

ANALISI TAFONOMICA DEI RESTI INUMATI NELLA NECROPOLI NORD-OCCIDENTALE DI NORA: ARCHEOTANATOLOGIA E ARCHEOLOGIA VIRTUALE

Noemi Ruberti* - Melania Gigante** - Alessandro Mazzariol***

ABSTRACT

Taphonomic analysis of human skeletal remains is one of the primary sources that archaeology benefits from to investigate funerary practices and the treatment of the body of the deceased in ancient human populations. Although born as a field study, the taphonomy of human remains has increasingly become a laboratory discipline that is benefiting from the development of digital applications to archaeology. This paper aims to illustrate the case study of the north-western Phoenician and Punic necropolis of Nora (CA), discussing the application of digital IBM for the three-dimensional digitization of in situ human remains and its importance for the reconstruction of the taphonomy of burials and funerary customs. Evidence of primary and secondary burials - both in pits and hypogea - are attested at Nora within complex stratigraphic sequences. The application of taphonomic analysis in a digital environment, by merging gross identification of bone fragments with 3D visualization of the in situ context, allowed us for a reliable reconstruction of the deposition sequences, including the most complex situations presenting commingled skeletal remains.

PAROLE CHIAVE: *tafonomia, archeotanatologia, modelli 3D, fotogrammetria, archeologia virtuale*

KEYWORDS: *burial taphonomy, archaeotatology, 3D visualization, photogrammetry, virtual archaeology*

1 Introduzione

Negli ultimi decenni l'utilizzo di nuove applicazioni digitali nel campo dell'archeologia, e più in generale nel settore dei Beni Culturali, si è dimostrato un valido strumento conoscitivo e un mezzo fondamentale per limitare la perdita di informazioni correlata alle fasi di scavo archeologico¹.

In particolare, la creazione di rilievi tridimensionali, mantenendo inalterata la memoria del dato spaziale e di associazione tra gli elementi rinvenuti, permette di svolgere puntuali e approfondite analisi in sede di elaborazione e studio dei dati².

La possibilità di registrare nel modo più dettagliato e significativo possibile le informazioni relative ai contesti di scavo si rivela essenziale in un campo, quale quello dell'archeologia funeraria, in cui lo studio e la comprensione delle azioni umane sono strettamente legati con quanto siamo in grado di ricostruire grazie alle evidenze archeologiche.

N.R.

2 La necropoli nord-occidentale di Nora

2.1 Il contesto archeologico

L'antico insediamento di Nora, collocato lungo la costa meridionale della Sardegna, sorge su di una piccola penisola posta a chiusura occidentale del Golfo di Cagliari. La particolare conformazione morfologica

* NOEMI RUBERTI, *Università degli Studi di Padova – Dip. dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica*; noemi.ruberti@phd.unipd.it

** MELANIA GIGANTE, *Università degli Studi di Padova – Dip. dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica*; melania.gigante@unipd.it

*** ALESSANDRO MAZZARIOL, *Università degli Studi di Padova – Dip. dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica*; alessandro.mazzariol@unipd.it

¹ Fin dal momento della sua nascita l'archeologia è sempre rimasta viziata dal paradigma, lucidamente evidenziato da BARKER 1993, secondo cui essa si configura come un «unrepeatable experiment».

² GALEAZZI 2015; ROOSEVELT *et al.* 2015.



Fig. 1. Ortofoto della necropoli nord-occidentale del sito di Nora (Missione Archeologica di Nora, Università degli Studi di Padova).

del sottile lembo di terra, esteso appena 15 ettari, e la sua collocazione centrale all'interno del bacino del Mediterraneo garantirono la fortuna del sito che già in età fenicia divenne parte di un'estesa rete di traffici commerciali, poi ulteriormente ampliatasi nel corso dell'età punica e romana³.

Il lento avvicinarsi di differenti popolazioni a controllo della penisola ha lasciato evidenze non solo nelle strutture individuate all'interno delle stratigrafie di abitato⁴ ma anche nella presenza di aree sepolcrali riconducibili a diversi orizzonti crono-culturali attraverso le quali è possibile seguire l'evoluzione del rituale funerario e, almeno in parte, i mutamenti sociali e culturali dei gruppi umani presenti a Nora in antico. In particolare, la necropoli nord-occidentale del sito, oggetto di indagini da parte dell'Università degli Studi di Padova dal 2014⁵, appare oggi quale esito di un articolato palinsesto stratigrafico fatto di deposizioni a incinerazione e inumazione distribuite tra l'età fenicia e la successiva età punica (fig. 1).

Le prime, variamente inquadrabili tra gli inizi del VII e la metà del VI sec. a.C., si distinguono per la molteplicità delle soluzioni tipologiche adottate, con tombe ricavate entro depressioni naturali del banco di arenaria in posto, ciste litiche, tombe in fosse terragna o scavate nella coltre rocciosa, sempre ospitanti incinerazioni secondarie accompagnate da corredi composti da elementi vascolari fittili, piccoli oggetti di ornamento personale e, assai raramente, armi⁶.

Le più tarde inumazioni di epoca punica, cronologicamente ricomprese tra la fine del VI e il IV sec. a.C., erano invece deposte all'interno di fosse rettangolari scavate nel banco di arenaria in posto o in cavità ipogee articolate in più ambienti accessibili mediante un pozzo verticale. Al loro interno erano sempre alloggiati inumazioni plurime, spesso accompagnate da materiali di corredo composti da contenitori ceramici ed elementi di ornamento personale, questi ultimi principalmente associati a deposizioni di soggetti subadulti.

A.M.

³ BONETTO 2019.

⁴ Sulle indagini condotte al di sotto del lastricato della piazza forense di età romana: BONETTO 2009, 41-197.

⁵ Le indagini sono svolte in regime di concessione da parte del Ministero della Cultura e in collaborazione con la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna. Per la sintesi delle ricerche: MAZZARIOL 2021, 98-101, con bibliografia precedente, BONETTO *et al.* 2022, 243-258.

⁶ Unica attestazione dalla T37: BONETTO *et al.* 2022, 252.

2.2 Gli studi bioarcheologici

La collezione odontoscheletrica umana – proveniente sia dalle tombe a cremazione e sia a inumazione – della necropoli nord-occidentale di Nora è oggetto di un progetto bioarcheologico multi-analitico che pone come principali obiettivi: (i) determinazione dell'identità biologica dei resti, mediante analisi morfologiche, morfometriche, paleo-proteomiche e istologiche dei reperti osteodontari; (ii) caratterizzazione dei pattern di interazione bio-culturale e di mobilità residenziale attivi al sito, attraverso l'analisi del rapporto degli isotopi dello stronzio 87 e 86 su campioni di tessuti mineralizzati umani, quali smalto dentale e porzione ossea dalla coclea della *pars petrosa* (osso temporale del cranio); (iii), in dialogo con le nuove evidenze ricavate dall'analisi della cultura materiale, ricostruzione dell'evoluzione delle pratiche funerarie e del trattamento del cadavere nelle diverse fasi del rituale (es. analisi FT-IT su campione di osso cremato). Infine, (iv) analisi tafonomica in laboratorio – *a posteriori* – delle sepolture a inumazione relative alla fase punica del sepolcreto, sui cui risultati preliminari si incentra il presente contributo.

M.G.

3 Materiali e metodi

Lo scavo delle sepolture puniche⁷, in molteplici casi ha comportato la messa in luce di palinsesti stratigrafici di non facile interpretazione⁸, generati da antiche azioni di disturbo antropico motivate, *in primis*, dalla necessità di deporre inumazioni plurime all'interno di una stessa tomba.

Al fine di permettere, *a posteriori*, una rilettura del dato tafonomico e un più efficace studio antropologico delle inumazioni, è stato pertanto adottato un protocollo di scavo tale da garantire l'esecuzione di una puntuale documentazione delle deposizioni tramite la realizzazione, durante tutte le fasi di scavo, di rilievi tridimensionali.

La metodologia seguita per tali acquisizioni ha previsto anzitutto l'annotazione, sul campo, della posizione di giacitura del materiale osteologico e dentario all'interno di ciascuna unità stratigrafica (US)⁹ accompagnata, per i materiali non rinvenuti in connessione anatomica, dall'assegnazione di quadranti di raccolta o di numeri arabi progressivi per ciascun elemento o distretto scheletrico visibile (fig. 2).



Fig. 2. Numerazione dei singoli elementi scheletrici funzionale all'acquisizione di documentazione fotogrammetrica (Missione Archeologica di Nora, Università degli Studi di Padova).

⁷ Lo scavo stratigrafico delle tombe presenti all'interno della necropoli ha permesso, a partire dal 2016, l'indagine di sei apprestamenti ospitanti plurime inumazioni di epoca punica.

⁸ BRIDI, CARRARO, MAZZARIOL 2018; DILARIA 2018; BONETTO *et al.* 2020; BONETTO *et al.* 2022.

⁹ Come elucidato da DELL'UNTO 2014 infatti, solo tramite l'utilizzo combinato di documentazione da campo e rilievi tridimensionali, possiamo ottenere una ricostruzione il più esaustiva possibile del record archeologico in quanto «*both methods provide descriptions of different aspects of the same context*».

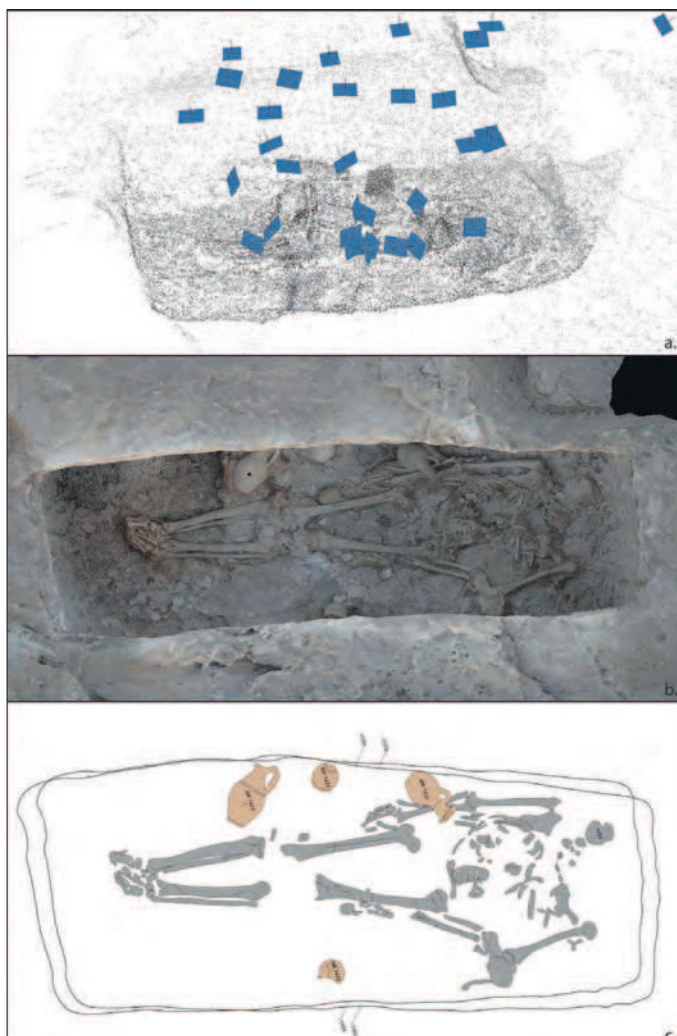


Fig. 3. Workflow delle operazioni di post-processing eseguite per la Tomba 13: a) Calcolo delle posizioni di scatto della camera; b) Creazione della geometria tridimensionale; c) Pianta di fase relativa alla deposizione NR_13/1 (Missione Archeologica di Nora, Università degli Studi di Padova).

La registrazione del dato spaziale deposizionale così ottenuta si è rivelata preziosa per supportare le operazioni di analisi tafonomica e antropologica svoltesi *a posteriori* in laboratorio.

Lo studio dei materiali in relazione ai contesti, avvenuto a seguito del lavaggio degli elementi scheletrici, ha previsto anzitutto l'identificazione di ciascun osso, o porzione di esso, contestualmente alla ricerca di attacchi tra frammenti raccolti all'interno di una medesima US o di US adiacenti; situazione facile a verificarsi specie nell'atto di analizzare depositi secondari¹¹ ospitanti materiali frammisti, generalmente esito di traslazioni – intenzionali o meno – delle porzioni scheletriche durante le fasi di riapertura delle tombe avvenute in antico (fig. 4).

Tali operazioni si sono rivelate propedeutiche alla definizione del Numero Minimo di Individui (NMI) presenti all'interno di ciascuna tomba e alla contestuale ricomposizione delle singole identità scheletriche.

Preliminarmente alla rimozione dei reperti stessi, sono state quindi acquisite sia la tradizionale documentazione fotografica di scavo sia quella funzionale alla realizzazione dei rilievi 3D tramite l'utilizzo di fotocamere full frame Nikon D750 e D610 con obiettivo a focale fissa di 35 mm.

Le fotografie sono state acquisite coprendo l'intero areale di interesse secondo una sequenza ordinata che ha permesso di ottenere una successione di immagini con differenti angolazioni e un alto grado di *overlap* tra i singoli scatti¹⁰.

Tra gli innumerevoli vantaggi correlati alla realizzazione di questa tipologia di rilievo, si sottolinea qui come la rapidità di esecuzione abbia altresì permesso un notevole risparmio di tempo sul campo – rispetto a quanto richiesto da un rilievo manuale – tradottosi in una più breve esposizione del materiale odontoscheletrico agli agenti tafonomici fisici e biotici garantendone una migliore conservazione.

I *dataset* di immagini così ottenuti sono stati quindi processati con algoritmi *Structure From Motion* (*SfM*) tramite il software Agisoft Metashape Professional ottenendo modelli 3D dai quali è stato possibile, inoltre, estrarre dati rasterizzati quali ortofotomosaici e viste di dettaglio utili allo studio tafonomico e, in una fase successiva, all'editing grafico di piante e sezioni mediante il software Nemetschek Vectorworks (fig. 3).

¹⁰ L'algoritmo di calcolo prevede che, per una restituzione ottimale, ogni punto della scena debba essere visibile in almeno tre fotografie: BEZZI, BEZZI, DUKE 2011. Per approfondimenti sulle metodologie proprie della fotogrammetria: DELLEPIANE *et al.* 2013 con bibliografia precedente.

¹¹ Per deposizioni secondarie intendiamo la presenza di resti che abbiano subito traslazione dal luogo di decomposizione a quello della sepoltura finale: cfr. DUDAY 2005.



Fig. 4. Contesto deposizionale e pianta di scavo pertinenti all'inumazione NR_22/6 (Missione Archeologica di Nora, Università degli Studi di Padova).

Particolarmente utile, a tal fine, è stata la possibilità di recuperare precisi dati morfometrici tramite le ricostruzioni tridimensionali anche qualora i materiali maggiormente diagenizzati si fossero frammentati nell'arco delle fasi di rimozione e recupero degli stessi dallo scavo.

La ricostruzione dell'assetto anatomico dei singoli individui ha dunque permesso di proporre una interpretazione dell'azione e dell'interazione tra i diversi fattori – tafonomici, antropici, etc. – che hanno contribuito alla conservazione piuttosto che al deterioramento del materiale osteologico.

N.R.

4 Risultati

Lo studio archeotanatologico, qualora eseguito *a posteriori*, si basa necessariamente sulla qualità della documentazione acquisita sul campo. La registrazione del dato tridimensionale si è pertanto rivelata preziosa garantendo la possibilità non solo di rianalizzare il dato spaziale nonostante la distruttività implicita delle operazioni di scavo, ma anche di sfruttare un rilievo qualitativamente migliore rispetto a quello realizzabile a mano, le cui caratteristiche di precisione e accuratezza dipendono largamente dall'abilità dell'operatore.

La documentazione tridimensionale ha garantito pertanto: (i) l'identificazione della precisa posizione di giacitura dei resti scheletrici, identificati in laboratorio, all'interno dei contesti di scavo – anche nei più complessi casi rappresentati da deposizioni secondarie con resti frammisti, (ii) la definizione dell'NMI per ciascuna tomba (attestantesi tra le due e le 19 unità), (iii) la ricostruzione dell'assetto scheletrico dei singoli individui e l'identificazione della relativa posizione di giacitura che a Nora è parimenti attestata essere supina o prona (rispettivamente nel 40,91% e nel 45,45% dei casi), oppure in decubito laterale sia destro (9,09%)

che sinistro (4,55%)¹². In tal modo è stata possibile altresì la validazione della preliminare distinzione tra deposizioni primarie (osservabili nel 37,29% dei casi) e secondarie effettuata in fase di scavo; si sono forniti inoltre elementi di supporto per la comprensione e l'interpretazione del rituale a inumazione e del suo variare, o meno, in relazione ai parametri biologici degli individui deposti.

N.R.

5 Conclusioni

Nell'ambito delle ricerche archeoanatomologiche eseguite sulle inumazioni pertinenti la necropoli nord-occidentale di Nora, le potenzialità offerte dalla documentazione 3D si sono rivelate di fondamentale importanza.

La semplicità e la rapidità di esecuzione unite all'accuratezza del dato ottenuto, hanno reso l'acquisizione di rilievi tridimensionali un significativo strumento in grado di permettere sia documentazione e studio dei contesti sia attività di condivisione e disseminazione¹³ del dato.

In particolare, per quanto concerne la lettura tafonomica *a posteriori* si è dimostrato come l'archeologia non sia più definibile unicamente come «*anthropologie de terrain*»¹⁴ ma, se supportata da un adeguato apparato documentario, sia ormai una disciplina praticabile anche in laboratorio.

N.R.

BIBLIOGRAFIA

BARKER P. 1993, *Techniques of Archaeological Excavation*, London.

BEZZI A., BEZZI L., DUKE B. 2011, *Computer Vision e Structure From Motion, nuove metodologie per la documentazione archeologica tridimensionale: un approccio aperto*, in De Felice G., Sibilano M.G. (a cura di), *ArcheoFOSS Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica*, Atti del Workshop (Foggia, 5-6 maggio 2010), Bari, 103-111.

BONETTO J. 2009, *L'insediamento di età fenicia, punica e romana repubblicana nell'area del foro*, in Bonetto J. (a cura di), *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità. 1997-2006*, Roma, 39-243.

BONETTO J. 2019, *Nora*, in Del Vais C., Guirguis M., Stiglitz A. (a cura di), *Il tempo dei Fenici. Incontri in Sardegna dall'VIII al III secolo a. C.*, Nuoro, 64-69.

BONETTO J., BALCON S., BERTO S., BRIDI E., CARRARO F., DILARIA S., MAZZARIOL A., RUBERTI N. 2022, *La necropoli fenicia e punica di Nora: Saggi 1 e 4. Indagini 2021*, in *Quaderni Norensi* 9, 241-272.

BONETTO J., CARLANI R., ZARA A. 2022, *Il progetto e-archeo. Nuove ricostruzioni virtuali per la fruizione e la valorizzazione di Nora*, in *Quaderni Norensi* 9, 355-366.

BONETTO J., BALCON S., BRIDI E., CARRARO F., DILARIA S., MAZZARIOL A., RUBERTI N. 2020, *La necropoli fenicia e punica occidentale: le indagini 2018-2019*, in *Quaderni Norensi* 8, 187-215.

BRIDI E., CARRARO F., MAZZARIOL A. 2018, *La Tomba 8. Campagne di scavo 2016-2017*, in *Quaderni Norensi* 7, 157-164.

DELL'UNTO N. 2014, *The use of 3D models for intra-site investigation in archaeology*, in Remondino F., Campana S. (a cura di), *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and best practices*, Oxford, 151-158.

DELLEPIANE M., DELL'UNTO N., CALLIERI M., LINDGREN S., SCOPIGNO R. 2013, *Archaeological excavation monitoring using dense stereo matching techniques*, in *Journal of Cultural Heritage* 14, 201-210.

DILARIA S. 2018, *La Tomba 9. Campagne di scavo 2016-2017*, in *Quaderni Norensi* 7, 165-173.

DUDAY H. 2005, *L'archéotologie*, in Dutour O., Hublin J.J., Vandermeersch Y.B. (a cura di), *Objets et méthodes en paléanthropologie*, Paris, 153-215.

GALEAZZI F. 2015, *Towards the definition of best 3D practices in archaeology: assessing 3D documentation techniques for intra-site data recording*, in *Journal of Cultural Heritage* 17, 159-169.

MAZZARIOL A. 2021, *La tomba T36 della necropoli occidentale di Nora*, in *Sardinia, Corsica et Baleares Antiquae* XIX, 93-128.

ROOSEVELT C.H., COBB P., MOSS E., OLSON B.R., ÜNLÜSOY S. 2015, *Excavation is destruction digitization: advances in archaeological practice*, in *JFieldA* 40.3, 325-346.

¹² Le percentuali proposte sono calcolate sul totale delle sole inumazioni rinvenute in giacitura primaria.

¹³ BONETTO, CARLANI, ZARA 2022.

¹⁴ DUDAY 2005.