

# AS ARCHEOLOGIE SPERIMENTALI

TEMI · METODI · RICERCHE

Numero 1 - Anno 2020



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

Archeologie Sperimentali.  
Temi, Metodi, Ricerche.

I

2020

*Direttore Scientifico*

Vincent Serneels

*Direttore Editoriale*

Chiara Lebole

*Comitato Editoriale*

Chiara Lebole, Luca Bartoni, Valeria Cobianchi, Lara Comis, Giorgio Di Gangi, Yuri Godino, Marco Romeo Pitone.

*Comitato Scientifico*

Lorenzo Appolonia, Andrea Augenti, Federico Barello, Riccardo Belcari, Rosa Boano, Enrico Borgogno Mondino, Mauro Paolo Buonincontri, Aurora Cagnana, Federico Cantini, Claudio Capelli, Fabio Cavulli, Lara Comis, Mauro Cortelazzo, Adele Coscarella, Annalisa Costa, Paola Croveri, Gianluca Cuniberti, Giorgio Di Gangi, Fulvio Fantino, Alessandro Fichera, Francesca Garanzini, Enrico Giannichedda, Yuri Godino, Silvia Guideri, Chiara Lebole, Cristina Lemorini, Nicolò Masturzo, Valeria Meirano, Alessandra Pecci, Marco Romeo Pitone, Francesco Rubat Borel, Marco Sannazzaro, Vincent Serneels, Fabrizio Sudano, Florian Téreygeol, Nicoletta Volante.

Archeologie Sperimentali. Temi, Metodi, Ricerche

Dipartimento di Studi Storici

Via S. Ottavio 20 – 10124 Torino

[www.archeologiesperimentali.it](http://www.archeologiesperimentali.it)

[www.ojs.unito.it/index.php/archeologiesperimentali](http://www.ojs.unito.it/index.php/archeologiesperimentali)

[redazione@archeologiesperimentali.it](mailto:redazione@archeologiesperimentali.it)

Volume I 2020

Tutti i contributi sono sottoposti a *peer review*

© Diritti riservati agli Autori e agli Editori (informazioni sul sito)

Torino, settembre 2020

ISSN 2724-2501

In copertina: fibula in bronzo realizzata da Fabio Fazzini.

Elaborazione grafica *Studio Okapi*

*Archeologie Sperimentali* è una rivista scientifica digitale edita dall'Università di Torino e pubblicata con cadenza annuale. Nasce con l'intento di colmare il vuoto editoriale che caratterizza l'Archeologia Sperimentale italiana che, pur essendo riconosciuta come un valido strumento di conoscenza, non ha un luogo dedicato al dialogo tra l'archeologia, le scienze e la sperimentazione.

La rivista si rivolge alla comunità scientifica internazionale per accogliere contributi innovativi e originali che approfondiscono la conoscenza delle culture antiche attraverso l'utilizzo dei metodi sperimentali. In particolare, l'attenzione è rivolta alle esperienze che operano nel campo dell'Archeologia Sperimentale, dell'Archeologia della Produzione, della Storia delle Tecnologie, dell'Artigianato Storico e dell'Esperienzialità.

L'obiettivo è quello di diffondere l'adozione di approcci pratici, sperimentali e multidisciplinari allo studio del dato archeologico, promuovendo la ripresa del dibattito sui significati e sui metodi dell'Archeologia Sperimentale e creando un luogo di incontro tra ricercatori che operano all'interno di questo ambito. *Archeologie Sperimentali* aderisce alla "Dichiarazione di Berlino" promuovendo la diffusione *online* gratuita dei dati e favorendo la comunicazione e il dibattito scientifico; il progetto riconosce al lettore il diritto di accedere liberamente e gratuitamente ai risultati della ricerca scientifica.

È possibile pubblicare sia in inglese sia in italiano con l'obbligo di inserire un riassunto nella lingua non utilizzata nel contributo. La rivista *Archeologie Sperimentali* è connessa ai principali *repository* e *open libraries* internazionali. I contributi inviati al comitato redazionale sono valutati secondo il metodo della doppia *blind peer review*, avvalendosi di una rete internazionale di referenti specializzati.

Il dialogo tra studiosi è garantito, inoltre, dalle possibilità offerte dalla piattaforma informatica, grazie alla quale è possibile inserire contenuti multimediali allegati ai contributi; questa opportunità permette di integrare le informazioni con video e fotografie delle ricerche, consentendo, ad esempio, di presentare attività di scavo e di un laboratorio, fasi di protocollo sperimentale ed esperienze di artigianato e di etnoarcheologia.

#### *Nota per gli Autori*

Gli Autori possono proporre i loro contributi inviando il materiale a [redazione@archeologiesperimentali.it](mailto:redazione@archeologiesperimentali.it)

# Indice dei contenuti

## Editoriale

- “Fornire la pratica che sostiene la teoria”: una riflessione  
sull’Archeologia Sperimentale ..... 1**  
*Y. Godino, C. M. Lebole, G. Di Gangi*

## Saggi

- L’Archeologia Sperimentale di Alberto Carlo Blanc: appunti inediti di un  
pioniere della Preistoria italiana ..... 28**  
*F. Altamura*

- Archeologia Sperimentale e alimentazione: il panorama italiano ..... 36**  
*M. Indelicato*

- Asce da lavoro, asce di prestigio, asce da combattimento. Ricerca e  
attività sperimentale sulla lavorazione della pietra verde nella Preistoria ..... 56**  
*D. Delcaro*

- Sperimentazioni dei processi produttivi del ferro: primi dati dal  
progetto di ricostruzione di Populonia ..... 76**  
*G. Baratti, M. Briccola, M.S. Cammelli, M. Cominelli, A. Vandelli*

- L’Archeologia Sperimentale e la metallurgia del bronzo in Italia: storia  
degli studi e problematiche ..... 100**  
*F. Fazzini*

- Medioevo in corso. Archeologia Sperimentale alla Rocca di San Silvestro  
(Campiglia Marittima – LI) ..... 108**  
*G. A. Fichera*

## Schede

- Realizzazione di una punta ad alette e base concava foliata bifacciale  
dell’età del Bronzo antico su supporto laminare ..... 125**  
*P. Spinelli*

- Vedere, Toccare, Ascoltare: il flauto di Pan del Museo di Scienze  
Archeologiche e d’Arte dell’Università di Padova ..... 134**  
*A. Menegazzi, S. Binotto*

# Medioevo in corso. Archeologia Sperimentale alla Rocca di San Silvestro (Campiglia Marittima – LI)

**Autore: Giuseppe Alessandro Fichera\***

\*Coopera soc. coop. E-mail: [fichera@coop-era.it](mailto:fichera@coop-era.it)

## Abstract

Al Parco Archeominerario di San Silvestro (Campiglia Marittima – LI) ha preso vita un progetto di Archeologia Sperimentale finalizzato alla ricomposizione di un cantiere edilizio medievale. Nel corso degli ultimi dieci anni è stato ricostruito un miscelatore per la calce, come quelli riportati alla luce nel castello di Donoratico (Castagneto Carducci – LI), al fine di comprenderne il funzionamento e le potenzialità. La sperimentazione è proseguita con la ricostruzione di una casa come quelle abitate dai minatori della Rocca e con la ricostruzione di un forno. Le finalità del progetto sono molteplici, in ambito di comunicazione e divulgazione, di ricerca scientifica e di restauro. I saperi teorici, uniti alla pratica di un artigiano edile che da quasi cinquanta anni costruisce con tecniche tradizionali, hanno dato luogo a risultati di estremo interesse anche per la possibilità di avanzare realistiche ipotesi sui tempi, sui costi e sulla articolata organizzazione logistica di un cantiere medievale.

*In the Archaeological Park of San Silvestro (Campiglia Marittima - LI) an Experimental Archeology project was started to reconstruct a medieval building site. Over the last ten years a mortar mixer was rebuilt, like those brought to light in the castle of Donoratico (Castagneto Carducci - LI), to understand its functioning and potential. The experimentation continued with the reconstruction of a house such as those inhabited by the Rocca miners and with the reconstruction of an oven. The aims of the project are manifold, in the field of communication and dissemination, scientific research and restoration. The theoretical knowledge, combined with the practice of a construction craftsman, has given rise to extremely interesting results also due to the possibility of putting forward realistic hypotheses on the timing, costs and articulated logistics organization of a construction medieval site*

**Parole chiave:** archeologia sperimentale, cantiere, medioevo.

Nel Parco Archeominerario di Campiglia Marittima (LI) ai piedi della Rocca di San Silvestro ha avuto inizio, quasi un decennio addietro, un ambizioso progetto di ricostruzione dei cicli produttivi di un cantiere edilizio medievale finalizzato alla costruzione di una casa in pietra sul modello di quelle presenti nel castello e risalenti alle fasi di XII-XIII secolo<sup>1</sup>.

Il progetto, nato dalla collaborazione tra la Società Parchi Val di Cornia, l'Università degli Studi di Siena e lo scrivente, archeologo della società Coopera e studioso delle architetture di epoca medievale, si inserisce a pieno titolo nella scia della ricerca scientifica e della valorizzazione del patrimonio storico-archeologico, principi fondanti che hanno guidato il pensiero e l'operato di Riccardo Francovich che inaugurò il

---

<sup>1</sup> Per la pubblicazione dei risultati nel corso del tempo si rimanda a FICHERA 2010; *idem* 2011; *idem* 2015; *idem* 2018a; *idem* 2018b.



Figura 1: In primo piano uno dei miscelatori da malta riportati alla luce nel castello di Donoratico. Le frecce indicano la posizione di altre due strutture analoghe.

Parco di Campiglia nel 1996. Il progetto ha offerto, fin dalle prime battute, una serie innumerevole di spunti di estremo interesse coinvolgendo temi come la ricerca scientifica, il restauro, la valorizzazione e la divulgazione del patrimonio archeologico, lo sfruttamento delle risorse naturali, l'impatto ambientale, il recupero di antichi saperi legati all'universo del costruire e molti altri, mostrando l'enorme potenziale dell'Archeologia Sperimentale. Sulla base di queste premesse il cantiere di Rocca San Silvestro si è strutturato negli anni come una vera e propria 'bottega medievale' aperta alle professionalità più eterogenee e nella quale si impara attraverso la pratica, e ha coinvolto il sottoscritto come archeologo e coordinatore scientifico in modo da garantire la correttezza scientifica e filologica dell'impostazione di base, il muratore Dario Falco, detentore di antichi saperi legati all'universo del costruire, il fabbro storico Fabio Gonnella, il costruttore di camini Edo Galli e tanti altri specialisti, colleghi e amici che nel corso degli anni hanno offerto il loro contributo, teorico o pratico<sup>2</sup>.

Il primo obiettivo del percorso di sperimentazione ha riguardato la ricostruzione di un manufatto archeologico simile a quelli rinvenuti durante le indagini archeologiche che il Dipartimento di Archeologia dell'Università di Siena ha svolto, tra il 2000 e il 2011, nel Castello di Donoratico (Castagneto Carducci – LI)<sup>3</sup>.

Si trattava di tre miscelatori per la calce risalenti al IX secolo, composti da una vasca scavata nel terreno e foderata di malta nella quale, grazie a una serie di ingranaggi in legno, era possibile miscelare il grassello di calce con gli aggregati (fig. 1). I miscelatori da malta, sebbene siano stati oggetto di numerosi ritrovamenti in ambito italiano o europeo<sup>4</sup>, non hanno mai ricevuto la giusta attenzione nonostante abbiano rappresentato un forte salto di qualità nell'organizzazione di un cantiere edilizio medievale e siano la chiara manifestazione di un elevato livello di conoscenze tecnologiche delle maestranze costruttrici.

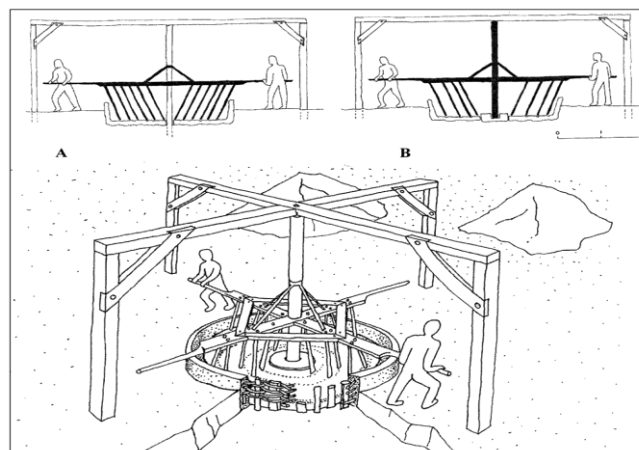


Figura 2: Il funzionamento ipotizzato nella ricostruzione proposta da D. B. Gutscher.

Tali strutture, assimilabili alle moderne betoniere per cemento, sono generalmente costituite da una vasca profonda circa 20-30 cm scavata nel terreno e rivestita da

<sup>2</sup> Il primo *step* del progetto si è svolto nell'ambito di una collaborazione tra la Parchi Val di Cornia e il Centre Européen de Formation Partir (Patrimoine Architectural Rural Techniques d'Identification et de Restauration), composto da studenti della facoltà di architettura "La Villette" di Parigi, finanziato grazie ai fondi del Programma Transfrontaliero Italia-Francia Marittimo 2007-2013, ACCESSIT – Itinerari del Patrimonio Accessibile – in partenariato fra Regione Toscana, Sardegna, Liguria e Corsica.

<sup>3</sup> Per la descrizione delle sequenze stratigrafiche legate al cantiere altomedievale del castello di Donoratico si veda da ultimo BIANCHI *et alii* 2011.

<sup>4</sup> I principali ritrovamenti italiani e relativi rimandi bibliografici (Monastero di San Vincenzo al Volturno (IS): HODGES 1993, MARAZZI 2006; Monastero di San Salvatore al Monte Amiata (GR): CAMBI DALLAI 2000; Rocca degli Alberti a Monterotondo M.mo (GR): BRUTTINI GRASSI 2009; Castello di Montemassi (GR): GUIDERI, PARENTI 2000, Castello di Miranduolo (SI): CAUSARANO 2011; per una sintesi sui ritrovamenti europei STELZLE-HUEGLIN 2007; per il caso inglese di Northampton: WILLIAMS 1979.



malta di calce il cui fondo, di diametro compreso tra i 2 e i 3 metri circa, reca incisi segni concentrici in forma di solchi profondi appena 1-2 cm. Uno dei pochi disegni ricostruttivi, elaborato nel 1980 da uno studioso svizzero, chiarisce almeno in parte il funzionamento della macchina, composta da più sostegni verticali rotanti fissati a un palo orizzontale, bloccato a sua volta a una struttura portante inserita in un foro posto al centro della vasca (GUTSCHER 1981) (fig. 2). Il congegno era azionato manualmente attraverso il movimento rotatorio del palo orizzontale e permetteva di mescolare uniformemente la calce con gli aggregati. La rotazione delle palette verticali determinava, tramite lo sfregamento sul fondo, la formazione dei segni concentrici che si individuano in quasi tutte le macchine riportate alla luce. A livello di interpretazione archeologica dunque, la presenza del foro centrale e dei solchi concentrici dovuti allo sfregamento dei supporti verticali determina la differenza tra una struttura del tipo 'meccanico' e una semplice vasca per la miscelazione manuale della calce.



Figura 3: Le tracce impresse sul fondo della vasca del miscelatore in corso di costruzione.

Per assistere alla costruzione di macchine che hanno in comune con la nostra alcuni elementi bisognerà attendere l'età contemporanea, dove le cosiddette 'molazze' presentano analoga forma circolare a vasca, e le più note betoniere un simile meccanismo di impasto. Tuttavia, se le prime servono a mescolare impasti per intonaci murari e si caratterizzano per la presenza di due grosse ruote in metallo necessarie a eliminare ogni possibile grumo nella miscela, le seconde impastano il cemento all'interno di fusti in metallo e condividono con i miscelatori il meccanismo di impasto a palette rotanti.

Strutture simili a quella descritta risultano del tutto assenti nelle fonti iconografiche di epoca medievale nella gran parte delle quali la malta viene mescolata a mano direttamente sul terreno o in vasche di forma quadrata costruite in legno.

A parte dunque le poche ipotesi ricostruttive le principali tracce archeologiche che hanno costituito la base di partenza della sperimentazione sono state quelle provenienti dalle stratigrafie indagate nel castello di Donoratico dove, in uno dei settori di scavo, sono emerse ben tre strutture interpretate come miscelatori da malta, all'interno di un contesto stratigrafico relativo al cantiere di costruzione della prima cinta muraria in pietra risalente alla fine del IX secolo.

L'analisi delle architetture condotta in parallelo alle indagini dei depositi orizzontali ha permesso di confermare la presenza sul cantiere di gruppi di maestranze dotati di un elevato bagaglio di conoscenze tecniche in associazione alle quali non stupiva il ritrovamento di tre miscelatori da malta, all'interno di un cantiere castrense nel quale in maniera precoce rispetto al contemporaneo panorama regionale si provvedeva alla edificazione di una cinta muraria, di una torre e di una chiesa in muratura.

Sulla base di queste premesse il percorso di sperimentazione archeologica si prospettava di fondamentale importanza per giungere a una migliore conoscenza di tali strutture, del loro funzionamento e delle potenzialità all'interno di un cantiere edilizio altomedievale.



Figura 4: Il miscelatore al termine della costruzione e i miglioramenti effettuati.

Il miscelatore costruito ai piedi della Rocca di San Silvestro è costituito da una vasca circolare profonda circa 30 cm con un diametro di circa 2 metri. Per questa prima operazione una corda di 1 m fissata a un picchetto

ha assunto la funzione di compasso. Al centro della fossa principale è stato realizzato un approfondimento di ulteriori 50 cm, funzionale al posizionamento del palo da usare come sostegno fisso per il meccanismo di rotazione, costituito da una trave di castagno del diametro di 30 cm, al quale era stata praticata una punta sul fondo.



Figura 5: I primi tentativi di miscelazione.

primo livello di malta di calce impastata manualmente (4-5 cm di spessore) e sono state messe a punto le altezze degli elementi verticali, i quali hanno impresso sul fondo le prime tracce circolari e concentriche (fig. 3).



Figura 7: Le fondazioni e il muro di facciata in costruzione.



Figura 6: Le tavole di progetto per la ricostruzione della casa.

Il sostegno orizzontale, l'elemento mobile del meccanismo, era costituito da una trave di castagno più lungo del precedente (circa 3,5 m) ma di diametro inferiore nel quale trovavano alloggio tre travetti verticali per lato, inseriti in appositi fori passanti. Una fascia di ferro battuta a mano e ripiegata in forma di anello alle estremità della trave orizzontale e fissata al centro permetteva un maggior equilibrio della struttura rotante. A questo punto la vasca è stata riempita con un

Pur tuttavia non era ancora stato raggiunto un ottimale funzionamento della struttura, visto che la superficie 'resistente' dei supporti verticali, indispensabile per un corretto mescolamento dell'impasto, era limitata a pochi centimetri ripartiti nei tre supporti per lato. Il funzionamento ideale della struttura è sopraggiunto nel momento in cui sono state aggiunte delle palette alla base dei sostegni verticali le quali, pur non lasciando tracce archeologiche evidenti, si sono rivelate la soluzione migliore per il mescolamento di ingenti quantitativi di calce e sabbia a fronte di uno sforzo fisico minimo (fig. 4). Quando infatti è stata realizzata la ricostruzione non eravamo ancora a conoscenza del fatto che in uno degli esemplari di Northampton fosse stata ritrovata traccia materiale degli elementi orizzontali (WILLIAMS 1979), ma è ancora più interessante a mio avviso la conferma archeologica di un elemento al quale siamo giunti per necessità e per confronto con le betoniere contemporanee che funzionano in modo simile. Una volta completata e messa a punto la nostra betoniera ha mostrato il suo forte potenziale, paragonabile a una vera e propria rivoluzione tecnologica, grazie alla quale un procedimento lento e faticoso come l'impasto della calce era stato meccanizzato, con un incredibile risparmio di energia e di manodopera necessaria. Nella vasca poteva essere ben mescolato un volume di malta pari a circa 350/400

kg con uno sforzo nettamente inferiore a quello richiesto per mescolare manualmente lo stesso quantitativo (fig. 5).



Figura 8: Tecniche di lavorazione della pietra e strumenti. a: spaccatura. b: sbazzatura. c: squadratura.

Ulteriori osservazioni, molto importanti da un punto di vista dell'interpretazione archeologica di un cantiere edilizio, hanno mostrato che la macchina può funzionare a ciclo continuo, e mentre si mescola la calce è possibile allo stesso tempo prelevarne le quantità necessarie, ovvero fermarsi e vuotarla del tutto, per poi ricominciare il ciclo. L'elevato grado di pulizia delle strutture rinvenute nello scavo di Donoratico, praticamente prive di incrostazioni di malta, poneva degli interrogativi in relazione alle modalità del funzionamento nella quotidianità del cantiere medievale e alla possibile durata di uso delle strutture. La sperimentazione ha mostrato la via più semplice per una corretta manutenzione della macchina, molto verosimilmente simile a quella originaria. È infatti probabile che la vasca venisse svuotata ogni giorno almeno per quanto possibile, e riempita con acqua, in maniera tale da impedire la solidificazione del prodotto rimasto sul fondo e tra i solchi. A quella stessa acqua sarebbero stati aggiunti, al mattino seguente, il grassello e gli inerti in quantità voluta e la produzione di calce sarebbe ripresa.



Figura 9: La prosecuzione dei muri a doppio paramento con riempimento interno.

Il miscelatore di Rocca San Silvestro è stato costruito nell'arco di due o tre giorni, tempi che certamente non rispecchiano la realtà delle dinamiche medievali, per le quali credo che, una volta avuto chiaro quale fosse il progetto di massima, un giorno si sarebbe rivelato più che sufficiente a ultimare l'opera. Le finalità anche didattiche del nostro *stage*, la presenza di personale non specializzato e per di più di lingua straniera, coordinato da un unico maestro, hanno infatti rallentato i tempi ma non sminuito l'importanza dei risultati. Anzi, in certi casi, il fatto che il 'mastro muratore' e i 'garzoni' non parlassero la stessa lingua ha rappresentato un inaspettato quanto interessante osservatorio antropologico delle dinamiche di insegnamento/apprendimento dei saperi, che potevano avvenire anche nel più totale silenzio o tra persone parlanti lingue diverse.

La trasmissione delle nozioni in un ambito di saperi essenzialmente pratici, e mi riferisco più in generale a tutte le fasi od operazioni di cantiere, poteva risolversi infatti in una attenta riproduzione dei gesti del maestro da parte dell'allievo, da cui probabilmente l'espressione "rubare il mestiere con gli occhi".

Un ulteriore prodotto di quel primo momento di riflessione e confronto tra archeologi, restauratori, muratori e architetti fu la produzione di una tavola di progetto che riproduceva esattamente il modello di una casa in pietra simile a quelle riportate alla luce dagli archeologi nel vicino castello (fig. 6). I dati provenienti dallo scavo archeologico della Rocca ci permettono di ipotizzare come una casa analoga a questa potesse essere vissuta da un nucleo familiare composto da 4 o 5

persone che tra l'altro, stando ai risultati delle analisi antropologiche, condividevano gli spazi anche con qualche animale domestico. Si trattava di un ambiente a pianta rettangolare di dimensioni pari a 6 x 4 m, articolato su un unico piano, con copertura a falda unica e tetto in lastre di ardesia, dotata di una porta di ingresso e di una finestra.

Con la precisa intenzione di proseguire l'esperienza della 'bottega medievale' il cantiere di costruzione della casa è stato diluito nel tempo in modo da non completarlo immediatamente affinché fosse un vero e proprio cantiere scuola.



Figura 10: Travi lignee passanti lo spessore della muratura per ponteggi.

La costruzione ha preso le mosse dallo scavo delle fosse di fondazione, di ampiezza pari a circa 1 m, destinate a contenere muri a doppio paramento larghi 0,9 m, con due riseghe aggettanti rispetto al soprastante muro di spessore pari a 0,5 m (fig. 7). La tecnica costruttiva ha previsto l'utilizzo di bozze di calcare provenienti dalle zone limitrofe al castello, accumulate nel corso dei secoli a seguito dei crolli delle originarie strutture murarie.



Figura 11: Ponteggi lignei che circondano il perimetro della casa.

Queste sono state raccolte, selezionate in base alle dimensioni e reimpiegate per assemblare un'apparecchiatura coerente, da un punto di vista tecnico ed estetico, con quelle adottate dai costruttori tra XI e XII secolo, caratterizzate da filari orizzontali e paralleli composti da bozze ben squadrate ma mai rifinite in superficie. Considerato l'esiguo numero di manodopera al lavoro, oscillante sempre tra le due e le tre unità, il ricorso al reimpiego ha permesso inoltre di raggiungere una notevole economia di tempo, eliminando la fase dell'estrazione e della successiva lavorazione della pietra, secondo le tecniche della spaccatura, della sbozzatura o della squadratura (fig. 8). La lavorazione integrale è stata limitata ai casi in cui risultava necessario impiegare un elemento non già disponibile, come nei casi degli architravi o delle angolate e degli stipiti che devono sempre avere almeno un angolo di 90°. Il nucleo interno della muratura veniva progressivamente riempito con scaglie di lavorazione ed elementi più grandi che irrobustissero e legassero tra loro i filari (fig. 9).

A circa 1,5 m da terra è stato allestito il sistema di impalcature in legno composto da travi passanti lo spessore della muratura (fig. 10), ancorati a sostegni verticali infissi nel terreno, sui quali sono state alloggiate le passerelle che permettevano di lavorare agilmente e in sicurezza, grazie a una serie di parapetti in legno (fig. 11). Giunti con la muratura all'altezza di 3,7 m sul retro e 2,2 sul fronte, è stata alloggiata al centro dei lati corti una trave principale lunga 6 m e su questa sono stati posizionati 11 travetti lunghi 4 m (fig. 12). Su questa trama lignea è stato poi posizionato un tavolato in legno di castagno sul quale è stato allestito il sistema di lastre in ardesia, filologicamente coerenti con le coperture

delle abitazioni medievali scavate dagli archeologi nella vicina Rocca e nei castelli della regione (fig. 13). Le lastre sono state murate con calce solo lungo il perimetro e accuratamente incastrate nel resto della superficie, affinché lasciassero passare la quantità minore di acqua piovana, e appesantite da alcune pietre sparse per contrastare l'effetto del vento, del tutto simili a quelle che si vedono ancora oggi sui tetti delle vecchie abitazioni di campagna.

Per decidere quale dovesse essere l'inclinazione del tetto della casa si è sviluppato un dialogo molto proficuo con gli architetti in quanto, come è noto, l'archeologia perde il conforto e le certezze che le derivano dalle evidenze materiali man mano che ci si allontana dal terreno. Gli elementi da tenere in considerazione riguardavano la possibilità e la frequenza di fenomeni nevosi nella regione e gli eventuali confronti archeologici. Solo una delle case all'interno della Rocca conserva ancora l'inclinazione originale delle falde ma è da riferire al periodo più tardo di edificazione e dunque più lontano da quello di nostro interesse. Lo studio stratigrafico compiuto in occasione del recupero dei vasi di ceramica che costituivano il riempimento della volta absidale della chiesa duecentesca di Sant'Antimo sopra i Canali a Piombino aveva permesso di recuperare informazioni di estremo interesse (FICHERA 2007, p. 98).

Era stata registrata infatti sia la pendenza originaria delle falde, come anche il fatto che le lastre di ardesia di copertura fossero murate almeno lungo tutto il perimetro murario.

Ultimato il lavoro di copertura del tetto, le impalcature sono state quasi totalmente smontate lasciando come traccia le classiche buche pontai. Una lieve forzatura legata a motivi di sicurezza ci aveva portato a creare non soltanto un sistema di passerelle che circondasse il perimetro della casa, ma anche un piano che occupasse l'intera superficie interna dell'ambiente. Al termine dei lavori tuttavia ci siamo resi conto che se avessimo lasciato in posto la metà di questo soppalco avremmo aumentato la metratura calpestando della casa creando ad esempio dei comodi posti letto sopraelevati dal terreno (fig. 14). Nell'ambito di un percorso di Archeologia Sperimentale è assolutamente normale imbattersi in modifiche in corso d'opera o anche in nuove scoperte che vengono alla luce nel momento in

cui si riescono ad adottare i percorsi più logici per compiere un'azione e dunque quelli più verosimilmente vicini agli originali.

Parallelamente alla costruzione della casa proseguivano le operazioni legate al ciclo di produzione della calce. Tale ciclo, analogamente a ogni attività produttiva, contempla una serie di passaggi consequenziali tra loro, ognuno dei quali richiede la costruzione di strutture specifiche e il possesso di saperi empirici indispensabili per la corretta riuscita del percorso<sup>5</sup>.

Il primo passaggio consiste nella costruzione di un forno per la cottura della pietra calcarea, detto "calcara", impiantato di norma in prossimità dei luoghi di approvvigionamento della materia prima, e di ampi bacini di approvvigionamento delle fonti energetiche indispensabili per il suo funzionamento, dunque boschi per la raccolta delle ingenti quantità di legna necessarie<sup>6</sup>. Pertanto, se la zona del cantiere non presenta le caratteristiche indicate, la calcara sarà localizzata nei pressi della cave e la pietra cotta, più leggera e meno voluminosa della roccia di partenza di circa il 20%, sarà trasportata al cantiere, rappresentando in ogni caso un costo aggiuntivo tra le voci di spesa del capitolato generale.

Nel caso specifico della Rocca di San Silvestro, le indagini archeologiche avevano individuato la fornace per la cottura della roccia calcarea non lontano dalla porta di accesso principale al castello e ancora oggi ben leggibile nella sua originaria conformazione. La calcara ha una forma ellittica, di dimensioni pari a circa 3 x 2 m, ed è quasi interamente scavata nella parete di roccia. Presenta un muretto che ne delimita l'apertura e un *prefurnium* non conservato. La camera di combustione veniva allestita sotto la carica di pietre, la cui altezza poteva aggirarsi attorno ai 4 m, che si impostava al di sopra di una risega che corre lungo l'intero perimetro del bacino (FRANCOVICH 1991, p. 93-94; BARAGLI 1998, p. 129) (fig. 15). Non potendo rimettere per ovvi motivi in funzione la fornace riportata in luce dagli archeologi, ci siamo avvalsi di calce viva acquistata in limitrofi stabilimenti di produzione di tipo industriale, saltando in tal modo l'elaborata fase della cottura del calcare ma riproducendo in maniera più fedele possibile i restanti passaggi ed utilizzando comunque materia prima locale.

<sup>5</sup> Per la produzione della calce in epoca storica si vedano tra tutti MANNONI, GIANNICHECKDA 1996, pp. 313-319; CAGNANA 2000, pp. 126-141; VECCHIATTINI 2009.

<sup>6</sup> Per uno studio delle fornaci da calce si veda PETRELLA 2006, pp. 409-414.



Figura 12: Intelaiatura lignea per il tetto.



Figura 14: Il sopralco interno alla casa.



Figura 13: Copertura del tetto in lastre di ardesia.

Il prodotto della cottura del calcare, ossido di calcio o calce viva, necessita una prolungata fase di idratazione per recuperare l'anidride carbonica persa in cottura e trasformarsi in idrossido di calcio o calce spenta, in un processo chiamato di "sfioritura" o "spegnimento".

Tale passaggio richiede abbondanti quantità di acqua e apposite vasche che possono essere scavate nel terreno, "calcinaie", o costruite in legno, "bagnoli" o "maste", utilizzate per tale scopo fino al secolo scorso. Abbiamo optato per la costruzione di una vasca di legno realizzata a forma di trapezio, di circa 2 m di lunghezza per 1,5 m di larghezza massima, decrescente progressivamente verso l'invaso di uscita, formato da una prima griglia composta da barrette di ferro a sezione circolare poste a distanza di un paio di centimetri l'una dall'altra (fig. 16). Le barrette hanno la funzione di bloccare le scaglie di calcare non cotte che, dopo lo spegnimento, rimangono

nel grassello, i *crudos calculos* di Vitruvio. Durante la fase di spegnimento il foro di uscita viene temporaneamente chiuso da una sorta di saracinesca mobile sostenuta dal peso del volume di calce e acqua. Lateralmente sono state poste delle sponde di altezza pari a 30 cm circa che portano il bacino a una capienza di circa 120 kg di calce viva in zolle di piccola pezzatura. All'estremità della vasca, inclinata secondo la pendenza del terreno, è stata scavata una fossa nel terreno, la *calcinaia*, nella quale si raccoglie la calce ormai ben spenta e accuratamente mescolata con una pala, a seguito di un ulteriore passaggio in un filtro con rete a maglia più fine, per eliminare i grumi non spenti, "gracioli" o "bottaccioli" (fig. 17). Questi ultimi infatti, continuando il percorso di spegnimento nella malta miscelata e posta in opera, potrebbero creare delle pericolose microfrazioni all'interno del muro o "sbollature" negli strati di intonaco da evitare accuratamente. A seguito delle prime operazioni di spegnimento le pareti della fossa nel terreno si sono naturalmente foderate di uno strato di grassello che ha facilitato in seguito la raccolta e il mantenimento di una certa pulizia del composto da infiltrazioni di terra. Dopo un certo periodo di tempo necessario alla maturazione del composto, il grassello è pronto per essere impastato con sabbia e acqua. Il corretto grado di stagionatura può essere empiricamente valutato, secondo le indicazioni di Vitruvio, immergendovi una cazzuola di metallo, che deve emergere con uno strato denso sulla superficie metallica, senza grumi attaccati ma neanche perfettamente pulita.

Lo spegnimento della calce viva, oltre a essere un'operazione estremamente delicata e pericolosa a causa della forte temperatura che si sviluppa nella

reazione chimica, ha portato all'attenzione il problema relativo all'approvvigionamento delle riserve idriche al tempo della costruzione della Rocca. I punti di raccolta interni alle mura del castello sono principalmente rappresentati da 2 grandi cisterne in muratura poste nell'area sommitale del castello, foderate in cocchiopesto, e destinate alla raccolta dell'acqua piovana, ma funzionali alle necessità degli abitanti del castello dopo la sua costruzione, non durante la fase di cantiere. L'assenza di punti di approvvigionamento diretti, come pozzi, e la possibilità di escludere il trasporto di acqua dal fondo valle a causa degli enormi costi che tale operazione avrebbe comportato, implica necessariamente l'ipotesi di accurate operazioni di raccolta dell'acqua piovana funzionale alle operazioni di cantiere in bacini provvisori approntati in funzione del cantiere.

Sulla base delle prove di spegnimento effettuate, che in funzione della natura sperimentale del cantiere e dei differenziati livelli di esperienza e specializzazione presenti potrebbero subire delle sensibili variazioni, i risultati ottenuti si sono rivelati di notevole interesse. L'acqua necessaria al processo di sfioritura della calce viva corrisponde a circa 2 litri per 1 kg di calce viva, ovvero 240 litri per un carico della masta, pari a 120 kg di calce viva in zolle<sup>7</sup>.



Figura 16: La masta per lo spegnimento della calce viva.



Figura 17: La calcinaia scavata per l'accumulo e la sedimentazione della calce spenta.



Figura 15: La calcara di Rocca San Silvestro.

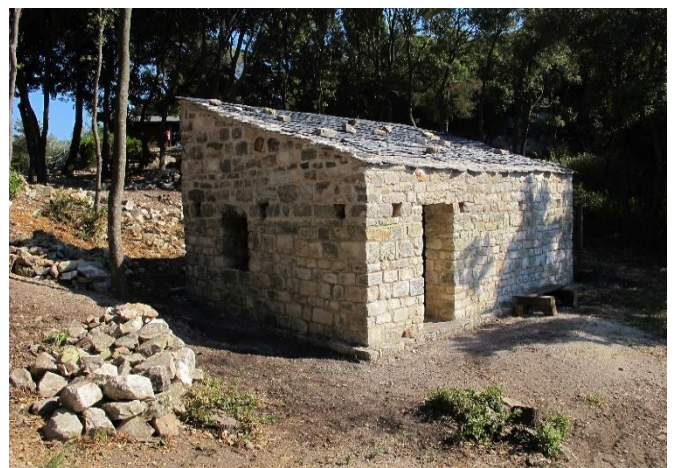


Figura 18: La casa al termine della costruzione.

<sup>7</sup> Si sta parlando di valori medi, con risultati variabili a seconda della qualità della calce viva che determinava una maggiore o minore resa in termini di grassello prodotto.



Figura 19: Il focolare interno alla casa.

Per concludere il ciclo di produzione della malta, il terzo e ultimo passaggio consiste nella produzione dell'impasto, composto da grassello con sabbia e acqua, sempre all'interno del miscelatore descritto poco sopra. L'abitazione è stata completata nel mese di aprile del 2017<sup>8</sup> (fig. 18) e l'interno, non trattandosi di una ricostruzione scenografica ma di un esperimento di carattere scientifico, ha un allestimento molto semplice, verosimilmente in linea con quelli presenti nelle abitazioni medievali del vicino castello, essenziali per organizzare la vita domestica quotidiana. Su un pavimento in terra battuta trovano posto un tavolo appoggiato su cavalletti, qualche panca e due nicchie nelle pareti, necessarie per riporre le suppellettili e gli attrezzi da lavoro (fig. 14).



Figura 20: Il forno di Rocca San Silvestro.

Completa l'allestimento un focolare, indispensabile fonte di riscaldamento e per la preparazione dei cibi. A tal proposito, non avendo dati archeologici certi circa le modalità di smaltimento dei fumi dal vano domestico, ci siamo avvalsi della collaborazione di un artigiano costruttore e studioso di camini di epoca storica, con il quale siamo giunti a una conclusione, anche questa di tipo sperimentale, che permettesse di non forzare il dato archeologico ma allo stesso tempo di ovviare al problema del fumo che rischiava di rendere irrespirabile, se non pericolosa, l'atmosfera interna. Innanzitutto, il focolare è stato costruito, analogamente ad alcuni dei casi scavati, su un piano di mattoni e circondato da un cordolo in terra argillosa, e posizionato in prossimità della finestra nell'angolo della stanza, in modo da sfruttare almeno parzialmente lo spigolo del muro come percorso naturale di salita del fumo (fig. 19). Una delle lastre di copertura del tetto

<sup>8</sup> Il progetto è stato completato grazie a un finanziamento richiesto dal Comune di Campiglia Marittima e dalla Parchi Val di Cornia alla Regione Toscana (Direzione generale competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze-Settore Musei ed Ecomusei) a valere sui fondi del Progetto Regionale "Investire in Cultura" annualità 2016 Programma Operativo Regionale FESR 2007-2013.





Figura 21: Le fondazioni del forno sul retro della casa.



Figura 22: Il piano in argilla come isolante termico.

inoltre, posta nell'angolo in corrispondenza del sottostante focolare, è stata murata leggermente sollevata rispetto a tutte le altre, in modo da lasciare una fessura di qualche centimetro che, pur non lasciando entrare l'acqua piovana, permettesse al fumo di uscire. La soluzione si è rivelata funzionale allo scopo anche se quando il focolare è acceso l'ambiente tende comunque a essere decisamente più fumoso rispetto ai camini di epoca moderna.

Il percorso di sperimentazione è proseguito nel corso del 2018 con la ricostruzione di un forno, situato alle spalle della casa stessa, realizzato sul modello di uno dei due forni riportati alla luce dagli archeologi all'interno delle mura della Rocca (fig. 20). I due forni, entrambi a carattere comunitario data la loro



Figura 23: Il piano di cottura in mattoni e l'arco di imboccatura del forno.



Figura 24: La volta in mattoni in costruzione.

localizzazione tra le vie del borgo, erano stati interpretati in un caso come forno esclusivamente destinato alla cottura del pane e nell'altro come struttura a uso promiscuo, deputata sia alla cottura del pane sia alla cottura di semplici forme ceramiche di uso comune o da fuoco come testi e olle.

Nel leggero declivio situato a monte della casa è stato realizzato un piano orizzontale sul quale costruire la fondazione del forno, costituita da un basamento di 2 m di lato realizzato in bozze di pietra legate da malta di calce. Il basamento ha un solo paramento murario e al suo interno è stato riempito da pietrame di risulta legato da calce (fig. 21). All'altezza del quarto filare il piano è stato accuratamente livellato con terra argillosa estratta localmente, la stessa utilizzata nel Medioevo dagli abitanti della Rocca sia come legante per muratura sia come argilla per modellare forme ceramiche (fig. 22). Sul livello di argilla sono quindi stati posti in opera i 40 mattoni che definiscono il piano di cottura vero e proprio legati con argilla mista a sabbia. L'impasto della

malta refrattaria, composto da argilla e sabbia, è stato realizzato ancora una volta nel miscelatore da calce, considerate le ingenti quantità necessarie.

Sul piano in mattoni è stata a questo punto allestita la centina in legno funzionale alla costruzione dell'arco che definisce la bocca del forno (fig. 23) e iniziata la costruzione della volta, che ha il diametro di 1,10 m per la cui realizzazione sono stati impiegati 125 mattoni divisi a metà e posti in opera 'di testa'.

A partire dal quinto filare di mattoni, quando cioè iniziava la curvatura della volta stessa, è stata realizzata una forma di sabbia che fungesse da sagoma alla volta, poi svuotata al termine dei lavori di costruzione (figg. 24-25).



Figura 25: La volta in mattoni poco prima di essere completata.

La volta è stata intonacata esternamente con uno spesso strato di argilla e sabbia per migliorarne l'isolamento termico (fig. 26), e sono stati in seguito completati i muri laterali della struttura. Sempre al fine di limitare la dispersione termica lo spazio sopra la volta è stato riempito con cenere, prima di montare la copertura, costituita da un travicello in legno posto in senso trasversale e da tre travicelli posti in senso perpendicolare, al di sopra dei quali è stato posto in opera prima un tavolato e poi le lastre di ardesia (figg. 27-28). La ricostruzione del forno ha permesso di arricchire il cantiere di Rocca San Silvestro di un nuovo manufatto e di acquisire nuove conoscenze in relazione alle enormi potenzialità dell'argilla locale, da utilizzare sia come legante per muratura con funzione anche refrattaria, sia come argilla per la modellazione di forme ceramiche che sono state cotte nel forno stesso dando ottimi risultati.



Figura 26: La volta in mattoni e lo strato di argilla isolante.

Inoltre, come spesso succede nei percorsi sperimentali è stata chiarita meglio la funzione di un dettaglio presente nei manufatti archeologici. Si tratta di un foro situato sul piano di cottura in corrispondenza della bocca del forno collegato direttamente con l'esterno, presente sia nel forno di Rocca San Silvestro che in quello della vicina Rocca di Campiglia Marittima (BIANCHI 2004, p. 258). A differenza di quello che potevamo immaginare, e cioè che il foro servisse all'evacuazione della cenere, il condotto permette in realtà alla camera di cottura di prendere ossigeno dall'esterno anche quando a forno acceso la bocca viene chiusa con un tappo in ferro.

La costruzione del forno ha permesso inoltre di avviare nuovi laboratori didattici, insieme a quelli già esistenti, legati al ciclo dell'alimentazione nel Medioevo e della modellazione e cottura di forme ceramiche destinate alla mensa o alla cucina medievale (fig. 29).

I lavori di costruzione hanno visto all'opera il sottoscritto in qualità di archeologo coordinatore del progetto, il maestro fuochista Edo Galli, artigiano specializzato nella costruzione di camini e forni di epoca storica, e di Fabio Gonnella, fabbro storico che ha seguito fin dal principio i lavori di costruzione della casa (fig. 30). Quella del fabbro è sempre stata una figura di fondamentale importanza grazie alla quale sono stati forgiati gli attrezzi in ferro necessari ai lavori, i chiodi per la costruzione delle impalcature o della porta, ma anche ulteriori arredi come la carriola, le scale e le panche.



Figura 27: Il completamento dei muri perimetrali e la costruzione della copertura.



Figura 28: Il forno acceso e le prime prove di cottura.

Per cercare di tracciare un bilancio di questi primi dieci anni di attività è fondamentale sottolineare innanzitutto l'assenza in territorio italiano di percorsi sperimentali analoghi legati al ciclo del costruire in pietra, con le ricadute che questi possono avere in ambito di ricerca scientifica ma anche con i numerosi punti di contatto con le tematiche del restauro o della bioedilizia per citarne alcune.

L'esempio forse più noto di sperimentazione legata all'edilizia medievale si trova nella vicina Francia, nella regione dello Yonne, 200 km a sud di Parigi<sup>9</sup>. Si tratta del castello di Guédelon, un grandioso progetto che ha avuto inizio nel 1997 con l'obiettivo di costruire, nell'arco di un trentennio circa, un intero castello, sotto il costante controllo di un comitato scientifico composto da archeologi, architetti e artigiani specializzati ([www.guedelon.fr](http://www.guedelon.fr); MARINO, CARNEVALE 2007). Gli ampi spazi, le risorse umane e le specializzazioni impegnate, oltre alle risorse economiche assicurate da una forte presenza di visitatori, permettono oggi al cantiere di Guédelon di ricreare nella sua interezza lo scenario di un villaggio del XIV secolo. Le differenti e numerose catene operative vengono riprodotte con cura e scientificità, con officine e artigiani dediti alla lavorazione della pietra, della calce, del legno, del ferro, delle corde e di tutto quello di cui i costruttori hanno bisogno, all'interno di un percorso che parte sempre dal reperimento delle materie prime nelle zone circostanti fino al raggiungimento del risultato secondo procedure e adottando attrezzature rigorosamente d'epoca.

Per tornare al nostro progetto sono evidenti i vantaggi che l'esperienza diretta può apportare alla già solida base teorica di uno studioso di Archeologia dell'Architettura o comunque di un archeologo in genere, innanzitutto per ciò che riguarda la conoscenza analitica delle fasi di ogni singolo ciclo produttivo legato al costruire e di conseguenza al riconoscimento di queste quando si presentano sotto forma di tracce archeologiche in corso di scavo.

Inoltre, tutte le operazioni di cantiere svolte nel corso degli anni sono state accuratamente registrate secondo modalità archeologiche e questo 'diario' ci permette oggi di avanzare una serie di riflessioni in merito alla quantificazione e alle dinamiche di approvvigionamento dei materiali da costruzione, anche quelli che possiamo definire "invisibili" a uno studio solo teorico, come legna per cuocere la calce, acqua per spegnerla e sabbia per impastarla. Ulteriori e altrettanto importanti considerazioni possono essere avanzate riguardo le tempistiche della costruzione e, più in generale, all'organizzazione del lavoro di cantiere e alle modalità di trasmissione dei saperi, tutte le voci che vanno a comporre quello che oggi definiremmo un "capitolato d'appalto" (fig. 31).

Altrettanto importanti le finalità di carattere pratico legate al mondo del restauro e della conservazione, grazie alla possibilità di trasformare il cantiere in un laboratorio per la formazione di specialisti da impiegare nel monitoraggio del degrado del vicino castello. In questo senso una ulteriore e innovativa sperimentazione è stata effettuata in occasione del restauro della Rocca realizzato nel 2017, attraverso la produzione di malte

<sup>9</sup> Per una sintesi delle principali esperienze analoghe di ambito europeo si veda MARINO, CARNEVALE 2007, p. 35, nota 5.

prodotte e miscelate in loco secondo le tecniche descritte impiegate per il restauro delle murature di uno degli ambienti. Con il tempo potranno essere confrontati i risultati, la durata e la resa tecnica ed estetica delle malte tradizionali rispetto ai prodotti industriali comunemente destinati al restauro.



Figura 29: Prime prove di cottura di schiaccie e pane.



Figura 30: La squadra dei costruttori. Da sin. G.A.Fichera, F. Gonnella, Clara, E. Galli.

Nell'ottica di quella che può essere definita "accessibilità" al patrimonio storico archeologico, intesa nella sua accezione culturale e non fisica, dunque della divulgazione dei dati archeologici al vasto e variegato pubblico di un parco archeologico, sono immediate ed evidenti le ricadute di carattere didattico e comunicativo che un cantiere come quello descritto può avere, per la semplicità e l'immediatezza con cui è possibile

trasmettere ai visitatori, specializzati e non, concetti complessi legati all'arte del costruire, saperi tra l'altro a rischio di una silenziosa scomparsa.

Laboratori destinati a scuole di ogni ordine e grado, a università e a specialisti del settore sono stati attivati nel corso degli anni e hanno riscosso un grande successo. L'esperienza del cantiere è stata raccontata in convegni, in riviste specializzate o a carattere divulgativo, in un breve video narrativo<sup>10</sup>, ma soprattutto è stata condivisa con i visitatori, fossero essi turisti di passaggio o residenti, assicurando un coinvolgimento fortissimo ed emozionante. Chi per la prima volta varcava la porta di casa e trovava il focolare acceso, o chi si trovava a passeggiare all'ombra della Rocca di San Silvestro attraverso un cantiere 'di mille anni fa', tra cumuli di sabbia, blocchi di pietra in lavorazione, chiazze di malta, corde e scalpelli, sembrava non voler andar via e spesso è tornato a trovarci per vedere gli sviluppi dei lavori.

<sup>10</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=RVb9H-3wdEU>



Figura 31: Infografica dei tempi e dei materiali necessari alla costruzione della casa.

*Medioevo in corso* è un progetto corale, unico nel suo genere nell'attuale panorama archeologico italiano, grazie al quale oggi, nel cuore del Parco Archeominerario di San Silvestro (Campiglia Marittima – LI), è possibile compiere un vero e proprio viaggio nel tempo e vivere un'esperienza indimenticabile. Un grazie speciale a chi ha reso possibile trasformare questo sogno in realtà: Silvia Guideri (Direzione Parchi e Musei Parchi Val di Cornia SpA), Debora Brocchini (Coordinatrice Parco Archeominerario San Silvestro), tutto lo staff della Società Parchi Val di Cornia per aver creduto in questo progetto e aver destinato risorse pubbliche nella sua realizzazione, oltre che per il supporto costante e professionale che hanno sempre offerto. Hanno partecipato e hanno condiviso con noi un pezzo di strada e anche a loro va un sentito ringraziamento: Giovanna Bianchi (Università di Siena), Cosimo Postiglione, Jacopo Bruttini e tutto il team di Coopera soc. coop., Fabio Gonnella (Ditta Coppi), Piercarlo Balestri, Dario Falco, Edo Galli (Archipenzolo. Ricerca, restauro e territorio), Andrea Finocchi, Arianna Briano.

## Bibliografia

- BARAGLI S. 1998, *L'uso della calce nei cantieri medievali (Italia centro-settentrionale): qualche considerazione sulla tipologia delle fonti*, in "Archeologia dell'Architettura", III, pp. 125-139.
- BIANCHI G. (a cura di), 2004, *Campiglia Marittima: un castello ed il suo territorio. I risultati dell'indagine archeologica*, Firenze.
- BIANCHI G., FICHERA G., MIRIELLO D., CHIARELLI N., CRISCI G.M. 2011, *Archeologia di un cantiere curtense: il caso del castello di Donoratico tra IX e X secolo. Sequenze stratigrafiche e analisi archeometriche*, in "Archeologia dell'Architettura", XVI, pp. 34-50.
- BRUTTINI J.A., GRASSI F. 2009, *Dall'insediamento fortificato altomedievale alla rocca signorile (IX-XIV secolo): il caso della Rocca degli Alberti a Monterotondo Marittimo (GR)*, in VOLPE G., FAVIA P. (a cura di), *Atti del V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Foggia-Manfredonia, 30 settembre-3 ottobre 2009, pp. 317-323.
- CAGNANA A. 2000, *Archeologia dei materiali da costruzione*, Mantova, pp. 126-141.
- CAMBI F., DALLAI L. 2000, *Archeologia di un monastero: gli scavi di San Salvatore al Monte Amiata*, in "Archeologia Medievale", XXVII pp. 193-210.
- CAUSARANO M.A. 2011, *Il miscelatore di malta di Miranduolo (Chiusdino, SI) e il cantiere tra X e inizio XII secolo. Confronto con i casi del territorio interno maremmano e senese*, in "Archeologia dell'Architettura", XVI, pp. 51-61.
- FICHERA G. 2007, *Archeologia dell'architettura del cantiere di costruzione della chiesa*, in BERTI G., BIANCHI G. (a cura di), *Piombino. La chiesa di Sant'Antimo sopra i Canali. Ceramiche e architetture per la lettura archeologica di un abitato medievale e del suo porto*, Firenze, pp. 47-151.
- FICHERA G. 2010, *Archeologia Sperimentale alla Rocca di San Silvestro. Ricomposizione del ciclo di lavorazione della malta*, in "Restauro Archeologico, Bollettino del Gruppo di ricerca sul restauro archeologico, Conservazione e manutenzione di edifici allo stato di rudere", 1, pp. 42-45.
- FICHERA G. 2011, *Archeologia Sperimentale alla Rocca di San Silvestro: Dal ciclo di produzione della calce alla costruzione di una casa*, in "Archeologia dell'Architettura", XVI, pp. 81-91.
- FICHERA G. 2015, *Learning by doing: "È tutto mestiere che entra..."*, in DAL MASO C., e RIPANTI F. (a cura di), *Archeostorie. Manuale "vissuto" di Archeologia e dintorni*, Milano, pp. 27-35.
- FICHERA G. 2018a, *Una casa attorno al fuoco. Archeologia Sperimentale alla Rocca di San Silvestro (Campiglia M.ma – LI)*, in GALLI E., BARDI G. (a cura di), *Focarili e Falò nell'Amiata e nelle Maremme della Toscana. Storia e uso del fuoco attraverso gli archivi fotografici*, Arcidosso (GR), pp. 53-62.
- FICHERA G. 2018b, *Una casa dell'Anno Mille. Archeologia Sperimentale alla Rocca di San Silvestro (Campiglia Marittima – LI)*, in MEGALE C. (a cura di), *Costruire il passato in Etruria. Il senso dell'archeologia nella società contemporanea*, Pisa, pp. 27-34.
- FRANCOVICH R. (a cura di), 1991, *Rocca San Silvestro*, Roma, pp. 93-94.
- GUIDERI S., PARENTI R. (a cura di), 2000, *Archeologia a Montemassi. Un castello fra storia e arte*, Firenze.
- GUTSCHER D.B. 1981, *Mechanische Mortelmischer. Ein Beitrag zur karolingischen und ottonische Bautechnologie*, in "Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte", 38, pp.178-188.
- HODGES R. (a cura di), 1993, *S.Vincenzo al Volturno 1*, Londra.
- MANNONI T., GIANNICCHEDDA E. 1996, *Archeologia della produzione*, Torino, pp. 313-319.
- MARAZZI F. 2006, *S.Vincenzo al Volturno. Evoluzione di un progetto monastico tra IX e XI secolo*, in G. SPINELLI G. (a cura di), *Il monachesimo italiano dall'età longobarda all'età ottoniana (secc.VIII-X)*, Atti del VII Convegno di Studi storici sull'Italia benedettina, Nonantola (Modena), 10-13 settembre 2003, Cesena-Badia di S. Maria del Monte, pp. 426-466.

MARINO L., CARNEVALE S. 2007, *Guédelon: un cantiere medievale "in corso d'opera"*, in "Restauro archeologico", 2-3, pp. 30-35.

PETRELLA G. 2006, *La produzione della calce e modalità di impiego nel cantiere medievale. Primi esempi dal territorio aquilano*, in FRANCOVICH R., VALENTI M. (a cura di), IV Congresso Nazionale della Società degli Archeologi Medievisti Italiani, San Galgano, 26-30 settembre 2006, Firenze, pp. 409-414.

STELZLE-HUEGLIN S. 2007, *Renovatio imperii on the Muensterhuegel of Basel? A reappraisal of mechanical mortar mixers*, 4th International Congress of Medieval and Modern Archaeology "Medieval Europe", Parigi.

VECCHIATTINI R. 2009, *La civiltà della calce*, Genova.

WILLIAMS J. 1979, *The mortar mixer*, in *St Peter's Street Northampton. Excavations 1973-1976*, Northampton, pp. 118-133.