

# **Quaderni Coldragonesi**

## **5**

**a cura di Angelo Nicosia**

## INDICE

<i>Presentazione</i>	pag. 7
<i>Prefazione</i>	pag. 9
ROSALBA ANTONINI, <i>Minuto frammento da Interamna (Interamna Lirenas vel Suc(c)asina, od. Termini, com. Pignataro Interamna, FR)</i>	pag. 11
ALESSANDRA TANZILLI, <i>Consecratio in formam deorum in un capitello composito figurato di Sora (FR)</i>	pag. 15
ANGELO NICOSIA, <i>La pesatura di precisione in Aquino romana e i pesi di Interamna Lirenas</i>	pag. 29
MARCO SBARDELLA, <i>L'iscrizione metrica del fonte battesimale della parrocchiale di San Giovanni Incarico</i>	pag. 43
BIANCA MARIA DA RIF, <i>Una descrizione paradossale di Aquino del secolo XVII</i>	pag. 51
FERNANDO RICCARDI, <i>Un posto di Guardia Nazionale nel villaggio di Coldragone</i>	pag. 69
EUGENIO MARIA BERANGER, <i>Riflessioni sull'opera "Appunti, e ricordi ossia brevi memorie del sacerdote Antonio Cocumelli già canonico di Roccaguglielma, ed abate curato di Civitella Roveto..." (Prima parte)</i>	pag. 77
COSTANTINO JADECOLA, <i>I profughi delle terre invase: gli sfollati di Aquino</i>	pag. 91
LUCA CORINO, <i>Le antiche famiglie di Fontana Liri: Brevi cenni sulla loro storia e genealogia (secc. XVI-XVIII)</i>	pag. 101
BERNARDO DONFRANCESCO, <i>Eleuterio e Gemma Riccardi, artisti di Colfelice</i>	pag. 121
VINCENZO PALLESCHI, <i>Un Laboratorio di Archeometria sul sito di Fabrateria Nova</i>	pag. 129

## UN LABORATORIO DI ARCHEOMETRIA SUL SITO DI *FABRATERIA NOVA*

Vincenzo Palleschi\*

### Introduzione

La città romana di *Fabrateria Nova* (Località 'La Civita', S. Giovanni Incarico, FR), fondata nel 124 a.C. a seguito della distruzione di *Fregellae*, è uno dei siti archeologici di maggior rilievo del Lazio [1]. Il sito è stato oggetto di diverse campagne di scavo a partire dal 2007, con un'intensa attività di ricerca archeologica che ha visto coinvolti, negli anni, l'Istituto Archeologico Germanico di Roma, il Museo di Aquino, l'Università di Cassino, l'Università di Perugia e l'Università del Salento, con il supporto dell'Unione dei Comuni dell'Antica Terra di Lavoro e la supervisione della Soprintendenza Archeologica del Lazio. Nel corso degli scavi, sono stati riportati alla luce i resti di importanti strutture architettoniche, riconducibili all'anfiteatro, a un criptoportico e al basamento di un tempio di età repubblicana, un grande complesso porticato con annesso un tempietto di età augustea e un impianto termale di epoca imperiale, nonché un cospicuo tratto di strada basolata, probabilmente da identificare con la via Latina.

Nel corso degli scavi sono stati recuperati numerosissimi reperti (metallo, ceramica, pietra, vetro...) nonché ossa di origine ancora non definita. Nonostante questa grande quantità di materiale, o forse proprio a causa di questo, non è stata ancora avviata un'attività di analisi archeometrica capillare finalizzata alla caratterizzazione dei materiali per lo studio dei manufatti e il loro eventuale restauro.

Nel luglio di quest'anno, in concomitanza con la campagna di scavo 2014, il CNR di Pisa ha installato sul sito, in maniera dimostrativa, un laboratorio mobile di archeometria per effettuare l'analisi dei reperti dove più serve (sullo scavo) e quando più serve (durante lo scavo). Nella stessa occasione è stata realizzata anche una campagna di rilievo 3D fotogrammetrico del sito

e di alcuni reperti di particolare interesse.

### Il laboratorio

La strumentazione archeometrica utilizzata doveva essere necessariamente portatile e non distruttiva. Come già dimostrato in numerosi altri interventi sul campo, il compromesso ottimale tra portabilità e versatilità del sistema è la strumentazione per la Fluorescenza a Raggi X (XRF) [2]. Lo strumento XRF è facilmente trasportabile, grazie alle sue dimensioni e il peso ridotto, ed è in grado di ricostruire in maniera non distruttiva la composizione elementare di un'ampia categoria di reperti archeologici, dai metalli, ai vetri, alle ceramiche. Pur con le sue limitazioni, che diventano particolarmente importanti nell'analisi di campioni organici, dove è necessario avere informazioni sugli elementi leggeri che non sono individuabili con questa tecnica, oppure nell'analisi di materiali molto corrosivi, poiché la tecnica è intrinsecamente superficiale, le informazioni che si possono ottenere dall'applicazione di questo tipo di analisi sono in genere abbastanza complete da garantire quel livello di conoscenza iniziale dei materiali che normalmente è più che sufficiente per una classificazione preliminare e la determinazione delle priorità conservative [3].

Lo strumento utilizzato per il laboratorio mobile è stato assemblato dal CNR ed è composto da un tubo a raggi X Amptek da 40 KeV (elettrodo in tungsteno) e un rivelatore Si-drift della Ketek (risoluzione 130eV @ 5.9 keV). L'analisi quantitativa degli spettri XRF è stata eseguita con il metodo dei parametri fondamentali, utilizzando il software open-source PyMCA sviluppato dai Laboratori del Sincrotrone di Grenoble [4]. Insieme allo strumento XRF è stato installato anche un microscopio per l'imaging digitale nel campo ottico (Celestron Handheld microscope, ingrandimento da

\* Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa e Laboratorio di Spettroscopia Laser e Applicata del CNR,

Area della Ricerca di Pisa; indirizzo e-mail: [vincenzo.palleschi@cnr.it](mailto:vincenzo.palleschi@cnr.it).

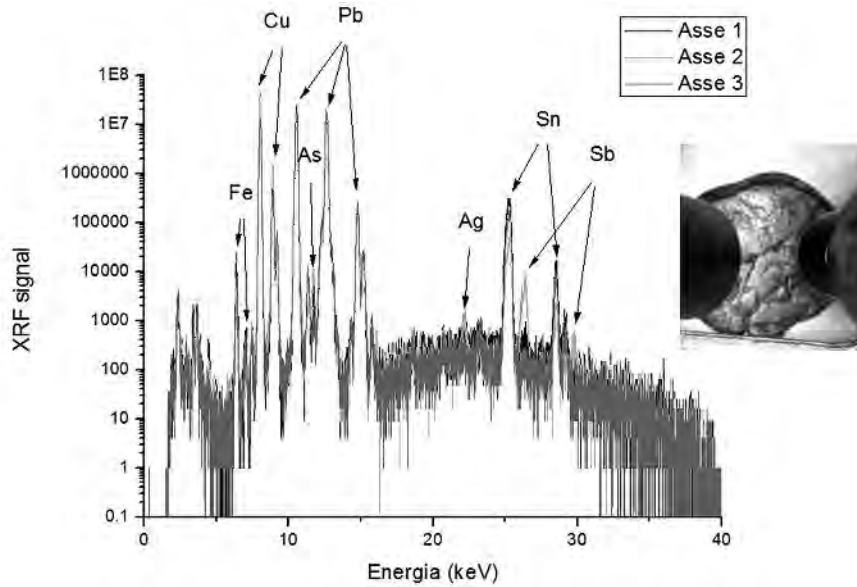


Fig. 1. Spettri XRF dei tre assi repubblicani analizzati. La scala è logaritmica. Nell'inserto l'immagine di uno degli assi durante la misura

10x a 150x, risoluzione 2.1 Mp) per la documentazione e la micro-osservazione dei reperti.

Infine, per la ricostruzione dei modelli 3D del sito e di alcuni oggetti di interesse è stata adottata una tecnica fotogrammetrica che riduce al minimo i tempi ed i costi associati all'acquisizione dei dati. Infatti, per la realizzazione del modello è sufficiente una normale macchina fotografica digitale ed un software open-source (o di bassissimo costo). Nel nostro caso, è stata utilizzata una macchina fotografica digitale compatta (Canon IXUS 107, 12.1 Mp) per l'acquisizione delle immagini ed il software AgisoftPhotoscan per la ricostruzione del modello, la definizione della nuvola di

punti (sparsa e densa), la costruzione della mesh e la sua texturizzazione [5].

**Reperti analizzati**

Nel periodo di attività del laboratorio sono stati analizzati materiali di diverse tipologie, in particolare reperti metallici (monete, monili, ecc.), intonaci, vetri e ossa.

*Monete*

Le monete analizzate appartengono ad un ampio periodo che va dalla fondazione della città (tre assi e un denario repubblicani, II e I secolo a.C.) fino all'età imperiale (un quadrante di Claudio, I secolo d.C., un sesterzio di Adriano, II secolo d.C., una moneta pro-

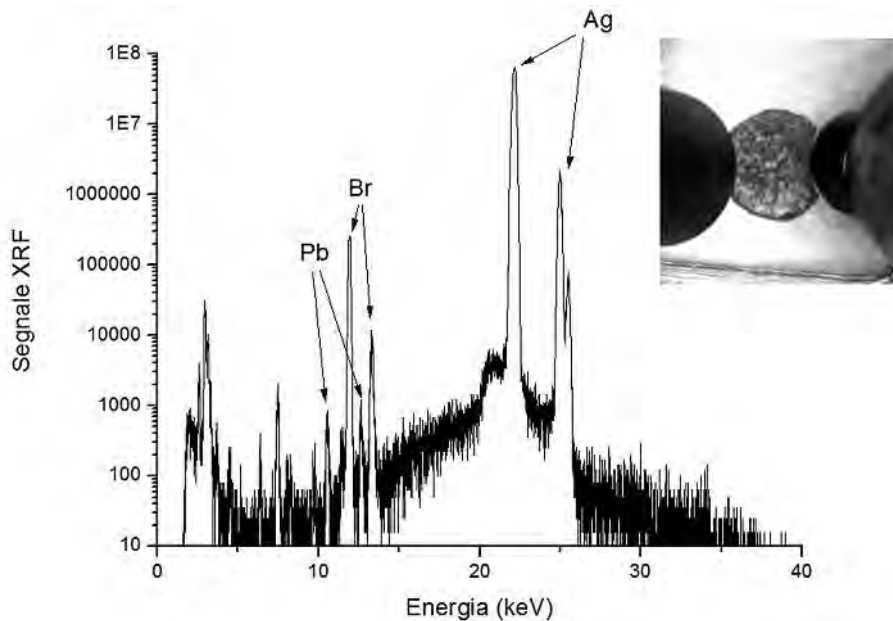


Fig. 2. Spettro XRF del denario repubblicano mostrato nell'inserto. La scala è logaritmica

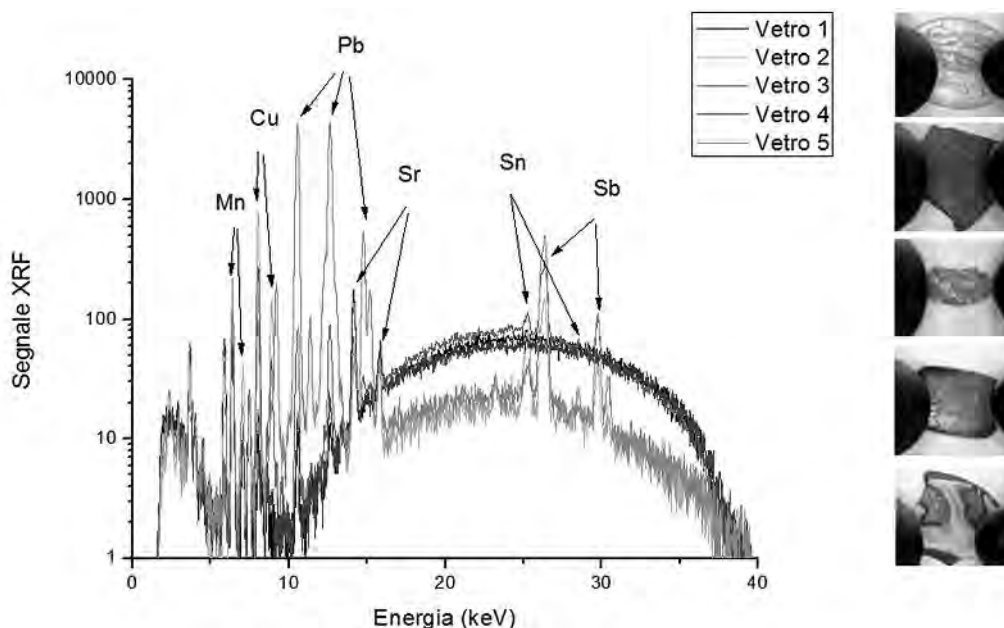


Fig. 3. Spettri XRF degli oggetti in vetro, mostrati nell'inserito. La scala è logaritmica

vinciale di Settimio Severo per Nicaea, II/III secolo d.C., un nummo tardo-imperiale, IV secolo d.C.). L'analisi XRF ha confermato che gli assi repubblicani analizzati erano realizzati in bronzo (rame+stagno) con una percentuale di piombo molto elevata. In uno dei tre assi sono state anche individuate tracce di argento, arsenico e antimonio (fig. 1).

Per quanto riguarda le monete imperiali, il quadrante di Claudio è composto essenzialmente di rame, mentre il sesterzio di Adriano è in oricalco (rame+zinc). Anche la moneta provinciale è realizzata in una lega Cu+Zn, con tracce di piombo, argento, arsenico e stagno. Particolarmente interessante è risultata l'analisi del denario repubblicano (fig. 2), per il quale si era supposto che potesse essere stato sottoposto alle alte temperature di un incendio, data la sua colorazione molto scura.

In realtà, la patina scura superficiale è risultata essere formata da bromuro d'argento; questa corrosione è tipica di alcuni terreni, specie in zone di origine vulcanica, e di ambienti marini in cui si associa alla presenza di ioduri, per altro non individuati nel caso della moneta in questione.

#### Oggetti in vetro

La tecnica XRF non è sensibile agli elementi leggeri, di conseguenza l'applicazione alla caratterizzazione di oggetti in vetro può essere solamente parziale. Sono stati analizzati diversi oggetti in vetro e pasta vitrea colorata (fig. 3).

Gli spettri XRF corrispondenti hanno mostrato una interessante variabilità: il campione 1 contiene calcio,

stronzio, manganese e ferro, con piccole tracce di piombo. Il campione 2 contiene, oltre a calcio, stronzio e ferro, anche antimonio, piombo e rame, con tracce di stagno. Il campione 3 ha una composizione simile al campione 2, ma il segnale XRF del piombo è decisamente più basso. Il campione 4 non contiene antimonio e stagno, ha una quantità di piombo inferiore rispetto al campione 2 ma mostra le righe di emissione caratteristiche del manganese e del rame. Il campione 5, infine, è molto simile al campione 2, ma le righe di emissione del manganese prendono il posto di quelle del rame.

#### Intonaci

Sono state analizzate con lo strumento XRF due frammenti di intonaco, di colore rosso e giallo, rispettivamente. In entrambi i casi si rivela un segnale importante proveniente dagli elementi presenti nell'intonaco (calcio e stronzio) nonché dal ferro, che è un indicatore della presenza di ossidi di ferro (tipicamente associati all'uso di ocre rosse e gialle come pigmenti). Si rilevano anche tracce di piombo (fig. 4).

#### Ossa

L'analisi XRF su una piccola zona, ripulita meccanicamente dalle incrostazioni superficiali, di due campioni ossei ritrovati sullo scavo ha permesso di determinare il rapporto tra le concentrazioni di zinco e stronzio. Questo rapporto è indicativo della paleodieta dell'individuo; alti valori di zinco sono associati ad una dieta ricca in proteine animali, mentre la presenza di molto stronzio è associata al consumo di vegetali o, eventualmente, di piccoli crostacei [6]. Nel caso delle ossa ritrovate a Fabrateria Nova, le misure XRF sug-

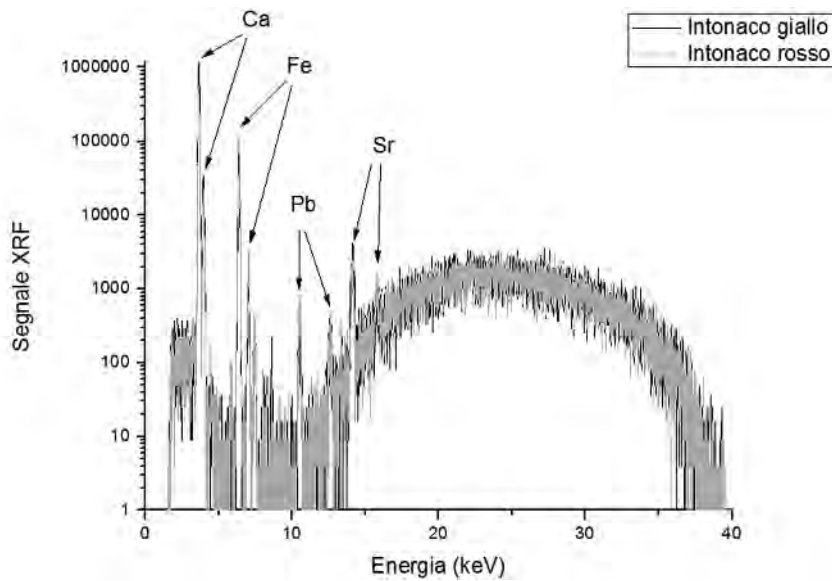


Fig. 4. Spettro XRF dei due campioni di intonaco. La scala è logaritmica

geriscono come l'individuo, con molta probabilità, avesse una dieta di tipo carnivoro.

#### Altri reperti

Oltre ai reperti descritti, sono stati analizzati anche altri oggetti in bronzo, una fibula realizzata in Cu+Sn con tracce di piombo e arsenico, una lamina di composizione simile alla fibula e tre oggetti in bronzo non ben identificati, caratterizzati da un'elevata presenza di piombo, con tracce di arsenico, che potrebbe portare a riferirli per analogia con la composizione dei bronzi di quel periodo a un'epoca vicina a quella della fondazione della città (124 a.C.). In uno di questi oggetti sono presenti tracce di argento e antimonio (fig. 5).

#### Ricostruzione 3D

Negli ultimi anni le tecniche di ricostruzione tridimensionale di oggetti e di interi siti si sono affermate come uno strumento prezioso nella ricerca archeologica. Fino a poco tempo fa lo strumento di elezione per questo tipo di ricostruzioni è stato lo scanner laser, un sistema che consente di ottenere modelli tridimensionali molto accurati, ma che richiede tempi molto lunghi di acquisizione e di elaborazione, non consente l'acquisizione diretta dell'immagine a colori ed è, soprattutto, associato a costi che non sempre sono sostenibili, soprattutto se la ricostruzione del modello 3D è

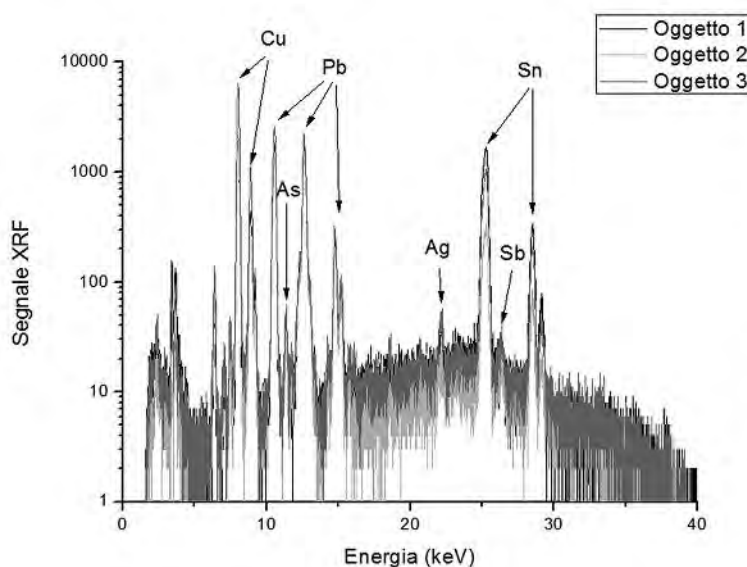


Fig. 5. Spettro XRF dei tre oggetti in bronzo, mostrati negli inserti a destra. La scala è logaritmica

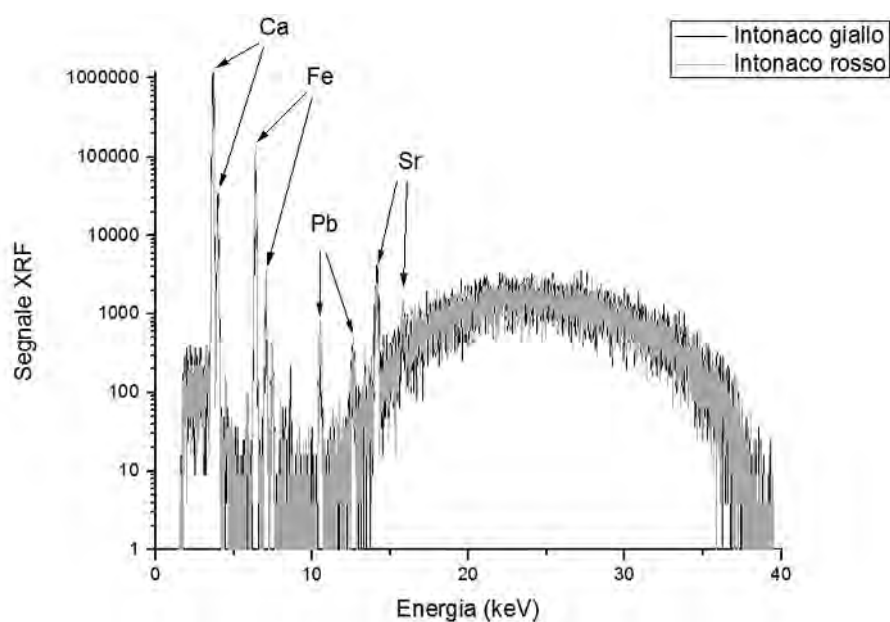


Fig. 6. Ricostruzione 3D di una parte dello scavo archeologico di Fabrateria Nova

finalizzata alla documentazione di uno scavo archeologico in continua evoluzione. Le tecniche fotogrammetriche, per contro, si stanno affermando come alternativa più che valida dal punto di vista qualitativo, in tempi e a costi molto inferiori rispetto a quelli tipici della scansione laser. La disponibilità di software open source o comunque di bassissimo costo per l'elaborazione delle immagini ha ulteriormente facilitato numerose applicazioni della metodologia sia in campo artistico che archeologico [5].

Nell'ambito delle attività del laboratorio mobile, sono state effettuate alcune acquisizioni fotogrammetriche dello scavo di *FabrateriaNovae* di alcuni frammenti architettonici rinvenuti sul sito.

Le immagini utilizzate per la realizzazione dei rispettivi modelli 3D sono state ottenute con una semplice fotocamera compatta (Canon IXUS 135) ed elaborate con il software low-cost Agisoft Photoscan ver. 1.0.4.

Nelle figure 6 e 7 sono riportati i modelli relativi a



Fig. 7. Ricostruzione 3D di una parte dello scavo archeologico di Fabrateria Nova, nell'insero un dettaglio del modello

due zone di scavo; nelle immagini sono riportate le posizioni dalle quali sono stati acquisiti gli scatti fotografici (rettangoli blu e celesti); in entrambi i casi sono state acquisite circa 70 immagini, in un tempo inferiore ai 5 minuti per modello. L'elaborazione via software del modello su un computer di medie prestazioni ha richiesto circa 15 minuti.

Nelle figure 8 e 9 sono mostrati due elementi architettonici del sito di *Fabrateria Nova*, anch'essi acquisiti ed elaborati in tempi molto brevi.

### Conclusioni

La campagna di misure effettuate a *Fabrateria Nova* ha dimostrato la possibilità di realizzare un laboratorio archeometrico che possa operare direttamente sullo scavo, contribuendo alla documentazione della ricerca (modelli 3D dello scavo), alla classificazione dei reperti (geolocalizzazione sul modello tridimensionale) e alla loro analisi preliminare (osservazione microscopica, modello fotogrammetrico e analisi con tecnica XRF). La disponibilità di strumentazione portatile ed efficiente e l'uso di metodologie di documentazione e analisi estremamente economiche fanno pensare che la ricerca archeometrica possa effettivamente spostarsi, nei prossimi anni, dai laboratori di analisi allo scavo, con vantaggi potenziali enormi sia in termini di conoscenza che di conservazione e valorizzazione dei reperti e dei siti archeologici che vorranno dotarsi di queste tecniche, anche in collaborazione con gli Enti di Ricerca che da tempo promuovono questo tipo di attività.

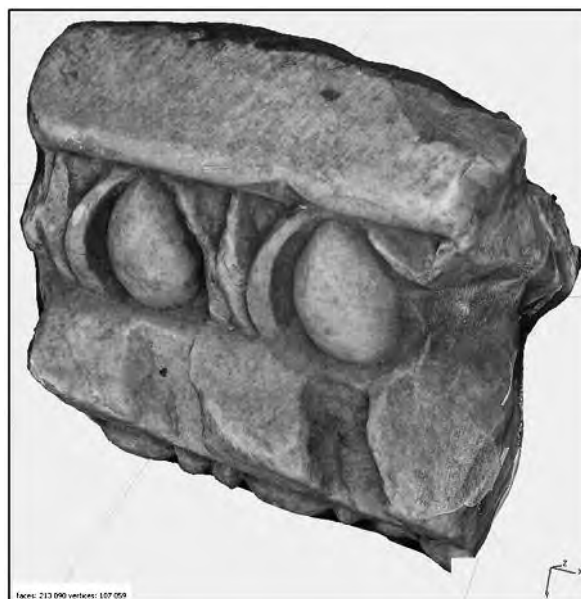


Fig. 8. Ricostruzione 3D di un elemento architettonico



Fig. 9. Ricostruzione 3D di un elemento architettonico

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] ROMANELLI P., *Antica topografia istorica del regno di Napoli*, III, Napoli 1819, p. 380
- [2] GUERRA M.F., *X-Ray Spectrometry*, 37 (2008), pp. 317-327
- [3] FAGGIA A., Lezzerini M., Grifoni E., Pagnotta S., Legnaioli S., Lorenzetti G., Palleschi V., *Installazione di un laboratorio diagnostico mobile presso il sito archeologico di Magdala, in Israele, Atti del 100° Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica*, Pisa (2014)
- [4] SOLE' V.A., E. Papillon, M. Cotte, Ph. Walter, J. Susini, *A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra*, *Spectrochim. Acta B*, 62 (2007), pp. 63-68
- [5] GIANCRISTOFARO C., Marras L., Palleschi V., *Rilievo e visualizzazione 3D di dati diagnostici con strumenti open source: il caso della Tomba della Scimmia a Chiusi*, *Archeomatica*, vol. 5, n. 1 (2014)
- [6] TOFANELLI M., Pardini L., Borrini M., Bartoli F., Bacci A., D'Ulivo A., Pitzalis E., Mascherpa M.C., Legnaioli S., Lorenzetti G., Pagnotta S., De Holanda Cavalcanti G., Lezzerini M., Palleschi V., *Spectroscopic analysis of bones for forensic studies*, *Spectrochim. Acta B*, 99 (2014), pp. 70-75.