



THIASOS

RIVISTA DI ARCHEOLOGIA E ARCHITETTURA ANTICA

2020, n. 9.1

«THIASOS» Rivista di archeologia e architettura antica
Direttore: Giorgio Rocco
Comitato di Direzione: Monica Livadiotti (vice-Direttore), Roberta Belli Pasqua, Luigi Maria Calì,
Redazione: Davide Falco, Antonello Fino, Chiara Giatti, Antonella Lepone, Giuseppe Mazzilli, Valeria Parisi, Rita Sassu
Anno di fondazione: 2011

PAOLO MONTANARI, Aqua Marcia: *per il cocchiopesto un'applicazione sperimentale*

Il contenuto risponde alle norme della legislazione italiana in materia di proprietà intellettuale ed è di proprietà esclusiva dell'Editore ed è soggetta a copyright.

Le opere che figurano nel sito possono essere consultate e riprodotte su supporto cartaceo o elettronico con la riserva che l'uso sia strettamente personale, sia scientifico che didattico, escludendo qualsiasi uso di tipo commerciale.

La riproduzione e la citazione dovranno obbligatoriamente menzionare l'editore, il nome della rivista, l'autore e il riferimento al documento. Qualsiasi altro tipo di riproduzione è vietato, salvo accordi preliminari con l'Editore.

Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l., via Ajaccio 41-43, 00198 Roma (Italia)
<http://www.edizioniquasar.it/>

ISSN 2279-7297

Tutti i diritti riservati

Come citare l'articolo:

P. MONTANARI, Aqua Marcia: *per il cocchiopesto un'applicazione sperimentale*
Thiasos 9.1, 2020, pp. 135-152

Gli articoli pubblicati nella Rivista sono sottoposti a referee nel sistema a doppio cieco.



AQUA MARCIA: PER IL COCCIOPESTO UN'APPLICAZIONE SPERIMENTALE

Paolo Montanari

Keywords: *Aqua Marcia*, cocchiopesto, *opus quadratum*, *opus signinum*, Roman Campagna, *trullissatio testacea*, cistern, Cisterna Vaglieri, clay

Parole chiave: *Aqua Marcia*, cocchiopesto, *opus quadratum*, *opus Signinum*, Campagna Romana, *trullissatio testacea*, cisterna, Cisterna Vaglieri, argilla

Abstract:

A recent analysis of the Aqua Marcia situated into the Parco degli Acquedotti of Rome (July-September 2019), near the Casale di Roma Vecchia, has led to the discovery of a new use of cocchiopesto. In addition to the cocchiopesto coating applied to the specus, Roman architects of the 2nd cent. BC used the same mixture of tile fragments of pozzolana, lime and sand for a different purpose: creating a further waterproofing system. Along the short side of every block of the duct, into the middle, rises a vertical groove filled with cocchiopesto. As a matter of fact, this work belongs to the first phase of the aqueduct (144 BC) and seems to represent the oldest manifestation of this particular use in an opus quadratum monument. Both the Aqua Appia and the Anio Vetus, to the best of our knowledge, do not display this construction technique. Although the cocchiopesto made its appearance long time before, as shown, for example, in Latium Vetus, by the Segni Project, we can argue that the Aqua Marcia presents a revolutionary solution: the use of cocchiopesto within the flutes, added to the linings of the channel, gave the work an extra waterproofing power.

Una recente indagine sul tratto di Aqua Marcia conservato nel Parco degli Acquedotti, condotta dal luglio al settembre 2019, ha portato alla scoperta di un nuovo uso del cocchiopesto. In aggiunta al manto di cocchiopesto di cui è rivestito lo specus, gli architetti romani del II secolo a.C. usarono la medesima miscela di frammenti di tegole, pozzolana e sabbia per un differente scopo: realizzare un ulteriore sistema impermeabilizzante. Lungo le facce laterali di contatto di ogni concio murario del condotto, verticalmente, al centro, corre un incavo riempito di cocchiopesto. Senza dubbio, tale tecnica edilizia appartiene alla prima fase edilizia dell'acquedotto (144 a.C.) e sembra costituire la sua più antica attestazione in monumenti in opus quadratum. Sia l'Aqua Appia sia l'Anio Vetus, per quel che si sa, non presentano quest'applicazione. Quantunque il cocchiopesto abbia fatto la sua comparsa molto tempo prima, come dimostrato, ad esempio, nel Latium Vetus dal Segni Project, possiamo sostenere che l'Aqua Marcia offre una rivoluzionaria soluzione: l'uso del cocchiopesto all'interno degli incavi, aggiunto al rivestimento dello specus, garantì all'infrastruttura un eccezionale potere impermeabilizzante.

Lungo un cospicuo tratto di *Aqua Marcia*, che si conserva nel Parco degli Acquedotti, m 70 circa a Nord-Est del Casale di Roma Vecchia, nel corso di un'indagine, condotta tra il luglio e il settembre 2019¹, si è avuto modo di esaminare un'inusuale applicazione del cocchiopesto all'interno dello *specus* dell'infrastruttura, lungo scanalature tagliate verticalmente al centro della faccia verticale di contatto dei blocchi. Si tratta del punto in cui l'opera pubblica, condotta dal pretore *Q. Marcius Rex*, riemerge su bassi archi diretta verso una località chiamata *Spes Vetus*².

¹ Un sentito ringraziamento va a Cairolì Fulvio Giuliani per i consigli relativi all'uso di questa particolare tecnica edilizia. Sono state inoltre preziose le indicazioni inerenti ai sistemi di costruzione degli acquedotti fornite dall'ing. Franco Boschi, Ufficiale idraulico delle opere idrauliche della Val di Chiana. Prezioso infine il contributo di Mimmo De Crescenzo per aver reso possibili gli scatti via drone. Assai utili, infine, le prime indicazioni fornite di Simona Morretta

relativamente alla scoperta di un acquedotto repubblicano sotto piazza Celimontana, in attesa della pubblicazione scientifica.

² Questo è il tratto, sopraterra, dell'acquedotto che Frontino descrive *opere arcuato* (Frontino, *De aquaeductu urbis Romae* 7,8 nell'edizione DEL CHICCA 2004) con una portata alla sorgente di m³ 187.600. Di qui, fino all'Esquilino, l'*Aqua Marcia* correrà insieme alla *Tepula* e alla *Iulia*. Queste ultime due opere, tuttavia, sono scomparse relativamente



Fig. 1. *Aqua Marcia* nel Parco degli Acquedotti, AREA 1 (elaborazione dell'A., 2019, da Google Maps).

Un tempo correvano, sui medesimi archi della *Marcia*, anche le *Aquae Tepula* e *Iulia*, successive e costruite comunque mediante tecniche edilizie differenti; oggi queste ultime risultano quasi ovunque distrutte³. La conferma è nel fatto che ortostati contraddistinti dalla presenza di scanalature, identici a quelli *in situ*, giacciono sparsi nell'area ad Ovest dell'acquedotto accanto ad un ameno laghetto d'origine medievale pensato, lungo il corso dell'Acqua Mariana, per l'abbeveramento del bestiame (figg. 1, 16)⁴. La stessa tecnica edilizia è stata riscontrata anche in un secondo tratto

al Parco degli Acquedotti. In merito all'*Aqua Marcia*: ASHBY 1991, pp. 109-192 (dalle sorgenti di Marano Equo fino a Roma); CATTALINI 1986; RONCAIOLI LAMBERTI 1986; PISANI SARTORIO 1986; CATTALINI 1993, pp. 67-69 (con bibliografia precedente). Più di recente, indagini sulla conformazione architettonica dei piloni e delle fondazioni sono state proposte in VOLPE 1993, pp. 59-64. Al centro del dibattito scientifico si pone, altresì, la diramazione dell'Acquedotto Marcio verso il Campidoglio. Alle pendici sud-ovest del Quirinale, nella cosiddetta Terrazza Domiziana, si può riconoscere una mostra alimentata dall'*Aqua Marcia*, da mettere in relazione con il taglio degli acquedotti che andavano a rifornire il Campidoglio, verificatosi in concomitanza con l'asportazione, tradizionalmente attribuita a Traiano ma in realtà già attuata da Domiziano, della sella citata altimetricamente dalla Colonna Traiana (TORTORICI 1993, pp. 7-24). Vedi anche: MARI 2006, pp. 31-33.

³ Un breve tratto dei tre condotti sovrapposti si può ancor oggi osservare lungo le Mura Aureliane, m 26 a Nord-Est della Porta Maggiore. Gli *specus* della *Marcia* e della *Tepula* sono inoltre conservati nel comprensorio di Banca d'Italia lungo via Tuscolana.

⁴ Questi sono probabilmente il frutto della spoliazione probabilmente cinquecentesca: due elementi sono m 130 circa a Sud-Est del casale, due nei pressi della chiusa relativa all'Acquedotto Felice, altri tre lungo la riva meridionale del Laghetto di Roma Vecchia ed uno m 60 circa a Nord-Ovest dell'ala occidentale del casale, lungo il sentiero. Si deve a Domenico Fontana, tra il 1585 e il 1587, l'azione vandalica, commissionata da papa Sisto V, della spoliazione di gran parte dell'*Aqua Marcia-Tepula-Iulia* e dell'*Aqua Claudia-Anio Novus* con l'obiettivo di ricavare materiale da costruzione con cui edificare l'Acquedotto Felice, le sorgenti del quale si trovano ad Est di Roma (in località Pantano Borghese). L'ipotesi trova la più solida conferma nella *Mappa della Campagna Romana* elaborata da Eufrosino della Volpaia per Paolo III Farnese; solo qualche anno prima dei lavori di Domenico Fontana, vale a dire nel 1547, la parte orientale dell'Agro Romano conservava ancora, tra la Torre del Fiscale e la Villa di Sette Bassi (nella *Mappa* definita "Villa d'Eliogabalo") le arcate delle due opere pubbliche. Osserva molto opportunamente Thomas Ashby al riguardo: "È specialmente notevole la rappresentazione dell'acquedotto della Marcia, prima cioè della costruzione dell'acqua

di *Aqua Marcia*-comprensorio della Banca d'Italia lungo la via Tuscolana⁵ ed in un terzo a Nord di Porta Maggiore, sul fronte orientale⁶. Tornando al caso in esame, esso si trova al sesto miglio della via Latina.

Nella letteratura recente solamente Jean-Pierre Adam cita questo sistema impermeabilizzante accessorio⁷. Lo studioso francese, descrivendo i sistemi usati dai *curatores aquarum* per evitare che una risorsa così preziosa ristagnasse o filtrasse verso l'esterno a causa di fenditure nella roccia o fessure nella muratura, menziona in didascalia lo *specus* dell'*Aqua Marcia*. Della tecnica edilizia in questione non vengono messi in luce, tuttavia, né il fatto che probabilmente costituisca un prototipo, né il metodo di realizzazione.

Dell'*Aqua Marcia*, finora, è stato preso in considerazione solo il cocchiopesto usato come rivestimento impermeabilizzante delle pareti e del pavimento dello *specus* (cfr. *infra*, fig. 5). Obiettivo della presente ricerca è, pertanto, approfondire e, nei limiti del possibile, comprendere, attraverso nuovi scatti e rilievi, la tecnica costruttiva e le dinamiche di funzionamento di quest'uso particolare del cocchiopesto. Mai fino ad ora il cocchiopesto sulle facce laterali di contatto degli ortostati è stato preso in esame in indagini scientifiche, a differenza di quello che ricopre pareti e base dello *specus* che, nel corso degli anni Novanta del secolo scorso, è stato inserito in indagini mineralogico-petrografiche del CNR. Nello studio, il campione dell'*Aqua Marcia* veniva messo a confronto con altri relativi all'Acquedotto dei *Quintilii* nonché ad altre strutture d'età romana del Lazio centro-meridionale e della Campania⁸.

L'*Aqua Marcia*, all'inizio del sesto miglio della via Latina, emerge dal sottosuolo su una serie di archi, tra i quali è stata individuata l'AREA 1 della presente ricerca (fig. 1)⁹. L'infrastruttura (figg. 2-3), interamente costruita in *opus quadratum*, si articola in due parti: una inferiore principalmente finalizzata a garantire al condotto pendenza costante¹⁰, considerando l'abbassamento di quota della dorsale piroclastica prodotta dal Distretto Vulcanico dei Colli Albani, ed in una superiore, costituita dal canale vero e proprio (figg. 5, 9, 10). Su quest'ultimo focalizzeremo la nostra attenzione, esaminando le soluzioni edilizie che gli architetti del tempo vollero adottare al fine di evitare che i giunti verticali tra i blocchi posti in corrispondenza dello *specus* facessero filtrare l'acqua. Occorre mettere in rilievo, dapprima, che le soluzioni esaminate, viste le caratteristiche costruttive, non possono considerarsi un restauro d'età successiva, ma sono pertinenti alla prima fase edilizia dell'*Aqua Marcia*.

Il condotto è delimitato, in alto ed in basso, da conci lapidei parallelepipedi, alti non oltre un piede (cm 29,57), che coprendo l'intero spessore dell'opera sporgono rispetto al profilo esterno dei fianchi a mo' di cornice. La loro

Felice, che distrusse gli ultimi suoi avanzi" (ASHBY 1914, p. 32). Redatta in quei tempi, la *Carta* di Mercatore fotografa i medesimi acquedotti ancora in piedi (ASHBY 1914, 8-9, fig. 5).

⁵ Osservazione diretta. Fronte nord della parte conservata dell'acquedotto.

⁶ Lo si distingue sui lati brevi dei blocchi della prima e terza assisa della parete sinistra dello *specus* (osservazione diretta); il solco era visibile in modo più chiaro in una foto del marzo del 1894 (ASHBY 1991, p. 176, fig. 36).

⁷ "Coupe sur l'*Aqua Marcia* montrant la galerie du canal. Hauteur intérieure = 1,46 m. Largeur sur la pierre = 74 cm. Largeur sur l'enduit = 61 cm. Remarquer l'épaisseur de l'enduit du fond (18 cm) et les saignées ménagées verticalement dans la face de joint des blocs latéraux, dans lesquelles on coulait un cordon de mortier d'étanchéité" (ADAM 2017, fig. 587). Si ravvisa nella didascalia un uso un po' improprio del termine 'cordone', che in edilizia di solito sta a indicare una modanatura a sezione semicircolare convessa posta a raccordare due superfici di facciata con diverse inclinazioni o impiegata come fascia marcapiano.

⁸ BUGINI, D'AGOSTINI, SALVATORI 1993, pp. 267-271, campione n. 21e, proveniente dallo strato di rivestimento esterno. Il legante osservato nei campioni relativi ai due monumenti ha denotato una struttura a grumi di colore grigio, con eventuali macchie scure o rosse; la tessitura è micritica, cioè finissima e non distinguibile al microscopio, mentre la struttura è grumosa. Nei campioni è stato inoltre constatato un notevole assortimento nelle dimensioni dell'aggregato. Nella composizione dell'aggregato sono sempre presenti cocchiopesto e pozzolana, oltre a minerali come quarzo, pirosseno ed analcime. Il campione presenta un deposito calcareo (derivante dall'acqua dell'alta

Valle dell'Aniene) caratterizzato da una serie di strati sovrapposti con spessore totale differente. È importante sottolineare - si legge nei risultati - che al microscopio la superficie esterna del composto, a contatto con tale deposito, appare perfettamente liscia, il che prova non solo come l'applicazione del cocchiopesto venisse particolarmente curata in strutture funzionali come queste, ma soprattutto a quale elevato grado tecnico fossero giunte le maestranze edilizie romane.

⁹ L'AREA 1 è ubicata circa m 132 a Sud-Est del Casale di Roma Vecchia: Roma, Circonvallazione Tuscolana angolo con via Lemonia. Misure dello *specus* rappresentato in sezione (fig. 9): h 1,50 m dalla sommità del deposito calcareo alla copertura del canale, 1,065 (tra i due strati di cocchiopesto; 0,72 escludendoli). La base del canale (figg. 5, 6, 8) è quota m 70,51 s.l.m. Oltre ai conci ancora *in situ* se ne segnalano: 7 a ridosso dell'acquedotto, a Sud-Est dell'AREA 1, 3 in corrispondenza dell'area medesima, 2 nei pressi della chiusa relativa all'Acquedotto Felice, 3 lungo la riva meridionale del Laghetto di Roma Vecchia ed uno m 60 circa a Nord-Ovest dell'ala occidentale del casale, lungo il sentiero (le loro misure vanno da h 47, s 43, l 116 a h 55, s 48, l 145 cm). L'insieme di queste parti architettoniche può essere spiegato mediante l'attività di spoliazione che ebbe luogo nel corso del XVI secolo.

¹⁰ La parte inferiore dell'*Aqua Marcia*, per quel che ne resta nel Parco degli Acquedotti a causa della distruzione di Sisto V, è composta da una serie di archi estradossati (luce m 3,31; altezza chiave di volta 0,68), la ghiera dei quali fuoriesce dal piano di frequentazione quasi per intero, e da una muratura di rin fianco di cui si vedono tre assise di conci. I primi due partendo dal basso si avvicinano in altezza al *bipedalis* (m 0,56 nell'*Aqua Marcia*), il terzo al *sesquipedalis* (m 0,47).



Fig. 2. *Aqua Marcia*, veduta da Sud mediante drone (foto M. De Crescenzo 2019).



Fig. 3. *Aqua Marcia*, AREA 1 vista da SE. Ben visibili le scanalature (foto dell'A., 2019).

finitura, sbazzata, consente di ipotizzare che il bugnato rustico, che gli studi correnti vogliono sia arrivato con l'*Aqua Claudia* di Caligola e Claudio, possa essere stato preceduto da qualche altra sperimentazione in monumenti realizzati in *opus quadratum* più antichi, come l'*Aqua Marcia*.

Gli architetti del 144 a.C. decisero di impermeabilizzare lo *specus* mediante un duplice *waterproofing system*: la “barriera a” (figg. 4-7, 9-11), formata dagli strati di cocciopesto che rivestono l’interno dello *specus* e la “barriera b”, costituita dai “tasselli” di cocciopesto inseriti a cavallo di due conci contigui del canale, all’interno di apposite scanalature.

Per quanto riguarda la “barriera a”, è da notare che essa fodera lo *specus* nell’intera sua superficie, salvo il soffitto della copertura; le maestranze stesero prima lo strato di cocciopesto lungo le pareti, poi realizzarono il pavimento



Fig. 5. Base dello *specus* visto da Sud-Est. Rivestimenti del condotto in cocciopesto (“barriera a”). Deposito calcareo al di sopra, con ghiaia “fossilizzata” (foto dell’A., 2019).

Fig. 4. Parete sinistra dello *specus*, terza assisa. Residuo di cocciopesto (“barriera b”) all’interno di una delle scanalature (foto dell’A., 2019).

(fig. 5), prestando attenzione che non si producesse uno stacco netto tra le tre superfici. Il cocciopesto del pavimento è formato da inerti fittili, che costituiscono il riutilizzo di uno sfraso di laterizi (sia gialli che rossi)¹¹, di dimensioni più grandi rispetto a quello che riveste le pareti e che riempie le scanalature sulle facce di contatto laterali dei blocchi, come si vedrà. Gli inerti vanno in altezza da cm 0,7 a 3,5 e in larghezza da cm 3,0 a 6,2. Granuli di pozzolana (diametro medio mm 8) e calce grassa componevano il resto della mescola. Sul piano di scorrimento dell’acqua si segnala un deposito calcareo (spesso da cm 2 a 4) nel quale rimane, fossilizzata, la ghiaia dei Monti Simbruini trascinata dalla corrente. Il calcareo dell’*Aqua Marcia* ha lasciato traccia, altresì, sulle pareti per tre quarti circa dell’altezza del condotto.

La “barriera b” è poi composta da una serie di “tasselli” in cocciopesto realizzati colando la mescola all’interno di appositi incavi a sezione rettangolare, ottenuti dalla somma di due scanalature speculari realizzate su entrambe le facce a contatto (figg. 4, 7). Le maestranze realizzarono tali incavi (misure: h 0,55 x l 0,04 x s 0,06 m) prima della messa in opera dei blocchi, sollevati tramite *ferrei forfices*, di cui si possono ancora osservare gli incassi). È evidente che questo sistema impermeabilizzante non aveva ragion d’essere in parti dell’infrastruttura lontane dall’acqua, come ad esempio nella muratura di rifianco degli archi. Allo stesso modo non c’è traccia di cocciopesto lungo i letti di posa e di attesa dei blocchi dello *specus*: si riteneva, forse, che il peso dei medesimi bastasse ad impedire all’acqua di fuoriuscire.

La presenza di incavi, realizzati in modo così netto nella muratura, può lasciar suggerire che, in fase di sperimentazione di nuove tecniche impermeabilizzanti, l’architetto si sia ispirato concettualmente ai “tasselli” incastrati nelle trabeazioni lignee¹². Funzione della “barriera b” era garantire allo *specus* un ulteriore strumento contro le infiltrazioni. Il cocciopesto qui impiegato inoltre, a differenza di quello che permea pareti e pavimento del canale, presenta inerti di misure più piccole allo scopo di beneficiare di una migliore tenuta stagna¹³. Gli inerti, osservati nei

¹¹ Gli inerti fittili, aggiunti alla mescola, servivano da un lato ad alleggerire il peso della muratura, dall’altro ad accrescerne la durezza. Lo sfraso dei laterizi, imbibendosi d’acqua, aumentava nelle dimensioni, conferendo maggiore solidità alla mescola. Si vedano: GIULIANI 2006, p. 202; BIANCHINI 2010, p. 242.

¹² Peraltro va tenuto presente, come sottolinea Vitruvio (*De arch.* 2, 9, 10), che già in antico si tenesse conto delle proprietà fisiche dei vari tipi di legname. Tra le differenti essenze allora disponibili, l’ontano garantiva ottimi risultati a contatto con l’acqua. Conficcato in terreno palustre - spiega Vitruvio - diventava praticamente eterno ed era

capace di sostenere grandi carichi di muratura (*Alnus... permanet immortalis ad eternitatem et sustinet inmania pondera structurae et sine vitis conservat*).

¹³ La medesima differenza nelle misure degli inerti fittili è stata riscontrata, come rivelano recenti studi, presso magazzini di Roma, Ostia e *Portus*. Anche qui il cocciopesto impiegato come rivestimento delle pareti, a differenza di quello usato nei pavimenti, consentiva di beneficiare di una buona tenuta stagna proprio per via di frammenti laterizi nell’impasto pozzolanico particolarmente piccoli: MIMMO, CARRIVE 2019, pp. 123-126.



Fig. 6. Base dello *specus* dall'alto. Particolare dell'assisa inferiore, che si arresta in corrispondenza di una linea di fede e di un incasso per leva (foto dell'A., 2019).



Fig. 7. Riempitura in cocciopesto di uno degli incavi (dall'alto), collocato a cavallo di due conci dello *specus*. *In situ* presso la parete sinistra, terzo filare (foto dell'A., 2019).

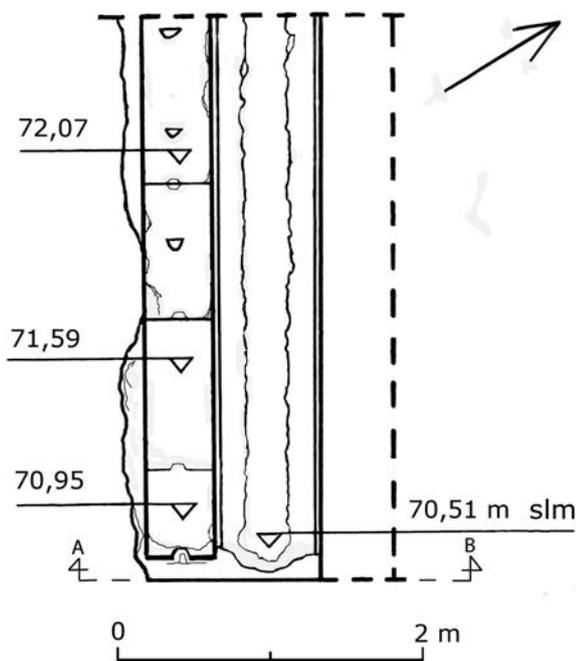


Fig. 8. AREA 1. Pianta del condotto (rilievo in scala 1:50 dell'A., 2019).

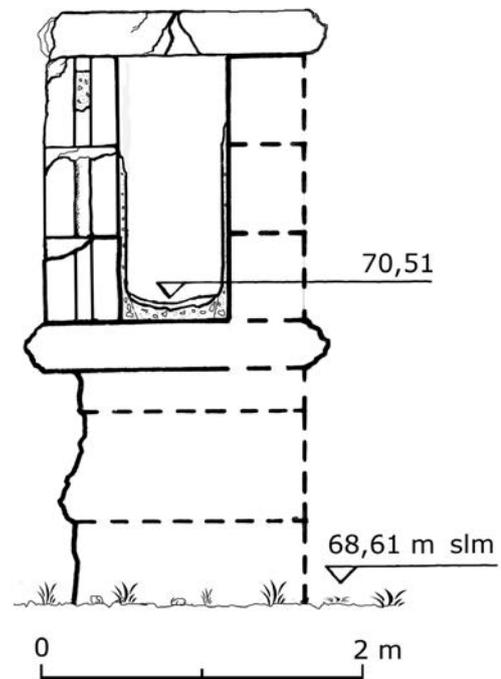


Fig. 9. AREA 1. Sezione prospettica A-B dell'infrastruttura (rilievo in scala 1:50 dell'A., 2019).

resti di cocciopesto conservati all'interno delle scanalature, vanno in altezza da cm 0,4 a 1,5 e, in larghezza, da cm 1,0 a 1,2. La quantità di miscela relativa alla "barriera b", colata negli incavi risultanti dalla somma di due scanalature giustapposte, assommava a circa m^3 0,00132.

Da un punto di vista costruttivo è altresì interessante mettere in luce il fatto che gli operai praticarono le scanalature lungo le facce laterali di contatto dei blocchi a terra, prima del loro sollevamento; una linea di fede sulla base del condotto, con incasso per leva, ne è la prova (figg. 6, 8). Ultima traccia di cantiere è costituita da una serie di incassi per leva che si notano sulla faccia d'attesa sia del blocco alla base dello *specus* sia di quelli che ne compongono le pareti: ciascun incasso, in particolare, mostra la parete destra (quella meridionale) inclinata, il che consente di supporre che l'avanzamento del cantiere sia avvenuto procedendo da Sud verso Nord.

Sul piano dei confronti, la tecnica edilizia della doppia impermeabilizzazione, stando alle conoscenze attuali, non sembra vantare attestazioni prima del 144 a.C.¹⁴. La sola altra attestazione relativa alla "barriera b", escludendo

¹⁴ Con i dovuti distinguo, una simile intenzione è ravvisabile, nella fontana arcaica di San Biagio ad Agrigento, nei giunti approfonditi

per far in modo che la malta impermeabilizzante del rivestimento dei serbatoi fosse più solidale con il paramento (FINO 2014, p. 75).

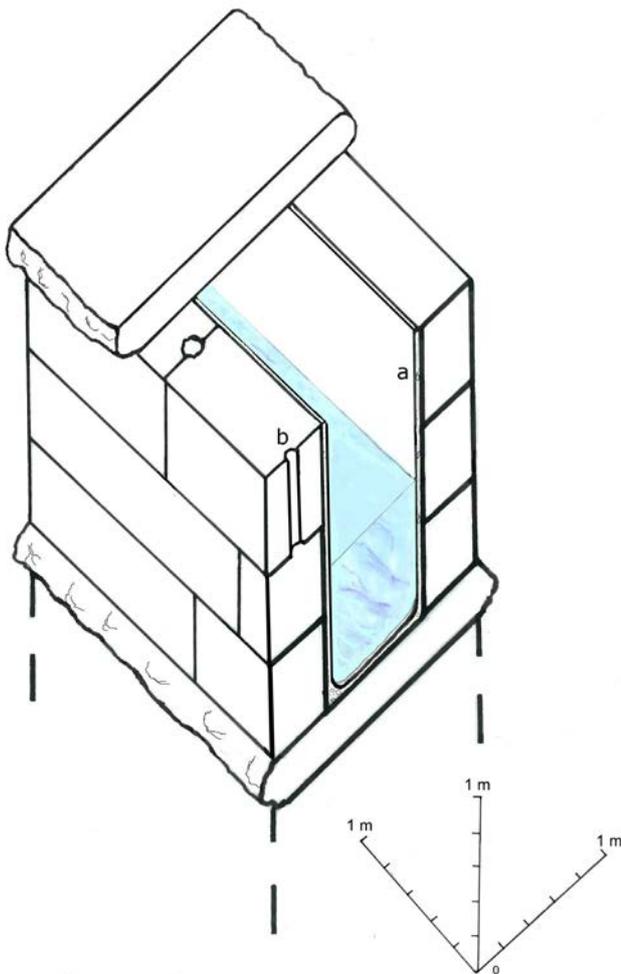


Fig. 10. AREA 1. Assonometria ricostruttiva del condotto, da Sud. In particolare: a) prima barriera impermeabilizzante; b) seconda barriera (rilievo in scala 1:50 dell'A., 2019).

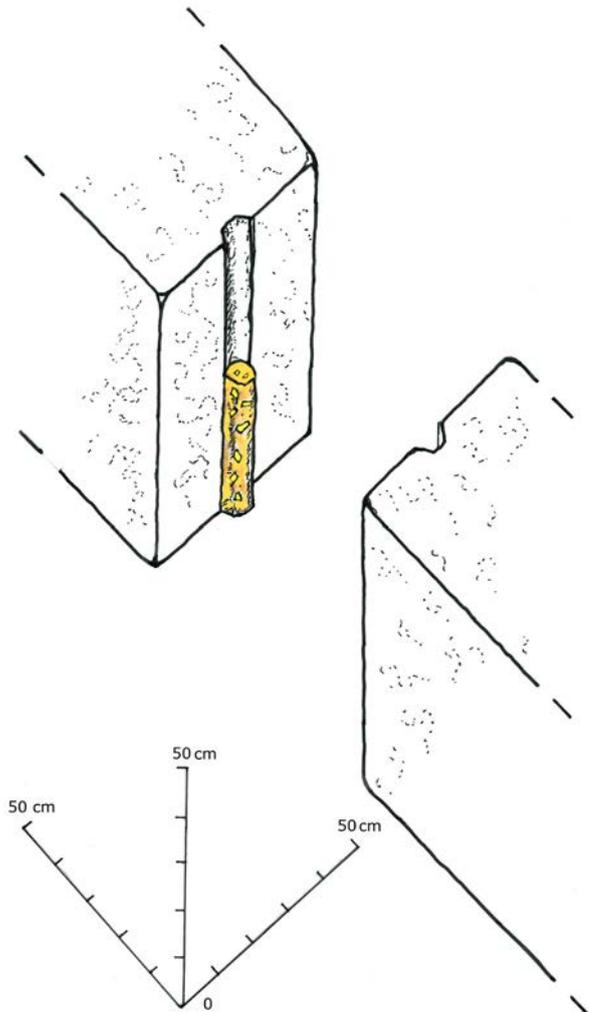


Fig. 11. AREA 1. Assonometria ricostruttiva del sistema delle scanalature lungo i giunti laterali dei blocchi. “Barriera b”. In giallo, il cocciopesto (rilievo in scala 1:50 dell'A., 2019).

dalla ricerca dei confronti tutti gli *specus* costruiti con tecniche edilizie diverse dall'*opus quadratum*, sembra essere nella sola *Aqua Claudia* (38-52/53 d.C.). Come s'è avuto modo di constatare direttamente, scanalature con la medesima funzione di quelle dell'*Aqua Marcia* si distinguono con nitidezza in più punti del *Suburbium* romano: sopra gli archi a Nord di via delle Capannelle (terzo arcato del tratto conservato di *Aqua Claudia*) e sopra l'arco isolato all'altezza di via Lucio Papirio (fig. 12).

Più antichi dell'*Aqua Marcia* si pongono, tra gli acquedotti in *opus quadratum*, l'*Aqua Appia* (312 a.C.) e l'*Anio Vetus* (272 a.C.); in entrambi, tuttavia, i blocchi delle pareti del condotto non presentano scanalature sulle facce laterali di contatto. Per quanto riguarda l'*Appia*, essa è riemersa, in questi ultimi anni, presso piazza Celimontana¹⁵, benché, stando alle indicazioni preliminari, non si sia ancora certi che non si tratti piuttosto dell'*Anio Vetus*. Ad ogni modo, sui conci parallelepipedi che compongono le cinque assise di blocchi piroclastici (coperti da altri due disposti a doppio spiovente) non v'è traccia di “barriera b”. Stesse considerazioni valgono per il tratto di *Anio Vetus* scoperto all'inizio del XX secolo nei pressi di Porta Maggiore: le pareti laterali dello *specus* risultavano formate da cinque assise e coperto da blocchi di copertura¹⁶.

¹⁵ Si veda, in attesa dei risultati delle indagini scientifiche, il resoconto on line alla pagina: https://roma.repubblica.it/cronaca/2017/04/04/news/scavi_metro_c_a_roma_scoperto_acquedotto_romano_sotto_al_celio-162182328/#gallery-slider=162186796 (pagina consultata il 25 settembre 2019).

¹⁶ ASHBY 1991, pp. 102-103. Sembrano assai chiare le due foto proposte dall'archeologo inglese, nelle quali si distingue la sezione del canale (figg. 12-13). Relativamente a questo tratto di infrastruttura: POMPILO 2007, p. 67; ASOR ROSA 2007, pp. 74-76.



Fig. 12. Arco dell'*Aqua Claudia* all'altezza di via Lucio Papirio, da Sud. Lungo i fianchi dei blocchi si distinguono chiaramente le scanalature (foto dell'A., 2019).

(diametro m 6) e cinta da un muro a doppio paramento in *opus quadratum*. L'altura entro la quale venne realizzata, il Palatino, da un punto di vista idrogeologico rientra nel "Complesso dei depositi clastici eterogenei" (come anche Piccolo e Grande Aventino)²⁰; la sua permeabilità è variabile in funzione delle caratteristiche granulometriche dei materiali che lo compongono ed il suo grado di permeabilità relativa presumibile è medio. Forse è per queste ragioni che gli architetti decisero di dotare la cisterna, oltre che di una scala per la manutenzione, di una parete formata da due muri concentrici separati da un'intercapedine; quest'ultima, spesso m 0,50, venne riempita di argilla. Tale struttura, la cui cronologia (fine del VII secolo a.C.) può essere stabilita con certezza sulla base sia degli inclusi ceramici, sia della sua parziale obliterazione da parte del tempio mediorepubblicano della Vittoria, ha tutto l'aspetto di un cantiere

La gamma dei confronti si amplia enormemente, invece, per quanto concerne l'uso del cocchiopesto nella "barriera a". Recentemente ha sollevato molto scalpore la scoperta, presso l'acquedotto repubblicano di piazza Celimontana, di un consistente strato di cocchiopesto a rivestimento della base dello *specus*: si tratta dell'elemento più rilevante ai fini della nostra indagine, perché si porrebbe come una delle più antiche attestazioni di tale tecnica edilizia a Roma¹⁷. La comparsa, a Roma, del cocchiopesto quale rivestimento idraulico, ancora oggetto di dibattito proprio alla luce dei recenti ritrovamenti sul Celio, sembra collocarsi nell'arco della prima metà del II sec. a.C. Una delle prime attestazioni è stata documentata nelle pareti in *opus incertum* del *Lacus Iuturnae*, tra il Tempio di Vesta e quello dei Castori, da mettere in relazione forse con gli interventi di Emilio Paolo susseguenti alla battaglia di Pidna (168 a.C.)¹⁸.

Grazie alle indagini di Gabriele Cifani sull'architettura romana arcaica, è oggi possibile, limitatamente al contesto delle opere pubbliche urbane, riannodare attraverso tre principali segmenti lo sviluppo dei rivestimenti impermeabilizzanti: uso dell'argilla cruda, uso di rivestimenti a base di calce, uso del cocchiopesto e dell'*opus signinum*. La Cisterna Palatina ubicata presso le *Scalae Caci*¹⁹ (fig. 17), per quanto è dato sapere finora, parrebbe essere il monumento più emblematico per comprendere al meglio queste trasformazioni; detta altresì "Cisterna Vaglieri", in onore di Dante Vaglieri che nel 1907 era a capo delle indagini sul *mons*, la costruzione è a pianta circolare

¹⁷ In attesa delle dovute verifiche, resta tuttavia aperta l'ipotesi che il cocchiopesto rappresenti l'esito di un successivo intervento di restauro.

¹⁸ Sul dato relativo al *Lacus Iuturnae* vedi CECI, MARCHIELLO, TURCI 2019, p. 96. Nell'area del Mediterraneo si ha notizia, in ogni caso, di malte idrauliche con tali proprietà già nel corso del IV secolo a.C. Così ad esempio nella città greca di Marsiglia (D'OVIDIO, BROMLET 2019, 54-56). Allo stesso modo si possono citare le cisterne "a tholos" di *Signia* (media età repubblicana), realizzate con grossi blocchi di calcare ricoperti da cocchiopesto (CIFARELLI 2017, pp. 294-296). Nel II secolo a.C. si colloca, poi, il *balneum* di Villa Prato a Sperlonga, per il quale si pensa abbiano lavorato *équipe* specializzate (LAFON 1991, pp. 97-114). Tra gli altri esempi più significativi, si colloca, a Nemi, la vasca del Santuario di Diana, che presenta un cordolo di cocchiopesto a raccordo fra pareti e fondo (US 6010; vedi DIOSONO 2013, pp. 196-197). Medesimo cordolo è stato documentato, alla luce di recenti indagini, nella cisterna a camere

parallele nella Valle della Caffarella-via Bitinia (ROSSI *et alii* 2016, pp. 354-375). L'uso del cocchiopesto come *waterproofing system* degli *specus* degli acquedotti, oltre che nel Lazio, stando alle indagini più recenti si riscontra frequentemente nella regione di Arles e Barbegal (LEVEAU 2019, pp. 129-143; con apposite sezioni degli *specus*).

¹⁹ Sulla "Cisterna presso le *Scalae Caci*": CIFANI 2008, pp. 157-162, n. 61.

²⁰ Il "Complesso" comprende i depositi sedimentari con elementi vulcanoclastici derivati dalle unità vulcaniche di entrambi gli apparati, vale a dire dei Colli Albani e dei Monti Sabatini. Dalla *Carta Idrogeologica di Roma* (scala 1:50.000) del 2015 (vd. <https://www.comune.roma.it/pcr/it/newsview.page?contentId=NEW964472>; pagina consultata il 14 gennaio 2020). Il Palatino, alto circa m 40 s.l.m., su tre versanti era delimitato da vallate ampie e profonde che davano al *mons* una forma *grosso modo* quadrangolare (TERRENATO 1997, pp. 590-591).

Fig. 13. Roma, via Cesare Baronio. Peschiera. In sezione si distinguono, con chiarezza, le tre tecniche edilizie impiegate: *cocciopesto*, *opus signinum* e *opus caementicium*. Tubo fittile per la riproduzione dei pesci (foto dell'A., 2019).

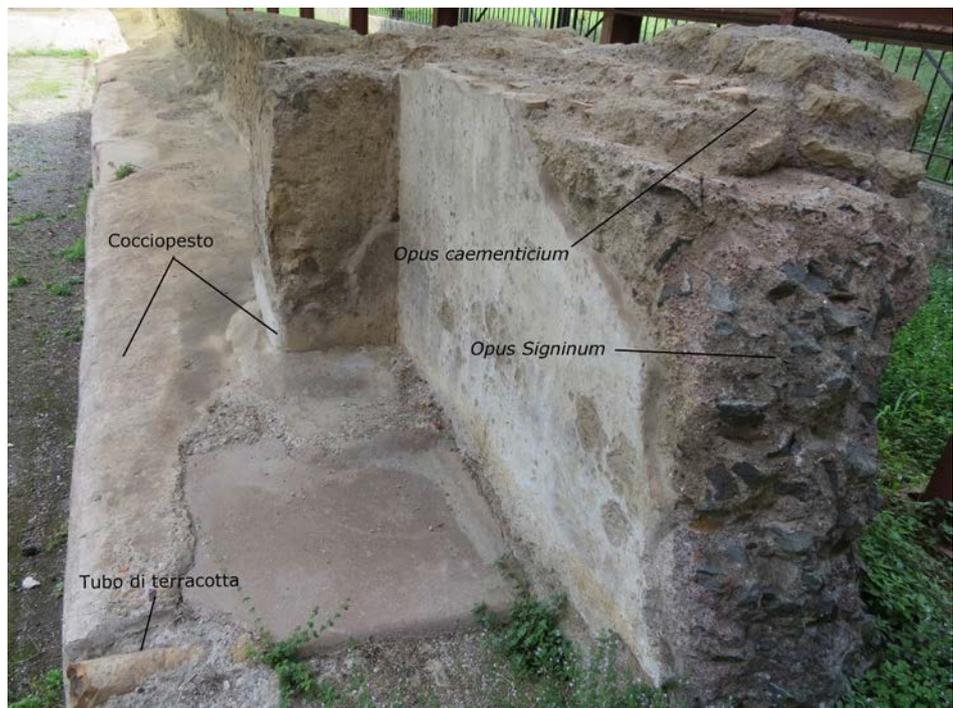


Fig. 14. Valle della Caffarella. Cisterna ad *impluvium* per l'irrigazione dei campi, lato nord. *Opus signinum* all'interno e all'esterno *opus caementicium*. Al centro l'impronta della *fistula* (foto dell'A., 2019).



sperimentale. Le sue caratteristiche tecniche permettono di concludere che, al tempo, il *cocciopesto* non esisteva. Il ricorso all'argilla, tanto nell'intercapedine quanto, probabilmente, come rivestimento originario della superficie a contatto con l'acqua, si spiega sulla base delle sue proprietà fisico-meccaniche: i terreni argillosi, per via di un'elevata dotazione di colloidi e più in generale di particelle fini, hanno infatti una buona capacità di ritenzione idrica. Di conseguenza, sono poco permeabili²¹.

Oltre alla "Cisterna presso le *Scalae Caci*", il Palatino ha restituito altre due strutture con intercapedine colma di argilla, del VI secolo a.C., poste rispettivamente sotto la Casa di Livia²² e ad Ovest di questa²³. Medesima tecnica si

²¹ Per un ulteriore approfondimento al riguardo, vd. <https://www.vialattea.net/content/1417/> (pagina consultata il 14 gennaio 2020).

²² Per la "Cisterna sotto la Casa di Livia": CIFANI 2008, pp. 156-157, n. 58.

²³ Riguardo alla "Cisterna ad O della Casa di Livia": CIFANI 2008, pp.

156-157, n. 60. Prima probabile attestazione dell'impiego dell'argilla cruda a Roma si ipotizza essere presso il Muro Palatino nella sua seconda fase (inizi del VII secolo a.C.: CIFANI 2001, p. 55). Livelli argillosi sono stati rinvenuti nell'area della *Regia* e del *Lucus* di Vesta (TERRENATO 1997, p. 591). Nelle aree limitrofe, depositi di argilla



Fig. 15. Segni. Cisterna circolare presso il tempio di Giunone Moneta (foto dell'A., 2019). *Opus signinum* e *opus quadratum* che seguono, rispettivamente, il *bipedalis* (spessore del signino) e il *sesquipedalis* (altezza dei blocchi dell'*opus quadratum*).



Fig. 16. Conci *extra situm* provenienti dal condotto dell'*Aqua Marcia*, sparsi lungo la riva sud del Laghetto di Roma Vecchia (foto dell'A., 2019).

riscontra nel silos presso la *Regia* lungo la via Sacra (IV fase edilizia): si tratta di una struttura ipogea a pianta circolare con copertura del tipo a blocchi aggettanti, il cui rivestimento interno è affidato a lastre di materiale piroclastico; uno strato d'argilla, spesso cm 50, le impermeabilizza all'esterno, mentre uno d'intonaco di calce, spesso circa cm 6 e forse sostitutivo di uno originario di argilla, le riveste all'interno. La struttura dovrebbe risalire all'ultimo quarto del VI secolo a.C. (fig. 18). Tale datazione, ciononostante, potrebbe non valere per l'intonaco che, data la notevole continuità di vita del monumento, potrebbe essere stato steso in un'epoca successiva²⁴.

L'assenza di cocciopesto nel rivestimento interno delle strutture sopra citate, a fronte di un impiego ormai diffuso di tegole già nel VII secolo a.C.²⁵, e del tritume ad esse connesso, consente di supporre che tale tecnica edilizia sia stata "inventata" tra il VI secolo (*terminus post quem*) ed il 168 a.C. (monumentalizzazione della Fonte di Giuturna attribuita ad Emilio Paolo). Il *terminus ante quem*, tuttavia, potrebbe essere anticipato di almeno un secolo in considerazione della recente scoperta celimontana: rispettivamente al 312, se l'acquedotto rinvenuto si confermasse essere l'*Aqua Appia*, al 272, se invece fosse invece l'*Anio Vetus*.

erano pure presenti nell'Argiletto, nella Valle del Colosseo, in quella del Circo Massimo e, forse, verso l'Esquilino (CIFANI 1994, p. 203).

²⁴ CIFANI 2008, pp. 130-133.

²⁵ CIFANI 2001, p. 56.

In secondo luogo, come è stato documentato nelle successive fasi di vita della “Cisterna Vaglieri”, l’argilla (quella relativa al rivestimento interno) venne sostituita da uno strato a base di calce (calce grassa?)²⁶. Esso è forse riconducibile al VI sec. a.C., benché la sua cronologia rimane problematica giacché questi rivestimenti richiedevano frequenti restauri²⁷. Come è stato osservato per l’argilla, il rivestimento a base di calce potrebbe costituire un’altra soluzione impermeabilizzante antecedente l’introduzione del cocciopesto.

Sempre ai fini della nostra indagine, per meglio comprendere la funzione del cocciopesto, può tornare utile un richiamo all’acceso dibattito scientifico relativo alla differenziazione terminologica, nonché funzionale, tra signino e cocciopesto²⁸. Vitruvio, in un celebre passo del *De architectura* (8, 6, 14), fornisce le coordinate per giungere ad una corretta identificazione del signino. Così scrive: *Sin autem loca dura erunt aut nimium venae penitus fuerint, tunc Signinis operibus ex tectis aut superioribus locis excipiendae sunt copiae. In Signinis operibus haec sunt facienda (...)*. Si accenna a strutture atte a contenere acqua costruite alla maniera degli architetti di *Signia*, come chiarito da Cairoli Fulvio Giuliani, al quale si deve forse la più appropriata e chiara trattazione dell’argomento²⁹. Egli considera il signino una struttura cementizia portante idonea per cisterne. Nell’*opus signinum* - sottolineata - non era prevista l’aggiunta di terracotta, tema su cui si tornerà (*v. infra*). Il passo vitruviano viene citato, puntualmente, da Plinio (*Naturalis Historia* 36, 173). Tuttavia, se da un lato la tecnica edilizia originaria di questo importante centro dei Monti Lepini viene ricondotta alla costruzione di cisterne, serbatoi, vasche e bacini, dall’altra il cocciopesto - come quello riscontrato lungo i giunti dell’*Aqua Marcia* - può essere interpretato come mero rivestimento impermeabilizzante. Ciò sembra

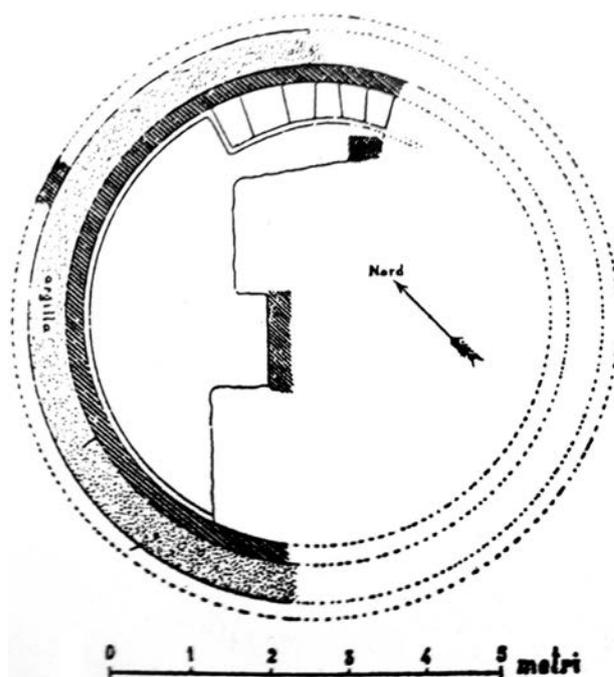


Fig. 17. Palatino. Pianta della “Cisterna Vaglieri” (da CIFANI 2008, pp. 157-162, n. 61, fig. 156).

²⁶ CIFANI 2008, pp. 157-162.

²⁷ Si considera verosimile l’impiego a Roma di intonaci a base di calce, come rifinitura interna delle strutture idriche, già nel VI secolo a.C. (CIFANI 1994, pp. 187-192). Vedi anche CIFANI 2008, pp. 246-247.

²⁸ Già Gustavo Giovannoni (GROS 2003, p. 145 nota 18) aveva identificato l’*opus Signinum* con una particolare *structura* nella quale non era necessariamente prevista la terracotta. La questione relativa alle fonti antiche e moderne relative a signino e cocciopesto ed alle rispettive destinazioni d’uso (rivestimento di pareti umide, pavimenti di cisterne, rivestimento di finte volte termali, dei luoghi destinati all’allevamento delle api; pavimento dei frantoi, dei vestiboli degli ambienti destinati al ricovero degli animali domestici; strati di preparazione dei pianterreni, dei pavimenti su solai, delle terrazze su solaio, degli ambienti termali; aggregato della malta, ecc.) è stata e continua ad essere al centro del dibattito scientifico. Si segnalano, tra i principali studi: GIULIANI 1992, pp. 89-94; BUGINI, D’AGOSTINI, SALVATORI 1993, pp. 265-274; GIULIANI 1998, pp. 55-59; MEZZOLANI 2000, pp. 216-217, nota 14; GROS 2003, pp. 146-148; DEL CHICCA 2004, 203; GIULIANI 2006, pp. 222-226; BRACONI 2008, pp. 374-375; BIANCHINI 2010, pp. 240-242; CIFARELLI, COLAIACONO 2011, pp. 11, 52-53, 69-71; CIFARELLI 2013, pp. 51-52, nota 36. Problematica ripresa, per sommi capi, da: D’AGOSTINI, SALVATORI 1993, pp. 87-95; PUCHE FONTANILLE 2015, pp. 7-27. I termini cocciopesto e *opus Signinum* vengono tradizionalmente anche impiegati per additare diversi tipi pavimentali caratterizzati da una forte componente fittile, a vista o meno. In quest’ultimo caso,

per i pavimenti su solaio Vitruvio (7.1.3) usa il termine *nucleus* (tra gli altri: TSAKIRGIS 1990, pp. 425-443; BUGINI, D’AGOSTINI, SALVATORI 1993, pp. 265-274; MEZZOLANI 2000, pp. 211-241). La questione, di recente, è stata ripresa in considerazione dal Progetto TESS (Sistema per la catalogazione informatizzata dei pavimenti antichi, coordinato dal Dipartimento di Archeologia dell’Università di Padova). Il progetto, per evitare ogni forma di equivoco, propone la definizione di ‘cementizio’ “per indicare quei piani di calpestio ottenuti da una miscela di legante (in genere calce) e di aggregati fittili o litici” (<http://tess.beniculturali.unipd.it/web/terminologia-e-definizioni/classi-pavimentali/cementizio/>; pagina consultata il 29 aprile 2019). Questione ben analizzata da GRANDI CARLETTI 2001, pp. 183-197. Rare le attestazioni del signino in ambito epigrafico. Si segnalano, tra gli altri, due documenti. Un’iscrizione rinvenuta a Roma (*CIL* VI, 30806) in cui si menziona una *aedes opere Signino*. Una seconda, invece, con datazione consolare (7 a.C.), proveniente dalle vicinanze di Ascoli Piceno e relativa ad un acquedotto (Cupra Marittima): *CIL* IX, 5308 (http://www.edr-edr.it/edr_programmi/res_complex_comune.php?do=book&id_nr=&fo_antik=&fo_modern=&Bibliografia%5B%5D=&Testo=signin&boolTesto=AND&Testo2=&bool=AND&ordinamento=id_nr&javasi=javascrptsi&se_foto=tutte&lang=it. Pagina consultata il 26 aprile 2019). Circa le attestazioni epigrafiche dell’*opus Signinum*: DE MAGISTRIS 2010, p. 120.

²⁹ GIULIANI 1992, pp. 89-94; GIULIANI 1998, pp. 55-59; GIULIANI 2006, pp. 222-226.

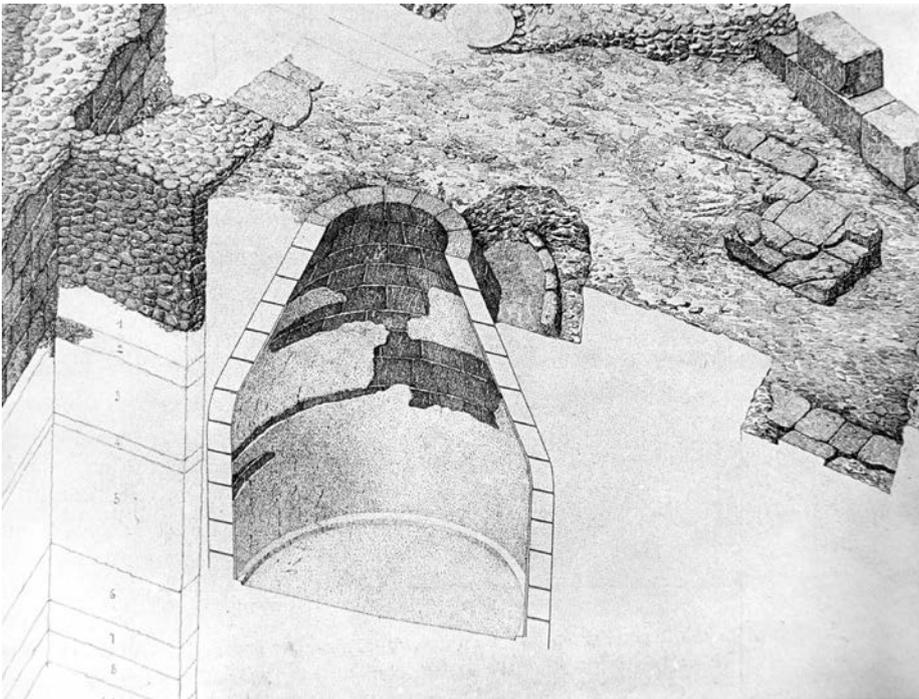


Fig. 18. *Regia*, IV fase. Silos e stratigrafia associata (da CIFANI 2008, p. 133, fig. 120).

emergere con chiarezza, soprattutto, da un altro passo di Vitruvio che spiega quale fosse, a quel tempo, il miglior modo di predisporre l'intonaco contro l'umidità delle pareti. Egli suggerisce di stendere una sgrossatura (*trullissatio*) di cocchiopesto alta come minimo 90 centimetri (Vitr. 7, 4, 1)³⁰. La citazione del cocchiopesto è inequivocabile: *Et primum conclavibus, quae plano fuerint, in imo pavimento alte circuite pedibus tribus pro arenato testa trullissetur et dirigatur, uti eae partes tectorium ab umore ne vitientur*. Nell'anzidetta indicazione si desume, innanzitutto, la funzione idrorepellente del cocchiopesto. Nel trattato sull'architettura varie sono le perifrasi per definire proprio questa tecnica edilizia: *testa trullissetur* (7, 4, 1); *His perfectis paries testa trullissetur et dirigatur et tunc tectorio poliatur* (7, 4, 1). Nel medesimo libro, dalle perifrasi si passa poi alla definizione precisa dell'intonaco (7, 4, 3): *Tum autem calce ex aqua liquida dealbentur uti trullissionem testaceam non respuant*. Pertanto, se da una parte *opus signinum* sta ad indicare strutture compattissime e idrorepellenti grazie alla "battitura" del materiale mescolato, dall'altra *trullissatio testacea* potrebbe valere per il cocchiopesto il quale, invece, deve i suoi pregi alla presenza dello sfraso di laterizi³¹. Circa un secolo più tardi, Plinio confermerà la terminologia vitruviana, consigliando il cocchiopesto come intonaco da stendere su costruzioni esposte all'umidità o alla salsedine (36, 176)³²: *testaceo sublini utilius*.

Difficoltà più consistenti scaturiscono da un secondo passo di Plinio (35, 165). Come sottolineato con forza da Cairoli Fulvio Giuliani³³, esso non ha le caratteristiche di una trattazione architettonica. Così si legge nella *Naturalis Historia*: *Quid non excogitat vita fractis etiam testis utendo, sic ut firmitus durent, tunsis calce addita, quae vocant Signina! Quo genere etiam pavimenta excogitavit*. Si tratta del solo accenno alla presenza di frammenti di laterizio nel signino. Se ad una prima osservazione sembrerebbe potersi proporre un'identificazione tra le due tecniche edilizie - come da ultimo affermato da Pierre Gros³⁴ - riflettendo in modo più approfondito, emergono su questo passo pliniano alcuni dubbi. Perplexità che sono di due generi: la prima riguarda il tipo di linguaggio, vale a dire lo stile: in accordo con Elio De Magistris³⁵, la frase appare venata di soggettività. Il riferimento all'*opus signinum*, infatti, si pone a conclusione di una *climax* con cui Plinio stigmatizza i bizzarri tipi di destinazione d'uso, lontani da ogni forma di buon senso, dei piatti in terracotta. Citando, ad esempio, un piatto dell'attore tragico Esopo, dice

³⁰ In relazione al passo vitruviano: GIULIANI 2006, pp. 185-186, fig. 2. Altresì Palladio, nell'*Opus agriculturae*, accenna a *malthae* impermeabili impiegate, ad esempio, per riparare cisterne: GRECO 2019, pp. 9-15.

³¹ Se poi alla mescola si aggiungeva pozzolana a quel punto l'impermeabilità (nell'uno e nell'altro caso) era addirittura superiore. Una curiosità: parlando, dopo averla vista, del *balneum* della Villa di Scipione l'Africano a Literno, Seneca (*Epistulae morales ad Lucilium* 86, 5) parla di un *pavimentum vile*. Additava il cocchiopesto?

³² Vedi Plinio 1988, p. 711, nota 1.

³³ GIULIANI 1992, pp. 89-94; GIULIANI 1998, pp. 55-59; GIULIANI 2006, pp. 222-226.

³⁴ Non concorda con Giuliani Pierre Gros, che, facendo lo *status quaestionis*, considera di fatto inevitabile l'equazione fra cocchiopesto e signino, confidando in una lettura letterale del passo di Plinio (GROS 2003, pp. 146-148).

³⁵ DE MAGISTRIS 2010, p. 112.

che il manufatto fu venduto per 100.000 sesterzi, *non dubito indignatos legentes*. La seconda perplessità concerne invece il contesto: il XXXV libro della sua *Naturalis Historia* tratta dei vari aspetti legati alla mineralogia e alla storia dell'arte; in esso si trova una digressione sui maestri dell'antichità e un *bouquet* di curiosità e aneddoti³⁶. Ben diverso è il libro seguente, nel quale, tra l'altro, trovano ampio spazio edilizia e architettura: qui s'inserisce comodamente la citazione, sia pure implicita, del signino (36, 173, sopra anticipata): *Cisternas harenae purae asperae V partibus, calcis quam vehementissime II construi, fragmentis silicis non excedentibus libras; ita ferratis vectibus calcari solum parietesque similiter. Utilius geminas esse, ut in priore vitia considant atque per colum in proximam transeat pura aqua.*

Sul passo 35, 165 è tornato di recente Paolo Braconi³⁷, il quale, pur confermando l'ipotesi più probabile - cioè che il signino difficilmente possa identificarsi con rivestimenti pavimentali o parietari in cocchiopesto - suppone che Plinio sia convinto che *opus signinum* e *pavimenta* con cocchiopesto non solo non siano la stessa cosa, ma siano nati in epoche diverse. L'interpretazione proposta, alla luce delle recenti indagini a Segni, che confermano alla lettera le prescrizioni vitruviane, non sembra sostenibile.

In definitiva, la chiave di lettura sembra essere la città d'origine di questa tecnica edilizia, *Signia*³⁸. *Opus signinum*, come già sostenuto da Gros, si configura in qualità di epiteto geografico divenuto tipologico. Tra i possibili paralleli si potrebbero citare i *pavimenta poenica*³⁹, così come l'*opus aegyptius*⁴⁰. L'*opus signinum* è dunque, innanzitutto, un modo di costruire. A chiarire meglio questo aspetto viene in aiuto un secondo passo Vitruvio (5, 11, 4): spiegando il modo di realizzare gli *xysta*, egli accenna ad *ex opere signino stationes*; piazzole pavimentate, nelle passeggiate arboree, in modo tale da resistere all'azione divaricante delle radici degli alberi (come platani e pini). E qui non si tratta certo di cisterne! Sostanzialmente, in entrambi i passi (5, 11, 4 e 8, 6, 14), l'autore del *De Architectura* pone l'accento sul modo/tecnica di realizzare qualcosa piuttosto che sull'oggetto in sé⁴¹. L'ipotesi più di un secolo dopo verrà confermata da un passo di Frontino (*De aquae ductu Urbis Romae* 10, 5) - già esaminato tra gli altri da Lorenzo Quilici⁴², Fanny Del Chicca⁴³ e Francesco Maria Cifarelli⁴⁴ - relativo alle sorgenti dell'*Aqua Virgo*⁴⁵. Il passo così recita: *Concipitur Virgo via Collatina ad miliarium octauum palustribus locis Signino circumiecto continendarum scaturiginum causa*. Si tratta, forse, di una citazione del signino un po' sottovalutata dalla critica. Il *Signino (opere)* viene qui usato dal *curator aquarum* del 97 d.C. ad indicare vasche o bacini (più che dighe) per la captazione delle sorgenti. In particolare, occorrerebbe meglio chiarire l'uso che qui si fa del verbo *circumicio*: essendo un composto di *iacio* ('gettare dall'alto'⁴⁶), il verbo può esser letto con il significato - qui unica sua accezione architettonica⁴⁷ - di 'gettare tutt'intorno', il che ben si addice a vasche costruite in *opus signinum*. Frontino quindi, essendo curatore della realizzazione tecnica delle opere⁴⁸, impiega il verbo con consapevolezza.

³⁶ Ad esempio: la pittura secondo alcuni sarebbe stata scoperta dagli Egizi (Plinio, *Naturalis historia* 35, 15); la *gens* dei *Fabii* avrebbe avuto il *cognomen* di Pittore proprio grazie a questa arte (35, 19).

³⁷ BRACONI 2008, pp. 374-375. Egli ha tentato di riconsiderare il problema, riconducendo la citazione vitruviana (*De architectura* 8, 6, 14); il passo andrebbe inteso come "quando si fanno le cisterne alla maniera di Segni". Qui - sottolinea Braconi - *opus Signinum* indica 'cisterna'; ci troviamo di fronte ad una metonimia, ovvero "la materia per l'oggetto: materia che è, per antonomasia, quella fatta alla maniera di Segni. È infatti il caso di ricordare che l'accurata descrizione vitruviana riguarda non solo la miscela del calcestruzzo, ma anche (soprattutto?) il sistema di costruzione".

³⁸ Non pare un caso che da quell'area dei Monti Lepini si cavasse, già in antico, calcare d'eccellente qualità. Vedi GIULIANI 2006, p. 216.

³⁹ Sul tema: BRUNEAU 1982, pp. 639-655.

⁴⁰ GROS 2003, pp. 147-148. Tema discusso anche da BRACONI 2008, pp. 253-254.

⁴¹ In *Signinis autem operibus haec sunt facienda...* (8, 6, 14) e *faciunda autem xysta sic videntur (...)* *ex opere Signino stationes* (5, 11, 4). Le strutture in signino la cui impermeabilità dipendeva soprattutto dalla 'battitura' con mazzera che garantiva all'impasto una compattezza elevatissima (circa la malta idraulica e le sue componenti tra cui la pozzolana: GIULIANI 2006, pp. 215-221), potevano o non potevano essere rivestite da cocchiopesto. Secondo le prescrizioni vitruviane (8, 6, 14), il signino era composto da: calce molto forte, arena granulosa e pura, pietrame duro di piccola

pezzatura (di peso non superiore ad una libbra, cioè a 327,45 g). Sassi, rena e calce (queste ultime in proporzione di 5 a 2) venivano mescolate dal muratore nel troguolo (*mortarium*) prima della disposizione del calcestruzzo nella trincea.

⁴² TRIONFO 1986, 70.

⁴³ DEL CHICCA 2004, pp. 203-204.

⁴⁴ CIFARELLI *et alii* 2019, p. 150.

⁴⁵ Nell'edizione DEL CHICCA 2004, pp. 16-18, 203-204.

⁴⁶ Solo a mo' di esempio: *Alii faces atque aridam materiam de muro in aggerem eminus iaciebant* (Cesare, *Commentarii belli Gallici* 7, 24, 4, 1).

⁴⁷ Delle circa 50 attestazioni del participio passato di *circumicio*, nel latino classico, quella di Frontino si distingue per il marcato sapore architettonico, affine a Vitruvio. Vd. <https://latin.packhum.org/search?q=circumiect&first=31> (pagina consultata il 5 ottobre 2019).

⁴⁸ Che il ruolo del magistrato dedicante di un acquedotto fosse strettamente connesso con la cura dei sistemi edilizi impiegati e dello stato di avanzamento lavori emerge anche dalle epigrafi di Efeso. Qui, relativamente alla costruzione dell'acquedotto domiziano, viene citato il magistrato dedicante dell'opera, *Sex. Iulius Frontinus Calvisius Rufus* (92-93 d.C.), peraltro omonimo e forse parente dello stesso Frontino. Di questo *Rufus* si specificano le competenze tecnico-giuridiche. Ben differente era il ruolo dei curatori economici dell'opera. Per un esame della terminologia epigrafica: BARRESI 2003, p. 423.

Il dibattito relativo a signino e cocchiopesto, ripreso infine da Francesco Maria Cifarelli⁴⁹, si può oggi avvalere dei risultati del *Segni Project* avviato nel 2011 dal Comune di Segni in collaborazione con il Museo Archeologico Comunale e la British School at Rome. Tali ricerche hanno portato alla definizione di un quadro documentario estremamente ampio, che consente oggi di affiancare alla lettura della tradizione un corposo numero di testimonianze archeologiche in una più organica e completa discussione del tema⁵⁰. Sembrano rappresentare esempi paradigmatici dell'applicazione delle norme vitruviane relative al signino, a Segni, la grande vasca circolare posta alle spalle del Tempio di Giunone Moneta (fig. 15)⁵¹ e quella a pianta rettangolare di "Prato Felici"⁵², nella parte più alta della città; entrambe fecero parte di un ampio piano di distribuzione idrica della città⁵³. I due monumenti si iscrivono nell'arco del II secolo a.C. La grande attività edilizia, nell'area di Segni, non si limitò tuttavia alla lavorazione del calcare: tra la fine del III sec. a.C. e gli inizi del I si consolida la produzione dei laterizi e, in particolare, di tegole a risega e di coppi⁵⁴. Resta da chiedersi, a questo punto, se tale produzione abbia dato il via, già nel III secolo, se non prima - si veda l'esempio a Roma dell'*Aqua Appia* -, ad usi del laterizio diversi da quello primario. Ipotesi affascinante, in attesa delle dovute conferme. In conclusione, anche alla luce del *Segni Project*, l'identificazione proposta da Plinio (35, 165) tra signino e cocchiopesto non può che definirsi impropria.

Nell'attuale VII Municipio di Roma, dove si colloca l'AREA 1 di questa ricerca, si possono menzionare almeno due costruzioni, legate entrambe all'acqua, che possono chiarire in modo emblematico la differenza tra signino e cocchiopesto: si tratta della Peschiera relativa alla villa d'*otium* alla conclusione del II miglio della via Latina, oggi via Cesare Baronio (fig. 13), e della Cisterna ad *impluvium* sulla collina di Sant'Urbano nel Parco della Caffarella (fig. 14). Nella prima, il muro perimetrale, forse un tempo coperto da una pergola, vede giustapposti *opus signinum*, *opus caementicium* e cocchiopesto⁵⁵. La cisterna invece, probabilmente pertinente al Triopio di Erode Attico, è interamente realizzata in *opus signinum*, entro sbadacciatura, come già messo in rilievo da studi analitici⁵⁶.

Per concludere, il canale dell'*Aqua Marcia* presenta due sistemi di impermeabilizzazione dello *specus*: il primo a "protezione" del canale vero e proprio, il secondo, realizzato lungo le facce laterali di contatto tra i blocchi, quale protezione supplementare (barriere "a" e "b"). Quest'ultimo venne forse progettato per far fronte alle perdite già riscontrate in più antichi acquedotti in *opus quadratum*: l'*Aqua Appia* e l'*Anio Vetus*.

L'aggiunta, al primo, del secondo *waterproofing system* ("barriera b") si può spiegare con la necessità di contenere eventuali perdite che si potevano registrare a causa di fessure nel rivestimento di cocchiopesto e nei blocchi dello *specus*. La miscela colata all'interno degli incavi è certo relativa alla prima fase edilizia dell'infrastruttura, così come certo è che possa trattarsi di *trullissatio testacea*, conformemente alla definizione vitruviana. L'assenza del cocchiopesto lungo i letti di posa e di attesa dei conci, inoltre, consente di ipotizzare che le maestranze confidassero nel peso degli stessi per contenere il flusso dell'acqua. Da un punto di vista costruttivo, è pure interessante mettere in luce il fatto che gli operai realizzassero a terra le scanalature tra le facce di contatto dei blocchi anziché dopo il loro sollevamento: una linea di fede alla base del condotto, con incasso per leva, ne è la prova.

⁴⁹ CIFARELLI 2013, pp. 51-52, nota 36; CIFARELLI *et alii* 2019, pp. 148-150.

⁵⁰ Il dibattito scientifico oggi inserisce questa "maniera di costruire alla signina" all'interno di un più vasto problema di sperimentazioni architettonico-tecniche che ebbe per teatro il cosiddetto "Lazio del Calcare". Si intende con questa connotazione geografica la regione comprendente, a Nord, i comprensori di Tivoli e Palestrina; le città dei Monti Lepini; ad Est della Valle del Sacco le città del Lazio meridionale interno; a Sud la regione di Terracina e *Circeii*. Si tratta di un laboratorio che coinvolge, oltre all'*opus signinum*, altre tecniche edilizie. Valgano da esempio i muri in opera vittata, tardorepubblicani, di via San Lorenzo a Segni e nelle costruzioni e nella cella del tempio di Sant'Oliiva a Cori e quello in opera poligonale di IV maniera bugnata del complesso sostruttivo di via San Lorenzo-largo P. Felici a Segni (si vedano al riguardo: CIFARELLI 2008, pp. 27-46; CIFARELLI 2013, pp. 43-54; CIFARELLI *et alii* 2019, pp. 148-149 e fig. 2).

⁵¹ CIFARELLI 2013, pp. 51-52; CIFARELLI *et alii* 2019, pp. 154-156. La vasca venne realizzata scavando nella roccia un invaso circolare, all'interno del quale, ad 80 cm circa dal profilo dello scavo fu sistemato un anello di blocchi piroclastici, destinato a formare una vera e propria cassaforma atta a contenere un tipo particolare

di cementizio. Il conglomerato è compatto e gli inerti in calcare hanno pressoché tutti le medesime dimensioni. Si tratta quindi di *opus Signinum*. Il fondo della struttura era formato da uno strato di cocchiopesto rinforzato (non visibile), nel punto di congiunzione con la parete, da un cordolo di analogo conglomerato.

⁵² CIFARELLI *et alii* 2017, pp. 164-166; CIFARELLI *et alii* 2019, pp. 150-154. La vasca, orientata N-S, è stata costruita gettando le pareti per gran parte del loro perimetro entro trincee scavate nel pendio calcareo della collina. Il conglomerato, assai compatto, è formato da *caementa* di calcare, di piccole dimensioni ma decisamente omogenei, legati con una malta di sabbia e calce alquanto tenace.

⁵³ Già prima dell'età repubblicana sull'Acropoli di Segni esisteva un sistema di approvvigionamento idrico (CIFARELLI 2017, p. 299).

⁵⁴ CIFARELLI, NONNIS 2019, pp. 453-454.

⁵⁵ Sulla peschiera: REA 2005, p.153; MONTANARI 2017, pp. 248-249. La costruzione si ritiene sia stata edificata nella seconda metà del I secolo d.C., con continuità di vita fino al IV.

⁵⁶ La cisterna si erge nei pressi del tempio di Cerere e Faustina (poi chiesa di Sant'Urbano). In sostanza non si è certi di quando l'edificio sia stato consacrato). Essa, relativa forse al Triopio di Erode Attico o alle proprietà degli *Annii Regilli*, era alimentata da acqua piovana e aveva la funzione di irrigare le coltivazioni che

Contribuisce allo studio relativo alle prime applicazioni del cocciopesto, nel contesto romano, l'analisi fatta da Cifani del sistema costruttivo delle tre cisterne palatine. In queste strutture, la combinazione di due muri circolari in *opus quadratum* con un'intercapedine riempita d'argilla, consente di supporre che gli architetti romani, già alla fine del VII secolo, fossero alla ricerca del miglior sistema di impermeabilizzazione. L'assenza del cocciopesto presso strutture idrauliche arcaiche sta a significare forse che la sua introduzione, con la specifica funzione di proteggere dalle infiltrazioni, vada ricercata in età successiva. Un *terminus ante quem* potrebbe essere rappresentato, pur in attesa delle dovute verifiche, dal tratto d'acquedotto scoperto sul Celio: il *terminus* coinciderebbe con il 312 a.C. se l'opera si confermasse essere l'*Aqua Appia*, con il 272, invece, se fosse l'*Anio Vetus*.

In assenza, a quanto ci risulta, di attestazioni più antiche relativamente al duplice sistema impermeabilizzante analizzato nell'*Aqua Marcia*, che verrà ripreso per costruire lo *specus* dell'*Aqua Claudia*, è forse lecito parlare di un prototipo tecnologico. Si potrebbero menzionare, tra le tecniche delle costruzioni attuali utilizzate per impedire le infiltrazioni d'acqua, i sigillanti siliconici e le guaine bituminose⁵⁷.

impresiosivano la proprietà. La costruzione, semi-ipogea (fino agli sbancamenti per la Villa di Massenzio si ipotizzava che l'edificio fosse totalmente sotterraneo salvo l'*impluvium*), consta di una camera a pianta rettangolare, con lati brevi semicircolari, orientata Sud-Est/Nord-Ovest, costruita mediante una muratura in *opus signinum* cui si addossa all'esterno un muro in *opus caementicium*. Due varchi moderni, lungo i lati corti, consentono di osservarne all'interno le impronte del tavolato che servì per realizzarla. L'*opus signinum*, in questo caso, non è ricoperto da cocciopesto: il pietrame di leucitite si presenta battuto in modo ordinato e le dimensioni medie dei singoli *caementa* sono: h 0,11 x l 0,04 x s 0,11 m. Alla base del lato settentrionale era murata una *fistula* connessa con un impianto di irrigazione (impronta ben evidente all'esterno). A metà circa del lato ovest si distingue nell'*opus signinum* una canaletta mirata a convogliare l'acqua raccolta dall'*impluvium* nella camera sottostante (osservazione diretta 3 ottobre 2019). Sul monumento: GIULIANI 1992, pp. 89-94; PISANI SARTORIO 2008, pp. 193-194; MONTANARI 2017, pp. 208-210. Recenti indagini, relative sempre

alla Valle della Caffarella, hanno ampliato l'orizzonte di sistemi idrici impiegati perlomeno a partire dal I secolo a.C. (si vedano i pregevoli contributi in: ROSSI 2016, pp. 355-375).

⁵⁷ L'esistenza del bitume, in stato liquido (petrolio, chiamato dai Greci *πισσάσφαλτος*), semisolido (catrame) e solido (asfalto) era noto ai Romani, benché pare lo usassero unicamente per a scopo curativo, in virtù delle sue proprietà tese a sciogliere, cicatrizzare e rimarginare. Lo dice Plinio (*Naturalis historia* 35, 178-182), precisando tra l'altro che i muri di Babilonia erano cementati con bitume usato come calce; vedi al riguardo Plinio 1988, pp. 497-501 (con bibliografia). Nel mondo antico (necropoli Frattesina a Narde, XII-IX sec. a.C.) è attestato il trattamento a caldo delle resine vegetali. Tale procedimento permetteva di ottenere liquidi più o meno viscosi (*pix liquida*) molto efficaci come sigillanti per la riparazione di vasellame e come impermeabilizzanti per anfore usate per contenere liquidi e prodotti alimentari. Vedi <http://www.wikistones.it/blog/2012/11/analisi-chimica-di-una-colla-utilizzata-nellantichita/> (pagina consultata il 15 maggio 2019).

Bibliografia

- ADAM 2017 = ADAM J.P., *La costruzione romana. Matériaux et techniques*, Paris 2017 (VII edizione).
- ASHBY 1914 = ASHBY TH., *Mappa della Campagna Romana del 1547 di Eufrosino della Volpaia*, Roma 1914.
- ASHBY 1991 = ASHBY TH., *Gli acquedotti dell'antica Roma*, Roma 1991.
- ASOR ROSA 2007 = ASOR ROSA L., *Porta Maggiore*, in LE PERA S., TURCHETTI R. (a cura di) *I giganti dell'acqua. Acquedotti romani del Lazio nelle fotografie di Thomas Ashby (1892-1925)*, Roma 2007, pp. 74-76.
- BARRESI 2003 = BARRESI P., *Province dell'Asia Minore. Costo dei marmi, architettura pubblica e committenza*, Roma 2003.
- BIANCHINI 2010 = BIANCHINI M., *Le tecniche edilizie nel mondo antico*, Roma 2010.
- BRACONI 2008 = BRACONI P., *Oscacus, astrico, lastrico: il cocciopesto degli antichi e l'opus signinum dei moderni*, in *Atti del XIV Colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico (AISCOM)*, Roma 2008, pp. 251-263.
- BRUNEAU 1982 = BRUNEAU PH., *Pavimenta Poenica*, *MEFRA* 94.2, 1982, pp. 639-655.
- BUGINI, D'AGOSTINI, SALVATORI 1993 = BUGINI R., D'AGOSTINI C., SALVATORI A., *Tecnologia edilizia e indagini mineralogico-petrografiche di "pavimenti" in cocciopesto di età classica in area romano-campana*, *Scienza e Beni Culturali* 9, 1993, pp. 265-274.
- CATTALINI 1986 = CATTALINI D., *Aqua Marcia*, in *Il trionfo dell'acqua*, pp. 42-52.
- CATTALINI 1993 = CATTALINI D., s.v. *Aqua Marcia*, in *LTUR*, I, 1993, pp. 67-69.
- CECI, MARCHIELLO, TURCI 2019 = CECI M., MARCHIELLO A., TURCI M., *Analisi e rilettura di alcuni impianti idrici nell'Area Sacra di Largo Argentina*, in FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019, pp. 87-96.
- CIFANI 1994 = CIFANI G., *Aspetti dell'edilizia romana arcaica*, in *StEtr* 60, 1994, pp. 186-226.
- CIFANI 2001 = CIFANI G., *Le origini dell'architettura in pietra a Roma*, in RASMUS BRANDT J., KARLSSON L. (edited by), *From huts to houses. Transformations of ancient societies*, Proceedings of an International Seminar organized by the Norwegian and Swedish Institutes in Rome (21-24 september 1997), Stockholm 2001, pp. 55-61.
- CIFANI 2008 = CIFANI G., *L'edilizia romana arcaica*, Roma 2008.
- CIFARELLI 2008 = CIFARELLI F.M., *Un complesso termale con mosaici a Segni e l'opera vittata nel 'Lazio del calcare'*, in *Orizzonti. Rassegna di Archeologia* 9, 2008, pp. 27-46.
- CIFARELLI 2013 = CIFARELLI F.M., *Tecniche edilizie del tardo ellenismo a Segni: verso una sintesi*, in CIFARELLI F.M. (a cura di), *Tecniche edilizie del tardo ellenismo nel Lazio e in Campania*, *Atti del Convegno Segni 3 dicembre 2011*, Roma 2013, pp. 43-54.
- CIFARELLI 2017 = CIFARELLI F.M., *Sulle tracce della Signia medio repubblicana: problemi storici e archeologici*, in CALIÒ L.M., DES COURTILS J. (a cura di), *L'architettura greca in Occidente nel III secolo a.C.*, *Atti del Convegno di Studi Pompei-Napoli 20-22 maggio 2015*, *Thiasos Monografie* 8, Roma 2017, pp. 285-300.
- CIFARELLI, COLAIACONO 2011 = CIFARELLI F.M., COLAIACONO F., *Segni antica e medievale. Una guida archeologica*, Segni 2011.
- CIFARELLI et alii 2014 = CIFARELLI F.M., COLAIACONO F., KAY S., SMITH CH.J., CECCARELLI L., PANZIERI C., KOSMOPOULOS D., *Archaeological research activity at Segni in 2013 (Comune di Segni, Provincia di Roma, Regione Lazio)*, in *BSR* 82, 2014, pp. 346-352.
- CIFARELLI et alii 2017 = CIFARELLI F.M., COLAIACONO F., KAY S., SMITH CH.J., CECCARELLI L., PANZIERI C., *Alle origini delle Signina opera: la grande vasca di Prato Felici dagli scavi del Segni Project*, in *Geologia dell'Ambiente* suppl. al n. 3/2017, pp. 163-166.
- CIFARELLI et alii 2019 = CIFARELLI F.M., SMITH CH.J., COLAIACONO F., KAY S., CECCARELLI L., PANZIERI C., *Elaborazioni tecniche dell'opera cementizia nel 'Lazio del Calcare' nella tarda Repubblica: l'opus Signinum e Segni*, in FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019, pp. 145-166.
- CIFARELLI, NONNIS 2019 = CIFARELLI F.M., NONNIS D., *Il laterizio nel Lazio repubblicano (fine III sec. a.C.-inizi I sec. a.C.): fra prosopografia della produzione e contesti di impiego*, in BONETTO J., BUKOWIECKI E., VOLPE R. (a cura di), *Alle origini del laterizio romano*, Roma 2019, pp. 441-456.
- D'AGOSTINI, SALVATORI 1993 = D'AGOSTINI C., SALVATORI A., *Il 'cocciopesto' nelle fonti letterarie antiche: evidenze archeologiche e confronti*, in *Scienza e Beni Culturali* 9, 1993, pp. 87-95.
- DEL CHICCA 2004 = DEL CHICCA F., *Frontino. De aquae ductu Urbis Romae*, Roma 2004.

- DE MAGISTRIS 2010 = DE MAGISTRIS E., *Annotazioni su opera Signina in Vitruvio*, in *Structurae. Ricerche su tecniche costruttive e monumenti antichi* 1, Napoli 2010, pp. 111-122.
- DIOSONO 2013 = DIOSONO F., *Il ninfeo: caratteristiche architettoniche e costruttive*, in BRACONI P., COARELLI F., DIOSONO F., GHINI G. (a cura di), *Il Santuario di Diana a Nemi. Le terrazze e il ninfeo. Scavi 1989-2009*, Roma 2013, pp. 195-218.
- D'OVIDIO, BROMLET 2019 = D'OVIDIO A.M., BROMLET PH., *Des mortier hydrauliques dans la ville grecque de Marseille? IV^e siècle av. J.-C.-50 av. J.C.*, in FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019, pp. 53-73.
- FINO 2014 = FINO A., *La fontana arcaica di San Biagio ad Agrigento*, in LIVADIOTTI M., PARELLO M.C. (a cura di), *Il restauro dei monumenti antichi. Problemi strutturali: esperienze e prospettive, Atti delle Giornate di Studio, Agrigento, 23-24 novembre 2012, Thiasos*, 3.2, 2014, Convegno, pp. 67-91.
- FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019 = FUMADÓ ORTEGA I., BOUFFIER S. (a cura di), *IV Etable Ronde mortier 'hydrauliques' en Méditerranée antique, Atti del Convegno-Aix en Provence 23-24 marzo 2016*, Presses Universitaires de Provence 2019.
- GIULIANI 1992 = GIULIANI C.F., *Opus Signinum e cocciopesto*, in *Segni*, Università degli Studi di Salerno. Quaderni del Dipartimento di Scienze dell'antichità 11, 1992, pp. 89-94.
- GIULIANI 1998 = GIULIANI C.F., *L'opus caementicium nell'edilizia romana*, in GIULIANI C.F., SAMUELLI FERRETTI A. (a cura di), *Opus caementicium. Il materiale e la tecnica costruttiva, Atti del Seminario*, Roma 1998, pp. 49-62.
- GIULIANI 2006 = GIULIANI C.F., *L'edilizia nell'antichità*, Roma 2006 (II edizione).
- GRANDI CARLETTI 2001 = GRANDI CARLETTI M., *Opus Signinum e cocciopesto: alcune osservazioni terminologiche*, in *Atti del VII Colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico*, Ravenna 2001, pp. 183-197.
- GRECO 2019 = GRECO A.V., *Connecting materials connecting cultures. Le malte idrauliche nell'Opus agricolturae di Palladio. Compendio di un millenario know-how mediterraneo*, in FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019, pp. 9-15.
- GROS 2003 = GROS P., *L'opus signinum selon Vitruve et dans la terminologie archéologique contemporaine*, in CIOTTA G. (a cura di), *Vitruvio nella cultura architettonica antica, medievale e moderna, Atti del convegno internazionale di Genova, 5-8 novembre 2001*, 1, Genova 2003, pp. 142-152.
- Il trionfo dell'acqua = Il trionfo dell'acqua. Acque e acquedotti a Roma, IV secolo a.C.-XX sec.*, I, *Mostra organizzata in occasione del 16° Congresso ed esposizione internazionale degli acquedotti-Museo della Civiltà Romana*, Roma 1986.
- LAFON 1991 = LAFON X., *Les bains privés dans l'Italie romaine au II^e siècle av. J.-C.*, in *Les thermes romains, Actes de la Table Ronde organisée par l'École Française de Rome*, Rome 1991, pp. 97-114.
- LEVEAU 2019 = LEVEAU PH., *Mortiers et bétons de tuileaux dans les acqueducs d'Arles et de Barbegal*, in FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019, pp. 129-143.
- MARI 2006 = MARI Z., s.v. *Aqua Marcia*, in *LTUR Suburbium*, IV, 2006, pp. 31-33.
- MEZZOLANI 2000 = MEZZOLANI A., *Pavimenti in cocciopesto ornato a Tharros. Note a margine*, in *Rivista di Studi Punici* 1, 2000, pp. 211-241.
- MIMMO, CARRIVE 2019 = MIMMO M., CARRIVE M., *Rivestire e proteggere le pareti degli edifici in epoca romana. I casi dei magazzini di Roma, Ostia e Portus*, in FUMADÓ ORTEGA, BOUFFIER 2019, pp. 111-128.
- MONTANARI 2017 = MONTANARI P., *Appio Latino Tuscolano. Alla luce delle più eclatanti scoperte*, Roma 2017 (II edizione).
- PISANI SARTORIO 1986 = PISANI SARTORIO G., *Punto di derivazione dell'Acqua Marcia alla cisterna della c.d. Villa delle Vignacce sulla via Latina; strada di manutenzione e cippo terminale delle acque Marcia, Tepula e Iulia*, in *Il trionfo dell'acqua*, p. 55.
- PISANI SARTORIO 2008 = PISANI SARTORIO G., s.v. *La Villa di Erode Attico*, in *LTUR Suburbium*, V, 2008, pp. 193-194.
- Plinio* 1988 = G. *Plinio Secondo, Storia Naturale 5. Mineralogia e storia dell'arte*. Traduzione e note di Antonio Corso, Rosanna Muggellesi e Gianpiero Rosati, Torino 1988.
- POMPILIO 2007 = POMPILIO F., *Speco dell'area della centrale idroelettrica Alessandro Volta*, in LE PERA S., TURCHETTI R. (a cura di) *I giganti dell'acqua. Acquedotti romani del Lazio nelle fotografie di Thomas Ashby (1892-1925)*, Roma 2007, p. 67.
- PUCHE FONTANILLES 2015 = PUCHE FONTANILLES J.M., *In Signinis operibus. Sobre el significado real de opus signinum*, in *BATarr* 36-37, 2015, pp. 7-27.
- REA 2005 = REA R., s.v. *Latina via. I-II miglio*, in *LTUR Suburbium*, III, 2005, pp. 152-155.
- RONCAIOLI LAMBERTI 1986 = RONCAIOLI LAMBERTI C., *Il nuovo tratto della Marcia a Mandela*, in *Il trionfo dell'acqua*, pp. 53-54.

ROSSI *et alii* 2016 = ROSSI A., ASOR ROSA L., MARCELLI M., LA ROCCA C., ROSSETTI C., MARCONI G., *Parco Regionale dell'Appia Antica. Interventi di restauro e valorizzazione di alcune cisterne nella Valle della Caffarella (Mun. VII)*, in *BCom* 117, 2016, pp. 355-375.

TERRENATO 1997 = TERRENATO N., *La morfologia originaria di Roma*, in CARANDINI A., *La nascita di Roma*, Torino 1997, pp. 587-594.

TORTORICI 1993 = TORTORICI E., *La 'Terrazza Domiziana', l'Aqua Marcia ed il taglio della Sella tra Campidoglio e Quirinale*, in *BCom* 95.2, 1993, pp. 7-24.

TSAKIRGIS 1990 = TSAKIRGIS B., *The decorated pavements of Morgantina II: the opus Signinum*, in *AJA* 94, 1990, pp. 425-443.

VOLPE 1993 = VOLPE R., *Lo scavo di un tratto urbano dell'Aqua Marcia*, in *Archeologia Laziale* 11, 1993, pp. 59-64.