ISSN: 0391-8157

ATTI DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCCXVIII

NOTIZIE DEGLI SCAVI DI ANTICHITÀ

COMUNICATE ALLA ACCADEMIA

DAL MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI

NUOVA SERIE I — VOLUME I

2021

ESTRATTO

ROMA 2021
BARDI EDIZIONI
EDITORE COMMERCIALE

INDICE DEL VOLUME

(LOMBARDIA)

I. – Milano. – *Contributi allo studio di Milano in età protostorica e romana nell'area dell'anfiteatro. Prime notizie degli scavi in corso (2019-2020).* (D. Consonni, A.M. Fedeli, A. Ranaldi, F. Roncoroni) ..... Pag. 3

(TOSCANA)

II. – Volterra (Pisa). – *Anfiteatro romano. Notizie preliminari.* (G. Baldini, D. Barreca, A. Biondi, E. Cantisani, D. Ceppatelli, A. Costantini, V. d'Aquino, E.G. Di Donato, W. Fuchs, S. Longo, N. Macchioni, E. Pianini, G.F. Pocobelli, E. Sorge, S. Vettori) ..... » 47

(ABRUZZO)

III. – Peltuinum (L'Aquila). – *Il teatro romano e il cantiere tardo-medievale di demolizione: lavori in corso.* (L. Migliorati, T. Sgrulloni, A. Vecchione) ..... » 107

(CALABRIA)

IV. – Antonimina (Reggio Calabria). – *La seconda campagna di ricerche archeologiche in località Coculédi e nel sito fortificato in contrada Bregatorto.* (P.A.L. Crestani, G.M. Crothers, J.E. Knapp, S. Motella De Carlo, P. Visonà) ..... » 145

INDICI

Indice degli autori ..... » 193

Indice dei luoghi ..... » 193

Indice per materie ..... » 193

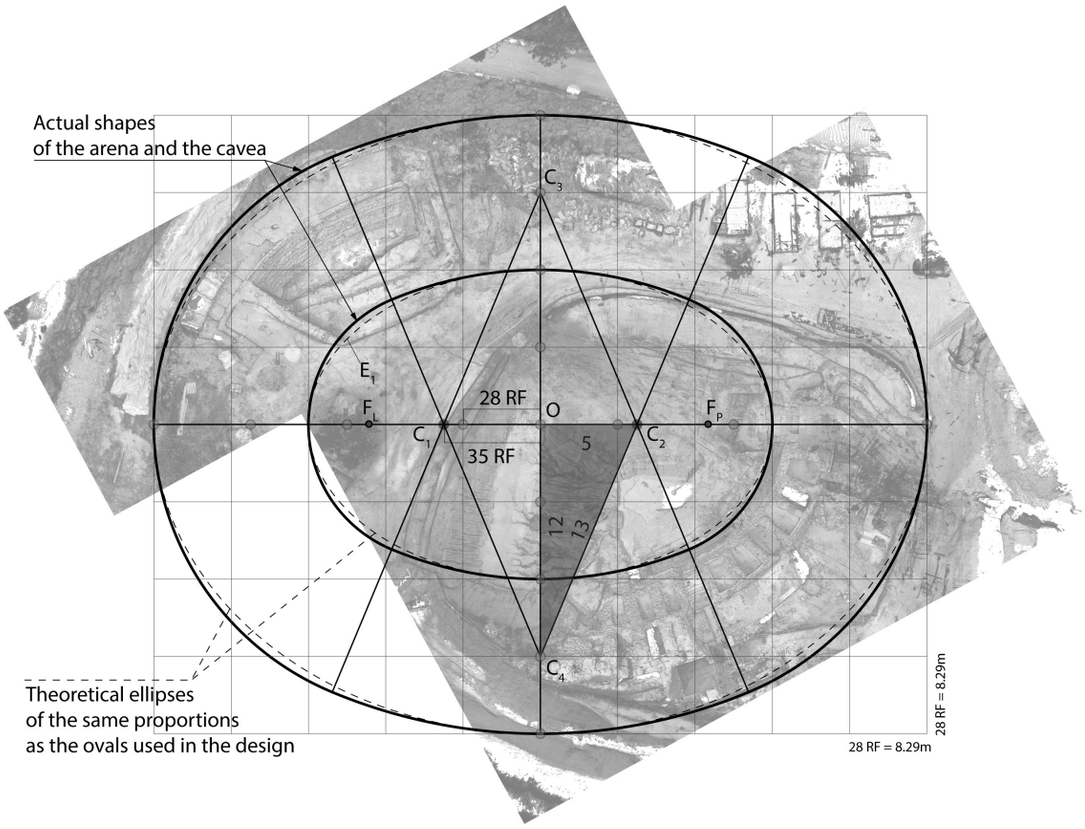

Fig. 43 – Geometric analysis of the amphitheater in Volterra (based on the 3D laser scan). Dashed lines show the theoretical shape of the ellipses around the arena and the cavea, solid lines show the actual geometry of the project. The difference between them is very significant. The *foci* of the ellipse E_1 (F_L and F_R) are at a mathematically indeterminable distances from the center of the layout O (compare with Fig. 41), which is an additional evidence that the design was based on oval geometry.

4. LE ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO DI SCIENZE DEL PATRIMONIO CULTURALE (CNR-ISPC)

Nell'ambito delle collaborazioni promosse dal funzionario archeologo della SABAP PI-LI e responsabile scientifico dello scavo, dott.ssa Elena Sorge, con enti, università straniere e società private, l'istituto del CNR è stato coinvolto per le competenze riguardanti il rilievo archeologico e le analisi archeometriche sulle strutture murarie e su alcuni campioni di materiale organico rinvenuti nel corso dello scavo.

4.1 IL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

Il rilievo dell'anfiteatro è stato condotto utilizzando le moderne tecniche fotogrammetriche che, unitamente all'utilizzo della stazione totale e di misurazioni dirette sul monumento, sfruttano algoritmi di *Structure from Motion* per la realizzazione di nuvole di punti, modelli 3D e ortofotopiani prospettici e planimetrici. Peraltro tale metodo, usato nelle campagne archeologiche 2019-2020, era già stato applicato nel 2015 durante i primi sondaggi di scavo(131).

(131) Le tecniche di rilievo che si avvalgono delle elaborazioni digitali di immagini fotografiche per l'acquisizione di nuvole di punti e modelli 3D, al pari dei rilevamenti con *Laser Scanner*, sono in uso nel campo dei

Nelle prime fasi di scavo, è stata realizzata una poligonale georeferenziata con stazione totale prendendo le mosse da due punti fissi posizionati con GPS nella campagna del 2015, poligonale funzionale alla localizzazione delle mire necessarie all'esatto posizionamento delle fotografie ed alla sovrapposizione automatica dei vari modelli.

L'acquisizione dei *data-set* delle strutture murarie dell'edificio e delle Unità Stratigrafiche individuate durante lo scavo (crolli, livelli di frequentazione, strati di abbandono, ecc.) è stata realizzata utilizzando una macchina fotografica reflex con sensore da 24 Mpx (Nikon D5300) ed obiettivo da 18 mm (equivalente a un 27 mm delle camere Full Frame), all'occorrenza posizionata sopra un'asta telescopica di 5 m. Le riprese sono state eseguite da prospettive differenti in modo da garantire una sovrapposizione tra i diversi fotogrammi e l'inquadratura delle mire, al fine di permettere l'analisi stereoscopica da parte del software di modellazione 3D.

Le immagini, per una ottimale gestione dei dati, sono state suddivise in sessioni fotografiche in base alla giornata di acquisizione, l'area ed il soggetto inquadrato. Il programma, confrontando i punti omologhi di sovrapposizione e dopo i passaggi necessari all'elaborazione[132] – il cui tempo può variare anche consistentemente in base alle caratteristiche del computer, numero dei fotogrammi e grado di definizione – genera il modello tridimensionale scalato e misurabile (fig. 44a-b). Ottenuto il modello 3D, è possibile estrarre l'ortofotomosaico ed il Modello Digitale del Terreno (DTM), quest'ultimo utile per enfatizzare il microrilievo, come i dislivelli tra le lastre dell'ingresso settentrionale provocati dal parziale cedimento delle spallette della galleria sottostante (fig. 44c) e di esportare i prospetti delle murature e le sezioni.

L'importazione al CAD – o in ambiente GIS – del mosaico ortorettificato, avendo cura di utilizzare il file di localizzazione geografica per posizionare correttamente l'immagine nello spazio, ha permesso la digitalizzazione delle strutture e delle Unità Stratigrafiche documentate.

Il posizionamento dei numerosi modelli fotografici di scavo, collazionati insieme a due riprese aeree eseguite con SAPR[133] per una visione d'insieme, ha consentito la composizione di un ortofotomosaico che documenta i risultati della campagna di indagine 2020 (fig. 45).

Sulla base dell'eidotipo delle strutture fino ad oggi riportate alla luce, è stato possibile ricostruire l'andamento complessivo dell'edificio, anche ai fini di una maggiore consapevolezza per la pianificazione delle successive indagini archeologiche, proposta che – allo stato attuale delle conoscenze – deve comunque essere considerata un mero esercizio grafico passibile di modifiche e aggiustamenti[134] (fig. 46).

Secondo tali proiezioni l'edificio misura 83×65 m ca., ovvero 280×220 piedi romani (piede di m 0,296), con un'arena di m 48×31 m ca. (164×106 piedi), e una porzione delle gradinate orientali e occidentali risulta obliterata, rispettivamente, da un canale di scolmatura delle acque (il botro di Pinzano) e dallo stradello di accesso all'area di cantiere.

Allo stato attuale della ricerca, dunque, solo il 24% della *cavea* ipotizzata è stata riportata alla luce, mentre completamente da indagare, ad esclusione di un piccolo approfondimento davanti l'ingresso nord, è il piano dell'arena.

GIORGIO FRANCO POCOBELLI

Beni Culturali da diversi anni con validi risultati scientifici e tempistiche di acquisizione contenute. Con riferimenti alla vasta bibliografia sull'argomento e le applicazioni in campo archeologico si vedano i recenti contributi: BATTINI – SORGE 2016; GALLI *et al.* 2019; BRANDOLINI *et al.* 2020; D'EREDITÀ 2020.

(132) Il flusso di lavoro prevede i seguenti passaggi: allineamento delle fotografie e generazione della nuvola sparsa; creazione delle mappe di profondità e della *dense cloud*; elaborazione delle *mesh* e texturizzazione.

(133) Il 22 ottobre 2020, con le attività di scavo e di consolidamento ancora in corso, è stato realizzato un volo da drone in collaborazione con il Consorzio di Bonifica Bassovaldarno ed i colleghi del CNR di Pisa (IFC), al quale ha fatto seguito il 30 ottobre, a scavo quasi concluso, un'ulteriore ripresa con pallone frenato eseguita da Paolo Nannini della SABAP SI-AR-GR.

(134) Vale comunque la pena osservare che tale ricostruzione, con leggere differenze, è sostanzialmente analoga a quanto proposto da W. Fuchs (cfr. *supra* § 3).

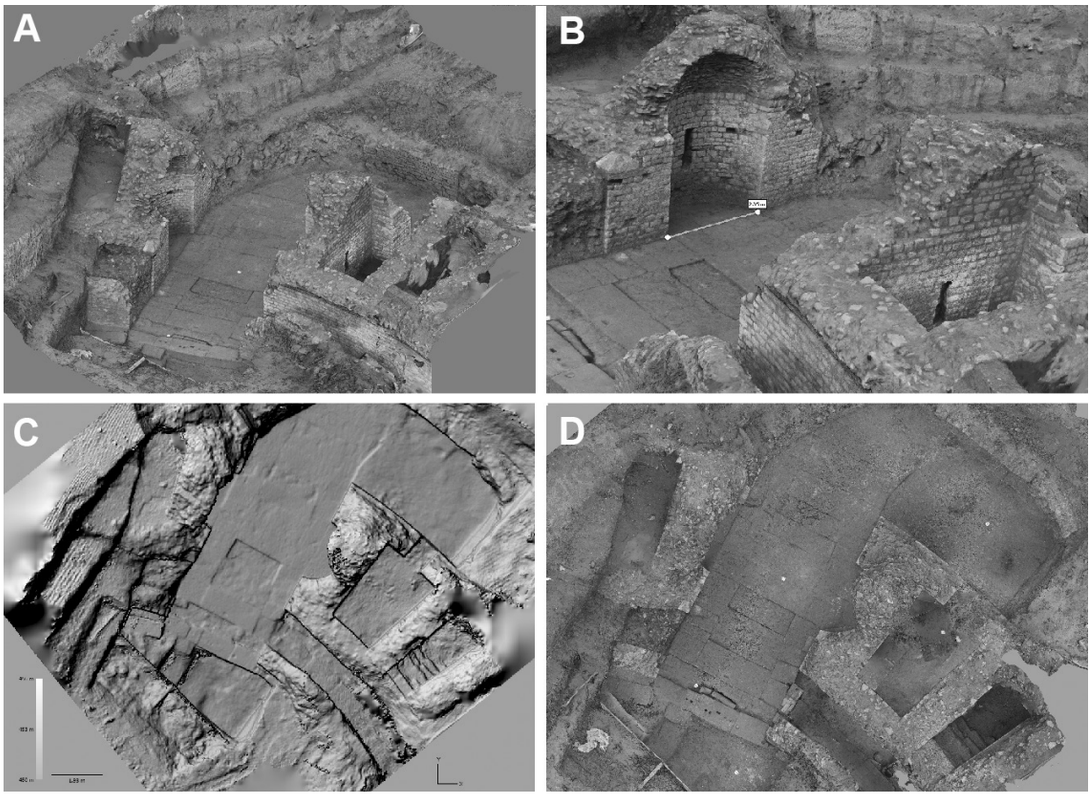

Fig. 44. – Esemplificazione del rilevamento fotogrammetrico dell'ingresso nord dell'anfiteatro elaborato con tecniche *Structure from Motion*: modello 3D "texturizzato" (A); misurazioni sul modello a "nuvola di punti" (B); modello digitale del terreno (DTM) con forte contrasto del microrilievo (C); ortofoto dell'area (D).

Fig. 45 – Ortofotomosaico dell'anfiteatro di Volterra al termine della campagna di scavo 2020.

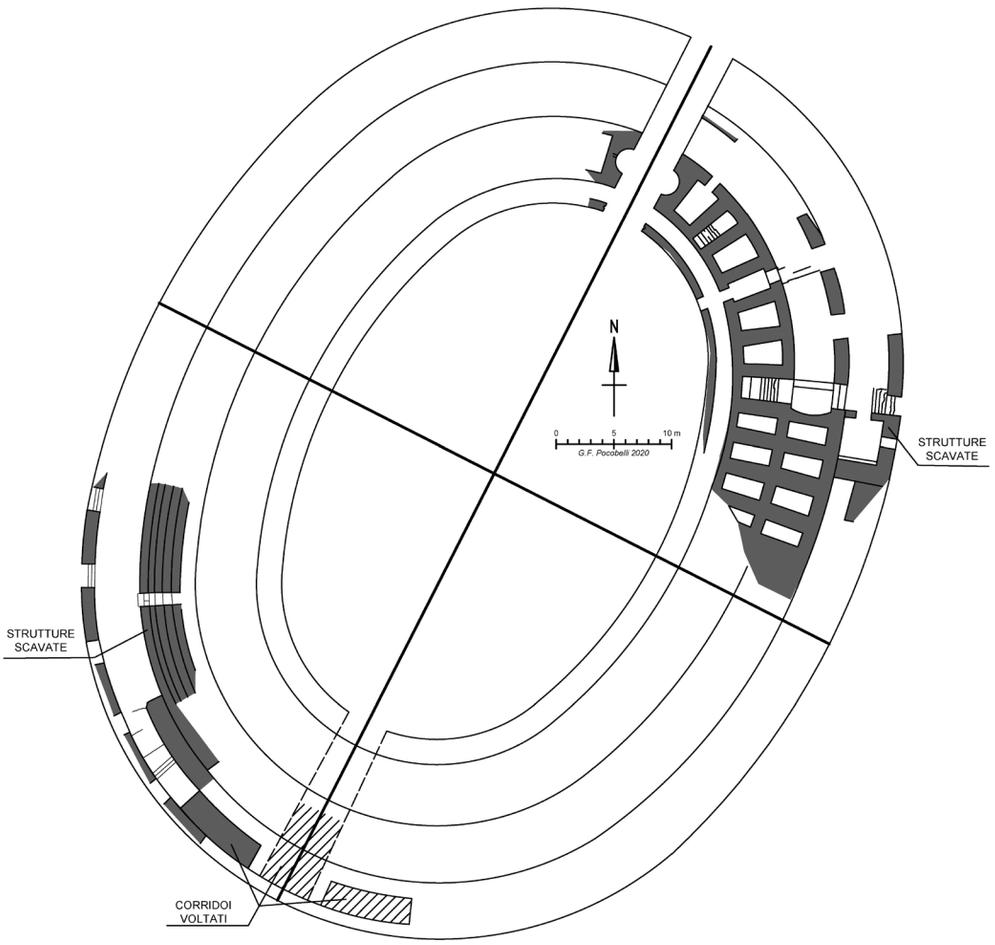

Fig. 46 – Planimetria delle strutture riportate alla luce (in grigio) ed ipotesi ricostruttiva della planimetria complessiva dell'anfiteatro.

4.2 Le analisi archeometriche

4.2.1 Le malte

La caratterizzazione delle malte storiche è tradizionalmente realizzata con diverse metodologie analitiche, sia metodi chimici che metodi mineralogici e petrografici. Nello specifico, la scelta delle tecniche analitiche più appropriate dipende dalle domande a cui si deve dare una risposta e dal quantitativo di materiale a disposizione(135).

In ambito archeologico lo studio archeometrico delle malte è rivolto all'individuazione delle materie prime, alla loro circolazione, alle tecnologie di realizzazione degli impasti, alla possibilità di effettuare studi di cronologia relativa ed assoluta(136).

In questo contributo sono stati utilizzati metodi propri della mineralogia e della petrografia allo scopo di identificare materie prime, tecnologie di produzione e differenze/similitudini tra gli impasti prodotti nelle diverse fasi costruttive(137). L'indagine petrografica, con-

(135) Pecchioni – Fratini – Cantisani 2018.
(136) Vettori *et al.* 2019; Miriello *et al.* 2018; Cardoso *et al.* 2014; Coutelas – Guyard – David 2000.
(137) Pecchioni – Fratini – Cantisani 2020.

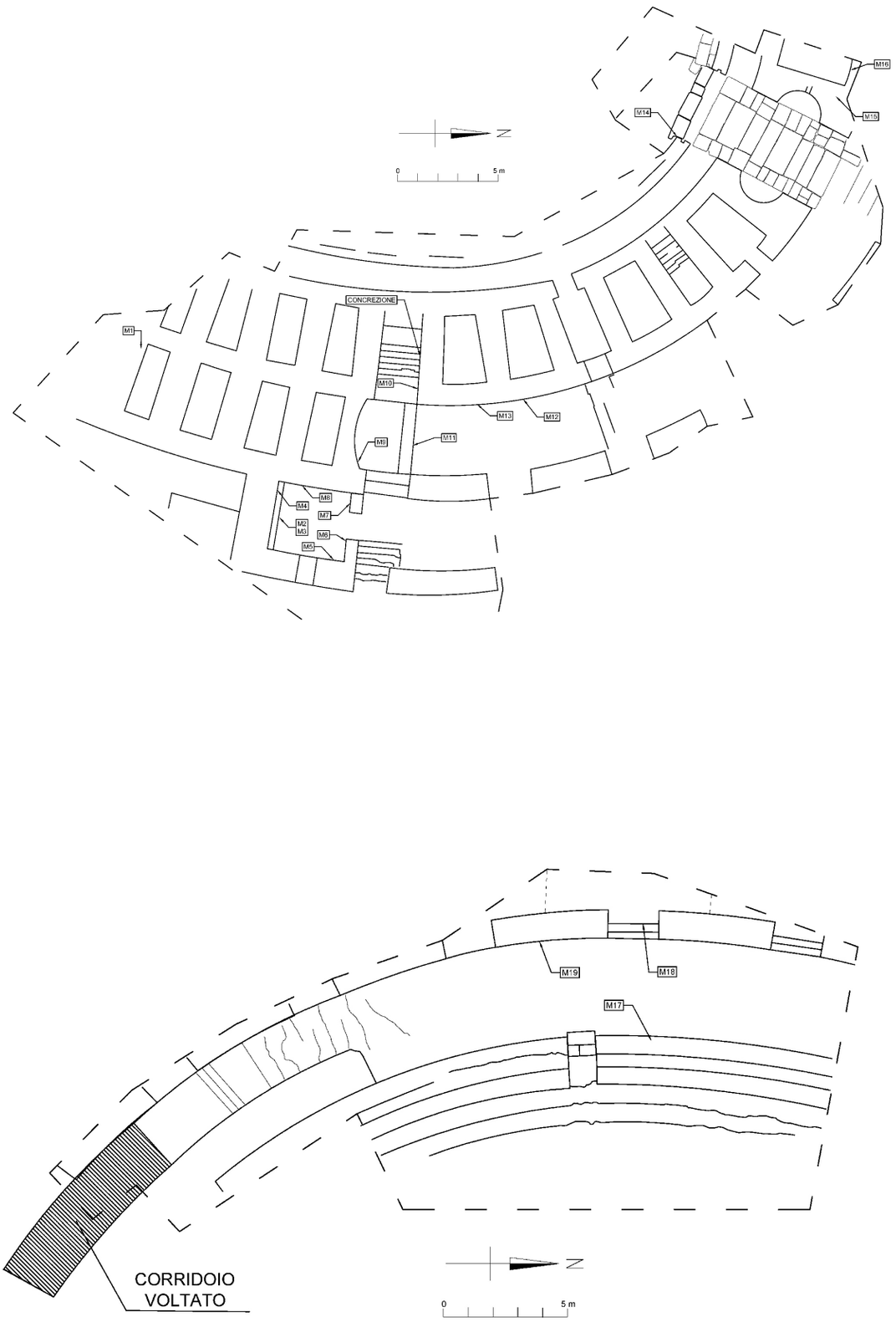

Fig. 47 – Localizzazione dei campioni di malta prelevati nel Saggio 1, in alto, e nel Saggio 2, in basso.

dotta mediante l'osservazione di sezioni sottili (spessore 30 micron) al microscopio ottico in luce polarizzata, consente di ottenere informazioni composizionali e tessiturali sia sulla frazione legante che su aggregato ed eventuali additivi. L'analisi diffrattometrica a raggi X effettuata sulle malte/intonaci permette principalmente la determinazione della composizione mineralogica, senza però distinguere tra componenti appartenenti al legante e/o all'aggregato, ma fornendo una composizione totale.

A pochi giorni dalla chiusura del cantiere (novembre 2020) sono stati campionati 19 frammenti di malta, prevalentemente di allettamento, 16 dal Saggio 1 e 3 dal Saggio 2 secondo le indicazioni fornite dagli archeologi sul cantiere (fig. 47), per effettuare una caratterizzazione delle materie prime e delle tecnologie impiegate per la loro preparazione. I campioni provenienti dal Saggio 1 sono stati realizzati con un impasto con legante a calce aerea, di aspetto, in sezione sottile, da micritico a microsparitico, con la caratteristica aggiunta di terra e di abbondante aggregato costituito da frammenti di rocce carbonatiche e granuli di composizione quarzoso-feldspatica. I componenti dell'aggregato hanno granulometria variabile e forma da sub angolare a sub arrotondata.

Queste malte sono piuttosto porose e caratterizzate dalla presenza di grumi di calce, riferibili a resti di cottura della pietra da calce e a porzioni di legante non ben amalgamato nell'impasto. Si rilevano anche fenomeni di ricristallizzazione di calcite nella porosità di alcuni campioni di malta ed intensi fenomeni di disgregazione a carico di un numero considerevole di campioni. Il rapporto legante/aggregato indica generalmente un impasto magro, ovvero caratterizzato dalla presenza abbondante di aggregato. Si riconoscono, in funzione dei punti di campionamento del Saggio 1, differenze ascrivibili allo stato di conservazione, al grado di selezione dell'aggregato, al rapporto tra frazione carbonatica e frazione silicatica e alla granulometria dell'aggregato. La validazione di queste differenze necessita di un ulteriore approfondimento di indagine acquisendo un maggior numero di campioni da analizzare, anche per fornire un supporto oggettivo sulla stratigrafia muraria dell'edificio. La composizione mineralogica delle malte riferibili a quest'area è data da calcite, quarzo, plagioclasi, K-feldspati, miche e minerali argillosi. Mentre la calcite è presente sia nella frazione legante che nell'aggregato (per la presenza di frammenti carbonatici), quarzo, plagioclasi, K-feldspati, miche e minerali argillosi sono riferibili alla sola frazione aggregato.

Le malte del Saggio 2, invece, differiscono dalle precedenti per la presenza di un legante a calce aerea più puro, la componente legata alla presenza di grumi di terra è più ridotta, l'aggregato è meno abbondante e mostra un arricchimento nella frazione carbonatica a grana media. La composizione mineralogica è simile a quella dei campioni del Saggio 1, ma si registra anche la presenza di dolomite, un carbonato doppio di calcio e magnesio, associata all'abbondante presenza di frammenti carbonatici nell'aggregato (fig. 48).

EMMA CANTISANI – SILVIA VETTORI

4.2.2 I MATERIALI ORGANICI[138]

Nel corso della campagna di indagini diagnostiche sui materiali provenienti dallo scavo dell'anfiteatro di Volterra, sono stati analizzati anche dei campioni di carbone provenienti dal focolare rinvenuto nel Saggio 1[139].

I campioni sono stati esaminati dopo aver asciugato il terriccio costituente il focolaio in stufa a 40° per sette giorni. Successivamente il materiale è stato vagliato con setaccio da 2,50 mm, operazione che ha permesso di recuperare una cinquantina di frammenti di carbone vegetale e un seme carbonizzato.

Per l'identificazione della specie legnosa, tra i 50 frammenti individuati, sono stati scelti i due campioni di maggiori dimensioni (8×2,5 mm. ca.) che sono stati osservati al micro-

(138) L'analisi è stata condotta in collaborazione con il dott. N. Macchioni del CNR-IBE.
(139) A2, US 1395.

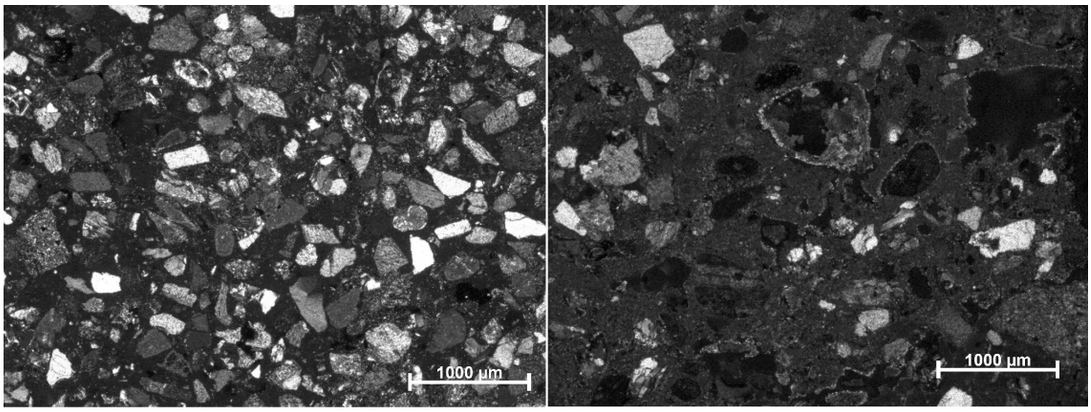

Fig. 48 – Immagini al microscopio ottico polarizzatore della sezione sottile del campione AdV_M2-Saggio 1 (sin) e del campione AdV_M19-Saggio 2 (des.). Le immagini sono state acquisite a nicols incrociati.

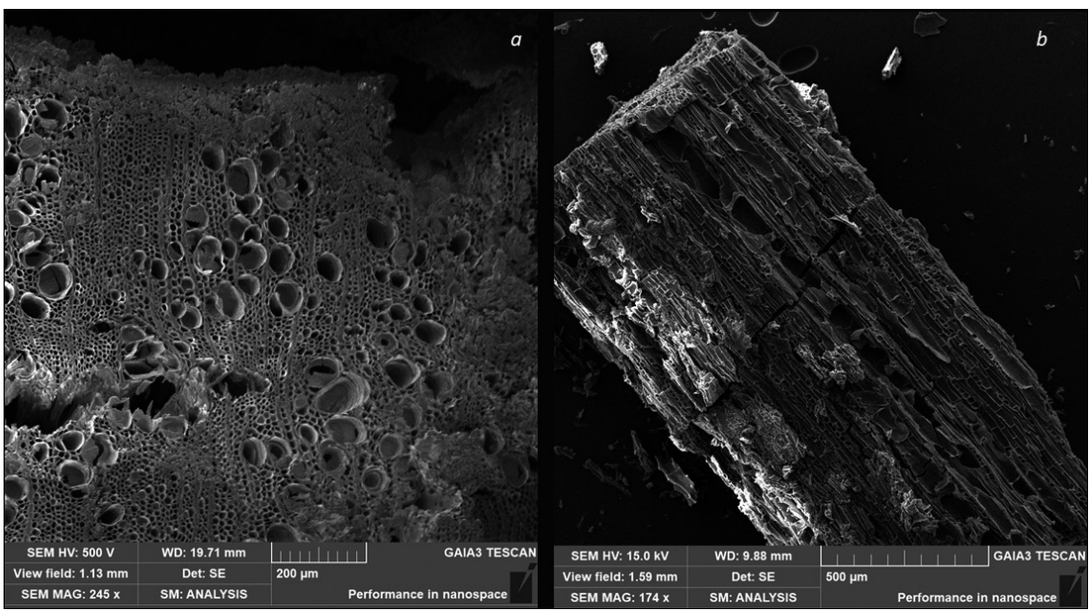

Fig. 49 – A sinistra è mostrata la sezione trasversale di uno dei campioni dove si osservano la presenza di raggi uniseriati appena visibili e di porosità semi-diffusa (*a*); a destra, in sezione longitudinale-tangenziale, sono visibili vasi con perforazione semplice e raggi eterogenei (*b*).

scopio elettronico (SEM Dual Beam Gaia 3 TESCAN) presso il Centro di Microscopie Elettroniche (CE.M.E.) del CNR (fig. 49).

La superficie dei frammenti è stata analizzata senza ricorrere necessariamente alla metallizzazione con oro e le caratteristiche anatomiche osservate sono state confrontate con i database di riferimento, gli esempi riportati in letteratura e gli atlanti del legno[140].

(140) NARDI BERTI 2006; https://insidewood.lib.ncsu.edu/

Le osservazioni delle caratteristiche anatomiche dei campioni di carbone hanno evidenziato che entrambi i frammenti appartengono alla famiglia delle *Salicaceae*, tuttavia non è stato possibile identificare il *genus* a causa delle dimensioni ridotte dei campioni.

Quella delle *Salicaceae* è una famiglia di angiosperme dicotiledoni (volgarmente denominate latifoglie) che comprende piante legnose (es. *Salix L., Populus L.*) diffuse nelle regioni temperate.

I legnami appartenenti alla famiglia delle *Salicaceae* sono molto utilizzati in Italia per la loro frequente disponibilità nel territorio. In letteratura è possibile riscontrare la loro utilizzazione sia in epoca romana(141) che in epoca successiva(142).

Sveva Longo – Nicola Macchioni

5. L'ATTIVITÀ DI RESTAURO

L'intervento di conservazione e restauro che ha interessato le strutture murarie, costituenti il corpo dell'anfiteatro romano di Volterra, ha avuto inizio durante la campagna di scavo 2019. In questa prima fase ha assunto la connotazione di "intervento di urgenza" in quanto lo scavo di tali strutture ha evidenziato l'imminente necessità di una messa in sicurezza delle parti più esposte, per poter far fronte alla stagione invernale e all'esposizione agli agenti atmosferici.

Nella campagna di scavo 2020, partendo da una conoscenza pregressa dei materiali costitutivi e delle tipologie di degrado presenti nel sito, è stata messa a punto una strategia più strutturata, formalizzata in un protocollo di intervento, in cui si evidenziavano le tipologie più comuni di degrado presenti e il trattamento proposto.

5.1 Materiali costitutivi e analisi dello stato di conservazione

Disgregazione delle malte: lo scavo ha messo in luce una complessa articolazione di strutture murarie, realizzate con la tecnica dell'*opus vittatum* a blocchetti, conservate, in molti casi, anche per diversi metri di altezza. I nuclei, in *opus caementicium*, rimasti esposti, sono costituiti da malte molto magre (povere di legante) e da frammenti, anche di notevoli dimensioni, di pietra locale, per lo più calcarenite di colore giallo (panchino volterrano) (fig. 50).

La conservazione dei nuclei di queste strutture murarie ha rappresentato uno degli aspetti più critici dell'intervento: le problematicità emerse erano da ricondurre, principalmente, a fattori quali la natura dei materiali costitutivi (le malte magre), le vicende pregresse al rinvenimento, l'abbandono, le spogliazioni, l'utilizzo del terreno negli anni a fini agricoli e, infine, l'esposizione diretta ad agenti atmosferici, successiva alla scoperta.

Biodeterioramento: come accade frequentemente in ambienti non confinati, anche in questo caso si è dovuta affrontare la questione relativa ad una corposa presenza di biodeteriogeni di varia natura, in particolar modo piante superiori che con i loro apparati radicali insistevano su strutture già di per sé molto fragili. L'alto tasso di umidità della zona e la scarsa esposizione di alcune aree al sole hanno favorito il proliferare di tali organismi ed hanno ostacolato notevolmente la loro completa eliminazione.

Mancanze: in questo contesto di scavo per "mancanze" si intendono aree, comunque circoscritte, nella struttura muraria, dove si è verificata una perdita di materiale costitutivo e tale perdita rappresenta una interruzione nella continuità dell'apparato murario. Si possono individuare principalmente due situazioni tipo: il caso di lacune di piccole dimensioni, in

(141) Giachi *et al.* 2017; Meiggs 1982.
(142) Dunkerton – Roy 1996.

7. ABBREVIAZIONI BIBLIOGRAFICHE

ADAM 2014 = J.-P. ADAM, *L'arte di costruire presso i romani. Materiali e tecniche*, Milano 2014[11] (1ª ed. 1988).

AMORE 2017 = R. AMORE, *Il cantiere storico attraverso le fonti iconografiche*, in *Eikonocity*, II, 2, 2017, pp. 89-105.

BALDASSARRI 2010 = M. BALDASSARRI, *Zecca e monete del Comune di Pisa, XII secolo - 1406*, Pisa 2010.

BALDINI 2016 = G. BALDINI, *Nota agli scavi nell'area Vallebuona-Portone,* in SORGE 2016, pp. 241-276.

BALDINI – SORGE 2019 = G. BALDINI – E. SORGE, *Antiche novità da Volterra,* in *RendPontAcc* CXI, 2018-2019 [2019], pp. 21- 66.

BASSO 2003 = P. BASSO, *Gli edifici di spettacolo nella città medievale*, in G. TOSI (a cura di), *Gli edifici per spettacoli nell'Italia romana*. I, Roma 2003, pp. 901-921.

BATTINI – SORGE 2016 = C. BATTINI – E. SORGE, *Dynamic management of survey data and archaeological excavation. The case of the amphiteatre of Volterra*, in *Scientific Research and Information Technology* 6.2, 2016, pp. 119-132.

BATTINI – SORGE 2017 = C. BATTINI – E. SORGE, *Amphitheater of Volterra: Case Study for the Representation of Excavation Data*, in *Studies in Digital Heritage* 1, 2, 2017, pp. 269-281.

BEHRINGER 2016 = W. BEHRINGER, *Storia culturale del clima. Dall'era glaciale al riscaldamento globale*, Torino 2016.

BELLESIA 2007 = L. BELLESIA, *Lucca. Storia e monete*, Serravalle 2007.

BELLI 2005 = M. BELLI, *Produzione circolazione consumo di manufatti metallici nella Toscana meridionale (sec. IX-XIV)*, Tesi di Dottorato, XVII Ciclo di Ricerca in Archeologia Medievale, Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, 2005.

BIAGGI 1992 = E. BIAGGI, *Monete e zecche medievali italiane dal sec. VIII al sec. XV*, Torino 1992.

BIANCHI 2003 = G. BIANCHI (a cura di), *Campiglia, un castello e il suo territorio,* Firenze 2003.

BIERBRAUER 1988 = V. BIERBRAUER, *Situazione della ricerca sugli insediamenti nell'Italia settentrionale in epoca tardo-antica e nell'alto medio evo (V-VII sec.). Fonti, metodo, prospettive*, in *ArchMed* 15, 1988, pp. 501-515.

BOMGARDNER 2000 = D.L. BOMGARDNER, *The Story of the Roman Amphitheatre*, London 2000.

BONETTO 2003 = J. BONETTO, *Gli edifici per spettacolo e la viabilità nelle città dell'Italia romana*, in G. TOSI (a cura di), *Gli edifici per spettacoli nell'Italia romana*, Roma 2003, pp. 923-939.

BONIFAY 2004 = M. BONIFAY, *Etudes sur la céramique romaine tardive d'Afrique*, Oxford 2004.

BRANDI 2000 = C. BRANDI, *Teoria del restauro*, Torino 2000[9] [1ª ed. 1963].

BRANDOLINI *et al.* 2020 = F. BRANDOLINI – M. CREMASCHI – A. ZERBONI – M. DEGLI ESPOSTI – G.S. MARIANI – S. LISCHI, *SfM-photogrammetry for fast recording of archaeological features in remote areas*, in *Archeologia e calcolatori* XXXI.2, 2020, pp. 33-45.

BUSCEMI 2007 = F. BUSCEMI, *Architettura e romanizzazione nella Sicilia di età imperiale: gli anfiteatri*, in *Archivio Storico Siracusano* s. III, XXI, 2007, pp. 7-53.

CAMPANELLA *et al*. 2011 = L. CAMPANELLA – A. CASOLI – M.P. COLOMBINI – R. MARINI BETTOLO – M. MATTEINI – L.M. MIGNECO – A. MONTENERO – L. NODARI – C. PICCIOLI – M. PLOSSI ZAPPALÀ – G. PORTALONE – U. RUSSO – M.P. SAMMARTINO, *Chimica per l'arte*, Bologna 2011.

CAMPOREALE 2010 = S. CAMPOREALE, *Archeologia dei cantieri in età romana*, in *Archeologia dell'architettura* XV, 2010, pp. 171-180.

CANEVA – NUGARI – SALVADORI 2007 = G. CANEVA – M.P. NUGARI – O. SALVADORI, *La biologia vegetale per i beni culturali. Biodeterioramento e Conservazione.* I, Firenze 2007.

CANTINI 2003 = F. CANTINI, *Il castello di Montarrenti. Lo scavo archeologico (1982-1987). Per la storia della formazione del villaggio medievale in Toscana (secc. VII-XV)*, Firenze 2003.

CANTINI – FATIGHENTI – TUMBIOLO 2018 = F. CANTINI – B. FATIGHENTI – G. TUMBIOLO, *Ceramiche e merci a Volterra tra la tarda Antichità e il Cinquecento. Note preliminari di uno studio in corso*, in M.G. BEVILACQUA – M. PASQUINUCCI (a cura di), *Laboratorio Universitario Volterrano* XVIII, 2015-2016 [2018], pp. 77-84.

CARDOSO *et al.* 2014 = I. CARDOSO – M.F. MACEDO – F. VERMEULEN – C. CORSI – A. SANTOS SILVA – L. ROSADO – A. CANDEIAS – J. MIRAO, *A Multidisciplinary approach to the study of archaeological mortars from the Town of Ammaia in the Roman Province of Lusitania (Portugal): archaeological mortars from the Roman town of Ammaia (Lusitania, Portugal)*, in *Archaeometry* 56.1, 2014, pp. 1-24.

CASTIGLIA 2020 = G. CASTIGLIA, *Topografia Cristiana della Toscana centro-settentrionale (Città e campagne dal IV al X secolo)*, Città del Vaticano 2020.

Capezzuoli 2013 = E. Capezzuoli, *Il patrimonio di travertini e calcareous tufa in Toscana*, in *RendOnlineSocGeolIt* XXVII, 2013, pp. 31-41.

Chellini 1997 = R. Chellini, *La romanizzazione nel territorio volterrano*, in G. Maetzke (a cura di), *Aspetti della cultura di Volterra etrusca fra l'età del ferro e l'età ellenistica e contributi della ricerca antropologica alla conoscenza del popolo etrusco*. Atti del XIX Convegno di Studi Etruschi ed Italici, Volterra 15-19 ottobre 1995, Firenze 1997, pp. 379-394.

Ciampoltrini 1998 = G. Ciampoltrini, *L'orciolo e l'olla. Considerazioni sulle produzioni ceramiche in Toscana fra VI e VII secolo*, in L. Saguì (a cura di), *Ceramiche in Italia: VI-VII secolo*, Firenze 1998, pp. 289-304.

Ciampoltrini 2016 = G. Ciampoltrini, *L'anfiteatro romano di Lucca. Cronache di ordinaria tutela*, Bientina 2016.

Coutelas – Guyard – David 2000 = A. Coutelas – L. Guyard – C.H. David, *Pétroarchéologie de mortiers gallo-romains, Application de méthodes analytiques à l'étude des thermes du Vieil-Évreux (Eure)*, in *Les nouvelles de l'archéologie* 81, 2000, pp. 31-36.

Cucini 1989 = C. Cucini, *L'insediamento altomedievale del Podere Aione (Follonica – GR),* in *ArchMed*,XVI, 1989, pp. 499-512.

Dadà 2005 = M. Dadà, *Reperti metallici e di uso militare* in S. Gelichi – A. Alberti, *L'aratro e il calamo. Benedettini e Cistercensi sul Monte Pisano. Dieci anni di archeologia a San Michele alla Verruca*, San Giuliano Terme 2005, pp. 361-382.

Dadea 2006 = M. Dadea, *L'anfiteatro romano di Cagliari*, Sassari 2006.

d'Aquino 2016 = V. d'Aquino, *Fra Vallebuona e Porta Diana. Nota sull'identità romana del quartiere a nord dell'acrocoro volterrano*, in Sorge 2016, pp. 246-249.

Dattolo 2008 = A. Dattolo, *Il riuso dell'anfiteatro di Herdonia nel contesto dell'Italia meridionale. Una rilettura dopo quarant'anni*, in G. Volpe – D. Leone (a cura di), *Ordona XI. Ricerche archeologiche a Ordona*, Bari 2008, 463-537.

De Gattis 2016 = G. De Gattis, *Archeologia preventiva "rivoluzione copernicana" e "uovo di Colombo". L'esperienza valdostana*, in M.C. Ronch – C. De Davide (a cura di*), Alt(r) i popoli Falisci/Celti*, Catalogo della Mostra (Museo Archeologico Regionale di Aosta 2015-2016), Aosta 2016, pp. 17-19.

De Luca – Farinelli 2002 = D. De Luca – R. Farinelli, *Archi e balestre. Un approccio storico alle armi da tiro nella Toscana meridionale (secc. XIII-XIV)* in *ArchMed* XXIX, pp. 455-483.

De Marchi 1999 = M. De Marchi, *Reperti metallici e miscellanea* in G.P. Brogiolo (a cura di), *S. Giulia di Brescia gli scavi dal 1980 al 1992*, Firenze 1999.

D'Eredità 2020 = A. D'Eredità, *Il rilievo fotogrammetrico di Doclea, in Archeologia e calcolatori* XXXI.1, 2020, pp. 213-230.

De Vingo 2007 = P. De Vingo, *Ceramica da cucina e da dispensa a Sarzana tra Medioevo e prima età moderna*, in *La ceramica da fuoco e da dispensa nel basso medioevo e nella prima età moderna (secoli XI-XVI)*. Atti del XXXIX Convegno Internazionale della Ceramica, Savona, 26-27 maggio, 2006, Firenze 2007, pp. 37-52.

Doglioni 2002 = F. Doglioni, *Ruolo e salvaguardia delle evidenze stratigrafiche nel progetto e nel cantiere di restauro*, in *Arqueología de la architectura* 1, 2002, pp. 113-130.

Dunkerton – Roy 1996 = J. Dunkerton – A. Roy, *The materials of a group of late fifteenth-century Florentine panel paintings*, in *National Gallery Technical Bullettin* 17, 1996, pp. 20-31.

Duvernoy – Rosin 2015 = S. Duvernoy – P.L. Rosin, *The Compass, the Ruler and the Computer: An Analysis of the Design of the Amphitheatre of Pompeii*, in K. Williams – M.J. Ostwald (eds), *Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future*, Basel 2015, pp. 525-540 [DOI: 10.1007/978-3-319-00143-2_36].

Eschenlor – Friedli – Robert-Charrue – Senn 2007 = L. Eschenlor – V. Friedli – L.C. Robert-Charrue – M. Senn, *Develier-Courtételle, Un habitat rural mérovingien*, 2. *Métallurgie du fer et mobilier métallique*, (Cahiers d'archéologie jurassienne, 14), Porrentruy 2007.

Fabiani – Ghizzani Marcìa – Gualandi 2013 = F. Fabiani – F. Ghizzani Marcìa – M.L. Gualandi, *Dai metodi alla storia: Pisa in età romana e tardoantica*, in F. Anichini – N. Dubbini – G. Gattiglia – M.L. Gualandi (a cura di), *Mappa. Metodologie applicate alla predittività del potenziale archeologico. II*, Roma 2013.

Fabbri 2009 = J. Fabbri, *L'attrezzatura ceramica di un insediamento fortificato nell'Amiata altomedievale: il contesto di Castel Vaiolo (Arcidosso – GR)*, in *Amiata, Storia e Territorio* 60, 2009, pp. 5-18.

Fiesole 1990 = G. De Marinis (a cura di), *Archeologia urbana a Fiesole. Lo scavo di via Marini, via Portigiani*, Firenze 1990.

Filippi 2007 = M. Filippi, *La ceramica dipinta tarda del centro storico di Empoli: i rinvenimenti "Montefiori" e Piazza della Propositura*, in *Milliarium* VII, 2007, pp. 16-27.

Francovich – Parenti 1987 = R. Francovich – R. Parenti (a cura di), *Rocca San Silvestro e Campiglia. Prime indagini archeologiche*, Firenze 1987.

Frontoni 1997 = R. Frontoni, *Anfiteatro di Tivoli (relazione preliminare)*, Tivoli 1997.

Fuchs 2020 = W. Fuchs, *Confronting Vitruvius: A geometric framework and design methodology for Roman rectangular temples*, in *JRA* 33, 2020 pp. 93-112 [DOI:10.1017/S1047759420000938].

Fuchs 2021 = W. Fuchs. *A study of the geometric and architectural composition of the Roman theater in Volterra* in M. Bonamici – E. Sorge (a cura di), *Velathri-Volaterrae. La città etrusca e il municipio romano.* Atti del Convegno di Studi, Volterra, 21-22 settembre 2017, Firenze 2021.

Fumo 2010 = A. Fumo, *Le ceramiche rivestite di rosso della villa di Aiano-Torraccia di Chiusi (San Gimignano, Siena): uno studio archeologico e archeometrico*, in *Fold&r – Fasti On Line Documents & Reserarch* 178, 2010, pp. 1-37.

Gagliardi 2012 = V. Gagliardi, *La ceramica medievale*, in F. Donati (a cura di), *La villa romana dei Cecina a San Vincenzino (Livorno). Materiali dello scavo e aggiornamenti sulle ricerche*, Pisa 2012, pp. 646-655.

Galli – Pisani Sartoro 2009 = M. Galli – G. Pisani Sartoro (a cura di), *Machina. Tecnologia dell'antica Roma*, Catalogo della mostra (Roma 2009-2010), Roma 2009.

Galli *et al.* 2019 = M. Galli – M. Griffo – C. Inglese – T. Ismaelli, *Vecchi scavi e nuove tecnologie: primi risultati del Progetto Basilica Iulia,* in *Archeologia e calcolatori* XXX, 2019, pp. 229-249.

Giachi *et al*. 2017 = G. Giachi – C. Capretti – S. Lazzeri – L. Sozzi – S. Paci – M. Mariotti Lippi – N. Macchioni, *Identification of wood from roman ships found in the docking site of Pisa (Italy)*, in *Journal of Cultural Heritage* 23, 2017, pp. 176-184.

Giarante – Limido – Sissia 2013 = A. Giarante, – M. Limido – A. Sissia, *I denari della zecca di Lucca. Dal periodo ottoniano ai comuni*, in *Il giornale della numismatica* 13, 2013, pp. 33-41.

Giardina 1986 = A. Giardina (a cura di), *Società romana e Impero tardoantico. Roma: politica, economia, paesaggio urbano*. 2, Roma-Bari 1986.

Giuliani 2001 = F.C. Giuliani, *Alcune osservazioni in margine dell'anfiteatro campano*, in R. Cioffi Martinelli – S. Quilici Gigli – N. Barrella (a cura di), *Beni culturali in Terra di Lavoro. Prospettive di ricerca e metodi di valorizzazione*. Atti del convegno, S. Maria Capua Vetere 9-10 dicembre 1998, Napoli 2001, pp. 33-40.

Giuliani 2018 = F.C. Giuliani, *L'edilizia nell'antichità.* Roma 2018².

Golvin 1988 = J.-C. Golvin, *L'Amphithéâtre romain: Essai sur la théorisation de sa forme et de ses fonctions*, Paris 1988.

Grassi – Liguori 2004 = F. Grassi – S. Liguori, *Per un preliminare catalogo dei reperti ceramici: i contesti di ante X-XI secolo*, in G. Bianchi (a cura di), *Castello di Donoratico. I risultati delle prime campagne di scavo (2000-2002)*, Firenze 2004, pp. 115-138.

Halbout – Pilet – Vaudour 1987 = P. Halbout – C. Pilet – C. Vaudour, *Corpus des objets domestiques et des armes en fer de Normandie, du I^er^ au XV^e^ siècle*, in *Cahier des Annales de Normandie* 20, 1986 [1987].

Hufschmid 2009 = T. Hufschmid, *Amphitheatrum in Provincia et Italia, Architektur und Nutzung roemischer Amphiteater von Augusta Raurica bis Puteoli* 43/1-3, Augst 2009.

Lazzarini – Tabasso 2010 = L. Lazzarini – M.L. Tabasso, *Il restauro della pietra*, Milano 2010.

Limongiello *et al.* 2016 = M. Limongiello – A. Santoriello – G. Schirru – R. Bonaudo – S. Barba, *The Amphitheatre of Avella: from its origin to digital*. Proceeding of IMEKO, International Conference on Metrology and Cutural Heritage, Torino, 19-21 ottobre 2016, https://www.researchgate.net/publication/334364166_The_Amphitheatre_of_Avella_from_its_origin_to_digital.

Lugaresi 2005 = L. Lugaresi, *Tertulliano e la fondazione del discorso cristiano sugli spettacoli*, in *Rivista di Storia del Cristianesimo* 2, 2005, pp. 357-407.

Lugaresi 2008a = L. Lugaresi, *Il teatro di Dio. Il problema degli spettacoli nel cristianesimo antico (II-IV secolo)*, Brescia 2008.

Lugaresi 2008b = L. Lugaresi, *Regio aliena. L'atteggiamento della chiesa verso i luoghi di spettacolo nella città tardo-antica*, in Ch. Landes – J.-M. Carrié (éds), *Jeux et spectacles dans l'Antiquité tardive*. Table ronde internationale, Paris, 19-20 novembre 2007, in *Antiquité Tardive* 15, 2007 [2008], pp. 21-34.

Lugli 1957 = G. Lugli, *La tecnica edilizia dei Romani*, Bari 1957.

Maggi 2017 = S. Maggi, *Anfiteatri e città nella Cisalpina romana (dall'antichità al contemporaneo)*, Pavia 2017.

Mannoni 1975 = T. Mannoni, *La ceramica medievale a Genova e nella Liguria (1968-1969)*, in *Studi Genuensi* VII, Bordighera 1975.

Martines 1998-1999 = G. Martines, *Macchine da cantiere per il sollevamento dei pesi, nell'antichità, nel Medioevo, nei sec. XV e XVI*, in *Annali di architettura* 10-11, 1998-1999, pp. 261-275.

Matteini – Moles 2007 = M. Matteini – A. Moles, *La chimica nel restauro. I materiali dell'opera pittorica*, Firenze 2007.

Meiggs 1982 = R. Meiggs, *Trees and Timber in the Ancient Mediterranean World*, Oxford 1982.

Menchelli 1993 = S. Menchelli, *Ceramica medievale priva di rivestimento*, in S. Bruni (a cura di), *Piazza Dante: uno spaccato di storia pisana*, Pontedera 1993, pp. 473-524.

Menchelli 2005 = S. Menchelli, *Vasi comuni nella Tuscia settentrionale costiera. Aspetti regionali ed apporti mediterranei*, in *Rei Cretariae Romanae Fautorum Acta* 39, 2005, pp. 109-118.

Menchelli – Pasquinucci 2012 = S. Menchelli – M. Pasquinucci, *Ceramiche con rivestimento rosso nella Tuscia settentrionale*, in *Rei Cretariae Romanae Fautorum Acta* 42, 2012, pp. 229-237.

Miriello *et al.* 2018 = D. Miriello – A. Bloise – G.M. Crisci – R. De Luca – B. De Nigris – A. Martellone – M. Osanna – R. Pace – A. Pecci – N. Ruggieri, *New compositional data on ancient mortars and plasters from Pompeii (Campania – Southern Italy): archaeometric results and considerations about their time evolution*, in *Materials Characterization* 146, 2018, pp. 189-203.

Munzi 1994 = M. Munzi, *Due bolli dei Caecinae dal teatro di Volterra. Un contributo per un nuovo console suffetto nell'anno 13 d.C.*, in Munzi – Terrenato, *Epigrafia della produzione e della distribuzione*. Actes de la VIIe Rencontre franco-italienne sur l'épigraphie du monde romain, Rome, 5-6 juin 1992, Roma 1994, pp. 385-395.

Munzi 2000 = M. Munzi, *Il teatro romano tra stratigrafia ed architettura,* in Munzi – Terrenato 2000, pp. 23-61.

Munzi – Terrenato 2000 = M. Munzi – N. Terrenato (a cura di), *Volterra. Il Teatro e le Terme,* Firenze 2000.

Nardi Berti 2006 = R. Nardi Berti, *La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego* (2. ed. a cura di S. Berti – M. Fioravanti – N. Macchioni), Firenze 2006.

Pecchioni – Fratini – Cantisani 2018 = E. Pecchioni – F. Fratini – E. Cantisani, *Le malte antiche e moderne tra tradizione e innovazione*, Bologna 2018.

Pecchioni – Fratini – Cantisani 2020 = E. Pecchioni – F. Fratini – E. Cantisani, *Atlante delle malte antiche in sezione sottile al microscopio ottico*, Firenze, 2020.

Pizzigati 2019a = A. Pizzigati, *Per una filologia frontescenica del teatro romano di Volterra (PI) tra ipotesi architettoniche e novità storiche*, in *Marmora*, 15, 2019, pp. 67-121.

Pizzigati 2019b = A. Pizzigati, *Volaterrani in Germania*, in *Rassegna Volterrana* XCVII, 2019, pp. 25-52.

Rea 2002 = R. Rea, *L'Anfiteatro dal 411 al 526: da Onorio e Teodosio II a Teoderico*, in R. Rea (a cura di), *Rota Colisei*, Milano 2002, pp. 126-139.

Rea 2009 = R. Rea, *Prima dell'anfiteatro e dopo il Colosseo*, in F. Coarelli (a cura di), *Divus Vespasianus, il bimillenario dei Flavi.* Catalogo della mostra (Milano 2009), Milano 2009, pp. 136-151.

Rea 2019 = R. Rea, *Il Colosseo*, Milano 2019.

Rosin – Trucco 2005 = P.L. Rosin – E. Trucco, *The Amphitheatre Construction Problem*, in *Rileggere L'Antico*. Incontro Internazionale di Studi, Roma, 13-15 dicembre 2004, Roma 2005.

Schönwiese 1995 = Ch.-D. Schönwiese, *Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognose*, Berlin 1995.

Sciacchitano 1999 = E. Sciacchitano, *Il Colosseo. Geometria dell'impianto*, in *Disegnare idee immagini*, X, 18-19, 1999, numero dedicato M. Docci (a cura di), *Il Colosseo: studi e ricerche*, pp. 107-116.

Sorge 2016 = E. Sorge (a cura di), *La scoperta dell'Anfiteatro di Volterra,* in *Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana. Saggi*, 11/2015 [2016], pp. 241-276.

Sorge – d'Aquino 2019 = E. Sorge – V. d'Aquino, *L'anfiteatro che non c'era. Storia di una scoperta*, in P. Storchi – G. Mete (a cura di), *Giochi e spettacoli nel mondo antico: problematiche e nuove scoperte*. Atti del Convegno Internazionale, Reggio Emilia, 24 marzo 2018, Roma 2019, pp. 39-52.

Soriano 2018 = F. Soriano, *Dopo l'anfiteatro: i dati di scavo*, in P. Basso (a cura di), *L'anfiteatro di Aquileia. Ricerche d'archivio e nuove indagini di scavo*, Mantova 2018, pp. 101-113.

Soricelli 2009 = G. Soricelli, *Riusi e reimpieghi dell'edificio. 3.1. Periodo 3: V-VII secolo*, in G. Soricelli – E.A. Stanco (a cura di), *Alife. L'anfiteatro Romano,* Piedimonte Matese 2009, pp. 53-54.

Terrenato 1988 = N. Terrenato, *Tam Firmum Municipium: The Romanization of Volterrae and Its Cultural Implications*, in *JRS* 88, 1988, pp. 94-114.

Terrenato 2000 = N. Terrenato, *Vallebuona e la romanizzazione di Volterra*, in Munzi – Terrenato 2000, pp. 195-198.

Tosi 2003 = G. Tosi, *Gli edifici per spettacoli nell'Italia romana,* Roma 2003.

Travaini 2000 = L. Travaini, *Aree monetarie e organizzazione delle zecche nella Toscana dei secoli XII e XIII*, in A. Duccini – P. Francesconi (a cura di), *L'attività creditizia nella Toscana comunale*. Atti del Convegno di Studi, Pistoia - Colle di Val d'Elsa, 26-27 settembre, 1998, Castelfiorentino 2000, pp. 25-42.

Trevisan 1999 = C. Trevisan, *Sullo schema geometrico costruttivo degli anfiteatri romani: gli esempi di Colosseo e dell'Arena di Verona*, in *Disegnare idee immagini*, X, 18-19, 1999, numero dedicato M. Docci (a cura di), *Il Colosseo: studi e ricerche*, pp. 117-132.

Valenti 1992 = M. Valenti, *Il villaggio fortificato di Poggio Bonizio. Rapporto preliminare 1991*, in C. Acidini Luchinat – L. Marchetti – G. Morolli (a cura di), *L'architettura di Lorenzo il Magnifico*, Cinisello Balsamo 1992, pp. 227-234.

Valenti 1994 = M. Valenti, *Forme abitative e strutture materiali dell'insediamento in ambito rurale toscano tra tardoantico e altomedioevo*, in G.P. Brogiolo (a cura di), *Edilizia residenziale tra V e VII secolo*. IV seminario sul tardoantico e sull'altomedioevo in Italia centrosettentrionale (Montebarro - Galbiate, 2-4 settembre, 1994), Mantova 1994, pp. 179-190.

Valenti 1995 = M. Valenti, *Carta archeologica della Provincia di Siena*. I, *Il Chianti senese (Castellina in Chianti, Castelnuovo Berardenga, Gaiole in Chianti, Radda in Chianti)*, Siena 1995.

Vettori *et al.* 2019 = S. Vettori – S. Bracci – E. Cantisani – C. Conti – M. Ricci, *Archaeometric and archaeological study of painted plaster from the Church of St. Philip in Hierapolis of Phrygia (Turkey)*, in *JASc* 24, 2019, pp. 869-878.78.

Ville 1979 = G. Ville, *Religion et politique: comment on pris fin les combats de gladiateurs*, in *AnnEconSocCiv* 34, 1979, pp. 651-671.

von Hessen 1971 = O. Von Hessen, *Die langobardische funde aus dem Graberfeld von Testona (Moncalieri/Piemont)*, (Memorie dell'Accademia delle scienze di Torino, serie IV, 23), Torino 1971.

Welch 2007 = K.E. Welch, *The Roman Amphitheatre. From its Origin to the Colosseum*, Cambridge 2007.

Wilson Jones 1993 = M. Wilson Jones, *Designing amphitheatres*, in *RM* 100, 1993, pp. 391-441.

Wilson Jones 2009 = M. Wilson Jones, *The setting out of Amphitheatres; Ellipse or Oval? Questions Answered and Not Answered*, in T. Wilmott (ed.), *Roman Amphitheatres and Spectacula: a 21st-Century Perspective*. Papers from an international conference, Chester, 16t-18th February 2007, Oxford 2009, pp. 5-14.