



**HAL**  
open science

**L'analisi tecnologica di resti strutturali in terra:  
variabilità delle tecniche di costruzione e osservazioni in  
sezione levigata per la caratterizzazione di concotti e  
conglomerati architettonici**

Alessandro Peinetti

► **To cite this version:**

Alessandro Peinetti. L'analisi tecnologica di resti strutturali in terra: variabilità delle tecniche di costruzione e osservazioni in sezione levigata per la caratterizzazione di concotti e conglomerati architettonici. *IpoTesi di Preistoria*, 2016, 8, pp.103-138. halshs-01433029

**HAL Id: halshs-01433029**

**<https://shs.hal.science/halshs-01433029>**

Submitted on 12 Jan 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **L'ANALISI TECNOLOGICA DI RESTI STRUTTURALI IN TERRA: VARIABILITÀ DELLE TECNICHE DI COSTRUZIONE E OSSERVAZIONI IN SEZIONE LEVIGATA PER LA CARATTERIZZAZIONE DI CONCOTTI E CONGLOMERATI ARCHITETTONICI**

**Alessandro Peinetti<sup>1</sup>**

### **PAROLE CHIAVE**

Architettura in terra, concotto, conglomerato, analisi tecnologica, metodologia.

### **KEYWORDS**

Earthen architecture, fired daub, conglomerate, technological analysis, methodology.

### **RIASSUNTO**

In molti contesti preistorici e protostorici italiani sono largamente rinvenuti resti strutturali in terra e conglomerati architettonici combusti o parzialmente cementati. La loro caratterizzazione tecnologica è un passo importante per ottenere dati riguardanti la paleoeconomia, lo sfruttamento delle risorse e l'esistenza di tradizioni costruttive su scala locale o regionale. L'integrazione al protocollo di analisi tecnologica di osservazioni effettuate ad occhio nudo o con microscopio ottico su sezioni levigate può aiutare ad una migliore comprensione dei resti in una fase intermedia dello studio, successiva alla loro caratterizzazione morfologica ed al riconoscimento di classi di impasto, ma preliminare all'approfondimento dello studio per mezzo di analisi specialistiche. La realizzazione su alcuni campioni di una sezione rettificata e polita (sezione levigata) permette infatti di descrivere con maggiore completezza l'organizzazione e la natura dei componenti, nonché le alterazioni subite dal materiale, ad esempio in caso di esposizione al calore. Si tratta dunque di associare le caratteristiche osservate ai meccanismi di deformazione della materia e a gesti specifici, che una volta messi in sequenza potranno permettere di ricostruire materie prime utilizzate, tecniche e catene operative. Qualche osservazione rilevante può riguardare anche le dinamiche di funzionamento delle strutture o il loro ingresso nel *record* archeologico. Sono qui presentati alcuni casi studio e chiavi di lettura preliminari, da completare ed affinare con l'avanzamento delle ricerche. Le prime applicazioni di tale tecnica hanno fornito risultati incoraggianti, soprattutto per il rapporto positivo tra massa di dati prodotta e costo finanziario ridotto.

### **ABSTRACT**

Earthen architectural fragments (burned or cemented) are often collected during the excavation in Italian prehistoric and protohistoric sites. The technological characterization of these remains is relevant to recognize the existence of local or regional building traditions and to understand the exploitation of raw materials and, more in general, the ancient production strategies. In addition to the current macroscopic analysis (morphology of fragments and classification of pastes) and before the realization of archaeometric analysis, it's possible to complete the analytical protocol of daub with some observations in polished section. To realize a polished section, the daub sample is cut and the resulting section is polished with sandpaper. The realization of this kind of section allows a better description of the arrangement of the constituents, to identify the processes of transformation and deformation of raw materials during the building activity. The aim of these mesoscopic analysis is to characterize the behavioral chain referred to the processing of raw materials and their installation, linking the observed characteristics to specific actions. It's possible to obtain some functional data about the original function of the earthen structures or the dynamics of entrance in the archaeological record as well. This paper presents some case-studies and some preliminary keys to understand the features observed in polished section. The use of this analytical technique gives some encouraging results, especially in comparing the number of relevant data to the low cost of production of a polished section.

### **INTRODUZIONE: LA RICERCA ARCHEOLOGICA E LE STRUTTURE IN TERRA**

Nella pratica archeologica attuale viene riservata un'importanza sempre maggiore allo studio della terra cruda usata come materiale da costruzione. Questa viene messa in opera in maniera esclusiva o in associazione ad altri materiali

<sup>1</sup> UMR 5140, Archéologie des Sociétés Méditerranéennes (Université Montpellier 3, CNRS, MCC); Labex ARCHIMEDE (programma IA-ANR-11-LABX-0032-01); Università di Bologna (Dipartimento di Storia Culture Civiltà): [alessandro.peinetti@gmail.com](mailto:alessandro.peinetti@gmail.com). Questo lavoro ha beneficiato del supporto del LabEX Archimede, a titolo del programma "Investissement d'Avenir" ANR-11-LABX-0032-01.

come legno o pietra, per realizzare muri, battuti pavimentali e installazioni domestiche o artigianali. Tale attenzione va al di là della ricerca preistorica ed interessa anche i periodi storici, durante i quali la terra continuerà ad essere usata in maniera variabile fino ai giorni nostri.

In Italia, negli studi sull'architettura in terra di epoca preistorica e protostorica, è riservata un'attenzione particolare allo studio di materiali definiti come "concotti". Questa categoria di resti è variabilmente definita (Peroni 1994, p. 102; Tasca 1998, n. 1, p. 86; Moffa 2002, p. 19; Muntoni 2007, p. 27). In questa occasione possiamo considerare genericamente come concotto qualsiasi resto strutturale che abbia subito in antico un'alterazione termica e che si sia conservato nel *record* archeologico, il più delle volte in maniera frammentaria, sotto forma di elementi più o meno consolidati, in posizione primaria o secondaria<sup>2</sup>. Il termine concotto viene spesso usato in maniera preliminare, quando una definizione funzionale non può ancora essere assegnata ai resti studiati, o per materiali le cui caratteristiche non-diagnostiche o le morfologie difficilmente interpretabili non ne permettano un'interpretazione sicura (Peinetti 2014, p. 275; n.1, p. 318).

Molti resti in terra combusta recano impronte di una trama lignea sulla quale la terra cruda è stata messa in opera. Questi possono appartenere a muri realizzati in terra e legno o pavimenti in terra stesi su tavolato ligneo parzialmente combusti da fenomeni di incendio, ma anche a installazioni domestiche realizzate su armatura lignea e combuste accidentalmente o a installazioni legate ad attività pirotecniche (v. *infra*). Le stesse dinamiche di consolidamento dovuto ad un'alterazione termica accidentale o legata al funzionamento della struttura si possono avere anche su installazioni o muri costruiti esclusivamente in terra o su intonaci e malte utilizzate in associazione alla pietra.

Lo studio di questi resti combusti coinvolge principalmente due tipi di approccio ai materiali:

- Formale, che privilegia in particolare la ricostruzione della trama lignea a partire dalle impronte, gli aspetti morfo-dimensionali della struttura e l'articolazione delle pareti e delle varie parti che compongono gli edifici o le installazioni.
- Tecnologico, centrato sulla caratterizzazione delle materie prime utilizzate, la loro lavorazione e messa in opera, fino alle operazioni di rifinitura.

I due approcci sono complementari e non esclusivi. Il peso conferito a questi due aspetti della ricerca è variabile a seconda dei casi-studio ed è direttamente legato alla sensibilità del ricercatore, delle tecniche analitiche utilizzate e, più in generale, del contesto di studi in cui si inserisce la ricerca.

Gli approcci formali e tecnologici sono in genere accompagnati da valutazioni di tipo funzionale. Il tentativo di riconoscimento della funzione della struttura (parete, struttura pirotecnica, mobilio domestico,...) è in effetti uno degli scopi principali della ricerca effettuata su questa classe di resti. Mentre le analisi formale e tecnologica possono contribuire a comprendere e a definire la possibile funzione dei resti, lo studio delle dinamiche di combustione dei resti, dei processi di deposizione e dei processi post-deposizionali possono apportare chiarimenti ulteriori sia sul piano formale, che tecnologico e funzionale. Inoltre, forniscono dati rilevanti che esulano dal semplice riconoscimento delle tecniche impiegate.

Le basi del protocollo di analisi formale dei resti sono ormai largamente condivise dalla comunità scientifica italiana (Tasca 1998, pp. 78-79). L'analisi tecnologica è stata invece spesso indirizzata all'identificazione delle materie prime usate (Moffa 2002, pp. 22-31; Fiorentino, Muntoni 2002, p. 170; Speciale 2015, pp. 164-165). Tali aspetti sono spesso affrontati ricorrendo ad analisi archeometriche dopo una preliminare classificazione degli impasti con osservazioni in frattura, ad occhio nudo o con microscopio ottico (Laviano, Muntoni, Radina 1999; Fabbri *et alii* 2007; Muntoni, Trojsi, Tiné 2009; Nicoletti, Trojsi, Tusa 2012; Croce *et alii* 2014). Rimangono invece limitati gli approfondimenti riguardanti la lavorazione dei sedimenti e le modalità della loro messa in opera. Uno degli obiettivi di questo articolo è dunque quello di elaborare un protocollo d'analisi tecnologica che completi le osservazioni in frattura fresca con osservazioni su sezione levigata, da effettuare su scala macroscopica o mesoscopica e che possano fornire informazioni affidabili, da verificare ed affinare in un secondo tempo con analisi di laboratorio.

Per la fabbricazione delle sezioni levigate è sufficiente realizzare un taglio trasversale del campione da analizzare, che permetta l'osservazione del corpo del frammento per mezzo di una sezione rettificata, in modo da rilevare la natura e l'organizzazione dei sedimenti e dei principali costituenti dell'elemento architettonico. Il fine ultimo di questo tipo d'analisi è la ricostruzione delle catene operative e delle tecniche utilizzate per la realizzazione di strutture e manufatti in terra da cui i campioni provengono. La rassegna dei caratteri diagnostici qui presentati e delle loro possibili interpretazioni tecnologiche si basa essenzialmente sui tratti tipici riconosciuti fino ad ora nei vari casi esaminati, nonché sulla letteratura edita, in particolare per quanto riguarda le analisi micromorfologiche effettuate su materiali crudi o combusti (in particolare Bassetti, Degasperi 2002; Cammas 2003; Cremaschi, Ottomano, Trombino 2004, pp. 132-135; Duvernay 2003; Labille, Gilabert, Onfray 2014; Onfray 2014; Sénépart *et alii* 2015; Watez 2003; 2009), i cui risultati possono essere in parte trasposti e riadatti ad un'analisi mesoscopica effettuata ad un livello di dettaglio minore. La terminologia e la casistica dovranno tuttavia essere integrate con il tempo.

---

<sup>2</sup> Definizione rielaborata a partire da Tasca 1998, n. 1; Muntoni 2007, p. 27; Peinetti 2014, p. 275.

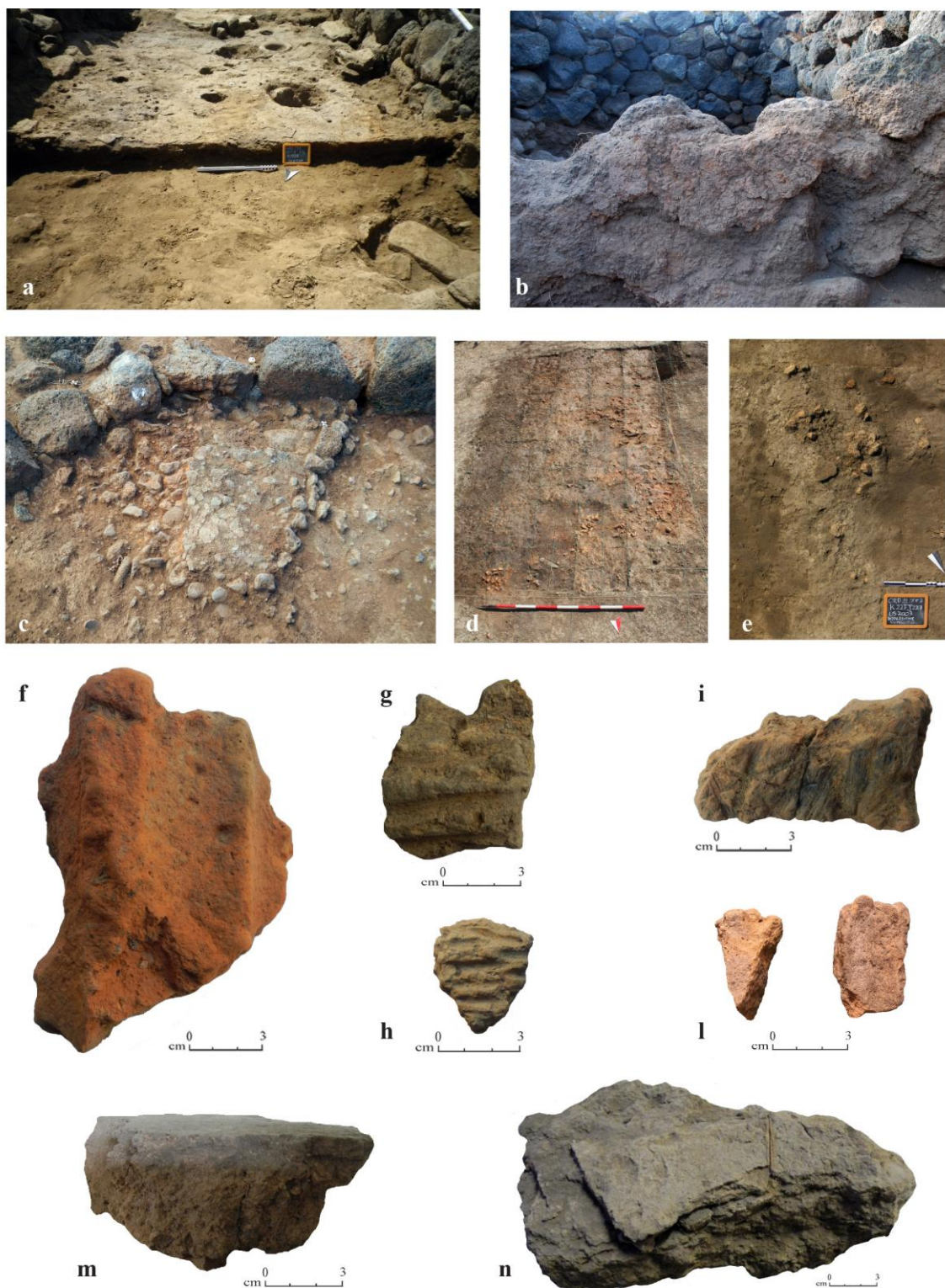


Fig. 1. Differenti tipi di materiali e contesti nei quali è possibile fare ricorso ad analisi in sezione levigata: (a) superfici pavimentali cementate (Mursia, Pantelleria – TP, ambiente B14, US 1356, foto F. Debandi); (b) intonaci parietali combusti (Mursia, Pantelleria – TP, ambiente B1, foto M. Cattani); (c) piastre di cottura (Mursia, Pantelleria – TP, ambiente F1, US 45); (d) crolli *in situ* di strutture in terra cruda combuste (Carbonara Scrivia-Cascina Maghisello - AL, edificio n.1, US 102, foto archivio SABAP-TO); (e) concotto in posizione secondaria (Solarolo-via Ordiere - RA, settore 3, US 2003); (f) frammento di terra combusta riferibile ad una parete (Castello di Annone - AT, foto archivio SABAP-TO); (g) frammento di struttura realizzata con una trama lignea intrecciata e terra cruda (Cesena-Foro Annonario - FC, foto archivio SABAP-BO); (h) rivestimento in terra di possibile manufatto in vimini (Monterenzio Vecchio-Cima - BO); (i) frammento di terra cruda combusta con tracce di fascine vegetali e possibili legature (Castello di Annone - AT, foto archivio SABAP-TO); (l) sigillature in terra cruda combusta (Solarolo-via Ordiere - RA, settore 1); (m) campione proveniente da una struttura di combustione (Monterenzio Vecchio-Cima - BO); (n) campione di battuto pavimentale (Mursia, Pantelleria - TP, ambiente B14, US 1226).

Questo contributo è dunque un primo tentativo di sintesi in cui si formalizzano alcune chiavi di lettura preliminari, sfruttabili per osservazioni in sezione levigata, che non possono essere generalizzati oltre misura e devono tenere conto, durante l'applicazione concreta, della variabilità dei contesti e delle catene operative utilizzate.

Le sezioni levigate possono essere realizzate su frammenti combusti appartenenti a strutture in terra o su campioni prelevati da strutture pirotecniche conservate *in situ*, ma anche su frammenti o campioni di conglomerati architettonici parzialmente cementati raccolti in scavo, come ad esempio parti di battuti pavimentali, che per la loro consistenza permettono la realizzazione di una sezione rettificata in laboratorio (Fig. 1)<sup>3</sup>.

L'utilizzo di sezioni levigate su campioni provenienti da strutture in terra rimaste allo stato crudo e riconosciute in fase di scavo non è invece possibile, per evidenti ragioni di scarsa compattezza del sedimento e delle modificazioni subite durante i processi di degrado e post-deposizionali. Sul territorio italiano rimane in effetti problematica l'identificazione durante lo scavo di strutture in terra cruda, salvo in rari casi in cui le condizioni di seppellimento risultano favorevoli. Questo è vero soprattutto in contesti a clima temperato, dove i processi di degrado e lo sviluppo della pedogenesi hanno reso le strutture scarsamente leggibili. Per affrontare tale problematica risulta utile il ricorso ad un geoarcheologo che identifichi le anomalie sedimentarie della stratigrafia archeologica possibilmente riconducibili a tali strutture (Brochier 1994; Billaud 2005; Wattez 2009, pp. 200-202; Friesem *et alii* 2014, Sénépart *et alii* 2015, pp. 6-9). Una campionatura per analisi micromorfologiche può poi confermare le osservazioni fatte sul campo e portare maggiori informazioni riguardanti le tecniche impiegate per la realizzazione delle strutture in terra e le dinamiche di formazione degli strati connessi al loro degrado (Fig. 2). Questo approccio deve essere portato avanti di pari passo con la sensibilizzazione degli archeologici verso tali aspetti. Nel caso di strutture in terra cruda l'approccio diretto in scavo è essenziale. Dopo questo accenno alla possibilità di rinvenire strutture ancora allo stato crudo, al fine di tracciare un quadro completo riguardante i vari stati di conservazione in cui si possono rinvenire strutture architettoniche in terra, ci concentreremo solo su resti combusti e parzialmente cementati, su cui è possibile realizzare sezioni levigate.



Fig. 2. Solarolo, via Ordiera (RA), settore 1, sezione est. Approccio geoarcheologico relativo all'identificazione di strutture in terra cruda: (a) rilievo e descrizione della stratigrafia, prime ipotesi; (b) prelievo di campioni per analisi micromorfologiche; (c) sezione sottile e analisi microstratigrafica, riconoscimento delle strutture e delle tecniche; (d) foto di dettaglio di un piano pavimentale in terra cruda; (e) foto di dettaglio di una piattaforma costruita con elementi modulari in terra cruda.

<sup>3</sup> Salvo specificato, le fotografie e le illustrazioni sono state realizzate dallo scrivente.

La caratterizzazione tecnologica delle strutture in cui la terra partecipa come materiale da costruzione è in effetti un passo importante per ottenere dati riguardanti la paleoeconomia e lo sfruttamento delle risorse. Questo riguarda sia la costruzione di edifici, che la realizzazione di strutture produttive domestiche e artigianali. Le strategie di elaborazione di impasti adatti alle caratteristiche funzionali della struttura sono particolarmente interessanti, se confrontate con le materie prime direttamente disponibili localmente. Allo stesso tempo, il riconoscimento delle tecniche di realizzazione impiegate può fornire dati rispetto alla presenza di tradizioni costruttive presenti a livello regionale o sovra-regionale, oppure evidenziare un adattamento particolare alle condizioni ambientali ed economiche locali. La rilevanza sociale e culturale dei processi costruttivi dovrebbe dunque incitare a rivolgere un'attenzione sempre più ampia verso i resti di architetture e strutture in cui la terra partecipa in maniera complementare o esclusiva alla loro realizzazione.

## **LA TERRA COME MATERIALE DA COSTRUZIONE: VARIABILITÀ DELLE CATENE OPERATIVE E DELLE PRATICHE DI MESSA IN OPERA IN CONTESTI ATTUALI E PRE-PROTOSTORICI**

La catena operativa relativa alla realizzazione di strutture in terra può essere estremamente variabile a seconda del tipo di tecnica e delle materie prime impiegate o del supporto su cui la terra cruda viene eventualmente messa in opera. Per meglio inquadrare l'analisi tecnologica dei materiali, sembra opportuno effettuare un breve richiamo sulla variabilità di realizzazione di queste strutture, siano esse relative agli alzati degli edifici, a strutture pavimentali, a mobilio o a installazioni di vario tipo. Alcuni termini in lingua francese saranno impiegati per definire le tecniche di messa in opera, mancando in lingua italiana dei corrispettivi equivalenti, salvo in rari casi di impiego dialettale o di termini attualmente in disuso (Bertagnin 1992, pp. 21-24; Conti 2007, pp. 269-270). Le seguenti considerazioni sono in parte mutuare dalla bibliografia disponibile (Aurenche *et alii* 2011; Houben, Guillaud 2006; bibliografia presente nel testo), oltre che da riflessioni realizzate durante lo studio di materiali archeologici, la realizzazione di esperimenti o osservazioni etnografiche su contesti moderni del nord della Francia, solo parzialmente editi (Peinetti 2014; Peinetti 2016).

### **Reperimento e preparazione delle materie prime**

I sedimenti impiegati per la realizzazione di architetture tradizionali sono generalmente estratti nelle vicinanze del sito. A seconda delle caratteristiche tecniche ricercate, è possibile utilizzare un solo tipo di sedimento, oppure procedere all'impasto di più tipi di sedimenti, eventualmente con l'aggiunta di fibre vegetali, materia organica, inclusi minerali grossolani o inclusi antropici. L'inserimento nell'impasto di detriti architettonici crudi provenienti da strutture precedentemente demolite è operazione corrente in contesti documentati etnograficamente (Milcent 2007, p. 184; Peinetti 2016, pp. 276-277), ma rimane per ora difficile caratterizzare con sicurezza un tale reimpiego sul materiale archeologico con osservazioni macroscopiche. L'aggiunta di calce, calce impura o materiale di tipo carbonatico (ceneri, rocce carbonatiche, conchiglie e ossa sbriciolate) che favorisca reazioni di parziale o totale cementazione può essere valutato a seconda del contesto e delle caratteristiche dei resti, sebbene reazioni di cementazione si possano anche manifestare in maniera naturale con l'uso o l'aggiunta di sedimenti carbonatici, o anche in contesti vulcanici (Affonso, Freidberg 2001, p. 13; Goren, Goldberg 1991, p. 135-137; Hauptmann, Yalcin 2001, pp. 62-67; Karkanis 2007; Sénépart 2009, p. 71; Wattez 2003, pp. 26-29; Wattez 2009, p. 205). Il materiale cavato può essere dunque corretto con additivi di vario genere o integrando due tipi di sedimento, ma può anche essere sottoposto ad un processo di selezione di alcune frazioni granulometriche tramite setacciatura o vaglio manuale per quanto riguarda elementi particolarmente grossolani. La decantazione non è escludibile a priori, ma potrebbe al limite essere riservata a realizzazioni particolarmente fini come la posa di intonaci di finizione. Il sedimento estratto allo stato secco può essere parzialmente sminuzzato prima dell'operazione d'impasto. Non si può tuttavia escludere a priori l'utilizzo di un sedimento estratto ad uno stato estremamente umido<sup>4</sup>.

La maggior parte delle architetture in terra prevedono l'impasto o almeno un'umidificazione parziale delle materie prime. L'aggiunta di stabilizzanti (sedimenti sabbiosi, fibre vegetali,...) può avvenire prima o durante le operazioni di impasto. La quantità d'acqua utilizzata è variabile a seconda della consistenza da raggiungere (rielaborato da Houben, Guillaud 2006, pp. 114-115):

- Umido, la quantità di acqua aggiunta è così scarsa che l'impasto non può essere modellato senza sfaldarsi e il sedimento viene lavorato senza la possibilità di essere completamente omogeneizzato. Gli aggregati di sedimento sono dunque frantumati solo parzialmente. In genere tali impasti vengono usati per realizzare opera in terra che prevedono la compressione meccanica del sedimento per battitura. In tal caso l'acqua aggiunta garantisce la coesione del sedimento una volta compresso.

---

<sup>4</sup> Sedimenti allo stato fangoso o plastico, in aree prossime a corsi d'acqua o acquitrini. In tal caso l'operazione di impasto potrebbe risultare necessaria solo in occasione di un'aggiunta di additivi al sedimento di base.

- Plastico, l'aggiunta d'acqua è sufficiente per rendere l'impasto modellabile ma piuttosto fermo. L'omogeneizzazione del sedimento è variabile a seconda dell'accuratezza e della tecnica utilizzata per realizzarlo, pur garantendo una buona coesione. Si possono dunque avere impasti in cui le differenti materie prime sono ben omogeneizzate, o impasti meno accurati dove, malgrado l'aggiunta di acqua, alcuni aggregati o sacche localizzate di materiale risultino non omogeneizzati.
- Fangoso, l'aggiunta di acqua è notevole, al fine di creare un impasto molle, piuttosto difficile da modellare in una forma precisa. Anche in questo caso l'omogeneizzazione del sedimento è variabile a seconda dell'accuratezza e della tecnica utilizzata per realizzarlo.
- Da viscoso a liquido, caratterizzato da un tasso di umidità tale che è impossibile modellare l'impasto, utilizzato piuttosto per la realizzazione di intonaci e ingobbi di finizione, oppure per sottili refezioni di pavimenti.

Il tasso di umidità non è dunque l'unico parametro da tenere in conto per valutare le proprietà di un impasto. In effetti, il metodo di omogeneizzazione utilizzato e l'accuratezza con cui le materie prime vengono integrate può variare. In generale un impasto realizzato calpestando le materie prime con i piedi (o eventualmente aiutandosi con l'impiego di animali da soma) produce un materiale ben omogeneizzato, in cui gli aggregati di sedimento sono largamente frammentati e in larga parte non più visibili singolarmente. Lo stesso risultato si può ottenere tramite battitura strumentale dell'impasto (con un tronco, un mastello, ...). L'omogeneità di un impasto manuale può invece variare di molto a seconda del tempo dedicato all'operazione. Un impasto effettuato miscelando il sedimento con uno strumento come una forca o una pala ha una tendenza a rimanere più grossolano, con una minore frammentazione degli aggregati di sedimento. Si possono dunque ottenere impasti piuttosto grossolani malgrado un'aggiunta elevata di acqua, a seconda dell'accuratezza impiegata nella fase di omogeneizzazione. Oltre alla natura delle materie prime impiegate, sono due i parametri complementari da prendere in conto per caratterizzare questo processo della catena operativa: accuratezza dell'operazione e tasso di umidità della miscela.

L'impasto può anche essere lasciato "maturare" per diverse ore prima della messa in opera, consentendo all'acqua di distribuirsi meglio, soprattutto nel caso di miscele che prevedano aggiunta di vegetale. In tal caso un impasto elaborato allo stato fangoso potrebbe essere installato allo stato ormai plastico<sup>5</sup>.

Alcune realizzazioni in terra possono essere effettuate senza impasto, utilizzando un sedimento secco che può essere posato tale e quale o leggermente asperso d'acqua prima di essere compresso, come per alcuni pavimenti in terra battuta. Questa tecnica si conserva raramente sotto forma di concotto o conglomerato per la sua relativa friabilità, salvo rare eccezioni in cui sia attestata una cementazione del sedimento oppure in cui tale tecnica sia stata impiegata per confezionare un manufatto cotto volontariamente o impiegato per attività pirotecniche (v. *infra*). Inclusi casuali possono eventualmente essere integrati nella materia sia durante le operazioni di cava che di impasto. Nel caso di estrazione di sedimenti affioranti senza l'eliminazione della copertura pedologica, è possibile notare la presenza di apparati radicali. Anche la presenza di materiale antropico potrebbe essere un segnale di prelievo di sedimenti all'interno di un sito di abitato o nelle sue dirette vicinanze, senza che si sia proceduto alla rimozione degli orizzonti superficiali per raggiungere depositi "sterili".

Purtroppo alcuni degli aspetti fino ad ora commentati possono essere solo parzialmente verificati con un'analisi ad occhio nudo o con microscopio ottico semplice in frattura o su sezione levigata. Tuttavia i differenti passaggi della catena operativa e la variabilità delle operazioni devono essere presi in considerazione nell'elaborazione delle prime ipotesi, per poi essere verificate quando possibile con analisi archeometriche o micromorfologiche.

### **L'utilizzo della terra senza funzione portante: il *torchis***

Tradizionalmente il *torchis* è un impasto di sedimenti limo-argillosi e paglia messo in opera su una struttura lignea. Questa struttura può presentare morfologie estremamente variabili. In contesti rurali moderni, dove tale tecnica è ancora attestata, un telaio fatto con travi incastrate con un sistema di tenoni e mortase può supportare sbarre fissate per lo più orizzontalmente (talvolta con sistemi di incastro o tasselli in legno) a distanze estremamente variabili tra di esse, da qualche centimetro fino a 20-30 cm (Fig. 3,a-c). Esistono anche sbarre incastrate obliquamente e telai costituiti con intrecci orizzontali o verticali piuttosto fitti (Fig. 3d; Boithias, Mondin 1978, p. 19; Bayard, Bayard 1994, p. 53). Telai complessi con opere ad incastro sono del tutto compatibili con le conoscenze tecniche raggiunte nella Preistoria recente (Pigorini 1882-83; Cremaschi 2009; Maguer 2016, pp. 44-48; Perini 1984; Schlichtherle 1997; Tegel 2012). Quando la trama lignea è particolarmente fitta, la tecnica di messa in opera del *torchis* normalmente attestata prevede l'applicazione dell'impasto allo stato plastico o fangoso per pressione, con movimenti orizzontali (Fig. 4a). Questo può essere applicato su entrambe le facce della parete oppure solo su una di esse. Nel secondo caso l'impasto che deborda sulla faccia opposta può essere steso e liscio o lasciato grezzo (Fig. 5). Se gli elementi della trama lignea sono invece distanti, le masse di *torchis* vengono posate "a cavallo" delle sbarre orizzontali e delle precedenti masse di impasto precedentemente messe in opera (Fig. 4b). Le sbarre si ritrovano così letteralmente

<sup>5</sup> Dato inedito raccolto in Picardie (Francia) durante la partecipazione a cantieri di restauro di edifici in *torchis* e tramite interviste realizzate a artigiani, architetti e esperti del patrimonio architettonico tradizionale (luglio e agosto 2012).

avvolte sui due lati dal *torchis* (Lahure 1989, p. 15). Nel caso di una parete composta da una doppia serie di sbarre orizzontali, fissate esternamente e internamente alla struttura portante, l'interstizio tra le due viene riempito d'impasto e allo stesso tempo il *torchis* viene posto "a cavallo" delle sbarre, ricoprendo i due lati della parete (Fig. 4c). Ne risulta una parete di notevole spessore<sup>6</sup>.

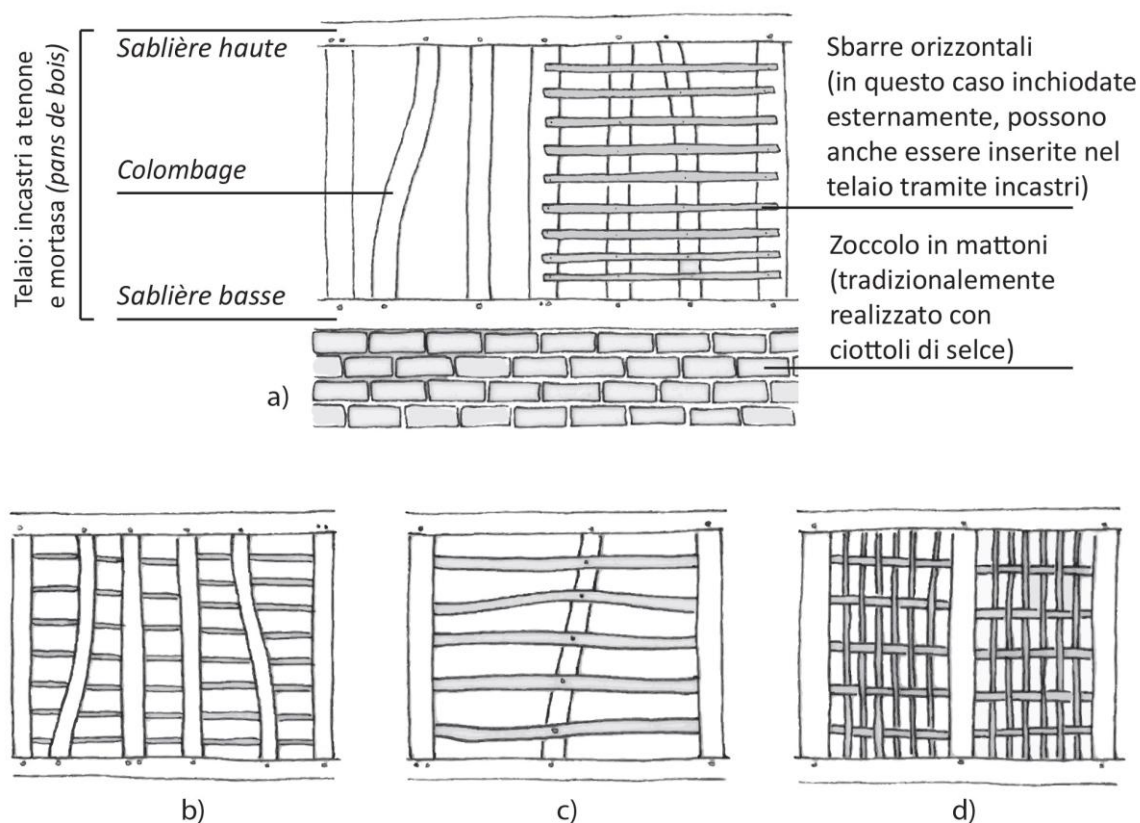


Fig. 3. Alcune delle trame lignee attualmente osservabili in Picardie, Normandie e Pas-de-Calais (Francia settentrionale): (a) telaio con sbarre orizzontali fissate esternamente (Picardie e Pas-de-Calais); (b) sbarre orizzontali ravvicinate incastrate nel telaio portante (Oise, Picardie e Seine-Maritime, Normandie); (c) sbarre orizzontali distanziate, incastrate nel telaio portante (Eure, Normandie); (d) intreccio verticale (Pas-de-Calais e Fiandre).



Fig. 4. Alcune delle tecniche di messa in opera del *torchis* attualmente osservate in Picardie, Normandie e Pas-de-Calais (Francia settentrionale): (a) *torchis* applicato con gesti orizzontali (Cantiere di restauro dell'associazione Maison Paysannes a Frehencourt, Département de la Somme, Picardie); (b) *torchis* posato "a cavallo" delle sbarre orizzontali (immagine gentilmente concessa dal Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale); (c) *torchis* di riempimento di una doppia trama lignea parallela (esterna e interna), associato alla posa di impasto "a cavallo" delle sbarre orizzontali (Gilles Bay, artigiano, durante una dimostrazione di posa del *torchis*) (immagine gentilmente concessa dal Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale).

<sup>6</sup> Una possibile parete in *torchis* costruita con una tecnica simile è stata recentemente individuata nel sito dell'età del Bronzo di Solarolo (Ravenna), grazie all'analisi microstratigrafica (dati inediti, comunicazione orale presentata al 22nd Annual Meeting of the EAA, con il titolo *Geoarchaeological portrayal of decayed dwellings at the Bronze age settlement of Solarolo (Italy)*, 2 settembre 2016). Una doppia trama lignea parallela riempita di paglia e completata con un'applicazione di terra cruda sulle facce esterne della parete è invece ipotizzata in Staeves 2016.





Fig. 5. Particolare messa in opera di *torchis*: il *torchis* viene applicato sulla trama lignea dall'interno e l'impasto che sborda sulla facciata esterna della parete viene in seguito liscio (Cantiere di restauro gestito da Ely Gontrand (artigiano) a Etrejust (dipartimento della Somme, Picardie, Francia).

La struttura portante, fatta di travi e pali orizzontali, verticali o oblique, può essere ricoperta o meno di impasto, a seconda della posizione delle sbarre o dell'intreccio su cui il *torchis* è messo in opera (Fig. 6). Tali scelte tecniche, condizionate in particolare dai materiali a disposizione e dalle tradizioni costruttive che vengono perpetrate nel tempo, determinano una grande variabilità estetica, che si traduce spesso in una caratterizzazione identitaria degli edifici su scala micro-regionale (Peinetti 2016, pp 280-281).



Fig. 6. Variabilità morfo-tecnologica di alcuni edifici della Francia settentrionale: (a) telaio portante completamente ricoperto dal *torchis*, Rambures, dipartimento della Somme, Picardie, Francia; (b) telaio portante solo parzialmente ricoperto dal *torchis*, Espaubourg, dipartimento dell'Oise, Picardie, Francia; (c) telaio portante completamente ricoperto dal *torchis*, Marais Vernier, Dipartimento dell'Eure, Haute Normandie, Francia; (d) tipico edificio della Normandia, con telaio portante interamente in vista, Parc naturel régional des Boucles de la Seine Normande, Dipartimento della Seine-Maritime, Haute Normandie, Francia.

Sono poi attestate etnograficamente altre tecniche di messa in opera decisamente particolari, come l'utilizzo di fasci di paglia imbevuti di un impasto particolarmente liquido, che vengono intrecciati sugli elementi della trama lignea di supporto, o la fabbricazione di fusi di *torchis* attorno a sbarre che vengono poi incastrate nella struttura portante (Lahure 1989, p. 15; Houben, Guillaud 2006, pp. 186-187).

In numerosi contesti pre-protostorici italiani sono stati riconosciuti sistemi tecnici per la realizzazione della trama lignea diversi da quelli già descritti, come l'intreccio probabilmente non associato ad un telaio, l'incannucciato, le fascine legate ad una struttura portante, la trama di elementi di medie dimensioni accostati verticalmente (Fiorentino, Muntoni 2002, Fig. 5; Fronza *et alii* 2014; Moffa 2002, Fig. 22; Dumont, Russo 2009; Peinetti 2014; Speciale 2015; Gambacurta *et alii* cds). Per molte di queste strutture, l'applicazione dell'impasto per pressione sembra la più probabile, salvo rare eccezioni (v. *infra*).

Se nell'architettura contemporanea viene tradizionalmente utilizzata la paglia per "armare" l'impasto, l'analisi dei resti archeologici ha potuto mettere in evidenza l'uso di altri tipi di fibra vegetale, prima fra tutte la pula dei cereali, in particolare in siti databili al Neolitico (Bonnaire 2016; Fiorentino, Muntoni 2002, p. 170; Peinetti 2014, Fig. 257). Sono inoltre attestati degli impasti realizzati senza l'aggiunta di vegetali e messi in opera in associazione ad una trama lignea (Croce *et alii* 2014, p. 141; Peinetti 2014, p. 291)

La verifica dei rapporti tra materie prime utilizzate, tipologia di trama lignea e tecniche di messa in opera può portare a interessanti valutazioni dal punto di vista tecnologico o economico e al riconoscimento di tradizioni costruttive locali (Peinetti 2016; Peinetti Venturino cds). Ad oggi, resti di possibili pareti in *torchis* sono perlopiù rinvenuti allo stato combusto e possono essere sottoposti ad analisi ricorrendo ad osservazioni in sezione levigata al fine di comprenderne le caratteristiche tecniche. Non si esclude la possibilità di poter intervenire su resti cementati.

### **Muri in terra portante**

La terra può essere ugualmente impiegata per la costruzione di muri in terra massiva (*pisé* e *bauge*) o per muri costituiti da elementi modulari (ad esempio il mattone crudo). Salvo in casi di ibridazione tecnica, generalmente non si ricorre ad armature lignee ed il muro ha funzione portante per il tetto.

Per la costruzione in *pisé* si utilizza normalmente un sedimento umido, miscelato dunque con scarsa aggiunta di acqua, e ricco di inerti, in particolare sabbie e ghiaie. Questo viene versato all'interno di casseforme e compresso per corsi orizzontali di altezza decimetrica, che vengono lasciati essiccare prima di innalzare ulteriormente il muro (Houben, Guillaud 2006, pp. 197-207). Il *pisé* è sicuramente attestata in Africa settentrionale e nella penisola iberica nelle fasi finali dell'età del Ferro ed in epoca romana, mentre per il periodo pre-romano nel resto d'Europa non si hanno attestazioni inequivocabili di tale tecnica (de Chazelles, Guyonnet 2007, p. 109). Una chiara diffusione in Europa occidentale, salvo casi di attestazioni sporadiche, è databile invece al Medioevo ed edifici in *pisé* caratterizzano ancora oggi parte del paesaggio urbano e rurale circum-mediterraneo (Klein 2007; de Chazelles, Guyonnet 2007; de Chazelles, Thernot 2015).

La *bauge* è invece caratterizzata da un impasto che può variare da plastico a fangoso (Cammass 2003, pp. 41-44; Houben, Guillaud 2006, pp. 176-177). Tradizionalmente si ha l'aggiunta di paglia e talvolta di sabbia (Milcent 2007, p. 184), senza che questo diventi una regola da estendere al contesto archeologico, per il quale la verifica deve essere effettuata per ogni caso specifico. Durante la messa in opera si procede ad impilare per corsi orizzontali delle masse di impasto informi o manipolate al fine di ottenere una forma più o meno regolare (Houben, Guillaud 2006, pp. 176-177). Le facciate a vista del muro vengono poi spesso regolarizzate eliminando la terra cruda in eccesso. La *bauge* pare essere una delle tecniche costruttive più antiche diffuse in Europa occidentale. Se per il Neolitico antico non si hanno ancora prove certe di un suo largo utilizzo (Jallot 2003, pp. 170-172), le prime strutture sicuramente riconosciute datano al Neolitico medio, sia sul litorale mediterraneo, come nel caso di Jacques Coeur (Hérault), che in aree più settentrionali, a Lillemer in Bretagna (Wattez 2003, pp. 26-28; Jallot 2003, pp. 172; Laporte *et alii* 2015, pp.807-815). Entrambe le tecniche di messa in opera della *bauge* sono attestate a partire da questo periodo: la sovrapposizione di masse informi di terra cruda per creare muri massivi e l'impilamento di masse di impasto modellate a mano<sup>7</sup>. Le architetture in *bauge* meglio conservate del Neolitico francese sono probabilmente quelle de La Capoulière (Hérault), databili al Neolitico finale francese (corrispondente all'Eneolitico in Italia). Qua per la prima volta sono state riconosciute planimetricamente le basi di strutture absidate piuttosto ben conservate e in posto (Gutherz *et alii* 2011, pp. 422-434; Wattez 2009, pp. 209-211). Se le architetture in terra massiva neolitiche sono principalmente conosciute nel Midi della Francia, le recenti scoperte hanno messo in luce una sua diffusione sistematica in aree più settentrionali, pur mancando al momento dati sufficienti per una ricostruzione dettagliata della forma di tali strutture (Sénépart *et alii* 2015)<sup>8</sup>. La *bauge* continua ad essere utilizzata nell'età del Ferro (de

---

<sup>7</sup> La differenza tra la *bauge* modellata in elementi più o meno regolari ed il mattone crudo risiede nel fatto che il secondo prevede un periodo di essiccazione del modulo preformato, mentre la *bauge* viene immediatamente messa in opera dopo la manipolazione della massa di impasto.

<sup>8</sup> Da notare come la scoperta in fase di scavo di strutture in terra massiva in climi temperati a nord del Mediterraneo sfida certe opinioni deterministiche che considerano la terra cruda come un materiale adatto ai soli climi caldi. Tali concezioni possono

Chazelles 1999; Roux, Cammas 2010) e perdura nel patrimonio architettonico storico e attuale (Klein 2003; Milcent 2007; Streiff, Lahure 2003).

Talvolta si può avere la posa di un impasto plastico o fangoso in casseforme (*bauge* in cassaforma), come riscontrato a Lattes nelle fasi databili alla seconda età del Ferro (Roux, Cammas 2007).

Anche i mattoni crudi possono essere utilizzati per costruire muri portanti. In questo caso l'elemento modulare viene preformato manualmente o modellato con l'aiuto di uno stampo, per poi essere lasciato asciugare prima della sua messa in opera, durante la quale viene in genere allettato con una malta con funzione di legante (Aurenche 2003, p. 279). Il mattone crudo è attestato in Medio Oriente e Anatolia già a partire dal Neolitico preceramico o dalle fasi immediatamente successive (Białowarczuk 2007, pp. 595-597; Love 2013; Sauvage 2011). La tecnica sembra invece impiegata nel Mediterraneo occidentale in maniera diffusa a partire dalla fine dell'età del Bronzo o dall'età del Ferro, malgrado qualche precedente (de Chazelles 2011, pp. 157-158; Chausserie-Laprée, Nin, Boissinot 1987, pp. 63-66).

Altri tipi di elementi modulari utilizzati nell'architettura tradizionale sono i mattoni di torba o le zolle d'erba ritagliate dalla copertura pedologica, impilati per la costruzione di muri (Houben, Guillaud 2006, pp. 170-171). Questi sono talvolta riscontrati archeologicamente, come nel particolare caso di un tumulo funerario del Neolitico medio a Fleury-sur-Orne (Calvados) (Ghesquière, Giazzon, Wattez 2015).

Resti di muri in terra massiva sono generalmente rinvenuti allo stato crudo in fase di scavo, documentando basi di strutture in posto e strati legati al loro degrado, ma possono essere sottoposti ad analisi in sezione levigata, nel caso in cui limitate porzioni o frammenti di essi siano rinvenuti allo stato combusto o cementato.

### **Tecniche ibride per la realizzazione di muri**

In alcune circostanze possono essere riscontrate tecniche che possiamo definire ibride, che coinvolgono spesso pratiche di messa in opera tipiche della terra massiva, in associazione a strutture portanti o armature lignee in legno. In tal caso la terra non ha più un vero e proprio ruolo portante per le sovrastrutture degli edifici.

È il caso ad esempio di trame lignee fatte di pali verticali posti a distanze regolari o armature realizzate con elementi incrociati particolarmente radi, entro i quali viene posata della terra cruda, spesso con una tecnica simile a quella della *bauge*, in modo da chiudere gli spazi (Houben, Guillaud 2006, p. 186). Invece a Fidene (Roma), in un edificio datato all'età del Ferro, gli spazi tra i pali portanti sono stati riempiti con un impasto posato in cassaforma, interpretato come *pisé*, ma che potrebbe anche trattarsi di *bauge* in cassaforma in mancanza di analisi puntuali (Bietti Sestieri, De Santis 1999). Masse di terra cruda senza degrassante vegetale impilate davanti ad una trama lignea fitta, fatta di paletti verticali, sono state invece individuate per la fase di Neolitico medio del sito di Castello di Annone (AT) (Fig. 23; Peinetti 2014). In quest'ultimo caso viene utilizzata una messa in opera apparentabile a quella della *bauge*, probabilmente per adattarsi alla scarsa plasticità e coesione data dall'impiego di sedimenti limo-sabbiosi, a ridosso di un'armatura lignea altrove associata all'applicazione di *torchis* (ad esempio Fronza *et alii* 2014). I muri stessi possono poi, in via del tutto teorica, essere realizzati con tecniche miste, che prevedano ad esempio uno zoccolo fatto in terra massiva, sormontato da una parete in *torchis*.

### **Superfici pavimentali e intonaci**

La terra è largamente usata anche per la posa di pavimenti. Impasti più o meno curati e messi in opera a differenti gradi di umidità possono essere usati per confezionare superfici pavimentali, poste il più delle volte su un basamento di materiale inerte o su un riporto, oppure al di sopra di stesure precedenti (Cammass 2003, pp. 37-39; Cremaschi, Ottomano 1996, p. 151; Cremaschi, Ottomano, Trombino 2004, pp. 124-128; Karkanias, Stratouli 2008; Matthews 2005, pp. 364-370; Stordeur, Wattez 1998; Wattez 2009, pp. 205-208). Sottili e regolari rifacimenti delle superfici sono ugualmente attestati. Si può portare come esempio il sito del Bronzo antico di Mursia (Pantelleria, Trapani), dove stesure di spessore millimetrico di impasto con consistenza da plastica a viscosa sono realizzate regolarmente per ripristinare i piani pavimentali preesistenti (Nicoletti, Trojsi, Tusa 2012; Debandi 2015, pp. 80-84).

Alcuni pavimenti o resti di essi possono mostrare una notevole compattezza e un certo grado di cementazione, rendendoli adatti ad una caratterizzazione tecnologica in sezione levigata. Sono anche conosciuti resti di possibili pavimenti in terra cruda posti su tavolati e soppalchi, che vengono talvolta rinvenuti allo stato combusto (Tozzi Tasca 1989; Tasca 1998; Peinetti 2014). Un'altra tecnica prevede la posa del pavimento ricorrendo a elementi modulari giustapposti, che possono essere lasciati seccare prima della loro messa in opera, come in un caso a Lattes (Hérault), databile all'età del Ferro (de Chazelles, Roux 1988, Fig. 4). Si hanno infine pavimenti realizzati tramite la posa di sedimento secco non impastato in precedenza o leggermente aspersi d'acqua, che vengono compressi per battitura. Questa categoria di piano pavimentale mantiene generalmente una consistenza friabile. In tal caso dovrà essere caratterizzato con tecniche d'analisi diverse rispetto alla sezione levigata.

---

essere smentite, ad esempio, dalla sopravvivenza della *bauge* nell'architettura tradizionale di Normandia e Vandea (Streiff, Lahure 2003; Milcent 2007).

Per quanto riguarda gli intonaci, questi possono essere applicati su ogni tipo di superficie muraria, pavimento o installazione domestica. Veri e propri intonaci, stesi ad uno stato tra il plastico ed il viscoso e con spessore variabile da pochi millimetri a qualche centimetro, sono distinguibili rispetto a ingobbi stesi allo stato liquido. Talvolta un intonaco impastato grossolanamente è messo in opera per regolarizzare la superficie prima di una seconda stesura effettuata con un impasto più fine. Lo studio degli intonaci può essere particolarmente interessante non solo per la comprensione delle tecniche di posa, ma soprattutto dal punto di vista di scelte particolari di materie prime che talvolta li caratterizza. Oltre ad intonaci conservati su resti architettonici in terra, si possono rinvenire frammenti di intonaco cementato o combusto stesi su strutture in pietra, da sottoporre ad analisi in sezione levigata.

### **Installazioni domestiche e artigianali**

La variabilità delle installazioni domestiche realizzabili in terra è estremamente grande e non può essere qui commentata in maniera approfondita. Tra le categorie più attestate si hanno i forni e le piastre di cottura, conservati in totalità o in parte grazie al loro utilizzo in quanto strutture da fuoco (bibliografia citata in Cattani, Debandi, Peinetti 2016). Altre strutture domestiche come silos e mobilio generico sono talvolta rinvenuti combusti in seguito a fenomeni di incendio, mentre è più difficile una loro detezione allo stato crudo (Nin 2003). Tra i resti di installazioni artigianali si pensa invece in particolare alle fornaci e più in generale a qualsiasi struttura pirotecnologica legata a processi produttivi.

Una categoria a parte è quella dei forni modulari attestati tra Bronzo finale ed età del Ferro tra Italia, Francia e Spagna (bibliografia citata in Gaj *et alii* 2016), che pur essendo vere e proprie installazioni da fuoco, sono spesso fabbricati e cotti come dei manufatti mobili prima di essere messi in funzione. Un processo simile è documentato per le piastre mobili o modulari neolitiche e dell'età del Bronzo (Holloway, Lukesh 2001, Fig. 5.27; Mastrantuono 2009, pp. 184-185; Peinetti 2014, pp. 294-296)<sup>9</sup>.

Le installazioni domestiche o artigianali sono spesso realizzate per *façonnage* diretto, con sedimenti per lo più plastici, talvolta per montaggio a bande nel caso in cui comportino delle pareti verticali (Nin 2003, p. 98). Per alcune realizzazioni l'impasto non viene messo in opera per manipolazione diretta, ma steso o applicato su un'armatura lignea. A Lugo di Romagna (RA) tale tecnica è attestata per la realizzazione di un forno all'interno di un edificio databile al Neolitico antico (Degaspero, Ferrari, Steffè, 1998), mentre nel sito dell'età del Ferro di Lovara (VR) alcuni frammenti di terra combusta con impronte sono stati riferiti alla realizzazione di un silos costituito da un'armatura di elementi lignei intrecciati ricoperti da intonaco (Moffa 2007, Fig. 2; Moffa 2008, Fig. 33). Anche piccoli manufatti e oggetti realizzati con un intreccio di fibre vegetali fini o vimini e ricoperti di terra cruda sono conosciuti (Fig. 1,h).

### **UN METODO COMPLEMENTARE DI INDAGINE SU CONCOTTI E CONGLOMERATI ARCHITETTONICI: L'ANALISI IN SEZIONE LEVIGATA**

Il primo lavoro reperito in bibliografia che ha previsto la realizzazione di sezioni levigate è lo studio di concotti dal sito di La Fare in Provenza (Labille 2008). Successivamente, la stessa tecnica è stata impiegata dallo scrivente per l'analisi tecnologica di concotti e conglomerati architettonici di alcuni siti italiani, editi o in corso di studio (Peinetti 2014, Peinetti *et alii* cds b)<sup>10</sup>. Con l'avanzamento delle indagini, si è cercato di precisare la terminologia descrittiva e affinare gradualmente le interpretazioni dei tratti caratteristici osservati.

### **Modalità di fabbricazione e descrizione delle sezioni levigate**

La fabbricazione delle sezioni levigate è in genere un'operazione piuttosto semplice. Si tratta di effettuare un taglio del campione con un seghetto da ferro, in modo da ottenere una sezione trasversale rettificata<sup>11</sup>. Per campioni di

<sup>9</sup> Nel sito eneolitico di Cà Nova di Minerbio (Boccuccia *et alii* 2016) sono state rinvenute alcune piastre realizzate e cotte a parte prima di essere installate nel loro luogo di funzionamento (dati inediti; materiali in corso di studio tramite analisi macroscopica e micromorfologica da parte di A. Peinetti; comunicazione orale presentata al *22nd Annual Meeting of the EAA*, con il *Build with earthen materials. Structure 1 from the eneolithic site of "Ca' Nova di Minerbio" (Bologna – Italy)*, 3 settembre 2016).

<sup>10</sup> I Siti da cui provengono materiali analizzati in sezione levigata, i cui risultati sono editi o in corso di pubblicazione sono: Castello di Annone, Asti (Neolitico medio, dir. M. Venturino Gambari) e Solarolo-via Ordriere, Ravenna (media età del Bronzo, dir. M. Cattani) (Peinetti 2014, Peinetti *et alii* cds. b). I Siti in corso di studio e per i quali è stato contemplato il ricorso ad osservazioni in sezione levigata sono: Carbonara Scrivia-cascina Maghisello, Alessandria (Neolitico medio, dir. M. Venturino Gambari); Cà Nova di Minerbio, Bologna (Eneolitico, dir. P. Boccuccia, M. Miari, R. Gabusi, scavo G. Guidorzi-GEA s.r.l.); Mursia-Pantelleria, Trapani (Bronzo antico siciliano, dir. M. Cattani, S. Tusa); Tanca Manna-Nuoro (Bronzo medio, dir. M. Cattani); Cesena-Foro Annonario (Bronzo medio e recente, dir. M. Miari, scavo D. Gasparini); Monterenzio Vecchio-Cima, Bologna (Bronzo recente, dir. M. Cattani, scavo L. Guerra). Si ringraziano i funzionari della Soprintendenza e i direttori o responsabili di scavo per aver facilitato i lavori di studio dei materiali ed aver concesso la possibilità di pubblicare in questa sede una serie di dati e risultati parziali. Alcuni termini usati nella pubblicazione dei risultati del sito di Castello di Annone sono stati modificati e riadattati per il presente contributo.

<sup>11</sup> Per materiali maggiormente compatti o cementati si è anche tentato di realizzare la sezione con una sega circolare diamantata, utilizzata durante le prime fasi di fabbricazione di sezioni sottili petrografiche o micromorfologiche. Prima del taglio, il campione è stato avvolto in una pellicola di materiale plastico, in modo da proteggerlo parzialmente dal getto d'acqua di cui è provvista la

consistenza particolarmente friabile l'operazione può tuttavia risultare delicata. La sezione deve essere in seguito regolarizzata e polita utilizzando della carta abrasiva a grana media, per poi terminare l'azione con carta a grana fine. Per eliminare le polveri e far risaltare la porosità visibile in sezione, si consiglia di pulire il frammento con un getto d'aria compressa, facendo anche in questo caso attenzione a non danneggiare le parti del campione maggiormente friabili.

La sezione permette di osservare in maniera più efficace la natura e l'organizzazione dei sedimenti e degli inclusi visibili nell'impasto. Le osservazioni e descrizioni possono essere effettuate riprendendo concetti e termini propri della geoarcheologia o dell'analisi microstratigrafica (Bullock *et alii* 1985; Courty, Goldberg, MacPhail 1989; Brochier 1994; Cremaschi 2000; Stoops 2003; Stoops G., Marcelino V., Mees F. 2010; Cammas 2003, Duvernay 2003; Wattez 2003; Wattez 2009; Nicosia, Trombino, Stoops 2010; Onfray 2012; 2014; Labille, Gilabert, Onfray 2014), adattandoli alle necessità imposte dalla descrizione di materiali particolari. In effetti, la realizzazione di una frattura fresca tramite la rottura dei frammenti è condizionata dalla struttura interna dei sedimenti e rende talvolta meno percepibile la strutturazione ed i rapporti che intercorrono tra le varie componenti dell'impasto. Invece una sezione levigata offre una superficie d'osservazione piana ed aleatoria rispetto ai costituenti, osservati nella loro totalità e in rapporto tra di essi, con una migliore visibilità sulla loro variabilità interna. La sezione levigata facilita anche la messa a fuoco per osservazioni al microscopio o per la realizzazione di immagini. L'orientamento con cui viene effettuato il taglio della sezione può essere guidato da problematiche particolari<sup>12</sup>.

Per la caratterizzazione di una sezione levigata è opportuno descrivere il materiale partendo da una visione macroscopica generale, entrando poi sempre di più nel dettaglio, per poi terminare con una restituzione globale dei caratteri osservati in modo da sintetizzare i vari passaggi della catena operativa analizzata (Fig. 7).

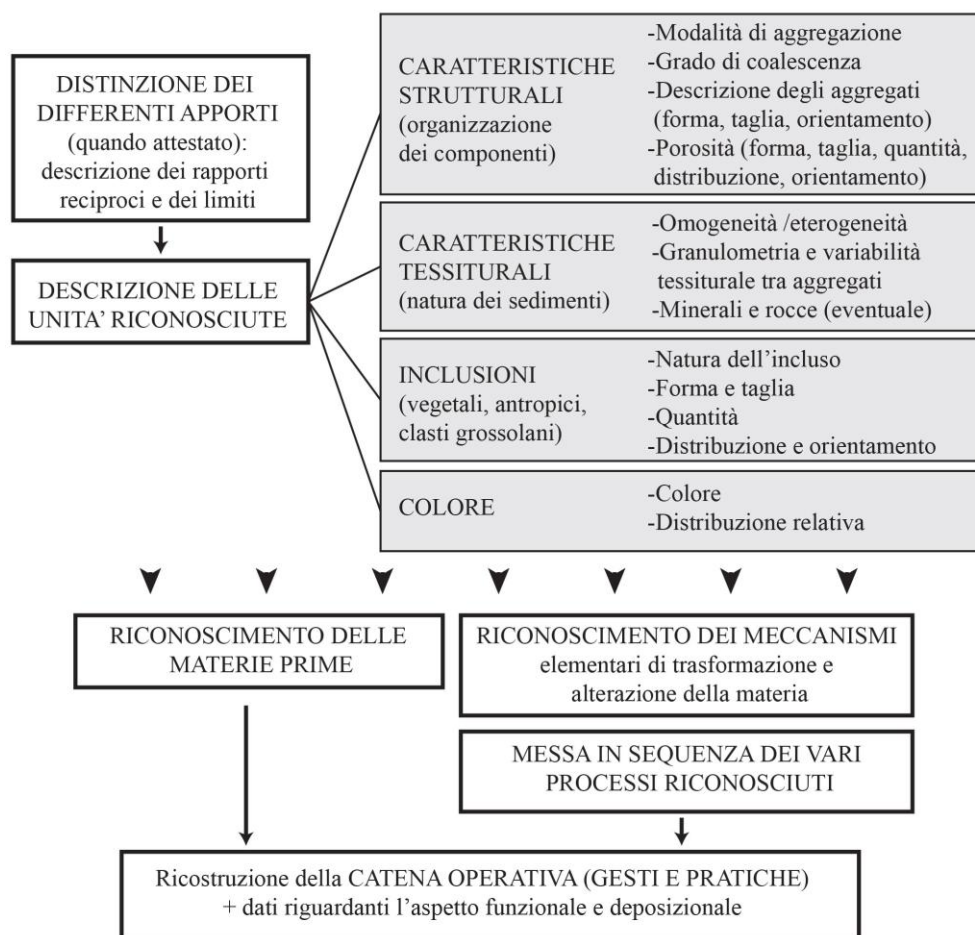


Fig. 7. Protocollo di descrizione e interpretazione delle sezioni levigate.

sega circolare. Questo metodo di fabbricazione è più speditivo, ma deve essere utilizzato solo su campioni particolarmente compatti e non danneggiabili dall'esposizione all'umidità.

<sup>12</sup> Ad esempio, per comprendere se le impronte di una trama lignea osservate su frammenti di concotto corrispondano a strutture verticali o orizzontali, si potrà realizzare una campionatura di materiali morfologicamente omogenei su cui realizzare sezioni levigate parallele o trasversali alle impronte, in modo da caratterizzare in maniera più approfondita possibile le modalità di applicazione dell'impasto sulla trama e ipotizzare l'orientamento dei pezzi.

La prima operazione da effettuare è l'eventuale distinzione di unità che potrebbero corrispondere ai differenti apporti di materia (masse di impasto, differenti stesure e stati di rifinitura o croste e patine) (Fig. 8)<sup>13</sup>. Se necessario, possono essere considerate come unità singole anche variazioni macroscopiche delle caratteristiche strutturali all'interno di un singolo apporto di impasto (Fig. 8, A e B). Questo può aiutare la descrizione e la messa in sequenza dei processi riconosciuti, come nel caso di deformazioni nell'organizzazione del sedimento dovute alla messa in opera e compressione del materiale. La descrizione dei limiti, più o meno netti, tra i differenti apporti è utile per ritracciare le modalità, la sequenza ed i ritmi delle operazioni di posa dell'impasto. Successivamente ogni unità è descritta, prendendo in conto eventuali variazioni più o meno localizzate al suo interno<sup>14</sup>. Questo comprende le caratteristiche strutturali e tessiturali dell'unità, oltre alla natura e distribuzione degli inclusi più grossolani.

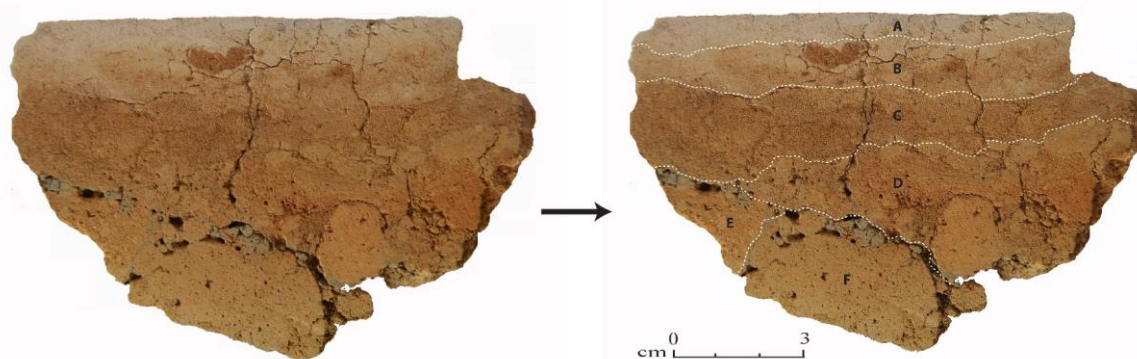


Fig. 8. Solarolo-via Ordiera (RA). Distinzione su sezione levigata delle varie unità da descrivere: i limiti tra E, F e D sono netti e le unità corrispondono a differenti apporti; i limiti tra D e C sono mediamente netti e le unità corrispondono a due differenti apporti con caratteristiche tessiturali e strutturali diverse; il limite tra A e B è diffuso e le due unità corrispondono ad un unico apporto, con caratteristiche strutturali dell'unità superiore A modificate dalla compressione dovuta alla messa in opera.

Per la descrizione delle caratteristiche strutturali, che esprimono il rapporto spaziale tra i vuoti ed i costituenti solidi, sono particolarmente utili i criteri riguardanti la porosità, oltre al tipo e al grado di aggregazione del sedimento, ovvero come i sedimenti si organizzano in entità discrete quali aggregati, insiemi di aggregati, sacche e livelletti che possono essere distinti singolarmente. La natura, la dimensione e la forma di queste entità, oltre alla loro organizzazione relativa e al loro grado di coalescenza, sono criteri per rintracciare i processi tecnici di preparazione e messa in opera dell'impasto. In presenza di una massa sedimentaria continua, senza un'aggregazione particolare, si parlerà di impasti massivi (Figg. 10a; 12), che tuttavia possono contenere aggregati residuali di materiale non completamente omogeneizzato (Fig. 9) (Cammass 2003, pp. 35-36).

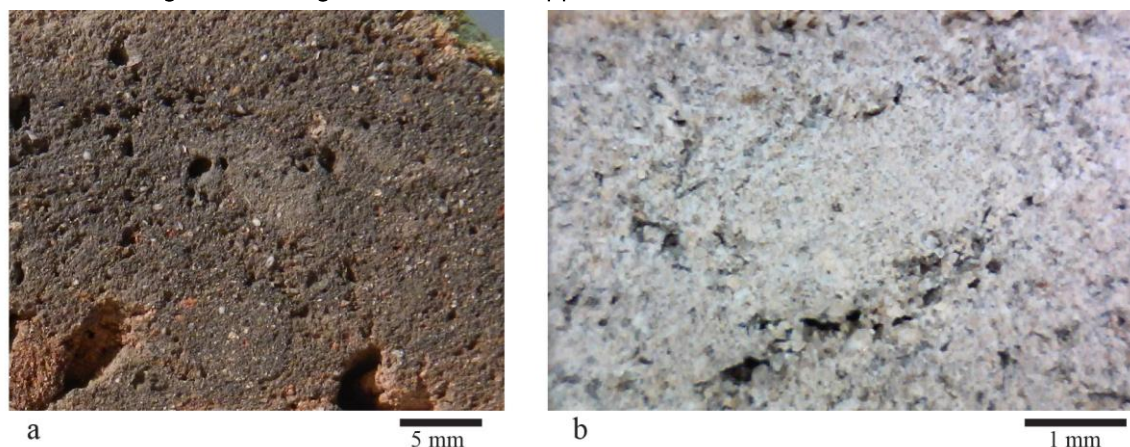


Fig. 9. Aggregati residuali: (a) Castello di Annone (AT), serie di aggregati residuali (forma subarrotondata talvolta leggermente schiacciata, limiti parzialmente netti, tessitura limosa con sabbie fini da rare a diffuse) in massa di fondo massiva limo-sabbiosa con sabbie fini e medie (foto archivio SABAP-TO); (b) Solarolo-via Ordiera (RA), aggregato residuale (struttura massiva, tessitura fine e limiti netti), in massa di fondo massiva caratterizzata dalla presenza di sabbie associate alla frazione fine.

<sup>13</sup> Talvolta però un singolo frammento corrisponde ad un apporto di impasto specifico, soprattutto nel caso di frammenti provenienti da pareti in *torchis*, che si possono disgregare seguendo linee di frattura che riprendono i limiti delle singole applicazioni di materia in caso di eventi violenti quali l'incendio.

<sup>14</sup> Questo può riguardare differenze strutturali localizzate dello sviluppo e orientamento della porosità, rilevanti per comprendere le pratiche di messa in opera, ma anche la presenza di sacche o livelletti con particolari caratteristiche strutturali e tessiturali, spesso corrispondenti ad aree di minore integrazione del sedimento, portatrici di informazioni relative alla natura delle materie prime utilizzate.

Quando invece l'impasto è interamente costituito da aggregati o sacche di sedimento giustapposti o imbricati<sup>15</sup> distinguibili singolarmente, con limiti più o meno netti e spesso separati da una porosità variabilmente espressa, si procederà alla determinazione delle modalità di aggregazione. Il grado di coalescenza degli aggregati è un fattore importante per comprendere il processo di omogeneizzazione e il grado d'umidità dell'impasto. Quando gli aggregati sono interamente circondati da vuoti ed appaiono isolati e ben identificabili singolarmente, si parlerà di coalescenza scarsa (Fig. 10d). Inversamente, il grado di coalescenza è medio se gli aggregati sono solo parzialmente circondati da vuoti, mentre sarà elevato se gli aggregati sono fortemente coalescenti ed i vuoti inter-aggregato appaiono scarsamente sviluppati o pressoché inesistenti (Fig. 10,b-c)<sup>16</sup>. Questo determina strutture più o meno fortemente espresse: se i caratteri strutturali sono facilmente distinguibili, con aggregati giustapposti, che presentano limiti netti e ampi vuoti che li separano dagli aggregati adiacenti, si può definire una struttura come fortemente espressa, caratterizzata da uno scarso grado di coalescenza (Figg. 10d; 16,a; 17). Al contrario, limiti poco netti degli aggregati e una loro forte imbricazione e coalescenza caratterizzano modalità di aggregazione scarsamente espresse e tendenti al massivo (Fig. 10b). La forma degli aggregati è descritta prendendo in conto il loro grado di sfericità (da tabulare a sferico o equidimensionale) e la rotondità dei bordi (da arrotondato, subarrotondato, subangolare e angolare), stimando la nettezza con cui i loro limiti sono osservabili rispetto alla massa adiacente.



Fig. 10. Modalità di aggregazione: (a) Cesena-Foro Annonario (FC), impasto massivo senza aggregazione particolare (foto archivio SABAP-BO); (b) Mursia, Pantelleria (TP), scavi UNIBO, aggregati fortemente coalescenti, caratterizzati da limiti scarsamente netti e porosità inter-aggregato quasi assente; (c) Solarolo-via Ordieri (RA), scavi UNIBO, aggregati mediamente coalescenti, caratterizzati da limiti parzialmente netti e vuoti inter-aggregato variabilmente espressi e localizzati su alcuni bordi degli aggregati; (d) Solarolo-via Ordieri (RA), scavi UNIBO, aggregati e sacche di sedimento scarsamente coalescenti, con limiti netti e vuoti inter-aggregato spesso sviluppati sull'intero contorno degli aggregati.

I termini utilizzati per descrivere la struttura del sedimento possono essere utilizzati a più livelli di osservazione, che vanno mantenuti distinti: la descrizione delle modalità principali di aggregazione dell'unità microstratigrafica può essere seguita da una descrizione delle caratteristiche strutturali interne di un aggregato. Le due scale di dettaglio nell'osservazione non vanno confuse e sono entrambe utili per rintracciare i processi tecnici da caratterizzare.

<sup>15</sup> Si può ricorrere al termine "imbricato" per descrivere quelle modalità di aggregazione in cui gli aggregati o aggregati e sacche di sedimento sono fortemente coalescenti e parzialmente integrati, si accavallano e si sovrappongono mutualmente, legandosi in maniera spesso complessa. I limiti dei singoli aggregati o sacche combaciano con quelli adiacenti, creando una massa quasi continua, ma con unità di aggregazione ancora distinguibili. Al contrario, aggregati "giustapposti" sono semplicemente accostati, con un grado di coalescenza più o meno marcato, e mantengono una loro chiara identità.

<sup>16</sup> La definizione del grado di coalescenza corrisponde grossomodo al "grado di separazione" (*pedality*) usato nelle scienze del suolo (per una rappresentazione grafica efficace, v. Bullock et alii 1985, p. 41; Cremaschi 2000, fig. 7).

Per completare la descrizione della struttura del sedimento si dovranno prendere in conto i criteri relativi alla forma, dimensione e distribuzione dei vari tipi di porosità, anch'essi diagnostici delle modalità di preparazione e applicazione dei sedimenti o delle caratteristiche ereditate dal sedimento cavato<sup>17</sup>. Vuoti vescicolari, dai bordi arrotondati (Figg. 9; 12,a-b), possono essere interpretati come bolle d'aria incorporate nel sedimento o nell'impasto (Cammas 2003, p. 36; Stoops 2003, p. 64). La porosità a camere è invece caratterizzata da una forma maggiormente irregolare ed i vuoti sono spesso interconnessi da canali di forma allungata (Fig. 23c).

Le fessurazioni (o porosità fissurale), di forma piatta e lineare possono invece essere ricondotti a fenomeni di essiccazione o, in caso di disposizione planare isorientata, a forti compressioni del sedimento allo stato scarsamente umido (Figg. 12f; 18a). Per i vuoti compresi tra aggregati giustapposti o moderatamente imbricati si può genericamente parlare di vuoti inter-aggregato, più o meno sviluppati a seconda delle circostanze (Fig. 10, b-d). Questi sono utili per descrivere il grado di coalescenza degli aggregati. L'orientamento e la distribuzione dei vuoti sono poi due parametri particolarmente importanti. Deformazioni meccaniche e compressioni dell'impasto determinano una deformazione della porosità e una sua eventuale organizzazione e orientamento secondo direttrici precise che informano sui processi di messa in opera (Wattez 2003, Fig. 12).

Un discorso a parte può essere fatto per la porosità residuale derivata dalla decomposizione di inclusioni di natura vegetale. Queste spesso contribuiscono ad una strutturazione ulteriore del sedimento, conferendogli talvolta un orientamento particolare, ma corrispondono a materiali "solidi" in antico. La porosità derivata dai vegetali potrebbe dunque essere trattata a parte, considerandola come resti di inclusi, di cui si devono individuare la natura, la dimensione, la quantità e le modalità di distribuzione. La forma dei pori residuali derivati da inclusi organici è variabile a seconda della loro disposizione rispetto al piano d'osservazione imposto dalla sezione levigata: l'impronta di uno stelo di paglia o di fibre vegetali fini ed allungate può dunque essere di forma tonda se tagliata trasversalmente, mentre in caso di un taglio longitudinale si presenta piuttosto come un vuoto tubulare allungato.

La descrizione delle caratteristiche tessiturali valuta invece l'omogeneità o eterogeneità del sedimento, individuando l'utilizzo di uno o più materie prime e le loro caratteristiche granulometriche. La quantità di sabbie e ghiaie può essere stimata grazie a carte di comparazione visiva (ad esempio Bullock *et alii* 1985, pp. 24-25; Levi 2010, p. 45, distinguendo se possibile sabbie fini, medie e grossolane). Durante l'osservazione ad occhio nudo o con lente, la frazione argillosa e limosa, assieme alle sabbie molto fini, dovranno essere considerate congiuntamente (frazione fine). Per la frazione maggiormente grossolana può essere utile descrivere la forma dei granuli e tentare una prima distinzione qualitativa, identificando la natura dei minerali e delle rocce. Queste valutazioni sono inscindibili dalla caratterizzazione strutturale dell'impasto. Per comprendere con che modalità le materie prime sono lavorate e integrate, le osservazioni sulla tessitura dei sedimenti dovranno tenere conto della variabilità spaziale con cui gli assemblaggi granulometrici si manifestano all'interno dell'impasto.

Per terminare, le varie categorie di inclusi antropici o minerali più grossolani vanno caratterizzate, descrivendo per ognuna di esse la variabilità della loro morfologia (dimensioni e forma), nonché la loro organizzazione spaziale (quantità, distribuzione relativa, orientamento), nel tentativo di comprendere le modalità di integrazione nell'impasto. Anche la descrizione di screziature e noduli, spesso derivati dall'alterazione di elementi quali ferro e manganese, o l'esistenza di patine, possono essere utili per la caratterizzazione delle materie prime impiegate e della loro evoluzione.

La descrizione dettagliata dei vari apporti di materia di cui è costituito un frammento (caratteri strutturali e tessiturali, natura e organizzazione degli inclusi) permette di avanzare ipotesi concrete riguardanti le differenti materie prime impiegate, ma anche di rintracciare tratti e marcatori tipici che corrispondono a meccanismi elementari di deformazione, trasformazione e alterazione della materia, da ricondurre a pratiche e gesti impiegati per la preparazione e messa in opera del materiale. La loro messa in sequenza permette in effetti di ritracciare con un buon grado di precisione i vari passaggi della catena operativa (selezione delle materie prime, modalità di impasto, differenti apporti di terra cruda, modalità di applicazione, compressione dovuta alla posa e alla liscatura, rifinitura e manutenzione). Tutte le osservazioni devono essere effettuate tenendo conto dei rapporti spaziali tra ciò che è osservato in sezione e il posizionamento di superfici finite, impronte di elementi lignei e altre caratteristiche morfologicamente diagnostiche.

Le alterazioni subite dal materiale, ad esempio i processi di alterazione termica, possono essere caratterizzati rilevando la distribuzione delle colorazioni in rapporto alle varie parti morfologiche del frammento (impronte, superfici finite sicuramente identificate o presunte, fratture, corpo). Oltre al colore in sé, è utile valutarne l'entità, per esempio descrivendo lo spessore con cui una certa colorazione si manifesta a partire da una superficie finita o da un'impronta, in modo da stimare le dinamiche e le condizioni di combustione e raffreddamento del materiale (Peinetti 2014, pp. 293-294 e bibliografia citata). Questa operazione può aiutare a rintracciare la funzione dei manufatti e le dinamiche di deposizione e ingresso nel *record* archeologico. La valutazione del colore può anche

---

<sup>17</sup> In caso di impasti non massivi, deve essere tuttavia distinta la porosità compresa tra gli aggregati, interamente relativa ai processi di lavorazione e messa in opera della materia, dalla porosità interna agli aggregati, che è spesso ereditata dal sedimento cavato ed eventualmente modificata durante la preparazione del sedimento.



essere utile per una prima analisi delle materie prime impiegate. La registrazione può essere effettuata con tavole Munsell ed in seguito essere tradotta in classi colorimetriche definite, usando ad esempio delle tabelle di uniformazione già esistenti (Levi 2010, p. 125). L'aspetto riguardante le dinamiche di alterazione termica non sarà approfondito ulteriormente in questa sede.

### Sezioni levigate e protocollo d'analisi tecnologica dei resti

L'osservazione in sezione levigata può essere condotta su una scala d'osservazione che potremmo definire mesoscopica, partendo da osservazioni ad occhio nudo, per poi passare se possibile ad un esame più approfondito delle caratteristiche della materia prima con lenti o microscopio ottico semplice. L'impiego di sezioni levigate può essere utile per caratterizzare campioni prelevati su strutture conservate in posto, come ad esempio conglomerati pavimentali o piastre di cottura. Non può tuttavia essere applicato in maniera sistematica su materiale archeologico abbondante, come su un insieme di frammenti di concotto raccolti in posizione primaria o secondaria in un medesimo sito, spesso quantitativamente numerosi. L'operazione di analisi dei singoli frammenti impiegando una sezione levigata richiederebbe un dispendio di tempo notevole, sia in termini di realizzazione della sezione, che di descrizione delle evidenze. Per questo, tale tipo di analisi deve essere condotta su una campionatura ristretta ma statisticamente rilevante ed essere inserita in un protocollo prestabilito, che permetta di generalizzare le ipotesi e le osservazioni di dettaglio effettuate (Fig. 11).

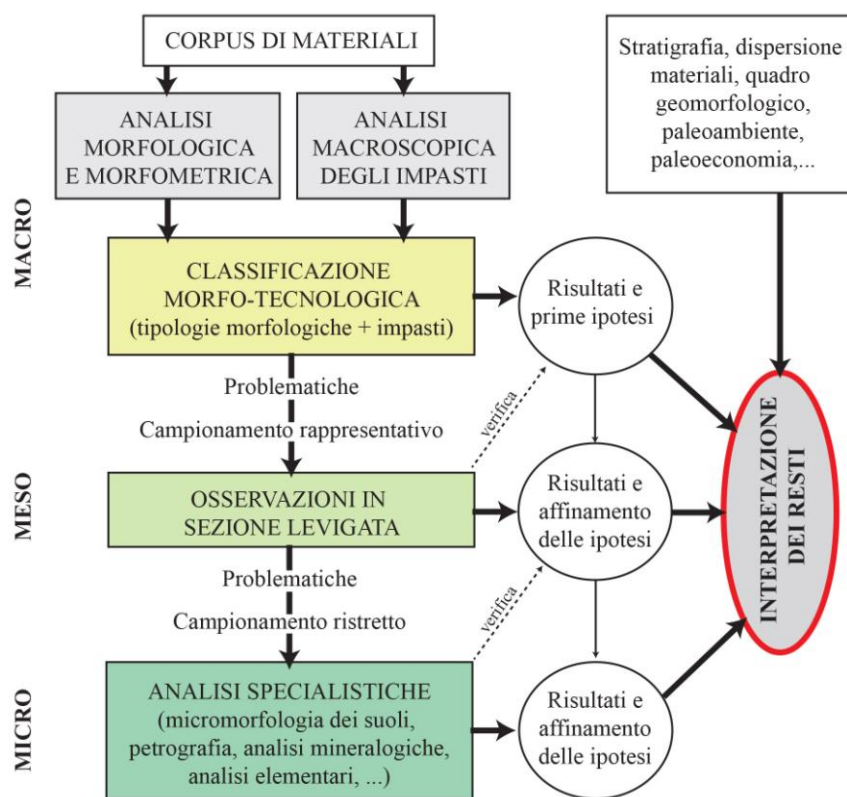


Fig. 11. Integrazione delle osservazioni in sezione levigata al protocollo di indagine da applicare ad insiemi di resti strutturali combustivi o cementati.

Una prima caratterizzazione morfologica e morfometrica effettuata sull'intero corpus dei frammenti, accompagnata da una caratterizzazione macroscopica degli impasti in frattura fresca, può portare in effetti ad una prima classificazione dei resti che tenga conto delle varie tipologie morfologiche (ed in un certo senso funzionali) dei frammenti e delle tendenze nell'assemblaggio delle materie prime impiegate per ognuna di esse. Per ognuna di queste classi possono essere dunque selezionati un numero di campioni sufficientemente ampio da destinare alle osservazioni in sezione levigata. L'analisi che ne risulta può chiarire alcune delle problematiche poste dall'analisi macroscopica iniziale, fornire maggiori informazioni rispetto alla funzione delle strutture e soprattutto approfondire la caratterizzazione tecnologica dei resti. Tuttavia, l'osservazione in sezione levigata può fornire dati rilevanti ma solamente indicativi, che possono essere verificati nel dettaglio con un'ulteriore campionatura ristretta da destinare ad analisi specialistiche puntuali (analisi chimico-fisiche, petrografia, micromorfologia dei suoli). Tali campioni possono essere scelti in maniera mirata tra quelli sottoposti ad analisi in sezione levigata, garantendo un livello d'osservazione intermedio per precisare le problematiche da sottoporre a verifica. La previsione di un'osservazione mesoscopica, che permetta di mettere in relazione dati macroscopici e dati analitici puntuali, può in effetti aiutare a contestualizzare in maniera migliore i risultati prodotti dalle tecniche analitiche di dettaglio.

L'analisi tecnologica dei resti può essere condotta in maniera efficace se allo studio dei materiali vengono associati i dati relativi al contesto geomorfologico, paleoambientale e paleoeconomico, al fine di individuare le caratteristiche delle risorse disponibili e le loro strategie di sfruttamento.

### CHIAVI DI LETTURA E CARATTERI TECNOLOGICI DIAGNOSTICI OSSERVABILI IN SEZIONE LEVIGATA

Saranno presentate qua di seguito alcune considerazioni che possano costituire una base di partenza per l'interpretazione dei resti, a partire dalle quali sarà possibile integrare nuove osservazioni, affinare le precedenti e procedere all'individuazione di casi particolari.

#### Impasto e materie prime: caratteri strutturali e tessuturali

Gli impasti massivi, che mostrano una certa omogeneità e continuità strutturale senza particolari modalità di aggregazione dei sedimenti, sono tendenzialmente il risultato di operazioni di impasto accurate (Fig. 12).

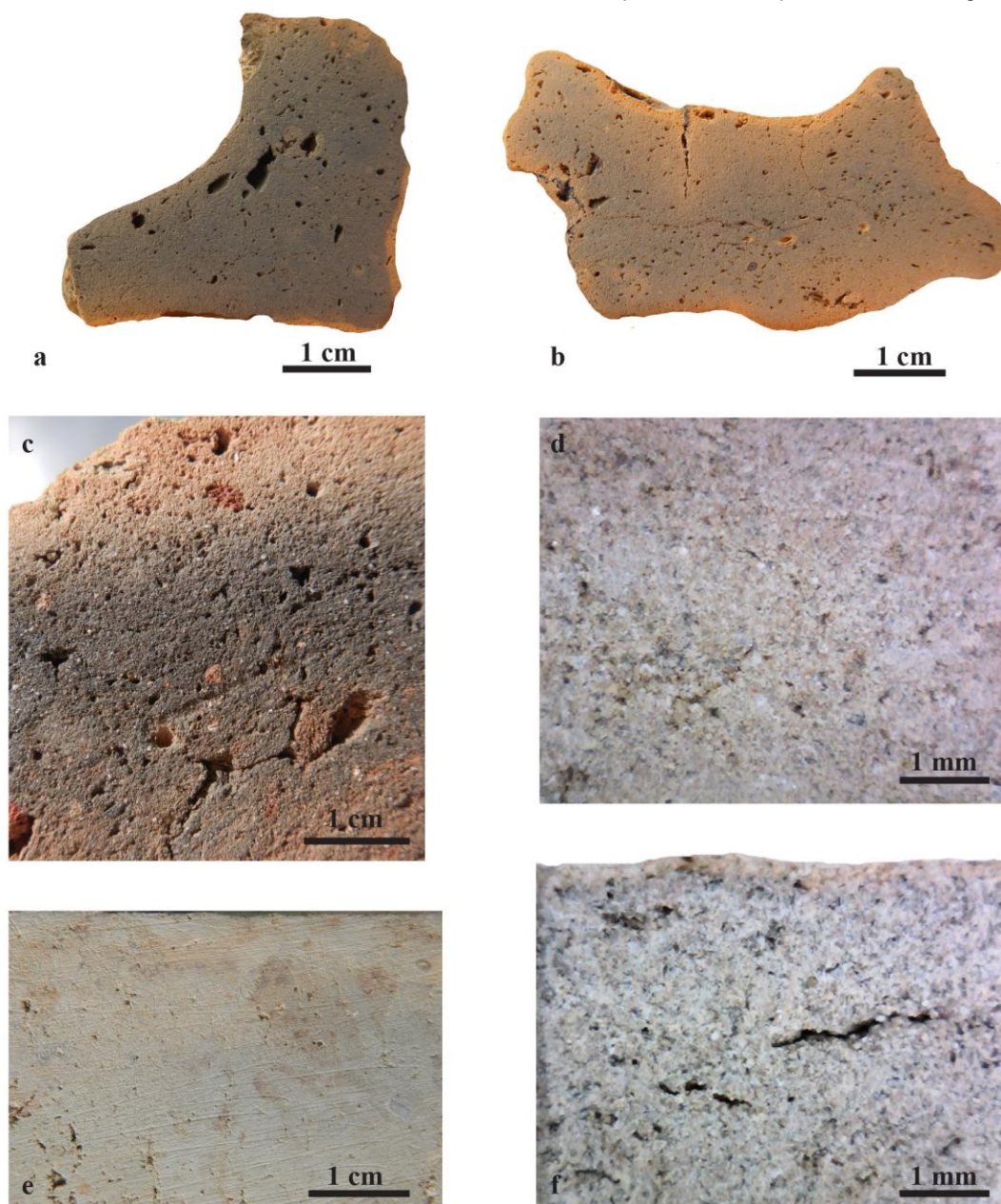


Fig. 12. Esempi di impasti a struttura massiva: (a-b) Carbonara Scriveria-Cascina Maghisello (AL), impasto massivo a tessitura limo-argillosa omogenea con comuni vacuoli di dimensione millimetrica (foto archivio SABAP-TO); (c) Castello di Annone (AT), impasto massivo a tessitura limo-sabbiosa con presenza di aggregati residuali limosi, porosità vacuolare da comune a diffusa (foto archivio SABAP-TO); (d) Solarolo-via Ordiere (RA), scavi UNIBO, impasto massivo con rari vacuoli e presenza di localizzati aggregati residuali a tessitura fine e sacche sabbiose dai contorni scarsamente netti; (e) Cesena-Foro Annonario (FC), impasto omogeneo apparentemente massivo, formato in realtà da aggregati imbricati fortemente coalescenti (foto archivio SABAP-BO); (f) Solarolo-via Ordiere (RA), scavi UNIBO, impasto massivo con brevi fessurazioni planari isorientate rispetto alla superficie finita del frammento.

Il grado di umidità dell'impasto al momento della sua lavorazione può variare da plastico a fangoso, se non liquido per operazioni di messa in opera particolari. Per ottenere un impasto così ben omogeneizzato, sembra probabile il ricorso ad una compressione dei sedimenti, ad esempio con i piedi o con uno strumento per operarne la battitura. Anche un impasto accurato realizzato manualmente è possibile.

L'impasto deve essere prolungato soprattutto per sedimenti particolarmente argillosi, i cui aggregati, anche se ridotti di dimensione preventivamente, devono essere umidificati e impastati lungamente per essere ben omogeneizzati in una massa continua. La quantità di aggregati residuali è inversamente proporzionale all'accuratezza con cui è stato confezionato l'impasto. Un'elevata presenza di aggregati residuali solo parzialmente deformati e con limiti mediamente o chiaramente netti in una massa di fondo massiva potrebbero essere associati, in via provvisoria, a stati d'umidità dell'impasto non eccessivi, piuttosto plastici. La porosità di un impasto massivo è particolarmente rappresentata da vescicole arrotondate o dai contorni policoncavi. Questi vuoti sono espressione delle bolle d'aria rimaste imprigionate nell'impasto e la loro quantità e dimensione è maggiore tanto l'impasto è stato più speditivo<sup>18</sup>.

Gli impasti massivi sono piuttosto omogenei a livello strutturale, ma a livello tessiturale possono essere il risultato della lavorazione di un solo tipo di sedimento o anche di un'eccellente integrazione tra due tipi di sedimento o di un sedimento con aggiunte. Per chiarire questo tipo di problematiche, può essere utile descrivere nel dettaglio la tessitura di eventuali aggregati residuali per compararla con quella della massa di fondo massiva, in modo da constatare se vi è una sostanziale identità tessiturale tra i due o meno. Lo stesso procedimento può essere applicato alla distribuzione degli eventuali inclusi osservati (v. *infra*).

Le strutture micro-granulari sono invece composte dalla giustapposizione di aggregati di dimensione millimetrica di forma arrotondata, più o meno coalescenti (Fig. 13).

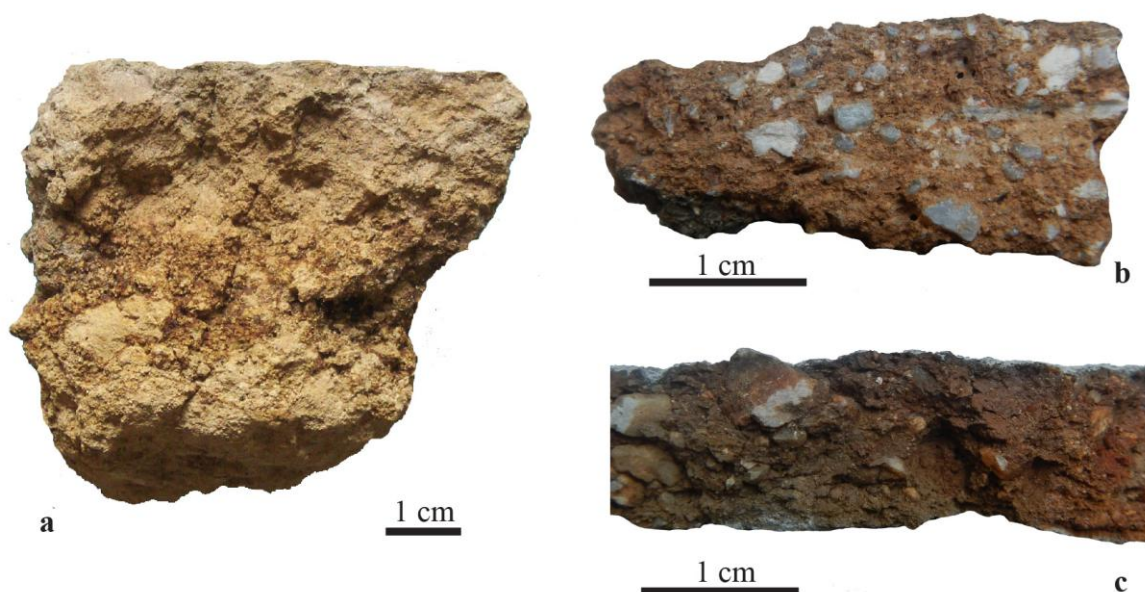


Fig. 13. Esempi di caratteri strutturali micro-granulari: (a) Monte Castellaccio (Imola, BO), unità detta "focolare" da G. Scarabelli, con aggregati fortemente coalescenti e talvolta raggruppati in unità di livello superiore di natura grumosa (testimone stratigrafico Museo G. Scarabelli, Musei Civici di Imola); (b) Tanca Manna (NU), scavi UNIBO, con aggregati fortemente coalescenti; (c) Tanca Manna (NU), campione da struttura sperimentale con aggregati mediamente coalescenti.

Come già notato altrove, sono tipiche di sedimenti con un'elevata percentuale di frazione grossolana (Moffa 2002, p. 28)<sup>19</sup>, senza che questo diventi un connotato discriminante per il loro riconoscimento. Le caratteristiche strutturali e tessiturali ereditarie dei sedimenti impiegati influenzano comunque le proprietà finali dell'impasto, come nel caso di suoli vulcanici con strutture originariamente granulari, che vengono solo parzialmente modificate dalla loro lavorazione. Il grado di coalescenza degli aggregati nelle strutture micro-granulari è direttamente legato alla

<sup>18</sup> Per impasto speditivo si intende un'operazione di miscelazione scarsamente curata e limitata in termini di tempo di lavorazione. Nei casi di impasti realizzati in maniera decisamente grossolana i vari componenti non risultano completamente omogeneizzati e spesso si nota una porosità finale elevata, composta da abbondanti vacuoli, associati a vuoti a camere e vuoti inter-aggregato.

<sup>19</sup> Le strutture qua definite micro-granulari dovrebbero avere caratteristiche simili a quanto descritto da C. Moffa come strutture "grumose". In effetti alcune strutture grumose possono essere costituite da assemblaggi di aggregati micro-granulari (v. *infra*).

quantità di acqua impiegata nell'impasto e soprattutto all'accuratezza con cui questo viene eseguito. Se gli aggregati sono fortemente coalescenti e la struttura ha tendenze ad esprimersi con una certa massività, questo è sinonimo di un impasto allo stato fangoso, con una lavorazione piuttosto accurata, che ha ridotto di dimensione gli aggregati senza tuttavia rompere tutti i legami esistenti tra la frazione grossolana e quella fine (Fig. 14). Porosità inter-granulari maggiormente espresse possono invece far pensare a impasti realizzati con scarsa cura allo stato plastico o scarsamente umido, seppur con una riduzione di dimensione degli aggregati preliminare o contemporanea alla loro lavorazione.

Le strutture grumose possono manifestarsi sotto differenti aspetti. L'aggregazione di base del sedimento è composta da grumi di forma tendenzialmente equidimensionale o leggermente schiacciata, con profilo da subangolare ad arrotondato (Fig. 15). La loro dimensione è mediamente superiore o uguale a 0,5 cm, pur essendo talvolta accompagnati da aggregati micro-granulari arrotondati di dimensione minore che si inseriscono nei vuoti inter-aggregato. I grumi possono avere aspetto massivo e omogeneo. In tal caso si tratta tendenzialmente di aggregati ereditati dal sedimento impiegato, la cui dimensione non è stata eccessivamente ridotta dalle operazioni d'impasto, che si può qualificare come grossolanamente realizzato.



Fig. 14. Mursia, Pantelleria (TP), scavi UNIBO. Campione di piano pavimentale (US 1226): struttura microgranulare composta da aggregati fortemente coalescenti, localmente tendente al massivo. Tessitura eterogenea limo-sabbiosa, con sabbie grossolane e ghiaie fini. Possibile impasto piuttosto curato allo stato fangoso, con messa in opera allo stato fangoso (o eventualmente plastico?).

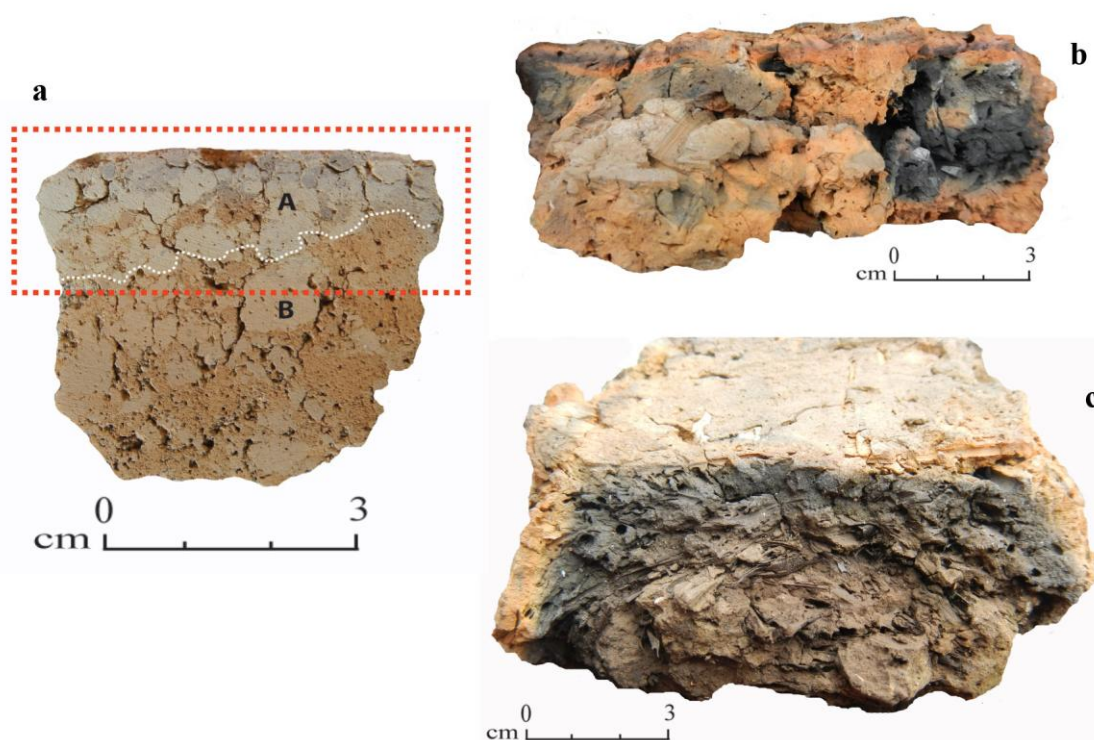


Fig. 15. Esempi di caratteri strutturali grumosi: (a) Solarolo-via Ordieri (RA), scavi UNIBO, elemento con struttura grumosa composta da aggregati massivi scarsamente coalescenti (A), impostata su un livello caratterizzato da un assemblaggio eterogeneo di aggregati massivi e sacche sabbiose (B); (b-c) Marais Vernier (dipartimento dell'Eure, Haute Normandie, Francia), campioni provenienti da edificio attuale distrutto da incendio: b) struttura grumosa composta da aggregati con grado di coalescenza variabile; c) struttura grumosa con aggregati da fortemente a mediamente coalescenti, localizzate aree massive.

L'uso di strumenti per rimescolare l'impasto, sicuramente in assenza di un prolungato calpestio, può essere un fattore determinante per la produzione di impasti grossolani. Il grado di umidità dell'impasto può essere variabile. Uno scarso grado di coalescenza, segnalato da ampi vuoti inter-aggregato, non è in questo caso sicuramente riconducibile ad una scarsa aggiunta di acqua, dal momento che la realizzazione speditiva della mistura può non aver concesso il tempo necessario agli aggregati di umidificarsi, soprattutto se questi sono di tessitura argillosa, per divenire completamente plastici e deformabili. Si possono poi avere strutture grumose i cui singoli aggregati sono a loro volta formati da una massa di sedimenti micro-granulari coalescenti (Fig. 13a). Deve essere valutato a seconda del contesto se questa struttura è ereditata dai sedimenti impiegati o se essa si sia formata durante le operazioni di impasto. Durante questa operazione avvengono in effetti processi di disgregazione e riaggregazione dei sedimenti che permettono agli aggregati umidificati ridotti di dimensione di rotolare su se stessi e "coagulare" in assemblaggi di dimensioni superiori, soprattutto nel caso di misture realizzate utilizzando strumenti per rimescolare l'impasto in presenza di tenori d'acqua elevati. Un fenomeno simile potrebbe essere attestato anche su impasti ricchi di paglia osservati su strutture moderne della Francia settentrionale, i cui frammenti attestano una struttura principale di tipo grumoso mediamente o fortemente coalescente, talvolta tendente al massivo (Fig. 15c). In questo caso l'utilizzo di una forca per omogeneizzare l'impasto fangoso è in genere accompagnato da un rapido calpestio. La presenza di elevate quantità di paglia potrebbe però aver in un certo senso protetto gli aggregati da una loro completa disgregazione e favorito un processo di addensamento durante il rimescolamento della mistura, che viene letteralmente arrotolata su se stessa tramite l'uso dello strumento.

Si ha invece un assemblaggio strutturale eterogeneo quando due materie prime risultano scarsamente o per nulla integrate e omogeneizzate, risultando ancora visibili separatamente e disposte in aggregati o sacche di sedimento più o meno imbricati a seconda del tasso di umidità dell'impasto e delle caratteristiche delle materie prime stesse (Fig. 16). In questo caso l'impasto è chiaramente qualificato come grossolanamente realizzato.

La struttura lamellare è contraddistinta in particolare da unità d'aggregazione tabulari sottolineate da fessurazioni planari isorientate associate a fessurazioni perpendicolari (Fig. 17)<sup>20</sup>.

Se attestata su materiali architettonici, può generalmente essere associata a forti fenomeni di compressione del sedimento allo stato ormai scarsamente umido. Si tratta dunque di una carattere strutturale formatosi in seguito alla messa in opera dell'impasto. Per indagare le caratteristiche tecnologiche di preparazione e posa dell'impasto si dovranno dunque interpretare i tratti osservabili in corrispondenza delle unità tabulari, tenendo conto delle deformazioni da esse subite.



Fig. 16. Solarolo-via Ordiera (RA), scavi UNIBO, assemblaggio eterogeneo di aggregati a tessitura fine e sacche o livelletti sabbiosi: (a) scarsamente coalescenti; (b) fortemente coalescenti.

<sup>20</sup> La definizione di "lamellare" qua impiegata riprende i termini utilizzati in geoarcheologia (Nicosia, Trombino, Stoops 2010). Le strutture lamellari così come definite da C. Moffa (2002), sono descritte in questo contributo come "orientate".

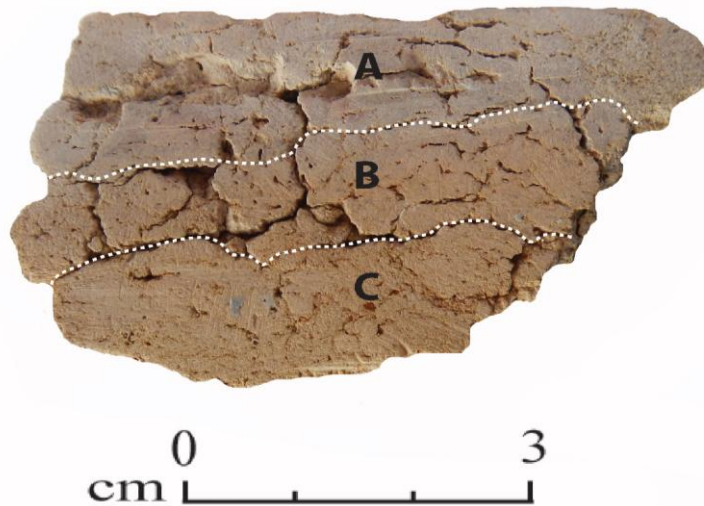


Fig. 17. Solarolo-via Ordieri (RA), scavi UNIBO, struttura lamellare fortemente espressa (A) o mediamente espressa (B).

Quando la porosità è fortemente espressa ed ha orientamenti preferenziali, la struttura del sedimento può essere descritta come orientata (Fig. 18). Anche in questo caso l'orientamento è una caratteristica strutturale di second'ordine, mutuata ad esempio da un orientamento del materiale vegetale incluso (Fig. 18, b-d) o da fessurazioni planari particolarmente marcate in seguito a fenomeni di compressione (Fig. 18a). Le modalità di aggregazione del sedimento compreso tra i vuoti orientati è dunque maggiormente rilevante per determinare le caratteristiche di lavorazione del sedimento (si potranno definire tali strutture come "massive orientate", "grumose orientate", ecc...).

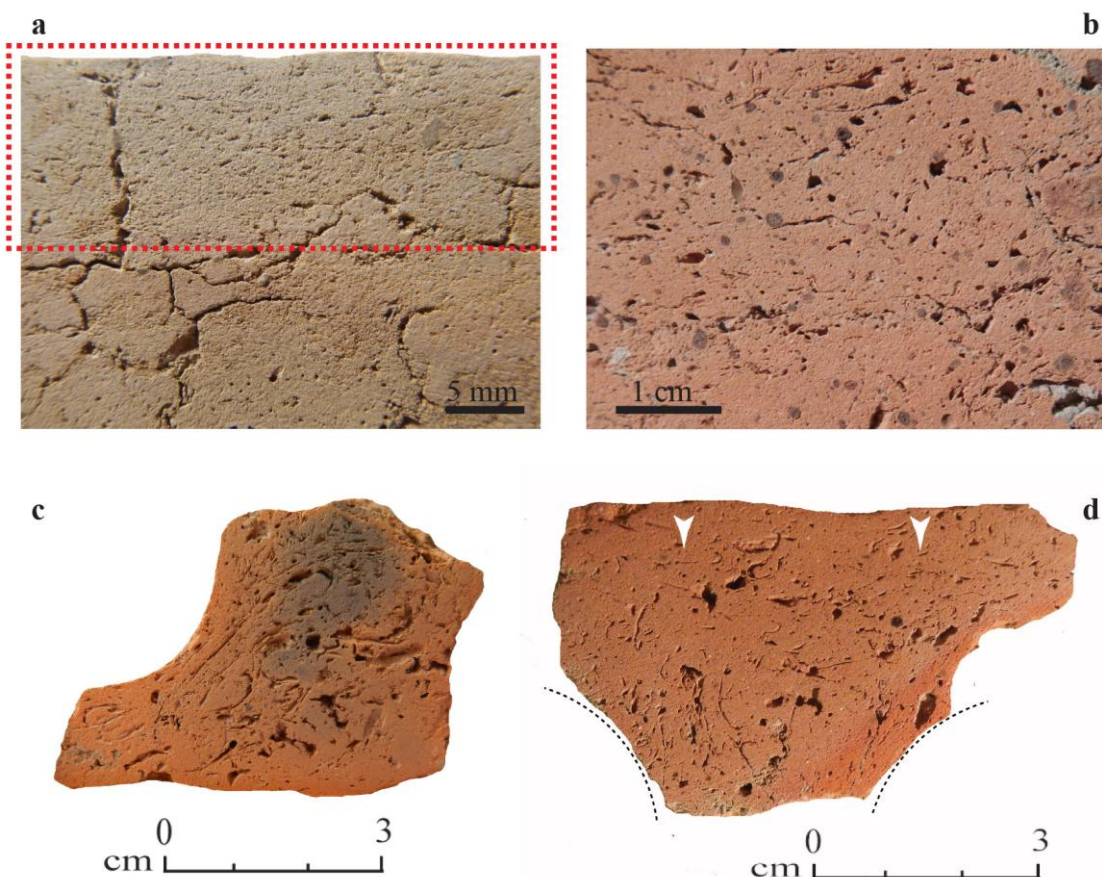


Fig. 18. Strutture massive orientate: (a) Solarolo-via Ordieri (RA), scavi UNIBO, brevi fessurazioni planari e vescicole schiacciate con orientamento sub-orizzontale, parallelo alla superficie finita; (b) Castello di Annone (AT), orientamento sub-parallelo della porosità residuale dovuta alla presenza di vegetali, in particolare pula (foto archivio SABAP-TO); (c) Carbonara Scrvia-Cascina Maghisello (AL), orientamento circonvoluto della porosità residuale vegetale, localmente riorganizzata da fenomeni di compressione (foto archivio SABAP-TO); (d) Castello di Annone (AT), porosità residuale vegetale con orientamento aleatorio, localmente riorganizzata da fenomeni di compressione lungo le impronte e soprattutto in nell'area prossima alla superficie finita (foto archivio SABAP-TO).

Nel caso di fini stesure sovrapposte, le cui caratteristiche strutturali sono scarsamente osservabili ad occhio nudo, può essere impiegato il termine di "struttura laminata" per comprendere l'insieme dei micro-livelli che le compongono, salvo poi tentare una descrizione delle singole unità.

In generale si può notare che caratteri strutturali diversi possono essere rilevati su impasti che hanno ricevuto una lavorazione simile in termini di tenore d'umidità e pratiche utilizzate per l'omogeneizzazione dei sedimenti. Questo è dovuto in particolare dalla diversità delle materie prime utilizzate, che influenzano grandemente il risultato finale.

L'impasto, soprattutto quando realizzato in grandi quantità, può poi mostrare una variabilità interna in termini di caratteristiche strutturali e modalità d'aggregazione. Un esempio possono essere le sacche localizzate con struttura micro-granulare all'interno di impasti tendenzialmente massivi, che segnalano la presenza di aree scarsamente umidificate durante le operazioni di impasto (Fig. 22d)<sup>21</sup>. Una certa variabilità strutturale e soprattutto una diversa espressione della porosità si ha poi nelle aree in cui l'impasto ha subito una deformazione, in particolare dovuta alla compressione, durante la messa in opera e le fasi di rifinitura (Figg. 12a-b; 14; 15; 24).

Forti esposizioni al calore possono poi condurre ad una vetrificazione più o meno localizzata della massa sedimentaria. Ne risulta una struttura abbondantemente vescicolare dall'aspetto spugnoso, caratterizzata da pori tondi e fini in una massa continua sinterizzata (Fig. 19). Per la descrizione di manufatti particolari, come silos o forni modulari, alcuni termini presi in prestito dal campo dell'analisi tecnologica della ceramica possono essere invece di grande utilità.



Fig. 19. Castello di Annone (AT), vetrificazione parziale della materia localizzata in corrispondenza di un'impronta di elemento ligneo (foto archivio SABAP-TO).

### **La porosità, il grado di coalescenza e la forma degli aggregati come marcatori delle tecniche di messa in opera**

In generale il tasso di umidità con cui l'impasto è messo in opera è inversamente proporzionale alla porosità attestata nei campioni, a parità di materie prime e processi di lavorazione. Impasti posati allo stato plastico, ad esempio, mostrano tendenzialmente una chiusura meno marcata della loro porosità vescicolare interna (Fig. 23), ereditata dalle operazioni di impasto, rispetto a impasti fangosi. Tuttavia, stime affidabili possono essere fatte avendo a disposizione una campionatura abbastanza larga per formalizzare tendenze e variabilità dei processi.

Le operazioni di compressione e lisciatura dell'impasto durante la messa in opera tendono poi a creare zone maggiormente massive, con una porosità più chiusa e deformata dalla pressione dei sedimenti, rispetto alle aree adiacenti (Figg. 15; 24). Queste variazioni si possono manifestare localmente in aree prossime alle superfici finite, ma anche lungo le impronte di elementi lignei contro i quali l'impasto è stato applicato (Fig. 12, a-b), o ancora in maniera più discreta lungo i bordi delle masse di impasto individuate come apporti di sedimento, soprattutto nel caso in cui esse siano state preformate prima di essere applicate. Una forte pressione esercitata su impasti massivi scarsamente plastici può anche creare brevi fessurazioni isorientate. La compressione di impasti a struttura grumosa determina invece una deformazione degli aggregati, che assumono una forma subarrotondata schiacciata, oltre ad un grado di coalescenza maggiore, in caso di impasto ancora plastico e deformabile.

<sup>21</sup> In alcuni casi, in particolare per lo studio di campioni provenienti da battuti pavimentali scarsamente o mediamente cementati, deve essere presa in considerazione la modificazione parziale dei caratteri strutturali ad opera di agenti di bioturbazione (micro e meso-fauna, la cui azione in genere produce strutture micro-granulari, o deformazioni dovute ad apparati radicali di piante in caso di abbandono dello spazio).

Una compressione marcata, effettuata soprattutto tramite battitura, si può avere in particolare su superfici orizzontali. Se l'impasto è in avanzato stato di essiccazione, queste operazioni di battitura possono modificare la struttura del sedimento, creando fessurazioni planari sub-orizzontali più o meno espresse o una struttura lamellare, a seconda dell'intensità del processo (Figg. 17; 18a). Fessurazioni orizzontali superficiali possono anche essere il risultato di un calpestio allo stato secco, a patto che le caratteristiche del sedimento permettano di registrare tale attività, che in genere risulta poco marcata su superfici pavimentali particolarmente coese (Gé *et alii* 1993, p. 153). La battitura dei sedimenti riguarda anche la realizzazione di muri, come per il *pisé*. In questo caso la compattazione avviene per deformazione e rottura degli aggregati scarsamente umidi impiegati. Tale processo è particolarmente marcato nelle aree adiacenti alle casseforme e al tetto dei corsi.

Gli inclusi vegetali possono avere un orientamento variabile a seconda della manipolazione dell'impasto, spesso avvolto se le masse di impasto sono preformate prima della loro applicazione, con una tendenza a riorganizzarsi seguendo orientamenti precisi se compressi (Fig. 18, c-d).

L'orientamento e la deformazione della porosità è in effetti un buon marcatore per comprendere le pratiche e i gesti utilizzati durante la messa in opera (Fig. 20; Fig. 23). Questo è vero non solo per la porosità residua dovuta ai vegetali, ma anche per i vuoti vescicolari presenti nell'impasto. In generale si può osservare come i vuoti si dispongano perpendicolarmente alla direzione del gesto di applicazione dell'impasto, come anche le aree maggiormente massive o gli aggregati deformati. Esistono poi modalità di messa in opera particolari, come quella del *torchis* posata "a cavallo" di elementi lignei: in questo caso i vegetali avranno una tendenza a disporsi in maniera arcuata attorno alle impronte, il tutto associato ad una compressione espressa in particolar modo sulla superficie lisciata della parete. Anche un impasto proiettato su un lato della trama lignea, il cui eccesso che sborda sul lato opposto viene liscio, mostrerà orientamenti e distribuzioni particolari della porosità e delle aree maggiormente massive. La variabilità delle modalità d'applicazione dell'impasto è elevata e va caratterizzata per ogni caso specifico.



Fig. 20. Castello di Annone (AT), riorganizzazione e deformazione della porosità (vuoti residui di vegetali e vacuoli schiacciati) in base alla direzione del gesto esercitato durante la messa in opera e alla presenza di elementi lignei su cui l'impasto viene applicato (foto archivio SABAP-TO).

Uno dei casi più difficili da distinguere è l'applicazione per pressione dell'impasto su trame lignee orizzontali o verticali. Non esistono criteri macroscopici per generalizzare tale differenza, dal momento che il movimento d'applicazione è tutto sommato simile. Si può solamente accennare al fatto che in genere per le installazioni



orizzontali l'organizzazione globale del sedimento è planare in maniera piuttosto regolare, mentre per l'applicazione su pareti si ha spesso un maggiore accavallamento delle masse di impasto e una più forte irregolarità e ondulazione nell'orientamento della porosità (Fig. 21).

L'analisi dei limiti delle varie applicazioni d'impasto è infine particolarmente utile per ritracciare la sequenza ed i gesti della messa in opera. Le varie applicazioni possono essere distinte grazie ad una variabilità nella composizione o nelle caratteristiche strutturali delle singole masse d'impasto, ma anche per discontinuità o limiti visibili, in casi particolari, tra di esse (Fig. 8). Nel caso di un assemblaggio di masse di terra cruda allo stato fangoso, i limiti saranno in effetti scarsamente netti.



Fig. 21. Castello di Annone (AT). (a) frammento interpretato come resto di parete (accavallamento delle masse di impasto, con orientamento irregolare e ondulato della porosità); (b) frammento interpretato come resto di struttura orizzontale su tavolato ligneo (organizzazione planare sub-orizzontale della porosità e dei componenti, compressione apparentemente omogenea in corrispondenza della superficie finita (foto archivio SABAP-TO).

Per installazioni allo stato plastico o scarsamente umido i limiti saranno invece via via più marcati (Figg. 23; 25). Nelle zone di contatto, dove le masse di impasto si sono accavallate, si possono anche avere vuoti più o meno ampi (Fig. 23c). Limiti fortemente marcati tra due applicazioni possono testimoniare anche una stasi del processo di posa, con una parziale o totale essiccazione della superficie esposta.

Fessurazioni del sedimento più o meno sviluppate e un ampliamento dei vuoti sono anche attestate durante la fase di essiccazione e in concomitanza agli eventi d'alterazione termica delle strutture. In tal caso la fessurazione si sviluppa a discapito delle strutturazioni d'origine dell'impasto, pur sfruttando in genere una rete di vuoti e discontinuità dell'impasto già esistenti.

### La natura delle inclusioni

Nei resti di terra cruda cementata o combusta si possono trovare diversi tipi di inclusi vegetali, minerali o antropici. La loro presenza può costituire un'aggiunta volontaria o, al contrario, alcuni di questi possono essere integrati involontariamente durante le operazioni d'impasto, se non essere già presenti nel sedimento estratto.

Il loro riconoscimento, l'analisi della loro frequenza (sia in rapporto alle varie classi morfotecnologiche di resti, sia all'interno dei singoli frammenti) e alcune osservazioni sulla dimensione e la forma possono già indirizzare l'interpretazione di tali inclusi. In aggiunta, può essere osservata la loro distribuzione relativa nell'impasto, in particolare in rapporto ad aggregati o sacche di sedimento non omogeneizzati.

Particolarmente interessante è il riconoscimento di inclusi vegetali. Fibre spesse, quali paglia o altri steli dalla morfologia simile, si presentano in sezione levigata come pori tondi o leggermente schiacciati, oppure come impronte dal profilo tubolare, con diametro di qualche millimetro. Una porosità simile, ma dal diametro più fine, prossimo al millimetro, può invece essere ricondotta a steli di erbacee o fieno. L'aggiunta di sterco potrebbe manifestarsi con la presenza di corte fibre vegetali tubolari. Tuttavia, collezioni di riferimento in tal senso devono ancora essere realizzate. Anche residui degli apparati radicali presenti in orizzonti di suolo superficiali possono manifestarsi come fini impronte di lunghezza relativamente ridotta. Scarti di lavorazione dei cereali, in particolare glume e glumelle, hanno invece una forma leggermente conoide dal profilo appiattito e possono manifestarsi a differenti gradi di frammentazione (Figg. 18b; 22a). L'analisi dei prodotti della battitura e della lavorazione dei cereali può portare a valutazioni interessanti sia sul piano tecnologico che paleoeconomico (Bonnaire 2014; 2016). Talvolta le inclusioni vegetali si possono conservare sotto forma di tessuti organici parzialmente o interamente silicizzati (Fig. 22, b-c).

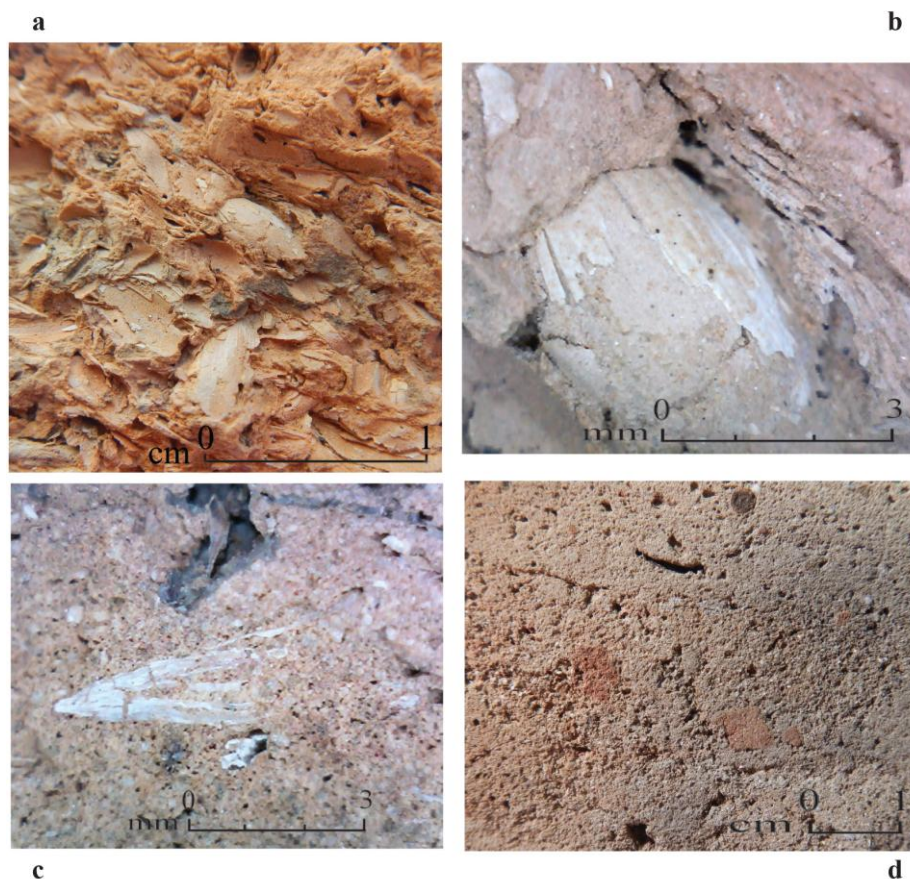


Fig. 22. Castello di Annone (AT), inclusioni: (a) abbondanti resti di glume e glumelle variabilmente frammentate; (b) resto silicizzato di gluma pressoché intera; (c) resto silicizzato di una base di spiga; (d) inclusi antropici, probabilmente resti architettonici combusti fortemente frammentati. Da notare anche la struttura massiva espressa più debolmente rispetto alle aree adiacenti, da interpretare come risultato di un tenore d'umidità meno elevato concentrato in alcune aree localizzate dell'impasto (foto archivio SABAP-TO).

Tra gli inclusi antropici, non è raro trovare carboni o altri residui d'attività, il più delle volte integrati nell'impasto assieme al sedimento estratto. Frammenti di elementi architettonici combusti o ceramiche possono essere tanto casuali quanto volutamente aggiunti, con un procedimento simile a quello dell'aggiunta di *chamotte* nelle ceramiche (Fig. 22d). Una valutazione dell'usura, della forma e della frequenza di questi inclusi può essere particolarmente utile.

La presenza di ghiaie e clasti di rocce più o meno grossolani non è per nulla estraneo alle tecniche architettoniche tradizionali. L'aggiunta di sabbie o di inerti di natura antropica può essere utile per stabilizzare impasti particolarmente argillosi, soprattutto in mancanza di fibre vegetali, o per rendere refrattaria la materia utilizzata nel caso della realizzazione di installazioni pirotecniche.

### ESEMPI DI OSSERVAZIONI IN SEZIONE LEVIGATA

Si propongono di seguito alcuni esempi di descrizione e interpretazione di sezione levigata, brevemente sintetizzati. In questa sede la registrazione del colore e l'interpretazione dei processi di alterazione termica delle strutture non sono state prese in considerazione.

#### Frammento di concotto da Castello di Annone (Asti)(Fig. 23)

*Sito:* Castello di Annone (Asti), Neolitico medio (VBQII).

*Bibliografia:* Venturino Gambari 2014, analisi preliminare del campione in Peinetti 2014, p. 315.

*Morfologia del campione:* Superficie lisciata grossolanamente, compresa tra due impronte parallele a sezione circolare (d. 6 cm; d. 4 cm). Superficie opposta alle impronte non rilevata.

ad esse.

*Identificazione dei vari apporti di impasto:* sono stati identificati 5 differenti apporti di impasto, con limiti mediamente netti. All'interfaccia tra i vari apporti sono stati localmente notati una porosità a camere o discontinuità nell'impasto (Fig. 23c). In alcune zone di contatto tra i diversi apporti è anche osservabile una fine pellicola grigiastra formata da sedimento fine. L'orientamento interno dei pori delle singole masse di impasto segue poi i limiti di queste.

*Caratteri strutturali e tessuturali:* struttura massiva mediamente omogenea, composta da ampie zone a tessitura limo-sabbiosa (sabbie medie e fini stimate al 30%) con discontinuità (Fig. 23e). Sono in effetti osservabili sacche localizzate e lenti maggiormente sabbiose (sabbie medie e fini che possono raggiungere il 40-50% del rapporto tra frazione fine e grossolana) o comuni aggregati residuali limosi parzialmente deformati di forma arrotondata e dimensione subcentimetrica o centimetrica (Fig. 23d). La porosità è tendenzialmente composta da abbondanti vuoti vacuolari, spesso di forma schiacciata, talvolta accompagnati da rari vuoti a camera. Sono anche presenti noduli ferruginosi.

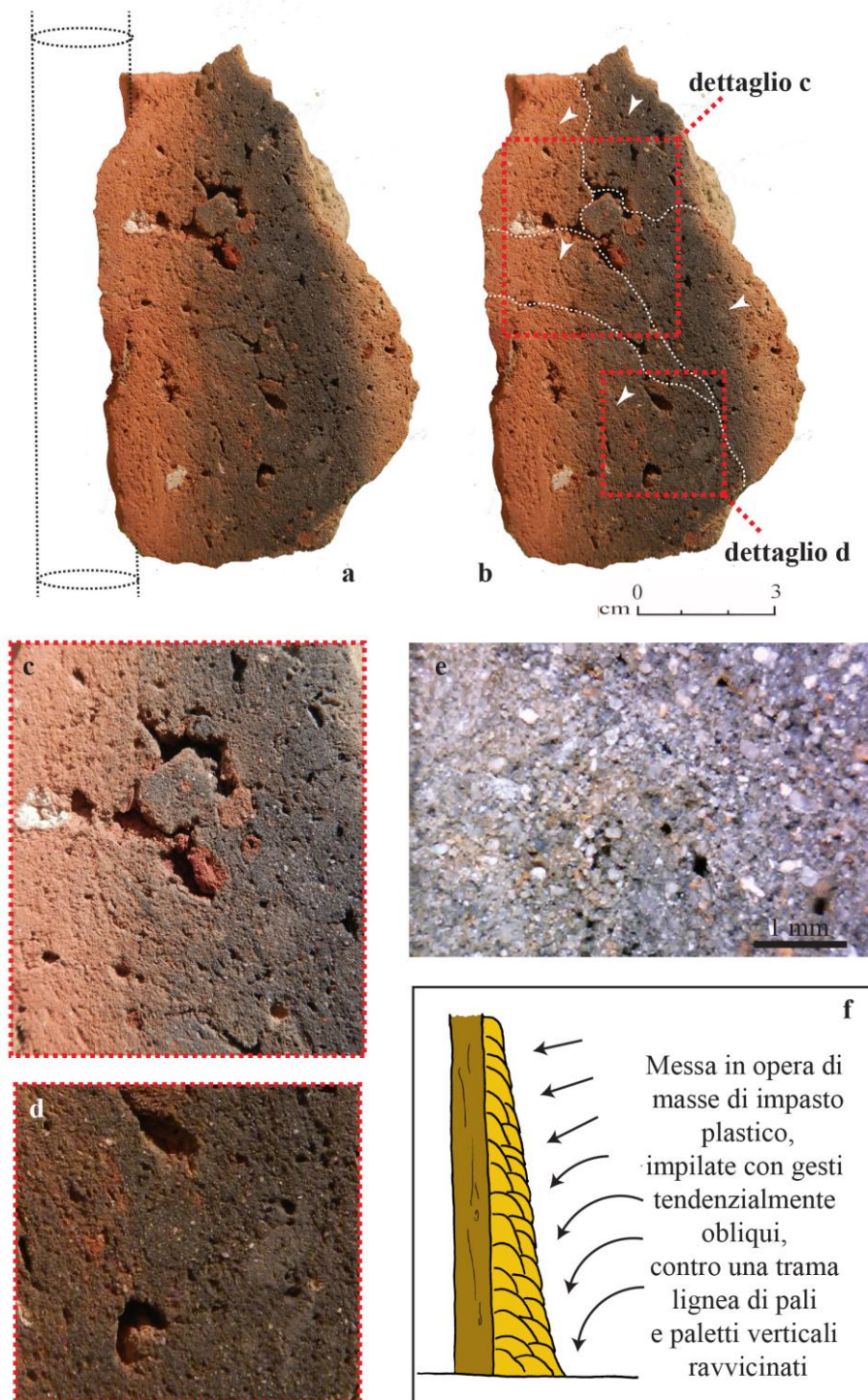


Fig. 23. Castello di Annone (AT), frammento di parete del sito di Castello di Annone (AT): (a) sezione levigata; (b) sezione levigata interpretata, con i limiti degli apporti e la direzione del gesto di messa in opera; (c) vuoti localizzati nella zona di congiungimento di differenti masse d'impasto, interpretati come marcatore di una messa in opera allo stato plastico (scarsa adesione e capacità di deformazione limitata dell'impasto); (d) aggregati residuali limosi in massa di fondo massiva a tessitura maggiormente sabbiosa; (e) dettaglio delle caratteristiche granulometriche dell'impasto; (f) ricostruzione delle tecniche di messa in opera della terra cruda (foto archivio SABAP-TO).

*Inclusi*: diffusi inclusi antropici interpretabili come frammenti di concotto e/o ceramica di forma arrotondata e dimensione variabile; sporadiche ghiaie subangolari.

*Interpretazione*: frammento appartenente a parete in terra cruda, realizzata impilando e addossando masse d'impasto contro una trama lignea a predominanza di elementi verticali.

L'impasto è mediamente curato. Un sedimento limoso con scarse sabbie ed un sedimento limo-sabbioso sono parzialmente integrati allo stato tra il fangoso ed il plastico (massa sedimentaria continua, con forte imbricazione e limiti scarsamente netti di molti aggregati e sacche residuali, presenza di aree ben omogeneizzate). Non è possibile determinare se gli inclusi antropici rappresentino un'aggiunta volontaria. L'impasto è poi messo in opera allo stato plastico, forse dopo un breve tempo di maturazione con perdita di umidità (deformazione parziale dei vuoti vacuolari, presenza di vuoti e aggregati scarsamente coesi lungo i limiti dei vari apporti di impasto). La messa in opera è preceduta dalla preparazione di masse di impasto di forma pressoché sferica, che si accavallano poiché vengono impilate e addossate contro la trama lignea (forma dei vari apporti parzialmente deformati dall'applicazione, orientamento dei pori lungo i limiti delle varie masse di impasto e rispetto alla direzione di applicazione). Il movimento di posa ha differenti inclinazioni, sempre oblique rispetto alla parete (Fig. 23f). La tecnica di posa può essere qualificata come ibrida (simile alla messa in opera della *bauge*, ma contro una trama lignea).

*Realizzazione della sezione levigata*: la sezione è stata effettuata tra le due impronte, con direzione parallela.

### **Conglomerato architettonico da Cesena-Foro Annonario (Fig. 24)**

*Sito*: Cesena-Foro Annonario, Bronzo medio e recente.

*Bibliografia*: analisi del campione inedita.

*Morfologia del campione*: frammento con impronte a sezione circolare (d. 1-2 cm) di trama lignea intrecciata, con superficie opposta lisciata conservata.

*Realizzazione della sezione levigata*: trasversale alle impronte.

*Identificazione dei vari apporti di impasto*: non sono stati riconosciuti differenti apporti.

*Caratteri strutturali e tessiturali*: struttura fortemente massiva e omogenea, a tessitura fine (fortemente argillosa), con rari aggregati residuali dai limiti diffusi e scarsamente riconoscibili. Rare vescicole tonde scarsamente deformate nel corpo del frammento. Nella zona prossima alla superficie la porosità è quantitativamente minore e, quando attestata, risulta maggiormente fine e deformata.

*Inclusi*: rare sabbie grossolane arrotondate.

*Interpretazione*: impasto realizzato accuratamente (allo stato fangoso?), lavorando un solo tipo di sedimento fine, particolarmente argilloso, forse per calpestio, battitura o manipolazione, per ottenere una massa decisamente omogenea. L'applicazione è avvenuta per compressione utilizzando gesti perpendicolari rispetto alla trama lignea, mediante la stesura di un impasto allo stato plastico. L'alterazione termica del frammento è dubbia e potrebbe anche trattarsi di un elemento architettonico cementato (utilizzo di argille carbonatiche?).



Fig. 24. Cesena-Foro Annonario (FC), sezione levigata su un frammento di parete con superficie finita e impronte di trama lignea intrecciata (foto archivio SABAP-BO).

### Conglomerato architettonico da Solarolo-via Ordiere (Fig. 25)

*Sito:* Solarolo-via Ordiere (Ravenna), Bronzo medio 2.

*Bibliografia:* Cattani 2009, analisi preliminare del campione in Peinetti *et alii* cds b.

*Morfologia del campione:* frammento di forma tabulare, con superficie piana.

*Realizzazione della sezione levigata:* trasversale rispetto alla superficie piana.

*Identificazione dei vari apporti di impasto:* sono stati identificati tre differenti apporti d'impasto con limiti scarsamente netti tra di loro. In corrispondenza della superficie si osserva una patina biancastra di spessore submillimetrico, con limite inferiore netto.

*Caratteri strutturali e tessiturali:*

- A. Corpo sedimentario macroscopicamente massivo, tendenzialmente omogeneo. La tessitura è mediamente fine, con sabbie da molto fini a medie che non superano il 25% del volume. Talvolta è possibile osservare aggregati residuali di forma subarrotondata leggermente schiacciata, parzialmente conservati, costipati e deformati. La loro dimensione è media (2-5 mm) e hanno bordi spesso irregolari e non sempre distinguibili. Tali aggregati hanno struttura massiva e sono costituiti da una frazione fine prevalente e sabbie fini o molto fini stimate al 10-20%. Rare sacche sabbiose poco conservate si dispongono attorno agli aggregati (sabbie da medie a molto fini stimate al 30-40%). Vicino alla superficie sono osservabili brevi fessurazioni planari sub-orizzontali. Altri tipi di vuoti sono rari e si dispongono prevalentemente attorno agli aggregati meglio conservati. Il colore è grigio chiaro (10YR7/2).
- B. Assemblaggio eterogeneo di aggregati argillosi e sacche limo-sabbiose fortemente imbricati. Gli aggregati argillosi sono massivi, di forma subsferica, hanno dimensioni variabili (da 1-2 mm a 7-8 mm) e colore grigio chiaro (10YR7/2). La loro tessitura mostra una prevalenza di limi e argille, con sabbie fini e molto fini stimate al 10-20%. Le sacche sabbiose che si dispongono attorno agli aggregati sono ben conservate, ma dislocate in maniera disomogenea. Il loro colore è bruno pallido (10YR6/3) e la percentuale di sabbie medie e fini è del 40%. La porosità è rappresentata da scarsi vuoti vacuolari di dimensioni inferiori al millimetro.
- C. Assemblaggio eterogeneo di aggregati argillosi e sacche limo-sabbiose mediamente coalescenti. Questo tipo di organizzazione, già riscontrata nel livello superiore, è qua pienamente espressa. Rispetto al livello B, la composizione è simile, ma la struttura diviene più aperta e disomogenea verso la base del frammento. Gli aggregati massivi sono ben conservati, di forma subsferica o poliedrica. Le sacche sabbiose hanno struttura granulare e sono associate a vacuoli di dimensioni da submillimetriche a millimetriche. Il volume occupato dalle sacche sabbiose è maggiore rispetto a quanto riscontrato nei livelli superiori.

*Inclusi:* non sono stati rilevati inclusi particolari.

*Interpretazione:* si tratta di una struttura orizzontale (pavimento? Area adibita a focolare? Piattaforma destinata ad attività specializzate?) realizzata tramite più stesure di impasto. Le prime due mostrano un impasto scarsamente accurato, confezionato utilizzando sedimenti argillosi carbonatici e sedimenti limo-sabbiosi per nulla integrati. La lavorazione dell'impasto è stata estremamente speditiva, soprattutto per il livello inferiore, con un'aggiunta notevole di acqua (dato confermato dall'analisi micromorfologica). Gli aggregati argillosi non hanno avuto il tempo di assorbire l'umidità ed hanno conservato la loro forma senza divenire plastici. Il livello superiore è stato invece steso con un impasto realizzato con le stesse materie prime, che sono state in questo caso meglio integrate e poi stese allo stato plastico. Durante la fase di essiccazione del manufatto sembra possibile che la superficie sia stata interessata da fenomeni moderati di battitura.

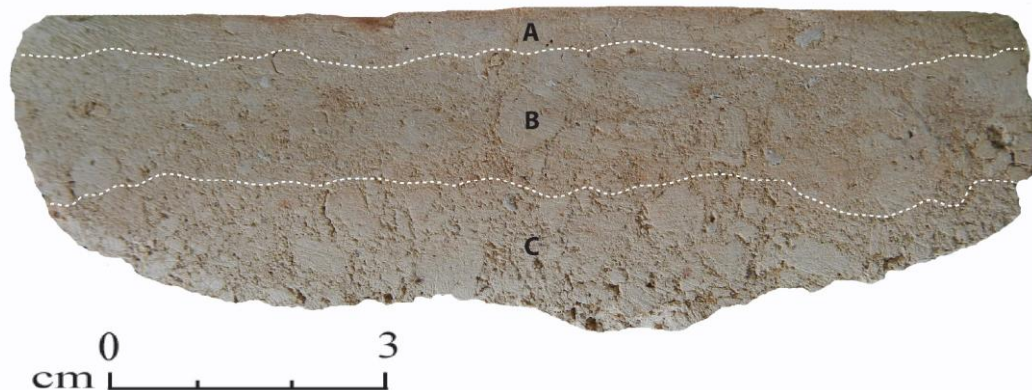


Fig. 25. Solarolo-via Ordiere (RA), scavi UNIBO, sezione levigata di un frammento proveniente da una struttura orizzontale in terra cruda.

### **Campione di piastra di cottura da Mursia-Pantelleria (Fig. 26)**

*Sito:* Mursia-Pantelleria (Trapani), Bronzo antico siciliano.

*Bibliografia:* Cattani, Nicoletti, Tusa 2012; Debandi 2015; Magrì 2015; analisi del campione inedita.

*Morfologia del campione:* campione prelevato da una piastra di cottura conservata *in situ*, formata da una stesura di impasto realizzata su vespaio.

*Realizzazione della sezione levigata:* trasversale rispetto alla superficie piana.

*Identificazione dei vari apporti di impasto:* non sono stati riconosciuti differenti apporti.

*Caratteri strutturali e tessiturali:* struttura micro-granulare fortemente coalescente, tendente al massivo. Granuli di dimensione inferiore o uguale al millimetro, localmente raggruppati in aggregati di misura più grande con limiti mediamente netti. Tessitura limo sabbiosa con presenza di sabbie grossolane e ghiaie fini subangolari e angolari, Comuni vescicole appiattite subplanari, con alcuni vuoti schiacciati che potrebbero essere apparentati tanto a vescicole che a fini inclusioni vegetali. Limite superiore maggiormente massivo.

*Inclusi:* possibili inclusi vegetali molto fini (da verificare).

*Interpretazione:* impasto piuttosto accurato realizzato allo stato fangoso, con una buona frammentazione degli aggregati di sedimento precedente o contemporanea alle operazioni di miscelazione dei sedimenti. Stesura dell'impasto sul vespaio allo stato tra il fangoso e il plastico, con un'accurata compattazione e lisciatura superficiale. Inclusi minerali grossolani di natura vulcanica probabilmente già presenti nel sedimento al momento della sua estrazione.



Fig. 26. Mursia, Pantelleria (TP), scavi UNIBO, ambiente B12, sezione levigata di un frammento di piastra di cottura.

### **Campione di piastra mobile da Castello di Annone (Fig. 27)**

*Sito:* Castello di Annone (Asti), Neolitico medio (VBQII).

*Bibliografia:* Venturino Gambari 2014, analisi preliminare del campione in Peinetti 2014, pp. 316-317.

*Morfologia del campione:* frammento tabulare di spessore centimetrico, che presenta due facce opposte ed un bordo laterale lisciati. Gli altri lati sono fratturati.

*Realizzazione della sezione levigata:* trasversale rispetto alle superfici piane opposte.

*Identificazione dei vari apporti di impasto:* sono stati identificati 3 differenti apporti di impasto, con limiti mediamente netti.

*Caratteri strutturali e tessiturali:* ogni livello presenta una struttura grumosa, da fortemente a mediamente coalescente, con aree maggiormente massive o aggregati deformati al tetto. Gli aggregati sono di dimensione estremamente variabile. Anche in corrispondenza della superficie inferiore e della superficie laterale si può notare una zona tendenzialmente massiva. La tessitura è tendenzialmente limosa, con sabbie fini e medie che non superano il 30%. La porosità inter-aggregato è variabilmente sviluppata ed accompagnata da fini vacuoli intra-aggregato.

*Inclusi:* non sono stati rilevati inclusi particolari.

*Interpretazione:* gli aggregati del sedimento utilizzato sono stati sommariamente ridotti di dimensione e stesi su tre livelli successivi. Il sedimento può essere stato impastato grossolanamente ad uno stato scarsamente umido, oppure asperso d'acqua una volta steso ogni singolo livello. Ogni stesura è stata seguita da una leggera compattazione. La superficie sommitale è stata poi lisciata con acqua ed il manufatto è stato lasciato asciugare, per poi essere girato in modo da effettuare una lisciatura sommaria con acqua sulla superficie opposta. Questo manufatto tabulare è stato identificato come una sorta di piastra mobile (anche per confronto con altri resti del sito), probabilmente cotta prima dell'uso, dal momento che mostra un'alterazione termica piuttosto uniforme sul suo intero spessore.

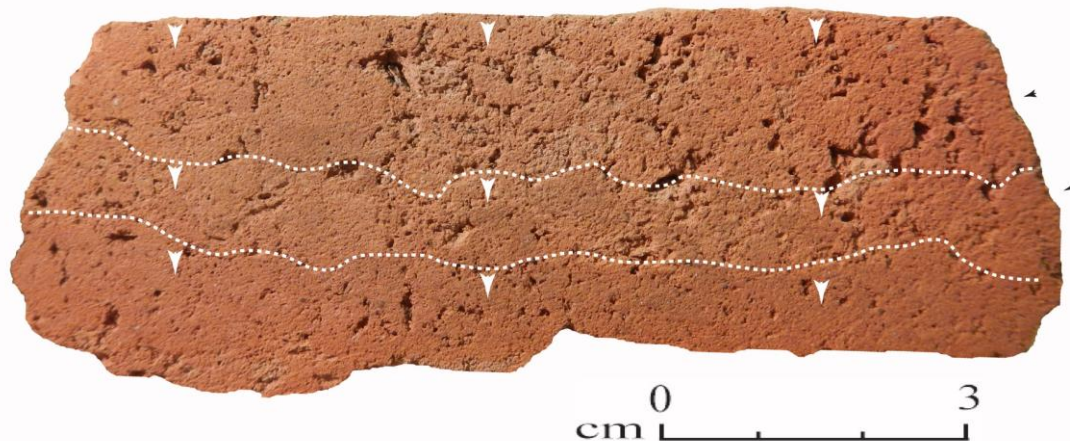


Fig. 27. Castello di Annone (AT), sezione levigata di un frammento interpretato come piastra mobile (foto archivio SABAP-TO).

### CONCLUSIONI E PROSPETTIVE DI RICERCA

L'analisi tecnologica di dei resti di strutture e installazioni in terra cruda riveste un ruolo importante su vari piani della ricerca archeologica, che toccano la ricostruzione dei sistemi di produzione e di sfruttamento delle risorse, ma anche la rilevanza culturale, sociale e funzionale rivestita dalle tecniche impiegate (Mauss 1935; Bourdieu 1972, p. 256; Leroi-Gourhan 1973, p. 462).

Solo una minima parte delle strutture in terra originarie viene però rinvenuta allo stato combusto o cementato. In particolare, per quanto riguarda i resti combusti, questi offrono solo una visione parziale delle tecniche impiegate e delle strutture realizzate, dal momento che il loro consolidamento è soggetto a fenomeni aleatori, come l'incendio o la presenza di gradi di alterazione termica differenziali che interessano solo una parte delle strutture (Bankoff, Winter 1979; Shaffer 1993, pp. 60-62; Cavulli, Gheorghiu 2008). Si deve dunque tenere conto del fatto che i dati forniti da questi resti non sono rappresentativi della totalità del contesto analizzato. Risulta tuttavia importante procedere allo studio di questi materiali per comprendere, almeno in parte, le pratiche delle comunità pre-protostoriche e caratterizzare le modalità con cui lo spazio era strutturato ed utilizzato.

Nella prima parte del contributo è stato possibile abbozzare una presentazione sintetica che mostri l'estrema variabilità nell'uso della terra cruda per la realizzazione di vari tipi di architetture e installazioni fisse o mobili. Una presa di coscienza relativa alla variabilità delle catene operative impiegate e delle pratiche di messa in opera della terra cruda in contesti attuali o passati può aiutare ad una migliore interpretazione dei resti archeologici. Questo è particolarmente vero per l'interpretazione delle osservazioni effettuate in sezione levigata, dove è possibile riconoscere, letteralmente impresse nella materia, le tracce materiali di gesti e pratiche passate. Le operazioni di preparazione e lavorazione delle materie prime sono caratterizzabili con un certo dettaglio, ma è soprattutto in relazione all'interpretazione delle tecniche di messa in opera dell'impasto che tale tipo di analisi può risultare particolarmente efficace. Anche se al momento è difficile stabilire principi generali di interpretazione dei vari tratti riconosciuti, in particolar modo per mancanza di campionature diffuse, si è tentato di porre alcune basi che guidino il processo di osservazione.

La descrizione dei caratteri tessiturali e degli inclusi può aiutare l'identificazione delle materie prime usate, ma è soprattutto la caratterizzazione delle modalità di distribuzione dei vari componenti e delle caratteristiche strutturali della materia che può portare informazioni rilevanti sulle modalità di preparazione e messa in opera dell'impasto. Si tratta dunque di associare le caratteristiche osservate a meccanismi e gesti specifici, che una volta messi in sequenza potranno permettere di ricostruire tecniche e catene operative. Le sezioni levigate possono essere osservate e descritte a vari livelli di dettaglio, ma la loro comprensione macroscopica globale è essenziale per ottenere una visione di insieme dei processi riconosciuti. Metodologicamente, non si può associare un singolo tratto diagnostico riconosciuto ad un determinato processo. Sarà invece un insieme di tratti diagnostici che permetterà di formulare ipotesi riguardanti processi specifici e la loro sequenza all'interno della catena operativa. Le variabili relative alla natura delle materie prime, la loro lavorazione, la modalità di messa in opera ed il supporto sul quale viene posato l'impasto sono indissociabili. Per questo è importante aver consapevolezza della variabilità delle tecniche utilizzate, nonché delle possibilità e dei limiti offerti dai vari tipi di materie prime.

Uno dei vantaggi offerti dalla sezione levigata è la possibilità di rintracciare i marcatori che suggeriscano la sequenza e la natura dei gesti utilizzati durante la posa dell'impasto. Per questa operazione ci si affida in particolare alla lettura delle relazioni che intercorrono tra i vari apporti di materia e all'interpretazione della forma e distribuzione della porosità associata a variazioni dei caratteri strutturali. Durante lo studio del materiale di Castello di Annone (AT), senza questa serie di osservazioni in sezione levigata, sarebbe stato probabilmente impossibile il

riconoscimento della particolare tecnica di realizzazione delle pareti attestata in questo sito per le fasi neolitiche. Parallelamente, ricorrendo alla sola analisi morfologica, sarebbe stata maggiormente complicata la discriminazione tra frammenti di parete e resti di terra combusta riferibili a strutture orizzontali, interpretate come pavimenti in terra su sopralco ligneo o resti di piastre di cottura poste su un tavolato. L'applicazione dello stesso protocollo utilizzato per castello di Annone ai resti combusti del sito contemporaneo di Carbonara Scrivia (AL) sta fornendo dati interessanti. In particolare sembrerebbe che l'impiego della stessa trama lignea sia associato ad un tecnica di messa in opera differente (Peinetti, Venturino cds).

Ad oggi, l'altro sito per cui l'impiego dell'analisi in sezione levigata ha dato buoni risultati è quello di Solarolo-via Ordire (RA). In questo caso è stato possibile interpretare un gran numero di resti rinvenuti in posizione secondaria come frammenti di superfici orizzontali in terra cruda, la cui funzione specifica non è però ancora determinabile con sicurezza (piastra, pavimento, piattaforma per attività specializzate). La catena operativa utilizzata per la loro realizzazione è stata però caratterizzata nel dettaglio. I dati ottenuti dalle sezioni levigate sono poi stati confermati da analisi micromorfologiche ed archeometriche, che permetteranno in futuro di entrare maggiormente nel dettaglio per quanto riguarda l'interpretazione tecnologica e funzionale.

Lo studio dei resti in sezione polita, come è già stato fatto notare, può intervenire anche su campioni prelevati da strutture conservate in posto. È in corso uno studio sulle superfici pavimentali e piastre di cottura del sito di Mursia (Pantelleria), parallelamente ad uno studio geoarcheologico della stratigrafia e delle strutture che preveda l'impiego della micromorfologia dei suoi come strumento per caratterizzare le modalità ed i ritmi dell'occupazione. La realizzazione di una campionatura estesa sull'insieme delle strutture permetterà in un primo tempo di caratterizzare la loro variabilità tecnologica in termini sincronici e diacronici all'interno del sito, grazie alla fabbricazione e allo studio di sezioni levigate. Il risultato finale dovrebbe fornire una sorta di classificazione delle materie prime e delle tecniche impiegate sul sito. Parallelamente, le analisi micromorfologiche effettuate su un ristretto numero di campioni, precedentemente caratterizzati su scala macroscopica, permetterà di affinare e generalizzare i dati ottenuti grazie all'integrazione dei due approcci analitici. L'applicazione dello stesso protocollo d'analisi ad altri siti sarebbe in grado di fornire dati significativi sulla variabilità delle tecniche su scala micro o macro-regionale.

L'analisi delle sezioni polite può dunque essere uno strumento complementare all'analisi morfo-tecnologica dei resti archeologici in terra combusta o cementata, fornendo inoltre una scala intermedia di osservazione prima di procedere ad analisi specialistiche dei materiali. Sono state qua presentate alcune considerazioni preliminari ed una proposta provvisoria riguardante la metodologia di descrizione dei campioni. Si auspica per il futuro una graduale verifica dei dati ottenuti con analisi specifiche, in particolare ricorrendo alla caratterizzazione tecnologica di alcuni materiali tramite l'impiego di nuove analisi micromorfologiche. Anche il vocabolario impiegato potrà essere ampliato, rivisto o migliorato. L'allargamento della casistica di studio potrà essere effettuato con analisi su materiale archeologico, ma anche tramite la caratterizzazione di elementi strutturali per i quali i processi costruttivi sono conosciuti, sfruttando contesti sperimentali e studi etnoarcheologici (Peinetti 2016, Peinetti *et alii* cds a). In quest'ultimo caso i campioni raccolti dovrebbero essere trattati con il medesimo protocollo utilizzato per i materiali archeologici, per poi associare le caratteristiche descritte in fase di analisi ai processi osservati e controllati durante la sperimentazione o l'indagine etnografica.

Per concludere, si può affermare che prime applicazioni analitiche effettuate ricorrendo a osservazioni in sezione levigata hanno fornito risultati incoraggianti, soprattutto per il rapporto positivo tra massa di dati prodotta e costo finanziario ridotto. Tale tecnica può dunque essere uno strumento efficace per estendere l'analisi tecnologica su un largo numero di contesti archeologici, anche quando la limitatezza delle risorse disponibili non permettono il ricorso ad analisi specialistiche.

## Ringraziamenti

Paolo Boccuccia, Gilles Bay, Maurizio Cattani, Florencia Debandi, Ambre Di Pascale, Cosimo D'Oronzo, Nicole Dupré, Bruno Fabbri, Rossana Gabusi, Giorgio Gaj, Dalia Gasparini, Marina Giaretti, Ely Gontrand, Lisa Guerra, Giulia Guidorzi, Luc Jallot, Magali Labille, Alessandra Magri, Laura Mazzini, Monica Miari, Demis Murgia, Marylise Onfray, Edouard Petzny, Thérèse Rauwel, Maria Pia Riccardi, Claudia Speciale, Sebastiano Tusa, Marica venturino Gambari, Julia Wattez.

## BIBLIOGRAFIA

AFFONSO M. T. C., FREIDBERG E. P. 2001, *Neolithic Lime Plasters and Pozzolan Reactions. Are they Occasional Occurrences?*, in BOEHMER R. M., MARAN J., a cura di, *Lux orientis. Archaeologie zwischen Asien und Europa, Festschrift für Harald Hauptmann zum 65 Geburtstag*, Rahden/Westfalia, Verlag Marie Leidorf, pp. 9–13.

AURENCHÉ O., *Proposition de terminologie pour les modalités de mise en œuvre de la terre comme matériau de construction*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 279-282.

AURENCHÉ O., KLEIN A., DE CHAZELLES C. A., GUILLAUD H. 2011, *Essai de classification des modalités de mise en œuvre de la terre crue en parois verticales et de leur nomenclature*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., POUSTHOMIS N., a cura di, *Les*



- cultures constructives de la brique crue, Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue 3, Actes du colloque international de Toulouse (16-17 mai 2008), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 13-34.*
- BAYARD A., BAYARD R. 1994, *Les maisons paysannes de l'Oise. Les connaître pour bien les restaurer*, Paris, éd. Eyrolles.
- BANKOFF H. A., WINTER F. A. 1979, *A house-burning in Serbia: what do burned remains tell an archaeologist*, JFA, 32, n. 5, pp. 8-14.
- BASSETTI M., DEGASPERI N. 2002, *Lavagnone (BS) - settore B. Osservazioni micromorfologiche su alcuni campioni di concotto*, NAB, 10, pp. 277-283.
- BERTAGNIN M. 1992, *Il pisé e la regola. Manualistica settecentesca per l'architettura in terra*, Roma, Edilstampa.
- BIAŁOWARCZUK M. 2007, *Early Neolithic wall construction techniques in the light of ethnographical observations on the architecture of the modern Syrian village of Qaramel*, Polish Archaeology in the Mediterranean, 19, pp. 586-599.
- BIETTI SESTIERI A.M., DE SANTIS A. 1999, *L'edificio della I età del Ferro di Fidene (Roma): posizione nell'abitato, tecnica costruttiva, funzionalità in base alla distribuzione spaziale dei materiali e degli arredi*, in BRANDT J. R., KARLSSON L. L., a cura di, *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, pp. 211-221.
- BOCCUCCIA P., GABUSI R., GUIDORZI G., MIARI M. 2016, *Ca' Nova (Minerbio. Prov. Di Bologna)*, Notiziario di Presistoria e Protostoria, 3.I, Italia settentrionale e peninsulare, pp. 7-10.
- BOITHIAS J.-L., MONDIN C. 1978, *La maison rurale en Normandie, I - La Haute Normandie, Contribution à un inventaire*, Nonette, éd. CREER.
- BONNAIRE E. 2014, *The use of crop-processing by-products for tempering in earthen construction techniques*, in CHEVALIER A., MARINOVA E., PENA-CHOCARRO L., a cura di, *Plants and People: Choices and Diversity through Time*, Oxbow Books, pp. 282-286.
- BONNAIRE E. 2016, *Les murs ont des glumelles... Etude du dégraissant végétal de la terre à bâtir, indices de techniques et de savoirs-faires*, in NICOLAS T., ISSENMANN R., a cura di, *L'usage de la terre à bâtir en France septentrionale durant la Protohistoire: du petit mobilier à l'architecture*, Actes de la journée d'étude de l'APRAB (1<sup>er</sup> mars 2013), pp. 107-114.
- BOURDIEU P. 1972, *Esquisse d'une théorie de la pratique*, ried. 2000, Paris, Éditions du Seuil.
- BROCHIER J. L. 1994, *Étude de la sédimentation anthropique. La stratégie des ethnofaciès sédimentaires en milieu de constructions en terre*, Bulletin de correspondance hellénique, vol. 118, 2, pp. 619-645.
- BULLOCK P., FEDOROFF N., JONGERIUS A., STOOPS G., TURSINA T., BABEL U. 1985, *Handbook for Soil Thin Section Description*, Waine Research Publications.
- CAMMAS C. 1999, *Dynamique pédosédimentaire urbaine : modes de construction et d'occupation à Lattes au IV<sup>e</sup> s. av. n. è.*, Lattara, 12, pp. 211-227.
- CAMMAS C. 2003, *L'architecture en terre crue à l'âge du fer et à l'époque romaine: apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 33-53.
- CATTANI M. 2009, *Gli scavi nell'abitato di via Ordiera a Solarolo (RA) e il progetto di ricerca sull'età del Bronzo in Romagna*, IpoTesi di Preistoria, vol. 2, n. 1, Atti della giornata di studi "La Romagna nell'età del Bronzo" (Ravenna - Solarolo, 19 settembre 2008), pp. 115-130.
- CATTANI M., NICOLETTI F., TUSA S. 2012, *Resoconto preliminare degli scavi dell'insediamento di Mursia (Pantelleria)*, Atti IIPP XLI, San Cipirello, 16-19 novembre 2006, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, pp. 637-651.
- CATTANI M., DEBANDI F., PEINETTI A. 2015, *Le strutture di combustione ad uso alimentare nell'età del Bronzo. Dal record archeologico all'archeologia sperimentale*, OCNUS. Quaderni della Scuola di specializzazione in archeologia, 23, pp. 9-43.
- CAVULLI F., GHEORGHIU D. 2008, *Looking for a methodology burning wattle and daub housing structures - a preliminary report on an archaeological experiment*, Journal of Experimental Pyrotechnologies, 1, Bucharest, pp. 37-43.
- CHAUSSERIE-LAPRÉE J., NIN N., BOISSINOT P. 1987, *Le village protohistorique du quartier de l'Île à Martigues (B.-du-Rh.). Urbanisme et architecture de la phase primitive (début Vème - début IIème s. av. J.-C.). II - Données nouvelles sur l'urbanisme et l'architecture domestique*, Documents d'Archéologie Méridionale, 10, pp. 31-89.
- CONTIG. 2007, *La mise en valeur du patrimoine en terre crue à travers des actions de l'association à but non lucratif Terrae Onlus, expérience d'une réalité locale*, in GUILLAUD H., DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Les constructions en terre massive. Pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. 2*, Actes de la table ronde de Villefontaine, Isère (28-29 mai 2005), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 265-276.
- COURTY M. A., GOLDBERG P., MACPHAIL R. 1989, *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- CREMASCHI M. 2000, *Manuale di geoarcheologia*, Roma, Laterza.
- CREMASCHI M. 2009, *Struttura e tecniche di costruzione della vasca*, in BERNABÒ BREA M. A., CREMASCHI M., a cura di, *Acqua e civiltà nelle terramare. La vasca votiva di Noceto*, Milano, Skira, pp. 104-111.

- CREMASCHI M., OTTOMANO C. 1996, *Il testimone stratigrafico di Monte Castellaccio. Aspetti micromorfologici per lo studio dei processi di formazione del sito*, in PACCIARELLI M., a cura di, *La Collezione Scarabelli. 2. Preistoria*, Casalecchio di Reno, pp. 31-57.
- CREMASCHI M., OTTOMANO C., TROMBINO L. 2004, *Aspetti micromorfologici e pedologici nei processi di formazione della stratigrafia archeologica*, in BERNABÒ BREA M. A., CREMASCHI M., a cura di, *Il villaggio piccolo della terramara di Santa Rosa di Poviglio (scavi 1987-1992)*, Firenze, Origines, pp. 117-150.
- CROCE E., AMICONE S., CASTELLANO L., VEZZOLI G. 2014, *Analisi di una tecnica edilizia in terra cruda nell'insediamento etrusco-padano del Forcello di Bagnolo San Vito (Mantova)*, NAB, 22, pp. 137-160.
- DEBANDI F. 2015, *La capanna B14 dell'abitato dell'età del Bronzo di Mursia (Pantelleria)*, IpoTesi di Preistoria, 7, pp. 71-136.
- DE CHAZELLES C. A. 1999, *À propos des murs en bauge de Lattes. Problématique des murs en terre massive dans l'Antiquité*, Lattara, 12, pp. 229-254.
- DE CHAZELLES C. A. 2011, *La construction en brique crue moulée dans les pays de la Méditerranée, du Néolithique à l'époque romaine. Réflexions sur la question du moulage de la terre*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., POUSTHOMIS N., a cura di, *Les cultures constructives de la brique crue, Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue 3*, Actes du colloque international de Toulouse (16-17 mai 2008), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 153-164.
- DE CHAZELLES C. A., ROUX J.-C. 1988, *L'emploi des adobes dans l'aménagement de l'habitat, à Lattes, au III<sup>e</sup> s. av. n. è. les sols et les banquettes*, Lattara, 1, pp. 161-174.
- DE CHAZELLES C. A., GUYONNET F. 2007, *La construction en pisé du Languedoc-Roussillon et de la Provence, du Moyen-âge à l'époque moderne (XIII<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> s.)*, in GUILLAUD H., DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Les constructions en terre massive. Pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. 2*, Actes de la table ronde de Villefontaine, Isère (28-29 mai 2005), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 109-139.
- DE CHAZELLES C. A., THERNOT R. 2015, *La construction en terre crue coffrée et damée dans le sud de la France au Moyen Âge. Transfert des techniques ou migration des techniciens?*, in RICHARTÉ C., GAYRAUD R.-P., POISSON J.-M., a cura di, *Héritages arabo-islamiques dans l'Europe méditerranéenne*, Marseille, La Découverte, pp. 253-267.
- DEGASPERI N., FERRARI A., STEFFÉ G. 1998, *L'insediamento neolitico di Lugo di Romagna*, in PESSINA A., MUSCIO G., a cura di, *Settemila anni fa il primo pane*, Udine, Museo Friulano di Storia Naturale, pp. 117-124.
- DUMONT F., RUSSO I. 2009, *Analisi morfotipologica degli intonaci della struttura D*, in TINÉ V., a cura di, *Favella. Un villaggio neolitico nella Sibaritide*. Roma, Istituto Poligrafico, pp. 187-198.
- DUVERNAY T. 2003, *La construction en terre crue: potentiel des restes en position secondaire. Le cas d'un site rural du Bassin parisien*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 55-71.
- FABBRI B., GUARLTIERI S., ROTTOLI M., TASCIA G., VITRI S., VISENTINI P. 2007, *Materiali concotti dell'abitato tardoneolitico di Palù di Livenza (PN)*, in FABBRI B., GUARLTIERI S., RIGONI A. N., a cura di, *Materiali argillosi non vascolari: un'occasione in più per l'archeologia*, Atti della IX Giornata di Archeometria della Ceramica (Pordenone 18-19 aprile 2005), Pordenone, Lithostampa, pp. 69-80.
- FIorentino G., MUNTONI I.M. 2003, *Le capanne di Balsignan: materiali e tecniche costruttive*, in RADINA F., a cura di, *La Preistoria della Puglia. Paesaggi, uomini e tradizioni di 8.000 anni fa*, Bari, Mario Adda editore, pp. 167-175.
- FRIESEM D., KARKANAS P., TSARTSIDOU G., SHAHACK-GROSS R. 2014, *Sedimentary processes involved in mud brick degradation in temperate environments: a micromorphological approach in an ethnoarchaeological context in northern Greece*, JAS, 41, pp. 556-567.
- FRONZA G., ANGELUCCI D. E., CAVULLI F., GIALANELLA S., PEDROTTI A. 2014., *Il concotto del sito neolitico di Lugo di Grezzana (VR), campagne di scavo 1998-2002*, XLVIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, poster.
- GAJ G., GIARETTI M., MAESTRO O., PEINETTI A., VENTURINO GAMBARI M. 2016, *I forni dell'età del Ferro di Montecastello: strutture per il trattamento di prodotti alimentari?*, Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte, 31, pp. 35-53.
- Gambacurta G., Balista C., Bortolami F. et alii, cds, *L'insediamento dell'età del Bronzo medio-recente di Adria (località Amolara), avamposto orientale della polity delle Valli Grandi Veronesi*, Padusa, LI.
- GÉ T., COURTY M.-A., WATTEZ J., MATTHEWS W. 1993, *Sedimentary formation processes of occupation surfaces*, in GOLDBERG P., PETRAGLIA M., NASH D.T., a cura di, *Formation processes in archaeological context*, Monographs in World Archaeology, 17, Madison, Prehistory Press, pp. 149-163.
- GHEsqUÏÈRE E., GIAZZON D., WATTEZ J. 2015, *Construction en terre crue au Néolithique moyen I. Le tertre du monument 29 de Fleury-sur-Orne*, *Archéopages*, 42, avril-juillet 2015, pp. 73-85.
- GOREN Y., GOLDBERG P. 1991, *Petrographic thin-sections and the development of Neolithic plaster production in Northern Israel*, JFA, vol. 18, n.1, pp. 131-138.
- GUTHERZ X., JALLOT L. WATTEZ J., BORGNON C., ROUX J.-C., THOUVENOT Y., ORGEVAL M. 2011, *L'habitat néolithique final de La Capoulière IV (Mauguio, Hérault) : présentation des principaux résultats 2004-2007*, in *Marges, frontières et transgressions : Actualité de la recherche*, Actes des 8<sup>e</sup> Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, (Marseille, 7-8 novembre 2008), Toulouse, Archives d'Ecologie Préhistorique, pp. 413-438.
- HAUPTMANN A., YALCIN Ü. 2001, *Lime plaster, cement and the first puzzolan reaction*, *Paléorient*, 26, n.2, pp. 61-68.

- HOLLOWAY R., LUKESH S. 2001, *Ustica II. Excavations of 1994 and 1999*, Providence, Center for Old World Archaeology and Art.
- HOUBEN H., GUILLAUD H. 2006, *Traité de construction en terre*, Marseille, Éditions Parenthèses.
- JALLOT L. 2003, *Exemples de constructions architectures en terre crue dans les habitats du Néolithique méridional*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 169-183.
- KARKANAS P. 2007, *Identification of lime plaster in prehistory using petrographic methods: A review and reconsideration of the data on the basis of experimental and case studies*, *Geoarchaeology*, 22, pp. 775-796.
- KARKANAS P., STRATOULI G. 2008, *Neolithic Lime Plastered Floors in Drakaina Cave, Kephallonia Island, Western Greece: Evidence of the Significance of the Site*, *The Annual of the British School at Athens*, 103, pp. 27-41.
- KLEIN A. 2003, *La construction en terre crue par couches continues, en Midi-Pyrénées. XVI<sup>e</sup>- XX<sup>e</sup> siècles. Contribution à l'identification des techniques*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 417-438.
- KLEIN A. 2007, *La construction en pisé procédant par banchées appareillées en Midi-Pyrénées. Fin XVIII<sup>e</sup> - début XX<sup>e</sup> s. Contribution à la reconnaissance des différentes techniques*, in GUILLAUD H., DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Les constructions en terre massive. Pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. 2*, Actes de la table ronde de Villefontaine, Isère (28-29 mai 2005), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 157-179.
- LABILLE M. 2008, *Potential de l'étude des vestiges de construction en terre crue. Mise en place d'un protocole d'étude pour le torchis à partir de la série issue du site néolithique de La Fare (Forcalquier – Alpes de Haute Provence)*, tesi di laurea magistrale, Université de Bourgogne, relatore O. Lemerrier.
- LABILLE M., GILABERT C., ONFRAY M. 2014, *Approches méthodologiques des architectures néolithiques en torchis: de la fouille à l'analyse de l'espace construit, regards croisés entre France septentrionale et méridionale*, in SÉNÉPART I. BILLARD C., BOSTYN F., PRAUD I., THIRAULT E., a cura di, *Méthodologie des recherches sur le Préhistoire récente en France ; nouveaux acquis, nouveaux outils (1987-2012)*, Colloque RMPR-INTERNEO (Marseille, 23-25 mai 2012), pp. 305-316.
- LAHURE F. 1989, *Fascicule technique sur la mise en œuvre du torchis: À l'usage des professionnels*, Notre-Dame-de-Bliquetuit, Parc naturel régional de Brotonne.
- LAPORTE L., BIZIEN-JAGLIN C., WATTEZ J., GUYODO J.-N., BARREAU J.-B.; BERNARD Y., Aoustin D., GUITTON V., HAMON G., JALLOT L., LUCQUIN A., MARCH R., MARCOUX N., MENS E., SOLER L., WERTHE E. 2015, *Another brick in the wall: fifth millennium BC earthen-walled architecture on the Channel shores*, *Antiquity*, vol. 89, n. 346, pp. 800-817.
- LAVIANO R., MUNTONI I. M., RADINA F. 1999, *Materie prime e tecnologia degli intonaci nel Neolitico Antico: la capanna 1 di Balsignano (Modugno – Bari)*, in D'AMICO C., TAMPELLINI C., a cura di, *5a Giornata Le Scienze della Terra e l'Archeometria*, Bologna, Pàtron Editore, pp. 129-136.
- LEROI-GOURHAN A. 1973, *Milieu et technique*, Paris, éditions Albin Michel.
- LEVI S. T. 2010, *Dal coccio al vasaio. Manifattura, tecnologia e classificazione della ceramica*, Bologna, Zanichelli.
- LOVE S. 2013, *The Performance of Building and Technological Choice Made Visible in Mudbrick Architecture*, *Cambridge Archaeological Journal*, vol. 23, n.2, pp. 263-282.
- MAGRÌ A. 2015, *La fase tarda dell'abitato di Mursia nell'area nord-ovest del settore B*, IpoTesi di Preistoria, 7, pp. 137-264.
- MAGUER P. 2016, *Le bâtiment E1 de Saint-Georges-lès-Baillargeaux : un exemple typique d'architecture domestique laténienne en terre et bois de La Tène D1b/D2a*, in NICOLAS T., ISSENMANN R., a cura di, *L'usage de la terre à bâtir en France septentrionale durant la Protohistoire: du petit mobilier à l'architecture*, Actes de la journée d'étude de l'APRAB (1<sup>er</sup> mars 2013), pp. 41-52.
- MASTRANTUONO C. 2009, *Struttura F e altri elementi funzionali a processi di combustione*, in TINÉ V., a cura di, *Favella. Un villaggio neolitico nella Sibaritide*. Roma, Istituto Poligrafico, pp. 173-185.
- MATTHEWS W. 2005, *Micromorphological and microstratigraphic traces of uses and concepts of space*, in HODDER I., a cura di, *Inhabiting Çatalhöyük: reports from the 1995-99 seasons*, McDonald Institute for Archaeological Research / British Institute of Archaeology at Ankara, monografia n. 38, Cambridge, pp. 355-398.
- MAUSS M. 1935, *Les techniques du corps*, *Journal de psychologie normale et pathologique*, 32, pp. 271-293, ried. in SCHLANGER N., a cura di, *Mauss. Techniques, technologie et civilisation*, Paris, PUF.
- MILCENT D. 2007, *L'architecture en bauge dans le Nord-Ouest de la Vendée: les bourrines du Marais Breton*, in GUILLAUD H., DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Les constructions en terre massive. Pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. 2*, Actes de la table ronde de Villefontaine, Isère (28-29 mai 2005), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 181-198.
- MOFFA C. 2002, *L'organizzazione dello spazio sull'Acropoli di Broglio di Trebisacce*, coll. Grandi contesti e problemi della Protostoria Italiana, 6, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- MOFFA C. 2007, *Materie prime, tecnologia e impiego degli impasti di fango in contesti pre-protostorici della penisola italiana. Esempi archeologici, confronti etnografici, analisi archeometriche*, in FABBRI B., GUARLTIERI S., RIGONI A. N., a cura di, *Materiali argillosi non vascolari: un'occasione in più per l'archeologia*, Atti della IX Giornata di Archeometria della Ceramica (Pordenone 18-19 aprile 2005), Pordenone, Lithostampa, pp. 19-26.

- MOFFA C. 2008, *Elementi per l'interpretazione funzionale dei resti di strutture domestiche protostoriche in legno e terra cruda da una ricerca etnoarcheologica sull'architettura domestica di gruppi Peul del Senegal sud-orientale*, in Lugli F., Stoppiello A. A., a cura di, *Atti del 3° Convegno Nazionale di Etnoarcheologia*, Mondaino (17-19 marzo 2004), Oxford, BAR, pp. 147-160.
- MUNTONI I. 2007, *Intonaci di capanna e piastre da cottura: stato delle ricerche e prospettive dell'analisi archeometrica*, in FABBRI B., GUARLTIERI S., RIGONI A. N., a cura di, *Materiali argillosi non vascolari: un'occasione in più per l'archeologia*, Atti della IX Giornata di Archeometria della Ceramica (Pordenone 18-19 aprile 2005), Pordenone, Lithostampa, pp. 27-34.
- MUNTONI I. M., TROJSI G., TINÉ V. 2009, *Analisi archeometriche sulle strutture A, D, E, F, G*, in TINÉ V., a cura di, *Favella. Un villaggio neolitico nella Sibaritide*. Roma, Istituto Poligrafico, pp. 199-213.
- NICOLETTI F., TROJSI G., TUSA S. 2012, *Analisi tipologiche e mineralogico-petrografiche sui conglomerati architettonici delle capanne dell'età del Bronzo di Mursia (Pantelleria)*, in *Dai Cicli agli Ecisti, Società e territorio nella Sicilia preistorica e protostorica*, Atti IIPP XLI, San Cipirello, 16-19 novembre 2006, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, pp. 817-826.
- NICOSIA C., TROMBINO L., STOOBS G. 2010, *Traduzione italiana della terminologia presente in "Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections"*, Il Quaternario. Italian Journal of Quaternary Sciences, 23, pp. 15-20.
- NIN N. 2003, *Vases et objets en terre crue dans le Midi durant l'âge du Fer*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 95-146.
- ONFRAY M. 2012, *Études de vestiges de terre crue brûlée de Champ-Durand (Vendée)*, in JOUSSAUME R., a cura di, *L'enceinte néolithique de Champ-Durand, à Nieul-sur-l'Autise (Vendée)*, XLIV, Chauvigny, Association des publications chauvinoises, pp. 599-619.
- ONFRAY M. 2014, *La question de l'utilisation du torchis dans l'aménagement des enceintes néolithiques du Centre-Ouest de la France: exemples comparés des enceintes de Champ-Durand à Nieul-sur-l'Autise (Vendée) et de Bellevue à Chenommet (Charente)*, in *Enceintes néolithiques de l'Ouest de la France de la Seine à la Gironde*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises, pp. 321-334.
- PEINETTI A. 2014, *Terra cruda e terra cotta: architettura domestica e attività artigianali*, in VENTURINO GAMBARI M., a cura di, *La memoria del passato. Castello di Annone tra archeologia e storia*, Alessandria, Line.lab ed., pp. 275-320.
- PEINETTI A. 2016, *The torchis of northern France: ethnoarchaeological research on the technological variability and decay processes of wattle and daub dwellings*, in BIAGETTI S., LUGLI F., a cura di, *The Intangible Elements of Culture in the Ethnoarchaeological Research*, Springer, pp. 275-282.
- PEINETTI A., VENTURINO GAMBARI M. cds, *Les habitations du Piémont méridional (Italie) au Ve millénaire*, in *Habitat et habitations au Néolithique et à l'âge du Bronze en France et ses marges*, Rencontres Nord-Sud de Préhistoire Récente (Dijon, 19-21 novembre 2015).
- PEINETTI A., APRILE G., CARUSO K., SPECIALE C. cds a, *Looking for a Scientific Protocol in Prehistoric Daub Experimental Project*, in ALONSO R., CANALES D., BAENA J., a cura di, *Playing with the time. Experimental archeology and the study of the past*, Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- PEINETTI A., RICCARDI M. P., WATTEZ J., CATTANI M. cds b, *Existe-t-il un « proto-ciment » au cours de la Préhistoire récente en Europe occidentale? L'exemple du site de l'âge du Bronze moyen de Solarolo-via Ordiera (Italie)*, in *Habitat et habitations au Néolithique et à l'âge du Bronze en France et ses marges*, Rencontres Nord-Sud de Préhistoire Récente (Dijon, 19-21 novembre 2015).
- PERINI R. 1984, *Scavi archeologici nella zona palafitticola di Fiavé-Carera, Parte I, Campagne 1969-1976, Situazione dei depositi e dei resti strutturali*, PSAT, 8, Trento.
- PERONI R. 1994, *Introduzione alla protostoria italiana*, Bari, Laterza.
- PIGORINI L. 1882-1883, *Terramara dell'età del Bronzo situata in Castione dei Marchesi (territorio parmigiano)*, Atti Reale Accademia dei Lincei, serie III, IV, estratto.
- ROUX J.-C., CAMMAS C. 2007, *La bauge coffrée : appréhension d'un mode de construction inédit dans la ville protohistorique de Lattes, Hérault (deuxième quart du IVe s. av. n. è.)*, in GUILLAUD H., DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Les constructions en terre massive. Pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. 2*, Actes de la table ronde de Villefontaine, Isère (28-29 mai 2005), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 87-98.
- ROUX J.-C., CAMMAS C. 2010, *Les techniques constructives en bauge dans l'architecture protohistorique de Lattara (milieu V<sup>e</sup>-milieu IV<sup>e</sup> s. av. n. è.)*, Lattara, 21, pp. 219-288.
- SAUVAGE M. 2011, *L'architecture de brique crue en Mésopotamie*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., POUSTHOMIS N., a cura di, *Les cultures constructives de la brique crue*, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue 3*, Actes du colloque international de Toulouse (16-17 mai 2008), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 89-100.
- SCHLICHTERLE 1997, *Pfahlbauten rund um die Alpen*, Stuttgart, Konrad Theiss Verlag.
- SÉNÉPART I. 2009, *L'habitat néolithique ancien cardial du Baratin à Courthézon (Vaucluse)*, in BEECHING A., SÉNÉPART I., a cura di, *De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Actes de la table ronde (23 et 24 mai 2003), Marseille, Société Préhistorique Française, pp. 61-72.

- SÉNÉPART I., WATTEZ J., JALLOT L., HAMON T., ONFRAY M. 2015, *La construction en terre crue au Néolithique. Un état de la question en France*, Archéopages, 42, avril-juillet, pp. 7-19.
- SHAFFER G. D. 1993, *An Archaeomagnetic Study of a Wattle and Daub Building Collapse*, in JFA, vol. 20, n.1, pp. 59-75.
- SPECIALE C. 2015, *La capanna 1 nell'area Beta di Case Bastione (Villarosa, Enna): prime osservazioni sulle tecniche costruttive dell'età del Bronzo in Sicilia attraverso lo studio degli intonaci*, V Convegno dei Giovani Archeologi (Catania, 23-26 maggio 2013), pp. 163-171.
- STAEVES I. 2016, *An Energy Saving House from 3400 Years Ago*, EXARC Journal, 2016/3.
- STOOPS G. 2003, *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*, Madison, Soil Science Society of America.
- STOOPS G., MARCELINO V., MEES F. 2010, *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, Elsevier.
- STORDEUR, WATTEZ 1998, *À la recherche de nouvelles clés: étude géoarchéologique à Qdeir I, PPNB final, désert syrien*, Cahiers de l'Euphrate, 8, pp. 115-138.
- STREIFF F., LAHURE F. 2003, *Le patrimoine en bauge de Haute et de basse Normandie. Caractéristiques et développement actuel des savoir-faire de la filière bauge en Normandie*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 315-330.
- TASCA G. 1998, *Intonaci e concotti nella Preistoria: tecniche di rilevamento e problemi interpretativi*, in CASTELLETTI L., PESSINA A., a cura di, *Introduzione all'archeologia degli spazi domestici*, Atti del Seminario (Como, 4-5 novembre 1995), Como, New Press, pp. 77-87.
- TEGEL W., ELBURG R., HAKELBERG D., STAÛBLE H., BÜNTGEN U. 2012, *Early Neolithic Water Wells Reveal the World's Oldest Wood Architecture*, Plos One, vol. 7, n. 12.
- TOZZI C., TASCA G. 1989, *Il villaggio neolitico di Ripa Tetta. I risultati delle ricerche 1988*, in AttiDaunia, X, San Severo, pp. 39-54.
- VENTURINO GAMBARI M. 2014, a cura di, *La memoria del passato. Castello di Annone tra archeologia e storia*, Alessandria, Line.lab edizioni.
- WATTEZ J. 2003, *Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre crue dans les habitats néolithiques du sud de la France: l'exemple des sites de Jacques Cœur (Montpellier, Hérault), du Jas del Biau (Millau, Aveyron) et de La Capoulière (Mauguio, Hérault)*, in DE CHAZELLES C. A., KLEIN A., a cura di, *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Ed. de l'Espérou, pp. 21-31.
- WATTEZ J. 2009, *Enregistrement sédimentaire de l'usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du sud de la France: le cas des sites du Néolithique Final de La Capoulière 2 et du Mas de Vignoles IV*, in BEECHING A., SÉNÉPART I., a cura di, *De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Actes de la table ronde (23 et 24 maggio 2003), Marseille, Société Préhistorique Française, pp. 199-218.