾, MARCO ZEDDA⁽³⁾⁽⁴⁾

Nuovi dati sulla paleoecologia dell'Eneolitico sardo: archeozoologia e valori isotopici dei resti ossei di Su Coddu/Canelles, lotto Badas (Selargius-Cagliari)

SUMMARY – NEW EVIDENCES ON PALAEO-ECOLOGY OF SARDINIAN COPPER AGE: ARCHAEOZOOLOGY AND ISOTOPIC VALUES OF BONE REMAINS FROM SU CODDU/CANELLES, LOTTO BADAS (SELARGIUS-CAGLIARI)

In this article we present a study that has developed as part of a long-standing research programme, coordinated by Maria Grazia Melis, dedicated to the archaeology of Sardinian prehistoric settlements. The principal source of information is the settlement of Su Coddu/Canelles, situated in the hinterland of modern Cagliari (southern Sardinia), on the edge of a vast series of interconnecting lagoons. The most ancient phase of the village is datable to the Final Neolithic (first half of the 4th millennium cal. BC). During the second half of the millennium the settlement expanded to the South, as far as Canelles. The current archaeozoological remains and the radiocarbon data, resulting from the Sardinian Early Copper Age, pertain to this area.

The interdisciplinary study of the relationships between human groups and the natural environment has highlighted the prevailing use of local resources and a certain regional mobility. During excavations, thousands of animal remains were brought to light. Most of the remains are of marine origin (99,3%) consisting of over than 52.000 sea shells. These belong to species living in sandy or rocky environments at different depths. This testifies to a remarkable shell-collection capacity. Shellfish was eaten, and the shells represent an excellent source of hard animal material to assign to handicraft workings. It is worth noting the presence of a jaw belonging to a gilthead weighing about 1,2 kg. In this case a fish capture system can be hypothesized based on a passage of the animals in progressively shallower waters. In addition, terrestrial vertebrate bones and teeth were identified (0,7%). They belong to both domestic (sheep, goat, cattle and pig) and wild species (red deer, wild boar and *Prolagus*). The archaeozoological study allows the reconstruction of village economy, supposed to be based on sea-shell gathering and fishing, along with breeding and hunting. In order to compare the genetic profile of local sheep with other prehistoric, historic and modern sites, ancient DNA from few bones and teeth were extracted, amplified and studied. Among the sheep, some genetic differences and similarities have been highlighted indicating that the history of Sardinian sheep is complex and deserves further study.

The isotopic study of the faunal bone remains provided elements contributing to the reconstruction of animal management practices and/or consumption patterns linked to the two features from which they were recovered (46b and 47). The collagen data, though numerically few and complex to interpret, seem to suggest livestock practices involving distinct environments for feeding, with cattle being kept separately from at least some of the sheep/goats, parallel to patterns already observed in Sardinian Copper Age and in other contexts, in opposition to assemblages where all domestic species show tightly clustering values. Furthermore, the large variation in both $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{18}\text{O}$ could be also compatible with some of the sheep/goats and pigs being raised in areas other than those of consumption, questions revolving around ecology and residence to be addressed in the future using specific isotopic tools.

Parole chiave: Paleoecologia, Eneolitico, Sardegna, Archeozoologia, Analisi isotopiche.

Keywords: Palaeoecology, Copper Age, Sardinia, Archaeozoology, Isotopic analyses.

⁽¹⁾ Dipartimento di Storia, Scienze dell'Uomo e della Formazione, Università di Sassari, via Zanfarino, 62, 07100 – Sassari, mgmelis@uniss.it

⁽²⁾ Department of Anthropology, University of South Florida, U.S.A.; melisenda74@yahoo.it

⁽³⁾ Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università di Sassari, via Vienna, 2, 07100 – Sassari, mzedda@uniss.it

⁽⁴⁾ Laboratorio di Preistoria e Archeologia Sperimentale, Università di Sassari, via Zanfarino, 62, 07100 – Sassari.

IL PROGETTO ARCHEOLOGICO. CONTESTO, FINALITÀ E APPROCCIO METODOLOGICO

Lo studio è stato sviluppato nell'ambito di un programma di ricerca pluriennale e interdisciplinare, coordinato dalla scrivente, avente come tema generale l'archeologia degli insediamenti preistorici della Sardegna e come principale banca dati di riferimento l'archivio archeologico e bio-archeologico dell'insediamento di Su Coddu, quale è emerso nel corso delle campagne di scavo condotte nel lotto Badas del settore meridionale del villaggio (fig. 1.1), loc. Canelles (Melis 2005; Ead. 2012; Melis *et alii* 2007)¹. Le datazioni radiocarboniche e i dati contestuali consentono un inquadramento della frequentazione dell'area tra la seconda metà del IV e i primi secoli del III millennio cal. BC; una datazione lievemente più antica, proveniente dalla struttura 134 (LTL2930A, 4708 ± 45 BP, 3640-3370 cal. BC 2 σ), si pone a cerniera tra la prima fase di vita del villaggio, inquadrabile nel Neolitico finale Ozieri I, e la seconda, attribuibile all'Eneolitico antico Ozieri II (Melis 2013, *ivi* bibliografia precedente).

L'analisi della trasformazione delle materie prime litiche, dell'argilla e delle materie dure animali, ha evidenziato che la transizione graduale all'Eneolitico è caratterizzata da una tendenza crescente verso comportamenti opportunistici (Cappai 2012; Melis, Piras 2010; Ead. 2012; Manca 2012), che si riflettono nell'organizzazione economica del villaggio.

Allo scopo di interpretare il significato di tali trasformazioni e ricostruire i caratteri del sistema produttivo e dell'organizzazione socio-economica, la ricerca è stata orientata verso la comprensione del rapporto uomo – ambiente naturale, attraverso l'integrazione dei dati archeologici e bio-archeologici. È emerso lo stretto legame con le zone umide limitrofe (Melis, Zedda Manca 2012), una ubicata nelle immediate vicinanze, ora scomparsa, le altre localizzate circa due km a Sud-Ovest (Terramaini) e Sud (Molentargius). Poco più distanti sono lo stagno di Quartu e il mare (rispettivamente a 5 e 6 km circa a Sud/Sud-Ovest).

Le analisi archeobotaniche, effettuate da Alessandra Celant e recentemente presentate in uno studio preliminare (Melis, Celant, Zedda *in press*), hanno evidenziato la presenza di specie tipiche dell'ambiente palustre nell'ambito di un paesaggio diversificato, in cui sono ben testimoniate le pratiche agricole e lo sfruttamento delle risorse spontanee.

Le analisi archeometriche, eseguite da Paola Mameli e Daniel Albero Santacreu (Melis, Mameli, Piras 2006; Id. *in press*; Mameli, Melis 2008; Albero 2014; Albero, Melis, Mateu 2016) su campioni in argilla cruda e ceramica, confermano lo sfruttamento prevalente di risorse locali. Tuttavia evidenziano anche una certa mobilità regionale che rimanda a contatti a breve e lunga distanza (Campidano, Sarrabus, Sulcis). (fig. 1)

Uno degli aspetti più significativi del giacimento di Su Coddu/Canelles è dato dall'enorme quantità di resti faunistici rinvenuti, prevalentemente di origine marina, che costituiscono l'oggetto del presente studio. Dell'analisi archeozoologica, affidata a Marco Zedda, sono stati pubblicati alcuni risultati preliminari (Farina *et alii* 2012; Melis, Zedda, Piras 2004; Melis, Zedda, Manca 2012; Melis, Celant, Zedda *in press*; Zedda *et alii* 2012). Parallelamente è stato portato avanti da Laura Manca lo studio della trasformazione delle materie dure animali. Gli esiti di questa ricerca (Manca 2012; Ead. 2013; Ead. 2014) sono stati di grande importanza per la comprensione della rilevanza della fauna terrestre e marina non solo a scopo alimentare ma anche nelle diverse attività economiche e artigianali. Infatti, è emerso il ruolo non secondario delle industrie in materia dura animale, che compensa il ridimensionamento dell'uso dell'ossidiana, riscontrato nella transizione dal Neolitico all'età del Rame. Va segnalato in tale ambito il riconoscimento di un'industria su *Ostrea edulis* (Manca 2014)², ben attestata a Su Coddu/Canelles e presente, seppur sporadicamente, anche nell'insediamento di Cuccuru s'Arriu, che si riconduce ad un modello insediativo analogo a quello di Su Coddu/Canelles: è ubicato, infatti, in un'area pianeggiante nei pressi di un vasto sistema lagunare.

¹ Lo scavo fu condotto in collaborazione con la Soprintendenza ai Beni archeologici per le province di Cagliari e Oristano (Manunza *et alii* 2012).

² Il corpus analizzato comprende 126 elementi, tra i quali 120 oggetti finiti. Le valve di ostrica furono trasformate per ottenere strumenti *biseautés*.

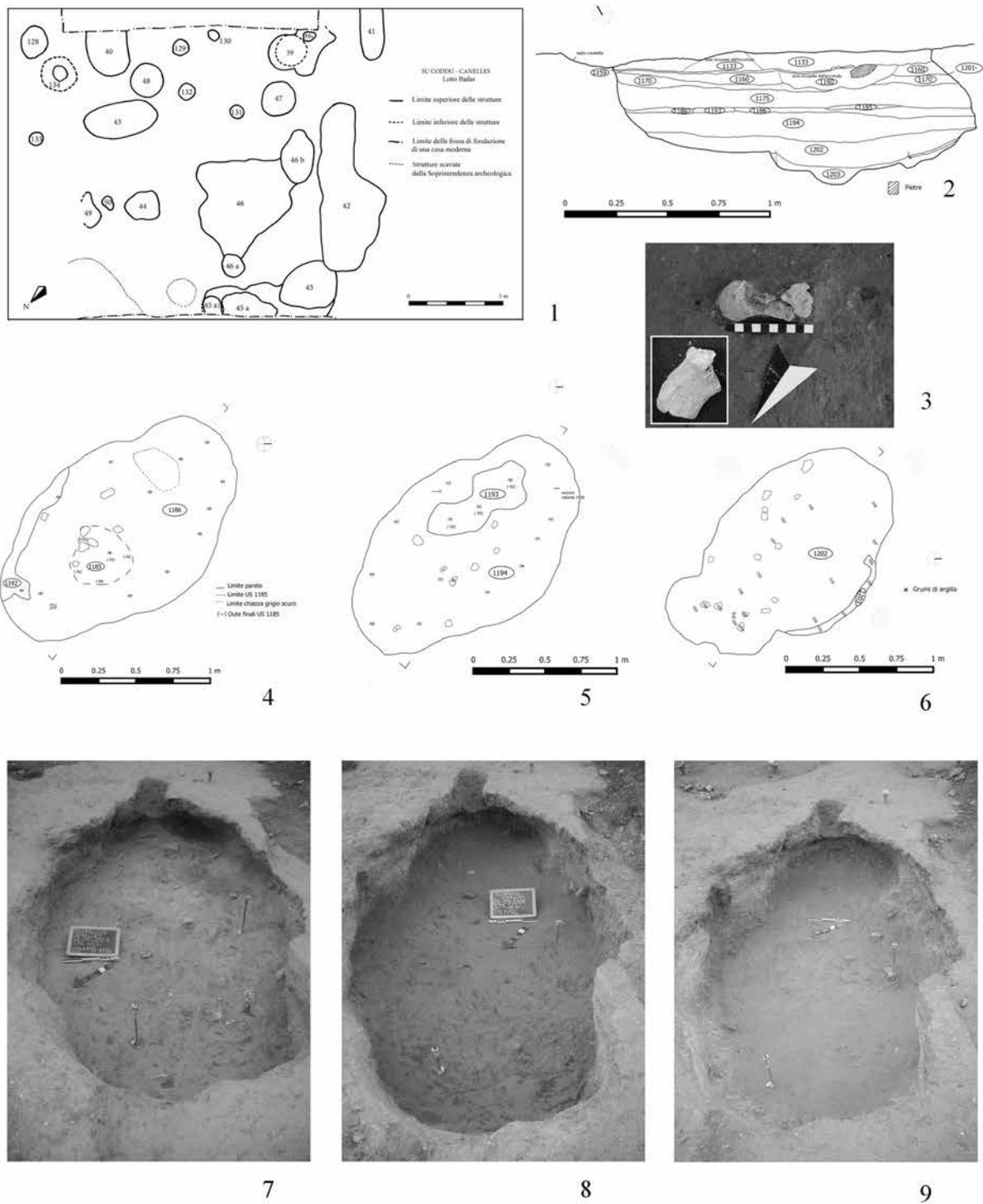


Fig. 1 – Su Coddu/Canelles, planimetria del lotto Badas (1); la struttura 46b (2-9): sezione (2), US 1186 (4,6), US 1194 (3,5,8), US 1202 (6,8) (disegni di Laura Manca, elaborazione grafica di Chiara Caradonna).

Su Coddu/Canelles, plan of area Badas (1); structure 46b (2-9): section (2), SU 1186 (4,6), SU 1194 (3,5,8), SU 1202 (6,8) (drawings by Laura Manca, graphic processing by Chiara Caradonna)

Considerata la buona qualità dei dati primari (quantità di resti disponibili, datazioni radiocarboniche, omogeneità del contesto),

la metodologia applicata nella ricerca è stata riformulata in funzione di un approfondimento ulteriore degli aspetti paleoecologici e paleo-

nutrizionali, attraverso analisi isotopiche su resti ossei animali³.

Allo scopo di acquisire il maggior numero di informazioni sugli aspetti archeozoologici, nel corso delle campagne di scavo oltre al recupero dei resti faunistici in fase di scavo e di setacciatura è stata effettuata una campionatura dei sedimenti di tutte le unità stratigrafiche, da analizzare in laboratorio per l'individuazione di elementi di dimensioni ridottissime.

La strategia di campionamento dei resti ossei da sottoporre ad analisi isotopica, condizionata dalle risorse finanziarie disponibili, è stata orientata verso una selezione di campioni delle specie domestiche più significative nell'economia preistorica mediterranea (i piccoli ruminanti domestici, i bovini e i suini), provenienti da due sacche di morfologia e funzione differenti e per le quali fossero disponibili datazioni radiocarboniche.

Come è noto, l'insediamento è costituito da sotto-strutture di forma, dimensioni e funzioni varie (unità abitative, strutture di combustione, silos, depositi rifiuti, buchi di palo). Ai fini delle analisi isotopiche sono state selezionate le strutture 46b e 47. Sfortunatamente non è stato possibile ottenere campioni utili dal sopra citato silo n. 134, che avrebbero potuto fornire utili indicazioni sulla fase di transizione Neolitico-Eneolitico.

La struttura 46b (fig. 1.2-9) è parte di un'unità abitativa complessa che comprende una vasta e poco profonda sacca centrale (n. 46) di pianta irregolarmente trapezoidale (il profilo originale è stato alterato dai solchi di una vigna di età contemporanea), che termina nell'angolo Nord-Ovest con un piccolo silo cilindrico (n. 46a) e nell'angolo Sud con la struttura 46b. Quest'ultima ha pianta ellittica (cm 187 x 130 x 96), con pavimento irregolare, occupato in parte da una depressione ellittica, pareti verticali, rese irre-

golari da piccoli crolli. Sia le pareti che il fondo conservano in alcuni tratti uno strato di argilla compatta (US 1203), con probabile funzione di regolarizzazione e isolamento. Le pareti presentano un forte aggetto in corrispondenza dell'abside sud-orientale, che risulta fortemente danneggiata dal solco di una vigna di età contemporanea; la nicchia potrebbe essere stata utilizzata come ripostiglio o come forno, benché in questo caso non si abbia come riscontro traccia di rubefazione nelle pareti e la quantità di carbone, cenere e concotto nella stratigrafia di questa zona non raggiunga concentrazioni significative. Resti di una sistemazione pavimentale sono forse riconoscibili in un piano orizzontale di ciottoli, lastrine, frammenti ceramici e resti faunistici (US 1173), individuato presso l'abside sud-orientale e, riferibile ad una fase d'uso successiva a quella della nicchia, che a questo livello risulta parzialmente obliterata. I materiali sottoposti ad analisi isotopiche provengono dalle US 1186, 1194 e 1202.

L'US 1186 (fig. 1.5,8) era un sottile strato a tessitura franca, di consistenza friabile, di colore marrone chiaro (colore Munsell 6/3 10YR), contenente cenere, frammenti ceramici, ossidiana e resti faunistici. Da un frammento di mandibola di piccolo ruminante domestico fu prelevato un campione che ha restituito la seguente datazione al ¹⁴C: lab. n. LTL2932A, 4350 ± 50 BP, 3100 – 2880 cal. BC 2 σ .

L'US 1194 (fig. 1.4,7), coperta dall'US 1186, era un potente strato a tessitura franco-sabbiosa friabile, marrone (colore Munsell 2.5Y 5/3 e 4/3), distribuito su tutta la superficie della struttura, contenente in percentuali non significative frammenti ceramici, litici, ciottoli, carboni, resti di fauna e malacofauna. Degno di nota il ritrovamento di una porzione cranica di muflone, all'interno della quale era presente una punta in ossidiana, verosimilmente responsabile della morte dell'individuo (fig. 1.3).

L'US 1202 (fig. 1.6,9), coperta dall'US 1194, è uno spesso strato a tessitura franco-sabbiosa, compatta, marrone (colore Munsell 10YR 5/3), che copre e si appoggia al rivestimento argilloso che foderà la struttura (US 1203) e ha restituito pochi elementi litici, ceramici e resti faunistici. Ha restituito una datazione lievemente più antica delle altre (lab. n. LTL2931A, 4481 ± 50 BP, 3360 – 3010 Cal BC 2 σ), ma pienamente coerente con il quadro cronologico dell'Ozieri II. (fig. 2)

³ Lo studio è stato affidato a Luca Lai nell'ambito di un progetto finanziato dalla Regione Autonoma della Sardegna (L. R. 7 agosto 2007, n. 7: "Promozione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna"), dal titolo "Strategie insediative, aspetti funerari e socioeconomici, dinamiche dei rapporti uomo – ambiente naturale nella Sardegna preistorica", coordinato dalla scrivente e sviluppato tra il 2010 e il 2012. Con lo stesso finanziamento è stato eseguito lo studio della fauna da Marco Zedda, responsabile di un'unità operativa presso il Dipartimento di Biologia animale (ora Dipartimento di Medicina Veterinaria). Lo studio archeozoologico è stato integrato da un'analisi del DNA antico.

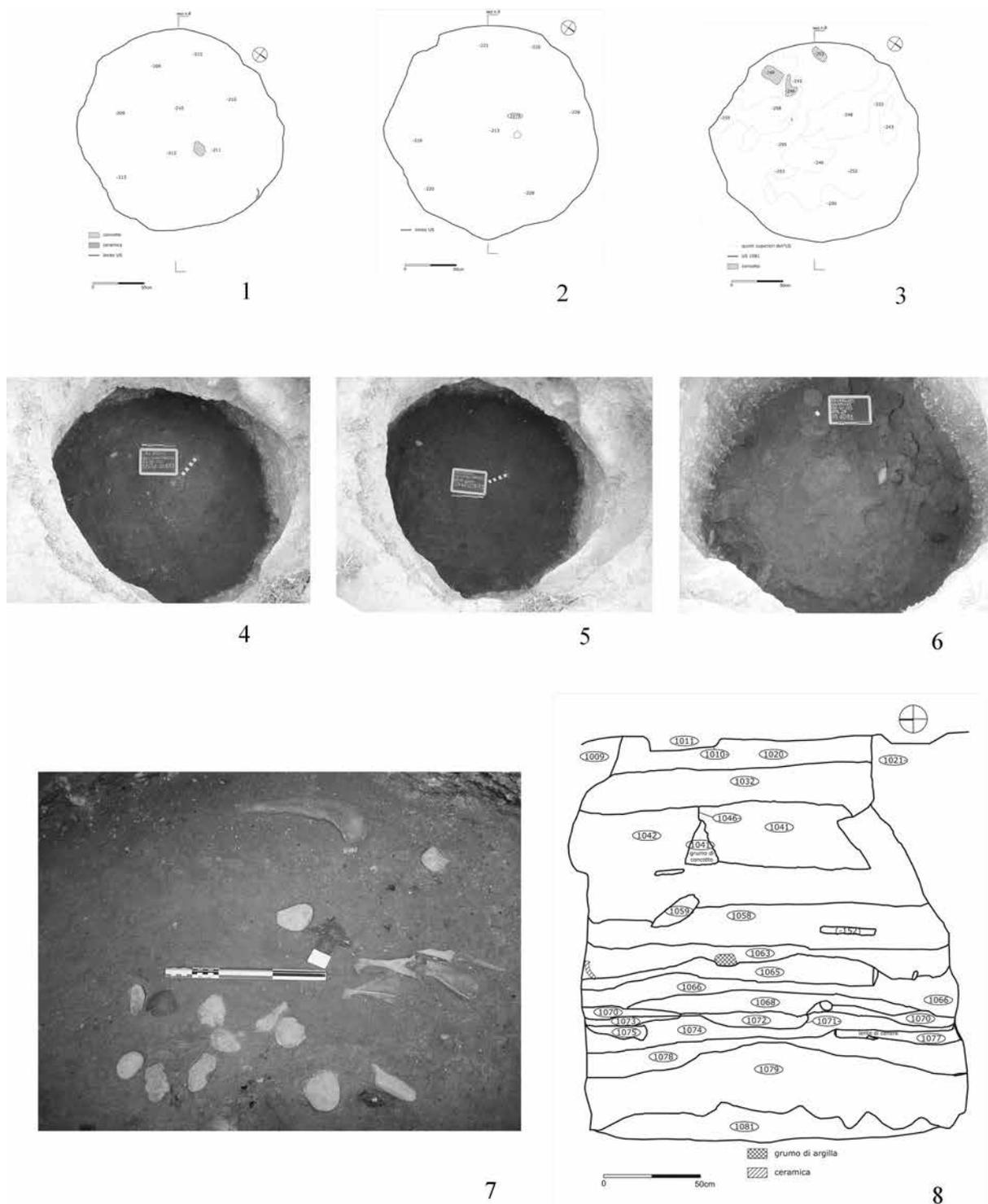


Fig. 2 – Su Coddu/Canelles, la struttura 47: US 1078 (1,4), US 1079 (2,5), US 1091 (3,6), sezione (8) (disegni di Laura Manca, Fabio Serchisu e Piera Mulas, elaborazione grafica di Paola Cocco).

Su Coddu/Canelles, structure 47: SU 1078 (1,4), SU 1079 (2,5), SU 1091 (3,6), section (8) (drawings by Laura Manca, Fabio Serchisu and Piera Mulas, graphic processing by Paola Cocco).

La struttura 47 (fig. 2) è un silo cilindrico (US 1021-) con fondo piano e pareti lievemente aggettanti verso la sommità, rese irregolari da alcu-

ni limitati cedimenti; ha un diametro massimo di 196 cm e una profondità di 207 cm. Ha restituito una stratigrafia articolata, rimaneggiata in età

storica negli strati superficiali, caratterizzata da una successione di Unità Stratigrafiche legate ad episodi di combustione nei livelli inferiori (US 1079 e 1081) e una successione di strati di interfaccia e spessori non uniformi, da ricondurre ad un ripetuto riuso come deposito di rifiuti. Dalla struttura, che ha conservato un contesto culturale omogeneo, proviene una datazione al ^{14}C (lab. n. LTL1105A, 4345 ± 40 BP, 3090 – 2890 Cal BC 2σ). La misurazione è stata eseguita su un frammento osseo rinvenuto nell'US 1081 (già descritta in Melis *et alii* 2007), dalla quale provengono due dei frammenti ossei sottoposti ad analisi isotopica. I restanti campioni sono stati prelevati dalle US 1078 e 1079.

L'US 1078 (fig. 2.1,4) era uno strato a tessitura franco-sabbiosa, di spessore irregolare crescente dal centro verso le pareti del silo, a profilo più irregolare nell'interfaccia superiore, di colore marrone rossastro (Munsell 5 YR 4/4), anch'esso distribuito in un tutta la superficie della struttura. Vi si rinvennero numerosi frammenti ceramici, schegge di ossidiana, piccoli grumi di concotto, resti di fauna e malacofauna.

L'US 1079 (fig. 2.2,5) copriva l'US 1081 ed era coperta dall'US 1078. Si presentava come un potente strato a tessitura franca di colore eterogeneo (colore Munsell prevalente 7.5 YR 5/2) e consistenza friabile, ad altissima concentrazione di cenere, distribuita in tutta la superficie della struttura. Conteneva numerosi frammenti ceramici, schegge in ossidiana, concotto, pani d'argilla, ciottoli, frammenti di macine, carbone, resti di malacofauna e un accumulo di resti ossei animali nella zona settentrionale del vano, tra i quali costole, ossa lunghe, scapole e una mandibola di bovino (fig. 2.7).

M.G.M.

LE RICERCHE ARCHEOZOLOGICHE

Lo studio dei resti di origine animale provenienti dal villaggio di Su Coddu si è rivelato di notevole interesse da vari punti di vista. Innanzitutto si tratta di uno dei pochi lavori condotti su resti di animali riferibili all'Eneolitico sardo ed è pertanto molto utile per la comprensione della situazione faunistica del tempo. Il fatto che si tratti in massima parte di resti di pasto ha poi contribuito a delineare quale fosse il ruolo alimentare

degli animali, permettendo di ricostruire alcuni aspetti del rapporto uomo-animali. Per la grande quantità di materiali di origine animale rinvenuti, il villaggio di Su Coddu si è rivelato uno dei più importanti siti preistorici sardi e, in particolare, per il territorio di Cagliari.

Da un punto di vista archeozoologico gli studi eseguiti su contesti tardo neolitici ed eneolitici in Sardegna sono piuttosto esigui. Tra questi, la maggior parte riguarda siti di interesse culturale come Monte d'Accoddi, frequentato regolarmente tra il Neolitico recente e l'Eneolitico finale (Girod, Novati 2003; Wilkens 2003). Tra gli insediamenti, che risultano molto pochi e, tra l'altro, hanno restituito scarso materiale di studio, si citano quelli di Contraguda presso Perfugas (Boschian *et alii* 2001) e di Pabaranca vicino a Sorso (Bua 2007).

Gli elementi di origine animale recuperati a Su Coddu sono altamente mineralizzati: ossa e denti di vertebrati e gusci di molluschi, cioè le strutture anatomiche più resistenti ai processi disgregativi dell'ambiente e che resistono maggiormente al tempo. Nonostante ciò è risultata sin da subito la notevole frammentazione di origine antropica dei resti, dovuta ad azioni dirette connesse con la produzione di manufatti e con la lunga frequentazione del sito.

Tutto il materiale proveniente dallo scavo è stato trasportato presso il laboratorio di archeozoologia del Dipartimento di Medicina Veterinaria di Sassari, nel quale è stato studiato nell'ambito di un vasto progetto teso alla comparazione della biodiversità animale sarda in senso diacronico. Per tale scopo, oltre allo studio dei resti faunistici, condotto con le metodiche classiche dell'archeozoologia (Klein, Cruz-Urbe 1984; Chaix, Méniel 1996; Reitz, Wing 2007; De Grossi Mazzorin 2008) alcuni campioni sono stati sottoposti a indagini biomolecolari volte a studiare il DNA antico eventualmente ancora presente.

Per poter procedere all'analisi morfologica anatomo-comparativa dei resti con l'obiettivo di identificarne la tipologia e poterne riconoscere la specie di appartenenza, la terra che incrostava la quasi totalità dei resti è stata delicatamente rimossa. Per quanto riguarda lo studio dei denti e delle ossa dei mammiferi si è tenuto conto di testi specifici (Barone 1995; König, Liebich 2006) ed è stata presa in considerazione la collezione osteologica della sezione di Anatomia del Dipartimento di Medicina Veterinaria, in cui sono presenti migliaia di

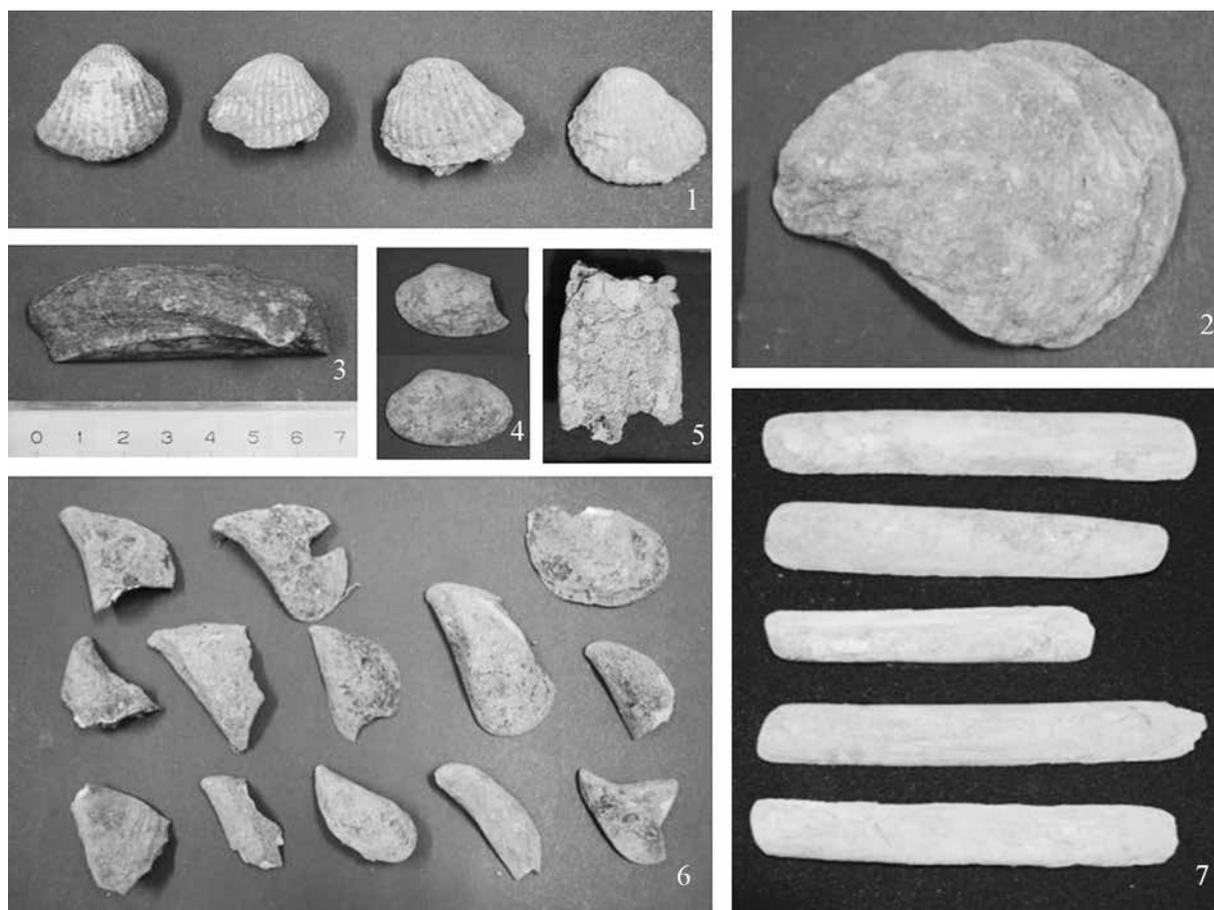


Fig. 3 – Su Coddu/Canelles, resti di animali di origine marina. *Cerastoderma edule* (1), *Ostrea edulis* (2), *Arca noae* (3), *Tapes decussatus* (4), frammento di mandibola di orata (*Sparus aurata*) (5), *Mytilus galloprovincialis* (6), *Solen marginatus* (7).

Su Coddu/Canelles, remains of marine animals. Cerastoderma edule (1), *Ostrea edulis* (2), *Arca noae* (3), *Tapes decussatus* (4), fragment of sea bream jaw (*Sparus aurata*) (5), *Mytilus galloprovincialis* (6), *Solen marginatus* (7).

ossa e decine di scheletri interi di animali domestici e selvatici della fauna sarda. Per la distinzione tra pecora (*Ovis aries*) e capra (*Capra hircus*) si è fatto riferimento ai lavori di Boessneck (1970), Payne (1985), Zeder e Lapham (2010) e Zedda *et alii* (2017). Per la distinzione tra maiale domestico (*Sus domesticus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*) si è utilizzato il lavoro di Bökönyi (1974). Purtroppo l'alto grado di frammentazione di molti resti ha reso difficile o impossibile il riconoscimento della specie; in tali circostanze si è proceduto all'attribuzione a una categoria tassonomica più ampia (per es. il taxon *Ovis* vel *Capra*, tradizionalmente usato per comprendere la pecora e la capra). Nella maggior parte dei casi, a causa della frammentarietà dei reperti, non si è neanche potuto procedere alle determinazioni osteometriche, che sono utilissime per la ricostruzione delle caratteristiche morfologiche degli animali. Le poche volte in cui è stato possibile prendere misure, è stata seguita la procedura indicata da von den Driesch (1976) e, per il calcolo

delle altezze al garrese sono stati utilizzati i coefficienti proposti da Matoesli (1970) per i bovini e da Teichert (1975) per gli ovini. La stima dell'età di morte, utilissima per comprendere le modalità di allevamento degli animali domestici e le eventuali selezioni mirate nella caccia degli animali selvatici, è stata proposta sulla base della maturità scheletrica e dell'usura dentaria. La prima dipende dal grado di saldatura dei nuclei di ossificazione delle ossa, che sono distinti e separabili negli animali giovani mentre tendono a saldarsi negli animali adulti. Il grado e i tempi di saldatura dipendono dall'osso e dalla specie, cosicché più dati relativi ad un singolo scheletro rendono più valida la stima dell'età di morte (Barone 1995). La seconda procedura, basata sull'usura dentaria, è altrettanto valida anche se più soggetta a variazioni relative al tipo di alimentazione.

Per quanto riguarda i reperti malacologici, il riconoscimento della specie è stato effettuato grazie a testi e atlanti di riferimento (Palombi, Santarelli

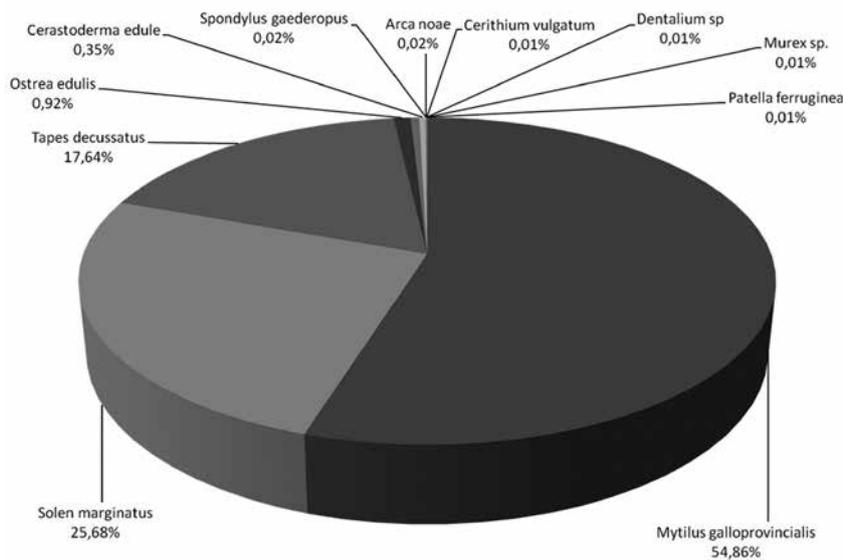


Fig. 4 – Su Coddu/Canelles, ripartizione dei resti malacologici di origine marina nelle varie specie.

Su Coddu/Canelles, pie chart showing the percentage frequency of marine malacofauna.

1976; Lindner 2004; Girod 2015) e anche in questo caso è stato molto utile il confronto con specie note presenti nella collezione malacologia del laboratorio di archeozoologia sopra citato. Complessivamente si è trattato di circa 53.000 resti e un peso di quasi 50 chili. Dopo la pesatura e il conteggio dei resti, considerati tali se possedevano almeno una dimensione superiore a 1 mm, la fase successiva è stata indirizzata sulla distinzione di 3 raggruppamenti: resti malacologici, ossei e dentari. La determinazione tassonomica all'interno di ciascun raggruppamento è avvenuta complessivamente per il 27% dei resti, comprendenti un valore leggermente superiore per i resti malacologici e dentari (29%) e inferiore per i resti ossei (18%) (fig. 3).

Gli animali marini

La maggior parte dei resti è costituita da elementi malacologici di origine marina (fig. 3): resti di molluschi raccolti in gran quantità rappresentati da valve di bivalvi e conchiglie di gasteropodi. Più precisamente i resti malacologici di origine marina sono 52.723 e rappresentano il 99,3% del totale (fig. 4). Tra i resti determinati a livello di specie (circa 18.000), le specie più frequenti, che da sole costituiscono il 98,2% dei resti di origine marina, sono la cozza (*Mytilus galloprovincialis*) che raggiunge il 54,9% dei resti di origine marina, il cannolicchio (*Solen marginatus*) con il 25,7%, e la vongola (*Ruditapes decussatus*) con il 17,6%. Seguono, in ordine decrescente di frequenza, l'ostrica (*Ostrea edulis*) con lo 0,9%, il cerastoderma (*Cerastoderma edule*) con lo 0,3% e altre specie meno frequenti con presenza di pochi individui:

l'arca di Noè (*Arca noae*), il piè d'asino (*Glycymeris glycymeris*), il murice (*Murex sp.*), lo spondilo (*Spondylus gaederopus*), la patella (*Patella ferruginea* e *Patella caerulea*), il cerizio (*Cerithium vulgatum*) e la zanna d'elefante (*Dentalium sp.*).

In molte conchiglie dei bivalvi si riscontrano segni di disarticolazione provocati da uno strumento acuminato e robusto, utilizzato per separare le valve negli animali vivi e ciò costituisce una prova attendibile del fatto che questi molluschi venivano consumati crudi. Infatti con la cottura determinata dal calore, come per esempio nella bollitura, dopo la morte dell'animale le valve tendono ad aprirsi spontaneamente. La presenza dei segni di disarticolazione suggerisce inoltre che le conchiglie sono i resti di molluschi raccolti vivi nel loro ambiente e non singoli elementi raccolti in arenili in seguito a spiaggiamento dopo la morte degli animali. Dunque, almeno per i fini alimentari, si trattava di molluschi raccolti vivi e consumati freschi (fig. 4).

I resti malacologici di Su Coddu dimostrano come l'attività di raccolta dei molluschi fosse praticata con notevole abilità in diversi tipi di ambiente marino. Infatti, oltre a specie di bivalvi come la cozza o l'ostrica che vivono fissati al substrato roccioso e che possono essere raccolti facilmente, vi sono altre specie come il cannolicchio che vivono in ambienti sabbiosi più profondi e la cui raccolta richiede una maggiore abilità. Da segnalare che numerosi resti malacologici sono stati riconosciuti come industria su conchiglia: valve di ostriche, vongole e cerastoderma, queste ultime mostranti a

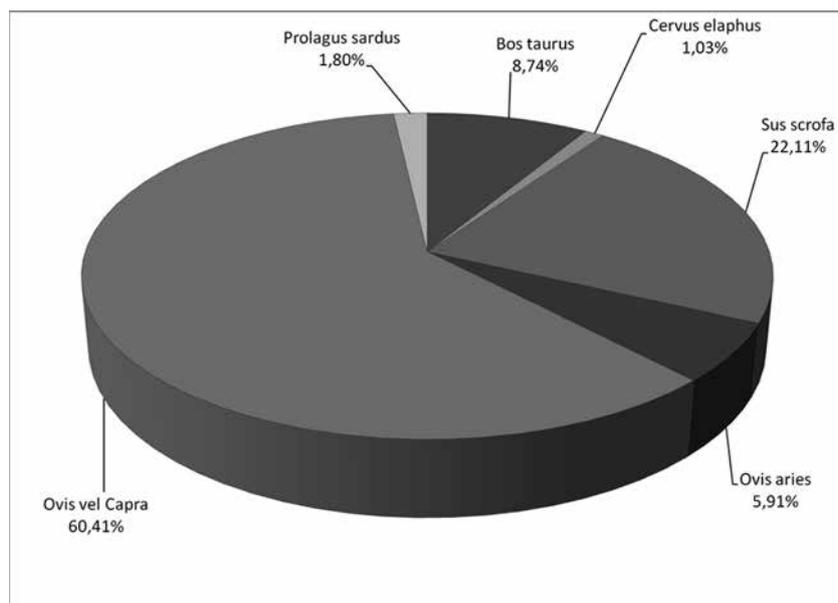


Fig. 5 – Su Coddu/Canelles, ripartizione dei resti di vertebrati terrestri nelle varie specie.

Su Coddu/Canelles, pie chart showing the percentage frequency of terrestrial vertebrate species.

livello dell'umbone un foro circolare che l'analisi tecnologica ha confermato essere di origine antropica (Manca 2013). Molto probabilmente tali valve avevano una funzione di pendagli o vaghi di collane. Non è da escludere che nel caso di resti malacologici destinati alla lavorazione per fini ornamentali il materiale provenisse, oltre che da resti di pasto, dalla raccolta di individui spiaggiati. Di grande interesse anche il ritrovamento di un frammento di mandibola di orata (*Sparus aurata*) le cui dimensioni permettono di stabilire che si trattava di un individuo di oltre un chilo (Karakatsouli *et alii* 2006). Nonostante l'eccezionalità del rinvenimento, il reperto può contribuire alla ricostruzione del quadro paleoambientale del sito, confermando l'ipotesi di sfruttamento delle risorse naturali locali. Infatti, considerando che la cattura di un'orata di tali dimensioni è operazione piuttosto difficile se condotta in mare aperto, si può ipotizzare che fosse attuata una tecnica di pesca che consisteva nell'indirizzare i pesci dal mare verso le parti meno profonde del sistema lagunare, lungo un sistema di canali, per spingerli in pozze d'acqua sempre più piccole. Da un punto di vista paleoecologico è infatti verosimile che il sistema lagunare dell'area consentisse una circolazione e un mescolamento, continuo o stagionale, di acque salate di origine marina con acque dolci provenienti dai rii affluenti. In questi casi l'ecosistema che si viene a creare è caratterizzato da una grande quantità di specie, indice di una notevole biodiversità (Odum e Barrett 2006). È noto che i pesci marini, in particolar modo i teleostei predatori come l'orata, sono attirati nella foce di corsi d'acqua dolce per almeno due ragioni

principali. La prima è che in prossimità della foce, laddove si assiste ad un mescolamento delle acque dolci con quelle salate, i pesci fluviali di piccole dimensioni rimangono storditi a causa di una salinità di origine marina a loro non congeniale e pertanto rimangono facilmente preda dei pesci predatori, che in questo modo si possono alimentare con maggiore facilità rispetto al mare aperto. La seconda ragione è che molto spesso i pesci marini per poter deporre le uova cercano zone non esposte a forti correnti e trovano delle condizioni adatte proprio in prossimità dello sbocco dei corsi d'acqua dolce. Il sistema lagunare prospiciente Su Coddu avrebbe pertanto funzionato come una gigantesca nassa a cielo aperto che avrebbe favorito l'ingresso di pesci marini predatori, come spigole e orate. Da questo punto di vista la localizzazione dell'insediamento ai margini di questo sistema lagunare rappresentava la situazione ideale per sfruttare al meglio, da un lato, le risorse di origine marina e, sull'altro versante, per accedere ai prodotti dell'entroterra. Nonostante la presenza di condizioni ideali per la pratica della pesca, l'eccezionalità del resto di orata e in generale la scarsità di resti di pesci potrebbero essere giustificate dal fatto che i resti scheletrici dei pesci risultano essere decisamente più esposti ai fenomeni degradativi *post-mortem* rispetto a quelli dei mammiferi, a causa della loro peculiare organizzazione ultrastrutturale e differente composizione chimica (Szpak 2011).

Degno di nota è anche il rinvenimento di alcuni frammenti di gusci di riccio di mare (*Paracentrotus lividus*) che indica un interesse alimentare anche nei confronti di questa specie.

Gli animali terrestri

I resti animali appartenuti ad animali terrestri sono presenti, rispetto a quelli di origine marina, in percentuale inferiore (0,7%) essendo complessivamente 389. Nonostante la scarsità dei resti rispetto a quelli di origine marina, l'apporto alimentare era importante. Infatti, in ordine decrescente di frequenza, troviamo i piccoli ruminanti domestici (*Ovis* vel *Capra*) con 235 elementi (60,4% dei resti di origine terrestre), di cui 23 elementi sicuramente attribuibili a *Ovis aries*, i suini (*Sus* sp.) con 86 elementi (22,1%), i bovini (*Bos taurus*) con 34 elementi (8,7%), i prolaghi (*Prolagus sardus*) con 7 resti (1,8%) e i cervi (*Cervus elaphus*) con 4 elementi (circa 1%) (fig. 5). Il numero minimo di individui è di 7 ruminanti di piccola mole, 5 suini, 2 bovini, 1 prologo e 1 cervo. La maggior parte degli animali era pertanto domestica (fig. 6) e veniva allevata per le produzioni tipiche di ciascuna specie. Va segnalato (fig. 5) che mentre i piccoli ruminanti domestici e i maiali venivano macellati a tutte le età, come testimoniato dalla presenza di animali giovani e giovanissimi oltreché adulti, i bovini venivano macellati solo in età avanzata, quando si trovavano alla fine della loro carriera produttiva. In particolare, per quanto riguarda i piccoli ruminanti domestici, i valori in percentuale delle varie classi di età (calcolati sulla base del numero dei resti in cui era possibile desumere un'indicazione dell'età di morte) sono le seguenti: il 45% appartiene ad animali giovani (età compresa tra 6 e 18 mesi), il 27% a giovanissimi (età inferiore a 6 mesi) e il 28% ad adulti (età maggiore di 18 mesi). Nel maiale invece il 34% appartiene ad animali giovani (età inferiore a 18 mesi) e la restante quota ad adulti e subadulti. Tutti i resti di bovino risultano compatibili con l'età adulta (maggiore di 5 anni). Indirettamente ciò fornisce la prova che i bovini venissero impiegati per altri usi come ad esempio per la forza lavoro, il trasporto o la produzione di latte e che il loro utilizzo per fini alimentari avvenisse solo quando a causa dell'età avanzata venivano meno le funzioni e le produzioni tipiche. Tra l'altro, ad avvalorare questa considerazione c'è il riscontro di fenomeni di artrosi con formazioni osteofitiche in corrispondenza delle articolazioni interfalangee, dati che provano un continuato stress meccanico come quello procurato da sforzi gravosi ripetuti nel tempo (Zedda *et alii* 2012). (fig. 6)

La notevole frammentazione dei resti non ha consentito di ricostruire nel dettaglio tutte le fasi della macellazione e della scomposizione del corpo. Tuttavia si è potuta rilevare la presenza di segni di taglio in prossimità delle articolazioni della spalla, del gomito e del ginocchio. Nell'esame delle vertebre non sono risultati evidenti tagli mediani che indicherebbero il sezionamento della carcassa in due mezzene lungo il piano mediano, ma tagli trasversali finalizzati a scomporre il corpo in grosse pezzature. I crani venivano spaccati per poter recuperare le parti edibili contenute all'interno così come le ossa lunghe per recuperare il midollo osseo.

Gli animali selvatici sono scarsamente rappresentati ma importanti perché testimoniano l'attività di caccia. Questa è documentata dalla presenza di resti di cervo (*Cervus elaphus*), cinghiale (*Sus scrofa*) e prologo (*Prolagus sardus*). Tutti i resti sicuramente attribuiti al cinghiale appartenevano ad animali adulti.

Un aspetto interessante delle caratteristiche fisiche dei mammiferi di Su Coddu è che le analisi morfologiche e osteometriche hanno messo in evidenza come anche gli animali allevati possedessero un elevato grado di rusticità. I rilievi sulle superfici ossee corrispondenti alle inserzioni muscolari o tendinee, sono infatti generalmente abbastanza accentuate, deponendo per una condizione di allevamento brado o semibrado. Gli arieti possedevano robuste corna, che per dimensioni e raggio di curvatura e di torsione, erano molto simili a quelle del muflone (*Ovis orientalis musimon*). Analoghe considerazioni possono essere fatte per i maiali che, sulla base di numerosi riscontri morfometrici e morfologici come la forma del cranio e dei denti, erano molto simili ai cinghiali. Per molti resti tale somiglianza morfologica tra queste due sottospecie ha reso molto difficile la distinzione anche se, ad uno sguardo complessivo, si può affermare che i selvatici rappresentano circa il 30% dei suini e, come specificato, erano tutti adulti, mentre i maiali domestici raggiungono la quota del restante 70% dei suini e di questi un terzo era giovane.

Per quanto riguarda le caratteristiche morfometriche degli animali, è stato possibile calcolare l'altezza al garrese di un bovino di Su Coddu, che era di circa 120 cm. Può essere di un certo interesse riportare che l'altezza di un bovino adulto calcolata su materiale faunistico proveniente dallo scavo del santuario di Monte d'Accoddi (ma-



Fig. 6 – Su Coddu/Canelles, resti di animali domestici. Epistrofeo (1) e osso metacarpale (2) di bovino (*Bos taurus*), mandibole di pecora (*Ovis aries*) (3), mandibola (4) e ossa del neurocranio (5) di maiale (*Sus scrofa*).

Su Coddu/Canelles, remains of domestic animals. Axis (1) and metacarpal bone (2) (Bos taurus), sheep jaws (Ovis aries) (3), jaw (4) and neurocranial bone (5) of pig (Sus scrofa).

teriale scavato negli anni '50 del secolo scorso e in corso di studio dallo scrivente) è di appena 102 cm (Zedda 2017).

Il ruolo degli animali di Su Coddu

L'importanza dei resti animali di Su Coddu è dovuta al fatto che essi sono la testimonianza delle attività di raccolta, allevamento, caccia e pesca, permettendoci di tracciare un quadro alquanto variegato sulle attività legate all'approvvigionamento dei prodotti di origine animale. Ad un primo esame, basato sul numero dei resti, potrebbe apparire come gli animali di origine marina rappresentino il perno delle attività economiche del villaggio, deponendo per una intensa attività di raccolta dei molluschi marini finalizzata in prima battuta allo sfruttamento alimentare e in seconda a un utilizzo delle conchiglie per le lavorazioni artigianali. Queste attività, unite alla pesca di pesci di grosse dimensioni, richiedendo competenze così specifiche e diversificate, suggeriscono che probabilmente lo

sfruttamento delle risorse legate all'ambiente marino fosse praticato sistematicamente, con una possibile specializzazione diversificata nelle diverse attività da parte di gruppi di individui. Ad un esame più attento, in realtà, si può evincere che l'apporto alimentare dei mammiferi terrestri risulta sostanzialmente più importante. Infatti, prendendo in considerazione il numero minimo di individui e la mole dei bovini, è possibile avanzare una stima approssimativa della quantità di carne consumata in circa 450 Kg. A fronte di questo dato, il peso delle parti edibili dei molluschi marini di Su Coddu, basato sulla considerazione che il guscio influisce per circa il 75% dell'animale vivo e che sono stati recuperati circa 50 Kg di gusci, può essere stimato in 20 Kg. Queste stime possono contribuire alla comprensione dell'importanza che rivestono i prodotti di origine animale di diversa provenienza ma vanno comunque considerate con cautela in quanto numerosi fattori possono influenzare l'esattezza dei risultati (fig. 7).

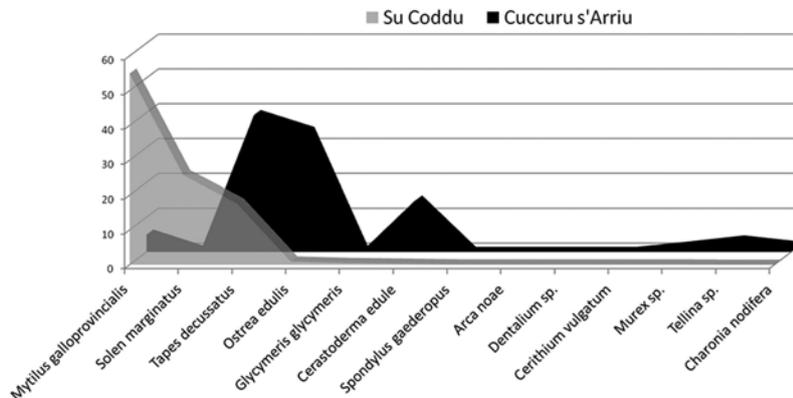


Fig. 7 – Su Coddu/Canelles, confronto delle percentuali del numero di resti di conchiglie di Su Coddu e Cuccuru s'Arriu.

Su Coddu/Canelles, graph showing percentages of the number of shells from Su Coddu and Cuccuru s'Arriu.

Pur essendo solo parzialmente contemporaneo, poiché la sua prima fase risale al Neolitico medio, un sito sardo che per le caratteristiche geografiche può essere preso in considerazione per un confronto è quello di Cuccuru s'Arriu nel territorio di Cabras. Si tratta, come è noto, di un insediamento associato a una necropoli prossimo al mare, a un sistema lagunare e all'entroterra pianeggiante, caratterizzato da condizioni quindi non molto dissimili dal villaggio di Su Coddu. Il materiale faunistico che qui viene confrontato proviene dalla sacca 377 (Zedda in press) attribuibile in gran parte alla cultura di San Ciriaco (Neolitico recente), ma comprendente anche componenti delle culture di Bonu Ighinu (Neolitico medio) e di Ozieri (Neolitico finale) (Santoni *et alii* in press). Nella sacca in questione, in cui sono stati recuperati 461 resti animali, quelli di origine marina rappresentano il 42% del totale, mentre a Su Coddu sono il 99,3%. Tale confronto deporrebbe per una maggiore apertura degli abitanti di Su Coddu nei confronti del mare e una maggiore efficienza nello sfruttamento delle sue risorse. Anche nella composizione e frequenza delle specie marine presenti appaiono vistose differenze (fig. 7): a Cuccuru s'Arriu le tre specie di conchiglie maggiormente presenti sono *Ruditapes decussatus*, *Ostrea edulis* e *Cerastoderma edule*, mentre a Su Coddu risultano *Mytilus galloprovincialis*, *Solen marginatus* e *Ruditapes decussatus*. Se osserviamo la composizione delle specie tra i mammiferi terrestri, possiamo notare che a Cuccuru s'Arriu le uniche specie individuate sono i piccoli ruminanti domestici (*Ovis* vel *Capra*), i suini (*Sus domesticus*) e il bovino (*Bos taurus*), manca-

no cioè specie cacciate tra cui il cinghiale, il cervo e il prologo.

Per quanto riguarda i mammiferi terrestri è interessante il confronto con un altro sito, questa volta molto diverso da un punto di vista geografico e funzionale, ma più vicino per datazione, Monte d'Accoddi. Nella fauna proveniente da alcune buche eneolitiche le specie prevalenti sono quelle dei piccoli ruminanti domestici, seguite dai suini (fig. 8). In un contesto parzialmente coevo, Punta del Quadro presso Alghero, sono attestati, in analogia con Su Coddu, sia la raccolta dei ricci che la pesca dell'orata (Wilkins 2003). (fig. 8)

Note sullo studio biomolecolare

Alcuni frammenti di ossa e di denti di ovino di Su Coddu sono stati isolati e trattati nel laboratorio per lo studio del DNA antico del Dipartimento di Medicina Veterinaria dell'Università di Sassari. La ricerca era finalizzata a mettere in evidenza eventuali differenze nella sequenza del DNA mitocondriale intercorse in senso diacronico negli ovini sardi, comprendendo inoltre campioni nuragici, punici, romani, medioevali e attuali. I principali risultati riguardanti gli ovini di Su Coddu, in estrema sintesi, hanno evidenziato innanzitutto che la maggiore quantità di DNA antico poteva essere estratta dai denti rispetto alle ossa (sino a 6,7 ng/μl partendo da 150 mg di campione nei denti rispetto a 1,5 ng/μl ottenuti dalle ossa). Successivamente il DNA estratto è stato purificato e si è proceduto, tramite PCR (Polymerase Chain Reaction), ad amplificazione con specifiche coppie di primer di due

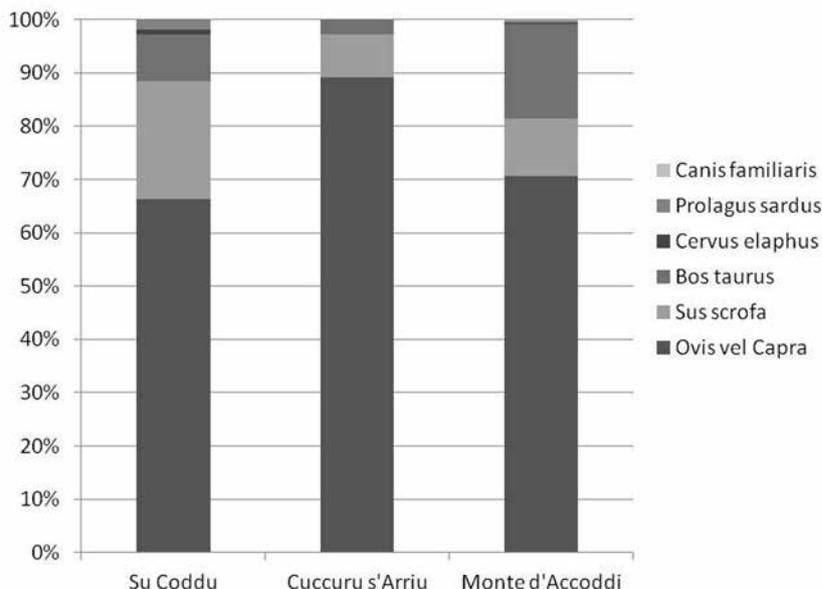


Fig. 8 – Confronto delle specie di mammiferi tra siti di Su Coddu, Cuccuru s'Arriu e Monte d'Accoddi.

Histogram showing percentages of mammal species from Su Coddu, Cuccuru s'Arriu and Monte d'Accoddi.

tratti del DNA mitocondriale: uno della regione D-loop mitocondriale e uno del gene che codifica il citocromo b. Gli ampliconi ottenuti sono stati sequenziati, allineati e confrontati con gli altri campioni antichi e moderni. In breve, si è riscontrato che gli ovini di Su Coddu presentano alcune basi nucleotidiche differenti rispetto agli ovini nuragici e romani e qualche caratteristica comune con il muflone attuale. Le sequenze ottenute sono attribuibili agli aplogruppi A e B, quelli cioè più diffusi tra gli ovini mediterranei antichi e moderni (Zedda *et alii* 2016). L'estensione della ricerca potrebbe essere di grande utilità per capire meglio se le popolazioni ovine sarde che si sono succedute nella storia dell'isola, siano geneticamente imparentate o siano il risultato di differenti e ripetuti fenomeni di importazione. In quest'ultimo caso si potrebbe anche ipotizzare da quali regioni geografiche siano originate.

M.Z.

LO STUDIO ISOTOPICO

Materiali e metodi

La collaborazione di Marco Zedda e Laura Portas dell'Università di Sassari ha garantito che nella fase di campionatura l'osso fosse rimosso da punti che non fossero diagnostici per futuri studi morfometrici e ha permesso di raccogliere i dati osteologici sui resti campionati. Uno-due grammi d'osso per individuo sono stati prelevati con un trapano professionale Dremel®, dotato di controllo della velocità.

Il numero totale di individui campionati è 15, dei quali otto piccoli ruminanti domestici, cinque bovini e due suini, identificati in sei US (unità stratigrafiche) provenienti da due strutture (tre US per struttura), ritenute affidabili sulla base della stratigrafia e dei materiali.

Purtroppo, la conservazione del collagene è risultata diseguale, cosicché dei campioni preparati alcuni non hanno restituito alcun collagene e alcuni indicatori per l'apatite gettano un dubbio sull'attendibilità dei risultati, principalmente riguardo al $\delta^{13}\text{C}$. D'altro canto, i risultati del $\delta^{13}\text{C}$ e del $\delta^{15}\text{N}$ del collagene dei campioni che ne conservavano sono del tutto ottimali e costituiscono importanti e solidi tasselli per la ricostruzione dello scenario delle economie calcolitiche sarde; anche il $\delta^{18}\text{O}$ dell'apatite mostra di aver conservato almeno in parte il segnale isotopico originario.

Il numero di valori ricavati per quanto riguarda piccoli ruminanti domestici e bovini risulta comunque tra i più alti finora ottenuti tra tutti i gruppi analizzati della preistoria sarda fino al Bronzo medio; infatti, per i primi, si ha un numero maggiore soltanto da Padru Jossu e da Bruncu Madugui; per i secondi, soltanto Scaba 'e Arriu fase A (Lai *et alii* 2011) conta un numero maggiore di osservazioni individuali⁴.

⁴ Per il filone d'indagine delle analisi degli isotopi stabili si può fare riferimento a opere generali (Sharp 2007) e ad articoli che spiegano sia le basi teoriche e sperimentali della versione moderna del metodo che i primi sviluppi e applicazioni (Ambrose 1990; Id. 1993). Referenze bibliografiche

La preparazione dei campioni di collagene è ben collaudata e condivisa con poche varianti a livello internazionale, così come i parametri per stimare la diagenesi (Ambrose 1990); il pretrattamento dell'apatite invece è ancora allo stadio sperimentale, poiché presenta ancora problemi di contaminazione e gli strumenti per identificarla sono meno efficaci (Garvie-Lok *et alii* 2004; Koch *et alii* 1997), cosa che pesa sul suo uso, nonostante derivando dall'intera dieta, l'apatite sia forse più indicativa a seconda dei contesti culturali specifici: ad esempio, nel Mediterraneo preistorico, in cui le maggiori fonti proteiche sono isotopicamente simili essendo terrestri e appartenendo a ecosistemi simili, i cosiddetti C₃ (Lai 2008, pp. 205-208).

Concretamente, circa 1 grammo d'osso per individuo è stato selezionato, ripulito meccanicamente e, tramite ultrasuoni, asciugato. Circa 10 mg d'osso sono stati rimossi, polverizzati, pesati e raccolti per le analisi dell'apatite. La preparazione è una variazione di procedure ormai ampiamente testate (Ambrose 1990; 1993): bagni alternati in NaOH per rimuovere gli acidi umici e in HCl a bassa concentrazione per isolare il collagene tramite demineralizzazione, con eventuale frammentazione meccanica laddove utile, per favorire il contatto con la soluzione; infine, bagno in soluzione sgrassante di metanolo e cloroformio (Ambrose 1993; Tykot 2004). La procedura, su cui dettagli e considerazioni metodologiche possono essere reperite altrove (Tykot 2004), produce gli pseudomorfi che sono stati analizzati.

più specifiche sono qui fornite soltanto per singoli aspetti e problemi. Basti riassumere il principio alla base degli studi paleonutrizionali tramite isotopi stabili nella semplificazione che *'si è ciò che si mangia'*: ovvero, la caratterizzazione isotopica di diverse categorie di cibi viene incorporata, tramite l'alimentazione, nei tessuti, incluse le ossa. Queste restituiscono pertanto un valore quantitativo che è il risultato della dieta media dell'individuo per diversi anni prima della morte. La componente proteica e quella minerale dell'osso vengono isolate e analizzate separatamente; esse forniscono informazioni differenti: il collagene è sintetizzato principalmente dalle proteine della dieta, mentre l'apatite riflette la firma isotopica dei macronutrienti – proteine, carboidrati e grassi – in base alla loro importanza (Hedges 2003; Jim *et alii* 2004). La combinazione di tali indicatori consente di indagare le fonti nutrizionali, soprattutto se essi hanno il complemento di informazioni provenienti da altre discipline che contribuiscono alla ricostruzione delle paleoeconomie (archeozoologia, paleobotanica e altre).

Le buone condizioni e l'attendibilità dei risultati, dei campioni di collagene sono state stimate, oltre alla concentrazione di collagene, N e C (Ambrose 1990), soprattutto con il rapporto C:N (Ambrose 1990: 447; Schoeninger *et alii* 1989).

Riguardo alla concentrazione del collagene, quando essa è sotto 1% questo è solitamente un sintomo di collagene potenzialmente degradato. Alcuni dati sperimentali suggeriscono perfino una percentuale maggiore (3.5% in Ambrose 1990), ma 1% è ampiamente accettato nella pratica anche quando si usa il protocollo che implica la polverizzazione e gelatinizzazione (e.g. Honch *et alii* 2006; Le Huray, Schutkowski 2005; Papatthanasious 2003), quindi possiamo accettare concentrazioni di 1% e anche 0.5% come termini sopra cui il collagene è in buone condizioni, considerando che a causa della differenza nella preparazione c'è la possibilità di qualche perdita di collagene durante i numerosi risciacqui.

Per isolare l'apatite, 10 mg di polvere d'osso sono stati trattati con un bagno nell'ipoclorito di sodio, che dissolve la porzione organica; il carbonato non biogenico è stato rimosso con immersione per ~4 ore in una soluzione tampone di 1.0M acido acetico/acetato di sodio (Garvie-Lok *et alii* 2004: 771-775). L'apatite è indubbiamente meno affidabile se valutata in confronto ai numerosi indicatori quantitativi disponibili per il collagene e rispetto alla resistenza dello smalto dei denti alla contaminazione, a causa della possibile ricristallizzazione sia nel suolo che in provetta di carbonati esogeni, che inquinano il segnale isotopico originario (Sharp 2007: 133-138). Come elementi indiziari per valutare la presenza di tale segnale originario, che può conservarsi in qualche caso proprio grazie alla ricristallizzazione (Lee-Thorp, Sponheimer 2003), vi sono la concentrazione del carbonato ad ogni passaggio della preparazione (Nielsen-Marsh, Hedges 2000) e la verosimiglianza stessa dei valori, soprattutto quando si mantiene la differenza attesa tra specie diverse, dovuta alla fisiologia e alla dieta. (fig. 9)

Le analisi vere e proprie dei campioni preparati sono state effettuate con spettrometri di massa, che sono strumenti dedicati alla misurazione delle differenze di massa nelle molecole dei gas. Mentre i principi e il funzionamento di base non sono cambiati dagli anni '60, numerosi miglioramenti hanno

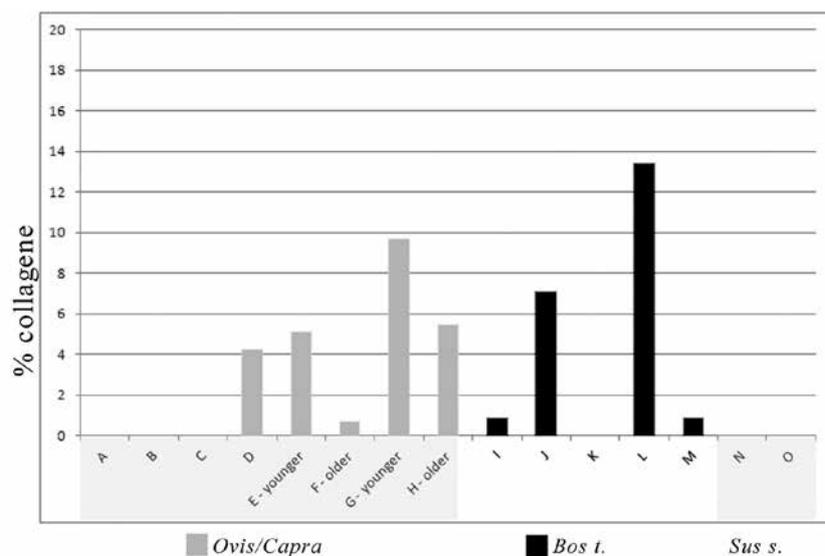


Fig. 9 – Su Coddu/Canelles, grafico a colonne della resa del collagene nei vari campioni, con diverse ombreggiature a indicare le specie.

Su Coddu/Canelles, histogram showing the percentage of collagen from the samples.

consentito agli scienziati di usare gli strumenti per effettuare misurazioni a livello di routine (per ulteriori dettagli si veda Sharp 2007: 30-33)⁵.

Risultati e discussione

La quantità di collagene residuo nei resti ossei di Su Coddu/Canelles prelevati per le analisi isotopiche è risultata piuttosto scarsa. Considerando che la quantità nell'osso fresco è intorno al 20% del peso e che la media residua è risultata di $3.1 \pm 4.2\%$, si ha un'indicazione della quantità ridotta di materiale organico conservatasi; inoltre, la deviazione standard mostra come tale quantità si sia conservata in proporzione altamente variabile tra i diversi campioni, a dimostrazione di una notevole diversità di condizioni tafonomiche nei micro-

ambienti formati in diversi contesti stratigrafici e aree nel sito. A conferma di questo valore – che si riferisce al livello dell'intero gruppo campionato – il range va da 0.0% (in ben sei campioni su 15) a 13.4% (tab. 1, grafico dei singoli valori in fig. 9). Tale variabilità potrebbe anche apparire elevata a causa di effetti del tutto casuali, in ragione del numero di campioni limitato.

La complessità nell'interpretazione delle condizioni di conservazione dei tessuti ossei risalta anche nell'assenza di correlazioni significative tra resa di collagene e resa dell'apatite; tuttavia, sembra di ravvisare una possibile tendenza relativa agli elementi scheletrici utilizzati: quelli mandibolari e neurocranici mostrano in generale una resa di collagene più scarsa rispetto alle ossa lunghe, cosa attesa considerando che contengono porzioni sostanzialmente maggiori di osso spugnoso rispetto a quello compatto. Esce da questo schema il frammento di falange. Non si è ravvisata comunque alcuna correlazione tra elemento scheletrico e valori isotopici.

Per quanto riguarda la resa di collagene e apatite, considerata in base alle US di provenienza dei campioni, un esame del grafico generale (fig. 10) non fa ravvisare alcuna tendenza chiara. Considerando i pochi campioni per singola unità stratigrafica, in quattro su sei (escludendo struttura 46b, US 1202 e 1194, che mostrano relazione opposta o assenza di relazione) i due indicatori appaiono inversamente proporzionali, ovvero a una resa più alta di collagene tende a corrispondere una minore di minerale; va comunque considerato che questo potrebbe derivare dalla diversità

⁵ Nel presente progetto, ciascun campione di ~1 mg, parte del prodotto finale della preparazione del collagene, è stato pesato, inserito in una capsula di stagno e analizzato con modalità a flusso continuo con un analizzatore Carlo-Erba 2500 Series II CHN, accoppiato a uno spettrometro di massa per isotopi stabili ThermoFinnigan Delta+XL, con precisione (2σ) migliore del $\pm 0.3\%$ per il $\delta^{15}\text{N}$ e del $\pm 0.2\%$ per il $\delta^{13}\text{C}$, presso il Paleolab, laboratorio della University of South Florida, diretto da David Hollander, nel campus di St. Petersburg, Florida (USA); si ringrazia per la fattiva collaborazione il tecnico Ethan Goddard. Riguardo ai campioni di apatite, il campione della polvere, preparata come descritto, è stato analizzato in uno spettrometro di massa Thermo Delta V Advantage, con precisione (2σ) di $\pm 0.14\%$ per il $\delta^{13}\text{C}$ $\pm 0.25\%$ per il $\delta^{18}\text{O}$, situato presso la Stable Light Isotope Facility della University of Bradford (Regno Unito); si coglie l'occasione per ringraziare il direttore Carl Heron e il tecnico di laboratorio Andy Gledhill. Campioni di materiali isotopicamente conosciuti sono usati in entrambi i laboratori come standard di lavoro, inseriti a intervalli regolari durante ciascuna sessione di analisi.

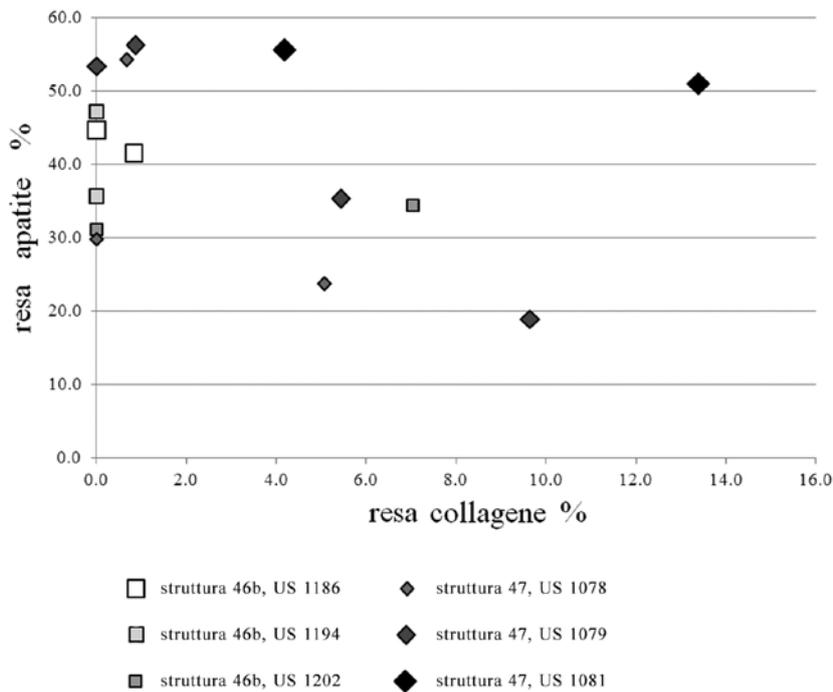


Fig. 10 – Su Coddù/Canelles, grafico a nube di punti della resa del collagene e dell'apatite nei vari campioni, con l'indicazione della provenienza stratigrafica.

Su Coddù/Canelles, scatter diagram plotting the percentages of collagen and apatite with indicator of the stratigraphic source.

nel tessuto di differenti parti scheletriche – vedi quanto accennato sopra – ovvero dal fatto che diverse specializzazioni funzionali portano alcune porzioni ossee a una maggiore o minore mineralizzazione o vascolarizzazione.

Per quanto concerne invece la qualità del collagene conservatosi, il parametro principe per determinarla, il rapporto C:N, è risultato notevolmente omogeneo, di 3.2 in tutti i casi tranne uno, di 3.1, comunque pienamente nel range del collagene isotopicamente attendibile; quindi, la diagenesi ha provocato una riduzione del collagene isolabile con le tecniche elementari spiegate, ma non una degenerazione pervasiva dei tessuti.

Per quanto concerne il carbonato, o apatite ossea, la situazione è più complessa. È emerso il sospetto, per numerosi gruppi preparati nel Laboratorio di Colloidi dell'Università di Cagliari dopo il 2012, che l'ipoclorito di sodio utilizzato per eliminare la porzione organica fosse più diluito del normale e la soluzione di acido acetico fosse più aggressiva. Infatti, la resa della polvere d'osso pesata dopo il bagno di 72 h in questo reagente è risultata maggiore di quanto normalmente ottenuto precedentemente: di contro a valori generalmente inferiori al 90%, negli ultimi gruppi preparati e analizzati i valori erano quasi sempre oltre il 90%. Invece le rese finali medie dopo il bagno nella soluzione acida tendevano

ad essere tra il 60% e l'80% pre-2008, mentre quelle post-2012, inclusi i campioni di Su Coddù/Canelles, sono in larga maggioranza tra il 30% e il 60%.

L'apatite costituisce la maggiore porzione della massa del tessuto osseo; quindi, se effettivamente vi fosse stato un effetto isotopico notevole derivante dall'eliminazione difettosa del materiale organico, ci aspetteremmo una direzionalità ovvero una correlazione tra la quantità di materiale organico (stimata tramite la resa del collagene) e i valori isotopici, ma principalmente quelli del carbonio, di cui il materiale organico è costituito in quantità preponderante. Effettuato questo controllo sia per il $\delta^{13}\text{C}$ che per il $\delta^{18}\text{O}$, tale correlazione è stata riscontrata per il $\delta^{13}\text{C}$ anche se in modo non statisticamente significativo ($R^2 = 0.33$; $p = 0.25$); ovvero, l'impoverimento isotopico potrebbe essere in parte da attribuire al carbonio di natura organica residuo, che è più impoverito di quello dell'apatite, nel caso in cui non sia stato del tutto rimosso. Si deve pertanto ipotizzare che i valori $\delta^{13}\text{C}$ dell'apatite non siano attendibili: infatti, se si potrebbe dedurre, da un lato, che quelli originari sarebbero quelli isotopicamente più arricchiti, dall'altro la perdita del collagene nelle specifiche condizioni diagenetiche del sito possono aver favorito anche lo scambio di ioni tra matrice e apatite, con la contaminazione del segnale isotopico.

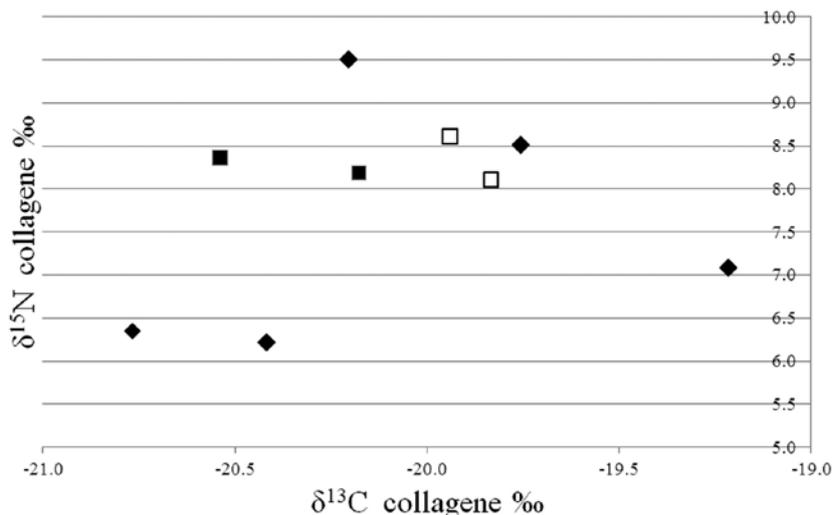


Fig. 11 – Su Coddu/Canelles, grafico a nube di punti dei valori $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ del collagene nei campioni ovi-caprini (rombi) e bovini (quadrati), e le strutture di provenienza: struttura 46b (bianco) e 47 (nero).

Su Coddu/Canelles, scatter diagram plotting the $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values of collagen in the sheep/goats (diamond) and in the cattle (squares). White samples from structure 46b, black from the structure 47.

Nessuna correlazione è emersa per il $\delta^{18}\text{O}$, che dovrebbe essere normalmente anche più suscettibile di alterazioni isotopiche. D'altro canto, i valori $\delta^{18}\text{O}$ non sono fuori dal range atteso e i rapporti interspecifici sono risultati entro certi limiti presenti come atteso, cosa che costituisce l'indicazione più sicura della sostanziale conservazione del segnale isotopico. Inoltre, non c'è alcuna correlazione con la resa del collagene, come osservato per il $\delta^{13}\text{C}$. Pertanto, seppure vi fosse stata qualche limitata alterazione nel corso della preparazione del segnale isotopico originario, tale alterazione non deve essere stata di proporzioni tali da oscurarlo e i valori possono essere utilizzati, pure se con cautela come tutti i valori dell'apatite, come *proxies* per inferenze paleoambientali (fig. 11).

La tab. 1 presenta tutti i dati relativi ai campioni analizzati, codici di laboratorio, provenienza, indicatori della conservazione e valori isotopici per ciascun individuo. Una volta commentati gli indicatori diagenetici, si possono esaminare i valori isotopici, che forniscono informazioni sulle possibili relazioni tra diversi elementi dell'ecosistema attraverso l'effetto isotopico della gestione degli animali, riflessa nei valori isotopici determinati dalla dieta.

Riguardo ai valori $\delta^{15}\text{N}$ dei piccoli ruminanti domestici (fig. 11), il range dei valori misurati (6.4-9.5 ‰) è risultato sovrapponibile a quello dei valori già attestati per la preistoria sarda (altri dieci siti in totale, tra Neolitico Antico ed età del Ferro). È interessante notare che si tratta tuttavia del range stesso ad essere notevole, in quanto è fra i più ampi documentati; soltanto due siti nuragici dell'età del Bronzo medio e recente hanno mostrato una forbice di valori maggiore, mentre

tutti gli altri siti paragonabili di età neolitica, calcolitica o del Bronzo antico hanno mostrato valori minori (da 0.8 a 2.3‰); dato da leggere con cautela per quanto concerne le possibili interpretazioni, ma che nondimeno costituisce una base su cui impostare delle riflessioni.

La prima possibilità da tenere in considerazione è che la variabilità dipenda dall'età degli individui: in effetti, l'individuo G-younger (= # UniCa 1429) è appunto tra quelli riconosciuti come più giovani e potrebbe portare con sé il segnale isotopico dell'allattamento, con valori perciò isotopicamente arricchiti. A supporto di questa interpretazione, nonostante non vi fosse la possibilità di identificare l'età in modo più accurato, è il fatto che i valori più impoveriti siano pertinenti ai due individui identificati come più maturi ('F-older' = # UniCa 1428 e 'H-older' = # UniCa 1430). Mentre questa possibilità va quindi considerata probabile, va anche sottolineato che negli altri gruppi studiati precedentemente a tale variabilità nell'età alla morte non corrispondono effetti così evidenti come sarebbero a Su Coddu/Canelles, ammettendo questa come causa. In secondo luogo, i valori isotopici dei bovini sono piuttosto arricchiti rispetto a tre dei piccoli ruminanti domestici, non risultando affatto distanti da quelli dei due piccoli ruminanti domestici più arricchiti. Questo sembrerebbe suggerire una dieta ed una catena alimentare analoga, senza un effetto così importante dell'età.

In caso contrario, considerando effettivamente i valori come riflesso di fattori ambientali e quindi ecologici, questo indicherebbe una notevole variazione nell'ecosistema di riferimento, ovvero nelle catene alimentari di cui tali piccoli ruminanti domestici facevano parte. In un ambiente

perilagunare e vicino alla costa marittima come Su Coddu/Canelles, la spiegazione più plausibile sarebbe allora che l'origine di tale variazione, riconducibile in modo particolare a un individuo ('G-younger'), sia da ricondurre all'interferenza di un ecosistema acquatico nell'ambito di un prevalente ecosistema fondato su vegetali C3. Tra le possibilità, c'è il consumo di vegetali lacustri oppure di alghe marine depositate sulla costa, com-

portamento attestato, ad esempio, nel Neolitico della Scozia (Balasse *et alii* 2006).

Va sottolineato che dalle poche osservazioni disponibili non appaiono differenze sensibili tra la struttura 46b e la struttura 47 (confrontando i valori isotopici per specie distinte; questo vale soltanto per i bovini per il $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ del collagene, poiché i piccoli ruminanti domestici della 46b non ne hanno restituito).

Coll UniCa #	Apat UniCa #	Inv. #	Specie	Elem. Schelet.	Stratigr.	C:N	% coll	% apat	$\delta^{13}\text{C}$ coll (PDB)	$\delta^{15}\text{N}$ coll (AIR)	$\delta^{13}\text{C}$ apat (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ apat (SMOW)	$\delta^{18}\text{O}$ apat (PDB)	$\Delta\delta^{13}\text{C}$ coll-apat
1423	1438	A	Ovis/ Capra	mandibola	Str. 46b US 1186		0.0	44.7			-12.2	26.2	-4.6	
1424	1439	B	Ovis/ Capra	radio	Str. 46b US 1202		0.0	31.2			-13.3	26.7	-4.0	
1425	1440	C	Ovis/ Capra	mandibola	Str. 46b US 1194		0.0	35.6			-11.7	25.5	-5.3	
1426	1441	D	Ovis/ Capra	osso lungo	Str. 47 US 1081	3.1	4.2	55.6	-19.8	8.5	-11.8	26.6	-4.2	-8.0
1427	1442	E – younger	Ovis/ Capra	mandibola	Str. 47 US 1078	3.2	5.1	23.7	-19.2	7.1	-13.0	25.3	-5.5	-6.2
1428	1443	F – older	Ovis/ Capra	epistroteo	Str. 47 US 1078	3.2	0.7	54.3	-20.4	6.2	-13.0	27.1	-3.7	-7.4
1429	1444	G – younger	Ovis/ Capra	metapodio	Str. 47 US 1079	3.2	9.6	18.9	-20.2	9.5	-13.8	24.6	-6.2	-6.4
1430	1445	H – older	Ovis/ Capra	metapodio	Str. 47 US 1079	3.2	5.4	35.3	-20.8	6.4	-13.9	26.1	-4.7	-6.9
1431	1446	I	Bos t.	frontale	Str. 46b US 1186	3.2	0.8	41.5	-19.9	8.6	-11.6	25.5	-5.3	-8.3
1432	1447	J	Bos t.	osso lungo	Str. 46b US 1202	3.2	7.0	34.5	-19.8	8.1	-12.2	25.3	-5.4	-7.6
1433	1448	K	Bos t.	volta cranica	Str. 46b US 1194		0.0	47.2			-11.8	26.0	-4.8	
1434	1449	L	Bos t.	falange	Str. 47 US 1081	3.2	13.4	51.0	-20.5	8.4	-13.1	25.0	-5.8	-7.4
1435	1450	M	Bos t.	mandibola	Str. 47 US 1079	3.2	0.9	56.2	-20.2	8.2	-11.7	25.9	-4.8	-8.5
1436	1451	N	Sus s.	volta cranica	Str. 47 US 1078		0.0	29.8			-11.8	23.4	-7.3	
1437	1452	O	Sus s.	mandibola	Str. 47 US 1079		0.0	53.4			-11.8	25.6	-5.1	

Tab. 1 – Su Coddu/Canelles, Lotto Badas. Campioni, codici identificativi e caratteristiche, valori isotopici e indicatori vari.

Spiegazioni alternative, legate all'osservazione precedente sulla somiglianza di alcuni valori di piccoli ruminanti domestici e bovini, possono invece fondarsi sull'ipotesi di una gestione differenziata di greggi e mandrie. Ovvero, diverse greggi sarebbero tenute al pascolo in aree differenti, la cui diversità si riflette nei valori isotopici. La natura di tale ipotetica diversità può ricercarsi in numerosi fattori, che riflettono le varie fonti di variazione studiate a livello globale e potenzialmente attive nel nostro caso. Oltre a quella già citata della parziale intersezione di un ecosistema acquatico all'interno di uno terrestre prevalente,

vi sono: il pascolo in campi fertili, di natura alluvionale e ricchi di azoto, di contro a campi marginali lasciati incolti, magari anche con pendenze più accentuate (Garten 1993); il pascolo in aree frequentemente soggette a incendi, di contro ad aree che non lo erano (Cook 2001); il pascolo che includesse in modo sistematico fogliame anziché prevalentemente erba ('canopy effect' trasferito agli animali: van der Merwe & Medina 1991); il pascolo in aree simili quanto a vegetazione, ma diverse riguardo alla matrice geologica (Rodière *et alii* 1996); o una combinazione di due o più dei suddetti fattori.

Sulla base dell'etnografia e della storia moderna sarda (Le Lannou 1941) si è ipotizzata la gestione separata di piccoli ruminanti domestici e bovini – almeno una parte dei bovini – con i primi al pascolo in aree marginali, lontane dal villaggio e i secondi, o almeno quelli utilizzati come forza lavoro, al pascolo in terre chiuse più vicine al villaggio, più fertili o fertilizzate dalla rotazione tra legumi, cereali e maggese. Su questa base sono stati interpretati come compatibili con lo schema descritto i dati isotopici degli altri due siti dell'età del Rame finora analizzati, Santa Caterina di Pittinuri (Lai *et alii* 2017) e Scaba 'e Arriu fase A – Filigosa (Lai *et alii* 2011), seconda metà del IV millennio a.C. il primo, prima metà del III il secondo. Una conferma di fenomeni analoghi è da poco giunta da uno studio di campioni faunistici dal sito del Neolitico medio-recente greco di Kouphouvouno (Vaiglova *et alii* 2014), in cui si è potuta constatare la presenza di gruppi della stessa specie gestiti in modo differenziato, con differenze nelle due diverse fasi: ovvero, nel Neolitico recente (seconda metà V-prima metà IV millennio a.C.) compaiono bovini con una dieta diversa dai piccoli ruminanti domestici. Pur con la dovuta cautela, considerando i numeri esigui di campioni per tutti i gruppi citati, i dati di Su Coddu-Canelles effettivamente sono a loro volta compatibili con fenomeni analoghi a quelli ipotizzati per gli altri due siti sardi dell'età del Rame di tradizione Ozieri. Questo in opposizione ad altri insiemi faunistici, finora pubblicati in modo preliminare (Lai *et alii* 2015) o inediti (Cucuru is Arrius), risalenti all'età neolitica, alla tarda età del Rame (Campaniforme) e all'antica età del Bronzo (Floris *et alii* 2013; Fonzo *et alii* in press). In questi siti si riscontra una sostanziale coerenza

tra i valori medi dei campioni estratti da ossa di piccoli ruminanti domestici e bovini, talvolta perfino dei suini, che indicherebbero una gestione più estensiva e brada di greggi e mandrie, utilizzate essenzialmente per carne o prodotti alimentari piuttosto che come forza lavoro. Il consumo di proteine animali, laddove leggibile dall'intervallo $\delta^{15}\text{N}$ tra piccoli ruminanti domestici e umani – che risulta oltre il 4‰ – è in questi gruppi umani notevole rispetto ai suddetti siti dell'età del Rame, suggerendo un'economia generalmente fondata più sull'allevamento che sui prodotti vegetali e segnatamente agricoli. Tale modello, per la fase campaniforme, trova iniziali parallelismi in uno studio su un'area svizzera (Lechterbeck *et alii* 2014), nella quale il Campaniforme coincide con l'instaurarsi di un modello insediativo più leggero e diffuso rispetto al Calcolitico locale; i gruppi calcolitici sardi di Santa Caterina di Pittinuri e Scaba 'e Arriu, appunto, mostrano al contrario un apporto di proteine animali nettamente inferiore, con $\Delta\delta^{15}\text{N}$ tra umani e animali al di sotto del 3.5‰. (fig. 12)

Come elemento nuovo, i dati di Su Coddu-Canelles quindi potrebbero attestare una gestione differenziale anche dei piccoli ruminanti domestici, con parte di essi distinti dai bovini, cosa che si allinea agli altri gruppi dell'età del Rame. Tuttavia, l'unico umano disponibile dal medesimo sito di Su Coddu-Canelles, fornito da M. R. Manunza, costituisce una prima base di valutazione anche dell'aspetto relativo alla stima del consumo di proteine animali: il valore arricchito di questo individuo suggerisce un consumo notevole di proteine animali. Pertanto, si configurerebbe un ecosistema inclusivo di fauna e umani con tratti

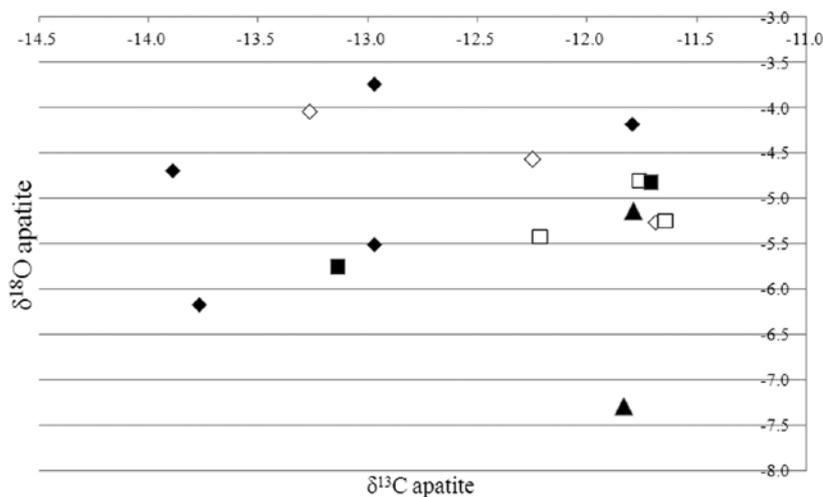


Fig. 12 – Su Coddu/Canelles, grafico a nube di punti dei valori $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ dell'apatite nei campioni ovi-caprini (rombi), bovini (quadrati), e suini (triangoli). In nero gli individui campionati della struttura 47, in bianco della struttura 46b.

Su Coddu/Canelles, scatter diagram plotting the $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values of apatite in the samples from sheep/goats (diamond), cattle (squares), and pigs (triangles). Black samples from structure 47, white from structure 46b.

compositi tra i due sopra descritti: ovvero, insieme a una gestione differenziata appare anche un intervallo $\delta^{15}\text{N}$ compatibile con un consumo notevole di proteine animali. Questo potrebbe anche, comunque, derivare da un consumo, pure marginale ma isotopicamente caratterizzante, di cibi di origine acquatica, oppure da una combinazione dei due elementi.

Per quanto riguarda i valori del $\delta^{18}\text{O}$ dell'apatite (fig. 12), sono risultati mediamente piuttosto impoveriti nel quadro della preistoria sarda isotopicamente indagata. A causa di un generale impoverimento dei valori misurati tra i campioni preparati presso il Laboratory for Archaeological Science della University of South Florida e presso il Laboratorio di Termodinamica dei Complessi Equilibri in Soluzione dell'Università di Cagliari da un lato e quelli preparati presso il Laboratorio di Colloidi dell'Università di Cagliari dall'altro, si è ipotizzato che vi siano cause sistemiche, non analitiche ma legate ai reagenti usati, che hanno causato tale spostamento di valori. Effettivamente, un altro motivo in generale potrebbe essere la maggiore presenza di campioni da aree più settentrionali e più elevate della Sardegna, cosa che spiegherebbe in parte tale tendenza. Tuttavia, questo non è decisamente il caso di Su Coddù-Canelles, che si trova in una zona meridionale e ad un'altitudine pressoché assimilabile al livello del mare.

Mentre su questo rimane quindi un dubbio, si possono comunque esaminare altri aspetti. Infatti, nonostante una notevole variabilità tra i diversi gruppi sardi finora analizzati, vi sono delle tendenze costanti nei rapporti interspecifici, che si manifestano in modo talora più talora meno accentuato; esse dipendono dalla differente fisiologia dei diversi animali, nella quale si inserisce la variazione ambientale, che include la dieta e quindi anche la gestione da parte dell'uomo. Generalmente, il valore medio $\delta^{18}\text{O}$ dei piccoli ruminanti domestici è più alto (arricchito) rispetto a quello dei bovini, il quale è a sua volta più alto rispetto a quello dei suini. Nel caso di Su Coddù-Canelles, la differenza tra piccoli ruminanti domestici e bovini sussiste, anche se abbastanza ridotta; in effetti, la variazione nei piccoli ruminanti domestici è molto maggiore rispetto ai bovini, che mostrano valori molto omogenei, in modo analogo a quanto riscontrato per il $\delta^{15}\text{N}$ (il range per i piccoli ruminanti domestici è di 3.1‰, mentre quello dei bovini di soli 0.5‰; quello totale $\delta^{18}\text{O}$ per i picco-

li ruminanti domestici è 2.5‰, quello dei bovini di soli 1.0‰). Questo rafforzerebbe la lettura che vede nei bovini campionati un gruppo coerente, tenuto al pascolo in ambienti omogenei, mentre i piccoli ruminanti domestici rifletterebbero una gestione differenziata, inseriti in nicchie ecologiche diverse dalla comunità o gruppo che ha generato il record archeologico in studio, alcuni in modo analogo ai bovini, altri in modo diverso.

Una lettura alternativa, più comportamentale, della situazione, considerando il fatto che i resti animali sono stati rinvenuti in depositi di origine varia che rappresentavano probabilmente i rifiuti di eventi particolari, potrebbe intendere le attività di consumo del cibo a Su Coddù-Canelles come speciali o festive, con il contributo a pasti comuni di gruppi umani provenienti da aree anche non immediatamente circostanti, i quali portarono con sé capi di bestiame allevati in aree con valori $\delta^{18}\text{O}$ diversi: quindi, i valori più impoveriti tra quelli da campioni di piccoli ruminanti domestici proverrebbero da aree più settentrionali e/o a maggiore altitudine, mentre quelli più arricchiti proverrebbero dai dintorni di Su Coddù-Canelles, nelle pianure aride del Campidano meridionale. Una notevole variazione nel $\delta^{18}\text{O}$ mostrano, in modo simile ai piccoli ruminanti domestici, i due suini che è stato possibile campionare: 2.2‰ (fig. 12). Anche questo trova due ipotetiche letture: una nel senso della gestione differenziale, per cui uno dei suini sarebbe allevato vicino al villaggio, l'altro in ambiente forestale: quindi la differenza sarebbe dovuta alla differenza isotopica dell'acqua ingerita; va infatti tenuto conto che una parte dell'acqua non deriva direttamente dall'acqua assunta come tale, ma da quella contenuta nel cibo, per cui l'acqua della dieta nel bosco sarebbe distinta da quella fornita dall'uomo. Tuttavia, considerando che la fisiologia del maiale è simile a quella umana e dipende in larga misura dall'acqua ingerita come tale, è più probabile che uno dei due maiali, quello con valori più impoveriti, sia stato portato sul luogo del pasto da un'area più a nord e/o a maggiore altitudine rispetto all'altro. Questo potrebbe essere un ulteriore indizio di una provenienza non locale di parte della carne utilizzata sul posto.

Se tale lettura cogliesse nel segno, non sarebbe un caso il fatto che tale diversità non si riscontri nei bovini, animali più grossi e meno agevoli da trasportare su lunghe distanze. Va infine tenuto conto del fatto che anche in questo caso vanno conside-

rati possibili effetti fisiologici dipendenti dall'età degli individui, la quale non si è potuta identificare dal frammento disponibile per ciascun individuo. Con questa ipotesi di lettura l'assegnazione, in modo del tutto speculativo ed euristico, di diversi individui ai dintorni oppure all'area esterna rispetto alla zona di rinvenimento e di presunto consumo, porterebbe a quanto segue: i piccoli ruminanti domestici con valori $\delta^{18}\text{O}$ intorno a -4‰ sarebbero locali, insieme a tutti i bovini e al suino O. Sarebbero importati da aree più settentrionali e/o d'altura i piccoli ruminanti domestici con valori $\delta^{18}\text{O}$ intorno a -5‰ / -6‰ ed il suino N. Meno chiara la lettura degli individui in posizioni intermedie, che potrebbero avere l'una o l'altra provenienza. In base a questo modello interpretativo, la struttura cui appartenerebbero tutti i capi di bestiame locali, più alcuni 'esotici', sarebbe la struttura 46b (range $\delta^{18}\text{O}$ piccoli ruminanti domestici: 1.3‰ , bovini 0.6‰), mentre la struttura 47 conterrebbe soltanto o prevalentemente individui 'esotici' (range $\delta^{18}\text{O}$ piccoli ruminanti domestici: 2.5‰ , bovini 1.0‰ , suini 2.2‰ : fig. 12). Va sottolineato che tale quadro interpretativo non risolverebbe ogni problema: infatti, i valori $\delta^{15}\text{N}$ dei piccoli ruminanti domestici seguono un modello opposto a quanto ci attendremmo, con valori arricchiti corrispondenti agli individui ipotizzabili come 'esotici', laddove invece dovrebbero esserci valori più impoveriti legati a condizioni più umide e fresche. In ogni caso, le differenze della matrice geologica non sono valutabili al momento: per approfondimenti restano necessarie analisi specifiche, come gli isotopi dello stronzio, confronti con lo smalto dei denti e anche con faune contemporanee.

L.L.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La fauna degli insediamenti fornisce uno strumento indispensabile alla comprensione del sistema produttivo e del quadro paleoecologico. Il caso di Su Coddu/Canelles offre alcune chiavi di lettura importanti, grazie all'abbondanza dei resti archeozoologici, all'omogeneità del contesto, all'apporto integrato di diversi ambiti disciplinari nell'analisi dei dati archeologici e bioarcheologici. Il gruppo umano di Su Coddu nell'arco di oltre un millennio utilizza appieno le risorse naturali locali, con un interesse crescente nella transizione Neolitico/Eneolitico verso le risorse palustri e marine. La

quantità considerevole di fauna di origine marina rimanda a raccolte su bassi fondali ma anche a pratiche di pesca complesse, come quella dell'orata; rivela inoltre uno sfruttamento importante della materia prima per la realizzazione di strumenti. Le informazioni provenienti dallo scavo archeologico indicano una maggiore importanza della raccolta dei molluschi. L'assenza di strumenti suggerisce che tali attività venissero svolte con utensili in legno e con le mani. Il ritrovamento di due probabili pesi da rete (Melis, Zedda, Manca 2012) testimonia l'utilizzo di piccole reti (considerate le piccole dimensioni dei pesi), verosimilmente per la pesca in fondali poco profondi.

La fauna terrestre, pur presente in percentuale ridotta rispetto a quella marina, offre indicazioni sulle pratiche dell'allevamento e, indirettamente, verso quelle agricole, nell'ipotesi che la presenza di bovini adulti sia da ricondurre ad un uso nei lavori agricoli.

I risultati delle analisi sul DNA hanno una valenza diacronica: contribuiscono, infatti, a integrare il quadro delle pratiche di allevamento degli ovini in un arco cronologico molto ampio. Pur nei limiti di una ricerca applicata per ora su un campione poco esteso, risultano interessanti le differenze riscontrate con l'età nuragica, che potrebbero essere imputate ad un apporto esterno di capi in età protostorica.

Lo studio isotopico, nonostante la scarsa numerosità del campione analizzato, che resta comunque considerevole nell'ambito dei dati disponibili per l'isola, offre spunti interessanti e costituisce un punto di riferimento per gli studi futuri. Di particolare rilevanza la possibile gestione differenziata delle greggi e dei suini, ipotizzata sulla base delle variazioni dei dati isotopici, che potrebbero rimandare a pascoli in parte locali, in parte identificati in contesti ambientali ubicati più a Nord e ad altitudini maggiori. Questo dato coinciderebbe con il quadro di mobilità regionale ricostruito in base alle analisi archeometriche delle ceramiche, in cui si delineano direttrici verso il Campidano e il Sarrabus.

In questa fase della ricerca si ritiene non opportuno sfruttare eccessivamente i risultati ottenuti ai fini interpretativi; nondimeno si deve evidenziare che essi forniscono le linee di indirizzo delle ricerche future, che necessitano di un'estensione della campionatura, per arrivare ad una base dati statisticamente significativa.

M.G.M.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERO SANTACREU D. (2014) – Caratterización arqueométrica de una pesa de telar de Su Coddu/Canelles, in MELIS M. G., *Lo strumentario tessile della preistoria. I pesi da telaio della Sardegna*. Quaderni del LaPARS 1. Sassari: Università di Sassari, 225-232.
- ALBERO SANTACREU D., MELIS M. G., MATEU G. V. (2016) – Landscape construction in southern Sardinia in the 4th Millennium BC: an approach using clay procurement, *Periodico di Mineralogia* 85, 23-38.
- AMBROSE S. H. (1990) – Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis, *JAS* 17 (4), 431-451.
- AMBROSE S. H. (1993) – Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretive considerations, in SANDFORD M.K. (ed.), *Investigations of ancient human tissue: chemical analyses in anthropology*. Langhorne: Gordon and Breach Scientific, 59-130.
- BALASSE M., TRESSET A., AMBROSE S. H. (2006) – Stable isotope evidence (d13C, d18O) for winter feeding on seaweed by Neolithic sheep of Scotland, *Journal of Zoology* 270, 170-176.
- BARONE R. (1995) – *Anatomia comparata dei mammiferi domestici*. Bologna: Edagricole.
- BOESSNECK J. (1970) – Osteological differences between sheep (*Ovis aries* Linné) and goats (*Capra hircus* Linné), in BROTHWELL D., HIGGS E. (Eds) *Science in Archaeology*. London, New York: Praeger, 331-358.
- BÖKÖNYI S. (1974) – *History of domestic Mammals in central and Eastern Europe*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- BOSCHIAN G., BRILLI P., FALCHI P., FENU P., MARTINI F., PITZALIS G., SARTI L., TOZZI C. (2001) – Prime ricerche nell'abitato neolitico di Contraguda (Perfugas, Sassari), *RSP LI*, 235-287.
- BUA S. (2007) – *Fauna domestica e selvatica nel Neolitico in Sardegna. Il caso del villaggio di Pabaranca*. Tesi di Laurea 2005-2006, Facoltà di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Sassari.
- CAPPAI R. (2012) – Riflessioni sulla transizione tra Ozieri e Sub-Ozieri: apporti dalle analisi sull'industria litica, in *IIPP 2012*, 551-556.
- CHAIX L., MÉNIEL P. (1996) – *Éléments d'Archéozoologie*. Paris: Errance.
- COOK G. D. (2001) – Effects of frequent fires and grazing on stable nitrogen isotope ratios of vegetation in northern Australia, *Austral Ecology* 26, 630-636.
- DE GROSSI MAZZORIN J. (2008) – *Archeozoologia: lo studio dei resti animali in archeologia*. Bari: Laterza.
- DRIESCH A. VON DEN (1976) – A guide to the measurement of the animal bones from archaeological sites. *Peabody Museum, Bulletin*, 1. Cambridge, Massachusetts: Harvard University.
- FARINA V., MURA E., MURA A., BALZANO F., LEPORE G., GADAU S., MELIS M. G., ZEDDA M. (2012) – Reconstruction of the economical and social features of an Enolithic settlement in Sardinia based on animal remains, in LEFÈVRE C., ed. – *Proceedings of the General Session of the 11th International Council for Archaeozoology Conference*. Paris, 23-28 august 2010, B.A.R. Series. Oxford: Archaeopress, 113-115.
- FLORIS R., MASCIA F., SONEDDA E., SARIGU M., LAI L., O'CONNELL T., MONTISCI M., ZUNCHEDDU M. (2013) – Bioanthropological analysis of the individuals buried in the multi-layered tomb of Bingia 'e Monti (Gonnostramatza – OR – Sardinia): first results, *Journal of Biological Research* 85 (1), 186-189.
- FONZO O., LAI L., O'CONNELL T. C., GODDARD E., HOLLANDER D. (in press) – Offerte animali nella tomba ipogeica prenuragica di Padru Jossu presso Sanluri (VS), in *Convegno La Sardegna nell'età del rame*, Olbia, 25 maggio 2013.
- GARTEN C. T. (1993) – Variation in foliar ¹⁵N abundance and the availability of soil nitrogen on Walker Branch watershed, *Ecology* 74 (7), 2098-2113.
- GARVIE-LOK S. J., VARNEY T. L., KATZENBERG M. A. (2004) – Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis: the effects of treatment time and acid concentration, *JAS* 31, 763-776.
- GIROD A., NOVATI M. (2003) – Contributo alla conoscenza della malacofauna del sito di Monte d'Accoddi, Porto Torres (SS), Sardegna, *AttiSocFriuli*, Trieste, XIV, 157-179.
- GIROD A. (2015) – *Appunti di archeomalacologia*. Firenze: All'insegna del Giglio.
- HEDGES R. E. M. (2003) – On bone collagen – apatite-carbonate isotopic relationships, *International Journal of Osteoarchaeology* 13, 66-79.
- HONCH N. V., HIGHAM T. F. G., CHAPMAN J., GAYDARSKA B., HEDGES R. E. M. (2006) – A palaeodietary investigation of carbon (¹³C/¹²C) and nitrogen (¹⁵N/¹⁴N) in human and faunal bones from the Copper Age cemeteries of Varna I and Durankulak, Bulgaria, *JAS* 33, 1493-1504.
- JIM S., AMBROSE S. H., EVERSHERD R. P. (2004) – Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: Implications for their use in palaeodietary reconstruction, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68 (1), 61-72.
- KARAKATSOULI N., TARNARIS K., BALASKAS C., PAPOUTSOGLU S.E. (2006) – Gill area and dimension of gilthead sea bream *Sparus aurata* L., *Journal of Fish Biology* 69, 291-299.
- KLEIN R. G., CRUZ-URIBE K. (1984) – *The analysis of animal bones from archeological sites*. Chicago: University Press.
- KOCH P. L., TUROSS N., FOGEL M. L. (1997) – The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite, *JAS* 24 (5), 417-429.
- KÖNIG H. E., LIEBICH H. G. (2006) – *Anatomia dei mammiferi domestici*. Padova: Piccin.
- IIPP 2006 – *Materie prime e scambi nella Preistoria italiana*. Atti della XXXIX Riunione Scientifica, Firenze 25-27 novembre 2004. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- IIPP 2011 – *L'età del Rame in Italia*. Atti della XLIII Riunione Scientifica, Bologna, 26-29 novembre 2008. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- IIPP 2012 – *La Preistoria e la Protostoria della Sardegna*. Atti della XLIV Riunione Scientifica, Cagliari, Barumini, Sassari, 23-29 novembre 2009. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- IIPP 2015 – *Preistoria del cibo. L'alimentazione nella preistoria e nella protostoria*. Atti della L Riunione Scientifica, Roma, 5-9 ottobre 2015. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.

- LAI L. (2008) – *The interplay of economic, climatic and cultural change investigated through isotopic analyses of bone tissue: the case of Sardinia 4000-1900 BC*. Tampa: University of South Florida.
- LAI L., FONZO O., MEDDA L., O'CONNELL T., GODDARD E., HOLLANDER D., TANDA G. (2015) – Frammenti di ecologia neolitica: i dati isotopici della Grotta Rifugio (Oliena, Sardegna orientale), in *IIPP 2015*, http://www.preistoriadelcibo.it/contributi/1_02.pdf.
- LAI L., FONZO O., TYKOT R. H., GODDARD E., HOLLANDER D. (2011) – Le due comunità di Scaba 'e Arriu (Siddi). Risorse alimentari nella Sardegna del III millennio a.C. indagate tramite analisi isotopiche di tessuti ossei. Studio antropologico dei reperti umani, in *IIPP 2011*, 401-408.
- LAI L., FONZO O., USAI E., MEDDA L., TYKOT R. H., GODDARD E., HOLLANDER D., TANDA G. (2017) – Diet and ritual in the western Mediterranean Copper Age: human and animal stable isotopes from the collective burial at S. Caterina di Pittinuri (Sardinia, Italy), in TOMÉ, T., DÍAZ-ZORITA BONILLA, M., SILVA, A. M., CUNHA, C., BOAVENTURA, R. eds. – *Current Approaches to Collective Burials in the Late European Prehistory*. Proceedings of the XVII World UISPP Congress, Burgos (Spain), 1-7 settembre 2014, 67-77.
- LE HURAY J. D., SCHUTKOWSKI H. (2005) – Diet and social status during the La Tène period in Bohemia: carbon and nitrogen stable isotope analysis of bone collagen from Kutná Hora-Karlov and Radovesice, *Journal of Anthropological Archaeology* 24, 135-147.
- LE LANNOU M. (1941) – *Pâtres et paysans de la Sardaigne*. Tours: Arrault et C. ie.
- LECHTERBECK J., KERIG T., KLEINMANN A., SILLMANN M., WICK L., RÖSCH M. (2014) – How was Bell Beaker economy related to Corded Ware and Early Bronze Age lifestyles? Archaeological, botanical and palynological evidence from the Hegau, Western Lake Constance region, *Environmental Archaeology* 19 (2), 95-113.
- LEE-THORP J. A., SPONHEIMER M. (2003) – Three case studies used to reassess the reliability of fossil bone and enamel isotope signals for paleodietary studies, *Journal of Anthropological Archaeology* 22, 208-216.
- LINDNER G. (2004) – *Coquillages et bivalves d'Europe*. Paris: Vigot Press.
- MATOLCSI J. (1970) – Historische Erforschung der Körpergröße des Rindes auf Grund von ungarischen Knochenmaterial, *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie* 87, 89-137.
- MAMELI, P., MELIS, M. G. (2008) – Intonaci in edifici in terra cruda negli abitati preistorici della Sardegna. Dati archeologici e archeometrici preliminari dal l'insediamento di Su Coddu/Canelles (Selargius, CA), in *84° Congresso della Società Geologica Italiana, Rendiconti online della Società Geologica Italiana* 3, 515-516.
- MANCA L. (2012) – L'industria in materia dura animale dell'Eneolitico. Analisi morfo-tipologica e tecnologica. Un caso studio, in *IIPP 2012*, 557-562.
- MANCA L. (2013) – *Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du Cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, PhD Université de Provence.
- MANCA L. (2014) – The individuation of a new Type of shell Tools during early Chalcolithic in Sardinia: The beveled Tools on oyster valves. An experimental approach to reconstruct the operational sequences, in MARGARIT M., LE DOSSEUR G., AVERBOUH A., eds. – *An overview of the exploitation of hard animal materials during the Neolithic and Chalcolithic*, Proceedings of the GDRE PREHISTOS work-session in Târgoviște, Romania, November 2013. Târgoviște: Editura Cetatea de Scaun, 155-182.
- MANUNZA M. R., TANDA G., MELIS M. G., CICILLONI R., FENU P. (2012) – *L'insediamento eneolitico di Canelles (Selargius-Cagliari)*, in *IIPP 2012*, 1265-1270.
- MELIS M. G. (2005) – Nuovi dati dall'insediamento preistorico di Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), in ATTEMA P., NIJBOER A., ZIFFERERO A., eds. – *Communities and Settlements from the Bronze Age to the Early Medieval Period*. BAR I.S. 1452, II. Oxford: Archaeopress, 554-560.
- MELIS M. G. (2012) – Archeologia degli insediamenti eneolitici della Sardegna, in *IIPP 2012*, 545-550.
- MELIS M. G. (2013) – Problemi di cronologia insulare. La Sardegna tra il IV e il III millennio BC, in COCCHI GENICK D., ed. – *Cronologia assoluta e relativa dell'età del Rame in Italia*, Incontro di Studi, Università di Verona, Verona, 25 giugno 2013. Verona: QuiEdit, 197-211.
- MELIS M. G., MAMELI P., PIRAS S. (2006) – Aspetti tecnologici e morfologici della ceramica eneolitica. Nuovi dati dall'insediamento di Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), in *IIPP 2006*, vol. II, 1232-1235.
- MELIS M. G., MAMELI P., PIRAS S. (in press) – Caratterizzazione morfo-tecnologica e archeometrica delle ceramiche eneolitiche. Nuovi dati da Su Coddu/Canelles, lotto Badas (Selargius, Cagliari), in *La Sardegna nell'età del Rame*. Convegno di Studi, Olbia, 24 maggio 2013.
- MELIS M. G., CELANT A., ZEDDA M. (in press) – L'impatto di un ambiente umido nella paleoeconomia e nella paleonutrizione tra il Neolitico e l'Eneolitico. Nuovi contributi dalla Sardegna, in *IIPP 2015*. http://preistoriadelcibo.iipp.it/contributi/2_28.pdf
- MELIS M. G., PIRAS S. (2010) – LES PRODUCTIONS CÉRAMIQUES EN SARDAIGNE AU IV^e MILLÉNAIRE AV. J.-C. NOUVELLES DONNÉES SUR LE VILLAGE DE SU CODDU-CANELLES (SELARGIUS, CAGLIARI), *Préhistoires méditerranéennes* 1, 2010, 101-118. <http://pm.revues.org/index417.html>
- MELIS M. G., PIRAS S. (2012) – L'analisi morfo-tecnologica della ceramica come indicatore delle trasformazioni tra l'Ozieri "classico" e "finale", in *IIPP 2012*, 563-569.
- MELIS M. G., QUARTA G., CALCAGNILE L., D'ELIA M. (2007) – L'inizio dell'età del Rame in Sardegna. Nuovi contributi cronologici, *RSP LVII*, 185-200.
- MELIS M. G., ZEDDA M., MANCA L. (2012) – Marine and Inland Water Resources in Eneolithic Communities. New Data from Sardinia (Italy), *Journal of Life Sciences* 6, 679-693.
- MELIS M. G., ZEDDA M., PIRAS E. (2004) – Le rôle de la malacofaune dans la préhistoire de la Sardaigne. Nouvelles données du village de Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), in BRUGAL, J. P., DESSE J., eds. – *Petits animaux et sociétés humaines du complément aux ressources utilitaires*. XXIV rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Antibes, 37-46.
- NIELSEN-MARSH C. M., HEDGES R. E. M. (2000) – Patterns of diagenesis in bone II: effects of acetic acid treatment and the removal of diagenetic CO₃²⁻, *JAS* 27 (12), 1151-1159.

- ODUM E. P., BARRETT G.W. (2006) – *Fondamenti di ecologia*. Padova: Piccin.
- PALOMBI A., SANTARELLI M. (1976) – *Gli animali commestibili dei mari d'Italia*. Milano: Hoepli.
- PAPATHANASIOU A. (2003) – Stable isotope analysis in Neolithic Greece and possible implications on human health, *International Journal of Osteoarchaeology* (13), 314-324.
- PAYNE S. (1985) – Morphological distinctions between the mandibular teeth of young sheep, Ovis and goats, *Capra*, *JAS* 12, 139-147.
- REITZ E. J., WING E. S. (2007) – *Zooarchaeology*. Cambridge: University Press.
- RODIÈRE É., BOCHERENS H., ANGIBAULT J.-M., MARIOTTI A. (1996) – Particularités isotopiques de l'azote chez le chevreuil (*Capreolus capreolus* L.): implications pour les reconstitutions paléoenvironnementales, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Series Ila* 323, 179-185.
- SANTONI V., ZEDDA M., MANCA L., SABATINI D. (in press) – Refuse pit 377/1979 Cuccuru S'Arriu at Cabras, in *Proceedings of San Ciriaco Congress, Terralba (Cagliari)*, 2014.
- SCHOENINGER M. J., MOORE K. M., MURRAY M. L., KINGSTON J. D. (1989) – Detection of bone preservation in archaeological and fossil samples, *Applied Geochemistry* 4, 281-292.
- SHARP Z. (2007) – *Principles of stable isotope geochemistry*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall.
- SZPAK P. (2011) – Fish bone chemistry and ultrastructure: implications for taphonomy and stable isotope analysis, *Journal of Archaeological Science*, 38, 3358-3372.
- TEICHERT M. (1975) – Osteometrische Untersuchungen zur Berechnung der Widerristhöhe bei Schafen, in CLASON A.T. – *Archaeozoological studies*. New York: American Elsevier.
- TYKOT R.H. (2004) – Stable isotopes and diet: you are what you eat, in MARTINI M., MILAZZO M., PIACENTINI M., ed. – *Physics methods in archaeometry*. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV, Bologna, Italy: Società Italiana di Fisica, 433-444.
- VAIGLOVA P., BOGAARD A., COLLINS M., CAVANAGH W., MEE C., RENARD J., LAMB A., FRASER R. (2014) – An integrated stable isotope study of plants and animals from Kouphovouno, southern Greece: a new look at Neolithic farming, *JAS* 42 (1), 201-215.
- VAN DER MERWE N. J., MEDINA E. (1991) – The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia, *JAS* 18, 249-259.
- WILKENS B. (2003) – La fauna sarda durante l'Olocene: le conoscenze attuali, *Sardinia, Corsica et Baleares Antiquae*, I: 181-197.
- ZEDDA M. (2017) – I bovini nella Sardegna prenuragica, in AA.VV. – *Nuove tecniche di documentazione e di analisi per una ricostruzione delle società dalla fine del V al III millennio a.C.*, vol. II, Cagliari: Ed. Condaghes, 103-114
- ZEDDA M. (in press) – Zooarchaeological study on the animal remains from the niche 377 of Cuccuru S'Arriu (Cabras, Sardinia), in *Proceedings of San Ciriaco Congress, Terralba (Cagliari)*, 2014.
- ZEDDA M., LEPORE G., MURA A., BALZANO F., GADAU S., FARINA V. (2012) – Resti faunistici rinvenuti nel villaggio eneolitico di Su Coddu (Selargius-Cagliari), in *IIPP* 2012, 1271-1275.
- ZEDDA M., BALZANO F., DEDOLA G. L., FARINA V. (2016) – Variabilità della sequenza genica del citocromo b: un confronto tra ovini sardi antichi e ovini e mufloni attuali, in THUN HOENSTEIN U., CANGEMI M., FIORE I, DE GROSSI MAZZORIN J, eds. – *Atti del 7° Convegno nazionale di archeozoologia*. Annali dell'Università degli Studi di Ferrara – Museologia Scientifica e Naturalistica vol. 12: 11-16.
- ZEDDA M., PALOMBO M. R., BRITS D., CARCUPINO M., SATHÉ V., CACCHIOLI A., FARINA V. (2017) – Differences in femoral morphology between sheep (*Ovis aries*) and goat (*Capra hircus*): macroscopic and microscopic observations, *Zoomorphology* 136, 145-158.
- ZEDER M. A., LAPHAM H. A. (2010) – Assessing the reliability of criteria used to identify postcranial bones in sheep, Ovis, and goats, *Capra*, *JAS* 37 (11): 2887-2905.

INDICE

ANNA REVEDIN, BIANCAMARIA ARANGUREN, MATILDE GENNAI, MARTA MARIOTTI LIPPI, PASQUINO PALLECCHI, The Processing of Plant Food in the Palaeolithic. New Data from the Analysis of Experimental Grindstones and Flour	5
LUCIA ANGELI, Il villaggio trincerato di Trasanello (MT): l'evoluzione della ceramica graffita nel territorio di Matera tra Neolitico antico e medio	19
LUCIA ANGELI, CRISTINA FABBRI, MARTA BRUSCHINI, Analisi minero-petrografiche degli impasti ceramici	49
GIORGIA APRILE, SALVATORE BIANCO, ELETTRA INGRAVALLO, ITALO M. MUNTONI, IDA TIBERI, La Grotta dei Cervi di Porto Badisco. Gli scavi Lo Porto 1970-71	59
MIRIANA RIBERO, Anelloni litici italiani. Aggiornamenti e nuove proposte interpretative a quaranta anni dalle prime ricerche	111
MONICA MIARI, FIORELLA BESTETTI, PIERA ALLEGRA RASIA, La necropoli eneolitica di Celletta dei Passeri (Forlì): analisi delle sepolture e dei corredi funerari	145
MARIA GRAZIA MELIS, LUCA LAI, MARCO ZEDDA, Nuovi dati sulla paleoecologia dell'Eneolitico sardo: archeozoologia e valori isotopici dei resti ossei di Su Coddu/Canelles, lotto Badas (Selargius-Cagliari)	209
CARLO VECA, Le necropoli dell'antica età del Bronzo nell'area tra Megara Hyblaea e Siracusa: analisi e classificazione dei repertori ceramici (scavi Orsi 1889-1899)	233
MARIA CLARA MARTINELLI, LETTERIO GIORDANO, La <i>facies</i> di Capo Graziano nelle Isole Eolie: nuove scoperte in Contrada Diana (Lipari)	255
HALINKA DI LORENZO, MARCO PACCIARELLI, ANTONIO SALERNO, Il complesso protoappenninico della Grotta di Polla	273
ANNA DEPALMAS, LLUÍS PLANTALAMOR MASSANET, OCTAVIO PONS MACHADO, I materiali pretalaiotici e talaiotici di Sa Creu d'En Ramis (Maó, Minorca, Spagna)	297
ANDREA CARDARELLI, MARCO BETTELLI, ANDREA DI RENZONI, MAURIZIO CRUCIANI, NICOLA IALONGO, ALBERTA ARENA, FABIANA MACEROLA, CRISTINA TAVOLINI, CARLOS MONTALVO PUENTE, ANDREA SCHIAPPELLI, Nuove ricerche nell'abitato della tarda età del Bronzo di Monte Croce Guardia (Arcevia – AN): scavi 2015-2016	321
ISTITUTO ITALIANO DI PREISTORIA E PROTOSTORIA. Attività 2017	381
NORME PER GLI AUTORI	393

Finito di stampare in Italia nel mese di marzo 2018
da Pacini Editore Industrie Grafiche – Ospedaletto (PI)
per conto di Edifir-Edizioni Firenze