

*Quaderni
Norensi*



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dipartimento dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica
Piazza Capitaniano 7 - 35139 Padova



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Dipartimento di Storia, Beni Culturali e Territorio, sezione archeologia e storia dell'arte
Cittadella dei Musei, Piazza Arsenale, 1 - 09124 Cagliari



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI GENOVA

Dipartimento di Antichità, Filosofia e Storia
Via Balbi 4 - 16126 Genova



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Dipartimento di Beni Culturali e Ambientali - sezione di Archeologia
Via Festa del Perdono 7 - 20122 Milano



Ministero
dei beni e delle
attività culturali
e del turismo

Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province
di Oristano e Sud Sardegna
Via Battisti, 2 - 09123 Cagliari/ Piazza Indipendenza, 7 - 09124 Cagliari

Comitato Scientifico

Giorgio Bejor (Università degli Studi di Milano)
Jacopo Bonetto (Università degli Studi di Padova)
Andrea Raffaele Ghiotto (Università degli Studi di Padova)
Caterina Previato (Università degli Studi di Padova)
Bianca Maria Giannattasio (Università degli Studi di Genova)
Marco Giuman (Università degli Studi di Cagliari)
Elena Romoli (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari
e le province di Oristano e Sud Sardegna)
Gianfranca Salis (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari
e le province di Oristano e Sud Sardegna)

Coordinamento di Redazione

Arturo Zara (Università degli Studi di Padova)

Rivista con comitato di *referee*
Journal with international referee system

In copertina: Nora, veduta aerea della penisola da est (cortesia dell'Archivio fotografico Consorzio Agenzia Turistica Costiera
Sulcitana - STL Karalis, foto (Ales&Ales)

ISSN 2280-983X

© Padova 2018, Padova University Press
Università degli Studi di Padova
via 8 febbraio 1848, 2 - 35122 Padova
tel. 049 8273748, fax 049 8273095
e-mail: padovauniversitypress@unipd.it
www.padovauniversitypress.it

Le foto di reperti di proprietà dello Stato sono pubblicate su concessione del Ministero per i Beni e le Attività culturali, Soprintendenza
per i Beni archeologici per le province di Cagliari e Oristano

Tutti i diritti sono riservati. E vietata in tutto o in parte la riproduzione dei testi e delle illustrazioni.

Volume stampato presso la Tipografia FP - Noventa Padovana

Quaderni Norensi

7



Indice

Editoriale	p.	IX
Il quartiere occidentale Università degli Studi di Genova	»	1
<i>Quartiere occidentale. Una premessa alle campagne di scavo 2016-2017</i> Bianca Maria Giannattasio	»	3
<i>Area D. Vano 10. Campagna di scavo 2016</i> Michele Grippo	»	7
<i>Area D. Vano 10. Campagna di scavo 2017</i> Michele Grippo	»	13
<i>Area PT/mc. Campagna di scavo 2016</i> Simona Magliani	»	21
<i>Area PT/RG. Campagna di scavo settembre 2017</i> Irene Cimoli	»	27
<i>Area C2. Campagna di scavo 2017</i> Silvia Pallecchi	»	33
<i>Nora Area C: i materiali di età repubblicana e primo-imperiale dal pozzo del vano A30</i> Chiara Tesserin	»	39

Il quartiere centrale » 45
Università degli Studi di Milano

Nora. Area Centrale. Le campagne 2016-2017 dell'Università degli Studi di Milano. » 47
Giorgio Bejor

La "Casa del Thermopolium" e la "Casa del Signinum": note preliminari » 49
Giorgio Bejor, Marco Emilio Erba

L'ingresso alle Terme Centrali » 53
Ilaria Frontori

I vani di servizio delle Terme Centrali » 59
Roberta Albertoni, Ilaria Frontori

Le cisterne della Casa del Direttore Tronchetti » 65
Francesco Giovineti, Luca Restelli

Nuove ricerche nell'area del cd. "Pozzo Nuragico" » 71
Giorgio Rea

Case a Mare: campagna di scavo 2016 » 77
Silvia Mevio

Due contesti tardorepubblicani dal quartiere delle Terme Centrali » 83
Gloria Bolzoni

Il quartiere orientale » 91
Università degli Studi di Padova

L'edificio a est del foro (saggio PO). Campagne di scavo 2016-2017 » 93
Arturo Zara

I sistemi di copertura dell'edificio ad est del foro: una prima analisi » 105
Alessandro Piazza, Vanessa Centola

I frammenti d'intonaci dipinti dell'edificio ad est del foro » 113
Federica Stella Mosimann

Il santuario di Eshmun/Esculapio » 119
Università degli Studi di Padova

Il santuario di Eshmun/Esculapio. Campagne di scavo 2016-2017 » 121
Jacopo Bonetto, Alessandra Marinello

Ex Base della Marina Militare	»	135
<i>L'area settentrionale</i>		
Università degli Studi di Padova		
<i>La necropoli fenicio-punica: indagini 2016-2017</i>	»	137
Jacopo Bonetto		
<i>La tomba 3. Approccio multidisciplinare per lo studio dell'ipogeo</i>	»	141
Simone Berto, Simone Dilaria		
<i>Le tombe ad incinerazione (tombe 11, 15, 16, 18, 20, 21). Campagna di scavo 2016</i>	»	149
Eliana Bridi, Alessandro Mazzariol		
<i>La tomba 8. Campagne di scavo 2016-2017</i>	»	157
Eliana Bridi, Filippo Carraro, Alessandro Mazzariol		
<i>La tomba 9. Campagne di scavo 2016-2017</i>	»	165
Simone Dilaria		
<i>Il saggio 3. Campagna di scavo 2017</i>	»	175
Chiara Andreatta		
<i>Alcune attestazioni attiche dalle tombe 8 e 9</i>	»	181
Luca Zamparo		
<i>I balsamari vitrei della tomba 9</i>	»	189
Noemi Ruberti		
Ex Base della Marina Militare	»	195
<i>L'area meridionale</i>		
Università degli Studi di Cagliari		
<i>Ex Base della Marina Militare: spazio pubblico e spazio privato a Nora</i>	»	197
Romina Carboni, Emiliano Cruccas		
La valorizzazione	»	209
<i>Nora Virtual Tour</i>	»	211
Jacopo Bonetto, Arturo Zara		
<i>Indirizzi degli Autori</i>	»	215

La tomba 3.

Approccio multidisciplinare per lo studio dell'ipogeo

Simone Berto, Simone Dilaria

Introduzione

Il caso studio della tomba 3, ipogeo individuato nel 2014 presso la necropoli occidentale di Nora nell'area della c.d. Marina Militare¹, verrà presentato all'interno di questo breve contributo come esempio di collaborazione multidisciplinare per lo studio di un contesto archeologico. Di seguito saranno quindi presentati alcuni dei risultati derivati da due distinte tesi di specializzazione, una incentrata sull'applicazione del rilievo 3D come fonte di dati a supporto dello studio e della divulgazione di un contesto archeologico² e l'altra dedicata all'esame delle tecniche produttive di malte antiche mediante analisi petrografico-mineralogiche condotte su una serie di campioni prelevati dai rivestimenti della tomba sopra citata³. Grazie a questi due lavori è stato possibile avanzare nuove ipotesi interpretative circa le dinamiche di vita dell'ipogeo.

Simone Berto, Simone Dilaria

Le indagini fotogrammetriche

Delle tre sepolture a camera ad oggi indagate (tomba 1, 3 e 8)⁴ all'interno dell'area di scavo della necropoli occidentale di Nora, la tomba 3 è l'unica che presenta tracce evidenti di un chiaro reimpiego per scopi differenti da quelli funerari o di accumulo di riporti; l'ipogeo infatti, in una fase della sua vita, venne riutilizzato come cisterna per la conservazione dell'acqua⁵. Grazie al rilievo 3D⁶ effettuato durante la campagna di scavo del 2016, oltre ad un aggiornamento complessivo della planimetria dell'ipogeo in questione, sono state individuate delle tracce che permetterebbero di ricostruire l'aspetto della tomba in un momento antecedente la sua conversione a cisterna.

Da un esame autoptico dello stato di conservazione interno della struttura si è notato come il soffitto, a differenza delle pareti e del pavimento, fosse l'unica porzione della tomba in cui il rivestimento idraulico non si era conservato.

A partire da questa osservazione si è quindi deciso di analizzare la superficie del modello 3D dell'ipogeo ponendo particolare attenzione al soffitto. All'interno del software MeshLab⁷, dopo aver orientato la mesh 3D

¹ Per una specifica descrizione dell'ipogeo oggetto di questo studio cfr. BONETTO *et alii* 2017, pp. 176-177.

² BERTO 2015/2016.

³ DILARIA 2015-2016

⁴ Per una panoramica complessiva circa lo scavo degli ipogei in questione cfr. BONETTO *et alii* 2017, pp. 169-188.

⁵ Cfr. *infra*.

⁶ Il rilievo 3D della tomba 3 è stato effettuato tramite fotogrammetria. Le immagini sono state acquisite tramite una camera reflex Nikon D300s, dotata di un obiettivo AF-S NIKKOR 17-55mm 1:2.8 G ED DX e installata al di sopra di un cavalletto. Per migliorare la qualità delle immagini è stato necessario l'utilizzo di una torcia a led. L'elaborazione delle immagini digitali è avvenuta all'interno del software Photoscan Pro Edu mentre per l'editing dei dati tridimensionali sono stati impiegati i programmi MeshLab, Cloud Compare e Blender.

⁷ CIGNONI *et alii* 2008, pp. 129-136.

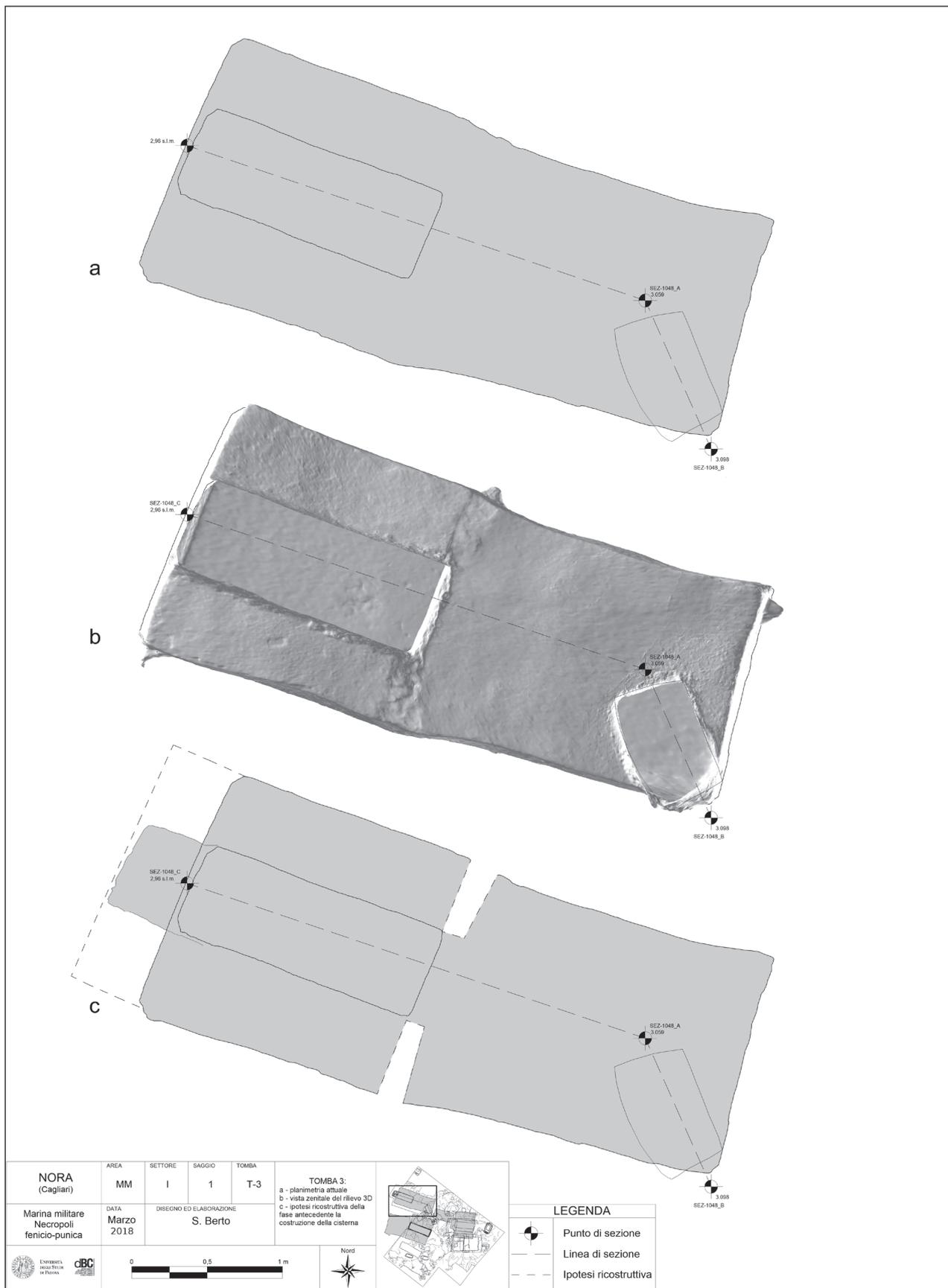


Fig. 1 - Nora, Area della Marina Militare, Settore I, saggio 1. Tomba 3. a) Planimetria dello stato attuale; b) Vista zenitale del rilievo 3D illuminato con luce virtuale radente (software: MeshLab); c) Ipotesi ricostruttiva dell'ipogeo relativa alla fase antecedente la sua conversione a cisterna per la raccolta dell'acqua.

della tomba secondo un punto di vista zenitale⁸, modulando la direzione della luce virtuale dell'ambiente di lavoro del software, è stato possibile osservare la superficie della mesh 3D (illuminata da luce radente) e mettere così in evidenza alcune particolari tracce di lavorazione sul soffitto dell'ipogeo⁹.

Se si presta attenzione alla planimetria della tomba¹⁰ (fig. 1a), risulta evidente come allo sviluppo regolare della porzione occidentale della camera ipogeica si contrappone uno sviluppo meno regolare della porzione orientale. Nello specifico si può notare una sorta di restringimento "a collo di bottiglia" circa a metà dei lati lunghi, proprio in prossimità del lieve cambio di orientamento della sepoltura. Alla luce di queste evidenze, osservando attentamente una vista zenitale del modello 3D della tomba (fig. 1b) illuminato con luce radente, si potrà notare la presenza di due tracce rettilinee a nord e a sud del lato corto orientale del pozzo d'ingresso principale. Queste tracce, a partire dal pozzo d'ingresso, si estendono verso i lati lunghi della tomba con un orientamento simile a quello del lato corto occidentale dell'ipogeo. A partire da queste evidenze rettilinee e proseguendo poi verso est per circa 20 cm, si potrà notare come la superficie superiore della camera in questo punto risulti lavorata in maniera più approssimativa rispetto al resto del soffitto.

La presenza di queste tracce appare evidente anche dall'analisi di alcune immagini del dataset fotogrammetrico utilizzato per il rilievo 3D dell'ipogeo. Nel corso dell'acquisizione, è stata infatti utilizzata una torcia al led la cui luce, in alcuni casi radente rispetto alla superficie della tomba, ha permesso di registrare chiaramente queste evidenze (fig. 2). La dimensione e la posizione di queste tracce, pur non trovando un corrispettivo sul pavimento o sulle pareti della tomba (le quali si ricordano essere interamente ricoperte da un rivestimento idraulico), viene ricondotta ai resti di due piccoli tramezzi, orientati secondo i lati brevi dell'ipogeo e del pozzo d'ingresso principale, che ripartiva la tomba 3 in due distinti vani. Una simile configurazione della sepoltura troverebbe un confronto immediato nella vicina tomba 1¹¹. Qui per accedere alla camera funeraria venne aperto un accesso, in asse con il pozzo d'ingresso, proprio sulla parete che divideva quest'ultima dall'anticamera. La tomba 3 invece, oltre a presentare una possibile suddivisione in due ambienti, come osservato in questa sede, sembrerebbe essere stata ridotta nelle sue dimensioni, come dimostrerebbe la tamponatura in materiale lapideo, poi intonacata, scoperta ad ovest del pozzo d'ingresso principale. Dunque, riassumendo, secondo quanto osservato, l'ipogeo nella sua porzione occidentale sarebbe risultato di dimensioni maggiori e al suo interno avrebbe presentato un'articolazione in due vani.

Simone Berto

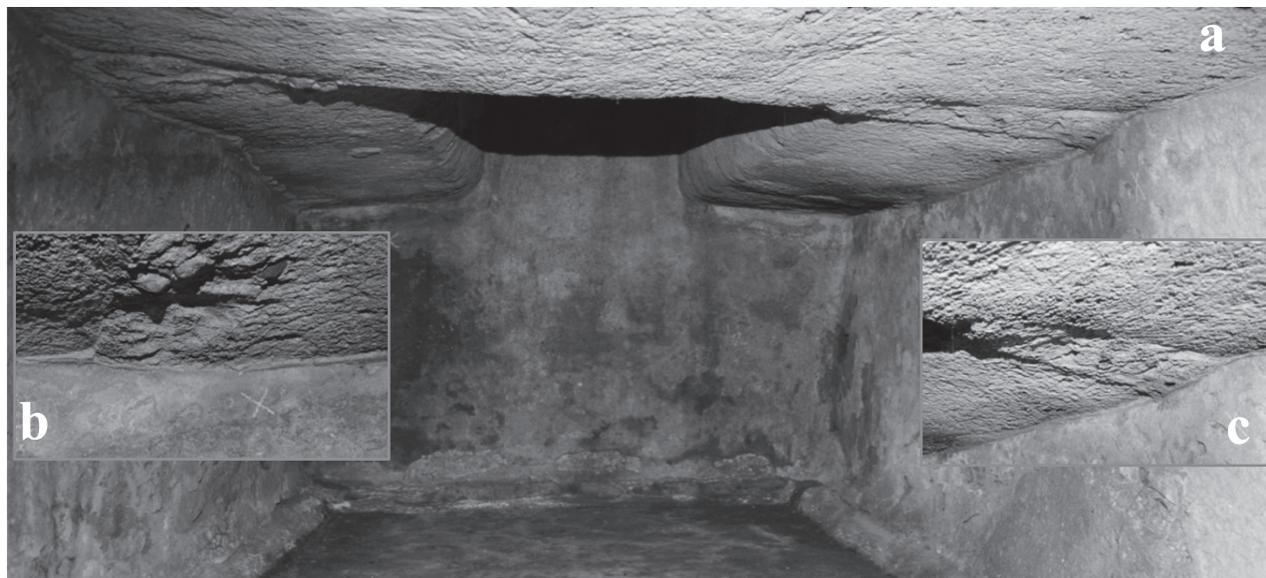


Fig. 2 - Nora, Area della Marina Militare, Settore 1, saggio 1. a) Soffitto della tomba 3. Si possono notare le tracce relative alle anomalie individuate ad est del pozzo d'ingresso occidentale (vista da sud-est); b, c) Foto di dettaglio delle tracce individuate tramite l'osservazione del modello 3D all'interno del software Meshlab.

⁸ Si ricorda che il modello 3D dell'intera necropoli è georiferito secondo il sistema di riferimento Gauss-Boaga (EPSG 3003).

⁹ L'analisi sulla superficie del modello 3D dell'ipogeo è avvenuta utilizzando una mesh monocroma, ossia priva di texture. L'utilizzo di una mesh con texture avrebbe ridotto le probabilità di cogliere eventuali evidenze sulla superficie del modello 3D.

¹⁰ La planimetria aggiornata della tomba 3 è un dato ricavato a partire dal rilievo 3D dello stesso ipogeo.

¹¹ Cfr. contributo di M. Ranzato in BONETTO *et alii* 2017, pp. 174-176.

I rivestimenti in malta

Come già anticipato, la tomba 3 venne spoliata e convertita in cisterna per la conservazione dell'acqua mediante l'applicazione di diversi strati di malte idrauliche le cui caratteristiche petrografico-mineralogiche saranno di seguito analizzate. Già in fase di campionamento si era compreso come le malte in questione fossero state stese in tre fasi differenti di cui la più antica è inquadrabile cronologicamente tra II sec. a.C. e la prima metà del I sec. a.C.¹².

Metodologia

Sono stati prelevati cinque campioni di miscele leganti¹³ dai rivestimenti parietali e pavimentali della struttura e, in seguito a taglio petrografico, i singoli strati sono stati siglati con lettere progressive dal più profondo al più esterno (tab. 1). I campioni sono poi stati esaminati mediante microscopia ottica a luce trasmessa polarizzata (OM-TL) su sezioni sottili a 30 µm al fine di determinare i caratteri tessiturali della matrice, la quantità e la distribuzione della porosità e il tipo di aggregato delle miscele leganti. L'analisi diffrattometrica (XRPD) è stata utilizzata per determinarne il profilo mineralogico, ovvero per identificarne le fasi cristalline. Per meglio caratterizzare l'occorrenza di fasi di neoformazione di tipo pozzolanico, per un campione è stata eseguita un'analisi in diffrazione della sola componente legante (previa eliminazione della frazione più grossolana dell'aggregato), accoppiata con analisi termogravimetrica e termica differenziale (TGA-DTA)¹⁴. Le analisi SEM associate a microsonda EDS sono state infine indirizzate all'indagine puntuale dell'occorrenza di eventuali contributi di tipo pozzolanico nei composti¹⁵.

Campione	Cronologia	Fase	Elemento strutturale	Strati	Tipo di miscela legante	Tecniche archeometriche				
						TL-OM	XRPD bulk	XRPD legante	SEM-EDS	TGA/DTA
I1	II sec. a.C. - metà I sec. a.C.	trasformazione in cisterna	parete	.a	Malta ricca in frazione carboniosa e argilla	x				
				.b	Grassello di calce	x			x	
F1	II sec. a.C. - metà I sec. a.C.	trasformazione in cisterna	pavimento		Cocciopesto grossolano	x				
I2	post I1	primo restauro	parete	.a	Malta ricca in frazione carboniosa e argilla	x	x			x
				.b	Grassello di calce	x			x	
I3	post I2	secondo restauro	parete	.a	Malta ricca in pomici con frazione fittile	x				
Iw	età romana	n.d.	parete pozzo	.a	Cocciopesto	x	x	x	x	x

Tab. 1 - Tabella cumulativa delle analisi archeometriche condotte su ogni singolo campione prelevato dalla tomba 3 e relativo strato.

Risultati analitici

Il campione proveniente dal rivestimento parietale più antico (I1.a) è una malta con impasto grigio scuro. Tale colorazione si deve alla presenza consistente di cenere e carboni utilizzati in funzione di additivo al fine di conferire proprietà impermeabilizzanti ai composti (fig. 3a)¹⁶, secondo una tradizione ampiamente attestata nei rivestimenti parietali di cisterne punico-cartaginesi¹⁷. L'aggregato della miscela è rappresentato da consistente frazione fittile (frammenti e polvere), associata a secondari quarzo, feldspati e clasti di rocce vulcaniche (andesiti) e sedimentarie (arenaria). Minerali femici e foraminiferi sono presenti in tracce. Il legante è costituito da calce miscelata con argilla, in rapporto con l'aggregato stimato a 1:1 (45% aggregato, 50% legante, 5% porosità). Un sottile strato di grassello bianco (circa 1 mm in spessore), composto da sola calce, fu probabilmente steso al fine di conferire un uniforme colore bianco alla superficie parietale (I1.b).

¹² *Ibidem*, p. 178. Questa fase di conversione funzionale della struttura ipogeica è stata datata mediante l'analisi calibrata 14C di un frustolo carbonioso incluso nello zoccolo angolare del rivestimento pavimentale della cisterna (*ibidem*, p. 177, nota 11).

¹³ Con il termine "miscele leganti" vengono qui definite univocamente sia malte che calcestruzzi. Per la casistica terminologica adottata cfr. GINOUVÉS, MARTIN 1985, pp. 48-52.

¹⁴ L'analisi TGA-DTA è stata impiegata al fine di determinare le perdite in peso e le reazioni endotermiche ed esotermiche correlate all'occorrenza combinata di fasi carbonatiche di neoformazione, legate a processi di reazione aerea della calce, e di fasi idrate, da associare a processi di reazione pozzolanica.

¹⁵ Le analisi sono state effettuate presso il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova da chi scrive, sotto la supervisione del dott. Michele Secco, della dott.ssa Anna Addis e dal prof. G. Artioli che ringrazio qui anticipatamente. I risultati complessivi delle analisi petrografiche e mineralogiche sono in corso di elaborazione per prossima pubblicazione in rivista di settore archeometrico-analitico.

¹⁶ Sul contributo pozzolanico di ceneri ottenute da cottura di elementi vegetali ed animali cfr. LANCASTER 2012, pp. 146-150.

¹⁷ Si veda, a titolo esemplificativo, PRADOS MARTÍNEZ 2003, p. 140.

Il rivestimento pavimentale (F1) in cocchiopesto grossolano è invece realizzato con una miscela di calce e frammenti fittili di dimensione centimetrica, fortemente pressata dopo la messa in opera (fig. 3b). Alla prima fase di restauro del rivestimento parietale della tomba/cisterna corrisponde il campione I2, realizzato anch'esso in due strati, composizionalmente del tutto comparabili a quelli del campione I1. I picchi nei tenori di silicio, alluminio e magnesio diffusi nella matrice legante carbonatica, osservati in seguito a indagini SEM-EDS, dimostrano l'occorrenza di possibili fasi pozzolaniche nello strato I2.a (fig. 4). Il secondo intervento di restauro dei rivestimenti parietali è attuato con l'impiego una malta ricca in pomici (fig. 3d). Queste scorie vulcaniche di origine piroclasti-

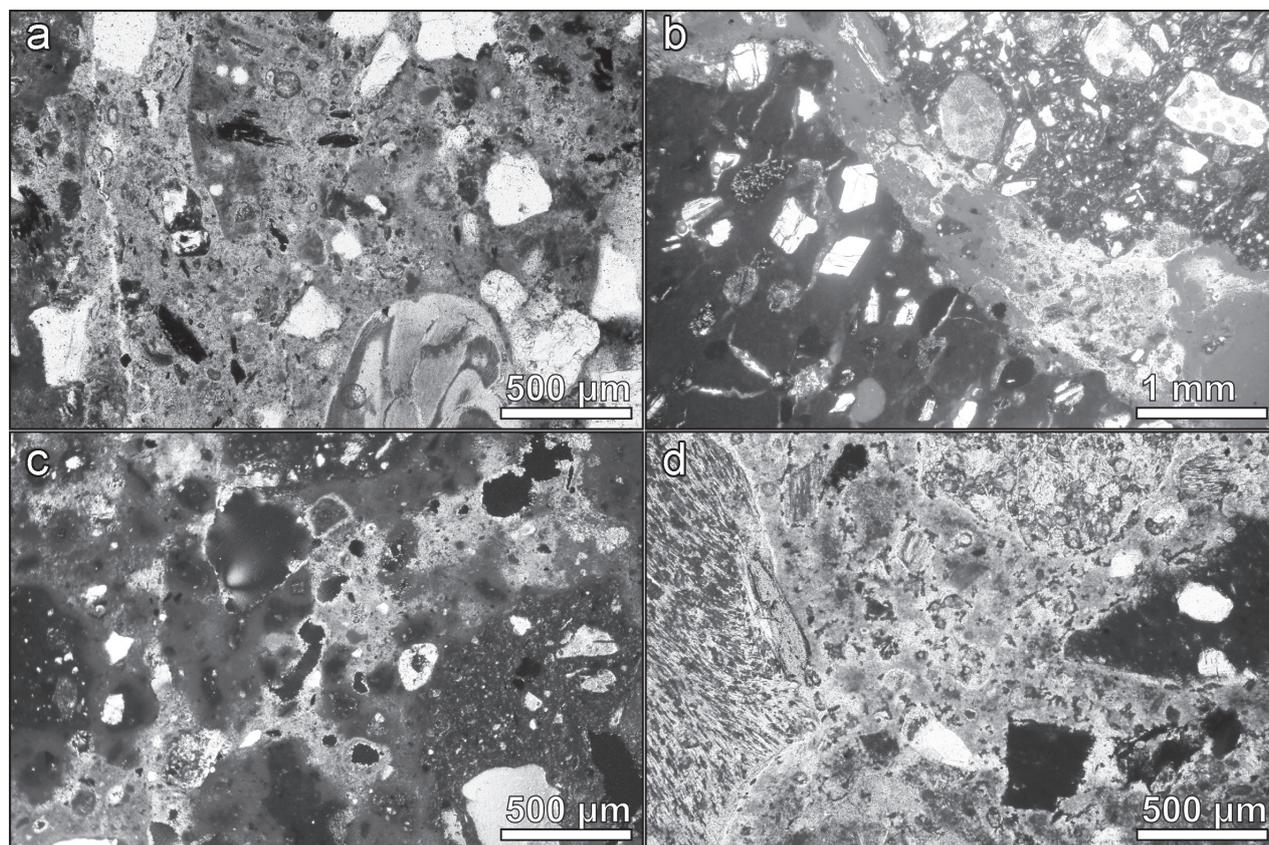


Fig. 3 - Nora, Area della Marina Militare, Settore 1, saggio 1. a) OM-TL, nicol paralleli. Campione I1, strato a; b) OM-TL, nicol paralleli. Campione F1; c) OM-TL, nicol incrociati. Campione Iw, strato a; d) OM-TL, nicol paralleli. Campione I3, strato a.

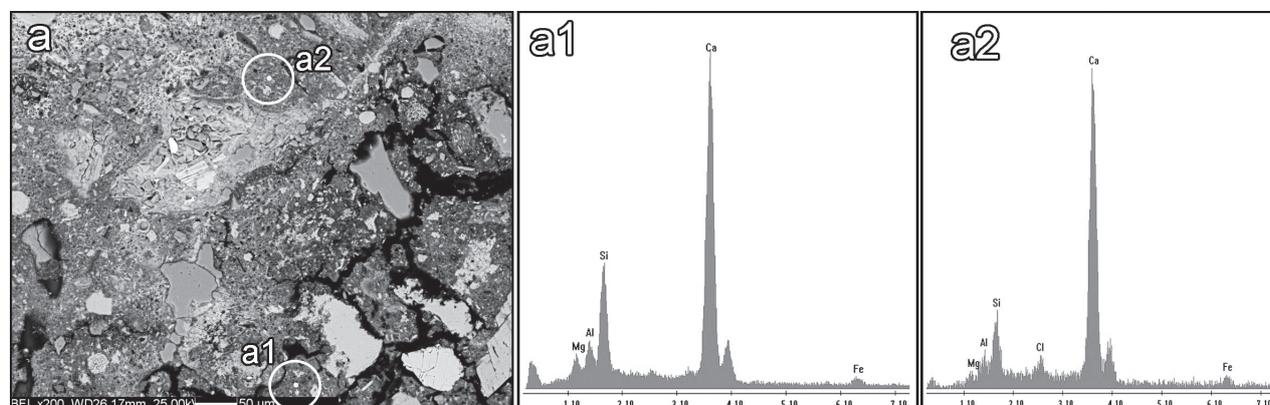


Fig. 4 - Nora, Area della Marina Militare, Settore 1, saggio 1. a) Acquisizione SEM, a elettroni retrodiffusi. Campione I2, strato a; a1) Spettro EDS – analisi chimica della matrice legante; a2) Spettro EDS – analisi chimica della matrice legante.

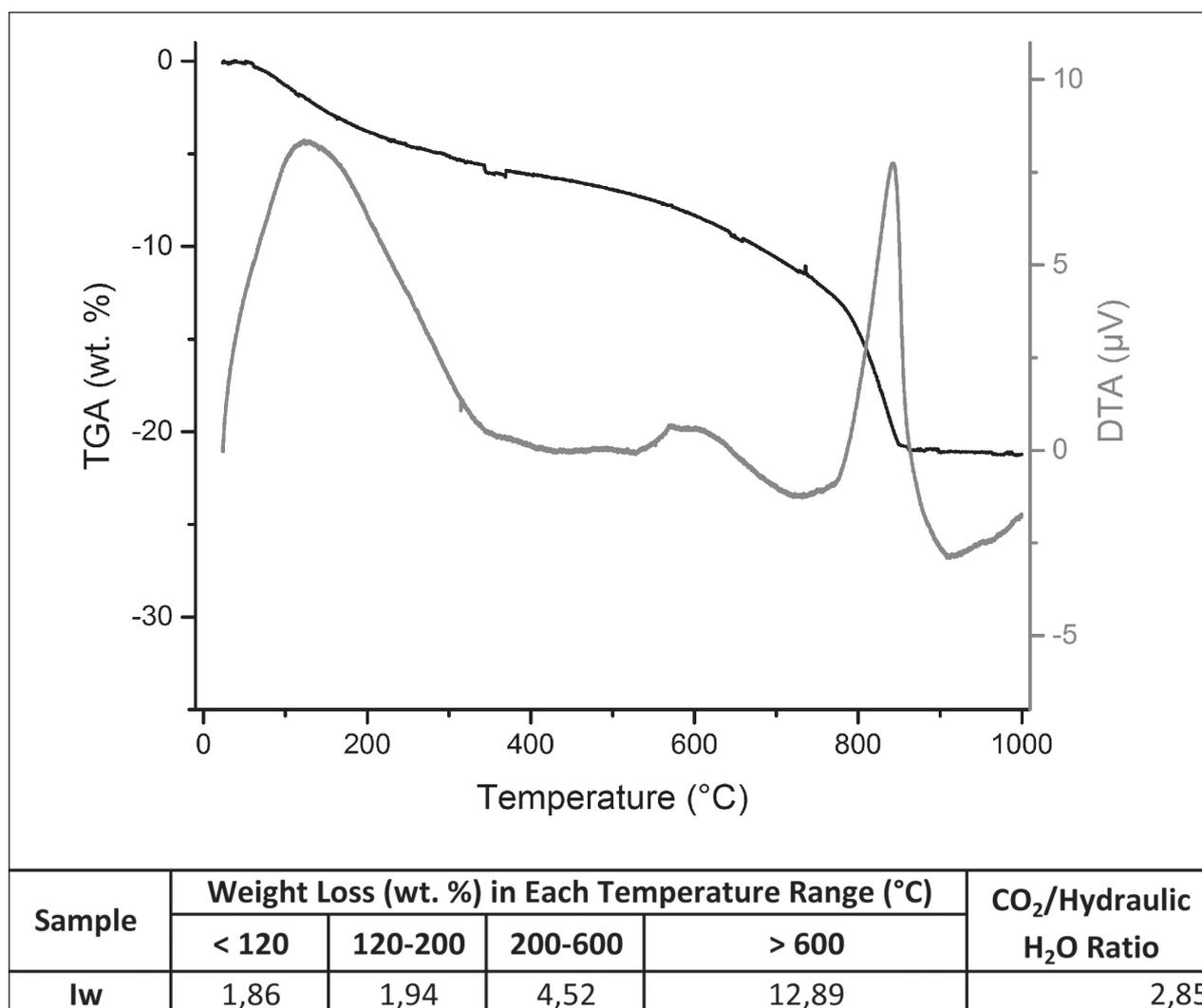


Fig. 5 - Nora, Area della Marina Militare, Settore 1, saggio 1. a) Profilo combinato analisi TGA-DTA. Nella porzione inferiore dell'immagine si presentano i dati relativi alla perdita in peso del campione all'aumentare della temperatura.

ca, reagendo chimicamente con la calce, hanno portato alla formazione di prodotti idrati di tipo pozzolanico, le cui qualità sono state indagate tramite SEM-EDS e quantificate mediante analisi XRPD sulla frazione legante¹⁸. È inoltre presente, in funzione di aggregato, sporadica frazione fittile associata a secondari quarzo e clasti carbonatici, con tracce di minerali femici e feldspati.

Infine il “pozzo” secondario, aperto probabilmente in età romana, è rivestito da una canonica miscela in cocchiopesto (lw, fig. 3c) dalle buone qualità pozzolaniche, come confermato, tramite analisi termiche, dalla rilevante perdita in peso nell'intervallo 200-600 °C, tipico dell'acqua strutturale correlata alla formazione di composti idraulici per reazione pozzolanica¹⁹ e dal basso rapporto CO₂/acqua strutturale (fig. 5).

Osservazioni

Seppur i rivestimenti parietali delle cisterne norensi si presentino in genere pluristratificati, si è recentemente osservato²⁰ come malte ricche in cenere siano spesso impiegate nelle fasi più profonde di rivestimento – ovvero le più antiche in cronologia relativa – a diretto contatto col paramento strutturale degli invasi. Ciò è infatti documentato non solo nel caso della tomba 3 ma anche, ad esempio, nel rivestimento della cisterna collocata nel

¹⁸ Le analisi SEM e XRPD sono state effettuate su altri campioni della medesima tipologia prelevati da altre cisterne norensi (v. DILARIA 2015-2016).

¹⁹ Cfr. MOROPOULOU, BAKOLAS, BISBIKOU 1995.

²⁰ Cfr. DILARIA 2015-2016. Cfr. inoltre considerazioni di R. Erdas in un precedente studio sul tema (BONETTO, CESPA, ERDAS 2012, in particolare p. 2617).

c.d. quartiere punico-repubblicano sottoposto al foro romano, datata al II sec. a.C.²¹ e dismessa al momento della costruzione del complesso forense, edificato entro la seconda metà del I sec. a.C.²².

Questa attestazione sull'impiego di malte ricche in cenere per l'apprestamento dei rivestimenti parietali delle cisterne di età repubblicana dimostra, nuovamente, come ancora un secolo dopo la data tradizionale di istituzione della provincia romana di *Sardinia et Corsica* (227 a.C.) fino perlomeno all'età tardo repubblicana, le tecniche edilizie adottate a Nora presentino ancora connessioni con tradizioni costruttive puniche.

Si osserva invece come soprattutto nella seconda fase di restauro della tomba/cisterna, operata presumibilmente in piena età imperiale, la produzione di malte di cenere e frammenti fittili venne meno a favore di nuove tecniche di rivestimento, attuate mediante l'impiego di malte con pomici, la cui provenienza deve essere ancora chiarita, ma la cui tecnica produttiva dimostra, nel complesso, un più marcato allontanamento dalla comune tradizione punica.

Simone Dilaria

Conclusioni

Attraverso l'impiego di metodi di indagine multidisciplinare è stato possibile scandire le differenti fasi di vita della tomba 3, in modo da avanzare nuove considerazioni che la sola analisi stratigrafica non permetteva di cogliere. Mediante il rilievo 3D è stata proposta un'ipotesi ricostruttiva circa l'assetto della tomba in una fase antecedente la sua trasformazione in cisterna per l'acqua. Successivamente, lo studio dei rivestimenti non solo ha consentito di definire le attività di restauro occorse nel tempo e, in parte, di inquadrarle cronologicamente, ma pure di avanzare teorie circa il *background* tecnico delle maestranze impiegate nella messa in opera delle miscele leganti. In altre parole, le fasi tardo repubblicane e alto imperiali della tomba, comprese tra la defunzionalizzazione dell'ipogeo punico e la dismissione della cisterna nel corso del III sec. d.C., sono state pienamente documentate, esaminate e conosciute tramite uno studio che integra sinergicamente metodi fotogrammetrici ed archeometrici a supporto dello scavo archeologico.

Simone Berto, Simone Dilaria

²¹ MARTINELLI 2009.

²² GHOTTO 2009.

Abbreviazioni Bibliografiche

- BERTO 2015/2016 S. BERTO, *Rilievo 3D e realtà virtuale per la ricerca e la valorizzazione di siti archeologici. Il caso della necropoli fenicia e punica di Nora*, Tesi di Scuola di Specializzazione, Relatore: prof. G. Salemi, Correlatore: prof. J. Bonetto, Padova 2015/2016.
- BONETTO - CESPÀ - ERDAS 2012 J. BONETTO, S. CESPÀ, R. V. ERDAS, *Approvvigionamento idrico a Nora: nuovi dati sulle cisterne*, in M. B. COCCO, A. GAVINI, A. IBBA (a cura di), *L'Africa romana*, Atti del convegno di studi (Sassari 16-19 dicembre 2010), XIX, 3, 2012, pp. 2591-2624.
- BONETTO *et alii* 2017 J. BONETTO, C. ANDREATTA, S. BERTO, L. BISON, E. BRIDI, M. COVOLAN, S. DILARIA, A. MAZZARIOL, M. RANZATO, *La necropoli fenicio-punica e le infrastrutture romane nell'area della ex Base della Marina Militare*, in "Quaderni Norensi", 6 (2017), pp. 169-188.
- CIGNONI *et alii* 2008 P. CIGNONI, M. CALLIERI, M. CORSINI, M. DELLEPIANE, F. GANOVELLI, G. RANZUGLIA, *MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool*, in V. SCARANO, R. DE CHIARA, U. ERRA (a cura di), *Sixth Eurographics Italian Chapter Conference* (Salerno, 2-4 luglio 2008), Salerno 2008, pp. 129-136.
- DILARIA 2015-1016 S. DILARIA, *Analisi archeometriche sui rivestimenti degli apparati idraulici del centro punico-romano di Nora*, Tesi di Scuola di Specializzazione, Relatore: prof. J. Bonetto, Correlatori: dott.ssa A. Addis, dott. M. Secco, Padova 2015-2016.
- GINOUVÈS, MARTIN 1985 R. GINOUVÈS, R. MARTIN, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine, Tome I, Matériaux, techniques de construction, techniques et formes du décor*, Roma 1985.
- GHIOTTO 2009 A. R. GHIOTTO, *Il complesso monumentale del foro*, in J. BONETTO (a cura di), *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità. 1997-2006, 1. Lo scavo*, Padova 2009, pp. 252- 373.
- LANCASTER 2012 L. LANCASTER, *Ash Mortar and Vaulting Tubes: Agricultural Production and the Building Industry in North Africa*, in S. CAMPOREALE, H. DESSALES, A. PIZZO (a cura di), *Arqueología de la construcción: III los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras*, École Normale Supérieure (Paris, 10-11 dicembre 2009), Madrid-Mérida 2012, pp. 145-160.
- PRADOS MARTÍNEZ 2003 A. PRADOS MARTÍNEZ, *Introducción al estudio de la Arquitectura púnica*, Madrid 2003.
- MARTINELLI 2009 N. MARTINELLI, *Le datazioni radiometriche col 14C dei carboni nelle preparazioni pavimentali e nel rivestimento idraulico*, in J. BONETTO, G. FALEZZA, A. R. GHIOTTO, (a cura di), *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità. 1997-2006, I materiali romani e gli altri reperti*, Padova 2009, pp. 921-923.
- MOROPOULOU, BAKOLAS, BISBIKOU 1995 A. MOROPOULOU, A. BAKOLAS, K. BISBIKOU, *Characterization of ancient, byzantine and later historic mortars by thermal and X-ray diffraction techniques*, in *Thermochimica Acta*, 269/270, 1995, pp. 779-795.