

ARCHEOLOGIA CLASSICA

NUOVA SERIE

Rivista del Dipartimento di Scienze dell'antichità

Sezione di Archeologia

Fondatore: GIULIO Q. GIGLIOLI

Direzione Scientifica

MARIA CRISTINA BIELLA, ENZO LIPPOLIS, LAURA MICHETTI, GLORIA OLCESE,
DOMENICO PALOMBI, MASSIMILIANO PAPINI, MARIA GRAZIA PICOZZI,
FRANCESCA ROMANA STASOLLA, STEFANO TORTORELLA

Direttore responsabile: DOMENICO PALOMBI

Redazione:

FABRIZIO SANTI, FRANCA TAGLIETTI

Vol. LXVIII - n.s. II, 7
2017

«L'ERMA» di BRETSCHNEIDER - ROMA

Comitato Scientifico

PIERRE GROS, SYBILLE HAYNES, TONIO HÖLSCHER,
METTE MOLTESEN, STÉPHANE VERGER

Il Periodico adotta un sistema di Peer-Review

Archeologia classica : rivista dell'Istituto di archeologia dell'Università di Roma. - Vol. 1 (1949). - Roma : Istituto di archeologia, 1949. - Ill.; 24 cm. - Annuale. - Il complemento del titolo varia. - Dal 1972: Roma: «L'ERMA» di Bretschneider. ISSN 0391-8165 (1989)

CDD 20. 930.I'05

ISBN CARTACEO 978-88-913-1563-2
ISBN DIGITALE 978-88-913-1567-0

ISSN 0391-8165

© COPYRIGHT 2017 - SAPIENZA - UNIVERSITÀ DI ROMA

Aut. del Trib. di Roma n. 104 del 4 aprile 2011

Volume stampato con contributo di Sapienza - Università di Roma

INDICE DEL VOLUME LXVIII

ARTICOLI

AMBROGI A. (con un'appendice di FERRO C.), Un rilievo figurato di età tardo-repubblicana da un sepolcro dell'Appia antica	p. 143
BALDASSARRI P., Lusso privato nella tarda antichità: le piccole terme di Palazzo Valentini e un pavimento in <i>opus sectile</i> con motivi complessi.....	» 245
BARATTA G., Falere tardo-antiche ispaniche con quattro passanti angolari: aggiornamenti e ipotesi sulla funzionalità del tipo	» 289
BARBERA M., Prime ipotesi su una placchetta d'avorio dal Foro Romano	» 225
COATES-STEPENS R., Statue museums in Late Antique Rome	» 309
GATTI S., Tradizione ellenistica e sperimentazione italica: l'Aula Absidata nel foro di <i>Praeneste</i>	» 53
OLCESE G., CAU ONTIVEROS M.Á., FANTUZZI L., RAZZA A., SURACE D.M., TSANTINI E., Le anfore del contesto della ruota idraulica di Ostia Antica: archeologia e archeometria	» 197
POLITO E., Cosso, Augusto e gli <i>spolia opima</i> . Sull'interpretazione di un'emissione monetale augustea.....	» 175
SMITH C., <i>Ager Romanus antiquus</i>	» 1
TABORELLI L., MARENGO S.M., Medicine bottles and ointment jars from Morgantina	» 27

NOTE E DISCUSSIONI

BALDONI V., Achille e Aiace che giocano ai dadi: vecchie ipotesi e nuove letture....	» 419
BIAGI F., MILLETTI M., Nuovi dati sulla necropoli dell'età del Ferro di Poggio e Piano delle Granate a Populonia (LI)	» 375
BIELLA M.C., I bronzi votivi dal santuario di Ercole ad <i>Alba Fucens</i>	» 487
CAVALLERO F.G., <i>Arae e altaria</i> : una possibile differenza morfologica.....	» 589
COEN A., Un calice biansato con decorazione a cilindretto da Cerveteri.....	» 409
CRIMI G., Un 'nuovo' cippo di terminazione del Tevere: una nota preliminare	» 519
DE VINCENZO S., Aspetti dell'ideologia augustea nel complesso della Villa dei Papiri di Ercolano e nel suo arredo scultoreo.....	» 525
DODD E., Pressing issues: a new discovery in the vineyard of Region I.20, Pompeii	» 577

INDICE DEL VOLUME LXVIII

GHISELLINI E., Echi della cavalleria tessala in un rilievo già sul mercato antiquario.....	p. 433
GIRELLA L., <i>Negotiating power</i> . Definizione e trasformazione del potere nella Grecia continentale dal Bronzo Medio alla formazione dei 'regni' micenei.....	» 343
MALIZIA E., Les peintures murales du II ^e siècle de la Villa de Livie à Prima Porta (Rome): un exemple de mémoire décorative?	» 603
MARCATTILI F., Un'inedita <i>mensa ponderaria</i> dall'area urbana di <i>Iguvium</i>	» 569
MUSCOLINO F., «La città meglio governata tra quelle greche». A proposito di N. BADOUD, <i>Le temps de Rhodes. Une chronologie des inscriptions de la cité fondée sur l'étude de ses institutions</i>	» 627
PULCINELLI L., Contributi per lo studio dei sistemi ponderali etruschi. Alcuni dati dal territorio vulcente	» 475
ROSAMILIA E., Firmare matrici a Taranto: il coroplasta Pantaleon e i suoi colleghi...	» 453
SOLDOVIERI U., Di un nuovo miliario da San Pietro di Polla (SA)	» 617
TAIUTI A., Un ritratto inedito di Antonia Minore.....	» 551

RECENSIONI E SEGNALAZIONI

FENET A., <i>Les dieux olympiens et la mer. Espaces et pratiques culturelles</i> (P. A. GIANFROTTA).....	» 649
SCHALLIN A.-L., TOURNAVITOU I. (eds.), <i>Mycenaeans up to date. The archaeology of the north-eastern Peloponnese: current concepts and new directions</i> (L. GIRELLA).....	» 643
Pubblicazioni ricevute.....	» 657

GLORIA OLCESE, MIGUEL ÁNGEL CAU ONTIVEROS, LEANDRO FANTUZZI,
ANDREA RAZZA, DOMENICO MICHELE SURACE, EVANTHIA TSANTINI

LE ANFORE DEL CONTESTO DELLA RUOTA IDRAULICA DI OSTIA ANTICA: ARCHEOLOGIA E ARCHEOMETRIA

Nel 2011, in occasione della presentazione dei risultati del progetto *Immensa Aequora* presso il Dipartimento di Scienze dell'Antichità della «Sapienza» Università di Roma, una sessione del Convegno, a cui hanno partecipato diversi studiosi, ha avuto come oggetto il rapporto tra Archeologia e Archeometria, con particolare riferimento agli studi sulle ceramiche antiche¹.

La discussione avviata, concentrata su metodi e contenuti, ha avuto un seguito nel 2012, presso la sede del Museo Nazionale Romano, durante la presentazione di “Un progetto per Ostia e il Mediterraneo” a cui ha partecipato, tra gli altri, come relatore anche M.Á. Cau Ontiveros. Nel corso di quella giornata si è deciso di dare avvio a una collaborazione tra alcuni studiosi che si occupano, in aree diverse del Mediterraneo, di archeologia della produzione e del commercio, attraverso la determinazione di origine in laboratorio delle ceramiche antiche, in particolare di quelle ad ampia diffusione marittima².

Il caso delle 335 anfore del contesto della ruota idraulica di Ostia Antica, denominato Binario Morto, studiate grazie alla grande disponibilità dei colleghi del Parco Archeologico Ostia Antica, è il primo risultato di un progetto comune che cerca di avanzare nonostante diverse difficoltà³.

Gloria Olcese, Senior Author, «Sapienza» Università di Roma, gloria.olcese@uniroma1.it; Miguel Ángel Cau Ontiveros, Senior Author, ICREA, Pg. Lluís Companys 23, 08010 Barcelona, Spain - ERAAUB, Universitat de Barcelona, macau@ub.edu; Leandro Fantuzzi, ERAAUB, Universitat de Barcelona, lfantuzzi@ub.edu; Andrea Razza, «Sapienza» Università di Roma, andrea.razza@uniroma1.it; Domenico Michele Surace, «Sapienza» Università di Roma, domenico-michele.surace@uniroma1.it; Evanthia Tsantini, ERAAUB, Universitat de Barcelona, evantsantini@ub.edu.

¹ I contributi presentati al convegno sono pubblicati in OLCESE 2013.

² Alcuni dati dei lavori nel territorio ostiense sono ora editi in OLCESE, COLETTI 2016. Per il Binario Morto, in particolare, i primi dati sono presentati in CARBONARA, PELLEGRINO 2016, per il contesto, e in RAZZA, SURACE 2016, per le anfore.

³ Questo lavoro nasce nell'ambito delle convenzioni tra la Soprintendenza di Ostia (A. Pellegrino, A. Carbonara e F. Panariti, che hanno condotto gli scavi e che ringraziamo per aver messo a disposizione del gruppo di lavoro il materiale oggetto di questo studio) e l'università Sapienza (progetto *Immensa Aequora*, www.immensaequora.org). I seminari nell'ambito dei corsi di Metodologia della Ricerca Archeologica e Archeometrica hanno fornito l'occasione di coinvolgere collaboratori e studenti della Scuola di Specializzazione nelle attività di studio e classificazione delle anfore.

La collaborazione tra M.Á. Cau Ontiveros e G. Olcese ha permesso di dare avvio a un lavoro congiunto relativo alle analisi di laboratorio, effettuate a Barcellona nell'ambito del progetto LRPWESTMED (HAR2013-45874-P), finanziato dal *Ministerio de Economía y Competitividad, Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación*

L'obiettivo del presente articolo va oltre il caso specifico di ricerca che qui viene presentato ed è quello di cercare di avviare una sinergia "mediterranea" per lo studio delle ceramiche con i metodi archeometrici, come si augurava Maurice Picon, maestro e amico, a cui questo articolo è dedicato.

IL CONTESTO: UNA FOSSA CON IMPIANTO IDRAULICO

Il contesto del Binario Morto è stato rinvenuto durante una serie di sondaggi di scavo condotti da A. Pellegrino e A. Carbonara (Parco Archeologico Ostia Antica) in occasione della realizzazione dei parcheggi est ed ovest all'esterno della stazione di Ostia Antica (1998-1999) e, all'interno, del nuovo sottopassaggio pedonale (1999-2002). Nell'area sono emerse strutture funerarie, collegabili alla vicina necropoli di Pianabella⁴, e ambienti di un impianto abitativo, come avvalorato dal ritrovamento di pilastri probabilmente per un portico e di una fossa circolare (Fig. 1). Questa fossa presentava un diametro di circa 15 metri, pareti leggermente oblique e il fondo piano. La profondità era di circa 3 metri, mentre nello strato argilloso-torboso sottostante era presumibilmente attiva una falda di acqua mineralizzata dolce subalcalina. La parete di contenimento della fossa era rivestita da anfore sistemate su una doppia fila: il filare sottostante, nei settori E e O, è stato trovato ancora in posto; le anfore del settore N erano invece adagiate sul fondo; i contenitori della fila superiore sono tutti scivolati e conservati in maniera parziale.

Sul fondo della fossa, nel settore nord-orientale, sono stati inoltre recuperati i resti di una ruota idraulica (2,8 × 0,3 metri) del tipo "a cassetta", costituita cioè da due elementi lignei concentrici collegati da setti verticali quali distanziatori adibiti al sollevamento dell'acqua. L'abbandono del sito ha comportato una prima fase di colmataura naturale della fossa che ha

mantenuto le anfore del primo gradone nella posizione originale. Successivamente si è verificato un graduale interro artificiale costituito da sabbia, resti di murature e materiale ceramico proveniente dalla necropoli citata⁵.

La sistemazione delle anfore infossate nel terreno quale elemento strutturale può avere differenti scopi, tra i principali si ricordano il drenaggio e la bonifica con funzione di consolidamento e fondazione⁶. Il ritrovamento della ruota idraulica permette di ipotizzare l'utilizzo delle anfore per il drenaggio della fossa ed esempi di questo utilizzo dei contenitori sono documentati in diverse aree del Mediterraneo occidentale⁷.



Fig. 1. OSTIA ANTICA. Fossa con anfore e resti di ruota idraulica (foto Archivio Parco Archeologico Ostia Antica).

con contributi dei fondi FEDER; PI: Miguel Ángel Cau Ontiveros. Il lavoro rientra anche tra le attività dell'*Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona* (ERAAUB), gruppo di ricerca consolidato (2014 SGR 845), grazie al supporto di *Comissionat per un Universitats i Recerca del DIUE de la Generalitat de Catalunya*.

⁴ Dalle *Necropoli di Ostia* 1999, pp. 72-105; CARBONARA, PELLEGRINO, ZACCAGNINI 2001.

⁵ CARBONARA, PELLEGRINO 2016, p. 504.

⁶ ANTICO GALLINA 2011, pp. 183-185.

⁷ Sull'utilizzo di anfore in opere idrauliche, si vedano: sul tema in generale ANTICO GALLINA 1998 e gli Atti del

A Roma, tra le numerose attestazioni di depositi di anfore, oltre al contesto di Castro Pretorio, studiato per primo da H. Dressel⁸, si trova il riempimento della fossa dell'*agger* serviano. In questo caso le anfore avevano funzione di riempimento della fossa, sostegno del terreno friabile e isolamento dall'umidità delle faglie acquifere sottostanti⁹.

Anche in area ostiense sono presenti strutture "ad anfore". Un recente contributo dal titolo «Sistemazioni di anfore per usi diversi nel Suburbio di Ostia» ha avuto come obiettivo fornire una panoramica di tali attestazioni¹⁰. Tra le principali è il sito della Longarina, non lontano dal contesto del Binario Morto, composto da 360 anfore riutilizzate in strutture connesse alle operazioni di bonifica del territorio¹¹. I contenitori, impilati in ordini singoli o sovrapposti, erano infatti disposti in filari ortogonali in modo da creare dei "gabbioni" per il fissaggio nel terreno¹².

Di recente rinvenimento e studio è, invece, il deposito di anfore presso lo stagno di Maccarese, emerso durante i lavori per l'Interporto Roma-Fiumicino¹³. Lungo 1 Km circa e composto da 1439 esemplari, questo allineamento di anfore è stato interpretato come diga di sbarramento tra l'area lacustre e quella soggetta a periodiche emersioni¹⁴. In base allo studio tipologico dei contenitori (in maggioranza Dressel 6 A e in numero minore Dressel 1 B) e quello epigrafico dei bolli rinvenuti è stato possibile datare questa imponente struttura ad un periodo compreso tra la seconda metà del I sec. a.C. e la prima metà del I sec. d.C.¹⁵.

I DATI SULLE ANFORE: TIPOLOGIA E CRONOLOGIA

Le anfore rinvenute nel contesto della Stazione di Ostia Antica-Binario Morto (*Fig. 2*) sono 335¹⁶ (*Fig. 3*), tra esemplari interi e frammentari¹⁷.

Convegno *Bonifiche e drenaggi* 1998; per l'area gallica LAUBENHEIMER 1998; per una sintesi sull'area iberica ANTI-CO GALLINA 2011; per il caso di Cartagine, dove le anfore sono utilizzate per il contenimento della collina di *Byrsa*, DELATTRE 1906, con bibliografia precedente, e LADJIMI SEBAÏ 2005. Tra gli esempi principali, a Cremona un duplice ordine di anfore datate alla metà del I sec. d.C. funge da supporto ad un percorso composto da sesquipedali (VOLONTÉ 1998, pp. 304-305); nei pressi di Parma ben 20000 anfore coricate sono state presumibilmente utilizzate per il consolidamento del terreno della strada per *Brixellum* (CALVANI MARINI 1998); nell'area dell'abitato e delle necropoli di Altino sono numerose le strutture ad anfore caratterizzate da morfologia "oblunga" e datate tra fine I sec. a.C. e fine I sec. d.C. (TIRELLI ET AL. 1988); in area laziale, opere di bonifica si attestano anche nell'area pontina settentrionale e sono poste in relazione con la realizzazione degli antichi tracciati viari (QUILICI GIGLI 1985; EAD. 1992).

⁸ DRESSEL 1879.

⁹ ANTICO GALLINA 2011, p. 189, con bibliografia.

¹⁰ Il contributo, a firma di A. Carbonara, F. Panariti, S. Pannuzi, A. Pellegrino, P. Grazia e L. D'Alessandro è stato presentato nell'ambito del Quarto Seminario Ostiense *Il territorio ostiense: nuovi dati e studi inediti* tenutosi il 16 e 17 novembre 2016 presso l'École française de Rome.

¹¹ HESNARD 1980; RIVELLO 2002.

¹² RIVELLO 2002, pp. 422-426.

¹³ MORELLI 2016, pp. 72-73.

¹⁴ CASTELLI ET AL. 2008, pp. 72-80.

¹⁵ Le anfore sono oggetto di uno studio in corso da parte di S. Medaglia, per i primi dati relativi alla datazione cfr. MORELLI 2016.

¹⁶ Per i dati e il catalogo delle anfore del contesto della Stazione di Ostia Antica-Binario Morto cfr. RAZZA, SURACE 2016. Alla classificazione delle anfore del contesto hanno contribuito in una prima fase anche A. De Luca, M. Distefano, I. Gabrielli, V. Ippolito, V. Nappi, S. Iavarone, G. Soranna, V. Soviero. Le quantificazioni delle anfore fanno riferimento al numero minimo individui (NMI).

¹⁷ In merito alla bibliografia sulle anfore, di cui si presentano i dati relativi al contesto del Binario Morto, si rimanda ai principali lavori noti, tra cui, a titolo d'esempio, (area italyca) ZEVI 1966; HESNARD 1977; PANELLA,



Fig. 2. OSTIA ANTICA. Veduta delle anfore del contesto del Binario Morto (foto Archivio Parco Archeologico Ostia Antica).

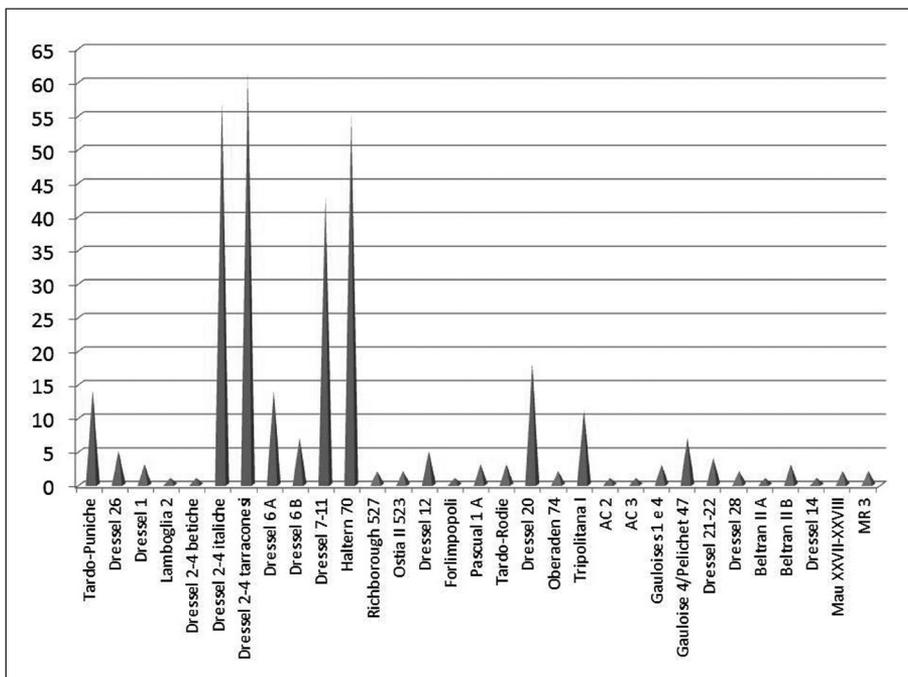


Fig. 3. Istogramma quantitativo dei tipi anforici del contesto.

Il primo dei due filari che rivestivano la fossa della ruota idraulica era caratterizzato da molte anfore prive del puntale per facilitarne la sistemazione. Il secondo filare, invece, era costituito da anfore agganciate mediante assi di legno, utilizzate anche per delimitare l'area per la raccolta dell'acqua.

Le principali attestazioni, rappresentative dei filari che rivestivano la fossa, risultano essere prevalentemente relative ai tipi Dressel 2-4 italiche e tarraconesi¹⁸ (rispettivamente 57 e 61 esemplari), Haltern 70 (55 esemplari), Dressel 7-11 (43 esemplari), Dressel 6 A e B (21 esemplari) e Dressel 20 (18 esemplari) (Tab. 1 e Fig. 4). I tipi meno documentati provengono per la maggior parte dagli strati che colmavano la fossa (Tab. 2).

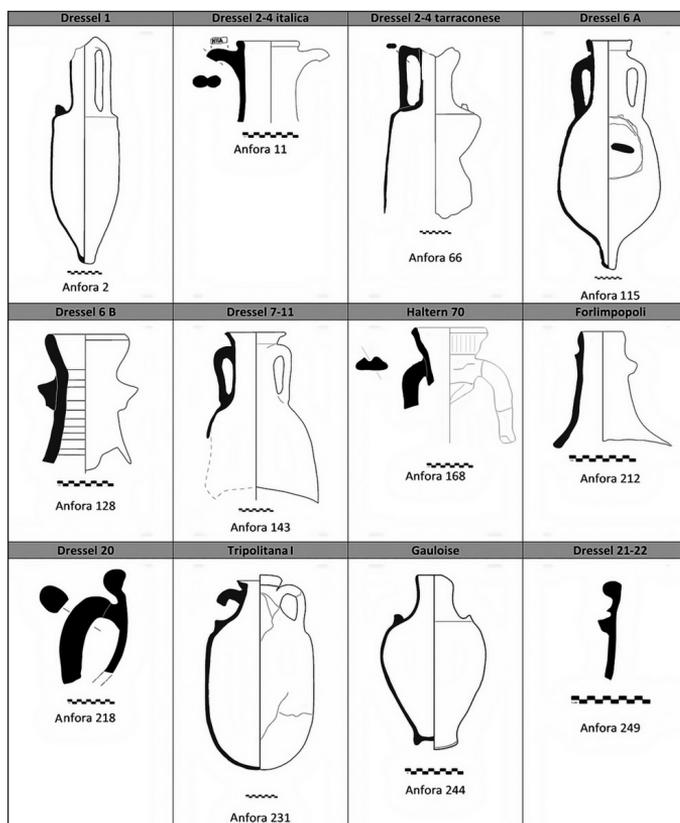


Fig. 4. OSTIA ANTICA. I tipi anforici maggiormente attestati nel contesto.

FANO 1977; HESNARD *ET AL.* 1989; MANACORDA 1989; MOREL 1989; ZEVI 1995; OLCESE 2011-2012 (per i siti di produzione); RIZZO 2014 (area iberica) BELTRÁN LLORIS 1970; GARCIA VARGAS 1998; CARRERAS MONFORT 2001; AGUILERA MARTIN 2002; BLÁZQUEZ MARTÍNEZ; REMESAL RODRÍGUEZ 2003; CARRERAS MONFORT *ET AL.* 2004; GONZALEZ MUÑOZ 2006; ARANEGUI GASCÓ 2008; GARCIA VARGAS, BERNAL CASASOLA 2008; MULLOR, MENÉNDEZ 2008, oltre che al catalogo online *Amphorae ex Hispania*.

¹⁸ In questo contributo si è scelto di utilizzare la denominazione tradizionale di Dressel 2-4 (TCHERNIA, ZEVI 1972) benché alcuni lavori escludano la produzione di Dressel 4 nelle officine tarraconesi (DELL'AMICO, PALLARÉS 2007, p. 103; MULLOR MENÉNDEZ 2008, pp. 64-75).

Anfore	NMI
Dressel 1	3
Dressel 2-4 italiche	57
Dressel 2-4 tarraconesi	61
Dressel 6 A	14
Dressel 6 B	7
Dressel 7-11	43
Haltern 70	55
Dressel 20	18
Tripolitana I	11
Gauloise 1	3
Gauloise 4/Pelichet 47	7
Forlimpopoli	1

Tab. 1. Quantificazione e numero minimo individui (NMI) dei principali tipi anforici attestati nel contesto.

Anfore	NMI
Anfore cretesi (AC) 2	1
Anfore cretesi (AC) 3	1
Tardo-Puniche	14
Lamboglia 2	1
Dressel 21-22	4
Richborough 527	2
Ostia II 523	2
Dressel 12	5
Pascual 1 A	3
Tardo-Rodie	3
Oberaden 74	2
Beltran II A	1
Dressel 2-4 betiche	1
Dressel 28	2
Beltran II B	3
Dressel 14	1
MR 3	2
Mau XXVII-XXVIII	1
Dressel 26	5

Tab. 2. Quantificazione e numero minimo individui (NMI) delle attestazioni frammentarie del contesto.

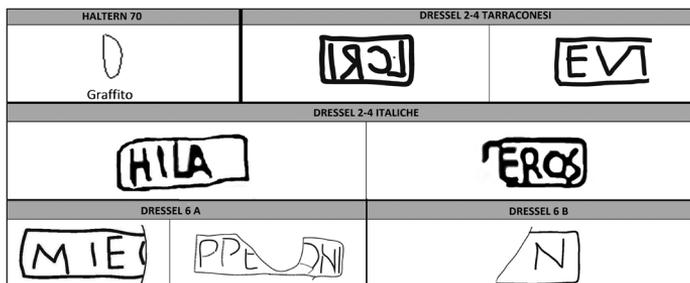


Fig. 5. I bolli attestati sulle anfore del contesto.

I dati epigrafici presenti sulle anfore sono riassunti nella *Fig. 5*.

Il confronto tra la cronologia della produzione delle singole anfore rinvenute ha permesso di delimitare un periodo di attestazione comune, collocabile tra la seconda metà del I sec. a.C. e la prima metà del I sec. d.C., con particolare riferimento all'età augustea, suggerendo tale datazione per il contesto del Binario Morto.

La cronologia più tarda di alcuni esemplari lascia supporre un periodo d'uso della struttura durante il I e fino alla metà del II sec. d.C.; alcuni reperti inoltre, si discostano del tutto dalla datazione proposta per la fossa ma, in virtù dell'esigua quantità, si possono considerare materiali residuali o fuori contesto. Tale cronologia ben si accorda con quella proposta per le anfore della Longarina, contesto molto simile per le anfore rinvenute e per le produzioni attestate, datato tra la seconda metà del I sec. a.C. e la prima metà del I sec. d.C.¹⁹.

La maggioranza dei tipi anforici attestati nella fossa del Binario Morto è riconducibile, sulla base dei dati tipologico-archeologici ed epigrafici, a tre aree di origine: betica, tarraconese e italica, aree che si è ritenuto opportuno verificare con le analisi di laboratorio. Lo studio archeologico ha riguardato l'analisi macroscopica che ha permesso l'identificazione di 21 principali impasti relativi ai tipi anforici maggiormente attestati, che sono stati la base per le analisi archeometriche effettuate (*Tab. 3*, per la corrispondenza tra principali tipi anforici rinvenuti e loro impasti, e *Tav. 1* in appendice 1, con immagini e descrizioni).

LE ANALISI ARCHEOMETRICHE

Per avere una conferma dell'origine delle anfore e per precisarla, sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio, chimiche, mineralogiche e petrografiche, 18 campioni di anfore, selezionati sulla base delle attestazioni o di quesiti specifici emersi dall'esame macroscopico: per l'area betica 4 campioni di Dressel 7-11, 4 di Haltern 70, 3 di Dressel 20 e 1 di Dressel 2-4; per l'area tarraconese 1 campione di Dressel 2-4; per l'area italica 1 campione di Dressel 2-4, 2 di Dressel 6, 1 di Dressel 21-22 e 1 di Forlimpopoli (*Tab. 3*).

Anfora	N. analisi	Impasto	Tipo anforico
202	OSAM 01	13	Haltern 70
174	OSAM 02	15	Haltern 70
166	OSAM 03	13	Haltern 70
191	OSAM 04	16	Haltern 70
228	OSAM 05	18	Dressel 20
218	OSAM 06	18	Dressel 20
222	OSAM 07	18	Dressel 20
64	OSAM 08	6	Dressel 2-4 tarr.
152	OSAM 09	9	Dressel 7-11

Anfora	N. analisi	Impasto	Tipo anforico
139	OSAM 10	12	Dressel 9
151	OSAM 11	11	Dressel 9
147	OSAM 12	10	Dressel 9
249	OSAM 13	20	Dressel 21-22
11	OSAM 14	4	Dressel 2-4 ital.
250	OSAM 15	5	Dressel 2-4 bet.
123	OSAM 16	7	Dressel 6 A
116	OSAM 17	7	Dressel 6 A
212	OSAM 18	17	Forlimpopoli

Tab. 3. Anfore dal contesto del Binario Morto campionate per le analisi archeometriche.

I risultati sono stati confrontati con i gruppi di riferimento in possesso dell'*Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAAUB)*, *Spagna* e sono esposti nei paragrafi che seguono²⁰.

¹⁹ E. Rivello distingue da questa prima fase del contesto una seconda fase, databile tra la metà del I sec. d.C. e il III sec. d.C. (RIVELLO 2002, p. 445). Nella sua prima classificazione del 1980, A. Hesnard aveva datato il contesto agli inizi del I sec. d.C. (*ibid.*, pp. 141-142). Per un ulteriore confronto tra il contesto del Binario Morto e quello della Longarina, RAZZA, SURACE 2016, pp. 510-511.

²⁰ Per facilitare la lettura e i confronti con il dato archeologico si è scelto di fare riferimento ai campioni

Metodi analitici

Tutti i campioni selezionati sono stati analizzati usando una combinazione di tecniche analitiche: microscopia ottica attraverso l'analisi delle sezioni sottili per le analisi mineralogico-petrografiche²¹, diffrazione dei raggi X (XRD) per ulteriori informazioni sulla composizione mineralogica²² e fluorescenza a raggi X (XRF) per la caratterizzazione chimica²³.

Le fasi minerali presenti nella ceramica possono aiutare a stimare la TCE (temperatura di cottura equivalente)²⁴.

Petrografia e mineralogia

L'analisi mineralogico-petrografica delle sezioni sottili al microscopio ottico ha permesso la differenziazione di tre gruppi principali, descritti nelle pagine seguenti, e una serie di *loners*²⁵. La composizione mineralogica dei campioni è stata ottenuta con l'analisi XRD; i minerali primari e le fasi di cottura presenti nella ceramica sono stati indagati per una stima della temperatura di cottura equivalente (TCE), mentre le fasi secondarie hanno fornito informazioni sui processi di alterazione e/o contaminazione post-deposizionali (Tab. 4).

Gruppo petrografico	Campioni	Minerali	Categoria TCE (°C)
Gruppo 1	166 (Haltern 70), 18 (Dressel 20)	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite	≤800/850
	202 (Haltern 70), 228 (Dressel 20)	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite, gehlenite, pirosseno	850-900
	250 (Dressel 2-4)	Quarzo, illite-muscovite (in tracce), feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite (in tracce), gehlenite (in tracce), pirosseno	~950/1000
Gruppo 2.1	139 (Dressel 9), 151 (Dressel 9)	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite, gehlenite, pirosseno	900-950
	152 (Dressel 7-11)	Quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite, gehlenite, pirosseno, analcime	>1000
Gruppo 2.2 (<i>outliers</i>)	222 (Dressel 20)	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite, gehlenite, pirosseno	850-950

indicandoli con il numero di inventario dell'anfora campionata (si veda Tab. 3 per il confronto con i numeri di analisi, indicati con la sigla OSAM, abbreviazione di "Ostia sample").

²¹ L'analisi minero-petrografica è stata condotta su sezioni sottili utilizzando un microscopio ottico polarizzatore a luce trasmessa di tipo Olympus BX41, con ingrandimento tra 20× e 200×, dotato di una fotocamera digitale Olympus DP-70.

²² La diffrazione dei raggi X (XRD) è stata eseguita utilizzando un diffrattometro Pananalytical X'PERT-PRO. Questa tecnica consente l'identificazione delle fasi minerali principali (presenti già nella pasta di argilla iniziale utilizzata per la fabbricazione delle ceramiche), delle fasi di cottura (prodotte durante la cottura, a seconda di temperatura e atmosfera) e delle fasi secondarie (fasi deposizionali formate durante la giacitura); per la routine delle analisi utilizzate a Barcellona, CAU ONTIVEROS 2003.

²³ La composizione chimica della ceramica è stata determinata attraverso l'analisi XRF usando uno spettrometro Panalytical-Axios PW 4400/40 con una sorgente di eccitazione di Rh. Elementi maggiori e minori sono stati determinati mediante la preparazione di duplicati delle pillole vetrose, mentre pillole in polvere sono state utilizzate per la determinazione di elementi in traccia (per la routine delle analisi utilizzate a Barcellona, CAU ONTIVEROS 2003).

²⁴ ROBERTS 1963; MAGGETTI 1982; BUXEDA I GARRIGÓS, CAU ONTIVEROS 2004; MAGGETTI, NEURURER, RAMSEYER 2011.

²⁵ Con il termine "*loners*" si fa riferimento ai campioni isolati che non trovano corrispondenze in gruppi di riferimento.

Gruppo petrografico	Campioni	Minerali	Categoria TCE (°C)
	147 (Dressel 9)	Quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite (in tracce), gehlenite, pirosseno	≥950/1000
	174 (Haltern 70)	Quarzo, illite-muscovite (in tracce), feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite (in tracce), gehlenite (in tracce), pirosseno	~950/1000
Gruppo 3	116 (Dressel 6 A), 123 (Dressel 6 A),	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite, gehlenite, pirosseno	850-950
	212 (Forlimpopoli)	Quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, pirosseno, analcime	>1000
<i>Loners</i>	191 (Haltern 70)	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, calcite, ematite (in tracce)	≤800/850
	11 (Dressel 2-4 ital.)	Quarzo, illite-muscovite, feldspato alcalino, plagioclasio, ematite, pirosseno	850-950
	64 (Dressel 2-4 tarr.)	Quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio, ematite, pirosseno, spinello	≥950/1000
	249 (Dressel 21-22)	Quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio, ematite, pirosseno	

Tab. 4. Composizione mineralogica e temperatura di cottura equivalente (TCE) dei campioni di anfora assegnati ai gruppi petrografici, determinati con analisi XRD.

Gruppo petrografico 1: inclusioni metamorfiche, sedimentarie e ignee.

Comprende i campioni 166, 202 (entrambi Haltern 70), 218, 228 (entrambi Dressel 20) e 250 (Dressel 2-4).

Questi cinque individui mostrano forti somiglianze nella composizione e tessitura, tuttavia presentano alcune differenze (*Tav. 2, a, b*, in appendice 2). In generale, essi contengono un'abbondante frazione grossolana (dominante nei campioni 228 e 250, meno frequente nel campione 202), moderatamente classata, di dimensione che varia da sabbia media fino a sabbia molto grossolana (< 2 mm), in media tra 0.4-0.8 mm, che consente di interpretarla come degrassante aggiunto.

L'impasto di questo gruppo si compone di inclusioni eterogenee: quarzo monocristallino feldspato alcalino, quarzo policristallino, plagioclasio, frammenti di roccia metamorfica (quarzite, scisto quarzoso-micaceo), frammenti di roccia sedimentaria (arenaria e raramente argillite/shale) e, in minore quantità, frammenti di roccia ignea, da basiche/intermedie fino ad acide.

Sono presenti anche anfibolo e selce (rara), oltre a minerali accessori vulcanici femici quali ortopirosseno, clinopirosseno e olivina (molto rari). Nei cinque campioni possono essere osservate lievi differenze nella frequenza di queste inclusioni, dato che potrebbe indicare l'utilizzo di materie di origine diversa per il degrassante e, probabilmente, la presenza di più di un centro di produzione riferibile al gruppo petrografico 1.

Tutti i campioni mostrano una scarsa frazione fine (< 0.1 mm), composta da inclusioni limose di quarzo e poche miche. Inclusioni calcaree (calcite e rari microfossili), inoltre, si osservano nei campioni 166 e 218, cotti a bassa temperatura, come suggerito dall'attività ottica della matrice dell'argilla; al contrario, i campioni 202, 228 e 250 presentano una matrice priva di attività ottica, e inclusioni calcaree che, in questi individui, sembrano altamente alterati per il processo di cottura. Tali differenze di temperatura di cottura riscontrate per i campioni di questo gruppo sono anche indicate dai risultati delle analisi XRD, grazie alle quali è stato possibile distinguere tre categorie di TCE (*Tab. 4*): campioni sotto 800/850°C (166 e 218), intorno 850/900°C (202 e 228) e 950/1000°C (250).

Gruppo petrografico 2.1: inclusioni di quarzo, matrice calcarea.

Comprende i campioni 139, 151 (entrambi Dressel 9) e 152 (Dressel 7-11).

Il gruppo petrografico 2.1 (*Tav. 2, c*) è caratterizzato da una scarsa frazione grossolana di quarzo subangolare arrotondato (sabbia tra fine e media, 0.2-0.5 mm) e da una frazione fine moderatamente abbondante (< 0.1 mm) composta da quarzo e inclusioni calcaree (altamente alterate a causa del processo di cottura), con pochissima muscovite. I tre campioni di questo gruppo mostrano lievi differenze nei componenti subordinati/accessori della frazione grossolana (quarzo policristallino, feldspato alcalino, noduli di ferro e inclusioni calcaree, tra gli altri), ma la loro somiglianza petrografica è evidente.

I risultati dell'analisi XRD indicano due categorie di temperatura di cottura per questo impasto (900/950°C e > 1000°C) (*Tab. 4*). Lo spettro XRD del campione 152 mostra la presenza di analcime [Na(Si₂Al)O₆·H₂O], fase minerale secondaria postdeposizionale che compare, normalmente, nella ceramica calcarea iper-cotta causando alterazioni negli elementi Na₂O, K₂O e Rb²⁶.

Gruppo petrografico 2.2: composto da outliers²⁷

Comprende i campioni 222 (Dressel 20), 147 (Dressel 9) e 174 (Haltern 70) che presentano alcune particolarità petrografiche e presumibilmente corrispondono ciascuno a un impasto diverso.

Il campione 222 ha un impasto di tessitura più fine, in cui i grani di quarzo corrispondono principalmente alla frazione di sabbia fine (0.1-0.2 mm); sono abbondanti le inclusioni calcaree (in associazione con una matrice calcarea) e si osserva una notevole presenza di noduli di ferro, mentre le miche sono scarse.

Il campione 147 mostra una frazione sabbiosa molto più abbondante rispetto agli altri afferenti al gruppo ed è composto principalmente da quarzo e in minor quantità da feldspato alcalino, quarzo policristallino accessorio e quarzo di arenaria. La frazione fine, invece, è relativamente scarsa e comprende quarzo, inclusioni calcaree e ferruginose, e muscovite accessorio.

Infine, nel campione 174 la frazione grossolana comprende quarzo (simile a quella del gruppo petrografico 2.1), feldspato alcalino subordinato, alcuni frammenti grossolani di calcare (fino a 2.8 mm) e microfossili; la frazione fine di quarzo e le inclusioni calcaree sono meno abbondanti che nel gruppo petrografico 2.1.

L'analisi diffrattometrica ha indicato lievi differenze nelle temperature di cottura dei tre campioni (*Tab. 4*).

Gruppo petrografico 3: inclusioni di grana fine, matrice calcarea.

Comprende i campioni 116, 123 (entrambi Dressel 6 A) e 212 (Forlimpopoli).

Questi tre campioni mostrano un impasto simile in sezione sottile, con una matrice di argilla calcarea e una frazione grossolana quasi assente (*Tav. 2, d*). La frazione fine di limo e sabbia molto fine (media < 0.1 mm) è abbondante e si compone di inclusioni calcaree (con molti microfossili di foraminiferi), quarzo e miche (principalmente muscovite).

²⁶ BUXEDA I GARRIGÓS, MOMMSEN, TSOLAKIDOU 2002; SCHWEDT *ET AL.* 2006.

²⁷ Con il termine "outliers" si fa riferimento a campioni che, pur presentando caratteristiche che permettono di ricondurli a uno specifico gruppo di riferimento, mostrano una composizione anomala.

Il campione 116 è leggermente differente dagli altri del gruppo petrografico 3 per la presenza di una matrice più micacea e di noduli di ferro (fino a 0.7 mm).

Il campione 212 è meno micaceo, ma ciò potrebbe essere dovuto all'alta temperatura di cottura dell'anfora, come suggerito dall'aspetto della matrice e dall'elevato grado di alterazione delle inclusioni calcaree. Tale dato è confermato dai risultati delle analisi XRD, che hanno permesso di identificare due differenti temperature di cottura: 850-950°C per i campioni 116 e 123 e oltre i 1000°C per il campione 212 (*Tab. 4*). Nello spettro XRD del campione è stata inoltre riscontrata analcime, dato che indica un'alterazione/contaminazione postdeposizionale.

Loners

I rimanenti campioni analizzati (191, 11, 64 e 249) mostrano in sezione sottile caratteristiche diverse e possono quindi essere interpretati come *loners*²⁸.

LE ANALISI CHIMICHE (XRF)

La composizione chimica dei 18 campioni analizzati è stata determinata tramite la fluorescenza a raggi X (XRF) ed è presentata nella *Tab. 5*²⁹. Gli elementi misurati sono i seguenti: Fe₂O₃ (Fe), Al₂O₃, MnO, P₂O₅, TiO₂, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, SiO₂, Ba, Rb, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Ce, Ga, V, Zn, Cu, Ni e Cr.

²⁸ - *Campione 191* (Haltern 70) (*Tav. 2, e*): contiene una frazione grossolana (sabbia fine o grossolana, tra 0.15-1.00 mm) poco ordinata e non molto abbondante, composta da frammenti di rocce granitiche e granodioritiche angolari, quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio e, più raramente, muscovite, ossidi di ferro e rocce calcaree. La frazione fine (< 0.1 mm) comprende in maggioranza inclusioni calcaree (calcite, rari microfossili) e quarzo, frequenti ossidi di ferro e altri componenti accessori. La matrice è di colore marrone-arancione e presenta attività ottica, che suggerisce una bassa temperatura di cottura. Lo spettro XRD conferma tale dato, evidenziando la presenza di minerali che possono indicare una temperatura di cottura sotto gli 800/850°C (*Tab. 4*).

²⁹ - *Campione 11* (Dressel 2-4 italice) (*Tav. 2, h*): ha un impasto vulcanico, caratterizzato da una frazione sabbiosa moderatamente abbondante, ben ordinata (tra 0.2-0.5 mm), aggiunta come degrassante. È composto in maggioranza da frammenti di roccia vulcanica (principalmente con fenocristalli di sanidino e plagioclasio) e clinopirosseno. Sono presenti anche sanidino, plagioclasio, biotite e quarzo, così come granato melanite accessorio. È un impasto molto poroso, con abbondanti vuoti di forma allungata, privi di orientamento parallelo. La frazione fine è quasi assente. La matrice si mostra di colore bruno-rossastro scuro, senza attività ottica. I risultati delle analisi XRD suggeriscono una cottura tra 850 e 950°C (*Tab. 4*); sono stati identificati, inoltre, picchi intensi di pirosseno e plagioclasio, che in parte risultano associabili a fasi minerali primarie, come indicato dalla composizione osservata in sezione sottile.

³⁰ - *Campione 64* (Dressel 2-4 tarraconese) (*Tav. 2, f*): presenta una chiara distribuzione bimodale, con una frazione grossolana dominante, moderatamente ordinata (con sabbia tra media e molto grossolana, principalmente 0.5-1.5 mm), composta da quarzo, feldspato alcalino, plagioclasio, frammenti di granitoide (granito/granodiorite) e, in maniera minore, da frammenti di roccia calcarea e poca biotite. La bimodalità osservata rappresenta un elemento significativo per supporre una possibile aggiunta intenzionale della frazione grossolana come degrassante. La frazione fine (< 0.1 mm), abbondante, comprende in maggioranza quarzo, feldspato alcalino subordinato, plagioclasio, biotite e scarse inclusioni calcaree (i microfossili sono molto rari). La matrice argillosa e di colore marrone rossiccio è priva di attività ottica. I risultati delle analisi XRD mostrano una alta temperatura di cottura (≥950/1000°C).

³¹ - *Campione 249* (Dressel 21-22) (*Tav. 2, g*): presenta una matrice ricca di ferro, otticamente inattiva, e una frazione fine caratterizzata da abbondanza di quarzo (principalmente limo e sabbia finissima). La frazione fine contiene anche ossidi di ferro subordinati, poche miche (muscovite) e inclusioni calcaree (altamente alterate dal processo di cottura), oltre ad altri componenti accessori. Come suggerito dai *patterns* XRD, la temperatura di cottura dell'anfora cui pertiene il campione è superiore ai 950/1000°C (*Tab. 4*).

²⁹ Per gli strumenti e le tecniche impiegate, si rimanda alla nota 23.

I risultati chimici sono stati elaborati con metodi di statistica multivariata, per cui le concentrazioni elementari sono state trasformate in *additive log-ratios*³⁰, utilizzando Fe₂O₃ come elemento discriminante³¹. L'elaborazione statistica indica la presenza di tre principali gruppi chimici (definiti GC1, GC2, GC3), la cui composizione chimica media è presentata nella *Tab. 6* e mostra una buona corrispondenza con gli impasti definiti dall'analisi petrografica, descritta nel capitolo precedente.

Sono state, inoltre, elaborate *cluster* e analisi delle componenti principali (*Figg. 6-7*).

n. anfora	n. analisi	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	Ba	Ce
202	OSAM01	5.93	0.06	0.73	10.67	2.52	0.24	60.96	15.55	2.28	0.90	318	65
174	OSAM02	5.41	0.06	0.68	15.37	2.09	0.49	59.09	13.50	2.39	0.73	277	67
166	OSAM03	5.19	0.06	0.68	9.02	2.52	0.34	64.97	14.30	1.79	0.97	379	57
191	OSAM04	5.19	0.09	0.66	16.08	2.75	0.58	53.92	17.84	1.94	0.80	373	89
228	OSAM05	5.43	0.04	0.76	7.83	2.43	0.31	64.51	15.48	1.75	1.31	343	61
218	OSAM06	6.32	0.06	0.78	8.36	2.51	0.33	62.78	15.85	1.91	0.96	325	58
222	OSAM07	5.00	0.17	0.55	26.54	2.41	0.34	48.79	12.19	3.05	0.80	360	49
64	OSAM08	6.04	0.10	0.83	3.21	3.13	0.11	66.26	17.02	1.49	1.63	689	91
152	OSAM09*	4.01	0.08	0.60	20.55	0.89*	0.28	60.71	9.77	1.91	1.06*	317	56
139	OSAM10	4.30	0.07	0.68	14.32	2.13	0.28	64.86	10.59	2.00	0.63	363	60
151	OSAM11	4.87	0.09	0.70	16.45	2.25	0.40	60.28	12.00	2.04	0.75	340	66
147	OSAM12	4.66	0.10	0.52	16.82	1.69	0.49	62.06	10.17	2.80	0.53	318	49
249	OSAM13	6.57	0.06	0.88	5.84	1.82	0.29	67.20	14.60	1.62	0.97	30	84
11	OSAM14	7.77	0.11	0.87	8.74	3.47	0.38	53.68	19.21	3.63	1.89	1001	106
250	OSAM15	5.53	0.07	0.74	10.12	2.53	0.23	62.63	15.13	1.90	0.98	30	62
123	OSAM16	6.22	0.16	0.60	23.08	2.63	0.77	49.09	13.67	2.76	0.81	42	60
116	OSAM17	7.16	0.17	0.63	21.42	2.77	0.64	48.97	14.43	2.70	0.93	39	63
212	OSAM18*	6.65	0.17	0.68	17.96	2.50*	0.23	51.06	15.41	4.00	1.15*	38	64

n. anfora	n. analisi	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zn	Zr
202	OSAM01	12	12	20	15	40	22	110	389	148	21	87	149
174	OSAM02	11	63	18	16	37	30	95	657	111	23	14	181
166	OSAM03	10	13	18	13	34	22	111	315	136	19	91	136
191	OSAM04	67	17	22	15	33	26	127	350	100	30	49	166
228	OSAM05	13	22	20	14	35	19	105	355	174	21	87	144
218	OSAM06	10	19	20	15	39	20	109	279	167	21	95	144
222	OSAM07	79	22	16	11	48	16	94	467	93	24	86	128
64	OSAM08	55	9	22	17	20	27	133	150	114	33	85	261
152	OSAM09*	80	10	12	12	21	15	68*	399	80	23	56	225
139	OSAM10	84	21	14	14	24	17	94	368	83	25	61	265
151	OSAM11	94	14	15	14	28	20	89	603	91	24	73	234
147	OSAM12	98	25	14	11	29	17	64	489	92	18	69	144
249	OSAM13	10	24	20	21	35	21	86	213	117	31	92	349
11	OSAM14	12	34	23	30	47	34	156	471	179	29	10	213
250	OSAM15	11	9	20	14	34	18	107	357	152	20	90	141
123	OSAM16	10	47	17	13	54	33	122	614	119	25	10	133
116	OSAM17	11	59	20	13	51	35	120	581	119	25	10	132
212	OSAM18*	16	40	20	14	81	22	121*	451	119	25	10	137

Tab. 5. Dati chimici normalizzati su base anidra (*campioni ed elementi contenenti analcime, fase minerale che indica un'alterazione/contaminazione postdeposizionale). Le concentrazioni degli elementi maggiori e minori sono indicate in ossidi wt %, le tracce in ppm.

³⁰ AITCHISON 1986; BUXEDA I GARRIGÓS 1999.

³¹ Gli elementi P₂O₅ e Pb sono stati esclusi dal trattamento statistico per la possibile contaminazione e poiché le analisi XRD hanno rivelato la presenza di analcime (campioni 152 e 212), gli elementi Na₂O, K₂O e Rb non sono stati considerati per l'interpretazione dei risultati chimici (BUXEDA I GARRIGÓS, MOMMSEN, TSOLAKIDOU 2002; SCHWEDT ET AL. 2006).

Elemento	GC1 n=5		GC2 n=3		GC3 n=3	
	media	sd	media	sd	media	sd
Fe ₂ O ₃ %	5.68	0.45	4.39	0.44	6.68	0.47
MnO %	0.06	0.01	0.08	0.01	0.17	0.00
TiO ₂ %	0.74	0.04	0.66	0.06	0.64	0.04
CaO %	9.20	1.19	17.11	3.17	20.82	2.61
K ₂ O %	2.50	0.04	1.76 (*2.19)	0.75 (*0.09)	2.64 (*2.70)	0.14 (*0.10)
P ₂ O ₅ %	0.29	0.05	0.32	0.07	0.55	0.28
SiO ₂ %	63.17	1.61	61.95	2.53	49.71	1.17
Al ₂ O ₃ %	15.26	0.60	10.79	1.12	14.50	0.87
MgO %	1.93	0.21	1.98	0.07	3.15	0.73
Na ₂ O %	1.02	0.16	0.81 (*0.69)	0.22 (*0.09)	0.96 (*0.87)	0.17 (*0.08)
Ba ppm	333	30	340	23	400	21
Ce ppm	61	3	61	5	62	2
Cr ppm	118	15	86	7	125	34
Cu ppm	15	5	15	5	49	9
Ga ppm	19	1	14	1	19	1
Nb ppm	14	1	13	1	13	0
Ni ppm	36	3	24	3	62	16
Pb ppm	20	1	17	3	30	7
Rb ppm*	108	2	84 (*92)	14 (*3)	121 (*121)	1 (*1)
Sr ppm	339	43	457	127	549	86
V ppm	155	15	84	6	119	0
Y ppm	21	1	24	1	25	0
Zn ppm	90	3	63	9	105	1
Zr ppm	143	5	241	21	134	3

Tab. 6. Composizione chimica media dei gruppi GC1, GC2 e GC3. Per ogni elemento sono presentati valori medi e deviazioni standard (sd) (*per i gruppi con elementi contenenti analcime, fase minerale che indica un'alterazione/contaminazione postdeposizionale, sono stati ricalcolati i valori medi e la deviazione standard).

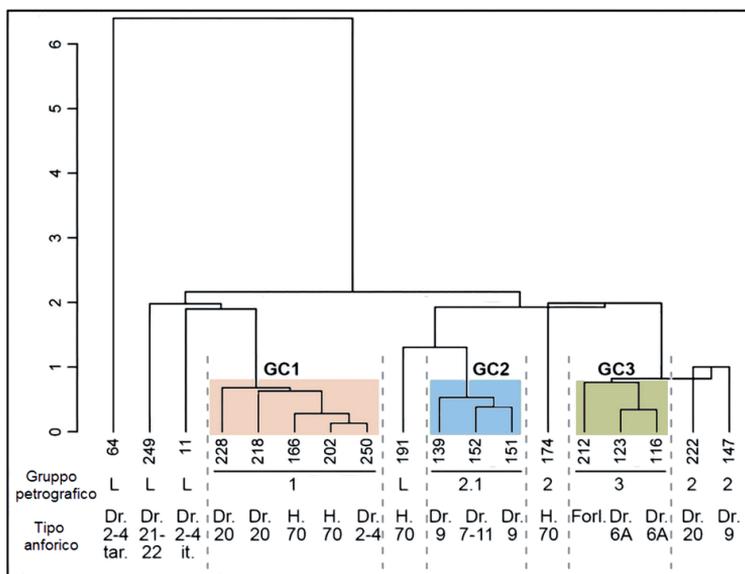


Fig. 6. Cluster realizzata con il metodo agglomerativo centroide e la distanza euclidea al quadrato sulla sub-composizione Fe₂O₃, Al₂O₃, MnO, TiO₂, MgO, CaO, SiO₂, Ba, Nb, Zr, Y, Sr, Ce, Ga, V, Zn, Cu, Ni and Cr (Fe₂O₃ è stato utilizzato come divisore nella trasformazione a log-ratios dei dati) (L= loner).

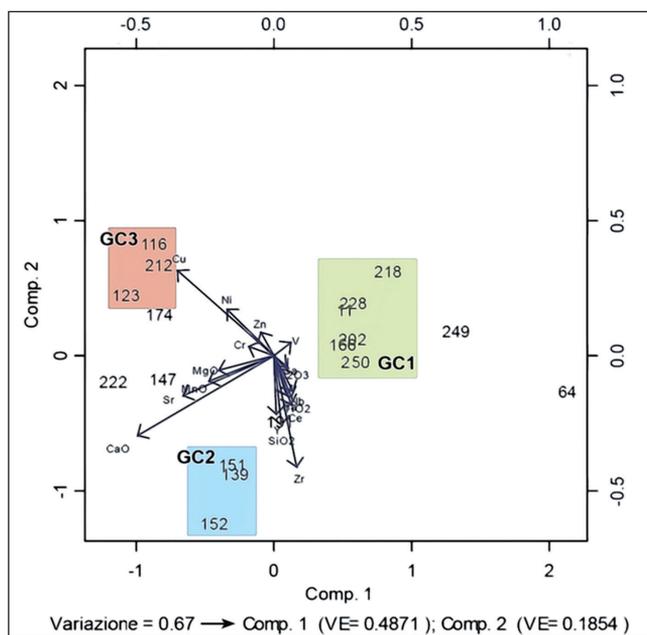


Fig. 7. Analisi delle componenti principali sulla stessa sub-composizione. Il *biplot* mostra la relazione tra primo e secondo componente: Comp. 1 (CaO, Sr, Cu, MnO e MgO); Comp. 2 (Zr, Cu, CaO, Ni e SiO₂).

Di seguito si presentano i dati relativi ai tre gruppi chimici individuati.

Gruppo chimico 1

Comprende i campioni 166 (Haltern 70), 202 (Haltern 70), 218 (Dressel 20), 228 (Dressel 20) e 250 (Dressel 2-4), cioè gli stessi del gruppo petrografico 1.

Si tratta di un gruppo calcareo (CaO 7.8-10.7%), caratterizzato anche da alte concentrazioni di vanadio (V).

Gruppo chimico 2

Comprende i campioni 139 (Dressel 9), 151 (Dressel 9) e 152 (Dressel 7-11), che ricadono tutti nello stesso gruppo petrografico (gruppo petrografico 2.1).

È caratterizzato da un alto contenuto di CaO (14.3-20.5%) e Zr, e da un basso contenuto di Fe₂O₃, Al₂O₃, Cr, V e Zn (Tab. 6 e Fig. 7).

Gruppo chimico 3

Comprende i campioni 116 (Dressel 6 A), 123 (Dressel 6 A) e 212 (Forlimpopoli), che, dal punto di vista petrografico, corrispondono al gruppo petrografico 3.

Anche questo gruppo mostra un'alta quantità di CaO (18,0-23,1%), la presenza relativamente elevata di MgO, Ni e Cu, e una bassa quantità di SiO₂.

Il campione 212 si differenzia leggermente dai campioni 116 e 123 a causa del contenuto più elevato di Ni, Cr e MgO e inferiore di CaO (*Tab. 6 e Fig. 7*).

I campioni 147 (Dressel 9) e 222 (Dressel 20) sembrano costituire un altro possibile gruppo chimico, compatibile al gruppo chimico 3, ma i valori chimici indicano differenze significative che suggeriscono di interpretarli come *loners* (*Figg. 6- 7*).

L'analisi statistica multivariata ha permesso, inoltre, di riconoscere come *loners* anche il resto dei campioni (11, 64, 174, 191, 249)³².

INTERPRETAZIONE DEI DATI E CONSIDERAZIONI FINALI

In base alle analisi mineralogiche e chimiche, le anfore sono riconducibili a tre principali gruppi.

Gruppo 1 (gruppo petrografico 1; gruppo chimico 1).

- *Tipi anforici*: Haltern 70 (campioni 166 e 202), Dressel 2-4 betica (campione 250) e Dressel 20 (campioni 218 e 228).

- *Impasti*: impasto 5 (campione 250), impasto 13 (campioni 166 e 202) e impasto 18 (campioni 218 e 228).

- *Area d'origine*: questi campioni possono essere ricondotti, su base petrografica, alla stessa zona di produzione, composta da rocce metamorfiche, rocce ignee e sedimentarie. Lievi differenze nella composizione dell'impasto suggeriscono la provenienza da più centri di una stessa area di origine, che può essere localizzata nella valle del Guadalquivir tra Siviglia e Cordova, e più precisamente nell'area paleozoica della Sierra Morena. La geologia regionale è complessa e comprende depositi eterogenei di origine metamorfica, ignea e sedimentaria, provenienti dalla Cordigliera Betica e dal massiccio Esperico, e sedimentazioni dal Neogene e Quaternario³³. Il confronto con i pochi dati petrografici e chimici XRF noti³⁴ supporta tale attribuzione, anche se non è possibile

³² - *Campione 11* (Dressel 2-4 italia): presenta una composizione chimica molto differenziata, con alta concentrazione di Fe₂O₃, Al₂O₃, MgO, K₂O, Na₂O, Ba, Ce, Rb and V (*Tab. 5*), coerente con l'impasto vulcanico alcalino osservato.

- *Campione 64* (Dressel 20): è l'unico campione contraddistinto da una bassa presenza calcarea nel *set* di dati e mostra concentrazioni elevate di K₂O e Rb, dato che può essere associato con l'impasto granitico identificato nell'analisi petrografica.

- *Campione 174* (Haltern 70): differenziato rispetto ai gruppi chimici individuati per le alte concentrazioni di Zn e Cu.

- *Campione 191* (Haltern 70): caratterizzato dal più basso contenuto di Zn nel *set* di dati.

- *Campione 249* (Dressel 21-22): presenta il più alto contenuto di SiO₂ e Zr nel *set* di dati, valori che ben si combinano con le abbondanti inclusioni di quarzo osservate in sezione sottile.

³³ IGME 1970, 1980; JUNTA DE ANDALUCÍA 1998.

³⁴ Per gli studi sugli impasti delle Haltern 70 prodotte nella valle del Guadalquivir cfr. PEACOCK, WILLIAMS 1986, p. 116; CARRERAS MONFORT 2004, pp. 80-81; GONZÁLEZ ET AL. 2004, pp. 159-164 (le anfore analizzate che sono presentate da González et Al. sono però scarsamente confrontabili in quanto estremamente alterate dall'ambiente sottomarino del ritrovamento).

finora stabilire una corrispondenza precisa dei campioni esaminati con officine specifiche.

Gruppo 2 (gruppo petrografico 2.1; gruppo petrografico 2.2 *outliers*; gruppo chimico 2).

- *Tipi anforici*: Dressel 7-11 (campione 152), Dressel 9 (campioni 139, 147 e 151), Haltern 70 (campione 174) e Dressel 20 (campione 222).

- *Impasti*: impasto 9 (campione 152), impasto 10 (campione 147), impasto 11 (campione 151), impasto 12 (campione 139), impasto 15 (campione 174) e impasto 18 (campione 222).

- *Area d'origine*: il gruppo è riconducibile ad un'unica area di produzione identificabile nell'area di Cadice, probabilmente presso la foce del Guadalete, caratterizzata da depositi sedimentari di Terziario e Quaternario³⁵.

In particolare, per gli *outliers* 147, 174 e 222 non è possibile identificare con maggiore precisione le aree di origine, ma la tipologia delle anfore e le somiglianze di impasto suggeriscono che si tratti anch'essi di contenitori originari di diverse officine della zona di Cadice (o, più in generale, della costa della Betica). Le caratteristiche petrografiche analizzate sono infatti confrontabili con le descrizioni edite per le anfore di quest'area³⁶.

Dal punto di vista chimico, i campioni mostrano, in particolare, similitudini con la composizione dei materiali provenienti dall'officina di Camposoto a Cadice (più antica rispetto alla cronologia delle anfore campionate per il Binario Morto) e, pur non potendo essere ricondotti a questo centro, a causa di evidenti differenze nei valori di alcuni elementi, è probabile che i campioni provengano dall'area di questa officina³⁷.

Gruppo 3 (gruppo petrografico 3; gruppo chimico 3).

- *Tipi anforici*: Dressel 6A (campioni 116 e 123) e Forlimpopoli (campione 212).

- *Impasti*: impasto 7 (campioni 116 e 123) e impasto 17 (campione 212).

- *Area d'origine*: le anfore di questo gruppo hanno un impasto calcareo molto fine,

Dressel 2-4 provenienti dalla Betica sono state segnalate per la prima volta in SEALEY 1985, per ulteriori studi, che attestano la produzione di questo tipo anforico nella Valle del Guadalquivir, cfr. BERNAL CASASOLA ET AL. 2004a; GARCÍA VARGAS 2010, pp. 581-622. Per analisi condotte sulle Dressel 20, cfr. GRUBESSI 1999; GRUBESSI, CONTI 1999; GONZÁLEZ VILCHEZ, GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, AITLAHSEN 2001; POLVORINOS DEL RÍO ET AL. 2003.

³⁵ IGME 1972; JUNTA DE ANDALUCÍA 1998.

³⁶ PEACOCK 1974; BERNAL CASASOLA ET AL. 2004b; per anfore più antiche ma sempre dall'area di Cadice, CAU ONTIVEROS 2007. Per dati archeometrici sulle anfore Dressel 7-11 cfr. CAPELLI ET AL. 2012. Sulle Haltern 70 prodotte in officine della Baia di Cadice, PEACOCK, WILLIAMS 1986, p. 121; CARRERAS MONFORT 2004, pp. 75-78; GONZÁLEZ ET AL. 2004, pp. 159-164 (come già indicato, le analisi delle anfore presentate da González et al. sono però scarsamente confrontabili a causa dell'alterazione dovuta all'ambiente sottomarino del ritrovamento).

³⁷ Una prima caratterizzazione petrografica delle produzioni relative all'officina di Camposoto, datata tra la fine del VI e la metà del V sec. a.C., è stata effettuata su 15 campioni prelevati da anfore fenicio-puniche (CAU ONTIVEROS 2007).

proveniente da depositi sedimentari calcarei di diversa natura attribuibili all'area italica e, forse, alle regioni adriatiche³⁸.

Questi dati potrebbero essere particolarmente significativi per quanto riguarda l'identificazione dell'area di origine delle Dressel 6 A, ancora discussa a causa della difficoltà di distinzione delle argille delle diverse aree adriatiche³⁹. I risultati ottenuti in questo lavoro sembrerebbero avvalorare l'ipotesi di un'origine delle anfore Dressel 6 A del Binario Morto dalla costa adriatica dell'Italia, piuttosto che una provenienza dall'area della Dalmazia⁴⁰.

Loners

Quattro campioni, infine, possono essere considerati come *loners*, poiché mostrano composizioni petrografico-chimiche differenti rispetto ai gruppi identificati.

- *Campione 11* (Dressel 2-4 italica; impasto 4): l'impasto vulcanico di questo campione mostra caratteristiche petrografiche che sono indicative di un'origine tirrenica, poiché l'associazione litologica osservata in questo caso è tipica del vulcanismo potassico-alcalino di Somma-Vesuvio⁴¹. Il confronto con materiali già pubblicati sembra suggerire un'origine dall'area campano-laziale, e probabilmente dall'area di Pompei⁴².

- *Campione 64* (Dressel 2-4 tarraconese; impasto 6): la composizione granitica e le caratteristiche generali dell'impasto suggeriscono un'origine dal centro/nord della costa catalana, come indica il confronto con la geologia regionale⁴³ e con le composizioni dei centri di produzione conosciuti⁴⁴.

- *Campione 191* (Haltern 70; impasto 16): la petrografia non consente, almeno per ora, una chiara attribuzione ad un'area di produzione specifica. Confronti con il database petrografico e chimico ERAAUB, inoltre, non hanno consentito di individuare confronti con contenitori attribuiti ad aree specifiche.

- *Campione 249* (Dressel 21-22; impasto 20): il confronto con i dati petrografici pubblicati per le anfore Dressel 21-22 suggerisce per questa anfora una provenienza dalla Sicilia occidentale. In particolare, il campione analizzato è molto simile agli impasti ricchi di quarzo descritti per le anfore Dressel 21-22 rinvenute in Campania e poste in relazione

³⁸ ISPRA 2011.

³⁹ LINDHAGEN 2009; cfr. CARRE, MONSIEUR, PESAVENTO MATTIOLI 2014, che segnalano la necessità di creare gruppi archeometrici di riferimento per i centri di produzione delle Dressel 6 A. Per quanto riguarda questo tipo anforico, gli studi archeometrici sui siti di fornace sono molto pochi. Tra questi, SONDI, SLOVENEK 2003 presentano lo studio effettuato su alcuni campioni, provenienti da siti subacquei, che non forniscono però dati certi circa il riconoscimento dell'area di origine.

⁴⁰ L'attribuzione del tipo anforico Dressel 6 A alla costa adriatica dell'Italia, piuttosto che alla Dalmazia, è ancora basata per lo più su testimonianze archeologiche: a favore di questa tesi è il rinvenimento di officine di Dressel 6 A in associazione a Lamboglia 2, tra le altre, nel Maceratese e nel Fermano (MENCHELLI ET AL. 2008). È stato possibile, inoltre, effettuare un confronto con due impasti italici (presentati in sezione sottile e descritti in CABELLA ET AL. 2008) che ha permesso di riscontrare similitudini con i campioni analizzati.

⁴¹ THIERRIN-MICHAEL 2000; PECCERILLO 2005.

⁴² THIERRIN-MICHAEL 1991, 2000; IAVARONE, OLCESE 2013; OLCESE, ILIOPOULOS, GIUNTA 2013.

⁴³ ICC 2002.

⁴⁴ MARTÍNEZ FERRERAS 2014, con bibliografia precedente.

con le officine di Alcamo, ma gli impasti di quest'area si differenziano per una componente sabbiosa aggiuntiva⁴⁵.

In conclusione, la combinazione dei dati archeologici con i risultati delle analisi mineralogiche e chimiche sui campioni analizzati ha permesso di individuare le aree di origine delle anfore del Binario Morto e di aggiungere dati nuovi alla conoscenza delle composizioni dei reperti presi in esame.

La maggioranza delle anfore è stata ricondotta alla valle del Guadalquivir e all'area di Cadice, nella Betica. Le anfore tarraconesi sono probabilmente originarie della costa centro settentrionale della Catalogna, mentre le anfore italiche sono attribuibili principalmente all'area campano/laziale e, in minor misura, all'area adriatica (Fig. 8).

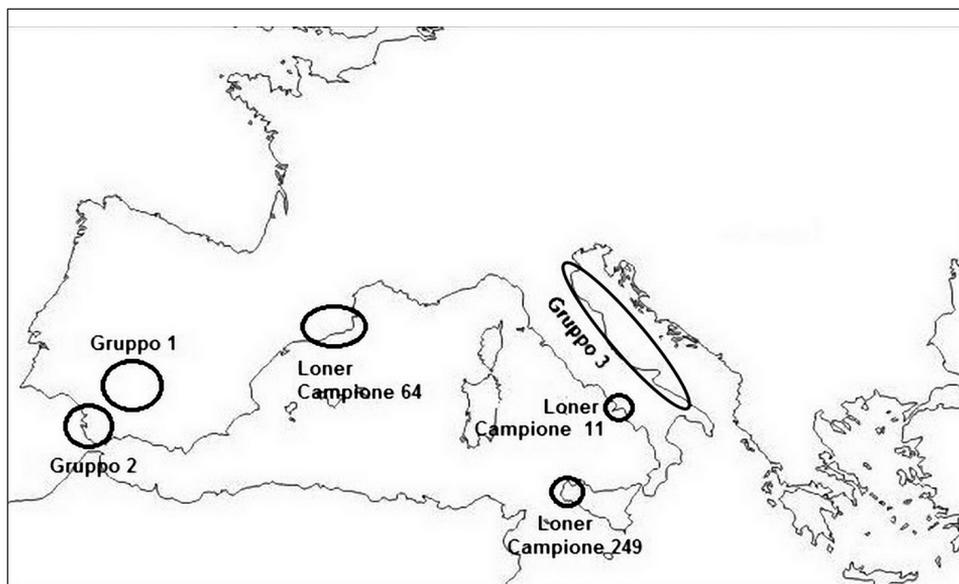


Fig. 8. Aree di origine delle anfore analizzate del contesto del Binario Morto.

Le analisi effettuate in questo studio sui campioni di anfore Forlimpopoli (212) e Dressel 6 A (116 e 123), tipi appartenenti entrambi al gruppo 3, hanno permesso di individuare alcune differenze chimiche che suggeriscono l'ipotesi di una provenienza italica da due officine diverse della regione adriatica.

Particolarmente significativi sono i risultati relativi alle anfore Dressel 6, la cui origine è italica (costa adriatica) e non dalmata.

Di notevole interesse è anche il risultato raggiunto per le anfore Dressel 21-22. Gli studi su questo tipo anforico hanno identificato diverse aree d'origine in ambito tir-

⁴⁵ Per i dati petrografico-mineralogici sulle ceramiche delle fornaci di Alcamo, CAPELLI, PIAZZA 2006; per quelli di esemplari trovati a Cuma e Pompei, CAPELLI, CABELLA, PIAZZA 2009.

renico⁴⁶; in base al nostro lavoro, le anfore Dressel 21-22 rinvenute nel Binario Morto sembrano essere riferibili all'area occidentale della Sicilia.

I risultati ottenuti consentono non solo di proporre diverse aree di origine per le anfore analizzate, ma permettono di effettuare, anche all'interno di queste zone, una distinzione specifica tra centri produttori.

Si è osservata una certa variabilità di composizione tra le anfore appartenenti alla stessa classe, spesso di difficile interpretazione e che rende difficile distinguere i casi in cui i campioni si riferiscono a officine diverse di uno stesso territorio dai casi in cui le differenze sono dovute a leggere variazioni delle argille utilizzate in una stessa officina.

L'appartenenza di un tipo anforico a più di un gruppo archeometrico (come nei casi delle Haltern 70 e delle Dressel 20, presenti nel gruppo 1 e tra gli *outliers* del gruppo 2 oltre che anche come *loners*, per quanto riguarda le Haltern 70) lascia inoltre ipotizzare che, talora, la produzione dello stesso tipo avvenisse parallelamente in diversi centri o che, in alternativa, in uno stesso centro produttore si utilizzassero materie prime di diversa origine. L'attribuzione di alcuni campioni analizzati a officine che, pur presentando affinità con aree di origine note, non sono attualmente conosciute, offre nuovi elementi utili per lo studio delle aree di produzione in area iberica.

Ulteriori importanti indicazioni si ricavano, infine, dal confronto dei dati relativi all'ampia attestazione e alla varietà dei tipi anforici di origine provinciale nei contesti coevi del Binario Morto (72% del totale delle anfore rinvenute) e della Longarina (62%). In particolare, risulta evidente la netta maggioranza nel Binario Morto delle produzioni iberiche (58%), dato che conferma, anche attraverso i risultati delle analisi di laboratorio, quanto già emerso dallo studio archeologico delle anfore della Longarina (57%). Lo studio del contesto del Binario Morto contribuisce, dunque, a una migliore definizione delle presenze anforiche nel territorio ostiense tra I sec. a.C. e I sec. d.C. e, contemporaneamente, a un incremento delle informazioni in merito alla caratterizzazione chimico-mineralogica delle anfore analizzate.

La varietà dei risultati emersi in questo studio evidenzia l'importanza dei *networks* di ricerca, che permettono il confronto e l'incrocio di dati archeologici e archeometrici in contesti e laboratori diversi, ai fini di un accrescimento delle conoscenze nell'ambito della produzione e del commercio delle ceramiche nel Mediterraneo in epoca antica.

⁴⁶ Per lo studio archeologico delle Dressel 21-22, cfr. BOTTE 2009; per lo studio delle Dressel 21-22 rinvenute nelle fornaci di Alcamo, cfr. GONZÁLEZ MURO 2006, pp. 72-95; per le analisi archeometriche relative all'area di origine del tipo anforico, cfr. CAPELLI, PIAZZA 2006; CAPELLI, CABELLA, PIAZZA 2009.

APPENDICE 1

GLI IMPASTI DEL BINARIO MORTO

Dressel 1	Dressel 2-4 italica	Dressel 2-4 betiche
 IMPASTO 1 (inv. 2)	 IMPASTO 2 (inv. 39)  IMPASTO 3 (inv. 42)	 IMPASTO 5 (inv. 250)
Dressel 2-4 tarraconese	 IMPASTO 4 (inv. 11)	Dressel 6 A
 IMPASTO 6 (inv. 66)		 IMPASTO 7 (inv. 115)
Dressel 6 B	Dressel 7-11	Haltern 70
 IMPASTO 8 (inv. 128)	 IMPASTO 9 (inv. 143)	 IMPASTO 13 (inv. 168)
Forlimpopoli	 IMPASTO 10 (inv. 147)	 IMPASTO 14 (inv. 170)
 IMPASTO 17 (inv. 212)	 IMPASTO 11 (inv. 151)	 IMPASTO 15 (inv. 174)
Dressel 20	 IMPASTO 12 (inv. 139)	 IMPASTO 16 (inv. 191)
 IMPASTO 18 (inv. 218)		
Tripolitana I	Dressel 21-22	Gauloise
 IMPASTO 19 (inv. 231)	 IMPASTO 20 (inv. 249)	 IMPASTO 21 (inv. 244)

Tav. 1. Macrofoto degli impasti dei tipi anforici maggiormente attestati nel contesto del Binario Morto (foto C. D'Aries; progetto *Immensa Aequora*).

DRESSEL 1

Impasto 1 (inv. 2): grezzo, sabbioso, di colore rosso chiaro (Munsell 10R 6/6). Ricco di quarzo e rocce vulcaniche.

DRESSEL 2-4 ITALICHE

Impasto 2 (inv. 39): poroso e poco compatto, dal colore che varia dal rosso-arancio al violaceo (Munsell 10R 3/6). Ricco di inclusi vulcanici vetrosi di colore nero ad angoli vivi e di dimensioni ridotte, discreta presenza di mica e di calcare in quantità variabili, rocce vulcaniche di colore grigio e opaco dal profilo arrotondato.

Impasto 3 (inv. 42): compatto, di colore rosso scuro (Munsell 10R 4/8). Si osservano inclusi vulcanici vetrosi di colore nero ad angoli vivi, una discreta presenza di calcare e inclusi litici di colore nero e arrotondati. Presenti anche frammenti di *chamotte*.

Impasto 4 (inv. 11): grezzo, sabbioso, di colore marrone (Munsell 10YR 4/3). Si osservano inclusi di quarzo, in quantità rilevante, e rocce vulcaniche.

DRESSEL 2-4 BETICHE

Impasto 5 (inv. 250): molto poroso e friabile al tatto, di colore rosato (Munsell 7.5YR 8/2). Ricco di inclusi di quarzo di grandi dimensioni e notevole frequenza, rari inclusi litici di colore nero e grigio. Frequente presenza di vacuoli di forma sub-circolare.

DRESSEL 2-4 TARRACONESI

Impasto 6 (inv. 66): "leetano" duro e compatto, di colore rosso scuro (Munsell 10R 5/8). Si osservano inclusi calcarei e micacei.

DRESSEL 6 A

Impasto 7 (inv. 115): ben depurato e molto compatto, abbastanza morbido e polveroso al tatto, di colore variabile tra il marrone molto chiaro (nocciola) tendente al giallo e il beige-camoscio (Munsell 7.5YR 7/2). Si osservano piccoli inclusi di colore bianco, inclusi di dimensioni piccole e medie di colore rosso (*chamotte*) e mica di colore dorato o nero.

DRESSEL 6 B

Impasto 8 (inv. 128): molto depurato, di colore camoscio (Munsell 7.5YR 4/2). Si osservano pochissimi inclusi bianchi di piccole dimensioni e di mica nera o dorata.

DRESSEL 7-11

Impasto 9 (inv. 143): internamente granuloso, di colore tra il rosso e il marrone uniforme (Munsell 5YR 6/4), ed esternamente gessoso, con ingubbiatura biancastra (Munsell 7.5YR 8/2). Si osservano inclusi calcarei distribuiti irregolarmente e grosse componenti ferrose di colore rosso-bruno.

Impasto 10 (inv. 147): internamente ruvido, di colore rosa "a sandwich" (Munsell 5YR 7/2), ed esternamente granuloso, con ingubbiatura biancastra (Munsell 7.5YR 8/2). Si osservano inclusi calcarei distribuiti irregolarmente e componenti ferrose di colore rossastro.

Impasto 11 (inv. 151): internamente ruvido e granuloso, di colore giallastro uniforme (Munsell 7.5YR 6/4), ed esternamente gessoso, con ingubbiatura biancastra (Munsell 10YR 8/2). Si osservano pochi inclusi calcarei fini distribuiti regolarmente e poche componenti ferrose di colore rosso-bruno distribuite irregolarmente.

Impasto 12 (inv. 139): internamente granuloso, di colore giallo pallido uniforme (Munsell 10YR 7/3), ed esternamente gessoso. Si osservano rari inclusi calcarei rotondi molto fini distribuiti irregolarmente e poche componenti ferrose sub-angolose di colore rossastro distribuite irregolarmente.

HALTERN 70

Impasto 13 (inv. 168): ruvido e duro, di colore uniforme beige/crema-rosato (Munsell 5YR 7/6). Si osservano inclusi di quarzo, calcare/calcite, mica e ossidi ferrosi.

Impasto 14 (inv. 170): liscio e durissimo, di colore grigiastro (Munsell 5YR 4/2). Si osservano inclusi di calcare/calcite, ossidi ferrosi e presenza di vacuoli fini.

Impasto 15 (inv. 174): granuloso, compatto e poroso, di color crema uniforme (Munsell 7.5YR 7/4). Si osservano inclusi di quarzo, mica e ossidi ferrosi.

Impasto 16 (inv. 191): granuloso e duro, di colore beige-rosato (Munsell 2.5YR 6/4). Si osservano inclusi di quarzo, calcare/calcite e inclusi di colore scuro.

FORLIMPOPOLI

Impasto 17 (inv. 212): molto depurato polveroso ma compatto, di colore tra il rosso e il marrone (Munsell 5YR 4/6). Si osservano piccoli inclusi di mica bianca e nera.

DRESSEL 20

Impasto 18 (inv. 218): friabile e poco compatto, lamellare in frattura, di colore grigio chiaro (Munsell 2.5YR N7/). Ricco di inclusi calcarei di medie e piccole dimensioni.

TRIPOLITANA I

Impasto 19 (inv. 231): duro e compatto, di colore rosso arancio (Munsell 10R 4/4) con ingubbiatura di colore crema (Munsell 10YR 8/4). Si osservano inclusi calcarei.

DRESSEL 21-22

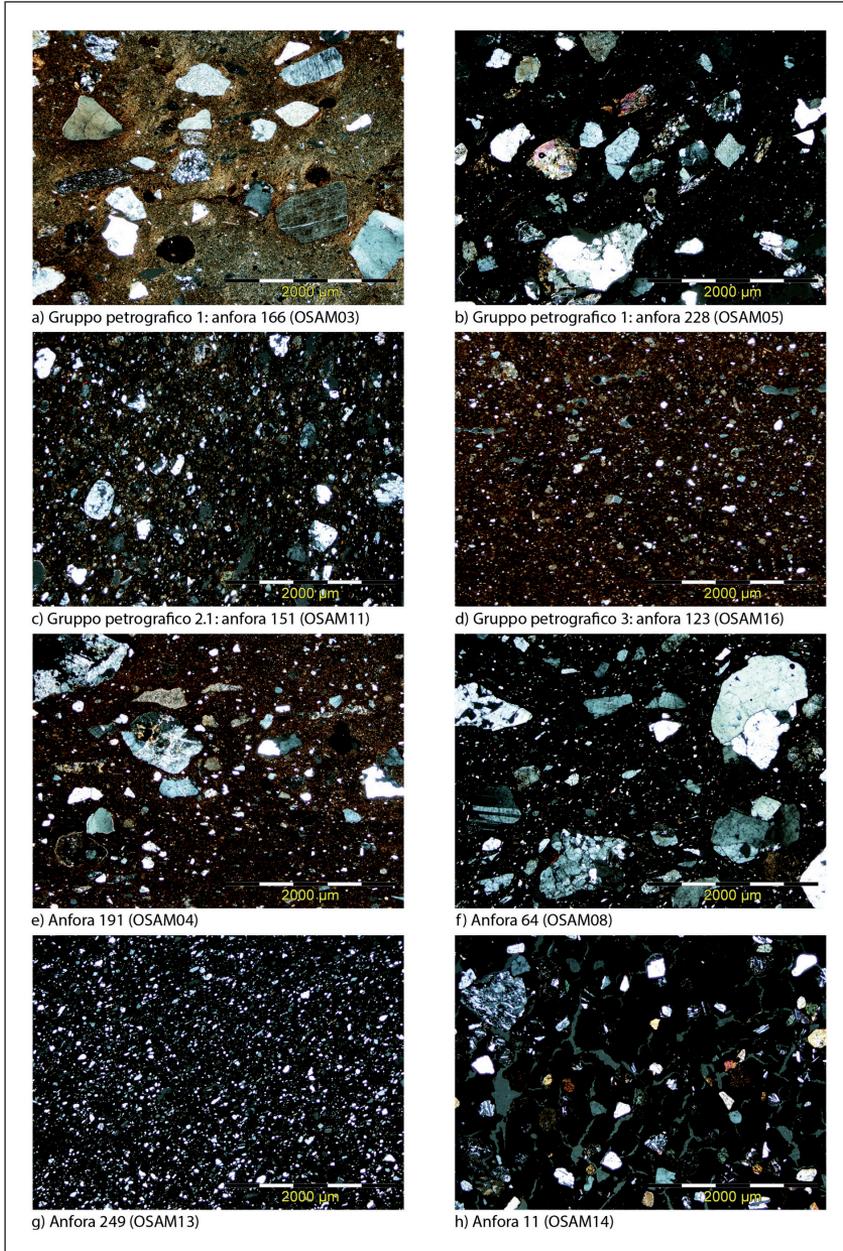
Impasto 20 (inv. 249): duro e compatto, di colore arancione/rosso (Munsell 2.5YR 2.5/4). Si osservano inclusi di quarzo e calcare.

GAULOISE

Impasto 21 (inv. 244): calcareo/sabbioso con argilla molto depurata, granulometria fine, di colore beige chiaro/cipria/crema (Munsell 10YR 6/4).

APPENDICE 2

LE SEZIONI SOTTILI DEL BINARIO MORTO



Tav. 2. Microfotografie delle sezioni sottili delle anfore analizzate a 40x e nicol incrociati (foto ERAAUB; sezioni sottili progetto *Immensa Aequeora*).

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA MARTIN 2002: A. AGUILERA MARTIN, *El monte Testaccio y la llanura subaventina. Topografía extra portam Trigeminam*, Roma 2002.
- AITCHISON 1986: J. AITCHISON, *The statistical analysis of compositional data*, London 1986.
- Amphores romaines* 1989: M. LENOIR, D. MANACORDA, C. PANELLA (éd.), *Amphores romaines et histoire économique: dix ans de recherche*, Actes du colloque (Siena, 22-24 maggio 1986), Roma 1989.
- ANTICO GALLINA 1998: M.V. ANTICO GALLINA, «Le anfore come elemento funzionale a interventi di bonifica geotecnica ed idrogeologica: alcune riflessioni», in *Bonifiche e drenaggi* 1998, pp. 73-79.
- ANTICO GALLINA 2011: M.V. ANTICO GALLINA, «Strutture ad anfore: un sistema di bonifica dei suoli. Qualche parallelo dalle Provinciae Hispanicae», in *ArchEspA* 84, 2011, pp. 179-205.
- ARANEGUI GASCÓ 2008: C. ARANEGUI GASCÓ, «La producción y el comercio de anforas tarraconenses en el País Valenciano», in A. LOPEZ MULLOR, X. AQUILUE ABADIAS (eds.), *La producción i el comerç de les anfores de la província Hispania Tarraconensis. Homenatge a Ricard Pascual i Guasch*, Barcelona 2008, pp. 227-240.
- BELTRÁN LLORIS 1970: M. BELTRÁN LLORIS, *Las anforas romanas en España*, Zaragoza 1970.
- BERNAL CASASOLA ET AL. 2004a: D. BERNAL CASASOLA, L. ROLDÁN, J. BLÁNQUEZ, J.J. DÍAZ, F. PRADOS, «Las Dr. 2/4 béticas. Primeras evidencias de su manufactura en el conventus Gaditanus», in *Figlinae baeticae* 2004, pp. 633-648.
- BERNAL CASASOLA ET AL. 2004b: D. BERNAL CASASOLA, R. GARCÍA GIMÉNEZ, A.M. SÁEZ ROMERO, J.J. DÍAZ RODRÍGUEZ, R. MONTERO, «Ánforas locales e importadas del yacimiento Los Cargaderos. Caracterización arqueométrica de algunos talleres alfareros de época romana de San Fernando (Cádiz)», in M.J. FELIU ORTEGA, J. MARTÍN CALLEJA, M.C. EDREIRA SÁNCHEZ, M.C. FERNÁNDEZ LORENZO, M.P. MARTÍNEZ BRELL, A. GIL MONTERO, R. ALCÁNTARA PUERTO (eds.), *Avances en arqueometría: 2003*, Cádiz 2004, pp. 145-154.
- BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, REMESAL RODRÍGUEZ 1999: J.M. BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. REMESAL RODRÍGUEZ, *Estudios sobre el Monte Testaccio*, I, Barcelona 1999.
- BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, REMESAL RODRÍGUEZ 2001: J.M. BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. REMESAL RODRÍGUEZ, *Estudios sobre el Monte Testaccio*, I, Barcelona 2001.
- BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, REMESAL RODRÍGUEZ 2003: J.M. BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. REMESAL RODRÍGUEZ, *Estudios sobre el Monte Testaccio*, III, Barcelona 2003.
- Bonifiche e drenaggi* 1998: S. PESAVENTO MATTIOLI (a cura di), *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici*, Atti del Convegno (Padova, 19-20 ottobre 1995), Modena 1998.
- BOTTE 2009: E. BOTTE, «Le Dressel 21-22: anfore da pesce tirreniche dell'alto impero», in PESAVENTO MATTIOLI, CARRE 2009, pp. 149-171.
- BUXEDA I GARRIGÓS 1999: J. BUXEDA I GARRIGÓS, «Alteration and contamination of archaeological ceramics: the perturbation problem», *JASc* 26, 1999, pp. 295-313.
- BUXEDA I GARRIGÓS, CAU ONTIVEROS 2004: J. BUXEDA I GARRIGÓS, M.Á. CAU ONTIVEROS, «Annex I. Caracterització arqueomètrica de les produccions tardanes d'Iluuro», in *Laietània* 15, 2004, pp. 449-498.
- BUXEDA I GARRIGÓS, MOMMSEN, TSOLAKIDOU 2002: J. BUXEDA I GARRIGÓS, H. MOMMSEN, A. TSOLAKIDOU, «Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X-ray diffraction», in *Archaeometry* 44, 2002, pp. 187-198.
- CABELLA ET AL. 2008: R. CABELLA, C. CAPELLI, M.B. CARRE, M.R. CIUCCARELLI, S. MAZZOCCHIN, S. MENCHELLI, M. PASQUINUCCI, S. PESAVENTO MATTIOLI, M. PIAZZA, «Anfore e laterizi adriatici: dati tipologici, epigrafici ed archeometrici a confronto», in *ReiCretActa* 40, 2008, pp. 373-378.
- CALVANI MARINI 1998: M. CALVANI MARINI, «Banchi d'anfore nell'Emilia occidentale», in *Bonifiche e drenaggi* 1998, pp. 239-252.
- CAPELLI, PIAZZA 2006: C. CAPELLI, M. PIAZZA, «Analisi minero-petrografiche su anfore Dressel

- 21-22 da Alcamo Marina», in D. GIORGETTI (a cura di), *Le fornaci romane di Alcamo. Rassegna ricerche e scavi 2003/2005*, Roma 2006, pp. 171-173.
- CAPELLI, CABELLA, PIAZZA 2009: C. CAPELLI, R. CABELLA, M. PIAZZA, «Appendice. Analisi in sezione sottile di anfore Dressel 21-22», in PESAVENTO MATTIOLI, CARRE 2009, pp. 164-168.
- CAPELLI ET AL. 2013: C. CAPELLI, R. CABELLA, M. PIAZZA, D. BERNAL CASASOLA, F. VILLADA, «Caratterizzazione mineralogico-petrografica di anfore e mattoni dalla fornace della prima età imperiale dal sito Puerta Califal - Parador de Turismo (Ceuta, Mauretania Tingitana)», in D. BERNAL, L.C. JUAN, M. BUSTAMANTE, J.J. DÍAZ, A.M. SÁEZ (eds.), *Hornos, talleres y focos de producción alfarera en Hispania. Monografías Ex Officina Hispana I*, Cádiz 2013, pp. 421-432.
- CARBONARA, PELLEGRINO 2016: A. CARBONARA, A. PELLEGRINO, «Stazione di Ostia Antica - Binario Morto: lo scavo e il contesto», in OLCESE, COLETTI 2016, pp. 503-504.
- CARBONARA, PELLEGRINO, ZACCAGNINI 2001: A. CARBONARA, A. PELLEGRINO, R. ZACCAGNINI, «Necropoli di Pianabella: vecchi e nuovi ritrovamenti», in M. HEINZELMANN, J. ORTALLI, P. FASOLD, M. WITTEYER (a cura di), *Culto dei morti e costumi funerari romani*, Palilia 8, Wiesbaden 2001, pp. 139-148.
- CARRE, MONSIEUR, PESAVENTO MATTIOLI 2014: M.B. CARRE, P. MONSIEUR, S. PESAVENTO MATTIOLI, «Transport amphorae Lamboglia 2 and Dressel 6A: Italy and/or Dalmatia? Some clarifications», in *JRA* 27, 2014, pp. 417-428.
- CARRERAS MONFORT 2001: C. CARRERAS MONFORT, «Anforas de la Campa Torres (Campanas 1985-1997)», in J.L. MAYA GONZALEZ, F. CUESTA TORIBIO (eds.), *El castro de la Campa Torres. Periodo prerromano*, Gijón 2001, pp. 389-391.
- CARRERAS MONFORT 2004: C. CARRERAS MONFORT, «Geografía de la producción de les Haltern 70», in CARRERAS MONFORT ET AL. 2004, pp. 75-81.
- CARRERAS MONFORT ET AL. 2004: C. CARRERAS MONFORT, A. AGUILERA, P. BERNI, E. GARROTE, P. MARIMON, R. MORAIS, J. MOROS, X. NIETO, A. PUIG, J. REMESAL, R. ROVIRA, G. VIVAR, *Culip VIII i les amfores Haltern 70*, Girona.
- CASTELLI ET AL. 2008: R. CASTELLI, A. FACCIOLA, M. GALA, M.C. GROSSI, M.L. RINALDI, D. RUGGERI, S. SIVILLI, «Scavi e ritrovamenti», in L. CARAVAGGI, O. CARPENZANO (a cura di), *Interporto Roma-Fiumicino. Prove di dialogo tra archeologia, architettura e paesaggio*, Firenze, pp. 69-86.
- CAU ONTIVEROS 2003: M.Á. CAU ONTIVEROS, *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares: estudio arqueométrico*, Oxford 2003.
- CAU ONTIVEROS 2007: M.Á. CAU ONTIVEROS, «Apéndice I. Caracterización mineralógica y petrográfica de los materiales anfóricos», in J. RAMON, A. SÁEZ, A.M. SÁEZ ROMERO, A. MUÑOZ (eds.), *El taller alfarero tardoarcaico de Camposoto (San Fernando, Cádiz)*, Sevilla 2007, pp. 269-282.
- Dalle Necropoli di Ostia* 1999: A. PELLEGRINO (a cura di), *Dalle Necropoli di Ostia. Riti ed usi funerari*, Catalogo della Mostra (Ostia Antica, Marzo 1998-Luglio 1999), Roma 1999.
- DELL'AMICO, PALLARÉS 2007: P. DELL'AMICO, F. PALLARÉS, «Le anfore della Laietania. Appunti e riflessioni», in *Archeologia Marittima mediterranea. An International Journal on Underwater Archaeology* 4, 2007, pp. 53-133.
- DELATTRE 1893: A.L. DELATTRE, «Un mur a amphores romaines decouvert a l'angle sud de la colline de Byrsa (Carthage)», in *CRAI* 37, n. 3, 1893, pp. 152-155.
- DELATTRE 1894: A.L. DELATTRE, «Le mur a amphores de la colline Saint-Louis a Carthage», in *BAParis*, pp. 341-375.
- DELATTRE 1906: A.L. DELATTRE, «Un second mur d'amphores decouvert a Carthage», in *Bulletin de la Societé archéologique de Sousse, 1^{er} semestre*, Sousse 1906, pp. 375-390.
- DRESSEL 1879: H. DRESSEL, «Un grande deposito di anfore rinvenuto nel nuovo quartiere del Castro Pretorio», in *BCom* 7, pp. 36-112.
- Figlinae Baeticae* 2004: D. BERNAL CASASOLA, L. LAGÓSTENA (eds.), *Figlinae baeticae: talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (ss. II a.C.-VII d.C.)*, Atti del convegno (Cadice, 12-14 novembre 2003), Oxford 2004.
- GARCIA VARGAS 1998: E. GARCIA VARGAS, *La producción de anforas en la Bahía de Cadiz en época romana (siglos II a.C.-IV d.C.)*, Ecija 1998.

- GARCIA VARGAS 2010: E. GARCIA VARGAS, «Ánforas béticas de época augusteo-tiberiana. Una retrospectiva», in A.M. NIVEAU DE VILLEDARY, M.V. GÓMEZ FERNÁNDEZ (eds.), *Las necrópolis de Cádiz. Apuntes de arqueología gaditana en homenaje a J.F. Sibón Olano*, Cádiz 2010, pp. 581-622.
- GARCIA VARGAS, BERNAL CASASOLA 2008: E. GARCIA VARGAS, D. BERNAL CASASOLA, «Anforas de la Bética», in D. BERNAL, A. RIBERA I LACOMBA (eds.), *Ceramicas hispano-romanas. Un estado de la cuestión*. Editado com motivo del XXVI Congress of the Rei Cretariae Romanae Fautores, Cádiz 2008, pp. 661-687.
- GONZÁLEZ, GONZÁLEZ, GONZÁLEZ 2004: J. GONZÁLEZ, C. GONZÁLEZ, M. GONZÁLEZ, «Annex 1. Análisis arqueométrico de Piezas Cerámicas de ánforas Haltern 70 originarias de la Bética y procedentes del pecio Culip VII», in CARRERAS MONFORT ET AL. 2004, pp. 159-164.
- GONZÁLEZ MURO 2006: X. GONZÁLEZ MURO, «Lo scavo archeologico: prime considerazioni sulle strutture e il materiale rinvenuto», in D. GIORGETTI (a cura di), *Le fornaci romane di Alcamo, Rassegna ricerche e scavo 2003/2005*, Roma 2006, pp. 35-97.
- GONZÁLEZ VILCHEZ, GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, AITLAHSEN 2001: M.C. GONZÁLEZ VILCHEZ, M. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Y. AITLAHSEN, «Análisis arqueométrico del material epigráfico procedente de La Catria (Lora del Río, Sevilla)», in BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, REMESAL RODRÍGUEZ 2001, pp. 401-420.
- GRUBESSI 1999: O. GRUBESSI, «Progetto Testaccio, Roma. Uno studio archeometrico delle anfore Dressel 20», in BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, REMESAL RODRÍGUEZ 1999, pp. 365-424.
- GRUBESSI, CONTI 1999: O. GRUBESSI, L. CONTI, «Progetto Testaccio. Studio archeometrico delle anfore Dressel 20: nota II. Confronto analitico tra i reperti spagnoli Tejarillo e La Catria e M. Testaccio», in BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, REMESAL RODRÍGUEZ 1999, pp. 513-542.
- HESNARD 1977: A. HESNARD, «Note sur un atelier d'amphores Dr.1 et Dr.2-4 pres de Terracine», in *MEFRA* 89.1, 1977, pp. 158-168.
- HESNARD 1980: A. HESNARD, «Un depot augustéen à La Longarina, Ostia», in J.H. D'ARMS, E.C. KOPFF (eds.), *The Seaborne Commerce of Ancient Rome: Studies in Archaeology and History*, Roma 1980, pp. 141-156.
- HESNARD ET AL. 1989: A. HESNARD, M. RICQ, P. ARTHUR, M. PICON, A. TCHERNIA, «Aires de production des greco-italiques et des Dr. 1», in *Amphores romaines* 1989, pp. 21-65.
- IAVARONE, OLCESE 2013: S. IAVARONE, G. OLCESE, «Le anfore Dressel 2-4 di produzione tirrenica: una proposta di progetto archeologico ed archeometrico», in OLCESE 2013, pp. 221-226.
- ICC 2002: ICC [Institut Cartogràfic de Catalunya], *Mapa geològic de Catalunya 1:250.000*, Barcelona 2002.
- IGME 1970: IGME [Instituto Geológico y Minero de España], *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000, Sevilla, Hoja 75*, Madrid 1970.
- IGME 1972: IGME [Instituto Geológico y Minero de España], *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000, Cádiz, Hoja 86*, Madrid 1972.
- IGME 1980: IGME [Instituto Geológico y Minero de España], *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000, Córdoba, Hoja 76*, Madrid 1980.
- ISPRA 2011: ISPRA [Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale], *Carta geologica d'Italia. Scala 1:1.000.000*, Firenze 2011.
- JUNTA DE ANDALUCÍA 1998: JUNTA DE ANDALUCÍA, *Mapa Geológico-Minero de Andalucía. Escala 1:400.000 (3ª Versión)*, Sevilla 1998.
- LADJIMI SEBAÏ 2005: L. LADJIMI SEBAÏ, *La colline de Byrsa à l'époque romaine. Etude épigraphique et état de la question*, Paris 2005.
- LAUBENHEIMER 1998: F. LAUBENHEIMER, «L'eau et les amphores. Les systemes d'assainissement en Gaule romaine», in *Bonifiche e drenaggi* 1998, pp. 47-70.
- LINDHAGEN 2009: A. LINDHAGEN, «The transport amphoras Lamboglia 2 and Dressel 6A: A central Dalmatian origin?», in *JRA* 22, 1, 2009, pp. 83-108.
- MAGGETTI 1982: M. MAGGETTI, «Phase analysis and its significance for technology and origin», in J.S. OLIN, A.D. FRANKLIN (eds.), *Archaeological Ceramics*, Washington D.C. 1982, pp. 121-133.
- MAGGETTI, NEURURER, RAMSEYER 2011: M. MAGGETTI, C. NEURURER, D. RAMSEYER, «Temperature evolution inside a pot during experimental surface (bonfire) firing», in *Applied Clay Science* 53, 2011, pp. 500-508.

- MANACORDA 1989: D. MANACORDA, «Le anfore dell'Italia repubblicana. Aspetti economici e sociali», in *Amphores romaines* 1989, pp. 443-467.
- MARTÍNEZ FERRERAS 2014: V. MARTÍNEZ FERRERAS, *Ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C.-I d.C.)*. *Caracterización arqueométrica*, Oxford 2014.
- MENCHELLI ET AL. 2008: S. MENCHELLI, M. PASQUINUCCI, C. CAPELLI, R. CABELLA, M. PIAZZA, «Anfore adriatiche nel Piceno meridionale», in *ReiCretActa* 40, 2008, pp. 379-392.
- MOREL 1989: J.P. MOREL, «Un atelier d'amphores Dressel 2/4 a Cales», in *Amphores romaines* 1989, pp. 558-559.
- MORELLI 2016: C. MORELLI, «Il Campus Salinarum Romanarum e l'Ager Portuensis: il contesto territoriale», in OLCESE, COLETTI 2016, pp. 69-79.
- MULLOR, MENÉNDEZ 2008: L. MULLOR, M. MENÉNDEZ, «Las anforas de la Tarraconense», in D. BERNAL, A. RIBERA I LACOMBA (eds.), *Ceramicas hispanorromanas. Un estado de la cuestion*, Editado con motivo del XXVI Congress of the Rei Cretariae Romanae Faustores, Cádiz 2008, pp. 689-724.
- OLCESE 2011-2012: G. OLCESE, *Atlante dei siti di produzione ceramica (Toscana, Lazio, Campania e Sicilia) con le tabelle dei principali relitti del Mediterraneo occidentale, IV secolo a.C.-I secolo d.C.*, Roma 2011-2012.
- OLCESE 2013: G. OLCESE (a cura di), *Immensa Aequora Workshop. Ricerche archeologiche, archeometriche e informatiche per la ricostruzione dell'economia e dei commerci nel bacino occidentale del Mediterraneo (metà IV sec. a.C.-I sec. d.C.)*, Atti del Convegno (Roma, 24-26 gennaio 2011), Roma 2013.
- OLCESE, COLETTI 2016: G. OLCESE, C. COLETTI, *Ceramiche da contesti repubblicani del territorio di Ostia*, Roma 2016.
- OLCESE, ILIOPOULOS, GIUNTA 2013: G. OLCESE, I. ILIOPOULOS, S. GIUNTA, «Ceramic production in the Gulf of Naples and in northern Campania. Part II: Archaeometric reference collection of ceramics of some important production sites in Campania (Ischia, Naples, Sorrento, Capua, Cales)», in OLCESE 2013, pp. 50-78.
- PANELLA, FANO 1977: C. PANELLA, M. FANO, «Le anfore con anse bifide conservate a Pompeii: contributo a una loro classificazione», in G. VALLET (éd.), *Methodes classiques et methodes formelles dans l'étude des amphores*, Atti del Convegno (Roma, 27-29 maggio 1974), Paris, pp. 133-177.
- PEACOCK 1974: D.P.S. PEACOCK, «Amphorae and the Baetican Fish Industry», in *AntJ* 54, 1974, pp. 232-243.
- PEACOCK, WILLIAMS 1986: D.P.S. PEACOCK, D.F. WILLIAMS, *Amphorae and the Roman Economy: An Introductory Guide*, London 1986.
- PECCERILLO 2005: A. PECCERILLO, *Plio-Quaternary volcanism in Italy. Petrology, geochemistry, geodynamics*, Berlin/Heidelberg/New York 2005.
- PELLEGRINO 1999: A. PELLEGRINO, «I riti funerari ed il culto dei morti», in *Dalle Necropoli di Ostia* 1999, pp. 7-25.
- PESAVENTO MATTIOLI, CARRE 2009: S. PESAVENTO MATTIOLI, M.B. CARRE (a cura di), *Olio e pesce in epoca romana. Produzione e commercio nelle regioni dell'alto Adriatico*, Atti del convegno (Padova, 16 febbraio 2007), Roma 2009.
- POLVORINOS DEL RÍO ET AL. 2003: A.J. POLVORINOS DEL RÍO, V. FLORES, M.A. TABALES, M.J. HERNÁNDEZ, «Caracterización y tecnología de materiales cerámicos romanos de los ss. I a III d.c procedentes del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla», in *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*, 42, n. 02, Mar-Abr. 2003, pp. 93-100.
- QUILICI GIGLI 1985: S. QUILICI GIGLI, «Antiche opere di bonifica idraulica nella zona pontina settentrionale», in *Satricum. Un progetto di valorizzazione per la cultura ed il territorio di Latina*, Atti del Convegno (Latina, 5 febbraio 1983), Latina 1985, pp. 50-56.
- QUILICI GIGLI 1992: S. QUILICI GIGLI, «Opere di bonifica in relazione a tracciati viari», in S. QUILICI GIGLI, L. QUILICI (a cura di), *Tecnica stradale romana*, Roma 1992, pp. 73-91.
- RAZZA, SURACE 2016: A. RAZZA, D.M. SURACE, «Stazione di Ostia Antica - Binario Morto: le anfore», in G. OLCESE, C. COLETTI 2016, pp. 507-536.
- RIVELLO 2002: E. RIVELLO, «Nuove acquisizioni sul deposito della Longarina (Ostia antica)», in *MEFRA* 114, 1, Roma 2002, pp. 421-449.

- RIZZO 2014: G. RIZZO, «Le anfore dell'area NE», in C. PANELLA, G. RIZZO (a cura di), *Ostia VI. Le Terme del Nuotatore. I saggi nell'area NE*, Roma 2014, pp. 79-392.
- ROBERTS 1963: J.P. ROBERTS, «Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion», in *Archaeometry* 6, 1963, pp. 21-25.
- SCHWEDT ET AL. 2006: A. SCHWEDT, H. MOMMSEN, N. ZACHARIAS, J. BUXEDA I GARRIGÓS, «Analcime crystallization and compositional profiles - comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery», in *Archaeometry* 48 (2), 2006, pp. 237-251.
- SEALEY 1985: P.R. SEALEY, *Amphoras from the 1970 excavations at Colchester Sheepen*, Oxford 1985.
- SONDI, SLOVENEC 2003: I. SONDI, D. SLOVENEC, «The mineralogical characteristics of the Lamboglia 2 Roman-age amphorae from the central Adriatic (Croatia)», *Archaeometry* 45, 2003, pp. 251-263.
- TCHERNIA, ZEVI 1972: A. TCHERNIA, F. ZEVI, «Amphores vinaires de Campanie et de Tarraconaise a Ostie», in P. BALDACCIO, G. KAPITAN, N. LAMBOGLIA (éd.), *Recherches sur les amphores romaines*, Roma 1972, pp. 35-67.
- THIERRIN-MICHAEL 1991: G. THIERRIN-MICHAEL, *Roman wine amphorae: production sites in Italy and imports to Switzerland*, Basel 1991.
- THIERRIN-MICHAEL 2000: G. THIERRIN-MICHAEL, «Amphores gréco-italiques de l'oppidum de Pech-Maho (IIIe siècle avant J.-C.). Détermination d'origine par l'étude pétrographique», in L. RIVET (éd.), *Productions régionales et importations en Aquitaine, actualité des recherches céramiques*, SFEACAG - Actes du Congrès (Libourne, 1-4 giugno 2000), Marseille 2000, pp. 225-231.
- TIRELLI ET AL. 1988: M. TIRELLI, C. BALISTA, G. GAMBACURTA, G.L. RAVAGNAN, «Altino (Venezia): proposte di articolazione in fasi della necropoli "Le Brustolade" attraverso l'analisi di un settore (trincea I 1985-87)», in *QuadAven* 3, 1988, pp. 348-394.
- VOLONTÉ 1998: M. VOLONTÉ, «L'importazione di oggetti d'uso e di pregio a Cremona romana. Spunti dai materiali del Museo Civico Ala Ponzone di Cremona», in G. SENA CHIESA, A. ARSLAN ERMANNIO (a cura di), *Optima Via. Atti del Convegno Internazionale di studi. Postumia. Storia e archeologia di una grande strada romana alle radici dell'Europa (Cremona, 13-15 giugno 1996)*, Cremona 1998, pp. 301-310.
- ZEVI 1966: F. ZEVI, «Appunti sulle anfore romane», in *ArchCl* XVIII, 1966, pp. 208-247.
- ZEVI 1995: F. ZEVI, «Personaggi della Pompei Sillana», in *BSR* 63, 1995, pp. 1-24.

SUMMARY

Excavations carried out by the Superintendency of Ostia between 1998 and 2002 in the area of the railway station of Ostia Antica have brought to light a series of funerary structures, dwellings and a circular trench, the sides of which were lined with a double wall of amphorae. The remains of a wooden waterwheel were found on the bottom of the trench. We may conjecture that the structure was part of a reclamation project with amphorae used to drain the groundwater, as has been documented in other contexts around Ostia. Typological and epigraphic study was carried out on the 335 amphorae identified. The results suggest the trench was dug in the Augustan period and used until the second century A.D. In order to determine the origin of the amphorae, mineralogical, petrographic and chemical analyses were made on 18 representative samples. The results point to three principal groups originating in the Betic, Tarraconensian and Italic regions, and suggest that most of the amphora material found is of Hispanic origin. Specifically, archaeometric analysis places the workshops where the Betic amphorae were produced in the Valle del Guadalquivir and the area around Cádiz, those of the Tarraconensian amphorae on the northern coast of Catalonia, and the Italic ones on the Latin-Campanian coast (with a few examples from the Adriatic). In addition to these areas, the analyses have identified Sicily as another area of importation.