BEDRIACENSIA

Scoperte archeologiche e ricerche multidisciplinari a Calvatone e nel Cremonese

A cura di Lorenzo Zamboni



CVS
Cisalpine Studies

Milano University Press

Bedriacensia

Scoperte archeologiche e ricerche multidisciplinari a Calvatone e nel Cremonese

A cura di Lorenzo Zamboni

Milano University Press

Bedriacensia: scoperte archeologiche e ricerche multidisciplinari a Calvatone e nel Cremonese / Lorenzo Zamboni. Milano: Milano University Press, 2026. (Cisalpine studies; 5)

ISBN 979-12-5510-481-0 (print)
ISBN 979-12-5510-484-1 (PDF)
ISBN 979-12-5510-486-5 (EPUB)
DOI 10.54103/cisalpinestudies.403

Le pubblicazioni della collana Cisalpine Studies vengono valutate e approvate dal Comitato editoriale e devono essere conformi alla politica di revisione tra pari, al codice etico e alle misure antiplagio.

Le edizioni digitali dell'opera sono rilasciate con licenza Creative Commons Attribution 4.0 – CC-BY-SA, il cui testo integrale è disponibile all'URL: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.it



Le edizioni digitali online sono pubblicate in Open Access su: https://libri.unimi.it/index.php/milanoup

The Author(s), 2026
Milano University Press, per la presente edizione

Pubblicato da:
Milano University Press
Via Festa del Perdono 7 – 20122 Milano
Sito web: https://milanoup.unimi.it
e-mail: redazione.milanoup@unimi.it

L'edizione cartacea del volume può essere ordinata in tutte le librerie fisiche e online ed è distribuita da Ledizioni (www.ledizioni.it)

Immagine di copertina @Michelangelo Pivetta e Industria 38

Indice

Introduzione 7
Lorenzo Zamboni

Gemma Sena Chiesa e l'archeologia del territorio cremonese. Un ricordo 13
Marina Volonté

1. Indagini territoriali e multidisciplinari

Dal cielo e dalla terra: riflessioni sulla campagna antica tra Cremonese e Mantovano 19
Nicoletta Cecchini, Riccardo Mantoan, Guglielmo Strapazzon, Alex Verdi

Indagini micromorfologiche su campioni raccolti nelle campagne di scavo 1995 e 1996 a Costa Sant'Andrea – *Bedriacum* (Calvatone, CR) 41
Diego E. Angelucci, Erica Patauner

L'economia animale a *Bedriacum* tra periodo romano e tardoantico. I dati dallo scavo 2022 65
Chiara Bodini, Umberto Tecchiati

L'economia circolare in un *vicus* padano**.** Considerazioni preliminari sul caso di Calvatone alla luce dei dati del Progetto CIRCE 83
Anna Riccato

2. Ricerche archivistiche e storia degli studi

La Società Anonima per le escavazioni archeologiche in Calvatone (1864-1866): progetto, organizzazione e dissoluzione 97
Marco Emilio Erba

Notizie preliminari dagli archivi su monete e ritrovamenti in area cremonese 107
Antonino Crisà

Bedriacum a Como. Materiali da Calvatone nella collezione Garovaglio 113
Elisa Gatti

Signaculum per collirio da Calvatone-*Bedriacum* 131
Daniela Benedetti

3. Urbanistica, contesti e cultura materiale. Gli scavi dell'Università degli Studi di Milano

Unire i punti. L'apporto dei risultati degli scavi 2014-2018 e 2021 all'urbanistica residenziale di *Bedriacum* 139
Stefano Nava

Costruire il suolo a *Bedriacum*: strade, superfici e spazi aperti nel *vicus* romano di Calvatone 155
Daniele Bursich

Ai margini dell'area residenziale. Lo scavo del 2016 167
Alessandro Froio

Tra le *domus* e il Quartiere degli Artigiani: riflessioni sulle indagini 2017-2018 187
Benedetta Di Presa, Camilla Piacentino

Intonaci romani a *Bedriacum*. Analisi dei rivestimenti parietali dallo scavo 2018 199
Giovanna Schioppa

Storia di un cortile. La campagna di scavo del 2021 a *Bedriacum* 215
Guido Bonetti

I pesi da telaio da *Bedriacum* come indicatori della produzione tessile 227
Valentina Pozzi

Bedriacum tardoantica. Materiali e contesti per una rilettura delle fasi tra IV e VI secolo d.C. 237
Gloria Bolzoni, Yuri Godino

Bedriacum 2022-2025. Primo bilancio sul progetto e sulle ricerche sul campo 253
Lorenzo Zamboni

4. Progetti di valorizzazione

Tre pietre fanno un muro. Archeologia e architettura – immagini riflesse a *Bedriacum* 275
Michelangelo Pivetta

Indagini micromorfologiche su campioni raccolti nelle campagne di scavo 1995 e 1996 a Costa Sant'Andrea – *Bedriacum* (Calvatone, CR)

Diego E. Angelucci, Erica Patauner

Abstract

This paper presents the results of micromorphological analyses conducted on a series of soil, sediment and archaeological samples collected during the 1995 and 1996 excavation campaigns at Costa Sant'Andrea (Calvatone, Cremona), within the Roman vicus of Bedriacum. The study forms part of a broader geoarchaeological investigation aimed at reconstructing both the environmental setting of the site and the technological practices associated with the construction and maintenance of its built environment. Seven thin sections were examined using archaeological micromorphology in order to characterise the Late Pleistocene sandy deposits underlying the settlement, the Holocene palaeosol developed on them, and a range of archaeological features and artefacts, including earthen floors, mud bricks, daub from wattle-and-daub structures, wall plasters and construction deposits. The analyses provide detailed information on raw material procurement, manufacturing techniques and post-depositional processes. The micromorphological study confirms the polygenic nature of the Pleistocene sandy substrate, composed of sediments of Alpine and Pre-Alpine provenance, and documents the development of a decalcified and brunified Holocene soil subsequently modified by both natural processes and human activities. Comparison between geological and archaeological samples demonstrates that local soils and sediments constituted the primary raw materials employed in Roman construction practices at *Bedriacum*.

The analysed earthen building materials reveal varying degrees of technological investment. Mud bricks and daub were produced from poorly sorted local sediments, often incorporating vegetal temper, shell fragments and ceramic inclusions, and display limited evidence of intensive mixing or preparation. In contrast, wall plasters exhibit a carefully organised multilayer structure, with distinct preparation, levelling and finishing layers that indicate specialised craftsmanship. Similarly, the analysed constructed floor shows a sophisticated manufacturing sequence involving deliberate selection of sediments, addition of non-local carbonate materials, compaction and controlled low-temperature firing to enhance durability and load-bearing capacity.

Beyond the technological reconstruction of individual structures, the results contribute to a broader understanding of how local communities exploited available geological resources and adapted construction techniques to different functional requirements. The study highlights the value of archaeological micromorphology for investigating both the environmental context and the material culture of Roman rural settlements in the Po Valley.

Keywords

Archaeological micromorphology; Geoarchaeology; Earthen architecture; Roman construction techniques; *Bedriacum*.

DIEGO E. ANGELUCCI, ERICA PATAUNER, *Indagini micromorfologiche su campioni raccolti nelle campagne di scavo 1995 e 1996 a Costa Sant'Andrea* – Bedriacum *(Calvatone, CR)*, in LORENZO ZAMBONI (a cura di), *Bedriacensia: scoperte archeologiche e ricerche multidisciplinari a Calvatone e nel Cremonese*, Milano, Milano University Press 2026, pp. 41-64.

Dipartimento di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Trento, via T. Gar 14, 38122 Trento; diego.angelucci@unitn.it

1. Premessa

Questo contributo riassume i risultati dell'analisi di alcune sezioni sottili ottenute da campioni raccolti dagli scavi di Costa di Sant'Andrea – *Bedriacum* nelle campagne 1995 e 1996. Lo studio, effettuato impiegando la tecnica nota come micromorfologia archeologica (Nicosia, Stoops 2017), si inserisce nell'ambito dell'analisi geoarcheologica del sito e del suo intorno, in corso da vari anni (cfr. Angelucci 1996, 1997; per approfondimenti sulla geoarcheologia si rimanda ad Angelucci 2022, 2025). Dopo aver indagato il contesto geologico e geomorfologico di *Bedriacum* con ricostruzione dell'assetto territoriale e delle interazioni tra intervento antropico e processi naturali in un'ottica diacronica, si era posta l'esigenza di approfondire alcune tematiche relative al *vicus* in sé, riguardanti in particolare la natura dei depositi e di alcune strutture archeologiche messe in luce durante gli scavi. Per questo motivo era stata effettuata una campionatura di unità del substrato, di strutture antropiche e di reperti archeologici; dai campioni si erano ottenute otto sezioni sottili, che sono l'oggetto principale di questo saggio, che ha avuto una gestazione travagliata: originariamente redatto negli anni '90, era stato in parte ripreso nel 2016 e solo oggi vede la luce, mantenendo essenzialmente la struttura del manoscritto originale[1].

2. Breve inquadramento geoarcheologico di *Bedriacum*

La situazione geografica, geologica e geomorfologica di *Bedriacum*, di cui si riassumono qui i tratti salienti, è già stata discussa in altri contributi (Angelucci 1996, 1997).

Il *vicus* si ubica su un dosso sabbioso, leggermente rilevato, del cd. "livello fondamentale della pianura"[2], a cavallo della scarpata che delimita la valle alluvionale attuale dell'Oglio. Questa collocazione è comune a più centri abitati della pianura padana centrale a nord del Po[3]; nel caso di *Bedriacum*, essa deriva da una scelta motivata sia dalle caratteristiche intrinseche del luogo sia dalla possibilità di ottimizzare le modalità di fruizione del territorio circostante. Costa S. Andrea si trova infatti in una posizione poco vulnerabile geomorfologicamente, con limitati problemi di ristagno idrico e con suoli di discreta qualità. Questa posizione beneficiava anche della vicinanza del corso del fiume Oglio, che in epoca romana scorreva al margine della scarpata di Costa S. Andrea, facendo sì che *Bedriacum* si venisse a trovare al punto di contatto tra vie stradali e fluviali. Gli studi citati evidenziano inoltre come l'organizzazione del territorio circostante il sito in epoca romana, di cui la centuriazione rappresenta la traccia più evidente (cfr. Cecchini *et al.*, in questo volume), fosse il risultato di una politica di gestione fondata sulla conoscenza sperimentale delle dinamiche superficiali, mirata allo sfruttamento ottimale delle risorse ambientali.

Per quanto noto dai dati di terreno, il dosso di Costa S. Andrea risulta composto da depositi prevalentemente sabbiosi di origine fluvioglaciale e di età tardo pleistocenica; al tetto di essi si è sviluppato, durante l'Olocene, un profilo di suolo bruno. Questi depositi formano un corpo sedimentario stratificato, con alternanza tra sabbie fini e grossolane, poligeniche, bruno-grigiastre, sciolte, carbonatiche, con occasionali livelli di granulometria ghiaiosa. Sul terreno, la successione del substrato mostra i caratteri tipici dei sedimenti d'origine fluviale, quali l'organizzazione della sequenza in un ciclo positivo e la presenza di strutture sedimentarie, in particolare laminazioni parallele e incrociate. Le sabbie fanno parte dell'unità già indicata in letteratura come "Fluvioglaciale e Fluviale Würm" (Montrasio 1990), correlata alla menzionata unità fisiografica del "livello fondamentale della pianura".

1 Per la cronistoria di questo contributo si rimanda alla nota a fondo testo.

2 Termine ormai desueto, che viene mantenuto qui per consuetudine. Il dibattito sullo status, la genesi, l'età e il significato delle unità morfologiche e sedimentarie di età quaternaria della pianura padana è in corso da più anni, di pari passo con il rilievo e la pubblicazione delle carte geologiche dell'area. Nelle nuove carte della serie CARG le unità superficiali quaternarie sono categorizzate mediante unità allostratigrafiche e UBSU (*Unconformity-Bounded Stratigraphic Units*), con conseguente ridefinizione delle stesse. Per osservazioni su questi temi si rimanda alle Note Illustrative della CARG, in particolare ai Fogli 98 (Bergamo) e 121 (Brescia) – rispettivamente Bersezio *et al.* 2012 e Norini *et al.* 2025. Alla data di redazione di questo contributo, i fogli relativi al settore bedriacense della pianura padana non sono ancora stati pubblicati.

3 Anche l'abitato di Calvatone, ad esempio, si colloca in una posizione analoga dal punto di vista geomorfologico.

Il suolo sviluppato a partire da questi depositi pleistocenici è conservato solo parzialmente sul dosso e si presenta di norma troncato, privo dell'orizzonte A e sepolto da colluvi o da depositi archeologici di età romana, che poggiano direttamente sull'orizzonte B del suolo. Il profilo pedogenetico rilevato in alcuni punti del dosso al di sotto della stratificazione archeologica e al tetto delle sabbie di substrato risulta articolato negli orizzonti B(t), BC, C.
L'orizzonte B possiede colore marrone, è privo di carbonati, localmente arricchito di argilla illuviale e spesso bioturbato. Il sottostante orizzonte C è talora interessato da un arricchimento pedogenetico di carbonati secondari. Le caratteristiche osservate sul terreno indicano che l'evoluzione di questo suolo nel corso del tempo ha subìto interruzioni e modificazioni per effetto dell'intervento antropico già prima dell'occupazione romana.
Nel complesso l'assetto generale del dosso di Costa S. Andrea risente massicciamente dell'intervento antropico, diretto e indiretto, attuatosi già in fasi preistoriche e acceleratosi in età romana e post-romana, risultante nella modificazione della morfologia del dosso, nella trasformazione dei caratteri pedogenetici del suolo e nella formazione di depositi di riporto e di colluvi localizzati in diverse posizioni dello stesso dosso.
Gli scavi delle campagne 1995 e 1996 si collocavano nella parte sommitale del dosso di Costa S. Andrea (Fig. 1). Da un punto di vista stratigrafico, pedogenetico e sedimentario la situazione rilevata in questi saggi è del tutto simile a quanto descritto sopra: i depositi archeologici romani poggiano sul suolo bruno, troncato e variamente modificato dall'impatto antropico, mentre nei sondaggi più profondi è stata rilevata la successione delle sabbie di substrato. Lo studio geoarcheologico si è indirizzato al rilevamento della successione pedosedimentaria che rappresenta il substrato del deposito archeologico e all'analisi di alcuni materiali provenienti dai saggi *alfa* 95 e dal cd. saggio Mirabella ("scavo 7" del 1957, sullo scavo Sena Chiesa *et al.* 1997).



Figura 1. Posizione dei sondaggi di provenienza dei campioni analizzati in questo contributo. Il saggio *alfa* 95 si colloca nel settore "Unimi 1995". Legenda: Excavated feature – strutture scavate; Geophysical signal – evidenze da prospezione geofisica; Ancient Oglio riverbed – paleoalveo dell'Oglio; Excavated area – settori scavati (elaborazione E. Croce).

3. Metodologia

Questo contributo si avvale dell'utilizzo di una tecnica, la micromorfologia archeologica, divenuta quasi routinaria nella ricerca archeologica attuale, uno strumento di grande potenzialità per la ricostruzione dei processi e dell'ambiente di formazione del deposito archeologico (cfr. Angelucci 2022, pp. 171-173). La tecnica, derivata essenzialmente dalla micromorfologia del suolo, consiste nell'osservazione e nello studio di sedimenti e suoli archeologici al microscopio ottico a luce polarizzata (altrimenti detto microscopio petrografico) o mediante altre tecniche di microscopia. L'osservazione avviene su sezioni sottili di grande formato ottenute da campioni indisturbati, opportunamente preparate in laboratorio, impiegando luce piana polarizzata (PPL, ovverosia *Plane Polarized Light*) o nicol incrociati (XPL, *Cross Polarized Light*), con eventuali osservazioni aggiuntive utilizzando luce obliqua riflessa (OIL, *Oblique Incident Light*) o in autofluorescenza. Le norme di descrizione micromorfologica sono codificate internazionalmente; per quanto concerne la micromorfologia del suolo, la prima norma risale agli anni Ottanta (Bullock *et al.* 1985), mentre l'attuale sistema si rifà alle linee guida di Georges Stoops (2003; 2021). In archeologia, il testo di riferimento per la descrizione e l'interpretazione delle caratteristiche micromorfologiche è il volume *Archaeological soil and sediment micromorphology* (Nicosia, Stoops 2017). Per lo studio micromorfologico dei depositi di Calvatone Costa S. Andrea sono stati raccolti due gruppi di campioni, da cui sono state ottenute otto sezioni sottili, ciascuna delle quali identificata da un numero d'ordine preceduto dalla sigla CLV. Il primo gruppo proviene dal saggio *alfa* 95 (campagna di scavo 1995) e comprende i campioni da CLV-1 a CLV-4, derivanti da sedimenti archeologici e da manufatti; il secondo gruppo è stato raccolto nel giugno 1996 e include le sezioni sottili da CLV-5 a CLV-8 (Tab. 1). In questa pubblicazione vengono presentati i dati di sette sezioni sottili in quanto è stato escluso il campione CLV-7.
Considerata la buona coesione dei sedimenti campionati non è stato necessario, al momento del prelievo, applicare alcuna procedura particolare; i campioni prescelti sono stati isolati ed estratti dal sedimento circostante, parzialmente seccati all'aria e opportunamente imballati e siglati. Successivamente sono stati inoltrati al laboratorio di taglio, dove hanno subito il normale trattamento per la preparazione di sezioni sottili di grande formato da terreni sciolti: essiccazione fino alla completa eliminazione dell'umidità naturale del terreno, impregnazione con resine specifiche, taglio, montaggio su vetrino, affinatura fino al raggiungimento dello spessore standard di 25 µm e copertura con vetrino copriogetti. A seconda delle questioni specifiche sono state prodotte sezioni sottili di formato piccolo (4 × 5 cm²) o medio (8 × 5 cm²). L'osservazione delle sezioni sottili è stata effettuata al microscopio petrografico con ingrandimenti compresi tra 20× e 1000×. Per la visione a piccola scala si è reso utile un microscopio stereoscopico

	Campione		**Provenienza**			**Descrizione breve**
sigla	*dimens. (in cm)*	*anno di raccolta*	*saggio di scavo*	*unità di scavo*	*quadrato*	
CLV-1	8 × 5	1995	alfa 95	US 810	57-I	battuto su or. B del suolo bruno
CLV-2	8 × 5			ES 284		rivestimento su incannucciato
CLV-3	8 × 5			ES 284		incannucciato
CLV-4	8 × 5			US 805		mattone crudo (# CRCAL950383)
CLV-5	4 × 5	1996	'saggio Mirabella'		57-Q, 58-Q	or. C del suolo bruno
CLV-6	4 × 5				57-Q, 58-Q	or. BC del suolo bruno
CLV-8	8 × 5			US 813	58-D	(vedi testo)

Tabella 1. Costa Sant'Andrea, Calvatone (CR). Elenco delle sezioni sottili, campionature 1995 e 1996. Legenda: or. – orizzonte.

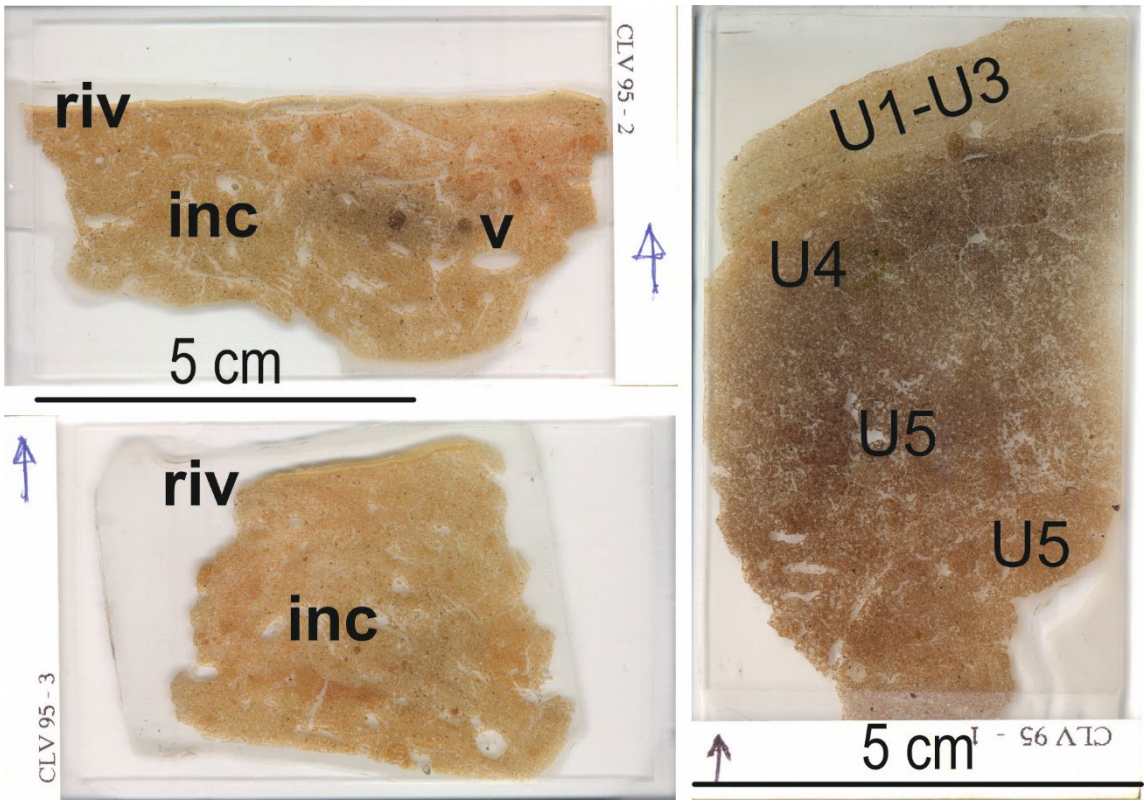


Figura 2. Scansione delle sezioni sottili CLV-2 (in alto a sinistra), CLV-3 (in basso a sinistra) e CLV-1 (a destra). Legenda: riv – rivestimento; inc – incannucciato; v – vuoto pseudomorfo; U1, U2 etc. – unità micromorfologiche riconosciute nella sezione sottile CLV-1 (vedi testo). La scala delle scansioni a sinistra è diversa da quella a destra.

binoculare a luce riflessa e trasmessa a bassi ingrandimenti (tra 7× e 60×), mentre per alcuni materiali opachi si è fatto ricorso ad un microscopio binoculare a luce incidente obliqua, con ingrandimenti da 10× a 120×[4].

L'approccio utilizzato per l'analisi delle sezioni sottili di *Bedriacum* è di tipo descrittivo e qualitativo; si basa sull'identificazione e sulla descrizione degli elementi e delle caratteristiche riconoscibili secondo codici normalizzati. In questa sede si è applicata la norma descrittiva già indicata precedentemente (Stoops 2003, 2021; Nicosia, Stoops 2017). Alcune delle sezioni sottili analizzate sono raffigurate in Fig. 2.

4. Risultati delle osservazioni micromorfologiche

4.1. Il substrato preromano del dosso di Costa S. Andrea

Il substrato preromano di *Bedriacum* è formato da un suolo bruno, a luoghi già parzialmente interessato da fenomeni erosivi in epoca preromana. Questo profilo di suolo si è evoluto al tetto della spessa sequenza a granulometria prevalentemente sabbiosa che costituisce l'ossatura del dosso di Costa S. Andrea. Dato che il suolo e le sottostanti sabbie rappresentano il materiale geologico più facilmente disponibile in zona, è parso opportuno campionare e descrivere queste unità al fine di valutarne le caratteristiche e di fornire un riferimento per il confronto con i campioni di materiali archeologici, oltre che come verifica dei dati raccolti sul terreno

4 Le sezioni sottili sono state preparate dal laboratorio "Servizi per la Geologia" dei dottori Massimo Sbrana e Annalisa Galeotti. Per l'osservazione al microscopio sono state effettuate più sessioni di lavoro. Dopo una prima visione orientativa nel 1997, è stata eseguita una descrizione dettagliata nel luglio-agosto 1998 presso l'ex Centro di Studio "Geodinamica Alpina e Quaternaria" del CNR di Bergamo, grazie alla disponibilità del dott. Sergio Chiesa, con successiva verifica nell'ottobre 1998 presso la *Universitat Rovira i Virgili* di Tarragona sul microscopio Olympus BH2 dell'allora *Àrea de Prehistòria*. L'osservazione dei campioni è ripresa, in tempi più recenti, utilizzando il microscopio Olympus BX51 del Dipartimento di Lettere e Filosofia dell'Università di Trento, dal quale sono state scaricate le microfotografie digitali che corredano il contributo.

durante le diverse campagne di scavo.
I campioni provengono dal “saggio Mirabella”, spinto a una profondità di quasi due metri dal piano di campagna attuale; grazie a questo approfondimento, è stata qui messa in luce la porzione più profonda del profilo pedogenetico (cfr. Angelucci 1997, fig. 3b). Dalla sezione sono stati raccolti i campioni CLV-5 e CLV-6, rispettivamente dagli orizzonti pedogenetici C e BC (Fig. 3), da cui si sono ottenuti due vetrini di piccolo formato (Tab. 1). Informazioni sull’orizzonte B del suolo bruno, non affiorante nella sezione del “saggio Mirabella”, provengono invece dal campione CLV-1, dove questo orizzonte pedogenetico risulta parzialmente conservato.

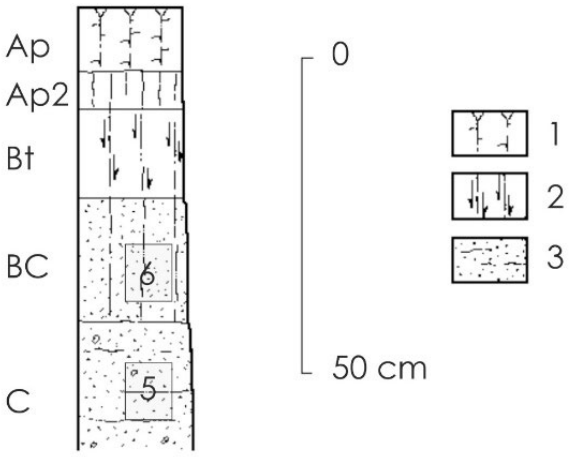


Figura 3. Schizzo del profilo rilevato nel ‘saggio Mirabella’, indicante la posizione di raccolta dei campioni CLV-5 e CLV-6. Legenda: 1 – orizzonte arativo; 2 – orizzonte B; 3 – sabbie laminate. Disegno di Diego E. Angelucci, del 1996.

4.1.1 Il substrato sabbioso: caratteristiche del campione CLV-5

Il campione CLV-5 proviene dall’orizzonte pedogenetico C, il più profondo e il meno intensamente interessato dai processi pedogenetici, quindi il più vicino alle caratteristiche del *parent material* da cui deriva il suolo. Si tratta di un deposito sabbioso, discretamente selezionato, con granuli generalmente subarrotondati e subangolosi (Fig. 4, in alto); queste caratteristiche permettono di confermare la natura essenzialmente ‘fluviale’ del sedimento, peraltro già nota dai dati di campagna. Il colore in massa è grigio giallastro chiaro in luce piana polarizzata (PPL). I componenti grossolani[5] ricadono nella taglia della sabbia fine e media, anche se non manca una frazione limosa. La composizione mineralogica è poligenica, con minerali e rocce derivanti da contesti differenziati che includono rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie. Predominano il quarzo (mono- e policristallino), maggioritario ma non nettamente predominante, e i frammenti di rocce carbonatiche, soprattutto di calcari micritici, che costituiscono nell’insieme oltre il 50% dei componenti (si veda anche la Tab. 2); ben rappresentate sono le miche, prevalentemente chiare (muscovite), e i feldspati, che manifestano talora evidenze di moderata alterazione. Scarsi i minerali opachi, la calcite e i frammenti di rocce ignee e metamorfiche, tra cui prevalgono le quarziti[6]; si rilevano inoltre occasionali frammenti di selce e di altri componenti minerali. Questa composizione riflette l’origine alpina e prealpina dei materiali costituenti le sabbie; è da notare la relativa bassa maturità mineralogica del deposito, evidenziata dalla frequenza di minerali e rocce poco resistenti all’alterazione.
La pedogenesi si manifesta in questo orizzonte attraverso pochi processi elementari, che sono una moderata bioturbazione, cui è imputabile la presenza di canali di origine biologica talora con riempimenti discontinui, e l’arricchimento secondario in carbonato di calcio, evidenziato dalla micritizzazione del materiale fine e dalla presenza di iporivestimenti micritici lungo le pareti di alcuni pori. Non si osserva una vera e propria struttura pedogenetica e i granuli sabbiosi sono semplicemente rivestiti o interconnessi da micrite. I dati confermano la definizione data sul terreno, quando l’unità era stata denominata come un orizzonte C con tendenziale accumulo di carbonati ed evoluzione verso un orizzonte Ck (orizzonte calcico). È da rimarcare l’assenza, in questo campione, di componenti o tracce connesse all’attività antropica.

5 I termini “grossolano” e “fine” utilizzati nelle descrizioni delle sezioni sottili sono intesi in senso micromorfologico.

6 Le quarziti sono definite tali in senso meramente litologico: effettivamente i frammenti osservati possono derivare da filladi o micascisti di cui si è conservata la frazione quarzitica, presumibilmente provenienti dall’alta Val Camonica.

4.1.2 L'orizzonte BC del suolo preromano: caratteristiche del campione CLV-6

Il campione CLV-6 è stato raccolto pochi centimetri sopra il precedente CLV-5; si presenta più complesso e differente dal sottostante, soprattutto per la maggiore importanza dei processi di alterazione pedogenetica a cui il materiale è stato sottoposto.
La massa di fondo è relativamente disomogenea e sono presenti aree interessate da fenomeni di ossidoriduzione. La composizione è analoga a quella di CLV-5. Le differenze riscontrate riguardano innanzitutto la minore selezione granulometrica, per la presenza di una componente che ricade nella sabbia grossolana. Rispetto a CLV-5, si registra inoltre una minore quantità di materiali carbonatici, mentre gli elementi non carbonatici subiscono un corrispondente incremento nell'abbondanza relativa, denotando una maggior variabilità. Il quarzo raggiunge quasi il 50% e i feldspati presentano talora moderata alterazione pedogenetica; tra i componenti minori sono presenti un manufatto in selce e un paio di frammenti di conchiglie.
Le differenze composizionali osservate rispetto a CLV-5 sono principalmente imputabili alla pedogenesi, le cui evidenze sono numerose. Prima di tutto, si osserva lo sviluppo di una debole struttura poliedrica con aggregati di 2-3 mm, cui si sovrappone una struttura apedale organizzata sulla porosità biogenica (*channel structure*). Il materiale fine risulta più intensamente colorato rispetto a quello di CLV-5, tra il rosso brunastro e il giallo brunastro in luce piana polarizzata, per effetto del processo di brunificazione.

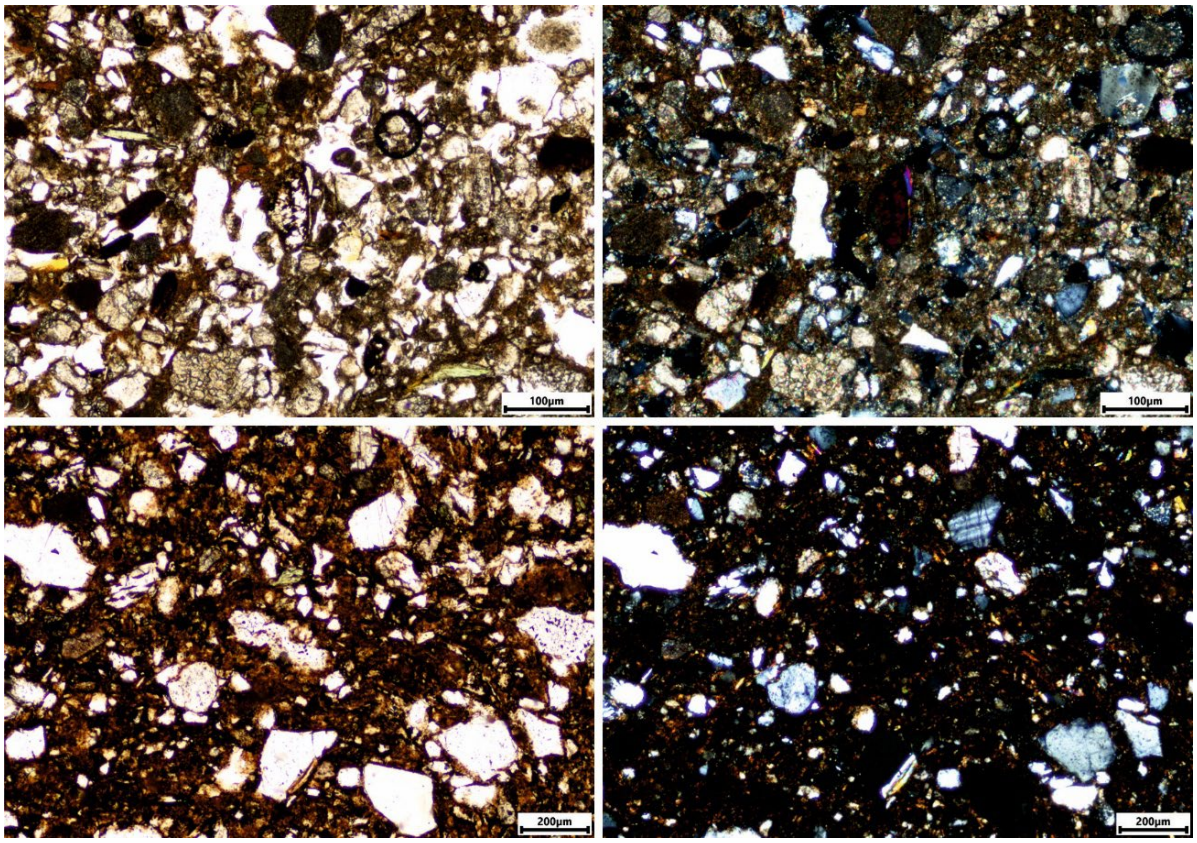


Figura 4. In alto (a sinistra in luce piana polarizzata, PPL, e a destra a nicol incrociati, XPL). Aspetto generale della massa basale (*groundmass*) dell'orizzonte C del suolo preromano nel campione CLV-5. Si noti la presenza di numerosi grani nella taglia della sabbia (da molto fine a media) di forma da subarrotondata a subangolosa, la composizione poligenica (tra cui si distinguono quarzi, minerali silicatici e frammenti di rocce carbonatiche), la porosità relativamente bassa e il colore grigio giallastro del materiale fine. In basso (a sinistra in PPL e a destra in XPL). Aspetto della *groundmass* dell'unità micromorfologica U6 del campione CLV-1, corrispondente all'orizzonte B del suolo preromano. Da notare la presenza di prevalenti grani subangolosi e subarrotondati di composizione silicatica (quarzi, feldspati, miche e altri minerali della classe dei silicati), con una sostanziale assenza di componenti carbonatici, la porosità molto bassa e il colore marrone rossastro del materiale fine, indicativo di un arricchimento in ossidi di ferro amorfi. Microfotografie di Diego E. Angelucci.

Le figure di origine pedogenetica indicano l'azione di svariati processi: l'ossidoriduzione, attestata da minute screziature nel materiale fine e da occasionali impregnazioni di ossidi ferro-manganesiferi; una discreta attività biologica attuale, a cui si devono i riempimenti discontinui, le figure di passaggio correlate a canali biogenici e gli occasionali noduli sparitici arrotondati del tipo *sparitic biospheroids*. Inoltre, alcune evidenze suggeriscono un possibile impatto antropico antico, in età preromana, su questo orizzonte di suolo; si tratta di pedorelitti (*sensu* Brewer 1976), cioè di frammenti di suolo con caratteri differenti dalla massa di fondo, riconoscibili per la maggior quantità di sostanza organica, per la struttura microgranulare incompleta e per la presenza di occasionali frustoli di carbone, rimaneggiati e parzialmente riassorbiti nella fase più recente di bioturbazione.

4.1.3 L'orizzonte B del suolo preromano: l'unità micromorfologica U6 nel campione CLV-1

Per quanto l'orizzonte B sia stato fortemente impattato dall'azione antropica già in età antica, la sua analisi in sezione sottile fornisce indicazioni di qualche utilità. La descrizione di questo orizzonte è stata effettuata, nel caso specifico, sull'unità micromorfologica U6 del campione CLV-1, sulla quale insiste il piano di calpestio afferente ad US 810 (*infra*). L'osservazione microscopica evidenzia come nell'unità U6 si possano riconoscere caratteristiche analoghe a quelle dell'orizzonte BC (*supra*, CLV-6), seppur maggiormente sviluppate. Tra i componenti del suolo non disturbato sono assenti i materiali a chimismo carbonatico, reintrodotti però all'interno del suolo dalla bioturbazione e dall'azione antropica (cfr. Tab. 2). Gli altri componenti presentano essenzialmente le stesse caratteristiche già osservate nell'orizzonte BC del campione CLV-6. La microstruttura pedogenetica è poliedrica subangolosa discretamente sviluppata. Il materiale fine è rosso brunastro in luce piana polarizzata (Fig. 4, in basso), il che indica un più intenso sviluppo del processo di brunificazione. Tra le pedofigure, oltre a quelle di origine biologica quali riempimenti, figure di passaggio e *sparitic biospheroids*, risaltano alcuni rivestimenti calcitici che suggeriscono l'attuarsi di un processo di carbonatazione secondaria su questo orizzonte in tempi relativamente recenti, nell'ambito di un contesto climatico con tendenze aride. In questa sezione sottile non sono stati individuati rivestimenti argillosi (*clay coating*), il che impedisce di poter considerare questa unità come un orizzonte Bt (orizzonte B argillico); resta però il fatto che in altri campioni è stata osservata la presenza di rivestimenti argillosi frammentati e rimaneggiati (cd. *papules*).

4.2. Un piano di calpestio strutturato: CLV-1

Il campione CLV-1 proviene dalla US 810 del saggio *alfa* 95. Si tratta di un battuto sovrapposto al suolo bruno, qui con profilo troncato e con caratteri modificati rispetto all'orizzonte B da cui prende origine. Tali modificazioni erano state spiegate sul campo come il risultato di un intervento antropico consistente nella preparazione di un piano pavimentale e nella sua combustione. Il campione era stato raccolto allo scopo di valutare l'effettiva natura del suolo e le modificazioni subite per effetto dello *choc* termico, determinare la natura e la provenienza dei materiali costituenti il battuto, i suoi caratteri strutturali e la tecnica di preparazione.
Nella sezione sottile si distinguono ben sei diverse unità micromorfologiche, facenti parte di due gruppi differenti (Fig. 2). Il gruppo superiore include le unità U1, U2 e U3, che fanno parte del battuto; possiede spessore poco più che centimetrico e un'organizzazione interna che riflette prevalentemente la tecnica costruttiva utilizzata e, subordinatamente, le modificazioni postdeposizionali. L'insieme inferiore consta delle unità U4, U5 e U6; si tratta dell'orizzonte pedogenetico B del suolo bruno sottoposto, nella porzione a contatto con il battuto, ad una serie di modificazioni derivanti dall'azione antropica.

4.2.1 Il battuto

Le unità afferenti al battuto (U1, U2 e U3) presentano caratteristiche analoghe e saranno pertanto trattate congiuntamente. Le tre unità hanno andamento grosso modo tabulare, con spessori infracentimetrici e limiti chiari, e corrispondono all'unità scavata come US 810; a basso ingrandimento manifestano una blandissima struttura laminare ad andamento orizzontale che tende a scomparire verso il basso (Fig. 2).
Per quanto concerne la composizione del

battuto (Fig. 5), le unità U1 e U3 rivelano caratteristiche del tutto simili, che si avvicinano notevolmente agli orizzonti B del suolo bruno (*supra*). Il quarzo vi è nettamente predominante, i feldspati presentano tracce di alterazione, i calcari sono scarsi e gli altri componenti sono analoghi a quanto visto nella sezione sottile CLV-5; la provenienza del materiale è ulteriormente confermata dalla presenza di rivestimenti argillosi frammentari (*papules* nella terminologia di Brewer 1976), evidentemente derivati dall'orizzonte B del suolo. La taglia dei componenti è compresa nell'intervallo della sabbia fine e finissima. Da notare la presenza, nel livello superiore U1, di minuti frammenti ossei debolmente combusti e intensamente fratturati.

Nell'unità U2 è invece presente una maggiore quantità di frammenti di calcare (circa il 70%), spesso angolari e ricadenti in un intervallo dimensionale più grossolano degli altri componenti; ciò fa ritenere che siano stati aggiunti in qualità di smagrante.

Risulta chiaro che il battuto è stato preparato con materiale locale derivante dallo stesso suolo bruno di Costa S. Andrea, con una significativa aggiunta, per lo strato intermedio U2, di una frazione di sabbie medie e grossolane carbonatiche, esotiche (Fig. 5). La tessitura delle unità indica che il materiale grossolano è frutto di una selezione volontaria, forse effettuata mediante setacciatura della frazione sabbiosa.

Le tre unità del battuto si differenziano tra di loro anche per la composizione del materiale fine. Nelle unità U1 e U3 il materiale fine è minerale, scarsamente e discontinuamente micritizzato, giallo in luce trasmessa e giallo brillante in luce riflessa (Fig. 5). Nell'unità intermedia U2 si nota un maggiore arricchimento di micrite e la presenza di aree irregolari di colore più scuro, verosimilmente per effetto di impregnazione

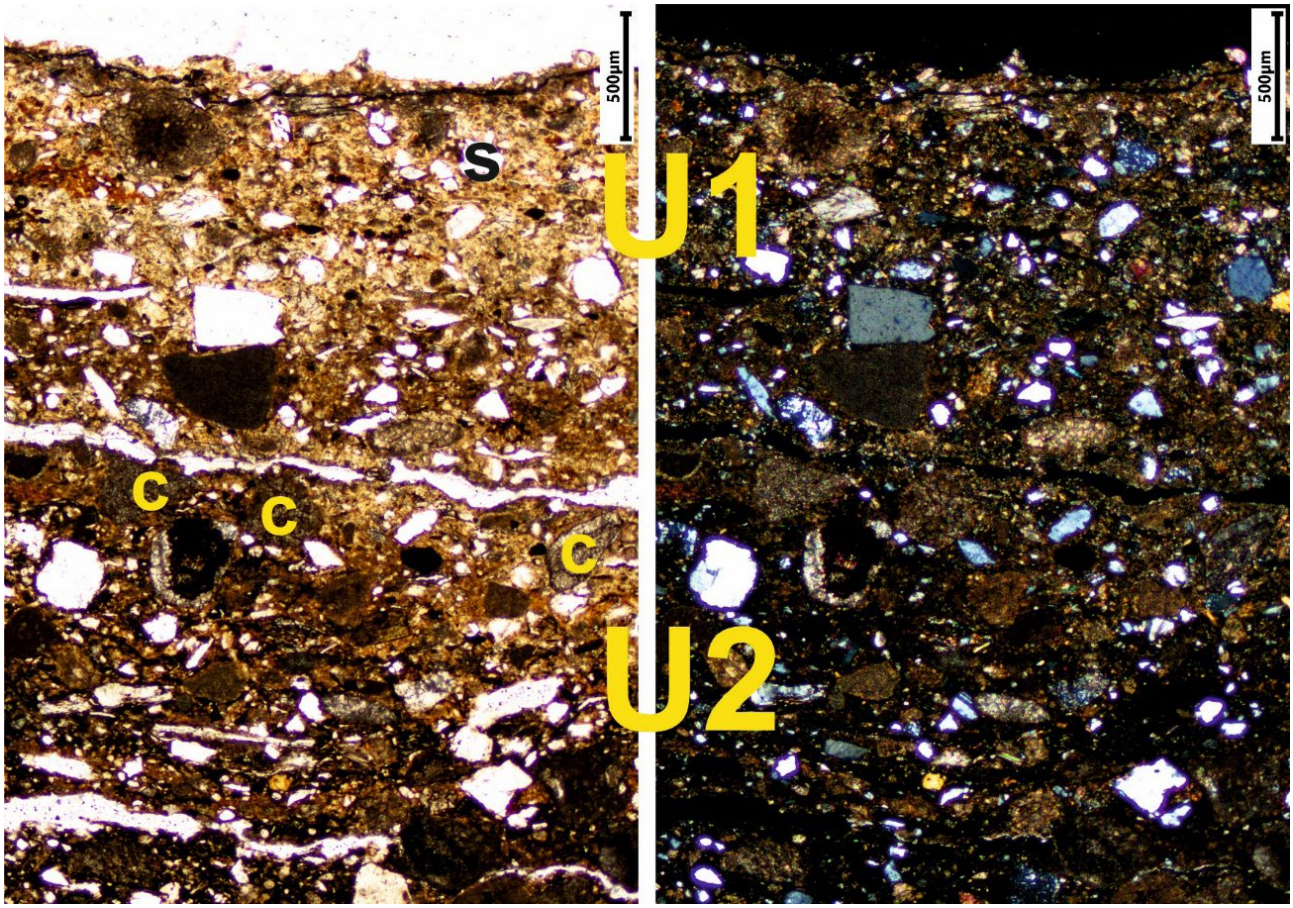


Figura 5. Microfotografie delle unità U1 e U2 del piano di calpestio nella sezione sottile CLV-1 (a sinistra in luce piana polarizzata, PPL, e a destra a nicol incrociati, XPL). Si noti: la composizione prevalentemente non carbonatica dell'unità U1 (tra cui sono presenti anche granuli composti da selce, quale quello indicato dalla lettera "s") e il colore giallo del materiale fine dell'unità in PPL; la presenza di elementi carbonatici nell'unità U2 (alcuni indicati dalle lettere "c") e il colore con tonalità più scura del materiale fine di questa unità; l'organizzazione strutturale vagamente laminare, con pori planari aventi orientamento circa orizzontale. Microfotografie di Diego E. Angelucci.

da sostanza organica; nel materiale fine sono comuni le puntuazioni, microparticelle di verosimile origine organica non risolubili al microscopio. Il materiale fine deriva dunque da sedimento argilloso con aggiunta di una frazione organica, abbondante nell'unità intermedia U2 e forse composta da cenere di origine vegetale, come suggerito dalla presenza delle puntuazioni organiche.
Significativa per la tecnica di preparazione è l'osservazione della microstruttura di queste unità. Sono tutte intensamente compattate e scarsamente porose; i pochi vuoti sono a morfologia planare, orientati orizzontalmente e spesso disposti in prossimità dei limiti delle unità. La porosità è bassissima nell'unità superiore U1 e aumenta blandamente nelle sottostanti U2 e U3. Comparando i caratteri della microstruttura di queste unità con quelli delle sottostanti U4 e U5 e confrontando altre figure micropedologiche, risalta la notevole somiglianza tra la sequenza di caratteri qui presenti e quelli descritti in letteratura per i piani di calpestio preparati intenzionalmente. In particolare, la buona conservazione della sequenza qui osservata permette di classificarla tra le cd. *structured micro-facies* (Gé *et al.* 1993), in cui si ha una successione con passaggio da una zona attiva superiore (*active zone*; corrispondente qui all'unità U1), ad una reattiva intermedia (*reactive zone*; unità U2 e U3), fino alla zona passiva inferiore (*passive zone*; rappresentata da U4, *infra*). Questa successione di zone deriva tanto dalla preparazione del materiale quanto dagli effetti determinati dal calpestio e dalla manutenzione del piano pavimentale. La porosità e l'organizzazione interna della massa basale fanno inoltre ritenere che la messa in opera e la compattazione del materiale sia avvenuta quando questo si trovava in condizioni umide e che sia stato poi sottoposto a un numero limitato di cicli secco-umido e di escursioni termiche (Gé *et al.* 1993).
Altre caratteristiche osservate si legano alla combustione delle unità, in particolare: la sottilissima fascia, spessa 20-50 μm, impregnata da ossidi di ferro che conferisce un colore rosso intenso al tetto dell'unità U1 (Fig. 5); la distribuzione della micrite in microaggregati; la presenza di componenti che rivelano un moderato impatto termico, come i frammenti ossei al limite tra le unità U1 e U2 e i cristalli di calcite geminata, ricristallizzati e con bordi di reazione rispetto al materiale fine circostante; i vuoti suborizzontali ad andamento discontinuo e vagamente lenticolare, interpretabili come risultato di *choc* termico (cfr. Courty, Goldberg, Macphail 1989, p. 122).
La combustione sembra essere avvenuta dopo la messa in posto e dopo la compattazione della materia prima, come evidenziato dalla fratturazione dei frammenti ossei, poi soggetti ad arricchimento di micrite nelle microfratture.
In base a questi dati si possono desumere varie informazioni. Il battuto è stato preparato partendo da un'accurata selezione del materiale, tra i quali si possono distinguere (a) una frazione raccolta in loco dall'orizzonte B affiorante a Costa S. Andrea, (b) una frazione carbonatica di origine esotica e (c) una frazione organica, credibilmente con funzione di legante. La messa in posto del battuto è avvenuta deponendo successivamente le tre unità e compattandole, dopo che i materiali erano stati impastati e preparati, verosimilmente con una lavorazione (*pugging*) prolungata in modo da portare a una buona omogeneizzazione. Dopo la messa in posto le unità del battuto sono state sottoposte a trattamento termico a temperatura moderata, sicuramente non oltre i 500 °C in corrispondenza della superficie superiore, per conferire una maggiore resistenza.
Il piano così ottenuto è stato utilizzato come superficie di calpestio, verosimilmente all'interno di uno spazio coperto e per un intervallo di tempo relativamente prolungato, il che ha determinato la genesi della sequenza nelle tre zone (attiva, reattiva e passiva, *supra*). La sua buona conservazione si deve soprattutto alla composizione e alla tecnica di preparazione, responsabili della bassa porosità che ha impedito che i processi di modificazione postdeposizionale, in particolare la bioturbazione, agissero con efficacia.
L'osservazione micromorfologica conferma dunque il dato di terreno, fornendo ulteriori informazioni sulla tecnica di preparazione del battuto.

4.2.2 Il suolo modificato

Le unità del battuto poggiano direttamente sull'orizzonte B del suolo bruno preromano, che risulta modificato dall'impatto antropico, sia per la messa in posto del battuto sia per processi anteriori. L'unità più profonda (U6) rappresenta la porzione del suolo meno impattata dall'intervento antropico e conserva tratti riferibili al suolo originario (*supra*). Avvicinandosi alle

unità antropiche del battuto i caratteri del suolo risultano significativamente differenti, motivo per il quale si è reso necessario distinguere le due unità U4, a diretto contatto con il battuto, e U5, transizionale tra U4 e U6 (Fig. 2).
Il materiale di suolo a diretto contatto con l'unità inferiore del battuto (unità U4) mostra microstruttura poliedrica debolmente sviluppata e incompleta, che è uno dei caratteri diagnostici della *passive zone* della sequenza del *constructed floor* (Gé *et al.* 1993, p. 157). Differentemente, nell'unità transizionale U5 l'attività biologica ha portato alla genesi di una *channel structure*. I componenti sono analoghi a quelli dell'orizzonte B del suolo, ma nella frazione grossolana sono presenti materiali carbonatici che possono essere interpretati come derivanti da apporto antropico o trasportati verticalmente dalla bioturbazione. La presenza di bordi di reazione tra i clasti carbonatici e il materiale fine indica una moderata alterazione termica, così come suggerisce anche il colore rosso intenso del materiale fine, risultante da una parziale separazione degli ossidi di ferro presenti. Tra le pedofigure, oltre ai riempimenti escrementali e agli iporivestimenti micritici nei canali già visti nell'unità U6, sono presenti rivestimenti di micrite arricchita in ossidi di ferro.
Queste unità a contatto con il battuto mostrano pertanto una serie di disturbi rispetto all'aspetto e alla struttura originaria del suolo osservata nell'unità U6. È da rimarcare la struttura biogenica, che deriva da una consistente attività biologica di fauna edafica fossoriale, nonché la presenza di frammenti e di iporivestimenti carbonatici. Questa porzione di suolo risente peraltro delle modificazioni dirette e indirette connesse alla preparazione del battuto.

4.3. Materiali da costruzione in terra cruda: le sezioni sottili CLV-2, CLV-3 e CLV-4

Tre campioni (CLV-2, CLV-3 e CLV-4) derivano da materiali da costruzione in terra cruda, variamente modificati o trattati. Come noto, l'utilizzo di materiali in terra cruda è ampiamente attestato a Calvatone (Bacchetta 2003). Le sezioni sottili CLV-2 e CLV-3 provengono dall'elemento strutturale ES 284 del saggio *alfa* 95; sono state ottenute dal crollo di una parete d'incannucciato trasformata in concotto dalla combustione, probabilmente parte di una parete in *opus craticium*. La campionatura si proponeva di determinare la natura e la provenienza dei materiali costituenti l'incannucciato e il rivestimento (visibili in CLV-2 e CLV-3, Fig. 2), nonché di valutare i meccanismi di trasformazione per combustione. Il campione CLV-4 è un frammento di mattone crudo dal saggio *alfa* 95, di cui si volevano determinare natura e provenienza dei materiali costituenti e tecnica di impasto.

4.3.1 L'incannucciato: sezioni sottili CLV-2 e CLV-3

Nelle sezioni sottili CLV-2 e CLV-3 la massa basale (o per meglio dire in questo caso, l'impasto) è moderatamente omogenea e possiede tessitura franco limosa sabbiosa; la composizione mineralogica del materiale grossolano è eterogenea ed eterodimensionale (Fig. 6). I componenti sono poligenici, con netta prevalenza di calcare e di quarzo; tra gli altri costituenti va segnalata la presenza di feldspati con moderata alterazione (come osservato anche nelle sezioni sottili provenienti dal suolo preromano del sito), cristalli di calcite geminata e frammenti di rocce ignee. Analoghi componenti erano già stati segnalati dalle analisi minero-petrografiche effettuate in passato (Predieri, Sfrecola 1996, p. 212 e nota 2). Tra i componenti è da sottolineare la presenza di *chamotte*, che deriva da frammenti di ceramica o da laterizi (v. *infra*). La ceramica possiede caratteri differenziati tanto nella composizione mineralogica quanto nella tecnica di cottura; sono infatti presenti alcuni frammenti ceramici con massa di fondo arrossata e altri anneriti per effetto della cottura in ambiente riducente. Nel complesso, la selezione dei materiali utilizzati per la fabbricazione del mattone è scarsa; la composizione ricorda infatti quella delle sabbie pleistoceniche pedogenizzate viste nel campione CLV-6, ma si rileva la presenza di feldspati alterati, caratteristici invece degli orizzonti B e BC del suolo. Il materiale fine contiene una moderata quantità di sostanza organica; è di colore da marrone giallastro a marrone per effetto della combustione incompleta (interpretabile come effetto postdeposizionale rispetto alla produzione dell'incannucciato).
La struttura è apedale con elevata porosità (poco meno del 20%) formata da vuoti pseudomorfi su conchiglie (molluschi e gasteropodi) e verosimilmente anche su paglia, materiali aggiunti in quantità considerevole all'impasto (Fig. 6).

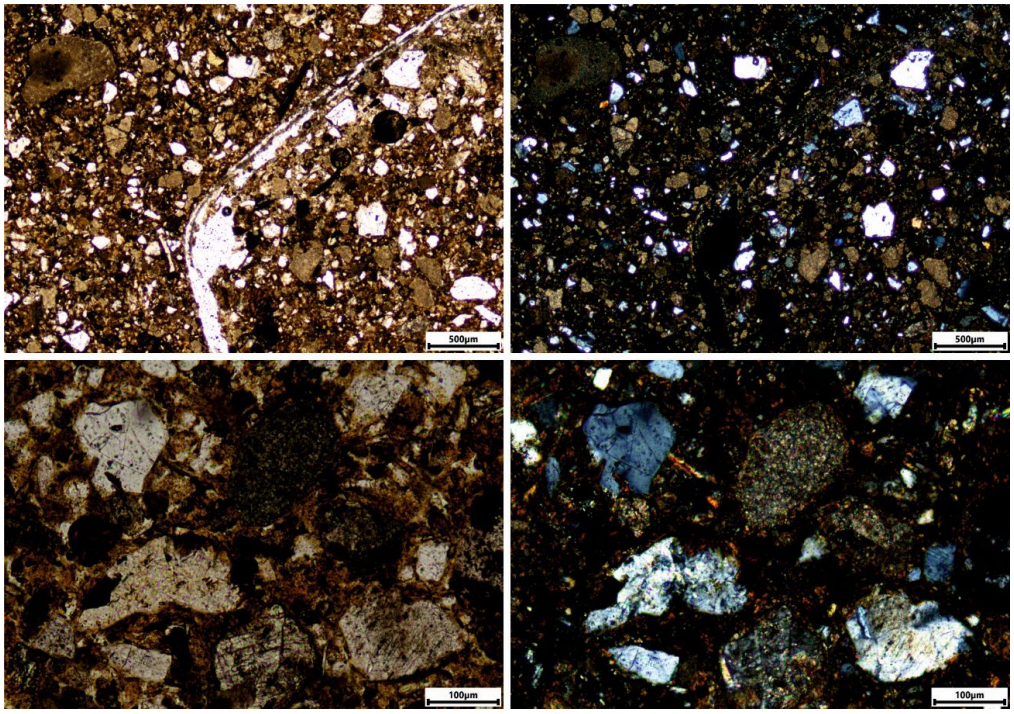


Figura 6. In alto (a sinistra in luce piana polarizzata, PPL, e a destra a nicol incrociati, XPL). Aspetto generale dell'impasto dell'incannucciato del campione CLV-3. Si notino la composizione dei granuli sabbiosi, con significativa presenza di frammenti angolosi di composizione calcarea (riconoscibile per il colore marrone giallastro chiaro sia in PPL sia in XPL), a cui si accompagnano granuli silicoclastici, e l'evidente vuoto pseudomorfo che attraversa l'intera immagine, forse derivato da un frammento di conchiglia. In basso (a sinistra in PPL e a destra in XPL). Dettaglio dell'impasto dell'incannucciato del campione CLV-2, che presenta caratteristiche analoghe a quelle rilevabili nel campione CLV-3. Si notino i componenti poligenici (riconoscibili granuli di quarzo, feldspati, miche e calcari micritici), la bassa porosità e il colore marrone rossastro del materiale fine.

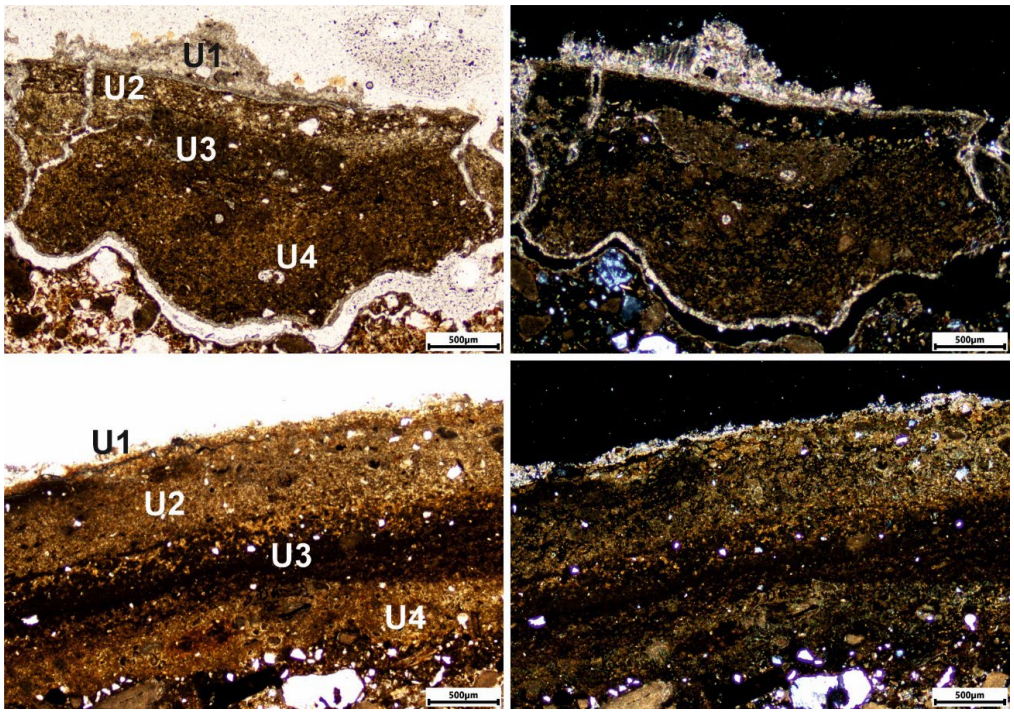


Figura 7. In alto (a sinistra in luce piana polarizzata, PPL, e a destra a nicol incrociati, XPL). Aspetto generale del rivestimento del campione CLV-2: sono visibili tutti gli strati (da U1 a U4). In basso (a sinistra in PPL e a destra in XPL). Aspetto generale del rivestimento del campione CLV-3: sono visibili tutti gli strati (da U1 a U4).

Da notare la presenza di un vuoto pseudomorfo su seme o chicco (Fig. 2) interpretato, dal dottor Mauro Rottoli, come verosimilmente derivato dalla degradazione di un chicco di grano (*Triticum* sp.) inserito nell'impasto (M. Rottoli, com. pers. 2016). Alcuni vuoti presentano rivestimenti micritici pedogenetici.
Non potendosi osservare alcun isorientamento degli elementi si deduce che il materiale è stato preparato senza compattazione significativa, oltre che con scarsa manipolazione (*pugging*), come indicato dall'omogeneità relativamente bassa e dalla conservazione di fragili pori a morfologia complessa. Si tratta verosimilmente di un impasto del tipo indicato come *torchis* (Adam 1990, pp. 62-63).
La combustione responsabile della trasformazione dell'incannucciato in concotto ha determinato la variazione del colore del materiale fine, che vira al rosso senza che vi sia, però, vera e propria neoformazione di ossidi di ferro, il che porta a valutare la temperatura cui è stata esposta la parte esterna dell'incannucciato a un valore di poco inferiore a 500 °C (cfr. Courty, Goldberg, Macphail 1989, p. 117). Altre evidenze osservate in questa sezione sottile possono forse essere riconducibili all'azione del calore, ad esempio la maggiore frequenza di cristalli di quarzo con estinzione ondulata e di cristalli di calcite con geminazioni polisintetiche, spesso interessati anche da redistribuzione e ricristallizzazione di micrite lungo i bordi, e la maggiore incidenza e continuità dei rivestimenti micritici in pori della zona esterna o immediatamente sottoposta al rivestimento.

4.3.2 Il rivestimento: sezioni sottili CLV-2 e CLV-3

La faccia esterna dell'incannucciato è ricoperta da un rivestimento organizzato in quattro strati che sono stati numerati, dall'alto verso il basso, da U1 a U4 (Fig. 2 e Fig. 7). I tre strati inferiori sono massicci, con porosità rappresentata esclusivamente da vuoti planari a contatto con l'incannucciato; tutti i vuoti sono rivestiti da micrite.
Il livelletto superiore, U1, è discontinuo e irregolare; il suo spessore massimo è di 0,5 mm (Fig. 7). Si compone di calcite con cristalli di dimensione variabile (dalla micrite alla sparite aciculare), con variabilità continua nella dimensione dei cristalli nei punti di massimo spessore, dove lo strato risulta organizzato in lamine. Il limite inferiore al sottostante livelletto U2 è netto e regolare.
L'unità U2 (Fig. 7) è costituita da un livello di spessore quasi regolare compreso tra 0,1-0,2 mm. È composta da argilla bruno grigiastra in luce piana, gialla in luce incidente, indifferenziata a nicol incrociati, con occasionali grani ben selezionati di quarzo e calcare della taglia della sabbia fine. A maggiore ingrandimento sono riconoscibili puntuazioni organiche, forse frammenti di cellule vegetali disposti in linee parallele. Il limite inferiore è netto, quasi regolare.
Il livello sottostante (U3, Fig. 8, in alto) ha andamento leggermente ondulato e spessore massimo di 0,3 mm; presenta i medesimi caratteri del soprastante, ma è fortemente micritizzato. Presso il limite inferiore, netto e blandamente ondulato, si incontrano una serie di stretti vuoti planari.
Lo strato inferiore del rivestimento (U4) è a contatto con l'impasto dell'incannucciato; si presenta ondulato, discontinuo, con spessore massimo di 1,5 mm. È formato da argilla intensamente micritizzata, con occasionali granuli sabbiosi arrotondati di quarzo e calcare; il colore è marrone giallastro con screziature rossastre. Il limite inferiore è ondulato.
Si ha dunque a che fare con un rivestimento complesso, sebbene di spessore decisamente modesto. Nei livelli inferiori U3 e U4 la selezione dei componenti è buona, con miscelazione di granuli di sabbia finissima ed abbondante materiale carbonatico fine, verosimilmente calce trasformatasi in micrite per effetto della combustione. Come sottolinea Alberto Bacchetta (2003), le varietà di intonaci adoperate in epoca romana risultavano spesso influenzate dalle risorse disponibili in situ, e questo sembra essere il caso dei rivestimenti visibili in CLV-2 e CLV-3, dove il materiale deriva chiaramente dal substrato locale (come evidente anche dall'analisi semi-quantitativa dei componenti, cfr. Tab. 2) ed è stato soggetto a selezione granulometrica attraverso setacciatura o decantazione. Lo strato inferiore (U4) funge da preparazione per livellare il microrilievo della parete. Nonostante lo spessore limitato può essere paragonato agli strati di rinzaffatura / arriccio già noti nella bibliografia, mentre lo strato intermedio, relativo all'unità U3, presenta un arricchimento di micrite ed è comparabile agli strati di cd. arenino (Brogiolo, Cagnana 2012). L'unità U2 costituisce

uno strato di scialbatura ove, oltre ai medesimi componenti delle unità U3 e U4, è stata aggiunta una certa quantità di sostanza organica, inclusa verosimilmente cenere. Infine, il livello superiore U1 è di origine postdeposizionale e deriva molto probabilmente dalla efflorescenza verso la superficie superiore del carbonato di calcio, che va a cristallizzare formando il livello discontinuo di incrostazione calcitica.
Nel complesso la tecnica di preparazione e di stesura del rivestimento è raffinata, se si prendono in considerazione la natura e la selezione dei materiali, la successione dei tre livelli – tralasciando il quarto, di natura postdeposizionale – e la loro regolarità, che ne indicano l'esecuzione da parte di un artigiano specializzato. Il rivestimento presenta alcune analogie con gli intonaci (cfr. Adam 1990, pp. 235-238), in particolare nell'organizzazione in strati con funzioni distinte e nella verosimile presenza di calce, come già registrato a Calvatone-*Bedriacum* (Bacchetta 2003), anche se è da sottolineare la tessitura più fine del composto. Va notato che le indagini archeologiche sugli intonaci di Calvatone hanno spesso messo in luce la presenza di tre soli strati di intonaco e che molti rivestimenti bedriacensi non superano i 4 cm di spessore, mancando talvolta di intonachino su cui sviluppare l'eventuale decorazione ed essendo rifiniti con una semplice scialbatura (Grassi 2013). La povertà dell'intonacatura è da riferire alla natura degli ambienti in cui i frammenti sono stati rinvenuti, ossia strutture di servizio o artigianali. Lo scheletro murario in *opus craticium* veniva tamponato mediante terra cruda e successivamente ricoperto con uno, due o più generalmente tre livelli di protezione (Grassi 2013).

4.3.3 Un mattone crudo: il campione CLV-4

La sezione sottile del mattone crudo è stata ottenuta dal reperto numero CRCAL950383 (cassetta 28/95, US 805, saggio *alfa* 95). L'impasto è moderatamente omogeneo, anche se si possono distinguere zone con una relativa differenziazione nei componenti. In media prevalgono le frazioni limosa e sabbiosa; le classi granulometriche più frequenti sono quelle della sabbia fine e media, ove si riconosce una composizione eterogenea con prevalenza di frammenti di calcare, di cristalli di quarzo e una buona presenza dei frammenti di roccia, assai diversificati. Da questa massa basale si distaccano aree discrete con composizione differente, che si potrebbero definire come inclusi, mutuando il termine dagli studi ceramici. Si tratta, in effetti, di frammenti laterizi o ceramici, che presentano contorno subcircolare, limite netto con la massa basale, composizione differente del materiale grossolano (per l'assenza di materiale carbonatico) e del materiale fine, che possiede colore più intenso e maggiore limpidezza rispetto all'impasto del mattone crudo. Si ha inoltre un gruppo di inclusi rappresentato da aree discrete a contorno irregolare costituite quasi esclusivamente da frammenti calcarei.
Il materiale fine del mattone è omogeneo, marrone rossastro in luce trasmessa, arancio in luce riflessa, isotropo e leggermente micritizzato. L'impasto non possiede una struttura vera e propria, ma si riconoscono numerosi vuoti non interconnessi, di forma irregolare, spesso con evidente pseudomorfosi da resti vegetali e probabilmente da frammenti di conchiglie.
I materiali dell'impasto del mattone crudo hanno provenienza locale: la loro composizione riflette la mineralogia del substrato sabbioso, poligenico, poco selezionato e poco maturo mineralogicamente. Nel complesso la selezione dimensionale è scarsa e si può dedurre che la materia prima utilizzata per la fabbricazione del mattone non ha subìto alcuna selezione né nella frazione sabbiosa (mancanza di setacciatura) né in quella fine (assenza di decantazione). Oltre al materiale locale è stata aggiunta una frazione carbonatica esotica e *chamotte*, in funzione di 'smagrante', come già registrato a Calvatone (Bacchetta 2003). La scarsa omogeneizzazione dei diversi componenti suggerisce uno scarso *pugging*: l'impasto è stato mescolato limitatamente, senza dare luogo a un insieme omogeneo. Infine, la morfologia dei vuoti suggerisce l'aggiunta di elementi vegetali (quali paglia o frammenti di canne) e di frammenti di conchiglia. Anche in questo caso dunque si può parlare di un impasto preparato con tecnica *torchis* (Adam 1990, pp. 62-63), indicazione ulteriormente rafforzata, oltre che dalla morfologia del reperto, dalla relativa abbondanza di resti vegetali nell'impasto, che portano anche ad escludere che si tratti di un *pisé* (Arcelin, Buchsenschutz 1985, p. 18).

4.4. Una struttura per la preparazione di mattoni: il campione CLV-8

Il campione CLV-8 proviene dalla US 813 (q. 58-D), deposito che sigilla il piano pavimentale di ES 423, rinvenuto nel settore sud-occidentale dello "Scavo sud" 1996 (sul contesto Sena Chiesa 1995-1997, pp. 139-140).
Sul terreno, la US 813 si presentava limosa, giallo grigiastra, priva di aggregazione o di figure pedogenetiche, caotica, molto resistente; la sua superficie inferiore poggiava con limite netto lineare sul piano pavimentale, mentre l'interfaccia superiore presentava una concavità poco marcata. Il materiale costituente evidenziava, già dall'analisi di terreno, affinità con gli impasti dei mattoni crudi e degli incannucciati raccolti negli scavi di *Bedriacum*; la geometria dell'unità suggeriva inoltre un meccanismo deposizionale derivante da una parziale liquefazione e dal consolidamento conseguente alla perdita di umidità del deposito. In fase di scavo ne venne dunque spiegata l'origine per collasso di una struttura in mattoni crudi. L'analisi della sezione sottile CLV-8 si proponeva di verificare l'eventuale analogia tra il materiale della US 813 e gli impasti dei mattoni crudi e di precisare i meccanismi di messa in posto dell'unità.
Il materiale presente in sezione sottile è fine, relativamente omogeneo, leggermente decolorato e contiene frammenti di roccia (Fig. 8). Il sedimento non mostra una chiara struttura pedogenetica e l'organizzazione interna deriva essenzialmente dalla distribuzione dei pori, assimilabili a canali e camere, che occupano una superficie del 10-12% circa. Ad alto ingrandimento si palesa una porosità di compattazione a piccolissima scala (sotto i 10 μm), data dall'organizzazione dei granuli e del materiale fine micritizzato. L'impasto presenta tessitura variabile ed è poco selezionato: si individuano infatti almeno tre differenti classi dimensionali. La frazione maggioritaria è limo fine-medio discretamente selezionato, con miche, quarzo, feldspati e calcite, talora difficilmente identificabili a causa della micritizzazione. Si ha poi una frazione scarsamente selezionata che rientra nelle classi granulometriche tra le sabbie molto fini e le ghiaie molto fini, composta da prevalente quarzo e subordinati feldspati, talora debolmente alterati, da calcite, miche e frammenti di calcare micritico. Ci sono infine frammenti plurimillimetrici di calcare, cui si aggiungono occasionali frammenti di conchiglie, forse ostracodi, e un frammento di fossile; si individuano anche frammenti ceramici (Fig. 8) e pedorelitti che ricadono nella medesima classe granulometrica. Le tre classi dimensionali si dispongono in modo peculiare, dando luogo a zone discrete arricchite di materiale grossolano e impoverite di fine che si correlano ai vuoti con modalità differenziate, spesso con andamento arcuato ovvero dando origine a laminazioni. Tra le pedofigure si contano alcuni riempimenti e occasionali iporivestimenti micritici.
L'analisi della sezione sottile conferma quanto ipotizzato sul terreno. Per quanto concerne la composizione del materiale, è necessario sottolineare la disomogeneità tessiturale, che ne attesta la natura antropica. Delle tre classi granulometriche individuate, le due più fini derivano verosimilmente dalla raccolta di sedimento per la creazione dell'impasto; è da notare come entrambe presentino composizione che si avvicina a quella del substrato (v. sezione sottile CLV-5), che ne fa supporre una provenienza dai depositi dello stesso dosso di Costa S. Andrea. La frazione grossolana si compone prevalentemente di frammenti di roccia carbonatica triturata importata da aree esterne (analogamente a quanto osservato nella sezione sottile CLV-3, cfr. Fig. 6), probabilmente dai rilievi prealpini, e da frammenti ceramici aggiunti a guisa di *chamotte* (Fig. 8).
Il meccanismo deposizionale che ha dato origine alla US 813 è chiarito dall'organizzazione della massa basale e dalle pedofigure. Un'aggregazione vera e propria è praticamente assente; i processi pedogenetici registrati sono una blanda bioturbazione e un moderato arricchimento di carbonati, da cui derivano i due tipi di pedofigure riconosciuti. La struttura del sedimento, così come la presenza di laminazioni e di intercalazioni, indicano che la messa in posto deriva dalla deposizione di materiale liquefatto, successivamente essiccatosi e consolidatosi, secondo meccanismi analoghi a un *mud-flow* (colata di fango).
Il contesto archeologico suggerisce che il deposito si trovasse in un'area non coperta. Non è noto se il materiale analizzato derivi da una struttura in alzato o se occupasse un'area dove veniva depositato per impasti di laterizi o mattoni crudi; per certo, il materiale di origine si è liquefatto in seguito al raggiungimento del punto di liquidità, verosimilmente perché non protetto o non curato, rideponendosi sotto forma di colata liquida e infine subendo il definitivo disseccamento. Non

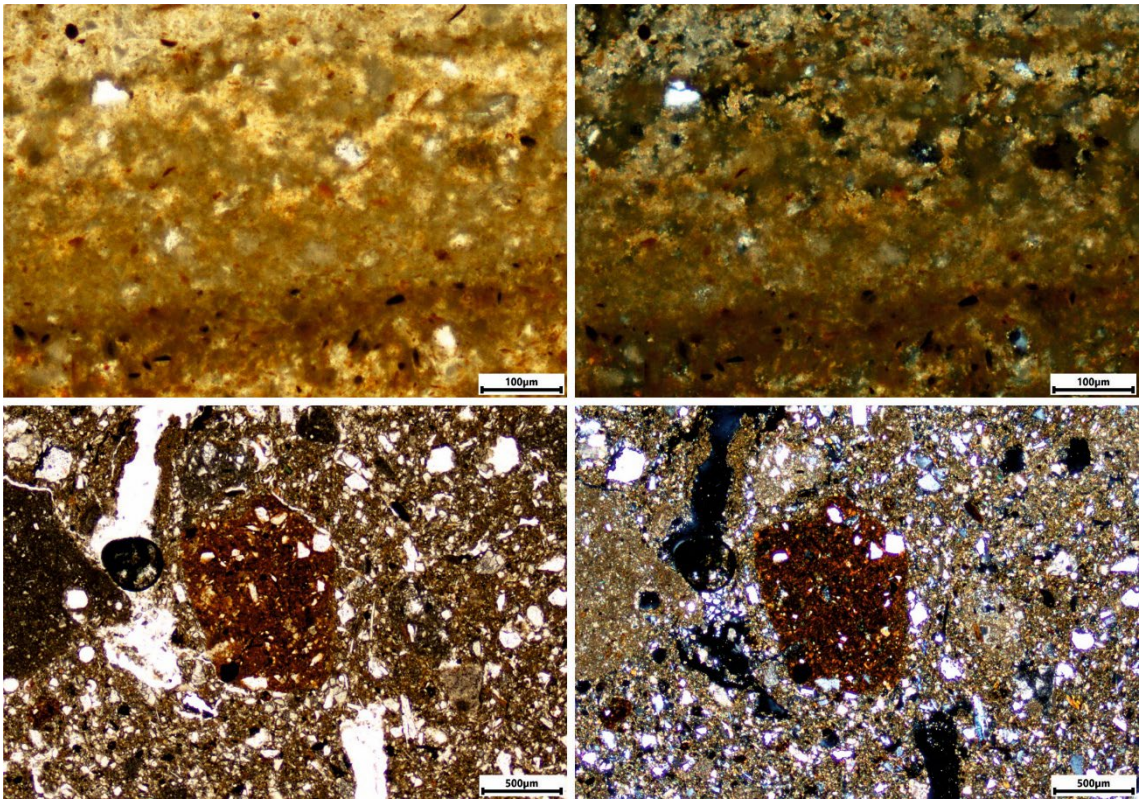


Figura 8. In alto (a sinistra in luce piana polarizzata, PPL, e a destra a nicol incrociati, XPL; ambo le microfotografie sono state scattate con condensatore). Dettaglio dell'unità U3 del rivestimento della sezione sottile CLV-2. In basso (a sinistra in PPL e a destra in XPL). Frammento di ceramica (*chamotte*) di dimensione quasi millimetrica all'interno dell'impasto del campione CLV-8.

è dato sapere se la liquefazione derivi dall'abbandono o dalla modificazione della funzione dell'area. Le moderate differenze composizionali riscontrate tra la sezione sottile CLV-8 e i materiali da costruzione in terra cruda (campioni CLV-2, CLV-3 e CLV-4), in particolare la maggiore quantità di frazione grossolana interpretabile come degrassante minerale, possono suggerire, seppur in via ipotetica, che l'impasto in oggetto fosse destinato alla fabbricazione di laterizi veri e propri, più che di materiali da costruzione in terra cruda.

4.5. Dati composizionali semi-quantitativi di alcuni campioni

Alcuni dei campioni presentati sopra sono stati oggetto di un conteggio per valutare la composizione minero-petrografica del materiale (Patauner 2015/16). Si tratta di una valutazione semi-quantitativa che ha riguardato tra i 150 e i 350 componenti per sezione sottile, non affidabile quindi dal punto di vista statistico, che può però fornire una prima stima composizionale. Per comodità, i componenti sono stati raggruppati in quattro classi principali, che sono le seguenti: SIL1, quarzo e feldspati; SIL2, altri minerali della classe dei silicati (miche, anfiboli, pirosseni etc.); ROC, frammenti di roccia di composizione non carbonatica; CRB, componenti carbonatici (frammenti di calcare di qualsiasi tipo e calcite). Il conteggio ha interessato gli orizzonti B e C del suolo visibili nelle sezioni sottili CLV-1 e CLV-5, il battuto presente nel campione CLV-1, il rivestimento visibile in CLV-2 e l'impasto dell'incannucciato di CLV-3. I risultati sono esposti nella Tab. 2.

Risulta evidente che le sabbie del substrato (CLV-5, or. C) sono ricche di elementi di composizione carbonatica, che ammontano a quasi la metà dei componenti totali (45%). Questi componenti a chimismo carbonatico risultano invece minoritari (circa 7%) nell'orizzonte B, per effetto dei processi di pedogenesi (precisamente della decalcificazione correlata alla dissoluzione chimica dei carbonati). La composizione del rivestimento e dell'incannucciato (sezioni sottili CLV-2 e CLV-3) riflette parzialmente quella dell'orizzonte B, con una netta preponderanza

	CLV-5 orizzonte C	CLV-1 orizzonte B	CLV-1 battuto	CLV-2 rivestimento	CLV-3 incannucciato
SIL1	31,1	69,4	49,0	46,9	46,7
SIL2	17,1	17,0	19,8	30,6	31,4
ROC	6,7	6,8	6,2	6,1	9,5
CRB	45,1	6,8	25,0	16,4	12,4

Tabella 2. Costa Sant'Andrea, Calvatone (CR). Analisi semi-quantitativa dei componenti (modificato da Patauner 2015/16).

di costituenti non carbonatici (SIL1, SIL2 e ROC), la cui quantità complessiva oscilla tra 84-88%. Differente è il caso del battuto, dove è presente una maggiore quantità relativa di componenti carbonatici (25%), verosimilmente aggiunti volontariamente, come già ipotizzato dall'osservazione descrittiva della sezione sottile CLV-1.

5. Considerazioni conclusive

Lo studio micromorfologico delle sezioni sottili ottenute dai campioni raccolti a *Bedriacum* negli anni 1995 e 1996 ha permesso di chiarire alcuni aspetti relativi alla natura del substrato geologico di età quaternaria affiorante in loco e a questioni di natura più squisitamente archeologica. Per quanto concerne il substrato preromano di Costa S. Andrea, rappresentato dalla successione sabbiosa sulla quale è evoluto il suolo bruno, l'indagine micromorfologica ha consentito di approfondire alcuni aspetti già noti dal lavoro di terreno e, soprattutto, di definire un quadro di riferimento per la composizione minero-petrografica di questi materiali e chiarire le sorgenti della materia prima utilizzata per i manufatti e le strutture archeologiche. Le sabbie del substrato pleistocenico risultano composte da un'associazione minero-petrografica poligenica, che comprende costituenti di provenienza alpina e pre-alpina contraddistinti da una bassa maturità mineralogica, come evidente dai campioni CLV-5 e CLV-6. Diversa è, invece, la composizione del materiale costituente il suolo sviluppato su queste sabbie in epoca olocenica. L'analisi microscopica conferma infatti la diagnosi di terreno per quanto concerne il profilo pedogenetico: si tratta di un suolo sottoposto a processi di lisciviazione dei carbonati e a brunificazione, processi a cui si sono associati, in tempi più recenti, una significativa bioturbazione e l'azione antropica. Quest'ultima risulta essere già attiva in epoca preromana, anche se solo a partire dall'impianto del *vicus* si registra un impatto antropico consistente.

Tutti i materiali archeologici campionati si compongono di una rilevante frazione di materia prima di provenienza locale, estratta dal substrato sabbioso o dal suolo brunificato sviluppato su di esso. Non si può escludere, chiaramente, che alcuni materiali provengano dalle sabbie della valle alluvionale attuale del fiume Oglio (che vanno comunque considerate materiali locali). Gli apporti esotici registrati riguardano principalmente l'introduzione, in alcuni casi, di una frazione carbonatica composta da frammenti calcarei generalmente ben selezionati, derivanti verosimilmente dalla macinatura di rocce a chimismo carbonatico (come osservato, ad esempio, nel piano di calpestio della sezione sottile CLV-1). È chiaro che per questo materiale si deve ipotizzare l'importazione da cave prealpine o appenniniche, non essendo lo stesso disponibile in loco.

Entrando nel dettaglio, è stato analizzato un piano di calpestio strutturato (US 810) che ha rivelato la presenza di una classica sequenza strutturale e di microfacies già nota nella letteratura scientifica. Il battuto risulta prodotto con accuratezza, con un'attenta selezione della materia prima e una procedura di messa in posto complessa. Le caratteristiche strutturali permettono di chiarire che questa superficie è stata utilizzata come piano di calpestio, suggerendo inoltre che la stessa fosse stata sottoposta a una pulizia più o meno periodica della superficie stessa. La buona conservazione dell'insieme, la natura dei componenti e la modestia dei processi di modificazione postdeposizionale fanno ritenere che il pavimento si trovasse in un'area interna o quantomeno coperta.

Alcune sezioni sottili sono state ottenute da campioni in materiali da costruzione in terra cruda. In riferimento alla tecnica di fabbricazione

di questi materiali, è stato osservato come essi derivino da impasti con selezione variabile; è da sottolineare come, per quanto non cotti, anche negli impasti dei mattoni crudi venisse aggiunta una frazione carbonatica e *chamotte*. Tenendo conto che sembra inutile aggiungere tali componenti in un impasto che viene semplicemente seccato al sole, si può ipotizzare che non ci fossero differenze tra gli impasti utilizzati per i laterizi veri e propri e per i mattoni crudi, se non per l'aggiunta di degrassanti vegetali. Gli impasti osservati rivelano un blando modellamento (*pugging*). Ciò fa ritenere che la fabbricazione di incannucciati o mattoni crudi rappresentasse una sorta di *expedient technology* (*sensu* Binford 1979), con un grado di specializzazione relativamente basso, o quantomeno con il ricorso a tecniche sbrigative e poco costose[7]. Differentemente, si incontrano materiali da costruzione che rivelano una tecnica raffinata e una notevole cura nella selezione dei materiali, nella tecnica di fabbricazione, nel procedimento di messa in posto, come nel caso del rivestimento analizzato in CLV-2 o dello stesso battuto di CLV-1. Più in dettaglio, per quanto concerne i rivestimenti è stata messa in luce la presenza di più livelli sovrapposti, prodotti a partire da materiali di varia origine e provenienza – sedimenti fini dal punto di vista granulometrico, con aggiunta di materiale carbonatico, forse calce, e materia organica – che presuppone una buona conoscenza della materia prima e delle tecniche di messa in opera della stessa, a prescindere dal fatto che i materiali utilizzati siano di carattere 'deperibile' o 'povero'. Si configura quindi, a *Bedriacum*, l'esistenza di un sistema tecnico diversificato in base alla funzionalità dei prodotti e alla disponibilità della materia prima.

Nota degli Autori

Questo contributo ha avuto una lunga storia, a cavallo tra due secoli, che va spiegata al fine di inserirlo nel suo contesto e di spiegare alcune sbavature presenti. Una prima bozza del manoscritto era stata redatta dal primo autore nel 1999; tra una vicissitudine e l'altra, il lavoro non vide mai la luce. Nel 2014 il progetto venne ripreso grazie al contributo della seconda autrice, all'epoca studente all'Università di Trento, che aveva partecipato alle campagne di ricerca a *Bedriacum* e ripreso il tutto integrandolo, svecchiandolo e migliorandolo, fino a farlo confluire nella propria prova finale triennale, discussa nell'anno accademico 2015/16. Nuovamente, i casi della vita hanno fatto sì che il lavoro venisse dimenticato per diversi anni. Il testo va ora alle stampe grazie alla perseveranza del prof. Lorenzo Zamboni e del dott. Enrico Croce, che ci hanno persuaso a riprenderlo in mano e ai quali siamo grati. Ci siamo limitati a una revisione generale e a un aggiornamento bibliografico sbrigativo – soprattutto per quanto concerne la metodologia e la bibliografia – senza modificare l'impianto del manoscritto originale di Diego Angelucci e dell'elaborato di laurea di Erica Patauner, nella speranza che i dati esposti possano essere utili. Alcune parti risulteranno quindi obsolete o addirittura discutibili; di questo sono esclusivamente responsabili gli autori del lavoro, senza nulla togliere alla rilevanza scientifica delle ricerche, passate e presenti, a Costa Sant'Andrea di Calvatone.

Il lavoro è dedicato alla memoria delle professoresse Gemma Sena Chiesa e Maria Teresa Grassi. Un ringraziamento va a tutti i collaboratori e le collaboratrici delle ricerche a Calvatone per la disponibilità, al dott. Sergio Chiesa, ai signori Giorgio Marchesini e Josep 'Vinyets' Zaragoza, al dott. Josep Vallverdú, alla dott.ssa Teresa Medici, al dott. Enrico Croce per la figura 1 e, non ultimi, ai due revisori per le osservazioni che hanno indubbiamente migliorato questo contributo.

Appendice. Descrizione delle sezioni sottili

Sono qui contenute le descrizioni analitiche delle sezioni sottili; per le norme descrittive e le indicazioni varie si veda il testo (NB: si tratta di descrizioni effettuate negli anni Novanta, facendo quindi riferimento alla norma di Bullock *et al.* 1985). Le abbreviazioni e i simboli utilizzati sono riportati qui di seguito.

Generali: ang. - angolare; arr. - arrotondato; ca. - circa; cd. - cosiddetto/a; criptoxx - criptocristallino; deb. - debolmente; dim. - dimensione; disc. - discontinuo; Fe - Ferro; fr/r. - frammento/i; inf. - inferiore; loc. - localmente; mat. - materiale;

7 È da sottolineare che i materiali in terra cruda analizzati possiedono una tessitura prevalentemente franco limosa o franco sabbiosa, con una componente argillosa relativamente limitata. Sembra quindi necessario abbandonare, per questo tipo di materiali, la dizione 'mattoni di argilla'.

max. - massimo; microxx - microcristallino/a; min. - minimo; mod. - moderatamente; Mn - Manganese; occ. - occasionale/i; parz. - parzialmente; prev. - prevalentemente; prob. - probabilmente; rixx - ricristallizzato/a; s/ - sub-; sup. - superiore; xx - cristalli; vs. - verosimilmente; Ø - diametro. Micromorfologici generali: birifr. - birifrangenza; b-f. - b-fabric; c/f - coarse / fine; DP - pattern di distribuzione; ext. - estinzione; OP - pattern di orientazione; RlDP - distribuzione relativa dei materiali coarse e fine; TS - sezione sottile. Per la granulometria: A - argilla; L - limo; S - sabbia; G - ghiaia; ff - molto fine; f - fine; m - media; g - grossolano; gg - molto grossolano (possono trovarsi anche associati). Per i componenti: Aug - augite; Bi - biotite; Cal - calcite; Clc - calcare; Fld - feldspati; Horn - orneblenda; Ms - muscovite; Mi - mica; Pyr - pirosseni; Qz - quarzo; Slx - selce. Per la frequenza: >> molto abbondante; > abbondante; <> comune; < scarso; << molto scarso; ++ occasionale (tracce). Per i colori: NAT - luce naturale; OIL - luce incidente obliqua; PPL - luce trasmessa piana polarizzata (a nicol paralleli); XPL - luce trasmessa a nicol incrociati.

CLV-1

Sono state definite sei unità numerate, dall'alto, da U1 a U6

U1. Strato grossolanamente tabulare, relativamente omogeneo, con blanda laminazione parallela che tende a scomparire verso il basso. Limite sup. lineare corrispondente all'interfaccia sup. dell'unità campionata e caratterizzato da una fascia spessa 20-50 µm di colore rosso intenso in PPL, OIL e XPL, con birifr. mascherata dal colore PPL; si tratta vs. di un arricchimento in ossidi di Fe amorfi. Limite inf. chiaro, sottolineato da vuoti planari paralleli al limite. Microstruttura apedale, con compattazione alta e porosità molto bassa (ca. 1-2 %). Tra i vuoti due camere di 0,7 × 0,3 mm², scarsi vuoti da compattazione di Ø ca. 100 µm e frequenti vuoti da compattazione di 10-30 µm, localizzati tra i granuli e il mat. fine micritico, organizzato in microaggregati più o meno regolari di dim. 10-30 µm. Massa basale discretamente omogenea, rapporto c/f = 85/15 (limite c/f a 5 µm), RlDP gefurica passante loc. a porfirica a spaziatura singola; b-f. cristallitica per micritizzazione. Componenti grossolani discretamente selezionati, con minerali e frr. di roccia con dim. prevalente tra 50-300 µm (Sff-f); minerali: Qz >>, sovente con ext. ondulata; Fld <, talora con debole weathering pellicolare o lineare parallelo; Mi <<, Bi e Ms; Cal <<, tra cui Cal rixx (forse per combustione); Pyr <<; opachi ++ (colore OIL rosso o nero); frr. di roccia: Clc micritico >; Clc ricristallizzato e/o marmo >; Qz polixx <, con ext. ondulata; fillade / quarzite ++; Slx ++; bioresidui: due frr. ossei, allungati e paralleli al limite inf., intensamente microfratturati, con micrite nelle fratture, blandamente combusti (colore giallo-grigiastro e aree con bassissima birifr., fino a grigio molto scuro); mancano i manufatti; un rivestimento frammentario e rimaneggiato di A limpida, arancio chiaro in PPL, di origine pedogenetica, riconoscibile ma in cattivo stato di conservazione (cd. papule). Tutti i componenti sono ang. o s/ang., fatta eccezione per i frr. di roccia carbonatica; per gli allungati o tabulari OP parallela suborizzontale deb. sviluppata; mediamente non presentano tracce di weathering, ad eccezione dei Fld. Mat. fine scarso, micritizzato (talora aree in cui si ha la tendenziale formazione di microsparite) in modo non continuativo, dotted, giallo in PPL e giallo brillante chiaro in OIL, birifr. elevata. Pedofigure: rivestimenti di micrite (talora fino a ca. 5 µm) negli scarsi vuoti e su alcuni granuli di dim. maggiore.

U2. Unità tabulare, parallela alle adiacenti, con limiti inf. e sup. chiari. Microstruttura apedale; porosità totale valutabile a poco meno del 5%, costituita da vuoti planari vagamente lenticolari e orientati suborizzontalmente e alcuni vacuoli allungati vs. non interconnessi. Massa basale: c/f = 80/20 (limite a 5µm), RlDP porfirica a spaziatura singola, b-f. cristallitica. Componenti grossolani mod. selezionati, con dim. da 30 µm a 1 mm (Lf - Sg). Netta predominanza dei frr. di Clc (ca. 70%; Clc micritico e sparitico rixx; la dominanza dei frr. di Clc è più marcata nella frazione S e meno evidente, seppur sempre maggioritaria, nella frazione L. Gli altri minerali e frr. di roccia sono analoghi a U1 (Qz, Qz polixx, Fld, scarsa Mi), ma meno abbondanti; non sono presenti bioresidui o manufatti. Mat. fine marrone scuro in PPL, scarsamente birifrangente, con puntuazioni scure, micritizzato meno intensamente che U1, ma continuativamente (non si notano i microaggregati visti in U1). La micrite è più scura e presenta comuni puntuazioni organiche. Presenti aree impregnate da mat. fine grigio brunastro molto scuro in PPL e isotropo in XPL, speckled, con discreta componente organica. Pedofigure: rivestimenti micritici analoghi a quelli di U1, solo nei vuoti e non sui granuli.

U3. Unità ad andamento tabulare con limiti

chiari; il limite inf. è ben distinto a occhio nudo (meno al microscopio) ed è sottolineato da vuoti planari lungo il limite stesso. Composizione e organizzazione del mat. analoghi a U1, eccetto per: maggiore quantità di mat. fine (c/f = 80/20); debole maggiore abbondanza di frr. di Clc; un granulo di marmo, ben arr., di taglia Sg; isoorientazione parallela delle particelle allungate; porosità analoga a U2, con vuoti leggermente più piccoli, ma un po' più abbondanti.

U4. Parte sup. del complesso naturale modificato antropicamente; possiede geometria blandamente irregolare e limite inf. graduale e irregolare. Caratteri simili alla sottostante U5, eccetto per quelli descritti nel seguito.

Microstruttura: poliedrica s/ang. molto deb. sviluppata, aggregati molto incompleti e poco distinguibili; la porosità, ca. 15%, è rappresentata da comuni canali, scarsi vuoti planari e scarsi vacuoli; i canali generalmente intersecano e tagliano i vuoti planari. Massa basale: uguale a U5. Componenti: analoghi a U5; i xx di Cal mostrano talora geminazioni polisintetiche e il Qz manifesta ext. ondulata. Il mat. fine, in XPL, è rosso scuro, indifferenziato. Pedofigure: gli iporivestimenti osservabili in U5 sono più frequenti e il secondo tipo forma anche impregnazioni irregolari nella massa basale; sono anche qui presenti escrementi.

U5. Microstruttura a canali e vacuoli, con porosità totale pari a ca. 10%, formata da predominanti canali e vacuoli. Massa basale discretamente omogenea, c/f = 80/20 (5 µm), RlDP porfirica a spaziatura singola, b-f. indifferenziata. Componenti: Qz >>, Qz polixx <, Flds <, Ms > (particolarmente abbondante nella taglia Lg e Sff), Cal <<, frr. di roccia < (micascisto, rocce ignee varie, Slx, Clc micritico microsparitico); i componenti sono scarsamente selezionati, da Lf a Sm, mediamente s/ang.; i frr. di Clc sono generalmente s/arr., mostrano bordi di reazione con il mat. fine e posseggono pellicole di weathering molto sottili con formazione di ossidi di Fe. Mat. fine speckled, bruno rossastro chiaro in PPL e nero (isotropo) in XPL. Pedofigure: iporivestimenti in alcuni canali, due tipi: 1) micrite-pseudomicrite, molto sottile, sovrapposto, dove ambo presenti, a: 2) micrite arricchita in ossidi di Fe (stesso colore della massa basale in PPL, ma rosso indifferenziato in XPL). Scarsi riempimenti sciolti disc. di origine escrementale, formati da pallottole fecali arr. con composizione analoga alla massa basale.

U6. Caratteri analoghi a U5, eccetto per quelli descritti nel seguito. Microstruttura: poliedrica s/ang. quasi completa con aggregati di dim. millimetrica; porosità ca. 10% con: 1) vuoti planari accomodati, zig-zag e curvi, di dim. media ca. 100 µm; 2) canali, con OP verticale e orizzontale. Massa basale: c/f = 80/20 (con limite a 5 µm), RlDP porfirica chiusa, b-f. indifferenziata. Componenti: analoghi a U5; mancano Cal e Clc nella massa basale indisturbata. Mat. fine: speckled, rosso brunastro in PPL e con bassa birifr. mascherata dal colore PPL. Pedofigure: occ. rivestimenti calcitici come nelle unità soprastanti; riempimenti sciolti disc. in alcuni canali.

CLV-2 e CLV-3

Le sezioni vengono trattate congiuntamente. L'incannucciato è ben riconoscibile in CLV-3, dove il rivestimento è invece molto sottile (2-3 mm); la descrizione del rivestimento deriva da CLV-2.

Incannucciato (CLV-3). Mat. con porosità elevata e bassa omogeneità per la presenza di screziature eteromorfe ed eterometriche, ossidate e ridotte. Il colore in massa è arancio passante al giallo e al rosso brunastro chiaro nelle aree screziate. Microstruttura apedale, con porosità elevata (15-20%), formata da vuoti pseudomorfi su conchiglie di dim. variabile, con larghezza da ca. 50 a 500 µm, ove la conchiglia è generalmente scomparsa, anche se talora è presente micrite nel poro; riconoscibili molluschi e gasteropodi, forse i pori più fini derivano da ostracodi. Non sembrano essere presenti vuoti pseudomorfi da paglia. Massa basale mod. omogenea, c/f = 80/20 (limite a 5 µm - poco distinguibili in XPL per via della micritizzazione), RlDP porfirica a spaziatura singola, b-f. cristallitica. Componenti: principalmente granuli della taglia da Lm a Sm (50-200 µm), con selezione mediocre; tra i frr. di Clc sono presenti rari clasti di taglia fino a 1 mm; OP e DP random. Minerali e frr. di roccia: Clc micritico > s/arr., occ. s/ang. (è l'unico che presenta una significativa variazione nella dim. rispetto agli altri materiali); Qz >, talora polixx e con ext. ondulata, s/ang. e s/arr.; Fld <>, s/arr. e s/ang., talora con weathering dotted di II-III classe (anche se il weathering è effettivamente molto variabile), frr. di rocce metamorfiche ('quarziti') << s/arr.; Slx << s/ang.; Cal << s/arr.; opachi < arr. fini (Lm-Lg); Ms << ang.; altri ++ (Bi, Horn); frr. di ceramica o di laterizi < (alcuni corrispondono alle screziature visibili a occhio nudo), ampi (nella frazione S), talora irregolari, s/ang., composti da mat. coarse discretamente selezionato (Lg * Sf)

e con composizione solita, ma solo occ. frr. carbonatici, mat. fine rosso in NAT, rosso scuro in PPL e nero amorfo in XPL; altri frr. s/arr., con limite netto rispetto alla massa basale, c/f = 60/40, taglia tra Sm e Gff, composizione discretamente selezionata (Lg * Sf) e analoga ai frr. ceramici di cui sopra, mat. fine amorfo bruno rossastro molto scuro in PPL (altri, occ., sono bruno rossastro scuro in PPL e manifestano bassissima birifr. - fino al rosso molto scuro quasi impercettibile - in XPL). Mat. fine di colore da bruno giallastro a bruno in PPL, arancio in OIL, micritizzato con pattern irregolare (micritizzazione da intensa a quasi assente loc.), speckled, con basso colore XPL mascherato dal colore PPL. Pedofigure: 1) screziature 0,5-3 mm con limite diffuso, rosse in OIL e bruno rossastre in PPL; 2) rivestimenti disc. di micrite nei vuoti, soprattutto in quelli pseudomorfi, talora in forma di riempimenti sciolti e molto disc.

Incannucciato modificato (CLV-2). In prossimità del rivestimento si osservano una serie di modificazioni che in CLV-2 caratterizzano una fascia di spessore ca. 1,5 cm, ben riconoscibile anche a occhio nudo, con limite inf. chiaro, ma ben distinto. Le differenze rispetto all'incannucciato descritto sopra sono le seguenti: 1. variazione colore mat. fine: tutti i colori (OIL, PPL e XPL) virano con una componente verso il rosso; 2. presenza di comuni xx di Cal con geminazione polisintetica; 3. maggiore frequenza e migliore espressione della ext. ondulata del Qz; 4. i rivestimenti micritici nei pori sono continui, talora blandamente laminati, spessi 10-20 µm; 5. distribuzione dei clasti carbonatici in clusters con DP casuale, con zone molto impoverite o prive e altre molto arricchite; 6. presenza, in alcuni vuoti e soprattutto nei punti viciniori alla superficie, di molto occ. bundles di needle fiber calcite con xx larghi pochi µm e lunghi 5-10 µm, OP casuale, spesso in associazione con i rivestimenti micritici, talora disposti a ventaglio.

Rivestimento (CLV-2). Si compone di 4 strati massivi, con sottili fessure verticali prob. derivanti dalla campionatura e vuoti planari orizzontali al contatto con il mattone; tutti i vuoti sono rivestiti da micrite.

U1. Livello sottile, disc. e scarsamente conservato, di spessore max. 0,5 mm, formato da calcite disposta in lamine; i xx variano di dim. dal basso, dove sono equigranulari xenotopici, verso l'alto, dove sono aciculari, idiotopici, con asse perpendicolare alla superficie sup; sono presenti molto occ. particelle di Qz di taglia Lg; limite inf. netto, quasi regolare.

U2. Livello irregolare, ondulato, di spessore 0,1-0,2 mm; si compone di A, con occ. grani di Qz e Clc di ca. 50 µm, arr., minutissimi cell fragments allungati e con OP suborizzontale, riconoscibili a 50x; colore da giallo a arancio giallastro in OIL, bruno grigiastro in PPL, grigio molto scuro e indifferenziato in XPL; deb. micritizzato, con micritizzazione a chiazza, invadente da U3; porosità praticamente nulla; blanda isoorientazione generale (forse un residuo di laminazione poco conservata) riconoscibile in PPL (non in XPL per la micritizzazione); limite inf. netto, quasi regolare, loc. sottolineato da una linea più densa e con composizione analoga a U2.

U3. Livello ondulato, un poco più regolare di U2, di spessore fino a 0,3 mm; caratteri come U2, ma i cell fragments hanno OP casuale; colore grigio chiaro in PPL, bruno molto scuro in XPL, giallo pallido in OIL; intensamente micritizzato; limite inf. netto, quasi regolare, con stretti vuoti planari orizzontali.

U4. Quasi regolare al tetto, ondulato alla base, spesso fino a 1,5 mm; A con occ. granuli arr. di Qz e di Clc di taglia intorno a 50 µm; colori da bruno a bruno giallastro con screziature rosse finissime (10µm) in PPL e giallo in OIL; intensamente micritizzato, b-f. cristallitica; limite inf. sottolineato da vuoti; l'unità regolarizza la superficie del mattone.

CLV-4

Microstruttura apedale, con porosità totale ca. 12% formata da vacuoli e vescicole, molti dei quali pseudomorfi da residui vegetali e, prob., anche da frr. di conchiglie. I vuoti pseudomorfi hanno larghezza fino a 0,5 mm, andamento subcircolare o allungato con abito regolare, più o meno riconoscibile (spesso gli allungati hanno forma concavo-convessa o ad "U"), con OP random; non si vedono fitoliti.

Massa basale mod. omogenea, c/f = 80/20 (limite a 5 µm), RlDP porfirica chiusa.

Componenti: dim. tra 5 e 800 µm, con moderata predominanza della taglia 100-400 µm e selezione discreta, DP e OP casuale; forma e dimensioni variano concordemente alla litologia (es. i frr. di Clc sono in genere s/arr., mentre il Qz è generalmente s/ang.); minerali e frr. di roccia: Clc ca. 45% (pred. micrite, anche sparite); Qz ca. 35%; frr. di rocce ignee e metamorfiche 5%; Cal 5%; altri minerali 5% (Horn, Fld, Pyr, Mi); Slx 5%; opachi 5%; occ. papules di A limpida arancio in PPL e rossa in XPL, laminata; frr. di ceramica,

ca. 10%, dim. tra 0,4 e 3 mm, arr. e ben arr., [caratteri medi della ceramica: c/f = 60/40 (limite a 5 µm), RlDP porfirica con spaziatura doppia, loc. aperta; tra i componenti predominante Qz (20-50µm), frr. di rocce ignee e metamorfiche e Slx (150-300 µm); i frr. di Clc sono assenti in molti di questi frr. ceramici, ma non in tutti (in alcuni sono scarsi, ma presenti); il mat. fine è A rossa, limpida, isotropa per ossidi di Fe, arancio intenso in OIL. Pedofigure: occ. riempimenti disc. di A impura bruno grigiastro in PPL e con bassa birifr. in XPL, in alcuni vuoti.

CLV-5

Deposito a tessitura prev. sabbiosa, poco interessato dalla pedogenesi, che si esprime nella bioturbazione e nell'arricchimento in carbonati, distinguibile già a occhio nudo per le screziature millimetriche a contorno irregolare e limite diffuso. Il colore in massa (NAT) passa dal grigio giallastro chiaro al giallo grigiastro.
Microstruttura del tipo channel structure a basso ingrandimento, pellicular grain structure passante loc. a bridged grain structure a ingrandimento maggiore; le particelle sabbiose non formano veri e propri aggregati pedogenetici, ma sono rivestite o interconnesse dallo scarso mat. fine. Tra i vuoti: canali di larghezza nell'ordine delle centinaia di µm, vacuoli irregolari e sovente interconnessi nell'ordine delle poche centinaia di µm, frequenti vuoti da compattazione di piccole dimensioni (decine di µm). Massa basale discretamente selezionata, con maggioranza dei granuli nella taglia della Sf-m e Lg (30-70 µm come taglia prevalente), in media s/arr. (ad eccezione della Mi, s/ang.); rapporto c/f variabile loc. da 70/30 a 90/10 (limite a 2-3 µm); RlDP da gefurica a chitonica concordemente al rapporto c/f. Tra i componenti si rilevano (valutazione di abbondanza semiquantitativa e orientativa, basata sul conteggio casuale e non sistematico di ca. un centinaio di componenti trasparenti e opachi): Qz monoxx (ca. 25%); frr. di Clc micritico o microsparitico (ca. 20%); Fld, spesso con micritizzazione che può arrivare all'equivalente di un weathering pellicolare della II classe o meno intensa e dispersa su tutto il granulo (ca. 10%); Mi (ca. 10%, di cui 2/3 ca. Ms e 1/3 ca. Bi); Qz polixx (ca. 10%); Cal (ca. 5%); Cal polixx o Clc rixx (ca. 5%); Slx (ca. 5%, nel senso di Qz microxx o criptoxx); opachi (ca. 5%); frr. di rocce ignee e metamorfiche (ca. 5%, tra cui quarziti, ortogneiss, filladi e rocce granitoidi); iperstene e Horn occ.; zircone e rutilo segnalati in traccia. Ad eccezione del Fld, tutti i componenti sono sani. Il mat. fine è quasi esclusivamente micrite; la micritizzazione è continua, ma non molto intensa, e presenta aspetto sciolto, più denso nei pressi dei canali (v. pedofigure). Pedofigure: 1) occ. riempimenti sciolti disc. formati da granuli sabbiosi rivestiti da micrite, in canali; 2) occ. iporivestimenti micritici bruno-grigiastri in PPL, di spessore max. 100 µm, in vacuoli e talora in canali (cd. pseudomiceli).

CLV-6

TS mod. omogenea, con materiali di suolo diversi e aree affette da fenomeni di ossidoriduzione. Microstruttura complessa; prevalente channel structure e subordinata poliedrica s/ang., deb. sviluppata, incompleta (30-40%), poco distinguibile, con ped di 2-3 mm (intergrado con granulare); a ingrandimento maggiore la struttura è single grain structure con parziale poliedrico s/ang. Porosità totale ca. 10%, con nettissima predominanza (85% dei pori) di canali aventi larghezza omogenea (200-300 µm), moderato OP subverticale (ma non mancano canali tagliati trasversalmente) e superficie mammellonata; vuoti planari (ca. 10% dei pori), stretti (50-100 µm), disc., parz. accomodati; si incontrano loc. vuoti da compattazione semplici e composti, piccoli (mediamente tra 30-50 µm, dim. max. 100 µm), ca. 5%. Massa basale: SL (Sff), rapporto c/f = 85/15 (limite 5 µm); predominano i granuli nella taglia Lg-Sff, con selezione discreta (25-70 µm, scarsi fino a 120 µm); RlDP porfirica aperta o a spaziatura doppia, loc. chitonica. Componenti: minerali e frr. di roccia con arrotondamento concorde alle litologie (le meno resistenti tendono al s/arr.). Sono presenti (valutazione di abbondanza come in CLV-5): Qz predominante (poco meno di 50%); Qz polixx, con ext. ondulata (ca. 15%); frr. di Clc, mediamente s/arr., micritico e microsparitico (ca. 10%); Slx microxx (ca. 5-10%); Fld, talora con weathering dotted I classe, ma senza il "masking" osservato in CLV-5 (ca. 5%); frr. di rocce metamorfiche (tra cui quarziti, cloritoscisti, micascisti, gneiss - ca. 5%); altri minerali, tra cui sono stati identificati Bi, Ms, Aug, Horn; un paio di frr. di conchiglia; un manufatto (microscheggia) di selce; un fr. di rivestimento di dusty clay (cd. papule). Tra i componenti organici scarsi residui di tessuto vegetale parz. decomposto, forse cellule. Mat. fine dotted (particelle microcontrastate non distinguibili, prob. ossidi di Fe-Mn) e loc. speckled; colore da rosso brunastro a bruno giallastro e giallo brunastro in

PPL, per screziature di piccole dimensioni (ca. 10-20 µm), con limite chiaro e forma irregolare, diffuse in tutta la massa basale con DP casuale. Pedofigure: 1) porzioni di mat. di suolo differenziate dalla massa basale predominante, di colore più scuro per maggiore quantità di sostanza organica e struttura microgranulare disc., con occ. frr. di carbone e maggiore birifr. per moderata presenza di micrite nel mat. fine; 2) noduli calcitici (o riempimenti) sparitici, arr., ca. 100 µm di Ø; 3) molto occ. riempimenti sciolti continui (alcuni sciolti disc.) in canali, con composizione analoga alla massa basale; 4) molto occ. iporivestimenti (passage features) con stessa composizione della massa basale, intorno a canali, caratterizzati da maggiore compattazione; 5) molto occ. impregnazioni di ossidi di Fe-Mn, con aspetto analogo a noduli aggregati, contorno irregolare, larghezza ca. 1 mm.

CLV-8

Mat. discretamente omogeneo, fine, con inclusi frr. di roccia; risulta, a occhio nudo, leggermente decolorato (grigio giallastro chiaro in NAT); la porosità è moderata. Microstruttura apedale, definibile come channel-chamber structure; non si riconoscono ped nei vuoti planari e appare omogeneizzato (forse bioturbazione?). Porosità ca. 10-12% (senza considerare i packing voids): camere, dim. fino a 1 mm, spesso con riempimenti (ca. il 50% delle camere); vacuoli da 20 a poche centinaia di µm; vuoti da compattazione da composti a complessi, sotto i 10 µm, riconoscibili ad alto ingrandimento (costituiscono una porosità del ca. 10% rispetto ai componenti, data dall'organizzazione delle particelle coarse e del mat. fine micritizzato); probabili vuoti pseudomorfi da frr. di conchiglie. Massa basale variabile per tessitura, scarsamente selezionata; la maggior parte del mat. è LA, mod. selezionato, ma si hanno variazioni nella granulometria e nel rapporto c/f con pattern poco regolare; rapporto c/f = 45/55 (limite a 3-4 µm), b-f. cristallitica. Componenti distribuiti in tre classi dimensionali: 1) frazione maggioritaria di Lf-m, discretamente selezionato, con composizione mineralogica di difficile identificazione per la micritizzazione che sovente ricopre i clasti: Ms >, Bi >, Qz >, Fld <, Cal <, tutti in s/ang. e s/arr.; 2) frazione poco selezionata ma continua nell'intervallo dimensionale, Sff Gff: Qz >> da s/arr. a s/ang., Fld > da s/arr. a s/ang., talora con bordi deb. affetti da weathering, Cal > s/arr., Ms < e Bi << (entrambi ang.), Slx << s/ang., Qz polixx << s/arr., frr. di Clc micritico <<; 3) frr. di maggiori dim., fino a pochi mm, composta da frr. di Clc s/arr. e arr., tra cui domina una calcilutite micritica organica (grigio brunastro molto scuro in PPL, bianco grigiastro in OIL, birifr. bassissima in XPL), contenente occ. particelle limose di Mi e Qz; occ. frr. di Clc oncolitico. In questa frazione si hanno inoltre: molto occ. frr. di conchiglie, prob. ostracodi (spessore ca. 10 µm); un fr. di fossile (ca. 100 µm) proveniente da Clc (forse un fr. di crinoide o echinoderma); alcuni frr. di mat. di suolo o assimilabile (v. pedorelitti). Il mat. fine è micritizzato e si organizza in microaggregati di Ø inf. ai 10 µm. Pedofigure: 1) comuni riempimenti nelle camere, prev. sciolti continui (ca. il 30% delle camere), non mancano densi completi e sciolti disc. (entrambi ca. il 10% delle camere); 2) occ. iporivestimenti micritici con spessore fino a 100 µm, arricchiti forse di sostanza organica (colore PPL grigio scuro), quasi indistinguibili in XPL (ca. pseudomiceli); 3) un grosso fr. arr. formato da xx di sparite: componente (frr. di Clc rixx o di marmo) o pedofigura (riempimento di sparite biologica)?; 4) aree di difficile definizione, classificabili come intercalazioni fortemente arricchite di mat. coarse e impoverite di fine, con ridistribuzione di alcuni elementi (c/f/vuoti = 50/40/10) e mat. fine micritico; si dispongono, seppur in modo poco chiaro, intorno ai vuoti, a formare iporivestimenti o rivestimenti (in quest'ultimo caso intorno a vacuoli ben arr. e con spessori variabili tra 20-100 µm, ma anche intorno ad alcuni componenti minerali di dim. maggiore), anche come quasi-rivestimenti o intercalazioni con andamento bow-like in prossimità di camere, con DP preferenziale sotto il poro. Pedorelitti: 1) scarsi frr. di pochi mm, arr. e s/arr.m con componenti grossolani analoghi alla massa basale e mat. fine diverso, A bruno rossastra in PPL e con alta birifr.. in XPL o nero isotropo; rapporto c/f = 30/70, la b-f. a mosaico o poco distinta striale bow-like; 2) occ. frr. arr. di pochi mm, composti da L con composizione come la massa basale e mat. fine fortemente arricchito di mat. amorfo, di colore bruno grigiastro in PPL, bruno grigiastro in XPL e rosso in NAT.

Abbreviazioni bibliografiche

Adam J.-P. 1990. *L'arte di costruire presso i romani*. Milano [trad. italiana di *La construction romaine. Matériaux et techniques*. Picard, 1984]

Angelucci D.E. 1996. Geomorfologia, stratigrafia ed evoluzione paleogeografica del territorio bedriacense. In Passi Pitcher L. (a cura di), *Bedriacum. Ricerche archeologiche a Calvatone,* 1.1. Milano, pp. 25-43.

Angelucci D.E. 1997. Calvatone-*Bedriacum* nel suo contesto territoriale: il quadro geoarcheologico. In Sena Chiesa *et al.* 1997, pp. 3-20.

Angelucci D.E. 2022. *Elementi di geoarcheologia. Minerali, sedimenti, suoli*. Roma.

Angelucci D.E. 2025. *I depositi archeologici. Una guida di campo.* Roma.

Arcelin P., Buchsenschutz O. 1985. Les données de la Protohistoire. In *Architectures de terre et de bois*. Actes du 2° Congrès Archéologique de Gaule méridionale (Lyon, 2-6 novembre 1983). *Documents d'Archéologie Française*, 2. Paris, pp. 15-28.

Bacchetta A. 2003. *Edilizia rurale romana. Materiali e tecniche costruttive nella Pianura Padana (II secolo a.C.-IV secolo d.C.)*. Firenze.

Bersezio R. *et al.* 2012. *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 098 Bergamo.* Roma.

Binford L.R. 1979. Organization and Formation Processes: Looking at Curated Technologies. *Journal of Anthropological Research*, 35, pp. 255-273.

Brewer R. 1976. *Fabric and Mineral Analysis of Soils* (2nd ed.). New York.

Brogiolo G. P., Cagnana A. (a cura di) 2012. *Archeologia dell'architettura. Metodi e interpretazioni.* Borgo San Lorenzo.

Bullock P.N., Fedoroff A., Jongerius G.J., Stoops G., Tursina T. (eds.) 1985. *Handbook for Soil Thin Section Description*. Wolverhampton.

Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R.I. 1989. *Soils and Micromorphology in Archaeology*. Cambridge.

Gé T., Courty M.-A., Matthews W., Wattez J. 1993. Sedimentary Formation Processes of Occupation Surfaces. In Goldberg P., Nash D.T., Petraglia M.D. (eds.), *Formation Processes in Archaeological Context*. *Monographies in World Archaeology*, 17. Madison, pp. 149-164.

Grassi M. T. (a cura di) 2013. *Calvatone-Bedriacum. I nuovi scavi nell'area della Domus del Labirinto (2001-2006).* Gazoldo degli Ippoliti.

Montrasio A. (a cura di) 1990. *Carta geologica della Lombardia, scala 1:250.000.* Roma.

Nicosia C., Stoops G. (eds.) 2017. *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Hoboken.

Norini G. *et al.* 2025. *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 121 Brescia*. Roma.

Patauner E. 2015/2016. *Indagini micromorfologiche su alcuni materiali costruttivi dal vicus di Bedriacum (Calvatone, CR). Composizione, struttura e provenienza delle materie prime*. Tesi di Laurea Triennale in Beni Culturali, Università degli Studi di Trento.

Predieri G., Sfrecola S. 1996. Analisi minero-petrografiche. In Passi Pitcher L. (a cura di), *Bedriacum. Ricerche archeologiche a Calvatone*. Milano, vol. 2, pp. 209-213.

Sena Chiesa G. 1995-1997. Calvatone (CR). Località Costa di S. Andrea. Vicus di età romana: area di proprietà provinciale. *Soprintendenza Archeologia della Lombardia. Notiziario 1995-1997*, pp. 138-142.

Sena Chiesa G., Masseroli S., Medici T., Volonté M. (a cura di) 1997. *Calvatone romana. Un pozzo e il suo contesto.* Quaderni di Acme, 29. Milano.

Stoops G. 2003. *Guidelines for analysis and description of soils and regolith in thin sections*. Madison.

Stoops G. 2021. *Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. Second Edition*. Hoboken.

Il volume raccoglie i risultati della più recente stagione di ricerche archeologiche dedicate al *vicus* romano di *Bedriacum* (Calvatone, Cremona) e al suo territorio. I contributi offrono una panoramica interdisciplinare dei progetti in corso promossi dall'Università degli Studi di Milano, in collaborazione con numerosi enti di ricerca e istituzioni del territorio, integrando approcci complementari, tra i quali archeologia del paesaggio, ricerche archivistiche, scavo archeologico, geoarcheologia, archeozoologia e studio della cultura materiale.

ISBN 979-12-5510-481-0 (print)
ISBN 979-12-5510-484-1 (PDF)
ISBN 979-12-5510-486-5 (EPUB)
DOI 10.54103/cisalpinestudies.403