



# Paesaggio naturale ed antropico nell'area costiera della Toscana meridionale (Val di Cornia): sistemi di fonti, strumenti e metodi di studio per una nuova lettura storico-archeologica dell'ambiente e delle sue trasformazioni

Luisa Dallai\*, Mauro Paolo Buonincontri\*, Giulio Poggi\*\*, Vanessa Volpi\*

\*Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali

\*\*Center for Cultural Heritage Technology, Istituto Italiano di Tecnologia, Venezia

ricevuto il 10/1/24; ricevuto in forma rivista il 22/2/24; accettato il 3/3/24; disponibile online il 17/9/24

## ABSTRACT

*The coastal area of the Val di Cornia (southern Tuscany, Italy) has been for many years the focus of historical-archaeological studies that have reconstructed its settlement patterns through the centuries. Thanks to a strongly multidisciplinary research approach, supported by the ERC project nEU-Med (<https://www.neu-med.unisi.it>), new investigations enabled to connect the historical settlement patterns with a more defined environmental context, characterised by a great variety of ecosystems and a considerable wealth of available assets, above all fish farming and salt production. The presence of vast lagoons and a highly widespread river system certainly constituted an attractive element for human settlement. To reconstruct the diachronic evolution of the context, the research project developed new operative protocols and promoted the use of integrated survey methodologies, combining archaeology, geology, geochemistry, archaeobotany, and geophysics, together with the archaeological excavation of a medieval salt work. Remote sensing instruments were also widely used (high resolution LiDAR and photogrammetry), as well as geoarchaeological analyses. Through the combination of different source, "multi-scalar" approach, archaeological excavations and historical-documentary analyses, the research has collected a considerable amount of new data that contributed to unfold the evolution of the coastal plain landscape, defining the extent of the wetlands, the main features of the forest landscape, for a better understanding of settlement dynamics and economic productions.*

Keywords: landscape archaeology, geochemistry, geoarchaeology, archaeobotany, salt

## L'area della ricerca: dati progressi e nuove domande

Dedichiamo questo contributo ad illustrare alcuni dei risultati acquisiti dalle più recenti indagini multidisciplinari condotte in bassa Val di Cornia (Toscana centro meridionale). Sin dalla metà degli anni Ottanta del Novecento, l'Università di Siena ha qui sviluppato articolati progetti di ricerca archeologica che hanno approfondito, fra gli altri temi, quello della relazione fra assetti insediativi e valorizzazione di specifiche risorse ambientali, in specifico minerarie<sup>1</sup>. Tra il 2015 e il 2020 la Val di Cornia, assieme alla vicina Val di Pecora ed ai rilievi dell'immediato entroterra, è diventata il contesto privilegiato di analisi per una nuova stagione di indagine promossa dal progetto ERC nEU-Med<sup>2</sup>. Facendo leva su un record archeologico molto consistente, frutto di anni di indagi-

ni, e sull'integrazione di nuove metodologie ed analisi, il progetto ha individuato in questo ampio contesto un caso di studio esemplare, sul quale indagare i presupposti di ordine economico che resero possibile la crescita registrata in ambito mediterraneo tra il IX e il XII sec. d.C.<sup>3</sup> (fig. 1).

Il territorio offre in effetti caratteristiche particolarmente favorevoli a tale scopo, in primo luogo per la varietà dei paesaggi storici e delle risorse presenti; fino all'Ottocento essi includevano vaste aree lagunari posizionate a ridosso della linea di costa, dove veniva praticata la piscicoltura e la coltivazione del sale. Sui suoli asciutti dall'epoca ellenistica è ampiamente attestata la coltivazione di cereali e la produzione vinaria, oltre alla pastorizia. Sui rilievi dell'immediato entroterra, ricchi di solfuri misti, ossidi e idrossidi feriferi e alunite, sono documentate sin da epoca protostorica attività estrattive dirette

<sup>1</sup> Bianchi, Dallai 2019.

<sup>2</sup> <https://neu-med.unisi.it>.

<sup>3</sup> Bianchi, Hodges 2018.

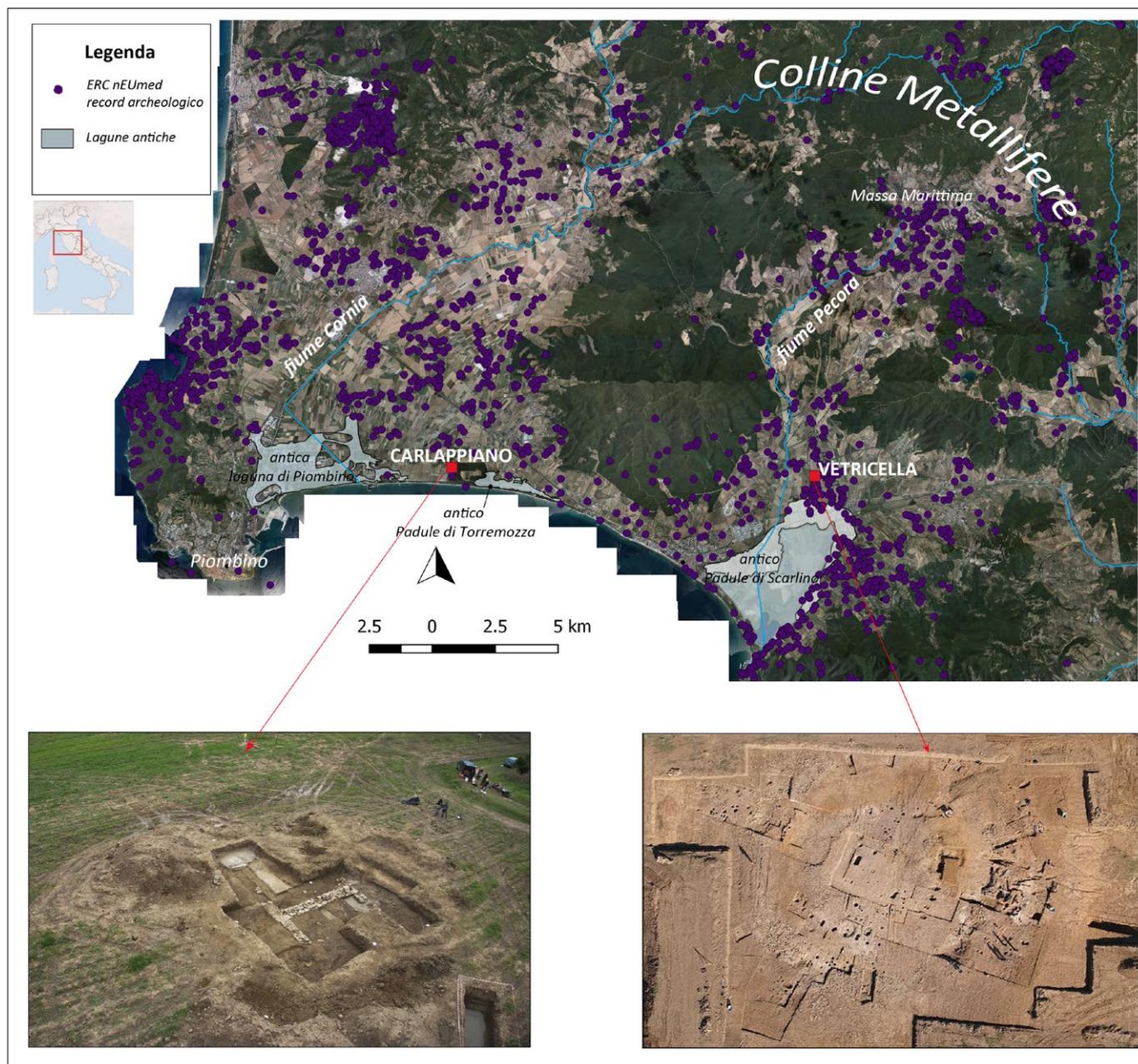


Fig. 1 - Colline Metallifere (Toscana meridionale). Area di studio del progetto ERC nEU-Med e dettaglio dei siti di Carlappiano (Val di Cornia) e Vetricella (Val di Pecora).

principalmente alla coltivazione del rame, del ferro e del piombo-argento<sup>4</sup>.

Il quadro del popolamento ricostruito dai *survey* archeologici condotti a più riprese ha fornito la base di partenza per un rinnovato approccio di studio, che si è prefisso di analizzare l'evoluzione della maglia insediativa all'interno di una cornice ambientale maggiormente dettagliata<sup>5</sup>. A grande scala, la ricostruzione paleoambientale è stata sostenuta da analisi da telerilevamento e di campagna, e da 12 carotaggi profondi (8 per la Val di Cornia e 4 per la Val di Pecora) che hanno fornito importanti dati sedimentologici, geochimici e paleobotanici, cro-

nologicamente ben incardinati da 29 datazioni assolute <sup>14</sup>C. Lo scavo di due siti chiave, Carlappiano in Val di Cornia e Vetricella in Val di Pecora, ha consentito di approfondire aspetti chiave dell'economia del territorio, legati principalmente alla produzione ed al commercio di materie prime essenziali e distintive delle due vallate, rispettivamente sale e ferro, ed allo sfruttamento di un'estesa copertura forestale<sup>6</sup>. Più di 12.000 analisi geochimiche (pXRF), effettuate direttamente *on-site*, hanno affiancato i *survey* archeologici, ed hanno prodotto una mappatura dettagliata del suolo che ha intrecciato ricostruzione ambientale ed impatto antropico<sup>7</sup>. Una parti-

<sup>4</sup> Bianchi *et al.* 2021; Dallai, Marasco 2023.

<sup>5</sup> Fedeli 1983; Botarelli 2004; Giroladini 2010; Dallai 2016.

<sup>6</sup> Dallai *et al.* 2018; Bianchi, Hodges 2020.

<sup>7</sup> Dallai, Volpi 2019.

colare attenzione è stata dedicata alla ricostruzione dei caratteri delle lagune antiche ed alla loro variazione nel corso del tempo<sup>8</sup>.

In questo contributo toccheremo alcuni fra i numerosi temi di ricerca proposti dal progetto; grazie all'analisi dei *proxy* paleoambientali<sup>9</sup>, del record archeologico<sup>10</sup> e dei dati di scavo<sup>11</sup>, esploreremo il tema della relazione fra uomo e ambiente, con particolare riferimento alla valorizzazione delle risorse tipiche delle aree umide, la pesca e la coltivazione del sale, tema al quale è stato dedicato uno dei due approfondimenti di scavo previsti da *nEU-med*. Attraverso la comparazione fra dati geochimici, analisi geomorfologica condotta su dati telerilevati e pattern insediativo, descriveremo le caratteristiche ambientali della bassa pianura (ad esempio la formazione ed i mutamenti delle aree lagunari interne e del reticolo idrografico; la relazione fra le forme morfologiche e gli insediamenti), seguendone i principali cambiamenti nel lungo periodo e valutando come essi siano riflessi nel record archeologico. Attraverso l'intreccio fra dati insediativi e paleoambientali saranno inoltre sottolineate le profonde modificazioni indotte dall'uomo e dalle sue attività produttive sull'ambiente, in particolare in relazione alla copertura boschiva. Il quadro offerto, seppure in sintesi, mostrerà la complessità e ricchezza del paesaggio storico della bassa Val di Cornia, per la prima volta analizzato in una reale ottica multidisciplinare

(L.D.)

### Le lagune della bassa Val di Cornia: *proxy* geochimici per nuovi quadri ambientali

Nello studio della relazione tra l'uomo e l'ambiente le tecniche analitiche di tipo chimico-fisico risultano particolarmente efficaci per la ricostruzione delle trasformazioni dei paesaggi storici. Fra i *proxy* utilizzabili a tal fine, i rapporti Ferro/Calcio (Fe/Ca) e Zirconio/Titanio (Zr/Ti), ad esempio, segnalano la presenza di input detritici provenienti dall'entroterra, mentre il *proxy* Zirconio/Rubidio (Zr/Rb) è un indicatore della granulometria dei sedimenti<sup>12</sup>. Il valore del Carbonio organico (TOC) ed i rapporti Calcio/Titanio (Ca/Ti), Stronzio/Titanio (Sr/Ti) e Rubidio/Stronzio (Rb/Sr) sono utili per analizzare la presenza di materia organica e le tendenze di produttività primaria<sup>13</sup>; i *proxy* Manganese/Ferro (Mn/Fe) e Ferro/Titanio (Fe/Ti) segnalano l'oscillazione del livello delle acque, un aspetto significativo nell'analisi di aree di pia-

nura soggette a ristagni<sup>14</sup>. La conducibilità elettrica (EC) fornisce infine indicazioni sulla salinità delle acque<sup>15</sup>, dato particolarmente utile nello studio di contesti marino-marginali, come la bassa Val di Cornia, dove sono presenti aree umide con apporti di acque sia dolci che salate.

Le principali forme geomorfologiche del contesto di studio (ad esempio cordoni dunali, ambienti lagunari e aree influenzate dalle dinamiche fluviali) sono state individuate e caratterizzate attraverso la combinazione di analisi sedimentologiche e geochimiche effettuate su alcuni dei carotaggi profondi (in particolare i carotaggi C3, C5 e C7) (fig. 2, fig. 3)<sup>16</sup>. In relazione allo studio degli ambienti umidi e della loro evoluzione nel tempo, i dati evidenziano la presenza di una laguna antica, documentata tra il 13500 a.C. e il 6000 a.C., caratterizzata in una prima fase (13500 a.C. - 9000 a.C.) da acque dolci (valori di EC inferiori a 2 dS/m), profonde (valori bassi e stabili del *proxy* Mn/Fe) e da stabili condizioni di bassa energia (valori del *proxy* Zr/Rb compatibili con sedimenti fini) (fig. 3c, A1). L'apporto detritico proviene in questa fase principalmente dai fiumi dell'entroterra; a livello sedimentologico il contesto è caratterizzato da argille massive o debolmente laminate, con sottili livelli sabbiosi o siltosi<sup>17</sup>.

Anche la laguna del periodo successivo (9000 a.C. - 6000 a.C.) ha bassa energia, ma l'influsso marino si fa più marcato (fig. 3a,b,c, A2), come segnalato dalla variazione dei valori medi di EC, che diventano caratteristici delle acque salmastre (circa 4 dS/m)<sup>18</sup>. L'apporto detritico proveniente dal mare è testimoniato dalla presenza di abbondante malacofauna salmastra e frammenti di gusci marini nei sedimenti<sup>19</sup>.

Un netto cambiamento, legato ad una fase climatica più arida, è segnalato da tutti i carotaggi per il periodo compreso tra il IV e il III millennio a.C. (fig. 3a,b,c, A3); i carotaggi C5 e C7 in particolare evidenziano la completa emersione delle rispettive aree<sup>20</sup>, testimoniando la riduzione dell'estensione degli ambienti lagunari (andamento crescente dei *proxies* Mn/Fe e Ca/Ti). Dal IV millennio a.C., tutto il contesto orientale della pianura, ed in particolare il cordone dunale su cui si imposta il sito di Carlappiano<sup>21</sup> risulta sostanzialmente stabile, ed i principali caratteri geomorfologici non sembrano subire cambiamenti significativi.

Nella porzione occidentale, dalla fine del III millennio i carotaggi C3 e C7 indicano di nuovo l'esistenza di una

<sup>8</sup> Isola 2009; Giroladini 2012.

<sup>9</sup> Cfr. *infra* V.V. e M.P.B.

<sup>10</sup> Cfr. *infra* G.P.

<sup>11</sup> Cfr. *infra* L.D.

<sup>12</sup> Kabata-Pendias, Pendias 2001.

<sup>13</sup> Avramidis *et al.* 2015.

<sup>14</sup> Moreno *et al.* 2007.

<sup>15</sup> Di Sipio *et al.* 2007.

<sup>16</sup> Pieruccini, Susini 2020; Pieruccini *et al.* 2023.

<sup>17</sup> Pieruccini, Susini 2020.

<sup>18</sup> Di Sipio *et al.* 2007.

<sup>19</sup> Pieruccini, Susini 2020.

<sup>20</sup> Pieruccini, Susini 2020.

<sup>21</sup> Cfr. *infra* G.P. e L.D.

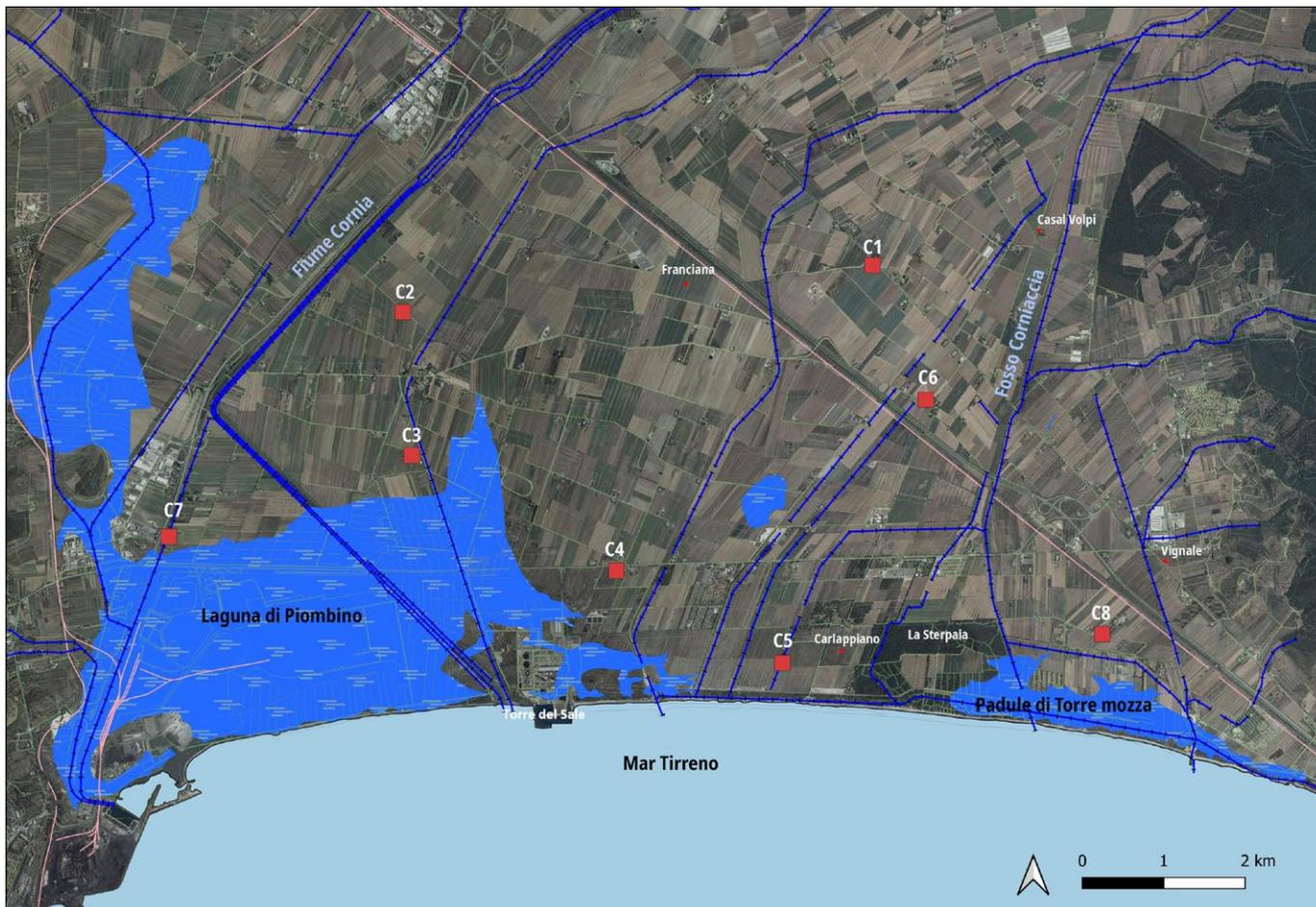


Fig. 2 - Val di Cornia. Localizzazione degli 8 carotaggi; estensione delle lagune secondo il Catasto Leopoldino (1821) [in blu]. Base cartografica: GEOScopia Regione Toscana, Ortofoto 2010, su QGIS 3.22.14-Białowieża (riel. Vanessa Volpi).

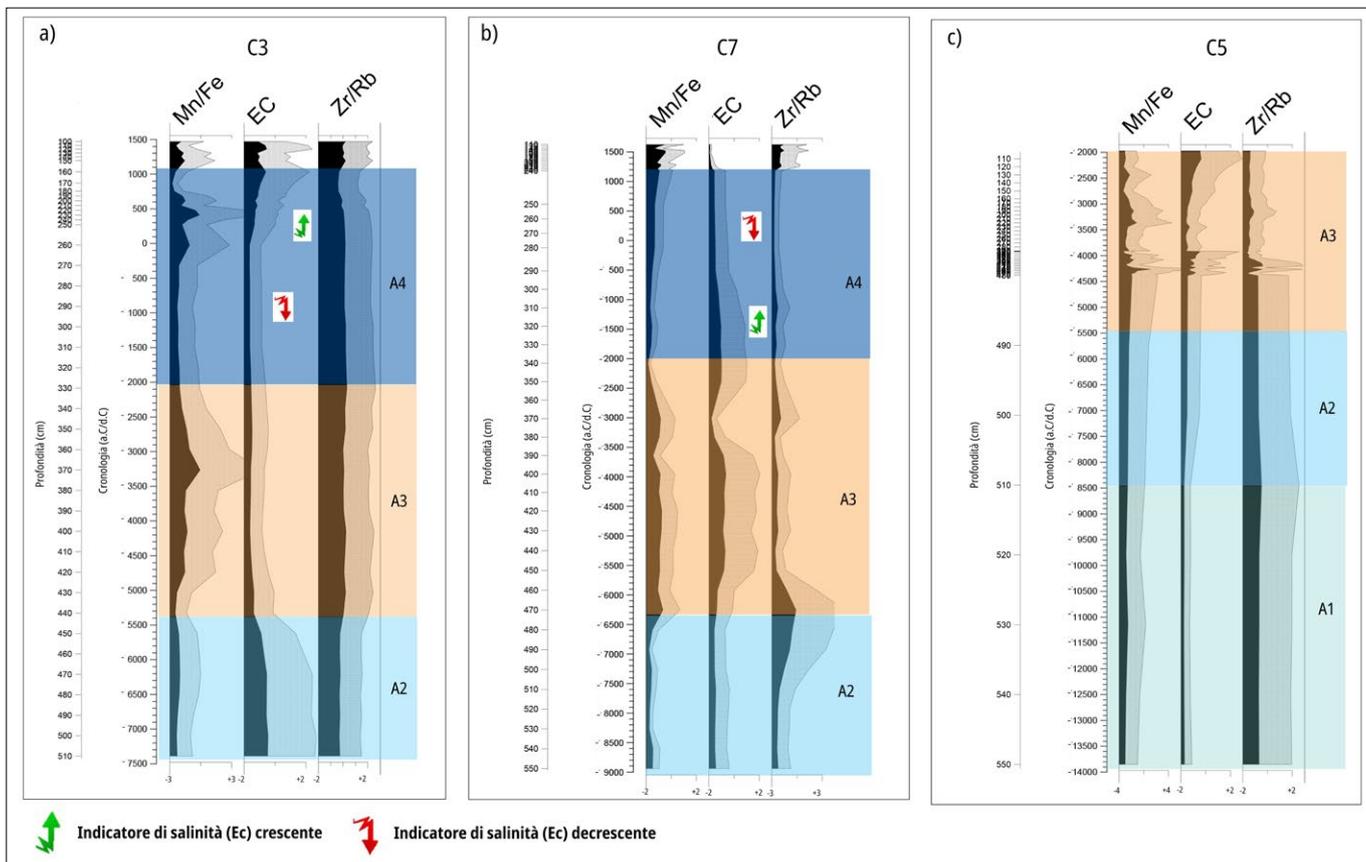


Fig. 3 - Val di Cornia. Carotaggi C7, C3, C5: proxy geochimici Ferro/Manganese (Fe/Mn), Conducibilità elettrica (EC) e Zirconio/Rubidio (Zr/Rb). Sull'asse delle y: profondità e cronologia (da Clò et al. 2023). Sull'asse delle x: valori dei proxy normalizzati. In evidenza: A1: laguna di acqua dolce; A2: laguna salmastra; A3: fase climatica arida; A4: laguna.

laguna a bassa energia (bassi valori di Zr/Rb), attestata per un lunghissimo periodo. Il carotaggio C3, in particolare, evidenzia la presenza di acque dolci, conseguenti a significativi apporti provenienti dai fiumi dell'entroterra (valori di EC inferiori a 1 dS/m), mentre il carotaggio C7 è caratterizzato da acque saline a prevalente influsso marino (valori di EC superiori a 8 dS/m).

A partire dal 200 a.C. e fino ai secoli centrali del Medioevo (XII-XIII sec.) il quadro di salinità delle acque muta però radicalmente, con aumento di salinità delle acque in C3 e diminuzione in C7 (fig. 3a,b, A4). Questa dinamica di inversione segnalata dai *proxy* geochimici potrebbe essere il riflesso di modificazioni più generali negli assetti della pianura alluvionale, relative in particolare alla migrazione del corso d'acqua principale della stessa da est ad ovest, in analogia a quanto evidenziato dalle analisi geomorfologiche<sup>22</sup>. Nel caso specifico, la migrazione avrebbe comportato una netta diminuzione dell'apporto di acque dolci nella porzione centrale della laguna, come evidenziato da C3, a favore di un loro aumento nella parte più occidentale, evidente in C7; ciò indicherebbe che, dalla fine del III millennio a.C., in quest'area il fiume scorreva già lungo la stessa direzione di drenaggio del suo corso attuale.

Nei secoli centrali del Medioevo i carotaggi attestano una contrazione degli ambienti lagunari, che lasciano il posto a *facies* di pianura alluvionale, ed i limiti della laguna risultano sostanzialmente coincidenti con quelli documentati in Età moderna, testimoniati sia dalla cartografia storica che dai *proxy* geochimici di superficie (pXRF)<sup>23</sup>.

(V.V.)

### Analisi geoarcheologica e dinamiche insediative

L'analisi geomorfologica condotta su dati da telerilevamento (LiDAR DTM e ortofoto multitemporali) e di campagna, tra i quali le indicazioni provenienti dai carotaggi sedimentologici sopra menzionati, ha permesso di ricostruire l'evoluzione del sistema fluviale e di individuare le principali forme del paesaggio della pianura. Nell'area sud-orientale, in prossimità della linea di costa, sono stati riconosciuti in particolare i cordoni dunali più interni, erosi dal drenaggio principale di un antico asse fluviale, oggi occupato dal fosso Corniaccia (fig.4); la presenza di un corso d'acqua di notevole energia, in grado di trasportare un importante carico solido<sup>24</sup>, è ben

<sup>22</sup> Cfr. *infra* M.P.B.

<sup>23</sup> Dallai, Volpi 2019.

<sup>24</sup> Pieruccini, Susini 2020.

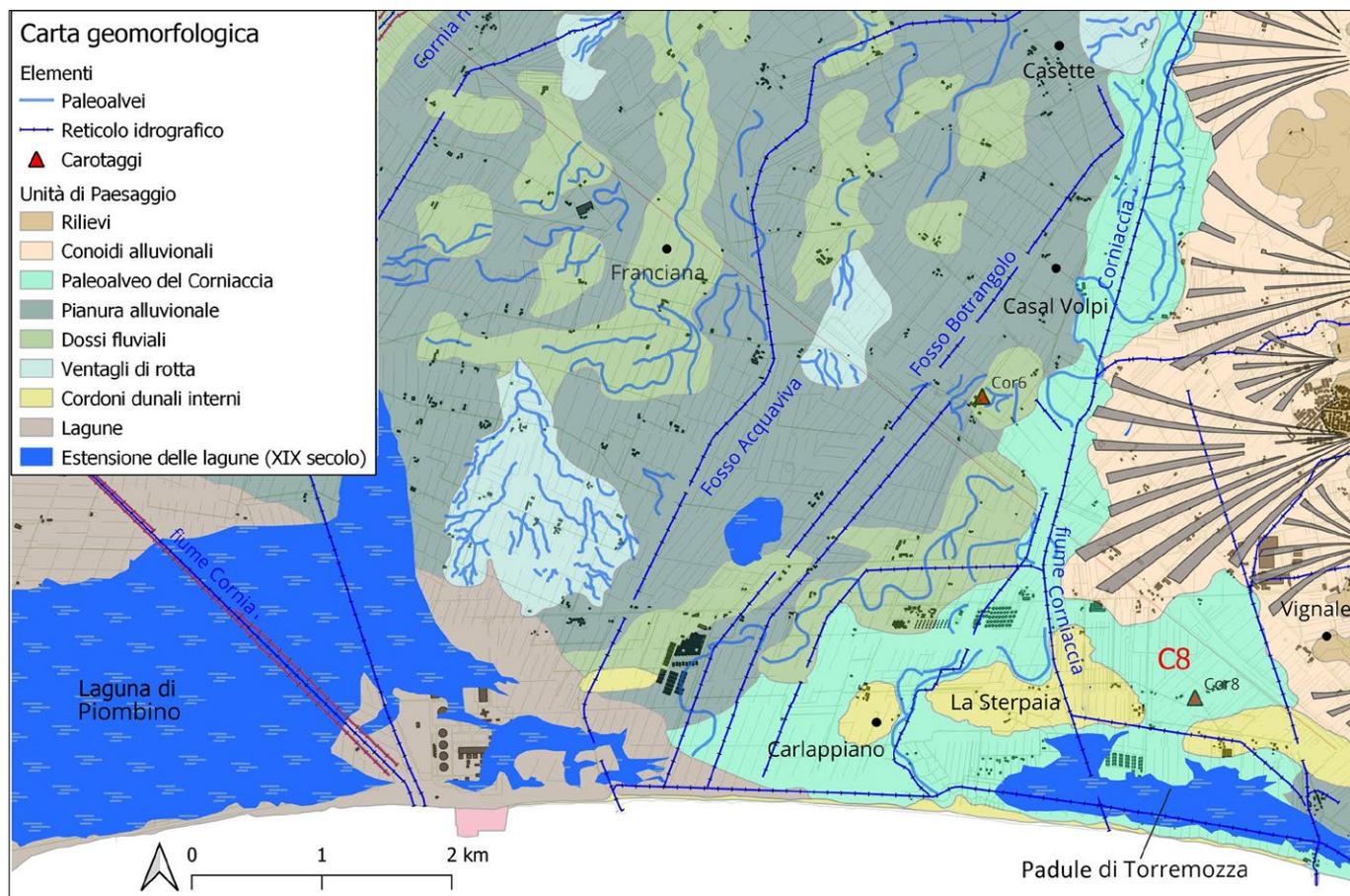


Fig. 4 - Val di Cornia. Carta geomorfologica della pianura alluvionale e costiera del fiume Cornia (riel. Giulio Poggi da Pieruccini et al. 2023).

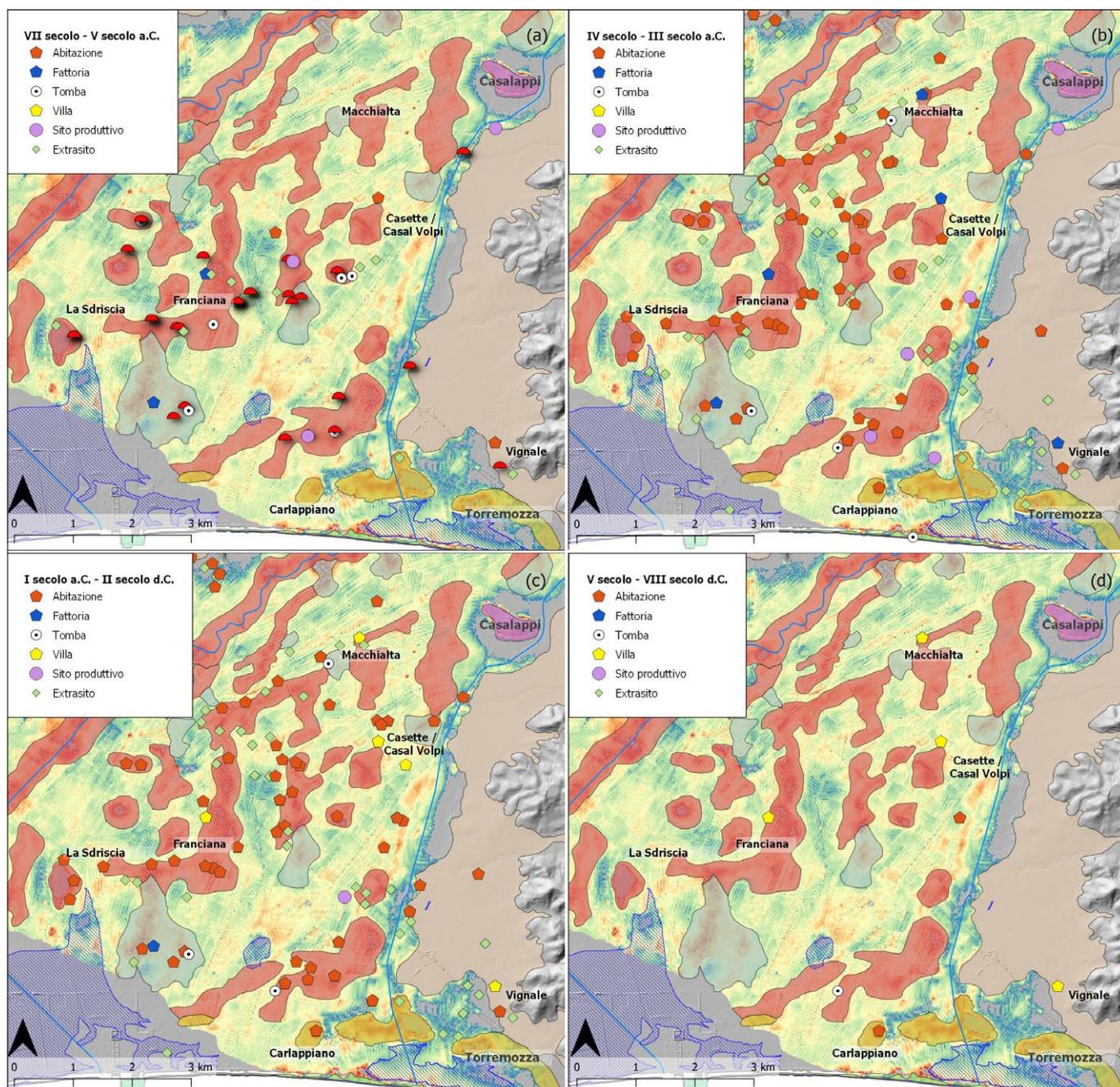


Fig. 5 - Val di Cornia. Distribuzione dell'insediamento rurale tra VII sec. a.C. e VIII sec. d.C. e caratterizzazione morfologica della pianura; in rosso le forme in rilievo dei dossi fluviali (riel. Giulio Poggi).

evidenziata dal carotaggio C8, eseguito a ridosso degli stessi. L'analisi chimica dei suoli ed il record archeologico sottolineano che questo asse fluviale era attivo alla fine del III millennio a.C., ma era già parzialmente disattivato a partire dal IV sec. a.C., quando l'archeologia registra la presenza di siti stabili in tutta la fascia della sua foce e all'interno del paleoalveo stesso<sup>25</sup>. Nella parte centrale della pianura sono state riconosciute le forme deposizionali legate al sistema fluviale, tra le quali numerosi dossi fluviali e ventagli di rotta. Esse hanno una continuità laterale compresa tra 500 m e 1000 m, sono

elevate fino a 1,2 m al di sopra del livello medio della pianura, e formano una serie di aree relativamente elevate, al riparo dal rischio idrologico<sup>26</sup>.

I nuovi caratteri ambientali così delineati sono risultati essenziali per la migliore comprensione delle dinamiche insediative e del rapporto fra le comunità, il paesaggio e le sue risorse. Il record archeologico indica che i processi deposizionali che portarono alla formazione dei dossi fluviali erano certamente già disattivati all'inizio del VII sec. a.C., come suggerito dalla localizzazione di molti insediamenti sui dossi stessi, che offrivano una

<sup>25</sup> Dallai, Volpi 2019.

<sup>26</sup> Pieruccini et al. 2023.

posizione rilevata rispetto al livello medio della pianura (fig. 5a). Tuttavia, la scelta insediativa non ha selezionato in maniera semplicistica gli alti morfologici, preferendo al loro interno le aree localizzate nella parte distale della pianura, più prossime agli ambienti lagunari. Questa scelta sottolinea il forte potere attrattivo esercitato dalle acque sulle comunità, legato certamente al loro potenziale economico; nella bassa Val di Cornia quest'ultimo era imperniato, oltre che sull'approvvigionamento di diverse risorse vegetali ed animali disponibili attorno agli stagni, sull'allevamento ittico e la produzione del sale<sup>27</sup>.

Fra IV e II sec. a.C., la maglia insediativa si espande alle aree più prossimali della pianura<sup>28</sup> (fig. 5b), con una diffusa presenza di occupazione sia su forme morfologicamente più elevate che su contesti in aree depresse; gli insediamenti occupano infatti anche gli spazi a ridosso del paleoalveo dell'odierno fosso Corniaccia, oltre alle aree interdunali e retrodunali. Questa fase storica corrisponde alla grande espansione dell'economia del ferro, registrata in tutti i contesti d'indagine tramite il rinvenimento di numerosi siti produttivi, metallurgici in particolare, i quali certamente traevano vantaggio dalla prossimità ai corsi d'acqua per l'espletamento dei diversi processi operativi. È inoltre questo il periodo in cui tutti i carotaggi evidenziano l'emersione di estese aree precedentemente umide, come risultato di una parziale contrazione degli ambienti lagunari, circostanza che determina anche una maggiore disponibilità di terreni coltivabili ed insediabili<sup>29</sup>.

Le tendenze insediative sopra descritte rimangono costanti fino alla prima Età Imperiale (I sec. a.C. - II sec. d.C.)<sup>30</sup> (fig. 5c). In questo periodo si sviluppano insediamenti di grandi dimensioni, che mostrano legami meno stringenti con gli aspetti morfologici e sembrano maggiormente condizionati dalla presenza di altre caratteristiche del paesaggio, ad esempio infrastrutturali; è il caso delle ville romane di Macchialta, Casal Volpi e Franciana. Questi insediamenti si posizionano lungo importanti assi viari, che rimarranno attivi per secoli, in alcuni casi fino ad epoca moderna (ne è un esempio la *via Pisana*) (fig. 6). La selezione di aree insediative posizionate nel settore centrale della pianura, insieme alla lunga durata delle viabilità che qui si sviluppano, indicano inoltre che questa parte del contesto dovette essere caratterizzata da una buona stabilità idrogeologica.

Durante la Tarda Antichità, anche la bassa Val di Cornia sperimenta le ben note dinamiche di contrazione dell'insediamento sparso, selezione ed accentramento dei nuclei di popolamento, dalle quali emergono pochi

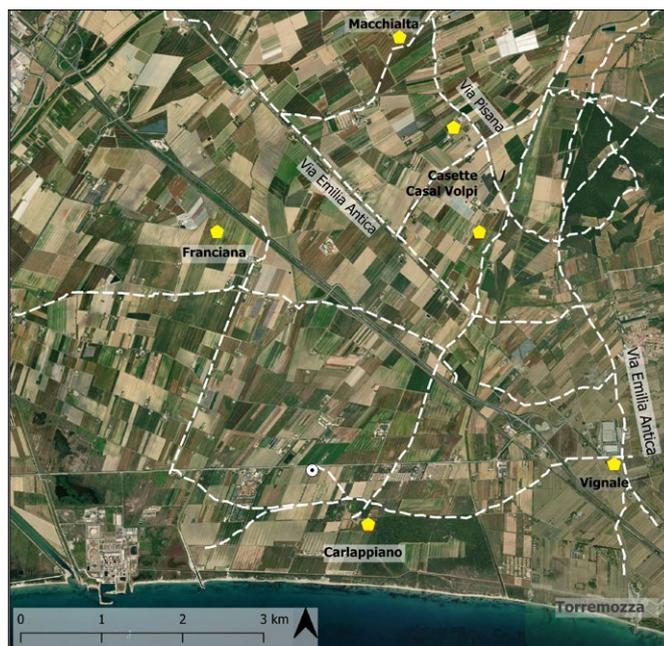


Fig. 6 - Val di Cornia. Viabilità principale da Catasto Leopoldino (1821) e posizionamento delle ville romane e dei siti produttivi (Carlappiano) citati nel testo (Base cartografica: GEOscopio Regione Toscana, base Catasto Generale della Toscana, su QGIS 3.22.14-Białowieża, riel. Giulio Poggi).

centri di organizzazione demica, posizionati lungo assi di collegamento in aree già lungamente insediate, fra gli altri: Vignale, Casal Volpi, e Franciana<sup>31</sup>. Questi saranno anche i nuovi siti sui quali si riorganizzerà il paesaggio altomedievale (fig. 5d). Sin dall'VIII sec. d.C. nella bassa Val di Cornia è inoltre attestata la presenza di un cospicuo nucleo di beni fiscali, attraverso i quali l'autorità pubblica si garantì il controllo delle importanti risorse qui presenti, in primo luogo il sale; dal IX sec. d.C. questo vasto territorio sarà parte di una grande *curtis* fiscale denominata Cornino<sup>32</sup>.

(G.P.)

### Risorse della pianura: nuovi dati sulla storia dei boschi tra archeobotanica e cartografia storica

L'indagine paleoambientale sulla composizione, l'ecologia e l'uso degli habitat forestali della Val di Cornia è stata affrontata con un duplice approccio biostratigrafico archeobotanico, analizzando contesti esterni ai siti archeologici indagati stratigraficamente (*off-site*), in quanto ritenuti importanti archivi di oscillazioni climatiche e attività antropiche proiettabili su scala da micro a supra-regionale, e record ottenuti dai siti archeologici (*on-site*), che consentono l'osservazione di cause ed effetti delle comunità locali sul soprassuolo forestale<sup>33</sup>.

<sup>27</sup> Cfr. *infra* L.D.

<sup>28</sup> Giroladini 2010.

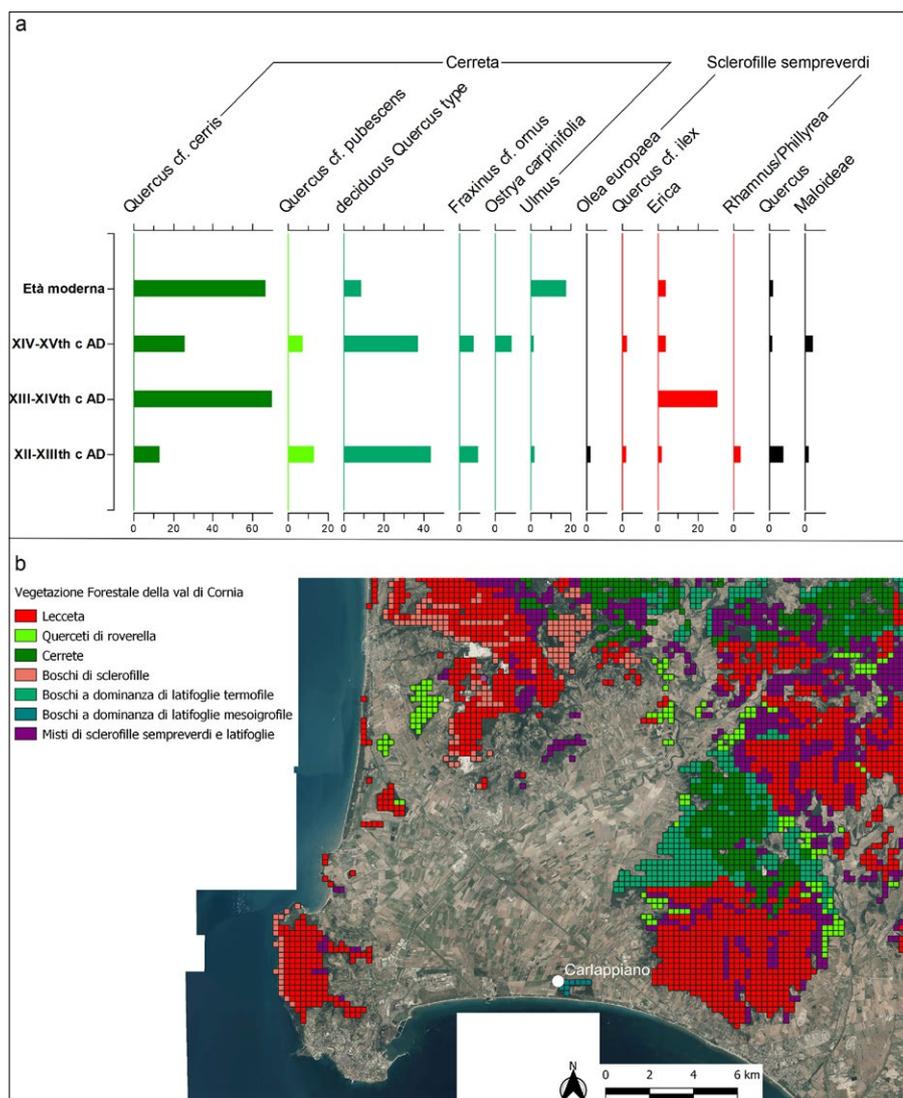
<sup>29</sup> Cfr. *supra* V.V.

<sup>30</sup> Botarelli, Cambi 2004-2005.

<sup>31</sup> Ponta 2018.

<sup>32</sup> Bianchi 2022.

<sup>33</sup> Mercuri 2014.



**Fig. 7 - Carlappiano, Val di Cornia. a: analisi antracologiche sui resti di legno carbonizzato per intervallo cronologico. Le percentuali di ciascun taxon sono calcolate sulla quantità totale di resti di carbone determinati in ciascun intervallo temporale. Le barre colorate raggruppano i taxa per habitat (riel. Mauro Buonincontri da Dallai et al. 2018). b: mappa della vegetazione forestale della Val di Cornia (GEOscopio Regione Toscana, base Ortofoto 2013 con Vegetazione Forestale, su QGIS 3.22.14-Białowieża, riel. Mauro Buonincontri).**

Per il record *on-site*, frammenti di legno carbonizzato provengono da contesti archeologici selezionati interni al sito archeologico di Carlappiano<sup>34</sup>. Nelle attività di prelievo sono state considerate esclusivamente unità stratigrafiche contenenti carboni dispersi, che sono il risultato di un accumulo temporale di differenti eventi di combustione, indipendenti dalla loro durata<sup>35</sup>. Questi assorbimenti cumulativi di legna rappresentano tutta - o quasi tutta - l'area di approvvigionamento di legna da ardere caratteristica di un periodo<sup>36</sup>. L'analisi dei campioni così individuati ha coperto l'intero arco cronologico di vita e frequentazione del sito, compresa fra XII e

XIV sec. d.C., e le sue ultime frequentazioni (XV sec. d.C.) (fig. 7a). I carotaggi C3 e C7 sono stati invece considerati *off-site* record; in questo caso, le analisi polliniche, condotte sui campioni di sedimento, hanno fornito informazioni utili sulle trasformazioni della copertura vegetale che questo tratto distale della Val di Cornia ha subito negli ultimi 7500 anni<sup>37</sup>.

Lo studio dei carboni dal sito archeologico di Carlappiano evidenzia un uso prevalente di querce caducifoglie, cerro (*Quercus cerris*) e roverella (*Q. pubescens*), oltre a latifoglie decidue termofili, quali orniello (*Fraxinus ornus*) e ostra (*Ostrya carpinifolia*)<sup>38</sup>; sono state identificate anche alcune sclerofille sempreverdi, alberi e arbusti come leccio (*Q. ilex*), erica (*Erica*) e filirea (*Rhamnus/Phillyrea*). Questi dati indicano che le comunità di Carlappiano, tra basso Medioevo ed età moderna, si rifornivano di legna da ardere in boschi misti di querce caducifoglie, specificamente cerrete, che prediligono suoli asciutti, non pesanti né soggetti a inondazioni permanenti o alluvioni stagionali (fig. 7a). Gli elementi termofili e sempreverdi sono costituiti da alberi e arbusti eliofili, frugali e pionieri, a crescita rapida, spesso associati in zone soleggiate, terreni aridi e poco profondi. Oggi questi boschi sono localizzati nelle

aree collinari orientali della Val di Cornia, sui versanti più freschi ed umidi a settentrione, i quali possono rappresentare il potenziale bacino di approvvigionamento per il sito (fig. 7b).

L'analisi pollinica indica che, a partire dal tardo Neolitico, i boschi erano più estesi di oggi e la copertura forestale era composta principalmente da querceti misti (fig. 8), e che ai cambiamenti naturali, la valle ha sempre risposto con un buon recupero delle querce caducifoglie, mentre il loro declino è stato determinato dall'azione antropica, così come suggerisce il confronto con la curva delle sclerofille sempreverdi (*Erica*)<sup>39</sup>. Un buon esempio di questa interazione uomo-ambiente è fornito dal ca-

<sup>34</sup> Cfr. *infra* L.D.

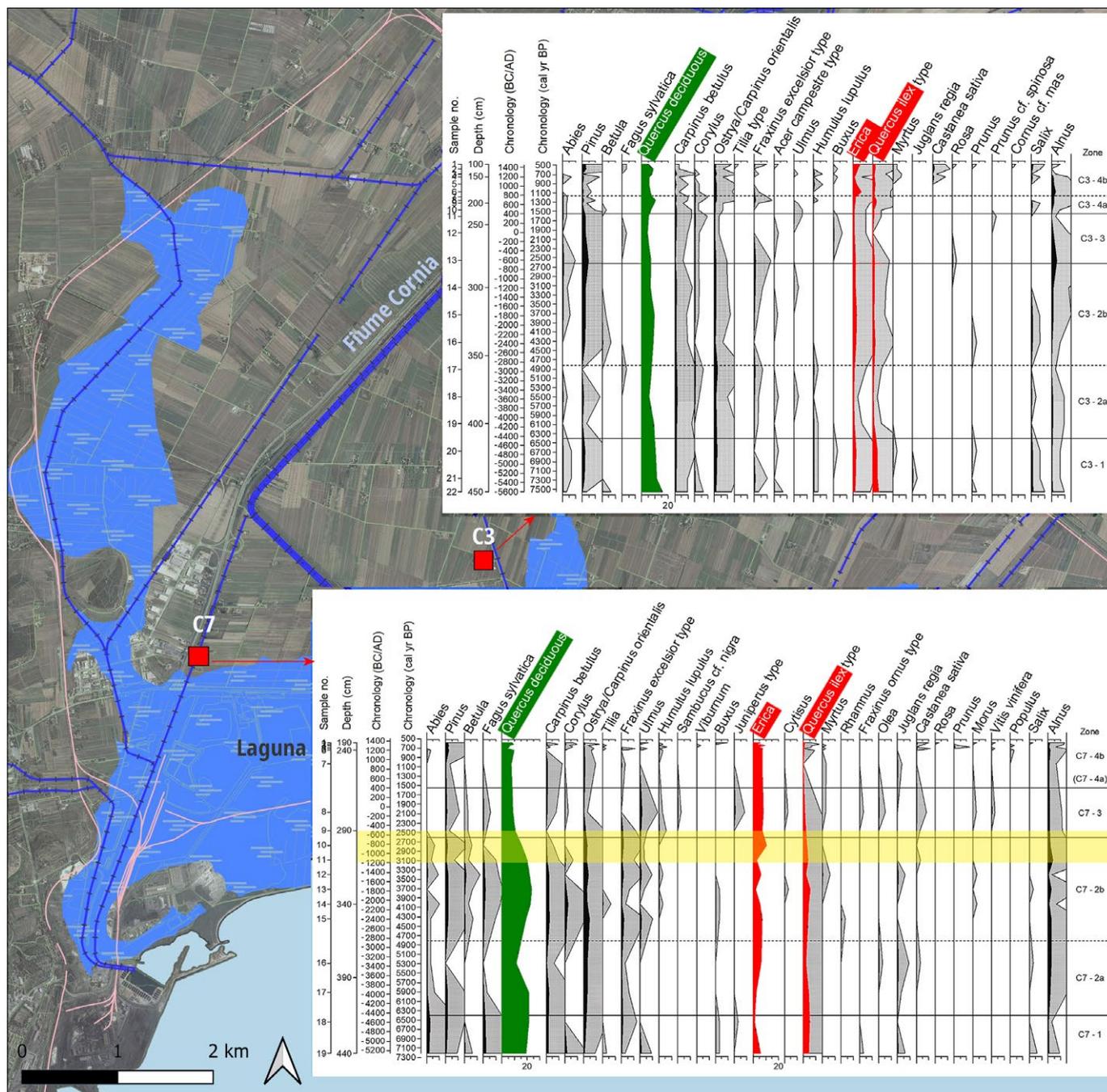
<sup>35</sup> Dallai et al. 2018.

<sup>36</sup> Chabal 1992; Chabal 1994; Chabal 1997; Asouti, Austin 2005; Kabukcu 2018.

<sup>37</sup> Clò et al. 2023.

<sup>38</sup> Dallai et al. 2018.

<sup>39</sup> Clò et al. 2023.



**Fig. 8 - Val di Cornia. Diagrammi delle percentuali polliniche in C3 e C7. In verde: colonna delle querce caducifoglie. In rosso: colonna delle sclerofille sempreverdi mediterranee. La fascia gialla evidenzia il periodo di contrazione della superficie del querceto misto (riel. Mauro Buonincontri da Clò et al. 2023).**

rotaggio C7, che riflette le dinamiche del tratto di territorio compreso tra il promontorio e la laguna. Tra XII e fine VI sec. a.C., il querceto misto presente nel contesto subisce una progressiva contrazione della propria superficie; è questa una fase in cui l'antropizzazione si fa più prossima agli ambienti lagunari, e più pressante nell'uso di risorse del suolo a supporto delle attività economiche (fig. 8). Da allora e fino almeno al XII sec. d.C., l'aumento di habitat aperti, aree leggermente boscate e macchia mediterranea caratterizzerà stabilmente il paesaggio di questa porzione della valle.

Come hanno suggerito dati archeobotanici collegati

alle evidenze archeologiche, l'uso delle risorse arboree è tuttavia limitato alle aree di influenza insediativa<sup>40</sup>; nel complesso, infatti, i dati palinologici da C3 e C7 evidenziano che le querce caducifoglie hanno caratterizzato la copertura forestale della Val di Cornia fino a tutto il Medioevo.

L'analisi morfometrica ha individuato nella pianura fluviale sia i paleocanali e le anomalie relative alla rete paleo-idraulica, sia le superfici in rilievo, più asciutte e

<sup>40</sup> Sadori et al. 2010; Di Pasquale et al. 2014; Buonincontri, Di Pasquale 2015.

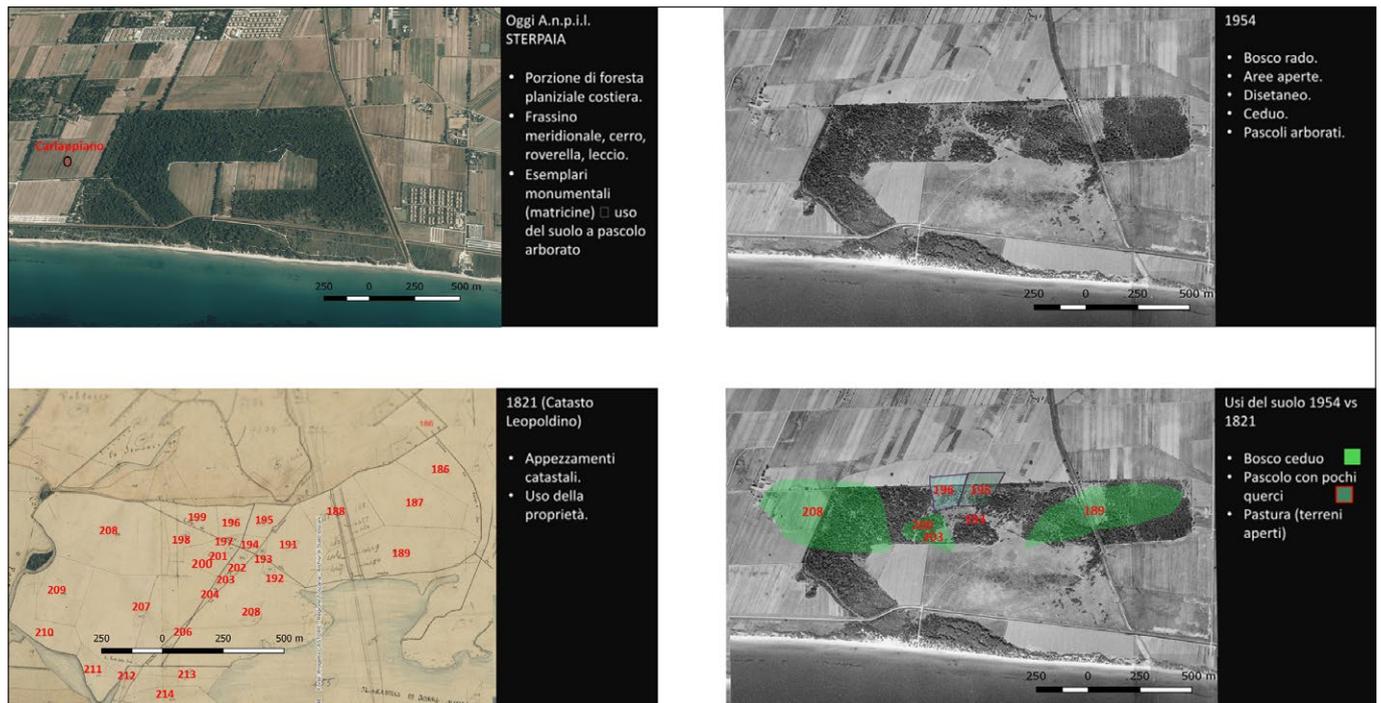


Fig.9 - Carlappiano, Val di Cornia. Sequenza cronologica dell'uso storico del suolo nell'ANPIL "Sterpaia": volo 2013, volo 1954 e Catasto Leopoldino 1821 (da GEOScopio Regione Toscana, base Ortofoto 2013, base Ortofoto 1954, Catasto Generale della Toscana, su QGIS 3.22.14-Białowieża, riel. Mauro Buonincontri).

meno soggette ad allagamenti stagionali conseguenti ad esondazioni fluviali; i terreni asciutti, attrattivi per l'insediamento, furono anche le aree preferenziali per le formazioni forestali del querceto misto, dominate dal cerro con caducifoglie e sempreverdi termofili, quelle che oggi si attestano sui versanti collinari. Un buon esempio di ciò è costituito dall'area orientale della pianura a partire dal IV millennio, dove, presso Carlappiano, i dati sedimentologici evidenziano la presenza del cordone dunale dal IV millennio a.C.<sup>41</sup>.

Il relitto forestale di un'epoca ambientale e paesaggistica precedente alle bonifiche e alle espansioni agrarie sopravvive ancora oggi proprio nei pressi di Carlappiano, nell'Area Naturale Protetta di Interesse Locale "Sterpaia". Qui è conservata una porzione di foresta allagabile pianiziale costiera con frassino meridionale, cerro, roverella e leccio<sup>42</sup>. Nell'ANPIL alcuni esemplari di querce qui localizzate sono monumentali e rappresentano i resti di una passata gestione a pascolo arborato. Dal confronto con le ortofoto del 1954 e con il *Catasto Leopoldino* del 1821, la superficie a bosco risulta concentrata esattamente sul cordone dunale; le *Tavole Indicative* descrivono in particolare l'uso dell'area a "Bosco Ceduo" e "Pascolo con pochi querci" (fig. 9). Da ciò deduciamo che, almeno fino all'inizio dell'Ottocento, i suoli saldi e meglio drenati, soggetti ad alluvioni occasionali, erano terreno di querce. Nella fascia tra la costa e la duna, dove fino al 1821 sfo-

ciava il fiume Corniaccia e insisteva il Padule di Torre Mozza (fig. 9), i terreni sono registrati a "Pastura"; si tratta quindi di terreni aperti, con vegetazione erbacea spontanea; questi sono i suoli soggetti costantemente alle esondazioni stagionali.

In sintesi, gli habitat forestali costieri della Val di Cornia sono stati caratterizzati dalla costante presenza di cerro, da elementi arborei termofili caducifoglie (ostria e ornello) e sempreverdi (erica e leccio), consociati nelle formazioni forestali della cerreta. In habitat aperti e aree leggermente boscate, la componente spiccatamente termofila è più competitiva e colonizzatrice, di conseguenza la sua presenza, ben determinata nei boschi costieri del Cornia, indica l'uso locale per il prelievo di legna. Al netto degli episodi, sopra richiamati, che hanno impattato localmente sulla vegetazione dall'età del Ferro all'Orientalizzante, la risorsa legno rimase ampiamente disponibile sul territorio, sia nello spazio che nel tempo. D'altra parte, la capacità degli elementi arborei e arbustivi di rigermogliare dai ceppi o dalle radici dopo il taglio permetteva un rinnovo forestale naturale, che soddisfaceva la necessità di legname senza reimpianto. In sintesi, le analisi archeobotaniche indicano che la gestione forestale tra Antichità ed Età moderna ha permesso un uso ponderato della risorsa, con una serie di attività che comprendevano sicuramente il taglio ceduo periodico e probabilmente anche il pascolo animale sotto le querce, avviando una tradizione di usi del suolo forestale che si sono protratti fino alla registrazione storica nel *Catasto Leopoldino* del 1821.

(M.P.B.)

<sup>41</sup> Cfr. *supra* V.V.

<sup>42</sup> Ruggeri 2008

## Risorse della pianura: pesci e sale

In prossimità dell'antica foce del fiume Corniaccia e della laguna di Torremozza, precisamente in località Carlappiano, lo scavo condotto fra 2016 e 2017 ha individuato i resti di un impianto di produzione del sale certamente attivo tra fine XII e XIV sec. d.C., che rappresenta al momento l'unico esempio di una salina ad evaporazione di epoca medievale archeologicamente documentata in Toscana<sup>43</sup>. L'area, come ben evidente dall'analisi cartografica, è ben collegata da antiche viabilità sviluppate sugli alti morfologici della bassa pianura ad alcune zone chiave della produzione del sale (fig. 10). Esse includono in particolare la località di Torre del Sale, sede di antiche saline oggi perdute, ed altri interessanti toponimi conservati nella cartografia ottocentesca, come ad esempio Casetta del Sale; ciò testimonia la vocazione produttiva diffusa e di lunga durata di questo tratto di pianura costiera<sup>44</sup>.

La ricostruzione ambientale del contesto ha potuto giovare dei dati ottenuti dal carotaggio C5, localizzato a breve distanza dal sito (fig. 11a): esso ha intercettato i sedimenti dunali a una profondità di circa 5 m dall'attuale piano di campagna<sup>45</sup>. Anche i carotaggi manuali e le trincee realizzate nel contesto di scavo hanno individuato i sedimenti dunali, questa volta a profondità comprese tra i 50 e i 160 cm dall'attuale piano di campagna; questo

dato, unito ai valori geochimici delle analisi pXRF ed all'analisi geomorfologica, evidenzia che l'insediamento si era sviluppato su un'area rilevata, in posizione vantaggiosa rispetto al difficile equilibrio idrogeologico del contesto. Le caratteristiche sin qui descritte risultano peraltro ideali per l'impianto di una salina; il sito è infatti prossimo al mare ma riparato dalla duna, è posizionato molto vicino ad una laguna salmastra e può contare su una costante disponibilità di acqua dolce offerta dal fiume.

Le strutture produttive si inscrivono all'interno di un grande canale artificiale, identificabile in foto aerea per la presenza di una netta traccia scura che racchiude una superficie di circa 35.000 m<sup>2</sup>; il canale è sua volta impostato su uno dei numerosi meandri deltizi del fiume Corniaccia (fig. 11b). Lo studio della cartografia storica ha consentito di datare tale anomalia ad un periodo certamente antecedente alle opere di bonifica intraprese nel contesto a partire dagli anni 30 dell'Ottocento. Malgrado la presenza del canale ed il posizionamento sulle quote più elevate del cordone dunale, gli strati di limi e sabbie presenti in tutte le aree di scavo testimoniano di ricorrenti episodi, probabilmente stagionali, di esondazione delle acque, che raggiunsero almeno in parte le strutture.

La frequentazione della duna, compresa fra la Protostoria (età del Bronzo) e la primissima Età moderna (XV sec.), è stata messa in luce da una serie di campagne topografiche condotte negli anni precedenti allo scavo (2003-2010) (fig. 11c); le strutture individuate e scavate fra il 2016 ed il 2017 sono invece relative ad una fase di utiliz-

<sup>43</sup> Dallai *et al.* 2018.

<sup>44</sup> Dallai 2016.

<sup>45</sup> Pieruccini, Susini 2020.

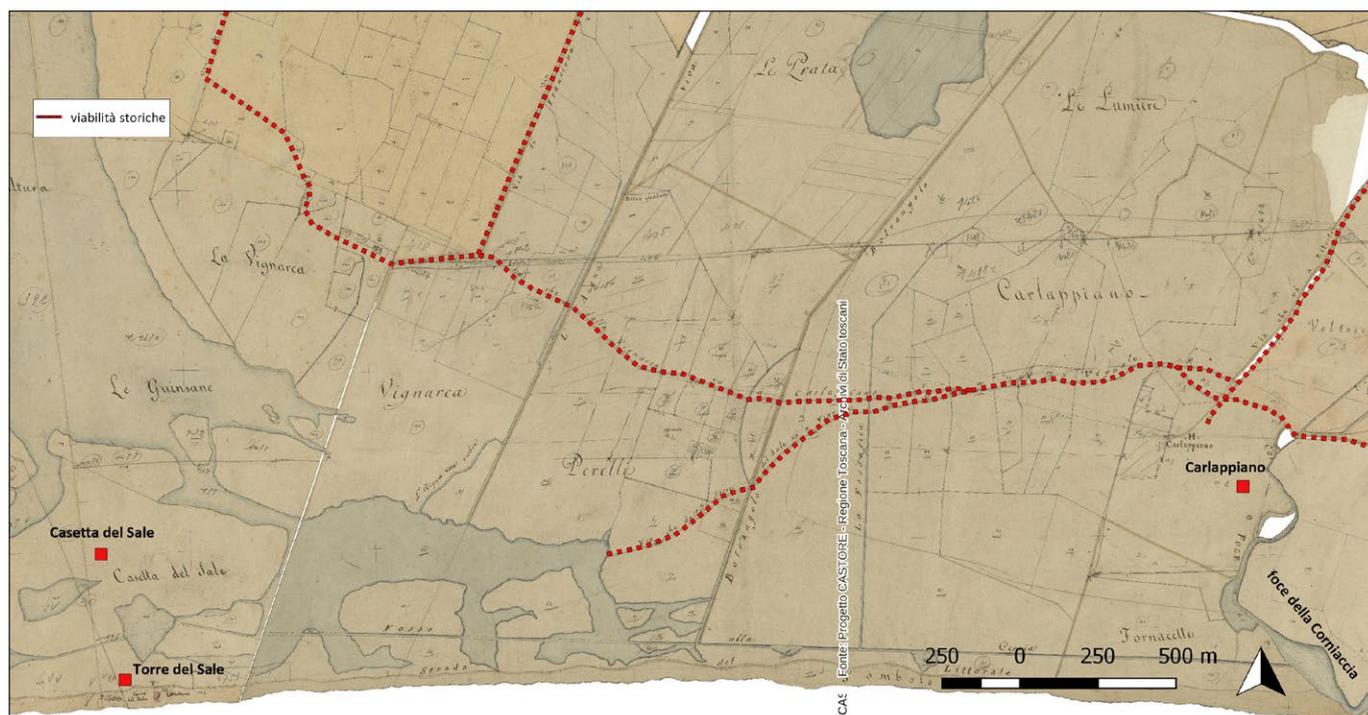


Fig. 10 - Carlappiano, Val di Cornia. Catasto Leopoldino, 1821, localizzazione dei toponimi legati alla produzione del sale e indicazione delle viabilità storiche di collegamento presenti nell'area.

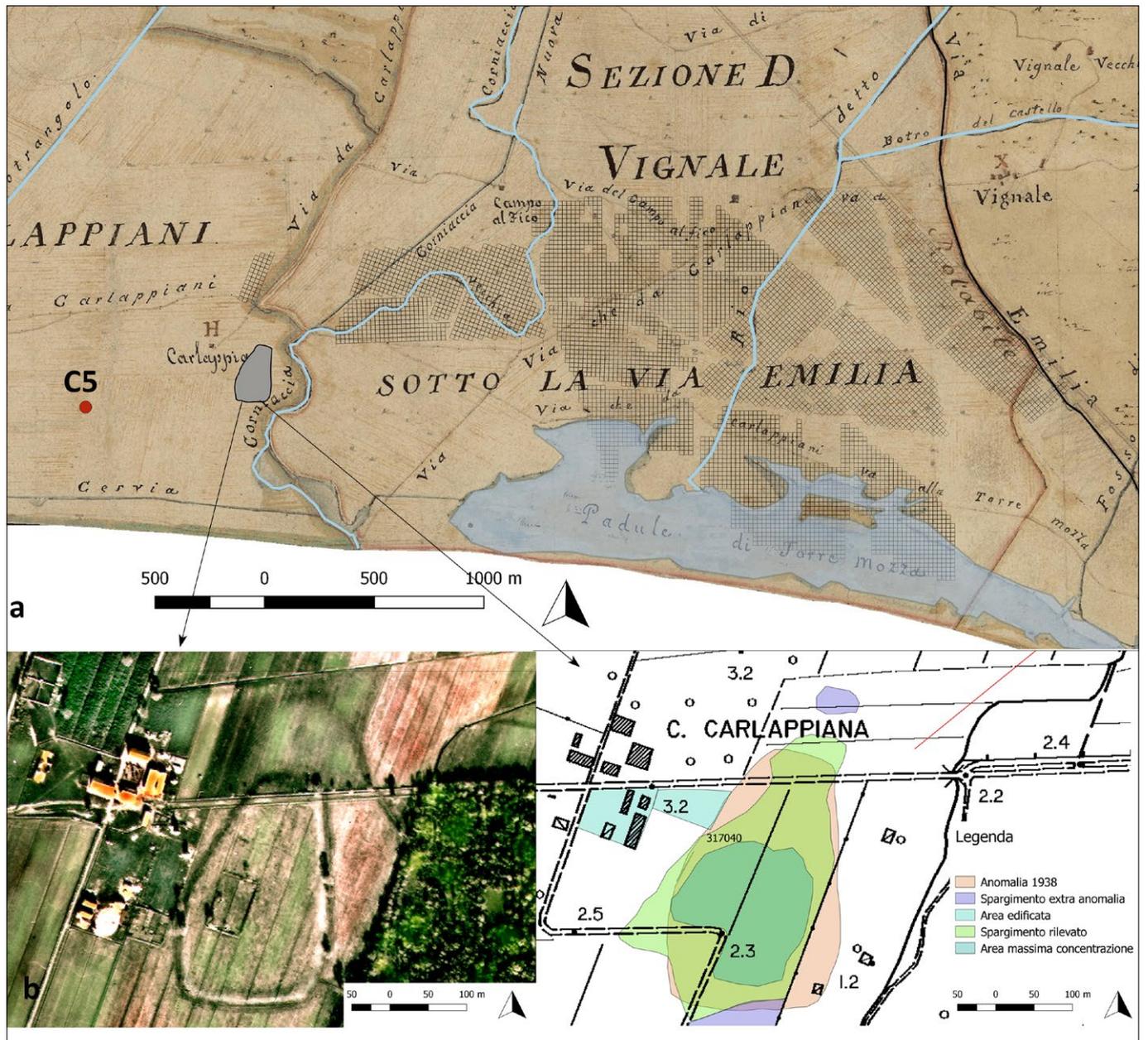


Fig. 11 - Carlappiano, Val di Cornia. Catasto Leopoldino, 1821: a, localizzazione del sito nel contesto della bassa Val di Cornia (da GEOscopio Regione Toscana, base Catasto Generale della Toscana, su QGIS 3.22.14-Bialowieza, riel, Luisa Dallai); b, anomalia evidenziata su volo IGM 1938 (rielaborazione Marcello Cosci); c, localizzazione delle concentrazioni di materiali ceramici restituite dalle indagini di superficie (da GEOscopio Regione Toscana, base CTR, su QGIS 3.22.14-Bialowieza, rielaborazione Luisa Dallai).

zo dell'area databile al XII-XIV sec. d.C. Tre saggi hanno portato alla luce rispettivamente un tratto del grande fosso circolare visibile dalla foto aerea (Area 1000), resti di vasche e canalizzazioni riferibili alla fase di concentrazione della salamoia (Area 2000), ed una serie di muraure pertinenti a strutture coperte, interpretabili come magazzini di stoccaggio del prodotto (Area 3000) (fig. 12). La rilevante portata dell'investimento complessivo riscontrato sul sito, valutabile in particolare dalle opere di canalizzazione, è motivata dall'alto valore economico del sale, risorsa distintiva dell'area sin dal Bronzo finale e per tutta l'epoca romana<sup>46</sup>. A partire dall'alto Medioe-

vo, il sale divenne centrale negli interessi economici del fisco regio, e ciò fu certamente alla base del prolungato controllo diretto esercitato dall'autorità pubblica su tutte le zone di produzione, inclusa quella della bassa Val di Cornia<sup>47</sup>; per questa ragione, essa fu inserita fra i beni assegnati alla regina Adelaide dai re Ugo e Lotario attraverso il dotario del 937<sup>48</sup>.

Sullo scorcio del X sec. d.C. l'area passò sotto il controllo dei conti Aldobrandeschi, rappresentanti dell'autorità pubblica; questi ultimi ne cedettero una buona parte al monastero di San Quirico di Populonia nel 1094, attra-

<sup>46</sup> Sevink *et al.* 2021; Carusi 2008.

<sup>47</sup> Tomei 2020.

<sup>48</sup> Vignodelli 2012.



**Fig. 12 - Carlappiano, Val di Cornia. a, localizzazione dei scavo; b, Area 1000, dettaglio della canalizzazione di riempimento del fossato; c, Area 2000, mureture pertinenti agli ambienti di stoccaggio del prodotto. Foto: Università di Siena, progetto ERC nEU-med.**



**Fig. 13 - Val di Cornia. Localizzazione delle "Pescine" menzionate dal Catasto Leopoldino (1821) (da GEOscopio Regione Toscana, base Catasto Generale della Toscana, su QGIS 3.22.14-Białowieża, rielaborazione Giulio Poggi).**

verso una donazione di cui è rimasta documentazione nel Cartulario dell'ente<sup>49</sup>. Il documento permette di apprezzare pienamente il valore economico attribuito al sale anche a questa altezza cronologica; con le saline si apre infatti il lungo elenco dei beni trasferiti al cenobio, che fu il probabile esecutore delle opere individuate dalle indagini archeologiche.

Oltre alla coltivazione del sale, una delle principali vocazioni produttive dei siti posti a ridosso delle acque interne meno profonde della pianura era l'itticoltura<sup>50</sup>; le due attività sono peraltro in parte complementari, e per questo, come noto, spesso vengono sviluppate in contiguità. Analizzando il paesaggio in una prospettiva diacronica, anche l'allevamento ittico risulta una costante dell'economia della pianura per un lunghissimo periodo, che dalla media età imperiale giunge al Medioevo ed all'età moderna<sup>51</sup>. Per la bassa Val di Cornia, il cartulario del monastero di San Quirico menziona in particolare tre "piscine", possibili strutture di allevamento ittico, i cui toponimi (Piscina Lifredi, Piscina presbiteri Lei, Piscina da Silice) sono tuttavia di difficile collocazione<sup>52</sup>. Anche se non possiamo stabilire una diretta correlazione con gli antichi documenti, pare significativo segnalare che tre bacini erano probabilmente ancora in uso nella pianura all'inizio dell'Ottocento, e le loro tracce persistono nei toponimi "Piscina" e "Pescina" presenti nel Catasto Lepoldino del 1821 (fig. 13).

(L.D.)

## Conclusioni

L'approccio multidisciplinare proposto dal progetto *ERC nEUmed* ha raccolto molti dati che risultano essenziali

<sup>49</sup> Collavini 2016.

<sup>50</sup> Dallai 2016.

<sup>51</sup> Cardarelli 1963.

<sup>52</sup> Giorgetti 1873/74, nn., 14, 15, 16; Ghignoli, Scalfati 2006, n. 24.

per affrontare la ricostruzione dei paesaggi storici da una nuova prospettiva. Per la bassa Val di Cornia in particolare, il confronto fra diversi data set ha permesso di caratterizzare in modo assai più dettagliato gli aspetti geomorfologici della pianura, ed in alcuni casi ha consentito di seguire la trasformazione delle principali forme del paesaggio nel lungo periodo. In relazione alle antiche lagune ormai scomparse, la combinazione di telerilevamento, analisi sedimentologiche ed analisi geochimiche ne ha ricostruito in parte i limiti e le caratteristiche, aggiornando significativamente questo importante tema della ricerca. L'intreccio fra dati ambientali e record archeologico ha aperto nuove riflessioni, che riguardano tanto le variabili sottese alle scelte insediative nella lunga diacronia, quanto l'impatto e le conseguenti modificazioni che le comunità, e le loro attività produttive, hanno avuto sul contesto, ad esempio in relazione alla copertura forestale. Fra le produzioni, sia le evidenze materiali che i dati documentari hanno sottolineato il ruolo distintivo svolto dalla coltivazione del sale, ed insieme ad essa, dalla piscicoltura. In senso più generale, i dati evidenziano che le acque furono un elemento di vantaggio, piuttosto che di limitazione, nello sviluppo delle economie di questo tratto costiero. La complessità storica del rapporto uomo-ambiente e la costante impronta dell'uomo nel mantenimento di condizioni di equilibrio, sottolinea il valore strategico del comprensorio e ridimensiona definitivamente l'immagine, a lungo proposta, che considerava questo tipo di pianure costiere in larga misura marginali. Al contrario, il loro ruolo fu a lungo centrale rispetto ad un contesto economico e geografico molto ampio, che, attraverso le valli fluviali, favorì il collegamento con le aree interne, agevolando lo scambio di materie prime (ad esempio i minerali dall'interno; il legname dalle colline), la diffusione di produzioni specializzate (ad esempio il sale ed il pesce dalla costa) e la loro commercializzazione, grazie ad un articolato sistema di infrastrutture terrestri e marittime.

(L.D., M.P. B, G. P. V.V.)

## BIBLIOGRAFIA

- Asouti E., Austin P. 2005, *Reconstructing Woodland Vegetation and its Exploitation by Past Societies, based on the Analysis and Interpretation of Archaeological Wood Charcoal Macro-Remains*, *Environmental Archaeology* 10, 1-18.
- Avramidis P., Nikolaou K., Bekiari V. 2015, *Total organic carbon and total nitrogen in sediments and soils: a comparison of the wet oxidation-titration method with the combustion-infrared method*, *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4.1, 425-430
- Bianchi G. 2022, *Archeologia dei beni pubblici. Alle origini della crescita economica in una regione mediterranea (secc. IX-XI)*, Firenze.
- Bianchi G., Buonincontri M., Dallai L., Marasco L. 2021, *Progetto europeo nEU-Med: una ricerca complessa per*

*un'archeologia globale di un paesaggio di pianura (val di Pecora, Scarlino, GR)*, in ISUM (a cura di), Tiziano Mannoni. *Attualità e sviluppi di metodi e idee*, Firenze, 463-470.

Bianchi G., Hodges R. 2020, *Introduction*, in Bianchi G., Hodges R. (a cura di), 2020, *The nEU-Med project. Vetrice, an early medieval royal property on Tuscany's Mediterranean*, Firenze, 7-8.

Bianchi G., Dallai L. 2019, *Le district minier des Collines Metallifere (Toscane, Italie) durant la periode medievale. L'exploitation des ressources et les implications politiques et economiques*, in Minvielle Larousse N., Bailly Maitre M.C., Bianchi G. (éd.), *Les metaux precieux en Mediterranee medievale. Exploitations, transformations, circulations*, Aix-en-Provence, 29-40.

- Bianchi G., Hodges R. 2018, *Introduction*, in Bianchi G., Hodges R. (éd.), *Origins of a new economic union (7th-12th centuries). Preliminary results of the nEU-Med project: October 2015-March 2017*, Firenze, 7-11.
- Bianchi G., Gelichi S. (a cura di) 2016, *Un monastero sul mare. Ricerche a San Quirico di Populonia (Piombino, LI) / A Monastery by the Sea. Archaeological Research at San Quirico di Populonia (Piombino, LI)*, Firenze.
- Botarelli L. 2004, *La ricognizione archeologica nella bassa Val di Cornia*, in Gualandi M.L., Mascione C. (a cura di), *Materiali per Populonia* 3, 223-235.
- Botarelli L., Cambi F. 2004-2005, *Il territorio di Populonia fra il periodo etrusco tardo e il periodo romano: ambiente, viabilità, insediamenti*, *ScAnt* 12, 23-43.
- Buonincontri M.P., Di Pasquale G. 2015, *Evoluzione del paesaggio agro-forestale nell'Etruria settentrionale costiera tra III secolo a.C. e XIII secolo d.C.*, in Di Cola V., Pitzalis F. (a cura di), *Materiali per Populonia* 11, Pisa, 299-314.
- Cardarelli R. 1963, *De ora maritima populoniense*, *StEtr* 31, 503-531.
- Carusi C. 2008, *Intorno alla produzione di sale a Populonia e nell'ager cosanus: due casi di studio a confronto*, in Acconcia V., Rizzitelli C. (a cura di), *Materiali per Populonia* 8, Pisa, 303-312.
- Chabal L. 1994, *Apports récents de l'anthracologie a la connaissance des paysages passés: performances et limites*, *Histoire & Mesure* 9, 317-338.
- Chabal L. 1997, *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). Lanthracologie, méthode et paléologie*, Paris.
- Chabal L. 1992, *La représentativité paléo-écologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu*, in Vermet J.-L. (a cura di), *Actes Du Colloque International "Les Charbons de Bois, Les Anciens Écosystèmes et Le Rôle de l'Homme"* (Montpellier, 10-13 Septembre 1991), Paris, 213-236.
- Clò E., Furia E., Florenzano A., Mercuri A.M. 2023, *Flora-vegetation history and land use in Medieval Tuscany: The palynological evidence of a local biodiversity heritage*, *Quaternary International* (i.p.) [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040618223001015>].
- Collavini S.M. 2016, *San Quirico di Populonia nelle fonti scritte (secc. XI-XII)*, in Bianchi, Gelichi 2016, 51-88.
- Croudace I.W., Rothwell G.R. 2016, *Micro-XRF Studies of Sediment Cores. Applications of a Non-destructive Tool for the Environmental Sciences*, Dordrecht.
- Dallai L. 2016, *Paesaggio e risorse: il monastero di San Quirico di Populonia, la pianura ed il promontorio di Piombino*, in Bianchi, Gelichi, 89-108.
- Dallai L., Marasco L. 2023, *The nEU-Med Project: Archaeology of a Coastal District in Tuscany during the Early Middle Ages*, in Rao R., Sebastiani A. (eds.), *Archaeological Landscapes of Late Antique and Early Medieval Tuscany. Research and Field Papers*, Turnhout, 107-125.
- Dallai L., Volpi V. 2019, *Nuovi approcci allo studio del paesaggio storico: il progetto ERC nEU-Med e le indagini multidisciplinari condotte nella bassa val di Cornia*, *AMediev* 46, 179-195.
- Dallai L., Bardi A., Briano A., Buonincontri M.P., Buono M., Di Pasquale G., Fineschi S., Poggi G., Ponta E., Rossi M., Russo L., Volpi V. 2018, *Investigations at Carlappiano: new archaeological findings in anthropic and natural landscapes*, in Bianchi G., Hodges R. (a cura di), *Origins of a New Economic Union (7th-12th Centuries). Preliminary Results of the NEU-Med Project: October 2015-March 2017*, Firenze, 29-55.
- Di Pasquale G., Buonincontri M.P., Allevato E., Saracino A. 2014, *Human-derived landscape changes on the northern Etruria coast (western Italy) between Roman times and the late Middle Ages*, *Holocene* 24, 1491-1502.
- Di Sipio E., Galgaro A., Zuppi G.M. 2007, *Contaminazione salina nei sistemi acquiferi dell'entroterra meridionale della laguna di Venezia*, *Giornale di Geologia Applicata* 5, 5-12.
- Fedeli F. 1983, *Populonia. Storia e territorio*, Firenze.
- Ghignoli A., Scalfati S.P.P. (a cura di) 2006, *Carte dell'Archivio Arcivescovile di Pisa. Fondo Arcivescovile (700-1200)*, *Biblioteca del Bollettino Storico Pisano*, Fonti 11.
- Giorgetti A. 1873/74, *Il cartulario del monastero di San Quirico di Populonia*, *Archivio Storico Italiano* s. III, 18, 209-224, 355-370.
- Giroldini P. 2012, *Between land and sea: a GIS based settlement analysis of the ancient coastal lagoon of Piombino (Tuscany, Italy)*, in Benermeier W., Hebenstreit R., Kaiser E. (eds.), *Landscape archaeology. Proceedings of the International Conference held in Berlin* (Berlino, 6-8 giugno 2012), Berlino, 383-389.
- Giroldini P. 2010, *La pianura di Piombino in età antica: dinamiche di controllo e organizzazione territoriale*, Tesi di Dottorato di Ricerca in Storia e Civiltà del Mondo Antico, XXII Ciclo, Università degli Studi di Firenze.
- Isola C. 2009, *Le lagune di Populonia dall'Antichità alle bonifiche*, in Cambi F., Cavari F., Mascione C. (a cura di), *Materiali dacostruzione e produzione del ferro. Studi sull'economia populoniense fra periodo etrusco e romanizzazione*, Bari, 163-170.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 2001, *Trace Elements in Soils and Plants*, Boca Raton.
- Kabukcu C. 2018, *Wood Charcoal Analysis in Archaeology*, in Eerkens J. (ser. ed.) *Interdisciplinary Contributions to Archaeology*, Berlin, 133-154.
- Mercuri A.M. 2014, *Genesis and evolution of the cultural landscape in central Mediterranean: the 'where, when and how' through the palynological approach*, *Landscape Ecology* 29.10, 1799-1810.
- Pieruccini P., Susini D., Poggi G., Bianchi G., Hodges R. 2023, *Geoarchaeology of the Cornia river coastal plain (Piombino, southern Tuscany, Italy)*, *Journal of Maps* 19.1.
- Pieruccini P., Susini D. 2020, *The Holocene sedimentary record and the landscape evolution along the coastal plains of the Pecora and Cornia rivers (Southern Tuscany, Italy): preliminary results and future perspectives*, in Bianchi, Hodges 2016, 161-168.
- Ponta E. 2018, *Il paesaggio e le sue trasformazioni tra IV e VIII secolo d.C. fra costa ed entroterra. Il caso della Toscana centro-meridionale*, Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze dell'Antichità e Archeologia, XXX Ciclo, Università degli Studi di Pisa.
- Ruggeri F. 2008, *Il sistema di aree protette della Provincia di Livorno*, in Domenici V., Lenzi A., Montesarchio E. (a cura di), *Codice Armonico 2008. Secondo Congresso Di Scienze Naturali. Ambiente Toscano*, Pisa, 175-183.
- Sadori L., Mercuri A.M., Mariotti Lippi M. 2010, *Reconstructing past cultural landscape and human impact using pollen and plant macroremains*, *Plant Biosystems* 144, 940-951.
- Sevink J., Muijzer G., Arienzo I., Mormone A., Piochi M., Alessandri L., van Hall R.L., Palstra S.W.L., Dee M. W. 2021, *The protohistoric briquetage at Puntone (Tuscany,*

*Italy): A multidisciplinary attempt to unravel its age and role in the salt supply of Early States in Tyrrhenian Central Italy, JASc: Reports 38, 103055.*

Tomei P. 2020, *Il sale e la seta. Sulle risorse pubbliche nel Tirreno settentrionale (secoli V-XI)*, in Salmeri G., Tomei P. (a cura di), *La transizione dall'antichità al medioevo nel Mediterraneo centro-orientale*, Pisa, 21-38.

Vignodelli G. 2012, *Berta e Adelaide: la politica di consolidamento del potere regio di Ugo di Arles, Il patrimonio delle regine: beni del fisco e politica regia tra IX e X secolo*, in Lazzari T. (a cura di), *Il patrimonio delle regine: beni del fisco e politica regia tra IX e X secolo*, *Reti Medievali* 13.2, 247-294.