

ARCHEOLOGIA MEDIEVALE

Cultura materiale. Insediamenti. Territorio.

XLVI
2019



All'Insegna del Giglio

Valutazione della ricerca

ANVUR CNR: Elenco delle riviste di classe A di Area 10 (10/A1, 10/D1, 10/D4, 10/N1)
SCOPUS –SJR. SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK: Archeology (arts and humanities, social sciences), H Index: 7
THOMSON REUTERS: Emerging Sources Citation Index ESCI – Web of Science
ERIHPLUS: Approved in 2011-2016 according to ERIH criteria
GOOGLE SCHOLAR: Top publications, Italian language, 2015, Rank 40, h5-index: 5, h5-median: 5
CARHUS PLUS+ 2014: Ambito: Historia, Valoracio: B
CIRC. CLASIFICACIÓN INTEGRADA DE REVISTAS CIENTÍFICAS: Grupo A, Excelencia

Premi e menzioni

DIREZIONE GENERALE BIBLIOTECHE E ISTITUTI CULTURALI: Pubblicazioni periodiche di elevato valore culturale, Gruppo IX – Scienze Storiche, Archeologia, annate 2007, 2009, 2011, 2013

Inclusione in database internazionali di citazioni e abstract

PROQUEST, INTERNATIONAL BIBLIOGRAPHY OF ART
EBSCOHOST ONLINE RESEARCH DATABASES DATABASES
ELSEVIER'S SCOPUS, ABSTRACT AND CITATION DATABASE

Autorizzazione del Presidente del Tribunale di Firenze n. 2356 del 31 luglio 1974

Redazione

c/o Edizioni All'Insegna del Giglio s.a.s.
via Arrigo Boito, 50-52; 50019 Sesto Fiorentino (FI)
tel. +39 055 6142675
web site <http://www.insegnadelgiglio.it/categoria-prodotto/periodici/archeologia-medievale/>
e-mail redazione@insegnadelgiglio.it; ordini@insegnadelgiglio.it

Sito web della rivista e abbonamenti

<http://www.insegnadelgiglio.it/categoria-prodotto/periodici/archeologia-medievale/>
Prezzo di abbonamento Italia, carta, € 52

Ebook, tutti i volumi (dal 1974) sono disponibili tramite

TORROSSA (libri completi e singoli capitoli), disponibile anche con accesso su range IP:
<https://www.torrossa.com/it/resources/an/2443606>
GOOGLE BOOKS, GOOGLE PLAY (libri completi).

Traduzione dei riassunti dall'italiano all'inglese a cura di Anna Moore Valeri.

In copertina: Lussino (Croazia), tombino (foto di Riccardo Belcari).

ISSN 0390-0592
e-ISSN 2039-280X
ISBN 978-88-7814-925-0
e-ISBN 978-88-7814-926-7
© 2019 All'Insegna del Giglio s.a.s. – Firenze
Stampato a Sesto Fiorentino nel dicembre 2019
BDprint

INDICE

SAGGI ESSAYS

PRIMA DELL'ARCHEOLOGIA PUBBLICA.

IDENTITÀ, CONFLITTI SOCIALI E MEDIOEVO NELLA RICERCA DEL MEDITERRANEO

A cura di Sauro Gelichi

BEFORE PUBLIC ARCHEOLOGY.

IDENTITY, SOCIAL CONFLICT AND MIDDLE AGES IN MEDITERRANEAN RESEARCH

Edited by Sauro Gelichi

SAURO GELICHI

Prima dell'archeologia pubblica. L'uso dell'archeologia nella costruzione delle identità mediterranee 9

MITJA GUŠTIN

The Formative Period of Slovenian Early Medieval Archaeology 17

ANTONI FERNÁNDEZ

*El conjunto arqueológico del Born en Barcelona: yacimiento urbano? Museo de la vida cotidiana? Espacio de memoria?
Una reflexión sobre identidad y arqueología* 27

WILLIAM BOWDEN

Conflicting ideologies and the archaeology of Early Medieval Albania. 41

JUAN ANTONIO QUIRÓS CASTILLO, CARLOS TEJERIZO-GARCÍA

El reino de los Visigodos y "la primera España": el rol de la arqueología en la creación de narrativas legitimadoras 51

BONNIE EFFROS

Reviving Carthage's Martyrs: Archaeology, Memory and Catholic Devotion in the French Protectorate of Tunisia 65

YURI A. MARANO

«Ours Once More»? Byzantine Archaeology and the Construction of Greek National Identity (1830-1930) 75

NOTIZIE SCAVI E LAVORI SUL CAMPO NEWS OF EXCAVATIONS AND FIELD WORK

NOTIZIE DALL'ITALIA PRELIMINARY REPORTS FROM ITALY

AURORA CAGNANA, ELIANA BERTAMONI†, ELISABETTA CASTIGLIONI, ROBERTO DEGANO, PIERMASSIMO GHIDOTTI,
PAOLA GREPPI, ENRICO RONCALLO, FILIPPO ROSSET, MAURO ROTTOLI, MARCO VIGNOLA

Accumulare e difendere nelle Alpi Carniche dell'XI secolo: gli scavi nel sito fortificato del 'Broili' di Illegio 97

ALESSANDRO PELLEGRINI, SIMONE COLUCCIELLO (a cura di)

Con contributi di MARIANNA BRESSAN, ALESSANDRO PELLEGRINI, LAURA ANGLANI, FABIO CAVALLI, SIMONE COLUCCIELLO,
ANDREA CIPOLATO, OMAR FARRONATO, DARIO INNOCENTI, IVANO SARTOR
Lo scavo di piazza Santa Maria dei Battuti a Treviso 121

PAOLO STORCHI

Il Castellazzo di Taneto (RE): una nota sul ritrovamento di alcuni scacchi islamici 147

ALESSANDRO ALESSIO RUCCO, GIOVANNA BOSI, PAOLA TORRI, MARTA MAZZANTI, CARLA ALBERTA ACCORSI,
SILVIA PELLEGRINI, STEFANO LUGLI

*Geoarcheologia nel territorio di Nonantola (MO): studio geomorfologico, sedimentologico e archeobotanico dell'area
dell'antica Selva Zena* 155

LUISA DALLAI, VANESSA VOLPI

*Nuovi approcci allo studio del paesaggio storico: il progetto ERC nEU-Med e le indagini multidisciplinari condotte
nella bassa val di Cornia* 179

DANIELE SACCO, ANNA LIA ERMETI, SIEGFRIED VONA, MICHELE ASOLATI, FRANCESCA BELTRAMI

*Bisognosi e pellegrini nell'Appennino centrale. La chiesa e l'ospedale della Misericordia a Monte Copiolo:
indagini archeologiche, antropologiche, cultura materiale* 197

GIUSEPPE ROMAGNOLI, FRANCESCA ALHAIQUE, LUCA BRANCAZI, FLAVIA MARANI, LAVINIA PIERMARTINI <i>Smaltimento e gestione dei rifiuti in una residenza signorile medievale. Lo scavo degli scarichi domestici del Castello Baglioni di Graffignano (VT)</i>	233
ALFONSO FORGIONE, FRANCESCA SAVINI <i>Amiternum (AQ), Campo Santa Maria: dinamiche insediative e fasi sepolcrali di un nuovo polo di potere. Nuova sintesi delle ricerche in corso</i>	257
GIANDOMENICO PONTICELLI, ISABELLA PASSARIELLO, FABIO MARZAIOLI, CARLO EBANISTA, FILIPPO TERRASI <i>Datazione ¹⁴C di alcuni materiali provenienti dagli scavi nella catacomba di S. Gennaro a Napoli: vecchie indagini, nuove acquisizioni</i>	279
NOTIZIE DAL BACINO DEL MEDITERRANEO PRELIMINARY REPORTS FROM MEDITERRANEAN BASIN	
M. PILAR PRIETO-MARTÍNEZ, FRANCISCO ALONSO TOUCIDO, OSCAR LANTES SUÁREZ, ANXO RODRÍGUEZ PAZ, REBECA BLANCO-ROTEA, MARCO GARCÍA-QUINTELA <i>El depósito ritual de jarritas de la Basílica de Augas Santas (Allariz, Ourense): un ejemplo de sincretismo religioso en la Edad Media</i>	287
NOTE E DISCUSSIONI NOTES AND DISCUSSIONS	
ANDREA BIONDI <i>La necropoli dell'Area Garibaldi di Fiesole (VII secolo). Cinque tombe longobarde inedite: prime interpretazioni e nuove prospettive di ricerca</i>	317
ENRICO SIENA, ILENIA FANTOZZI, MARTINA PANTALEO, NOEMI CERVELLI, ROBERTO CAMPANELLA <i>Amiternum (AQ), Campo Santa Maria, fra Antichità e Medioevo: aspetti di cultura materiale</i>	333
FABIO REDI, ALFONSO FORGIONE, MARTINA PANTALEO <i>Due sigilli plumbei di papa Gregorio IX dagli scavi di "Campo S. Maria" ad Amiternum (AQ)</i>	357
SZYMON MIKOŁAJ MAŚLAK <i>Window grilles from the monastery at Naqlun, Fayum (Egypt)</i>	369
RECENSIONI E SEGNALAZIONI REVIEWS AND REPORTS	
A. BAGNERA, A. NEF (a cura di), <i>Les bains de Cefalà (X.e-XIX.e siècle). Pratiques thermales d'origine islamique dans la Sicilie médiévale (I Bagni di Cefalà (secoli X-XIX. Pratiche termali d'origine islamica nella Sicilia medievale)</i> (G.P. Brogiolo), p. 379; R. BALZARETTI, <i>The Lands of Saint Ambrose: Monks and Society in Early Medieval Milan</i> (G.P. Brogiolo), p. 379; M.A. CAU ONIVEROS, C. MAS FLORIT (a cura di), <i>Change & Resilience. The Occupations of Mediterranean Islands in Late Antiquity</i> (G.P. Brogiolo), p. 380; M. BEGHELLI, P.M. DE MARCHI (a cura di), <i>L'alto Medioevo. Artigiani, tecniche produttive e organizzazione manifatturiera</i> ; M. BEGHELLI, P.M. DE MARCHI (a cura di), <i>I maestri del metallo: l'intelligenza nelle mani</i> ; M. BEGHELLI, P.M. DE MARCHI (a cura di), <i>Fior di Pelle. Lavorare il cuoio in età Altomedievale</i> (S. Gelichi), p. 381; G. BELLANDI, M. SANNAZARO (a cura di), <i>Tor dei Pagà. Protostoria e medioevo di un sito d'alta quota</i> (S. Gelichi), p. 383; R. CURINA, V. DI STEFANO (a cura di), <i>Il Cimitero ebraico medievale di Bologna: un percorso tra memoria e valorizzazione</i> (S. Gelichi), p. 383; F. MATTEONI, <i>Medioevo costruito. Edilizia in Val Cavallina e Sebino bergamasco tra XII e XV secolo</i> (S. Gelichi), p. 385; M. SANNAZARO, S. LUSUARDI SIENA, C. GIOSTRA (a cura di), <i>1287 e dintorni. Ricerche su Castelseprio a 730 anni dalla distruzione</i> (S. Gelichi), p. 386; D. SCORTECCI (a cura di), <i>L'area archeologica di Pietrarossa e l'antico territorio di Trevi. Studi e ricerche</i> (L. Sabbionesi), p. 387; S. GELICHI, L. OLMO-ENCISO (eds.), <i>Mediterranean Landscapes in Post Antiquity. New frontiers and new perspectives</i> (F. Saggioro), p. 388.	

Luisa Dallai*, Vanessa Volpi**

Nuovi approcci allo studio del paesaggio storico: il progetto ERC nEU-Med e le indagini multidisciplinari condotte nella bassa val di Cornia

1. PREMESSE ALLA REALIZZAZIONE DELLE INDAGINI, INQUADRAMENTO METODOLOGICO E FINALITÀ DEL CONTRIBUTO

Da circa un decennio all'interno dell'Università di Siena si è sviluppata una solida collaborazione scientifica fra il Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali e quello di Biotecnologie, Chimica e Farmacia, basata sulla condivisione di obiettivi e di metodologie di analisi applicati a specifici contesti territoriali o a materiali d'indagine. L'area della Toscana meridionale tirrenica (Colline Metallifere) è divenuta nel tempo il laboratorio preferenziale dove sperimentare protocolli analitici sul campo; attraverso la realizzazione di set di analisi progettati in collaborazione fra archeologi, chimici e geologi, si è potuta evidenziare in più casi la contaminazione da metalli pesanti presente nel terreno, relazionandola allo studio del paesaggio storico-minerario e metallurgico che ha caratterizzato il comprensorio sin dall'epoca protostorica (DALLAI *et al.* 2013; DALLAI *et al.* 2015; BENVENUTI *et al.* 2014).

Il protocollo operativo ha previsto l'uso combinato di analisi chimico-fisiche realizzate *on site* (*portable* (p) XRF) ed in laboratorio (XRF; ICP-MS, GF-ASS; ICP-OES¹), *field-walking* e scavo stratigrafico, oltre ad una accurata valutazione dei sistemi di fonti propri dell'archeologia del paesaggio (fonti archeologiche, storico-documentarie, cartografiche). Le analisi pXRF in particolare si sono rivelate estremamente utili per arricchire di dettagli ed in alcuni casi individuare contesti antropizzati di epoca pre-industriale.

La scala di indagine sulla quale si è testato il metodo ha previsto analisi all'interno di specifici siti (*intra-situ*), indagini su comprensori selezionati (scala media) e su campioni territoriali più vasti (scala territoriale). La selezione del campione ha risposto di volta in volta a quesiti di natura storica differenti, che vanno dalla caratterizzazione funzionale degli spazi all'interno del singolo sito (spazi produttivi/insediativi); all'identificazione di specifiche catene operative (analisi su singoli contesti estrattivi/produttivi); alla ricostruzione di aspetti storico-insediativi e geomorfologici rilevanti per la ricostruzione del paesaggio (analisi a scala territoriale) (DALLAI, DONATI, VOLPI 2018). Proprio su quest'ultimo aspetto, esito più recente della collaborazione fra diverse discipline, desideriamo soffermarci nel presente contributo.

* Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali (luisa.dallai@unisi.it).

** Università di Siena, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (vanessa.volpi@unisi.it).

¹ Per una più agevole comprensione le sigle corrispondono alle seguenti tecniche analitiche: XRF = fluorescenza a raggi X; ICP-MS = spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente; GF-ASS = assorbimento atomico con fornetto di grafite; ICP-OES = spettroscopia di emissione al plasma.

L'analisi topografica multidisciplinare su scala territoriale progettata su campioni selezionati della val di Cornia e della val di Pecora è stata realizzata nel biennio 2017-2018, all'interno delle attività di indagine promosse dal progetto ERC *nEUMed*. Il progetto (P.I. prof. R. Hodges), coordinato dall'Università degli Studi di Siena (prof.ssa G. Bianchi) si prefigge l'obiettivo di ricostruire le trasformazioni di carattere ambientale, economico, insediativo e politico-istituzionale che caratterizzarono la Toscana Meridionale, e le Colline Metallifere in particolare, fra VII e XII secolo (<http://www.neu-med.unisi.it>).

La cifra distintiva di *nEUMed* è il suo convinto approccio multidisciplinare, e proprio in questo solco si inserisce il rinnovato interesse con il quale ci si è confrontati con lo studio del territorio costiero nell'area chiave del progetto, cioè le valli di Pecora e Cornia. In val di Pecora si è selezionata ed investigata un'area di circa 108 ha, nella quale si sono realizzate complessivamente oltre 2700 misure pXRF, georeferenziate con l'uso di GPS palmare ed una accuratezza media di 3 m. L'analisi incrociata dei dati raccolti ha restituito una prima mappatura complessiva di carattere geochimico del paesaggio circostante al sito di Vetricella, luogo di indagine chiave del progetto *nEUMed*, i cui dati sono attualmente in fase di revisione.

Nel presente contributo commenteremo in modo più specifico la metodologia ed i primi risultati ottenuti dal survey effettuato nella bassa val di Cornia; in questo contesto le indagini hanno preso avvio nell'autunno del 2017, ed una seconda campagna è stata condotta fra settembre ed ottobre del 2018. Al termine dell'indagine sono state effettuate 8382 analisi XRF e si sono coperti circa 350 ha di territorio (fig. 1).

Prima di illustrare i risultati ottenuti e per meglio inquadrare il nostro lavoro riteniamo utile richiamare qui brevemente le caratteristiche essenziali della tecnica analitica impiegata su larga scala, cioè la fluorescenza a raggi X (XRF), e fornire un breve quadro di riferimento sull'uso della stessa in archeologia, con specifico riferimento all'ambito territoriale.

La tecnica XRF può essere utilizzata per effettuare analisi quantitative e qualitative; la sua versatilità e rapidità di esecuzione consente una veloce acquisizione della maggior parte degli elementi chimici presenti nella tavola periodica (in genere dal Mg all'U), sia maggiori che in traccia (il *limit of detection* è fissato a poche decine di ppm) (FITZGERALD 2008). Il principio fisico su cui essa si basa è la radiazione di fluorescenza a raggi X riemessa dal campione dopo che quest'ultimo è stato eccitato mediante un fascio di raggi X.

La fluorescenza a raggi X può essere applicata su campioni preparati (setacciati e ridotti in polvere) ma può essere utilizzata anche su campioni non preparati, direttamente sul suolo o su manufatti; tutto ciò rende lo strumento portatile ideale per l'impiego *on site*, ad esempio sul cantiere di scavo, dove esso può utilmente essere usato a scopo descrittivo e/o predittivo (DALLAI, VOLPI 2015), o nel corso di un survey archeologico

(*field walking*), come nel caso che presentiamo in questo contributo.

La non distruttività del metodo analitico ne moltiplica gli utilizzi nel campo dei beni culturali (MANTLER, SCHREINER 2000); il relativo basso costo di esecuzione dell'analisi, comparato a quello di molte altre tecniche di comune impiego (ad esempio ICP-MS o *laser ablation*)², permette di incrementarne il numero, ovviando così con la quantità dei dati raccolti alla critica che più comunemente viene rivolta all'uso dell'XRF su campione non preparato, cioè che si tratta di una analisi puntuale. Ciò è certamente vero: per questa ragione è utile realizzare una serie di misure seguendo una precisa routine sistematica e verificabile, tanto nel caso di analisi su campione quanto per l'utilizzo sul campo. In questa seconda circostanza sia le analisi *intra situ* che quelle topografiche devono possibilmente appoggiarsi a griglie regolari, la cui ampiezza varia a seconda della scala considerata: griglie di 1x1 m sono state da noi realizzate all'interno dei singoli siti analizzati (ad esempio sul cantiere di Monteleo o alla Canonica di San Niccolò a Montieri; DALLAI, VOLPI 2015; DALLAI *et al.* 2015); griglie di 20x20 m sono state predisposte per la ricognizione topografica (DALLAI, MARASCO, VOLPI 2018).

I raggi X penetrano la superficie per alcune centinaia di μm ed il grado di penetrazione del fascio dipende dall'intensità della radiazione emessa, dalla densità del materiale analizzato e dalla morfologia della sua superficie: maggiore è l'energia dei raggi con cui si colpisce il campione, meno il materiale è denso e più la superficie è piana, e maggiore sarà la penetrazione dei raggi (a titolo di esempio lo strumento utilizzato in questo studio è in grado di raggiungere 100 μm di profondità). Nel caso che presentiamo in questa sede, cioè una analisi sistematica ed estensiva del territorio, queste ultime considerazioni rappresentano un aspetto piuttosto marginale della questione, mentre assumono ovviamente tutt'altro rilievo quando l'analisi XRF è utilizzata su manufatti.

L.D.

2. LO STUDIO DEL TERRITORIO ATTRAVERSO UN APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE: LE ANALISI CHIMICO-FISICHE IN ARCHEOLOGIA, POTENZIALITÀ E LIMITI

Molte delle attività umane lasciano una impronta più o meno marcata sul suolo, alterandone la composizione chimica di base e determinando l'arricchimento di alcuni elementi chimici rispetto ad altri. Gli input che si generano dall'attività antropica possono rimanere inalterati per lungo tempo, sviluppando una sorta di "memoria chimica del suolo", che può far arrivare fino ai giorni nostri informazioni importanti sulle attività del passato, altrimenti nascoste ad una valutazione esclusivamente autoptica, a causa di specifiche circostanze storiche e condizioni locali (ad esempio la stratificazione di fasi d'uso successive o lo sviluppo infrastrutturale contemporaneo).

Negli ultimi decenni sono stati proposti e sviluppati nuovi approcci analitici di tipo multidisciplinare a supporto dei tradizionali metodi archeologici e conseguentemente si è incentivato l'utilizzo di strumentazione analitica di tipo portatile, che può essere usata direttamente *on-site*. È questo il caso degli strumenti di fluorescenza a raggi X portatili³, il cui utilizzo consente di cre-

are grandi dataset di dati di tipo chimico che possono integrare i database di tipo storico ed archeologico; l'integrazione di fonti diverse è un approccio metodologico di notevole importanza per la ricostruzione del patrimonio storico-archeologico (POLLARD *et al.* 2007). L'uso di indagini chimico-fisiche territoriali in particolare, affiancate a prospezioni archeologiche ed accompagnate da un trattamento statistico dei dati, ha recentemente destato un notevole interesse per la potenzialità di caratterizzazione delle evidenze riconoscibili in territori con presenza di insediamenti antichi (FRAHM *et al.* 2016; PRICE, BURTON 2011).

L'analisi della bibliografia scientifica degli ultimi 60 anni riguardante le analisi chimiche utilizzate in campo archeologico ha evidenziato un trend di crescita netta delle pubblicazioni a partire dal 2007, ed una notevole varietà di temi affrontati. L'interrogazione dei principali motori di ricerca (Scopus, Easy Web of Science, Google Academic, Science Direct, Wiley Online Library e Springer) ha individuato un numero di articoli costantemente in crescita, che ha raggiunto nel 2015 la soglia dei 90. Gli argomenti trattati hanno riguardato nel 55% dei casi l'identificazione delle tracce chimiche sul suolo legate ad attività antropiche antiche; nel 22% la relazione tra composizione chimica del suolo e degrado delle sepolture; nel 10% ricostruzioni paleo-ambientali tramite l'utilizzo di analisi chimiche su suoli o sedimenti; nel 7% la provenienza di materie prime e nel 6% la composizione chimica del suolo per valutare la conservazione del patrimonio culturale ed il degrado dei materiali archeologici (PASTOR *et al.* 2016).

La crescente produzione scientifica evidenzia in sintesi come la fluorescenza a raggi X portatile (pXRF) stia diventando la tecnica analitica di elezione per analisi geochimiche di carattere ambientale, minerario ed archeologico. Essa è infatti la prima tecnica analitica che può essere utilizzata per misure *on-site*, e che rende immediatamente disponibili i risultati durante le fasi di prospezione o scavo. Essendo una tecnica analitica non invasiva e con un basso impatto ambientale, la fluorescenza a raggi X portatile è stata inoltre recentemente inserita nella categoria della *green analytical chemistry* (LEMIÈRE 2018).

Nell'ambito più strettamente archeologico, l'XRF è applicato su diverse matrici ambientali (suolo e sedimenti fluviali, acque e vegetazione), con finalità sia predittive (identificazione di nuovi siti) che descrittive (indagine su siti noti), in analogia ai più utilizzati metodi geofisici (in particolare magnetometria, geoelettrica, georadar; CANNEL *et al.* 2018). Tutti questi approcci, nonostante siano basati su principi analitici diversi, hanno in comune la capacità di rilevare le variazioni relative dei parametri del suolo, variazioni che possono essere l'esito di attività antropiche antiche, in grado di alterare i valori dell'ambiente circostante (valore di fondo; ASTON, MARTIN, JACKSON 1998; CUENCA-GARCÍA 2015, 2019). A differenza dei metodi geofisici tuttavia, ad oggi le analisi geochimiche, pur avendo guadagnato largo credito, non costituiscono ancora una prassi ricorrente nelle prospezioni archeologiche; questo limitato utilizzo, e conseguentemente la scarsa letteratura specifica disponibile, rende più complessa la distinzione tra gli elementi chimici che possono essere considerati validi traccianti delle attività antropiche antiche rispetto a quelli caratterizzanti il substrato geologico e naturale, oppure introdotti nell'ambiente tramite le pratiche agricole moderne (HAYES 2013; SMEJDA *et al.* 2017-2018).

Queste ultime costituiscono un elemento critico che va sempre tenuto in considerazione nella lettura dei dati geochimici; la preparazione annuale dei terreni in zone coltivate (ad esem-

autonomia, progettati per essere impiegati in prospezione; sono ergonomici, resistenti ed utilizzabili sia in contesti asciutti che in caso di pioggia.

² I costi dell'analisi effettuata con XRF portatile sono fino a 10 volte inferiori rispetto alle altre tecniche analitiche menzionate.

³ Gli strumenti di fluorescenza a raggi X portatile sono analizzatori dotati di microtubi a raggi X, rilevatori Si-PIN o SSD, filtri specializzati e fasci multipli, ottimizzati per le più recenti analisi XRF. Si tratta di strumenti dalla prolungata

pio l'aratura e la fresatura) può infatti alterare la struttura del suolo ed in alcuni casi oscurare la geometria della distribuzione (*pattern*) della concentrazione di elementi chimici. Le arature in particolare possono arricchire gli orizzonti più superficiali di suolo con elementi caratteristici di attività antropiche antiche provenienti dal deposito archeologico (P, Pb, Ca e Cu), che di norma si trovano in profondità; l'arricchimento superficiale va tuttavia valutato con cautela, perché non sempre è direttamente correlabile alla presenza di deposito archeologico, ma può essere conseguenza dell'aggiunta di concimi sia chimici che naturali, generalmente a base di N, P e K (OONK *et al.* 2009a). Per interpretare correttamente le dinamiche alla base di anomalie di concentrazione è infine necessario conoscere la correlazione tra elementi chimici: l'arricchimento di un determinato elemento può essere infatti una diretta causa dell'impoverimento di un altro (MCQUEEN 2005).

Per tutte queste ragioni l'accurata progettazione di una campagna di misurazioni adeguate a fornire il quadro dei valori di fondo delle concentrazioni elementali in un'area di studio è una premessa di fondamentale importanza per giungere alla corretta interpretazione delle anomalie geochimiche registrate ed eventualmente collegarle con la presenza di deposito archeologico (HASLAM, TIBBETT 2004).

Le considerazioni sin qui esposte sono utili premesse per discutere parte dei risultati ottenuti dal primo survey geochimico di tipo estensivo che è stato effettuato in Toscana Meridionale, allo scopo di sviluppare ed ottimizzare un nuovo metodo di prospezione basato sull'applicazione combinata di diverse tecniche geofisiche, archeologiche e chimiche (tra le quali l'uso estensivo della fluorescenza a raggi X portatile). I primi risultati incoraggiano la prosecuzione di questo tipo di analisi multidisciplinare; le analisi spedite effettuate direttamente *on site* forniscono infatti un supporto estremamente prezioso per l'interpretazione sempre più accurata delle dinamiche storiche del paesaggio.

V.V.

3. LA SCELTA DEL CAMPIONE: LE RICERCHE PREGRESSE E LE NOSTRE DOMANDE

La campionatura multidisciplinare effettuata nella bassa val di Cornia si è misurata con un territorio che è da molti anni al centro di numerosi progetti di indagine di taglio storico-archeologico. Alle fondamentali sintesi diacroniche del popolamento (FEDELI 1983; GIROLDINI 2010), basate su una puntuale registrazione delle numerose evidenze provenienti in maggioranza da rinvenimenti di superficie, hanno fatto seguito aggiornamenti ed approfondimenti tematici, esito dei ripetuti survey effettuati in particolar modo dall'Università di Siena all'interno del progetto di indagine sulla antica città di Populonia e sul suo territorio (BOTARELLI, CAMBI 2004-2005; GIROLDINI 2012). Tali sintesi hanno fornito quadri complessivi relativi alle dinamiche del popolamento di epoca etrusca e romana ed ipotesi di ricostruzione ambientale, spesso centrate sul tema/problema dell'estensione delle aree lagunari interne alla pianura (in ultimo ISOLA 2009)⁴.

In riferimento alle dinamiche di popolamento, le ricostruzioni proposte evidenziano come, a partire dal III secolo a.C., l'area della bassa pianura del Cornia che interessa più da vicino questo contributo sia caratterizzata da un sensibile incremento del numero dei siti; essi si dispongono sia alle quote maggiori

che in prossimità delle aree deltizie dei fiumi, in particolare dell'attuale Corniaccia Vecchia di Vignale. Questo incremento demografico ed insediativo è concomitante con la fase di più intenso sviluppo economico del territorio popoloniese e della sua siderurgia⁵.

Alla crescita numerica degli insediamenti si accompagna lo sviluppo di una rete infrastrutturale innervata su un asse principale, la via *Aurelia Nova*, che dal II secolo a.C. tagliava diagonalmente buona parte dell'attuale pianura di Piombino (*fig. 2*).

Già da questo orizzonte cronologico, pur in presenza di una maglia del popolamento densa e dinamica, è evidente la preferenza accordata ad alcune aree della pianura, che risultano occupate più a lungo e più stabilmente delle altre. Tale occupazione si spingerà fino alla tarda Antichità (V secolo d.C.) ed, in alcuni casi, all'alto Medioevo (dal VII fino al IX-X secolo d.C.). Questi ultimi sono i secoli di riferimento del progetto *nEUMed*, e dunque una particolare attenzione è stata riservata alle aree con caratteristiche di più marcata diacronia.

Fra le località che attestano una duratura occupazione spiccano quelle di Vignale, Carlappiano, Franciana, e Casal Volpi, per le quali i dati archeologici raccolti consentono di precisare con maggiore dettaglio la natura degli insediamenti (GIORGI, ZANINI 2014; BOTARELLI 2004, pp. 230-231; FEDELI 1983, p. 419) (localizzazione dei siti citati in *fig. 1*). Il sito del Vignale in particolare presenta caratteristiche strutturali di pregio ed una lunga durata dell'occupazione, attestata dai materiali ceramici e dalle analisi in corso, che lo configurano come il centro di riferimento della bassa val di Cornia fra la tarda Antichità e l'alto Medioevo.

Su tutti i siti citati la revisione accurata del materiale ceramico proveniente da precedenti ricognizioni (PONTA 2019) e le nuove indagini di scavo (specificamente per il sito di Carlappiano; DALLAI *et al.* 2018) hanno consentito di definire con assai maggiore precisione i termini cronologici dell'occupazione. L'area di Franciana risulta insediata sino al VII secolo d.C., e quella di Casal Volpi ha restituito materiali acromi riferibili ad un orizzonte di IX-X secolo. Dal sito di Carlappiano, sede di un impianto di produzione e stoccaggio del sale attivo fra XI e XIII secolo, proviene una notevole quantità di materiali ceramici riferibili ad un ampio orizzonte cronologico, che va dal I secolo a.C. al IX secolo d.C. Le indagini in corso sul sito di Vignale ne stanno evidenziando l'occupazione ben oltre l'orizzonte di VII secolo d.C.

A partire dall'VIII secolo la documentazione storica fornisce ulteriori elementi, utili per contestualizzare meglio gli insediamenti all'interno di una cornice più ampia: il toponimo *Franciana* in particolare, che come detto corrisponde ad un'area di antica occupazione (epoca repubblicana), identifica ora il *caput curtis* di una grande proprietà fiscale, estesa su buona parte della bassa valle del fiume Cornia. Di questa vastissima estensione facevano parte, oltre alla pianura ricca di risorse strategiche (fra cui saline, peschiere ed approdi), anche i boschi delle aree collinari del primo entroterra (COLLAVINI 2016). Così come accadde per la vicina val di Pecora, la *curtis* di Franciana e tutte le sue risorse furono saldamente controllate dal fisco regio (TOMEI c.s.); dalla grande proprietà, fra la seconda metà dell'VIII ed il primo trentennio del IX secolo, furono distaccate le *curtes* di *Casalappi* e *San Vito*, controllate dal vescovo di Lucca. La *curtis* di *San Vito* in particolare, di cui si è proposta l'identificazione con l'attuale area di Casal Volpi sulla base di una attenta valutazione dei dettagli topografici registrati dalle fonti e

⁴ Sintesi bibliografica sul tema in DALLAI 2018.

⁵ Per una sintesi si rimanda a FEDELI 1983; BOTARELLI 2006; CAMBI 2009.

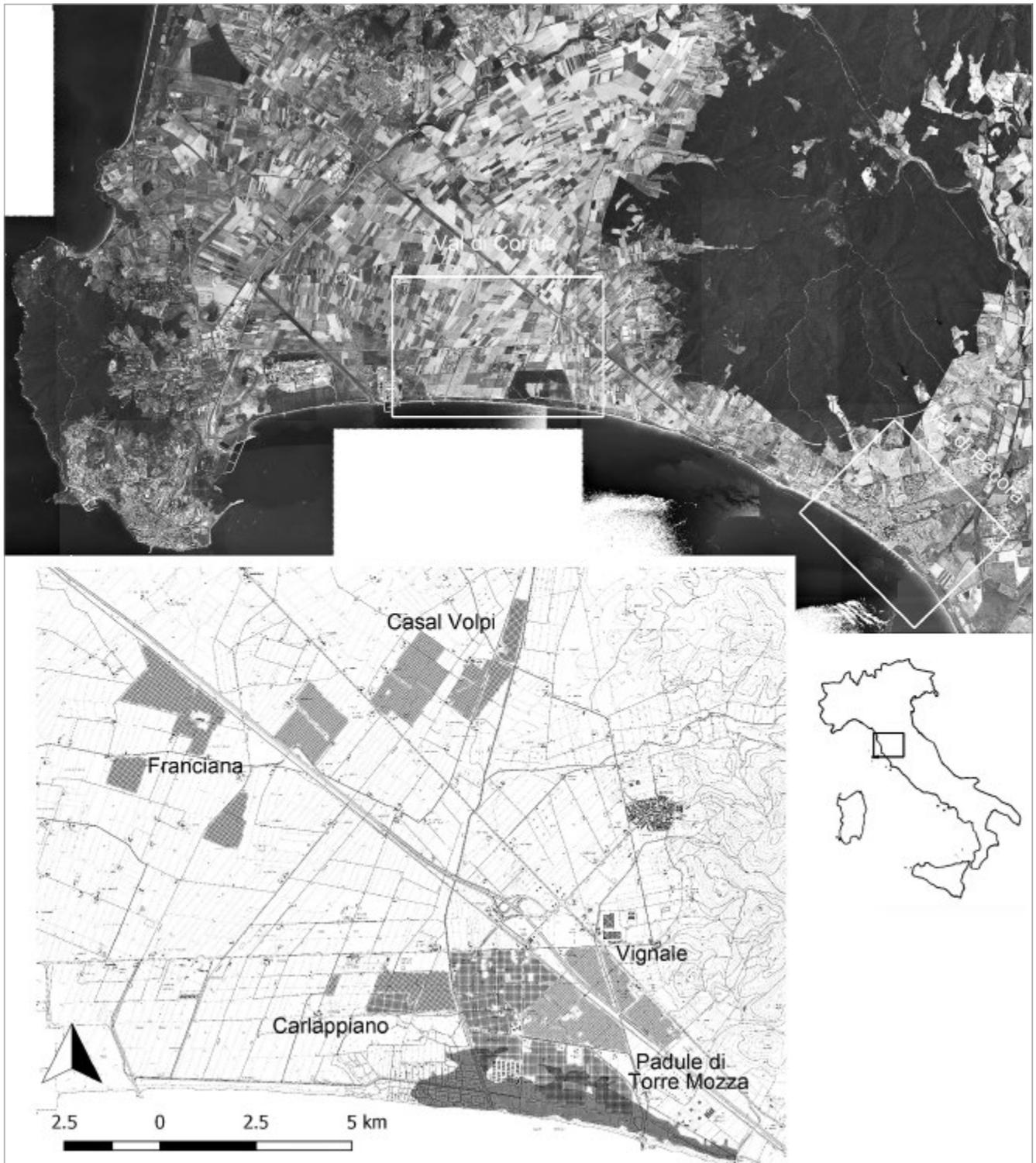


fig. 1 – Le aree di indagine costiere del progetto ERC *nEUMed*: val di Pecora e val di Cornia. Dettaglio dell'area oggetto del presente contributo con i siti citati, le griglie di misurazione e l'area dell'antica laguna di Torre Mozza secondo il *Quadro d'Unione della comunità di Piombino* del *Catasto Leopoldino* (1821).

relativi in particolare ai corsi d'acqua⁶, divenne il centro su cui più a lungo il vescovo riuscì ad esercitare un effettivo controllo.

⁶ La *curtis* di San Vito ed in particolare la sua localizzazione nell'area di Casal Volpi è stata oggetto di recenti approfondimenti documentari; spunti molti utili sono emersi dalla comune riflessione e dalla condivisione dei dati fra chi scrive e il dottor Paolo Tomei, che ha curato la ricerca documentaria e d'archivio all'interno del progetto ERC *nEUMed*, e che desidero ringraziare per la costante disponibilità e proficua collaborazione.

Essa risulta ancora fra le proprietà vescovili nel terzo quarto del secolo XI, e costituì il luogo di riferimento dei possedimenti vescovili lucchesi in val di Cornia, al quale furono aggregate dipendenze originariamente pertinenti ad altre *curtes* dell'area (FARINELLI 2007, sito 33.5).

La spina dorsale di questo vasto territorio, che le fonti definiscono *Cornino*, era rappresentato dal fiume Cornia, il cui corso, oggi molto mutato a seguito delle attività di bonifica intraprese

con energia nel primo trentennio del XIX secolo, divagava originariamente nella bassa pianura. A ridosso della costa il volume di acqua e detriti mobilizzati dal fiume si faceva molto consistente, si sommava a quello dei corsi minori provenienti dalle colline (ad esempio il fosso Botrangolo, menzionato già nella documentazione medievale, ed il fosso Valnera, presente insieme al primo nel *Catasto Lorenese* del 1821) e trovava uno sbarramento verso il mare, costituito da una serie di cordoni dunali in parte già insediati a partire dal Bronzo medio (FEDERICI, MAZZANTI 1995). La geomorfologia dell'area favoriva così la creazione di aree lagunari, con acque di profondità variabile; più profonde nell'area di Montegemoli, a ridosso dell'attuale foce del Cornia, dove molti Autori ritengono di localizzare il porto di *Falesia*⁷, altre più modeste (ad esempio nell'area della foce della attuale Corniaccia). Questa seconda zona umida interessa più da vicino il nostro studio; è infatti attorno all'area della palude di Torre Mozza che insiste il toponimo di *Franciana*, ed è a ridosso della foce di San Martino, cioè dello sbocco a mare della attuale Corniaccia, che si collocano gli insediamenti di Vignale e di Carlappiano (fig. 2). Oggi delle antiche lagune non rimane più traccia a seguito della progettazione di una *bonifica integrale* avviata in età lorenese (l'avvio data agli anni '30 del XIX secolo); essa colse il duplice obiettivo di risolvere il problema sanitario posto dalle aree umide e di promuovere il rilancio delle attività produttive ed il ripopolamento delle pianure (PELLEGRINI 1984; ROMBAI, SIGNORINI 1993).

Alla luce del quadro storico-archeologico delineato le indagini topografiche multidisciplinari hanno selezionato campioni territoriali significativi (indicati dalle griglie di analisi visibili in fig. 1 e fig. 2) per rispondere ad alcuni dei quesiti posti dal progetto *nEUMed*; tali quesiti sono sia di ordine metodologico che storico, ed interrogano tanto le potenzialità insite nella combinazione di pratiche sul campo, quanto la capacità di lettura delle dinamiche di trasformazione del paesaggio attraverso alcuni dei siti selezionati. I quesiti principali a cui abbiamo cercato risposta sono sintetizzabili nei seguenti punti:

- Quali sono i *proxies* chimici utilizzabili per identificare la presenza antropica in Val di Cornia?
- È possibile precisare la natura di questa presenza e le eventuali attività produttive connesse?
- Dalla combinazione di procedure analitiche sul campo (topografia archeologica ed analisi chimico-fisiche – pXRF) è possibile ottenere, anche in questo contesto di studio, maggiori e migliori dettagli utili alla ricostruzione di alcuni aspetti del paesaggio storico?

4. METODOLOGIA APPLICATA SUL CAMPO

Per rispondere ai quesiti sopra elencati a partire dall'autunno 2017 si è progettata una ricognizione sistematica, selezionando aree che, sulla base della valutazione preventiva di fonti di carattere storico, archeologico e cartografico, risultavano particolarmente promettenti.

Lo strumento utilizzato per le analisi è un Olympus INNOV-X Delta Premium DP-6000-C equipaggiato con un tubo a raggi X di 40kV, 4W e 200 microAmper, anodo in Rh e un detector SSD a grande area. Le analisi sono state effettuate nella modalità *soil*, specificamente progettata per il survey (*environmental soil screening*); il range di elementi rilevabili in questa modalità è compreso fra il fosforo (P) e l'uranio (U) ed i limiti di rilevabilità (*limit of detection* – LOD) sono particolarmente

Mg	< 1%	Ga	3 - 5
Al	< 0.5%	As	1 - 3
Si	< 0.5%	Se	1 - 3
P	800 - 1500	Br	1 - 3
S	150 - 300	Rb	1 - 3
Cl	100 - 200	Sr	1 - 3
K	40 - 60	Zr	1 - 3
Ca	25 - 40	Mo	1 - 3
Ti	7 - 15	Ag	40 - 50
Cr	5 - 10	Cd	12 - 15
V	7 - 15	Sn	20 - 25
Mn	10	Sb	15 - 20
Fe	10	Ba	15 - 30
Co	10 - 20	Hg	2 - 4
Ni	10 - 20	Tl	2 - 4
Cu	5 - 7	Pb	2 - 4
Zn	3 - 5		

tab. 1 – Valori dei LOD (*limit of detection*) in modalità *soil* (*environmental soil screening*), specifici dello strumento Olympus INNOV-X Delta Premium DP-6000-C, 40kV, 4W, 200 microAmper, anodo in Rh, espresse in ppm o % per elemento.

adatti ad un impiego di carattere ambientale (per ogni elemento si faccia riferimento alla tab. 1).

Ciascuna misura ha avuto la durata di 30 secondi: la scelta di impostare questa durata è il risultato di test di verifica sull'affidabilità e l'accuratezza della misurazione effettuati sulla base di un numero consistente di *shots* (oltre 100) precedentemente realizzati nella stessa modalità *soil* all'interno di contesti di scavo (sia sul sito della Canonica di Montieri che su quello delle Allumiere di Monteleo (DALLAI, DONATI, VOLPI 2018).

Un dibattito tutt'ora molto acceso nel mondo scientifico riguarda l'aspetto delle calibrazioni. Negli strumenti più comuni la calibrazione interna che viene effettuata dalla ditta costruttrice, ed è vincolata dal segreto industriale, è diversa a seconda della modalità di analisi (nel nostro caso ciò vale per le modalità *soil* e *mining*, entrambe utilizzabili in fase di prospezione); generalmente in modalità *soil* si utilizza l'algoritmo di normalizzazione Compton, mentre in modalità *mining* il metodo dei parametri fondamentali. Se avere due tipi di calibrazioni interne in alcuni casi è svantaggioso perché su uno stesso campione è necessario ripetere due *shots* di analisi, dall'altro ciò permette di determinare le concentrazioni di molti più elementi chimici (HALL, BONHAM-CARTER, BUCAR 2014).

Il dibattito più recente sull'uso delle calibrazioni concorda nell'affermare che, anche se la calibrazione interna allo strumento viene di norma utilizzata, essa non è la migliore per ottenere un risultato il più accurato ed affidabile possibile (MARKOWICZ 2008; KENNA *et al.* 2011; HALL, BONHAM-CARTER, BUCAR 2014). Per raggiungere un grado di precisione più elevato è necessario adottare dei metodi di calibrazione empirici, che identifichino la migliore corrispondenza tra i CRMs (*certificatted reference materials*) ed il campione da analizzare⁸.

Per ottenere uno screening elementare, mappare e localizzare la distribuzione degli elementi e degli inquinanti in una determinata area, non è tuttavia necessario arrivare ad avere una precisione assoluta del dato; basta più semplicemente riportare l'intervallo di incertezza sulla misura e ripetere periodicamente delle misure su standards certificati per avere un controllo sul buon funzionamento dello strumento (MELQUIADES, APPOLONI 2004). Inoltre la sistematicità e la numerosità delle misure pro-

⁷ Fra i molti contributi sulla questione dei porti popolonesi si rimanda a quelli di CARDARELLI 1938; CAMILLI 2005, che illustrano ipotesi diverse, ma evidenziano il ruolo cruciale rivestito dagli specchi di acque interne.

⁸ Se non sono disponibili CRMs è possibile adottare il metodo di calibrazione delle aggiunte standard di elementi chimici da determinare all'interno del campione per minimizzare gli effetti matrice.

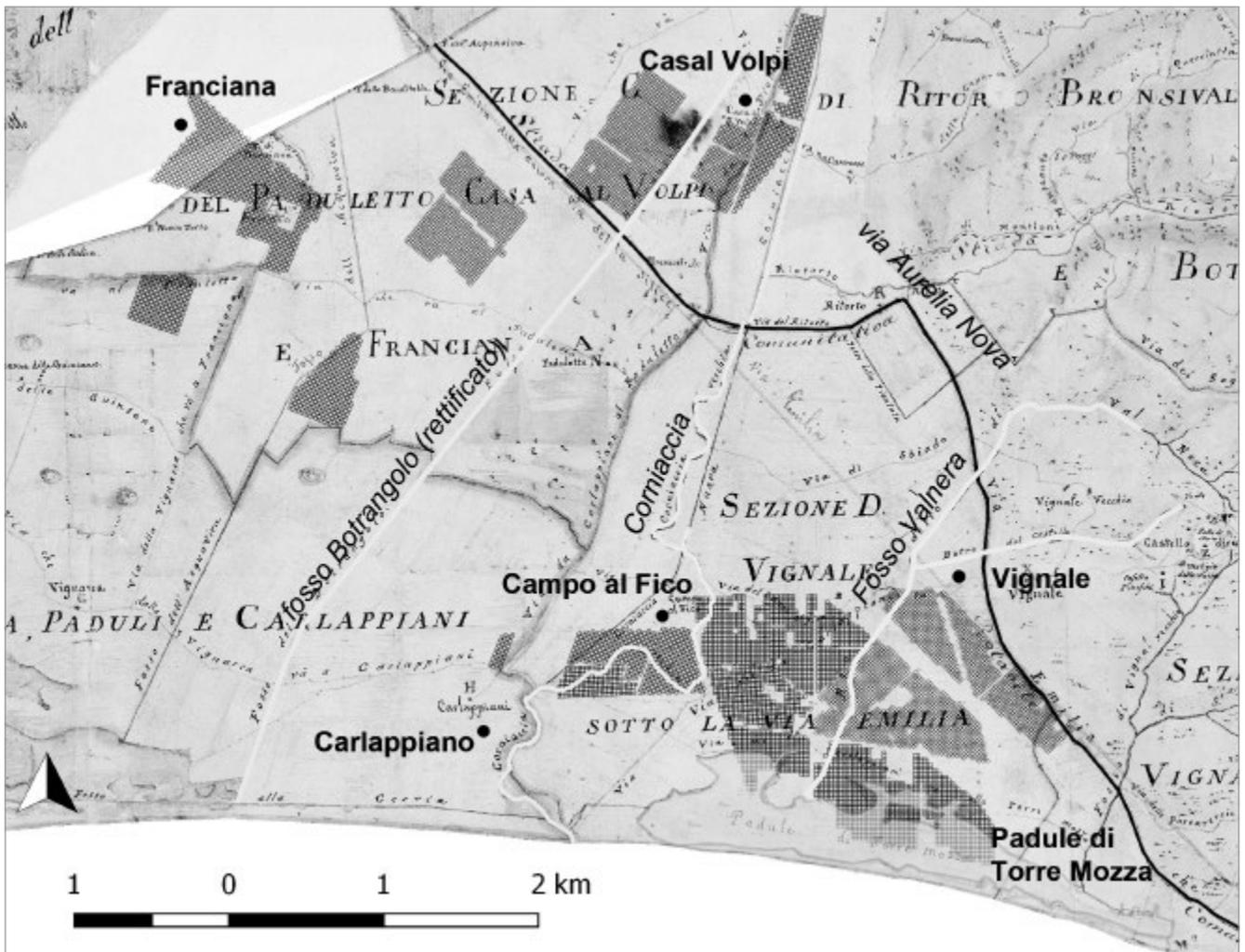


fig. 2 – Le griglie di indagine proiettate sul *Catasto Leopoldino* (1821). Sono inoltre indicati i toponimi citati nel testo, la viabilità storica, il sistema idrografico principale ed i limiti lagunari. Cartografia di base *Catasto Lorenese, Quadri di unione* (1821). Progetto Castore, Regione Toscana e Archivi di Stato toscani.



fig. 3 – Il lavoro sul campo: georeferenziazione dei punti di indagine con GPS palmare; pulizia e preparazione del punto di analisi; registrazione della presenza eventuale di frammenti ceramici o laterizi o di caratteristiche specifiche del suolo; restituzione dei dati su base cartografica in ambiente GIS.

duce dati migliori di un campionamento casuale effettuato con pochi campioni, anche se questi sono giudicati singolarmente più affidabili ed accurati (CRUMBLING 2001).

Il presente progetto ha utilizzato la calibrazione in dotazione allo strumento, cioè l'algoritmo di normalizzazione Compton; questo metodo consente la rilevazione di elementi fino a poche decine di ppm, e pur non essendo uno standard personalizzato (prassi che presenta comunque dei rischi; SUGAR, MASS 2012, p. 31), essa è stata giudicata adeguata agli obiettivi prefissati, in considerazione della sistematicità e del numero molto elevato di misure realizzate (BOON, RAMSEY 2012). I dati ottenuti non hanno subito ulteriori trasformazioni: la restituzione spaziale dei *patterns* di concentrazione dei singoli elementi corrisponde alla loro registrazione sul campo. Al dato numerico quantitativo (espresso dallo strumento in ppm o %) si è affiancata anche la lettura degli spettri restituiti dall'analisi.

Le misurazioni sono state effettuate seguendo griglie regolari costruite con quadrati di 20 m per lato, realizzate in QGIS (sistema di coordinate geografiche WGS84) e riportate su un dispositivo GPS palmare. La misura è stata effettuata sostanzialmente al centro del quadrato (fig. 3); la preparazione del campione è stata minima ed ha seguito la prassi standard raccomandata dalle *Agenzie Regionali per la Prevenzione e Protezione Ambientale*⁹; si è conseguentemente posta attenzione non solo al numero di campioni ma anche alla profondità ed all'epoca del prelievo. Nell'impossibilità pratica di realizzare carotaggi manuali per la compattezza eccessiva del terreno, si è optato per una pulizia tramite *trowel* dei primi cm di spessore superficiale (da 2 a 5 cm). Il campionamento suggerito per determinare le caratteristiche del terreno (pH, CSC, N totale e K) secondo questi standard è di 7 campioni per ha in suoli sciolti ad elevata variabilità, e di 4 campioni per ha in altri casi; il nostro campionamento ha effettuato mediamente 3 misure ogni 1000 m², ottenendo in media 27 misure per ha.

I mesi in cui l'indagine è stata realizzata (settembre/ottobre) sono quelli in cui i terreni della val di Cornia vengono lavorati ma non sono ancora concimati, ad eccezione delle aree con colture ortive (area di Franciana in particolare). Questo ci ha consentito di limitare per quanto possibile l'interferenza dovuta alle concimazioni, che come noto apportano Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb e Zn, alterando anche sensibilmente la distribuzione degli elementi rilevanti per il nostro studio.

Le condizioni meteorologiche al momento del *survey* (fine della stagione estiva) sono state particolarmente favorevoli; non si sono verificati eventi piovosi rilevanti, e per questa ragione i terreni presentavano un basso livello di umidità (BASTOS, MELQUIADES, BIASI 2012; SCHNEIDER *et al.* 2016). La tessitura dei suoli è stata considerata omogenea per tutte le misure, in analogia ad altri studi pilota (ZHU, WEINDORF, ZHANG 2011). Il suolo è composto da limi, argille e sabbie; solo in alcuni casi sono stati riscontrati orizzonti ghiaiosi, in coerenza con quanto descritto dalle Unità di Paesaggio del database pedologico regionale¹⁰.

L.D.

⁹ Le prescrizioni utilizzate seguono in particolare le linee guida dell'*Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale* del Veneto; <http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/linterpretazione-delle-analisi-del-terreno>.

¹⁰ Regione Toscana, catalogo delle tipologie pedologiche presenti nell'area di studio: suoli limoso-argillosi, non ghiaiosi, da debolmente a molto calcarei (FIN1-DOM1); suoli argilloso-limosi, non ghiaiosi, da non calcarei a moderatamente calcarei, da leggermente a moderatamente salini, piuttosto mal drenati (VDA1); suoli limoso-argillosi, da non ghiaiosi a scarsamente ghiaiosi, da non calcarei a moderatamente calcarei in profondità, moderatamente ben drenati (ACV1). Per tutti i dettagli relativi alle unità di paesaggio si rimanda al sito della Regione Toscana: <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>, s.v. "Comune di Piombino".

5. PRIMI RISULTATI DELL'INDAGINE: GLI ELEMENTI DIAGNOSTICI NEL CONTESTO DI ANALISI DELLA FOCE DELLA CORNIACCIA

L'obiettivo principale della progettazione di un *survey* geo-chimico come aiuto per le prospezioni archeologiche è quello dell'identificazione di valori anomali nelle concentrazioni di alcuni elementi chimici che differiscono in positivo o in negativo rispetto al valore di fondo naturale, mediante tecniche analitiche che analizzano una sola specie chimica oppure tecniche multi-elementari, come la fluorescenza a raggi X (ASTON, MARTIN, JACKSON 1998; MIDDLETON 2004; OONK *et al.* 2009b).

Il suolo costituisce la matrice nella quale le evidenze archeologiche vengono sepolte e sulla quale vengono rilevate le anomalie geo-chimiche che possono essere più o meno leggibili, a seconda delle dinamiche ambientali che caratterizzano un determinato contesto di studio. Il suolo va considerato un ambiente molto complesso, all'interno del quale le caratteristiche biologiche, fisiche e chimiche sono soggette a modificazioni, e possono giocare un ruolo determinante nei meccanismi di trattenimento e mobilitazione degli elementi chimici prodotti dall'attività antropica antica e moderna (MIDDLETON 2004). Le dinamiche e le interazioni delle diverse proprietà del suolo possono influenzare positivamente o negativamente le risposte analitiche (SCOLLAR *et al.* 1990); la velocità con la quale questi processi si manifestano dipende dal clima, dalla topografia del luogo, dalla copertura vegetale, dalla fauna, dalla natura dei sedimenti (*parent material*) e dal tempo (HASLAM, TIBBETT 2004).

Il primo contesto ambientale indagato all'interno del progetto *nEUMed* è stato un campione della val di Pecora prossimo al sito di Vetricella; esso ha costituito il banco di prova di questa nuova metodologia multidisciplinare. I risultati ottenuti in questo caso studio decisamente più semplice da analizzare, dove i terreni individuati appartengono ad un'unica grande proprietà e sono coltivati a grano da decenni, e dove la ricerca può giovare di un database molto ricco di dati geologici (PIERUCCINI *et al.* 2018), geo-chimici (DONATI *et al.* 2004) ed evidenze archeologiche (MARASCO 2013), hanno permesso di evidenziare alcuni *markers* particolarmente utili per la diagnostica archeologica, come il Ca e l'As (DALLAI, CARLI, VOLPI c.s.). Grazie a questa individuazione si sono potute acquisire informazioni utili per arricchire il quadro insediativo nell'area prossima al sito di Vetricella, sul quale il progetto *nEUMed* ha avviato dal 2016 una accurata indagine stratigrafica (MARASCO 2018).

La stessa metodologia di indagine applicata al territorio della val di Cornia si è misurata con una maggiore complessità: l'area di indagine è in questo caso più ampia ed i terreni sono parcellizzati in numerose proprietà. La val di Cornia è caratterizzata da un mosaico agricolo articolato, dove si alternano aree a seminativo, colture arborate ed orticole ed in alcuni casi terreni incolti. A livello metodologico era dunque importante osservare la variazione della risposta analitica in contesti ambientali e di uso del suolo molto diversificati. In fase di registrazione queste caratteristiche sono state annotate puntualmente e le analisi hanno tenuto conto di tale variabile, separando i dati per aree omogenee.

Anche nel caso della val di Cornia i risultati preliminari ottenuti hanno mostrato l'efficacia del metodo. In particolare essi hanno evidenziato come in un territorio così vasto e influenzato da molti fattori antropici recenti si possano comunque rintracciare evidenze geo-chimiche direttamente collegate con attività di epoca antica, contestualizzate all'interno di un'area caratterizzata da dinamiche ambientali lagunari e palustri di non facile comprensione.

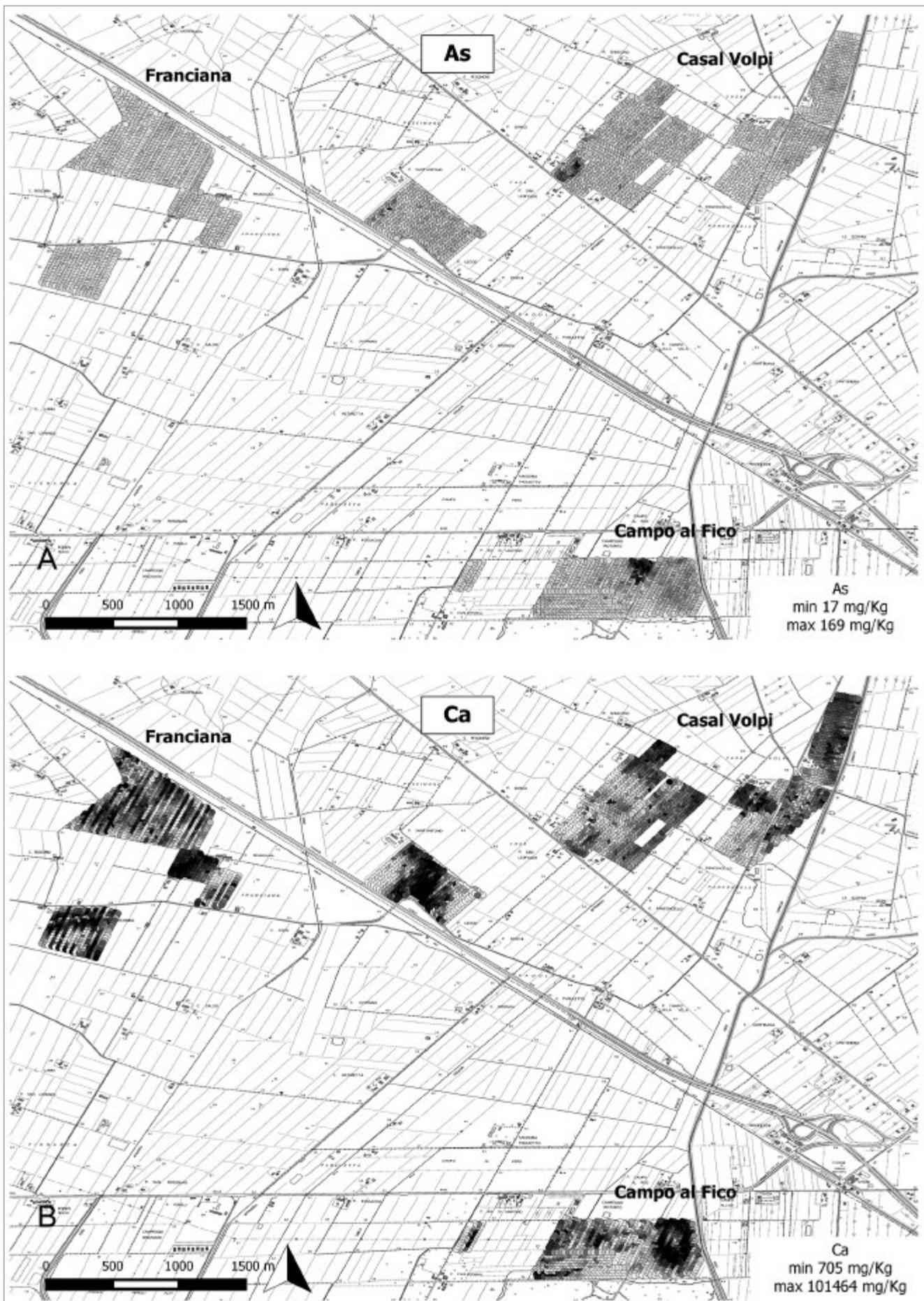


fig. 4 – Analisi multidisciplinari in val di Cornia; restituzione dei valori complessivi di As (Arsenico) e Ca (Calcio). Cartografia di base: Regione Toscana, CTR 1:10.000. Risorsa online: http://www502.regione.toscana.it/wmsraster/com.rt.wms.RTmap/wms?map=wmscartoteca&map_resolution=91&. I valori sono restituiti in scala di grigio, dal valore minimo (in bianco) al valore massimo (in nero); la legenda non è categorizzata (valori discreti). I valori assoluti minimo e massimo sono riportati in legenda.

Analizzando il territorio a livello globale gli elementi chimici As e Ca si sono riproposti come i traccianti principali delle attività antropiche di epoca pre-industriale. Specificatamente, si è registrata la presenza di concentrazioni più elevate di As in un'area molto circoscritta e ben localizzata (località Campo al Fico) (fig. 4A), mentre il Ca ha mostrato concentrazioni elevate sia in zona Campo al Fico che nell'area di Casal Volpi (fig. 4B).

In località Campo al Fico in particolare la concentrazione di As è localizzata in corrispondenza di un insediamento di epoca romana identificato grazie al *survey* 2017. Il sito ha restituito ceramiche comuni ed un certo numero di frammenti pertinenti a contenitori da trasporto (anfore Dressel 1 e Dressel 2/4); i materiali consentono di inquadrare preliminarmente la vita dell'insediamento fra la tarda Età Repubblicana e la prima Età Imperiale. La concentrazione di rinvenimenti si posiziona su un microrilievo che raggiunge i 4 m slm in un contesto di pianura circostante dalle quote comprese fra 3 e 2 m slm¹¹; l'area risulta inoltre inserita all'interno di una rete di antichi meandri fluviali, legati al divagare del corso del fiume Corniaccia in prossimità della sua foce. L'insediamento sfruttava la zona lievemente rialzata creata dall'erosione fluviale; il suo posizionamento prova che il ramo principale del fiume si era già allora spostato verso NW, cioè in corrispondenza dell'attuale Foce di San Martino, secondo una dinamica spaziale che sta emergendo anche grazie ai carotaggi geologici profondi effettuati dal progetto ERC *nEUMed* (PIERUCCINI, SUSINI c.s.); ciò aveva reso quest'area idonea ad un insediamento stabile.

L'elemento chimico sorprendentemente elevato in zona Campo al Fico è l'As (min. 20 mg/Kg e max. 170 mg/Kg) (fig. 5A); valori di As così alti in corrispondenza di un insediamento possono essere connessi con la lavorazione del metallo (in questo caso le scorie attestano la presenza di un ciclo siderurgico), ed in particolare indicano l'esistenza di lavorazione di minerali diversi dalla sola ematite. L'As è infatti un elemento presente nelle mineralizzazioni polimetalliche delle Colline Metallifere (COSTAGLIOLA *et al.* 2008); i dati geochemici suggeriscono che Campo al Fico possa essere annoverato fra i siti nei quali la lavorazione dei minerali ferriferi si rivolse non solo al trattamento dell'ematite elbana ma, come evidenziato anche in altri contesti coevi, anche a quelli del distretto delle Colline Metallifere (DALLAI, PONTA, SHEPHERD 2006; DALLAI, MARASCO, VOLPI 2018).

Oltre all'As un *pattern* significativo nei valori di concentrazione è dato anche dal Ca (fig. 5B). In questo caso la distribuzione delle concentrazioni di Ca sul suolo sembra essere legata non tanto alle attività antropiche quanto alle dinamiche ambientali; dall'osservazione dell'ortofotocarta 2016 (Regione Toscana)¹², delle foto aeree (IGM 1938; GAI 1954) e della cartografia storica (Quadro d'unione del *Catasto Leopoldino 1821*) è possibile individuare la traccia dei paleoalvei del fiume Corniaccia che lambivano a Sud l'insediamento di Campo al Fico. I valori dell'elemento chimico Ca seguono molto chiaramente la geometria del paleoalveo; la presenza dell'insediamento di Campo al Fico ci conferma che, in tale intervallo cronologico, questo paleoalveo era già stato sostituito da un diverso tracciato di scorrimento delle acque, altrimenti l'area, soggetta a periodiche inondazioni, sarebbe risultata inidonea ad ospitare un insediamento stabile.

V.V.

6. PRIMI RISULTATI DELL'INDAGINE: GLI ELEMENTI DIAGNOSTICI NELLE AREE DI FRANCIANA E CASAL VOLPI

Fra le aree selezionate per la realizzazione delle analisi multidisciplinari la zona di Franciana riveste un particolare interesse di natura storico-insediativa. L'area è stata oggetto di ricerche da parte di numerosi e diversi soggetti (in particolare Associazione Archeologica Piombinese; Università di Siena) ed ha subito negli anni ripetute attività di scavo non autorizzate per il recupero di materiale metallico. La costruzione del tracciato ferroviario tirrenico ha inoltre in parte compromesso la leggibilità archeologica del deposito (localizzazione del sito in fig. 1).

Come abbiamo già ricordato, Franciana è uno dei luoghi che ebbero maggiore fortuna nella storia insediativa della bassa pianura del Cornia. Le prime tracce di occupazione datano al periodo Orientalizzante Medio (GIROLDINI 2010, siti 53, 65, 67); numerosi reperti ceramici (in particolare vernice nera, sigillata italica e sigillata africana), oltre a frammenti di anfore (Dressel 1 e Dressel 2/4) inquadrano la consistenza e la stabilità dell'insediamento fra la fine del IV secolo a.C. e l'Età alto-imperiale (II d.C.). In questa fase storica Franciana fu probabilmente sede di una grande fattoria, che poi si sarebbe trasformata in villa rustica; la presenza di contenitori da trasporto e di grandi *dolia*, i cui resti sono stati rinvenuti anche durante i *survey* multidisciplinari, attesta la vocazione produttiva di tipo agricolo del sito, che appare occupato con continuità sino alla fine del IV secolo (IVI, p. 78; p. 161). I sopralluoghi effettuati all'interno del progetto ERC *nEUMed* e la revisione puntuale dei materiali frutto di precedenti attività di ricognizione hanno tuttavia portato molto in avanti l'orizzonte ultimo di frequentazione del sito, spostandolo al pieno VII secolo d.C. sulla base dell'identificazione di un nucleo di frammenti in sigillata africana D, pertinenti ad esemplari di piatto/coperchio tipo *Hayes 109* (PONTA 2019). La ricognizione ha inoltre individuato frammenti di porfido, scorie metallurgiche e frammenti di minerale (ematite). A completamento del quadro preliminare fornito dall'indagine sul campo, le immagini del volo aereo GAI 1954 rendono ben evidente la presenza di una anomalia di forma rettangolare, che è stata interpretata come traccia della grande fattoria etrusco-romana, poi divenuta villa rustica.

Uno dei problemi principali posti dall'area di Franciana è la diffusione delle attestazioni ceramiche su un contesto topografico relativamente ampio e la difficile localizzazione del nucleo centrale dell'insediamento di epoca più tarda. Le condizioni di visibilità sono fortemente problematiche, limitate dalla presenza di coltivazioni orticole, di serre e dal tracciato della ferrovia.

Un secondo tema di ricerca riguarda la definizione degli eventuali caratteri produttivi e metallurgici del sito, suggeriti dal rinvenimento delle scorie, del minerale (ematite) e del porfido, materiale utilizzato per la costruzione dei forni metallurgici.

Consapevoli delle difficoltà legate all'indagine su questo contesto, ma determinati ad approfondire, per quanto possibile, la ricerca sul sito che porta il toponimo della *curtis* fiscale di epoca altomedievale, abbiamo impostato griglie di analisi a copertura dell'area nella quale insistono i rinvenimenti relativi alla fase di occupazione della prima e tarda Età Imperiale; la griglia di misurazione è servita anche come griglia di localizzazione dei materiali archeologici.

Al termine dell'indagine la georeferenziazione delle segnalazioni ceramiche ha reso evidente che la maggiore concentrazione dei materiali ceramici, inclusi quelli di cronologia più bassa, si colloca nettamente a NW rispetto all'anomalia visibile da foto aerea; oggi quest'area è in parte coperta dalle serre agricole ed è

¹¹ Le quote sono state ricavate dal rilievo fotogrammetrico realizzato per il progetto ERC *nEUMed* su alcune porzioni della pianura del Cornia. Ringraziamo il dott. Giulio Poggi per la lettura di dettaglio.

¹² (http://www502.regione.toscana.it/ows_ofc/com.rt.wms.RTmap?wms?map=owsofc&map_resolution=918)

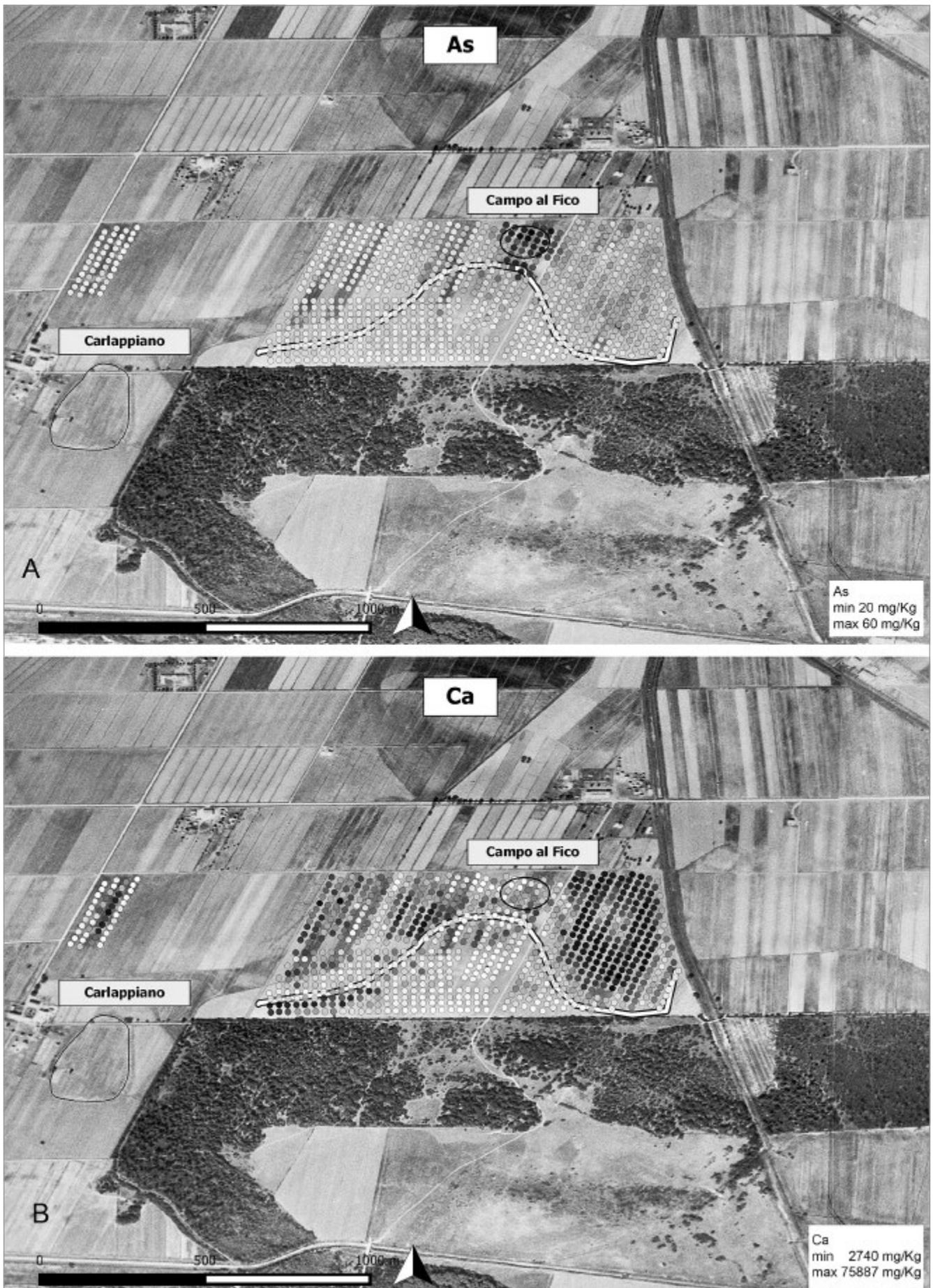


fig. 5 – Campo al Fico: i valori relativi ad As (Arsenico) e Ca (Calcio) sono restituiti su ortofotocarta (base: volo GAI 1954); risorsa online: http://www502.regione.toscana.it/wmsraster/com.rt.wms.RTmap/wms?map=wmsofc&map_resolution=91&language=ita&. I valori sono restituiti in scala di grigio, dal valore minimo (in bianco) al valore massimo (in nero); la legenda non è categorizzata (valori discreti). I valori assoluti minimo e massimo sono riportati in legenda.

delimitata ad Est dalla ferrovia. Osservando la stessa foto aerea (volo GAI 1954), in questo punto è visibile una seconda anomalia di colore scuro (evidenziata con tratto grigio nella *fig. 6*); il *pattern* dei dati restituiti dall'XRF ha localizzato proprio in quest'area un netto incremento dei valori elementali di K e Fe (il valore medio per il K è 1,5% mentre in quest'area i valori superano il 2%; il valore medio per il Fe è 3% mentre in quest'area i valori superano il 4%). La distribuzione di K e Fe discrimina inoltre molto chiaramente le concentrazioni (*site*) (delimitate con tratto nero) dalle zone di *off-site* (delimitate con tratto bianco); al diminuire delle attestazioni di materiale archeologico diminuisce anche la concentrazione di elementi chimici. L'associazione di K e Fe è indicativa di attività antropiche domestiche e di concimazione; al contrario, l'assenza di un *pattern* strutturato per elementi come As, Cu, Pb e Zn esclude al momento che in quest'area si svolgessero attività connesse con la lavorazione dei metalli ed anche una contaminazione legata a pratiche agricole contemporanee (OONK, SLOMP, HUISMAN 2009). Il rinvenimento di scorie, frammenti di porfido e minerale va dunque probabilmente legato ad altri eventi; potrebbe trattarsi ad esempio di indicatori di produzione in giacitura secondaria, provenienti da un'area prossima al sito e qui presenti anche a seguito delle attività di costruzione del tracciato ferroviario.

Una seconda area particolarmente sensibile per le domande storiche formulate dal progetto è quella di Casal Volpi. Anche in questo caso siamo in presenza di una zona intensamente e lungamente insediata, che le reiterate campagne topografiche hanno identificato sulla base di concentrazioni di materiali ceramici databili fra la tarda Età Repubblicana ed il V secolo d.C. (sono state rinvenute sigillata africana tipo *Hayes 58* e ceramiche verniciate di rosso). Ulteriori revisioni dei materiali, unite a nuovi sopralluoghi, hanno portato all'identificazione di un nucleo di materiali acromi (in particolare brocche) databili in pieno periodo altomedievale (IX-X secolo) (PONTA 2019). L'ipotesi che qui sia da localizzare la *curtis* di San Vito trova, come già anticipato, importanti appigli topografici nella menzione della vicinanza fra il centro curtense ed il corso del fiume Botrangolo (ancora oggi identificabile, anche se rettificato; si veda la *fig. 2*), oltre a quello della Cornia, a questa data da identificare con l'attuale Corniaccia di Vignale. Nell'area di Casal Volpi insiste anche un altro interessante toponimo (la *Pievaccia*), che rimanda naturalmente alla presenza di un edificio religioso. Della consistente concentrazione di frammenti lapidei e laterizi registrata alla metà degli anni '90 del XX secolo, ad indicare il luogo dell'antico edificio, non resta oggi che una modesta presenza di pietre, oltre a frammenti di malta e a qualche frammento ceramico inquadrabile nei secoli centrali del Medioevo.

Le griglie del survey multidisciplinare hanno interessato l'area posta a ridosso dell'attuale corso del fiume Corniaccia, oltre alla zona prospiciente il nucleo degli edifici della fattoria di Casal Volpi; al termine dell'indagine l'elemento diagnostico più interessante per quest'area è risultato essere ancora una volta il Ca. Il *pattern* di distribuzione ha evidenziato due distinte zone con elevate concentrazioni; una prima area è posta a NE (*fig. 7A*), in corrispondenza di una evidente anomalia da foto aerea con geometria rettangolare, corrispondente al probabile edificio religioso menzionato poco sopra. L'anomala concentrazione di Ca (valori compresi fra 2,5 e 4% su una media di fondo inferiore al 2%) è legata alla presenza di malta e pietre calcaree utilizzate come materiale da costruzione e come legante. Anche se limitatamente visibili in superficie, la loro presenza condiziona notevolmente la chimica del suolo in questo specifico perimetro (un contesto analogo è stato individuato e commentato per la Val di Pecora, in relazione a strutture murarie sepolte; DALLAI, MARASCO, VOLPI 2018).

La seconda area di concentrazione del Ca merita una riflessione più articolata (*fig. 7B*). Gli alti valori (media del 3%) insistono in questo caso in una zona che il *Catasto Leopoldino* disegna ripartita in rettangoli stretti ed allungati (116×70 m), del tutto anomali rispetto alle geometrie circostanti. Moduli rettangolari in serie, anche se di diverse misure, racchiusi dentro perimetrazioni squadrate, si rintracciano oltre che qui anche in prossimità di Casa Paduletto (132×200 m circa), e Vignale (27×50 m). La localizzazione di queste partizioni in aree topograficamente basse e prossime ai corsi d'acqua ha fatto ipotizzare che possa essersi trattato di originari apprestamenti produttivi (forse delle vasche), di cui all'epoca del *Catasto Leopoldino* (1821) sopravviveva l'originaria geometria¹³. Tale ipotesi è suffragata dalla rappresentazione di sistemi di vasche localizzate in questa stessa zona, raffigurati nella cartografia della fine del XVI secolo (GUARDUCCI, ROMBAI 2015, p. 13, *fig. 2*); si tratta in questo caso di saline o peschiere, all'epoca della rappresentazione ancora in attività.

Nell'area corrispondente alle originarie partizioni di Casal Volpi la concentrazione del Ca risulta nettamente superiore al contesto circostante; l'osservazione autopistica ha inoltre rilevato la presenza di numerosi minuti noduli di carbonato di calcio (CaCO₃), ben visibili nel terreno. La loro presenza può essere conseguenza di fenomeni pedogenetici legati all'oscillazione della falda acquifera; è tuttavia possibile che questa concentrazione sia il risultato dell'evaporazione lenta di acqua connessa a specifiche attività antropiche. In questo caso gli elevati valori di Ca testimonierebbero l'effettivo collegamento fra le partizioni catastali individuate sulla cartografia storica e gli apprestamenti produttivi tipici di quest'area di pianura costiera (in particolare vasche di allevamento ittico). A supporto di quest'ultima ipotesi, anche i toponimi attestati dai documenti del *Cartulario* del monastero di San Quirico di Populonia della prima metà del XII secolo evidenziano l'esistenza di bacini per la piscicoltura in più punti della *curtis* di Franciano (si nominano in particolare una *Piscina Lifredi*, una *Piscina presbiteri Lei*, una *Piscina da Silice*)¹⁴; in questo caso la risposta delle analisi chimico-fisiche costituisce un elemento a favore dell'ipotesi di un effettivo uso funzionale delle evidenze presenti in cartografia.

L.D.

7. UNO SGUARDO D'INSIEME SUL PAESAGGIO

Al termine di questa breve rassegna di dati relativi ad aree chiave particolarmente sensibili in relazione agli obiettivi posti dal progetto ERC *nEUMed*, possiamo offrire una prima risposta ad alcuni dei quesiti formulati in premessa.

Al primo punto avevamo posto la questione della possibilità di definire *proxies* chimici utilizzabili per identificare e caratterizzare la presenza antropica in val di Cornia; al termine delle indagini Ca, K, Fe, in combinazione con la mappatura delle evidenze di superficie, si sono rivelati buoni *proxies* per localizzare e caratterizzare gli insediamenti (ad es. a Franciana e Casal Volpi/Pievaccia). In relazione all'insediamento, avevamo posto come seconda questione la possibilità di dettagliare meglio le funzioni sulla base della presenza di indicazioni combinate di natura archeologica e chimico-fisica. In questo caso l'As si è dimostrato molto utile per l'individuazione di attività metallurgiche (ad esempio a Campo al Fico); valori elevati di Ca, in combinazione con una valutazione

¹³ Ipotesi in DALLAI 2016, pp. 97-98. Per la localizzazione delle partizioni si veda anche alla *fig. 5* dello stesso testo.

¹⁴ Nel 1121 il monastero di San Quirico di Populonia ricevette metà della *curtis* di Franciana dagli Aldobrandeschi. Considerazioni in merito alla donazione ed al *Cartulario* del monastero in COLLAVINI 2016. I riferimenti agli invasi ricorrono in particolare nei documenti nn. 1, 8-10, 33, 49 del *Cartulario*, secondo la nuova numerazione proposta in ROSSI 2016, tabella comparativa alla p. 81.

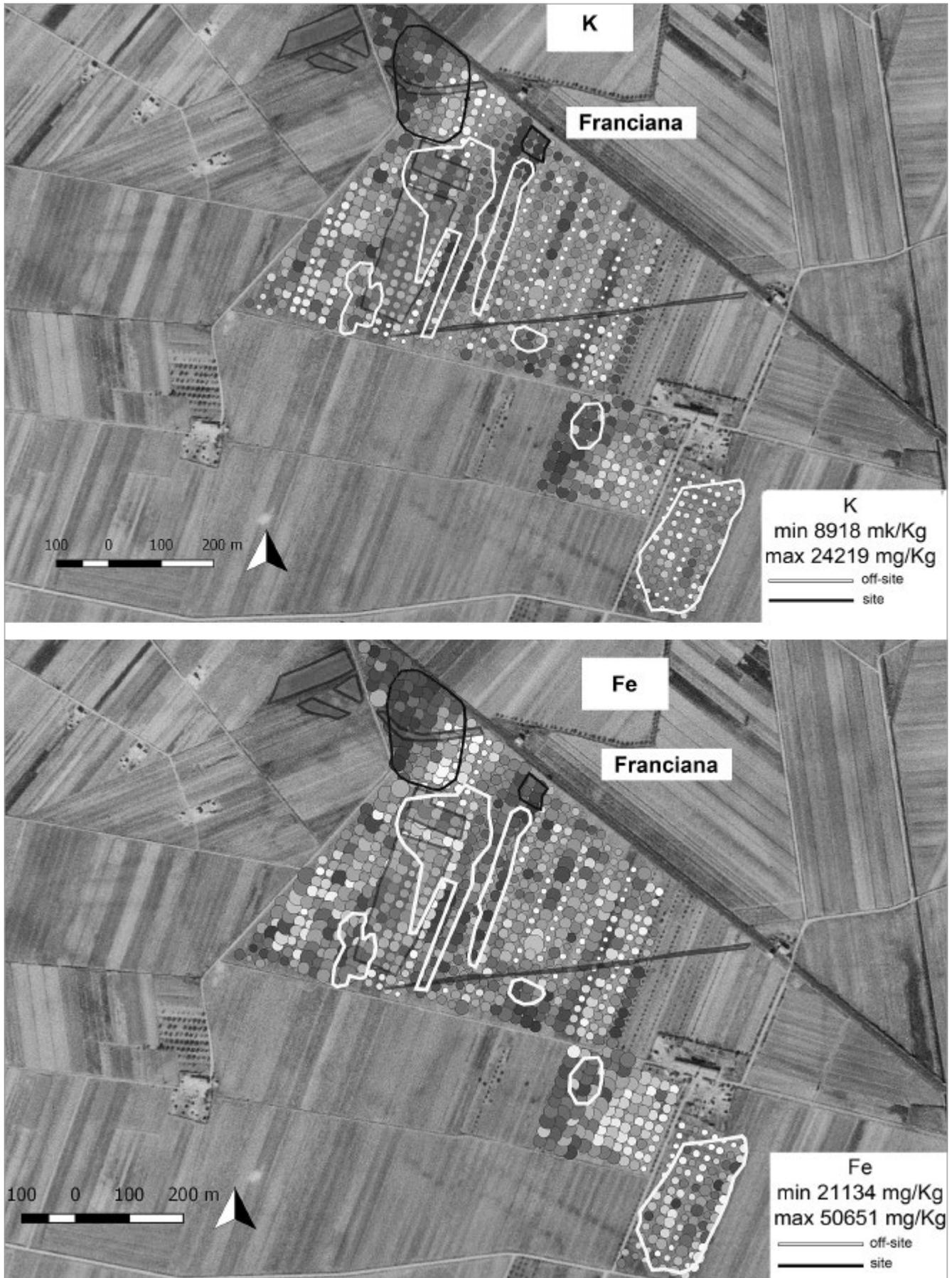


fig. 6 – Franciana: i valori relativi a K (Potassio) e Fe (Ferro) sono restituiti su ortofotocarta (base: volo GAI 1954); risorsa online: http://www502.regione.toscana.it/wmsraster/com.rt.wms.RTmap/wms?map=wmsofc&map_resolution=91&language=ita&. I valori sono restituiti in scala di grigio, dal valore minimo (in bianco) al valore massimo (in nero); la legenda non è categorizzata (valori discreti). I valori assoluti minimo e massimo sono riportati in legenda.

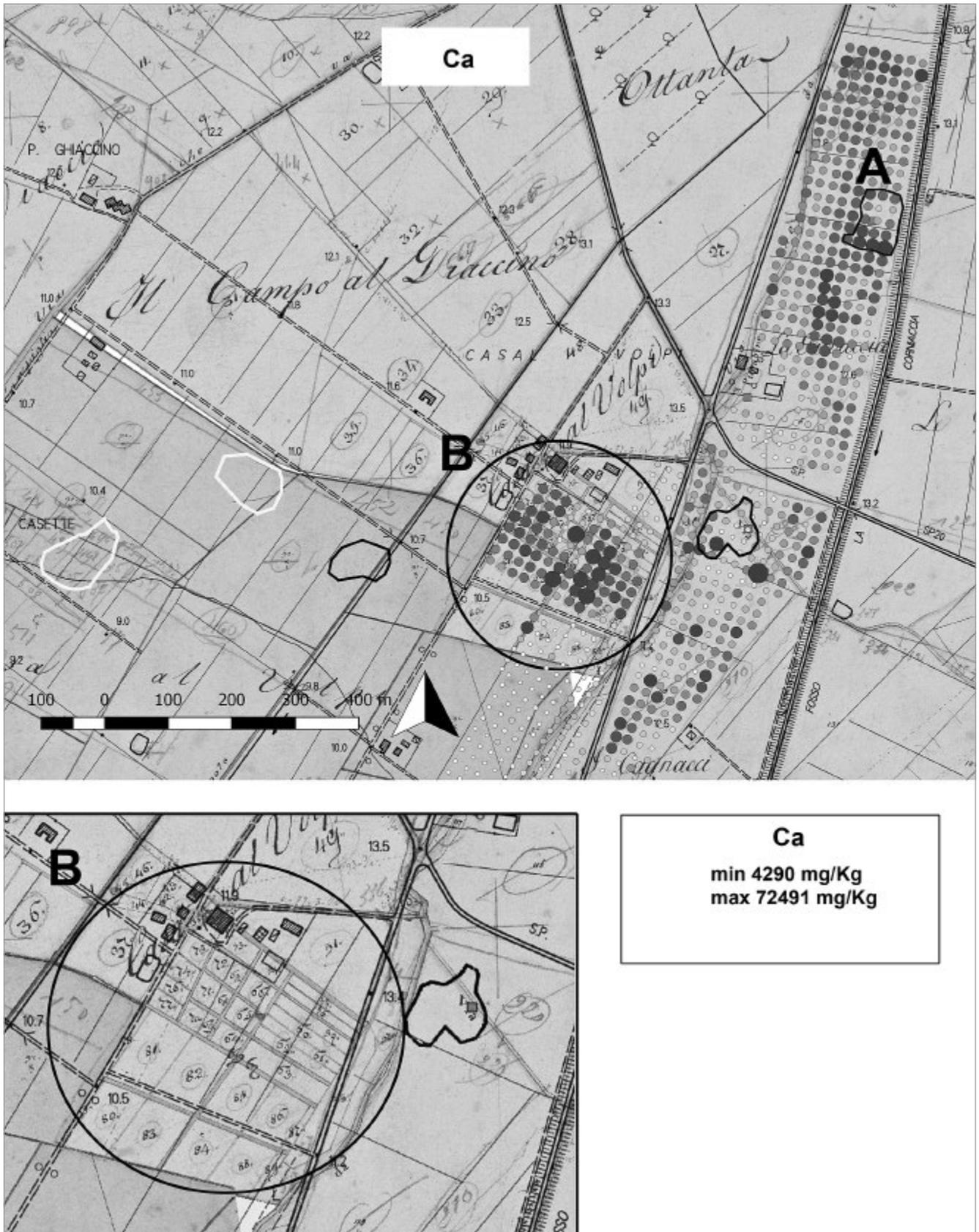


fig. 7 – Casal Volpi. I valori del Ca (Calcio) nelle due aree chiave (A, La Pieve; B, area delle partizioni catastali). Cartografia di base: *Catasto Lorenese, Quadri di unione (1821)*. Progetto Castore, Regione Toscana e Archivi di Stato toscani. I valori sono restituiti in scala di grigio, dal valore minimo (in bianco) al valore massimo (in nero); la legenda non è categorizzata (valori discreti). I valori assoluti minimo e massimo sono riportati in legenda.

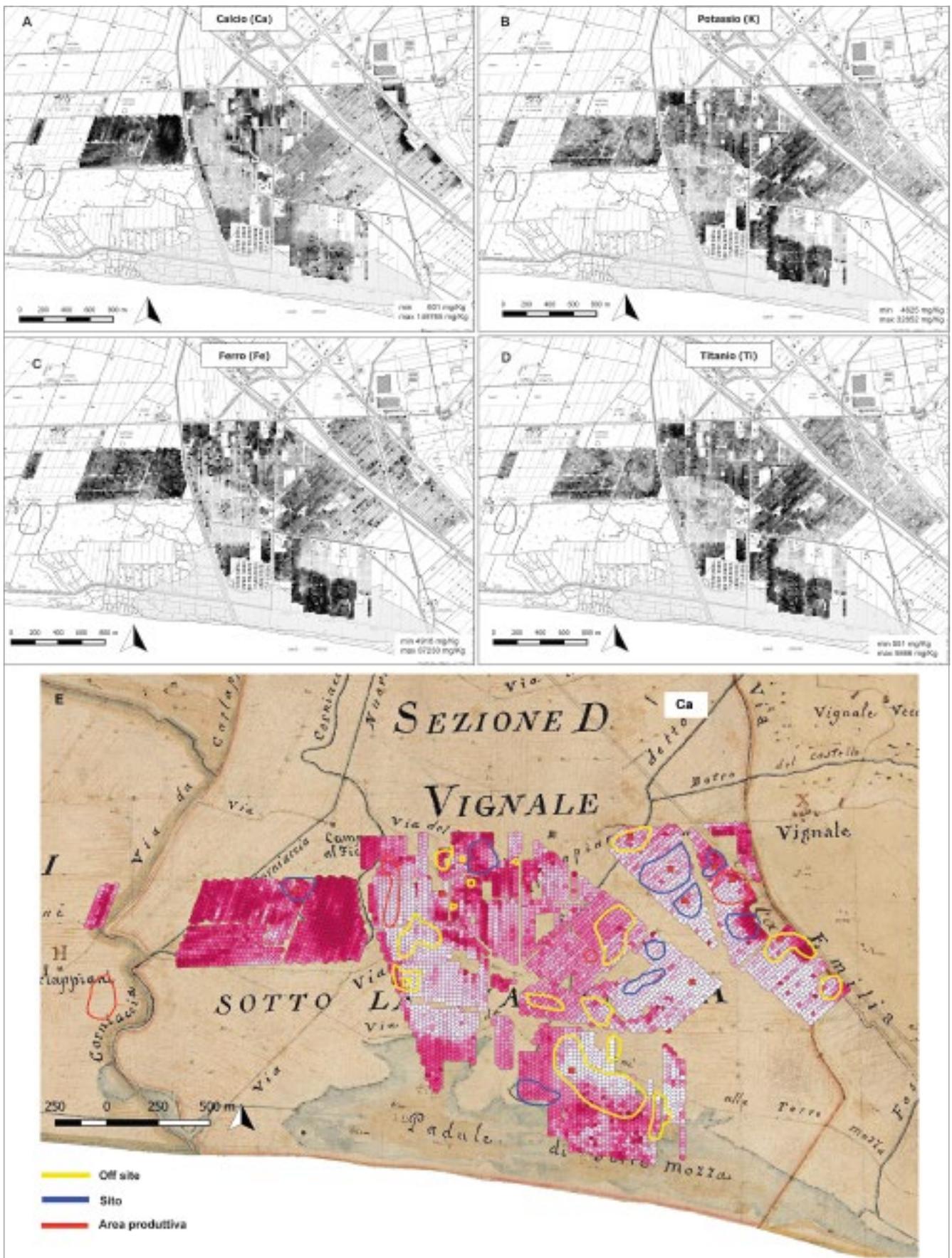


fig. 8 – Padule di Torre Mozza. Valori degli elementi diagnostici Ca (Calcio-A-); K (Potassio-B-); Fe (Ferro-C-); Ti (Titanio-D-). I valori sono restituiti in scala di grigio, dal valore minimo (in bianco) al valore massimo (in nero); la legenda non è categorizzata (valori discreti). I valori assoluti minimo e massimo sono riportati in legenda. La proiezione dei dati su base catastale (Quadro di Unione del *Catasto Leopoldino*, 1821 – E) evidenzia la netta distinzione fra aree ricche in Ca (valori alti e colore viola scuro della legenda) ed aree povere (valori bassi e colore viola chiaro), in coincidenza con i limiti della laguna del XIX secolo. I valori medi visibili nella fascia centrale dell'immagine corrispondono all'incisione della duna da parte delle acque del fiume. La frequentazione antropica è testimoniata dai poligoni (in giallo e blu), corrispondenti ad *off-site* ed a siti rilevati in fase di indagine.

archeologica del contesto, possono indicare l'esistenza di attività economiche connesse con l'acqua (ad esempio l'itticoltura, come proposto per Casal Volpi, o la produzione del sale, nel caso di Carlappiano; VOLPI in DALLAI *et al.* 2018).

Rimane da dare una risposta all'ultimo quesito formulato, e cioè verificare se la combinazione delle tecniche (topografico-archeologiche e chimico-fisiche) offra la possibilità di accrescere e arricchire qualitativamente le informazioni disponibili, aggiungendo elementi significativi per la ricostruzione di alcuni aspetti fisici del paesaggio storico.

La domanda ci riporta ad affrontare il tema/problema al centro degli studi condotti da anni sul territorio della bassa val di Cornia, ossia la definizione dell'estensione delle aree umide interne; se infatti la presenza delle lagune e la valorizzazione delle risorse economiche da esse derivanti è un dato certo anche per il periodo Medievale, assai più complesso è fornire dettagli relativi ad estensione e profondità delle acque. Per quanto riguarda in particolare l'area prossima ai toponimi che abbiamo più volte richiamato nel testo, cioè Franciana, Vignale, Carlappiano e Casal Volpi, ci si è domandati se fosse possibile rintracciare elementi utili a comprendere quanto l'antica laguna potesse spingersi verso l'interno rispetto alla dimensione cartografata dal *Catasto Leopoldino* nel 1821, cioè a pochi anni dall'avvio delle bonifiche.

L'approccio geochimico al problema propone una ulteriore strategia per affrontare questo importante tema, ad integrazione delle attività di survey archeologico, della lettura delle foto aeree, della cartografia storica e dei sondaggi geognostici effettuati dallo stesso progetto *nEUMed*.

Per rispondere a tale quesito abbiamo impostato griglie di analisi a copertura sistematica della fascia di territorio compresa fra il limite della laguna indicato dalla cartografia storica ed il cordone dunale interno, ossia fra le aree umide e quelle sicuramente asciutte (fig. 2). Oltre alle analisi chimiche, la sistematica segnalazione della presenza di evidenze archeologiche ha consentito di ottenere una cartografia di dettaglio di tutta l'area.

La comparazione dei valori registrati per gli elementi chimici diagnostici (Ca, Fe, K, Ti in particolare), le cui concentrazioni medie sono rispettivamente 0,8%; 2,8%; 1,5% e 0,4%, rende immediatamente evidente l'esistenza di una variazione netta, corrispondente alla differenziazione fra terreni sabbiosi/poveri/asciutti, e terreni argilloso-limosi (più ricchi in Fe e Ca e corrispondenti alle aree umide). Tale variazione ricalca in modo netto i limiti lagunari riportati dal *Catasto Leopoldino* (fig. 8)¹⁵. L'interpretazione dei *patterns* elementari proposta è avvalorata anche dalla diffusa frequentazione antropica rilevata nelle aree circostanti alla laguna stessa (in fig. 8E rappresentati dai poligoni in giallo e blu, ossia dagli *off-site* e dai siti). La concentrazione degli elementi diagnostici evidenzia infine l'esistenza di una fascia di valori intermedia, in cui essi risultano maggiori rispetto a quelli della duna ma inferiori a quanto registrato nelle zone argilloso-limose. Interpretiamo tali valori come l'esito delle dinamiche fluviali in relazione al cordone dunale, ed in particolare l'incisione della duna operata dalle acque del fiume (oggi Corniaccia di Vignale) avvenuta in epoca molto antica, certamente precedente alla fase etrusca in cui in questa stessa area si registrano tracce di occupazione stabile.

Sulla base dei dati raccolti è dunque possibile affermare la sostanziale coincidenza fra l'estensione della laguna di Torre Mozza cartografata dal *Catasto Leopoldino* del 1821 e quella di periodo Medievale. Analizzando il pattern insediativo non vi sono inoltre elementi significativi per ipotizzare una estensione molto diversa

degli specchi d'acqua anche in epoca etrusca e romana. Questa interpretazione è inoltre avvalorata dai risultati ottenuti con la campagna di sondaggi profondi effettuati nelle aree marginali dei sistemi umidi della pianura del Cornia nel corso del progetto *nEUMed*. Da tali sondaggi è emerso un contesto caratterizzato da dune, interdunali ed aree umide, coerente sia cronologicamente che topograficamente con quanto proposto dal survey geochimico (PIERUCCINI, SUSINI c.s.). La multidisciplinarietà applicata in questo contesto ha molto agevolato la ricostruzione del quadro ambientale complessivo.

In sintesi: aver effettuato e testato un approccio topografico integrato di analisi chimico-fisiche e analisi archeologiche ha gettato le basi per creare un protocollo applicabile a più contesti, mediante il quale è possibile definire quali elementi chimici possano essere considerati i traccianti principali per le attività antropiche in un dato territorio. Le potenzialità di questo protocollo sono di tipo predittivo (identificazione di siti, aree produttive, delimitazione di spazi funzionali) e descrittivo. Nel caso della val di Cornia i dati hanno restituito in particolare informazioni utili alla migliore definizione di aspetti storico-insediativi ed ambientali (presenza di paleoalvei, delimitazione di zone di acque interne). Alla luce di questi risultati lo sforzo di integrazione di metodologie appare tanto più necessario, di fronte alla complessità dei fenomeni che moltiplicano i livelli di lettura del paesaggio. D'altra parte il concetto stesso di paesaggio storico travalica il limite del visibile per misurarsi con il non visibile, e con le "strutture umane" (sociali, politiche) che lo modellano costantemente (GAMBI 1961). In questo senso riteniamo che la combinazione di più tecniche sul campo, solidamente ancorate ad una metodologia rigorosa, possa ampliare di molto il potenziale informativo, anche in aree profondamente modificate dall'azione dell'uomo, come nel caso della val di Cornia.

L.D., V.V.

BIBLIOGRAFIA

- ASTON M.A., MARTIN M.H., JACKSON A.W., 1998, *The use of heavy metal soil analysis for archaeological surveying*, «Chemosphere», 37(3), pp. 465-477.
- BASTOS R.O., MELQUIADES F.L., BIASI G.E.V., 2012, *Correction for the effect of soil moisture on in situ XRF analysis using low-energy background*. «X-Ray Spectrometry», 41(5), pp. 304-307.
- BENVENUTI *et al.* 2014 = BENVENUTI M., BIANCHI G., BRUTTINI J., BUONICONTI M., CHIARANTINI L., DALLAI L., DIPASQUALE G., DONATI A., GRASSI F., PESCHINI V., 2014, *Studying the Colline Metallifere mining area in Tuscany: an interdisciplinary approach*, IES Book of the 9th International Symposium on Archaeological Mining History (Trento, 5-8th June 2014), Silvertant Erfgoedprojecten, Valkenburgaard de GeuL (ND), pp. 261-287.
- BOON K.A., RAMSEY, M.H., 2012, *Judging the fitness of on-site measurements by their uncertainty, including the contribution from sampling*, «Science of the Total Environment», 419, pp. 196-207.
- BOTARELLI L., 2004, *La ricognizione archeologica nella bassa Val di Cornia*, in M.L. GUALANDI, C. MASCIONE (a cura di), *Materiali per Populonia 3*, Firenze, pp. 223-235.
- BOTARELLI L., 2006, *La ricognizione in Val di Cornia. Rapporto preliminare (campagna 2004)*, in M. APROSIO, C. MASCIONE (a cura di) *Materiali per Populonia 5*, Firenze, pp. 233-250.
- BOTARELLI L., CAMBI F., 2004-2005, *Il territorio di Populonia fra il periodo etrusco tardo e il periodo romano. La ricognizione archeologica*, «Rassegna di Archeologia», 21B, pp. 159-169.
- CAMBI F., 2009, *Populonia. Ferro, territorio e bacini di approvvigionamento fra il periodo etrusco e il periodo romano*, in F. CAMBI, F. CAVARI, C. MASCIONE (a cura di), *Materiali da costruzione e produzione del ferro. Studi sull'economia popoloniese fra periodo etrusco e romanizzazione*, Bari, pp. 221-230.

¹⁵ I terreni a minore concentrazione, corrispondenti agli antichi cordoni dunali, presentano i seguenti valori medi: Ca 0,3%, Fe 2%; K 1,3%; Ti 0,3%. I terreni con concentrazioni più elevate (argilloso-limosi) presentano i seguenti valori medi: Ca 0,7%; Fe 4%; K 2%; Ti 0,4%.

- CAMILLI A., 2005, ...Ducit in arva sinum... *Breve nota sulla definizione del sistema portuale popoloniese*, in A. CAMILLI, M.L. GUALANDI (a cura di), *Materiali per Populonia 4*, Firenze, pp. 203-219.
- CANNELL *et al.* 2018 = CANNELL R.J.S., GUSTAVSEN L., KRISTIANSEN M., NAU E., *Delineating an Unmarked Graveyard by High-Resolution GPR and pXRF Propection: The Medieval Church Site of Furulund in Norway*, «Journal of Computer Applications in Archaeology», 1(1), pp. 1-18.
- CARDARELLI R., 1938, *Fonti per la storia dei porti di Piombino e dell'Elba*, «Bollettino Storico Livornese», 4, pp. 339-365.
- COLLAVINI S.M., 2016, *San Quirico di Populonia nelle fonti scritte (secc. XI-XII)*, in G. BIANCHI, S. GELICHI (a cura di), *Un monastero sul mare. Indagini storico-archeologiche a San Quirico di Populonia*, Firenze, pp. 51-88.
- COSTAGLIOLA *et al.* 2008 = COSTAGLIOLA P., BENVENUTI M., CHIARANTINI L., BIANCHI S., DI BENEDETTO F., PAOLIERI M., ROSSATO L., *Impact of ancient metal smelting on arsenic pollution in the Pecora River Valley, Southern Tuscany, Italy*, «Applied Geochemistry», 23, pp. 1241-1259.
- CUENCA-GARCÍA C., 2015, *Inorganic geochemical methods in archaeological prospection*, in A. SARRIS (a cura di), *Best Practices of Geoinformatic Technologies for the Mapping of Archaeolandscapes*, Oxford, Archaeopress, pp. 219-229.
- CUENCA-GARCÍA C., 2019, *Soil geochemical methods in archaeo-geophysics: Exploring a combined approach at sites in Scotland*, «Archaeological Prospection», 26(1), pp. 57-72.
- CRUMBLING D.M., 2001, *Applying the concept of effective data to environmental analyses for contaminated sites*, USEPA Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA (Environmental Protection Agency).
- DALLAI L. (a cura di), 2018, *Investigations at Carlappiano. New archaeological findings in anthropic and natural landscapes*, in G. BIANCHI, R. HODGES (a cura di), *Origins of a new economic union (7th-12th centuries). Preliminary results of the nEU-Med project: October 2015-March 2017*, Firenze, pp. 29-56.
- DALLAI L., 2016, *Paesaggio e risorse: il monastero di San Quirico di Populonia, la pianura ed il promontorio di Piombino*, in G. BIANCHI, S. GELICHI (a cura di), *Un monastero sul mare. Ricerche a San Quirico di Populonia (Piombino, LD) / A Monastery by the Sea. Archaeological Research at San Quirico di Populonia (Piombino, LD)*, Firenze, pp. 89-108.
- DALLAI L., CARLI I., VOLPI V., c.s., *Archaeological and geochemical surveys in the Pecora Valley: the first results*, in G. BIANCHI, R. HODGES (a cura di), *Origins of a new economic union (7th-12th centuries). Research March 2017-March 2019*, II, Sesto Fiorentino.
- DALLAI L., PONTA E., SHEPHERD E.J., 2006, *Aurelii e Valerii sulle strade d'Etruria*, in S. MENCHELLI, M. PASQUINUCCI (a cura di), *Territorio e produzioni ceramiche: paesaggi, economia e società in età romana*, Pisa, pp. 179-190.
- DALLAI L., VOLPI V., 2015, *Risorse del sottosuolo e cicli produttivi: allume, rame e argento. Il sito delle allumiere di Monteale e l'organizzazione della produzione fra tardo Medioevo e prima Età Moderna*, in P. ARTHUR, M. LEO IMPERIALE (a cura di), *VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Lecce 2015), Firenze, pp. 389-394.
- DALLAI L., MARASCO L., VOLPI V., 2018, *Progetto ERC nEU-Med: pXRF e magnetometria, uno studio integrato del paesaggio antropico in Val di Cornia e Val di Pecora*, in F. SOGLIANI, B. GARGIULO, E. ANNUNZIATA, V. VITALE (a cura di), *VIII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Matera 2018), III, Firenze, pp. 98-103.
- DALLAI L., DONATI A., VOLPI V., 2018, *A Multidisciplinary project for the study of historical landscapes: new archaeological and physicochemical data from the 'Colline Metallifere' district*, in M. MATSUMOTO (a cura di), *CAA 2016. Exploring Oceans of Data*, Oxford, pp. 135-146.
- DALLAI *et al.* 2013 = DALLAI L., DONATI A., BARDI A., FANCIULLETTI S., *Archeologia e chimica per il patrimonio minerario (Ar. Chi.Min.)*. *Un nuovo approccio multidisciplinare allo studio dei contesti archeominerari del comprensorio massetano*, in G. GALEOTTI, M. PAPERINI (a cura di), *Città e territorio. Conoscenza, tutela e valorizzazione dei paesaggi culturali*, Livorno, pp. 86-91.
- DALLAI *et al.* 2015 = DALLAI L., BIANCHI G., DONATI A., TROTTA M., VOLPI V., 2015, *Le analisi fisico-chimiche territoriali ed "intra-sito" nelle Colline Metallifere: aspetti descrittivi, "predittivi" e prima interpretazione dei dati*, in P. ARTHUR, M. LEO IMPERIALE (a cura di), *VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Lecce 2015), Firenze, pp. 389-394.
- DONATI *et al.* 2004 = DONATI A., PROTANO G., RICCOBONO F., DALLAI L., FRANCOVICH R., ROSSI F., TIEZZI E., *Influence of ancient mining settlements on Arsenic pollution in the southwest of Tuscany*, in A. DONATI, C. ROSSI, C.A. BREBBIA (a cura di), *Brownfield Sites II Assessment, Rehabilitation and Development*, Southampton, pp. 183-190.
- FARINELLI R., 2007, *I castelli nella Toscana delle "città deboli". Dinamiche del popolamento e del potere rurale nella Toscana meridionale (secoli VII-XIV)*, Firenze.
- FITZGERALD S., 2008, *Non-destructive micro-analysis of art and archaeological objects using micro-xrf*, «Archeometriai Műhely», 2008/3, pp. 75-80.
- FEDELI F., 1983, *Populonia. Storia e territorio*, Firenze.
- FEDERICI P.R., MAZZANTI R., 1995, *Note sulle pianure costiere della Toscana*, in *Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane*, «Memorie della Società Geografica Italiana», 5, pp. 65-70.
- FRAHM *et al.* 2016 = FRAHM E., MONNIER G.F., JELINSKI N.A., FLEMING E.P., BARBER B.L., LAMBON J.B., *Chemical soil surveys at the Bremer Site (Dakota county, Minnesota, USA): Measuring phosphorous content of sediment by portable XRF and ICP-OES*, «Journal of Archaeological Science», n. 75, pp. 115-138.
- FRAHAM E., DOONAN R.C.P., 2013, *The technological versus methodological revolution of portable XRF in archaeology*, «Journal of Archaeological Science», 40, Elsevier, pp. 1425-1434.
- GAMBI L., 1961, *Critica ai concetti geografici di paesaggio umano*, Faenza.
- GIORGI E., ZANINI E., 2014, *Dieci anni di ricerche archeologiche sulla mansio romana e tardoantica di Vignale: valutazioni, questioni, aperte, prospettive*, «Rassegna di Archeologia», XXIV, pp. 23-42.
- GIROLDINI P., 2010, *La pianura di Piombino in età antica: dinamiche di controllo e organizzazione territoriale*, Università degli Studi di Firenze, Dottorato di Ricerca Internazionale in Storia e Civiltà del Mondo Antico, Tesi di Dottorato, XII ciclo.
- GIROLDINI P., 2012, *Between land and sea: a GIS based settlement analysis of the ancient coastal lagoon of Piombino (Tuscany, Italy)*, in W. BENERMEIER, R. HEBENSTREIT, E. KAISER (a cura di) *Landscape archaeology. Proceedings of the International Conference held in Berlin (6th-8th June 2012)*, 3, Berlin, pp. 383-389.
- GUARDUCCI A., ROMBAI L., 2015, *Vignale e la Val di Cornia: l'immagine del territorio nella Cartografia Storica*, «Trame nello spazio. Quaderni di geografia storica e quantitativa» V, pp. 9-28.
- HALL G.E.M., BONHAM-CARTER G.F., BUCAR A., 2014, *Evaluation of portable X-ray fluorescence (pXRF) in exploration and mining: Phase 1, control reference materials*, «Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis», 14(2), pp. 99-123.
- HASLAM R., TIBBETT M., 2004, *Sampling and analyzing metals in soils for archaeological prospection: A critique*, «Geoarchaeology», n. 19(8), pp. 731-751.
- HAYES K., 2013, *Parameters in the use of pXRF for archaeological site prospection: A case study at the Reaume Fort Site, Central Minnesota*, «Journal of Archaeological Science», 40(8), pp. 3193-3321.
- ISOLA C., 2009, *Le lagune di Populonia dall'antichità alle bonifiche*, in F. CAMBI, F. CAVARI, C. MASCIONE (a cura di), *Materiali da costruzione e produzione del ferro. Studi sull'economia popoloniese fra periodo etrusco e romanizzazione*, Bari, pp. 163-170.
- KENNA *et al.* 2011 = KENNA T.C., NITSCHKE F.O., HERRON M.M., MAILLOUX B.J., PETEET D., SRITRAIRAT S., BAUMGARTEN J., *Evaluation and calibration of a Field Portable X-Ray Fluorescence spectrometer for quantitative analysis of siliciclastic soils and sediments*, «Journal of Analytical Atomic Spectrometry», 26(2), pp. 395-405.
- LEMIÈRE B., 2018, *A review of pXRF (field portable X-ray fluorescence) applications for applied geochemistry*, «Journal of Geochemical Exploration», 188, pp. 350-363.
- MANTLER M., SCHREINER M., 2000, *X-ray fluorescence spectrometry in art and archaeology*, «X-Ray Spectrometry: An International Journal», 29(1), pp. 3-17.

- MARASCO L. (a cura di), 2018, *Investigations at Vetricella: new archaeological findings in anthropic and natural landscapes*, in G. BIANCHI, R. HODGES (a cura di), *Origins of a new economic union (7th-12th centuries). Preliminary results of the nEU-Med project: October 2015-March 2017*, Firenze, pp. 57-78.
- MARASCO L., 2013, *La Castellina di Scarlino e le fortificazioni di terra nelle pianure costiere della Maremma Settentrionale*, «Archeologia Medievale», XL, pp. 57-67.
- MARKOWICZ A.A., 2008, *Quantification and correction procedures*, in POTTS P.J., WEST M. (a cura di), *Portable X-ray fluorescence spectrometry: capabilities for in situ analysis*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 13-38.
- MCQUEEN K.G., 2005, *Identifying Geochemical Anomalies*, CrCLeme (Cooperative Research for Landscape Environments and Mineral Exploitation), annual open file report, http://crclme.org.au/Pubs/guides/gawler/a7_id_anomalies.pdf.
- MELQUIADES F.L., APPOLONI C.R., 2004, *Application of XRF and field portable XRF for environmental analysis*, «Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry», 262(2), pp. 533-541.
- MIDDLETON W.D., 2004, *Identifying chemical activity residues on pre-historic house floors: A methodology and rationale for multi-elemental characterization of a mild acid extract of anthropogenic sediments*. «Archaeometry», 46(1), pp. 47-65.
- OONK *et al.* 2009a = OONK S., SLOMP C.P., HUISMAN D.J., VRIEND S.P., *Effects of site lithology on geochemical signatures of human occupation in archaeological house plans in the Netherlands*, «Journal of Archaeological Science», 36(6), pp. 1215-1228.
- OONK *et al.* 2009b = OONK S., SLOMP C.P., HUISMAN D.J., VRIEND S.P., *Geochemical and mineralogical investigation of domestic archaeological soil features at the Tiel-Passewaaij site, The Netherlands*. «Journal of Geochemical Exploration», 101(2), pp. 155-165.
- PASTOR *et al.* 2016 = PASTOR A., GALLELLO G., CERVERA M.L., DE LA GUARDIA M., *Mineral soil composition interfacing archaeology and chemistry*, «TrAC – Trends in Analytical Chemistry», 78, pp. 48-59.
- PELLEGRINI L., 1984, *La bonifica della Val di Cornia al tempo di Leopoldo II (1831-1860)*, Pontedera.
- PIERUCCINI P., SUSINI D., c.s., *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 G. BIANCHI, R. HODGES (a cura di), *Origins of a new economic union (7th-12th centuries). Research March 2017-March 2019*, II.
- PIERUCCINI *et al.* 2018 = PIERUCCINI P., BUONINCONTRI M.P., SUSINI D., LUBRITTO C., DI PASQUALE G., *Changing landscape in the Colline Metallifere (Southern Tuscany, Italy): early medieval palaeohydrology and land management along the Pecora river valley*, in G. BIANCHI, R. HODGES (a cura di), *Origins of a new economic union (7th-12th centuries). Preliminary results of the nEU-Med project: October 2015-March 2017*, Firenze, pp. 167-169.
- POLLARD A.M., BAIT C.M., STERN B., YOUNG S.M.M., 2007, *Analytical chemistry in archaeology*, Cambridge.
- PONTA E., 2019, *Il paesaggio e le sue trasformazioni tra IV e VIII secolo d.C. fra costa ed entroterra. Il caso della Toscana centro-meridionale*, Università degli Studi di Pisa, Dottorato di Ricerca in Scienza dell'antichità e archeologia, Tesi di Dottorato, XXX ciclo.
- PRICE T.D., BURTON J.H., 2011, *An introduction to archaeological chemistry*, New York.
- ROMBAI L. SIGNORINI R., 1993, *La piaga risanata. Paesaggi e bonifiche nelle Maremme*, in C. GREPPI (a cura di), *I paesaggi della costa*, Venezia, pp. 519-558.
- ROSSI M.C., 2016, *Appendice. Una scheda del Cartulario di San Quirico di Populonia*, in G. BIANCHI, S. GELICHI (a cura di), *Un monastero sul mare. Indagini storico-archeologiche a San Quirico di Populonia*, Firenze, pp. 79-82.
- SCHNEIDER *et al.* 2016 = SCHNEIDER A.R., CANCÈS B., BRETON C., PONTHEU M., MORVAN X., CONREUX A., MARIN B., *Comparison of field portable XRF and aqua regia/ICPAES soil analysis and evaluation of soil moisture influence on FPXRF results*, «Journal of Soils and Sediments», 16(2), pp. 438-448.
- SHUGAR A.N., 2013, *Portable X-ray Fluorescence and Archaeology: Limitations of the Instrument and Suggested Methods To Achieve Desired Results*, «Archaeological Chemistry, VIII», American Chemical Society, Washington DC, pp. 173-193.
- SHUGAR A.N., MASS J.L. (a cura di), 2013, *Handheld XRF for Art and Archaeology*, Leuven.
- SMEJDA *et al.* 2017 = SMEJDA L., HEJCMAN M., HORAK J., SHAI I., *Ancient settlement activities as important sources of nutrients (P, K, S, Zn and Cu) in Eastern Mediterranean ecosystems – The case of biblical Tel Burna, Israel*, «Catena», n. 156, pp. 62-73.
- SMEJDA *et al.* 2018 = SMEJDA L., HEJCMAN M., HORAK J., SHAI I., *Multi-element mapping of anthropogenically modified soils and sediments at the Bronze to Iron Ages site of Tel Burna in the southern Levant*, «Quaternary International», 483, pp. 111-123.
- TOMEI P., c.s., *Il sale e la seta. Sulle risorse pubbliche nel Tirreno settentrionale*, in Atti del Convegno *La transizione dall'antichità al Medioevo nel Mediterraneo centro-orientale* (Pisa, 29 aprile 2016).
- ZHU Y., WEINDORF D.C., ZHANG W., 2011, *Characterizing soils using a portable X-ray fluorescence spectrometer: 1. Soil texture*, «Geoderma», pp. 167-168.

Summary

New approaches to the study of the historic landscape: the ERC nEU-Med and multi-disciplinary research conducted in the lower valley of Cornia.

Fra il 2017 al 2018 la bassa Val di Cornia è stata coinvolta in sistematiche multidisciplinari (archeologiche, topografiche e geochemiche) indagini mirate a ricostruire il paesaggio storico. Le indagini fanno parte del progetto ERC-Advanced: *Origins of a new economic union (7th-12th centuries): resources, landscapes and political strategies in a Mediterranean region (nEU-Med)*, coordinato dall'Università di Siena (p.i. Prof. Richard Hodges, team co-ordinator Prof. Giovanna Bianchi). L'area di studio include le pianure interne di Piombino e Scarlino, attualmente due pianure intensamente coltivate, e si estende fino alle alture delle Colline Metallifere. Le numerose indicazioni archeologiche pregresse hanno consentito una selezione mirata di aree da sottoporre a nuove indagini di superficie. L'utilizzo combinato di più tecniche (in particolare survey archeologico e analisi geochemiche realizzate con l'uso di tecnologia XRF portatile) ha prodotto una mappatura multidisciplinare del territorio di grande impatto (ad oggi sono state acquisite oltre 8300 misure). Dalla sovrapposizione di dati geochemici, geoarcheologici ed archeologici sono emersi elementi significativi a supporto della caratterizzazione geomorfologica, ambientale ed antropica di questa porzione di territorio e si sono definiti nuovi protocolli operativi per testare l'affidabilità delle tecniche diagnostiche XRF in archeologia, con particolare riferimento alla ricostruzione del paesaggio storico.

Keywords: multidisciplinarietà, metodologia, paesaggio archeologico, pXRF, insediamenti.

Riassunto

Fra il 2017 ed il 2018 la bassa Val di Cornia è stata interessata da indagini sistematiche multidisciplinari (archeologiche, topografiche e geochemiche), tese alla ricostruzione del paesaggio storico. Esse si inquadrano all'interno del progetto *Erc-Advanced: Origins of a new economic union (7th-12th centuries): resources, landscapes and political strategies in a Mediterranean region (nEU-Med)*, coordinato dall'Università di Siena (p.i. prof. Richard Hodges, prof.ssa Giovanna Bianchi). L'area di studio del progetto include il primo entroterra piombinese e scarlinese, attualmente due pianure intensamente coltivate, e si estende fino alle alture delle Colline Metallifere. Le numerose indicazioni archeologiche pregresse hanno consentito una selezione mirata di aree da sottoporre a nuove indagini di superficie. L'utilizzo combinato di più tecniche (in particolare survey archeologico e analisi geochemiche realizzate con l'uso di tecnologia XRF portatile) ha prodotto una mappatura multidisciplinare del territorio di grande impatto (ad oggi sono state acquisite oltre 8300 misure). Dalla sovrapposizione di dati geochemici, geoarcheologici ed archeologici sono emersi elementi significativi a supporto della caratterizzazione geomorfologica, ambientale ed antropica di questa porzione di territorio e si sono definiti nuovi protocolli operativi per testare l'affidabilità delle tecniche diagnostiche XRF in archeologia, con particolare riferimento alla ricostruzione del paesaggio storico.

Parole chiave: multidisciplinarietà, metodologia, archeologia del paesaggio, pXRF, insediamento.



XVI
2019

Archeologia Medievale

€ 65,00

ISSN 0390-0592
e-ISSN 2039-280X
ISBN 978-88-7814-925-0
e-ISSN 978-88-7814-926-7



AM-46