

# UNA LAMINETTA IN ARGENTO CON VOLTO VIRILE DALLA NECROPOLI MERIDIONALE DI THARROS. NOTE ICONOGRAFICHE, ARCHEOMETRICHE E CONSERVATIVE

ANNA CHIARA FARISELLI\* – MARIANGELA VANDINI\* – FLORENCE CAILLAUD\*\*  
SIMONE ZAMBRUNO\* – CHIARA CAPUTO\* – MARIA PIA MORIGI\*\*\*  
MATTEO BETTUZZI\*\*\* – ROSA BRANCACCIO\*\*\* – EVA PECCENINI\*\*\*

## Abstract

*The silver plaque from the new archaeological excavations in the Tharros' Punic South Cemetery, has been subjected to laboratory analyses with the aim of completing the documentation and improving readability and material conservation. Material characterization by means of scanning electron microscopy and microanalysis (SEM-EDS) confirmed the silver composition and allowed the recognition of silver chloride as main product of decay; this information was the base of the choice of the restoration intervention. 3D documentation by laser scanner and x-ray tomography were employed for the documentation, in order to improve the readability of the forms and to evaluate the conservation conditions after restoration; furthermore, the three dimensional reconstructions will be of fundamental importance for the valorization of the plaque.*

Keywords: Punic cemetery, Tharros, silver plaque, human face, chemical microanalysis.

## Riassunto

*La laminetta metallica lavorata a sbalzo proviene dai nuovi scavi della necropoli meridionale punica di Tharros. L'eccezionalità dell'oggetto ha fornito l'occasione per attivare collaborazioni interdisciplinari finalizzate allo studio del reperto e alla sua valorizzazione. Il manufatto è stato studiato mediante tecniche di laboratorio allo scopo di fornire una più completa documentazione e per garantirne una migliore leggibilità e conservazione materiale. Indagini sui materiali costitutivi mediante tecniche di microscopia elettronica abbinata a microanalisi (SEM-EDS) hanno consentito di confermare la composizione a base di argento e di individuare il cloruro di argento come prodotto di degrado, informazione utile alla scelta dei metodi di intervento conservativo più idoneo. Metodi di documentazione tridimensionale quali laser scanner 3D e indagini tomografiche con raggi X hanno consentito di acquisire una documentazione funzionale alla leggibilità del pezzo e alla valutazione dello stato di conservazione dopo restauro e si possono rivelare fondamentali per la sua valorizzazione.*

Parole chiave: necropoli punica, Tharros, laminetta in argento, volto umano, microanalisi chimica.

## 1. Nota archeologica e iconografica (A.C.F.)

Durante lo scavo intrapreso nel luglio del 2012 presso il versante occidentale della necropoli di Tharros sul Capo San Marco, nel settore 1 della cosiddetta Area A, l'investigazione di una camera ipogeica in grave stato di dissesto<sup>1</sup> ha restituito una laminetta in argento

\* Dipartimento di Beni Culturali, *Alma Mater Studiorum* – Università di Bologna; \*\*Laboratorio di Restauro, Bologna; \*\*\*Dipartimento di Fisica e Astronomia, *Alma Mater Studiorum* – Università di Bologna. annachiara.fariselli@unibo.it, mariangela.vandini@unibo.it.

rettangolare e frammentaria lavorata a sbalzo. Il deposito di giacitura del pezzo, corrispondente al livello di abbandono accumulatosi sul piano pavimentale successivamente alla manomissione del sepolcro, presentava in posto alcuni manufatti ceramici punici ben collocabili nel V sec. a.C. Pur mantenendo tutte le cautele necessarie nell'edizione di contesti pregiudicati da ruberie clandestine come quelli tharrensi, ciò consente un inquadramento di massima del reperto: tenuto conto del plausibile scarto cronologico determinato dall'eventuale tesaurizzazione, esso potrebbe risalire a un arco temporale compreso fra fine VI e V sec. a.C.

La placchetta si conserva per tre quarti: l'estremità superiore è purtroppo lacunosa. Le dimensioni preservate del pezzo sono di 3,6 per 3 cm, mentre lo spessore della lamina è di 1 mm.

Sulla faccia sbalzata si percepisce, grazie anche alla miglior lettura garantita da pulitura e consolidamento del pezzo dopo la sua presentazione preliminare<sup>2</sup>, un volto maschile barbato con capelli a calotta ricadenti sulla fronte. La barba, breve, di forma vagamente trapezoidale e arrotondata, è "tripartita", ovvero caratterizzata dalla demarcazione della parte centrale, leggermente rilevata alla maniera di un posticcio osiriaco, secondo una consuetudine formale che l'artigianato punico manifesta in molteplici declinazioni materiche e su svariati supporti<sup>3</sup>; gli occhi sono amigdaloidi; il naso e le labbra piccoli e proporzionati; le orecchie tondeggianti sono rese in visione frontale (Fig. 1).

Stando all'osservazione autoptica e alle valutazioni dimensionali, si tratta di un manufatto realizzato con un punzone impresso su foglio metallico riscaldato. L'utilizzo di una punta sottile per la definizione dei dettagli è presumibile dall'esame dello sbalzo in negativo, ossia della faccia interna della lamina stessa. Osservando la parte posteriore del rilievo (Fig. 2), non sono infatti visibili né il taglio di contorno della "frangia" né la bocca e degli occhi è appena demarcato l'ingombro. Questi particolari parrebbero dunque frutto di un intervento ulteriore, quale la lievissima pressione di un cesello sulla superficie metallica sbalzata, quando lo stadio di raffreddamento la rendeva ancora malleabile. Il punzone doveva allora essere caratterizzato da pochi elementi definiti: l'ovale del volto; la traccia esterna delle orbite oculari, le orecchie, la sola sporgenza del naso e la barba tripartita, quest'ultima evidentemente non esornativa, ma funzionale e indispensabile alla piena comprensione dell'immagine. In alternativa, la scarsa connotazione dei dettagli fisionomici summenzionati potrebbe attribuirsi a una matrice stanca.

<sup>1</sup> Si tratta della T. 2, di cui rimane il piano pavimentale, ma mancano quasi del tutto le pareti, residue nella porzione meglio conservata per poco più di 1 m di alzato; non è presente il soffitto in quanto il piano di calpestio originario, nel quale si è ricavato lo scavo dell'ipogeo, è stato completamente eroso, nel tempo, da vento e salsedine. In questo punto della necropoli meridionale di Capo San Marco, infatti, l'azione corrosiva dell'aerosol marino è particolarmente devastante. Sullo scavo si veda la relazione preliminare in Fariselli 2014b: 26-29. Per problematiche conservative, strategie di documentazione e ricostruzione virtuale del settore cf. Boschi – Silani 2014.

<sup>2</sup> Cf. Caillaud *infra* e nota 1.

<sup>3</sup> Cf. *infra*.

UNA LAMINETTA IN ARGENTO CON VOLTO VIRILE DA THARROS



Fig. 1 – *La laminetta in argento dopo il restauro, veduta anteriore* (Foto A.C. FARISELLI)



Fig. 2 – *La laminetta in argento dopo il restauro, veduta posteriore* (Foto A.C. FARISELLI)

A completamento dell'analisi va detto che la laminetta rettangolare presenta due fori residui alla base, adatti all'inserimento di ribattini. Supponendo che altri due fori corrispondessero ai primi lungo il lato superiore mancante, se ne potrebbe ipotizzare l'applicazione su supporto rigido, ad esempio un cofanetto in legno, ma anche la cucitura su materiale di consistenza più leggera come una fascia in cuoio o una veste. Indirizza verso questa lettura l'edizione di un manufatto simile riportato a un incerto contesto della Fenicia, una mascherina in oro di pochi cm di lunghezza con volto femminile velato alla maniera egizia, proveniente da una collezione privata delle Fiandre<sup>4</sup>. Per questo monile è proposto un generico inquadramento nel corso del periodo persiano (V-IV sec. a.C.) e una funzione come elemento di *parure* di abito cerimoniale. Infine, non se ne esclude neppure l'assemblaggio con altre laminette identiche per la realizzazione di monili complessi<sup>5</sup>.

Dal punto di vista squisitamente tipologico, la placchetta rettangolare in metallo prezioso lavorata a sbalzo è già documentata fra i rinvenimenti della necropoli tharrensse. La catalogazione del materiale funerario, pur disorganico, conservato al British Museum ne registra due esempi in tutto analoghi sul piano morfologico e dimensionale, di cui uno frammentario con raffigurazione di zampe animali; l'altro, caratterizzato da un *gorgoneion* «archaic greek type»<sup>6</sup>. I due manufatti sono inquadrati nel corso del V sec. a.C., nonostante la ricomposizione dei contesti ad opera di Barnett e Mendleson non sia da ritenere affidabile al punto da proporre una cronologia assoluta tanto precisa.

Ancora, la collezione Spano restituisce una laminetta sbalzata e integra, con forature per ribattini, la cui prossimità al nostro gioiello sembra tanto stringente da generare l'impressione che si tratti di produzioni della medesima serie. La placca Spano, verosimilmente proveniente dal quartiere funerario meridionale, edita da G. Pisano nel contesto dei prodotti d'oreficeria conservati al Museo Nazionale di Cagliari, è infatti caratterizzata dalla rappresentazione di una testa virile con barba tripartita e frangia trattata a ciocche separate<sup>7</sup> (Fig. 3). I dati dimensionali del pezzo si avvicinano a quelli della nostra laminetta, anche tenendo conto delle opportune approssimazioni metriche imposte dallo stato di cattiva conservazione e frammentarietà del materiale.

La ricerca dei prototipi morfologici dell'oggetto in quanto tale conduce all'ambito greco-orientale. Molti esemplari di lamine in oro ed elettro prodotte nell'Orientalizzante rodio, lavorate a sbalzo per essere poi assemblate in fasce e pendenti da tempie, recano come unica iconografia un volto frontale, sebbene nella maggioranza dei casi si tratti di visi femminili<sup>8</sup>; in alcuni pezzi, più rari, si registra invece il muso di un animale fantastico, quale la sfinge o il grifone. Analoghi manufatti si rintracciano in ambito cipriota, dove spiccano i molteplici casi di sbalzo e punzonatura di placchette rettangolari o fasce diadema d'oro

<sup>4</sup> *Babel* 1995: 168, n. 371.

<sup>5</sup> Il modello più vicino è quello fornito dai gioielli arcaici di ambientazione greco-orientale: cf. *infra*.

<sup>6</sup> Barnett – Mendleson 1987: 161, 9/12, 9/13.

<sup>7</sup> Quattrocchi Pisano 1974: 41-42, 176-77, fig. 15, tav. XXV, n. 445.

<sup>8</sup> Laffineur 1978.



Fig. 3 – Laminetta argentea sbalzata dalla Collezione Spano (da QUATTROCCHI PISANO 1974)

una piccola *applique* rettangolare composta da anima in argento rivestita d'oro e munita di fori laterali mostra un volto hathorico frontale<sup>10</sup>.

I raffronti evocati lasciano dunque pochi dubbi a proposito della valutazione della laminetta sbalzata con ribattini come prodotto tipico dell'oreficeria mediterranea orientale<sup>11</sup>, tuttavia non avulso da una specifica voga nell'areale cartaginese e tharrensese dal V sec. a.C. in poi. La placchetta "gemella" della collezione cagliaritana, induce, altresì, a ritenere assai verosimile la consuetudine di un utilizzo di manufatti simili nell'ambito di gioielli compositi<sup>12</sup>, frutto della connessione, mediante fili metallici o cerniere trattenute da chiodini, di stampi identici in sequenza<sup>13</sup>.

Sul piano dell'interpretazione iconografica pare possibile avallare l'ipotesi che il volto umano corrisponda alla resa iconica di una divinità maschile o di un personaggio eroizzato del *pantheon* cartaginese, ancora per molti aspetti poco noto. Sebbene non siano così perspicue da consentirci una comparazione puntuale, infatti, le laminette sbalzate di ambito egeo e cartaginese insieme all'esemplare integro in argento con *gorgoneion* conservato al British Museum ne suggeriscono un impiego come supporti di simbologie religiose o magiche<sup>14</sup>.

<sup>9</sup> Laffineur 1986: 15-16, 38, 54, 73, 83, 84, 86-87, 102-108.

<sup>10</sup> Merlin – Drappier 1909: 27, fig. 3.

<sup>11</sup> Laffineur 1986: 108.

<sup>12</sup> Cf. nota 9.

<sup>13</sup> Si pensi, ad esempio, ai pendenti da tempie o pettorali di ambito rodio: Laffineur 1978: *passim*.

<sup>14</sup> In generale le placchette orientalizzanti e di produzione cipriota sembrano riprodurre Astarte nelle sue varie ipostasi, con una specifica predilezione per le declinazioni egittizzanti e per quelle di tradizione "cananea" della divinità: cf. note 8 e 11.



Fig. 4 – a) *Maschera in terracotta da Tiro* (da FARISELLI 2014a); b) *Maschera-protome in terracotta da Cartagine* (da ACQUARO – DE VITA 2010)

Rivolgendo l'attenzione al vasto repertorio delle immagini di tradizione levantina adottate in contesto punico non si rintraccia alcun confronto preciso nella classe dei manufatti metallici, con l'eccezione del pezzo tharrense sopra richiamato<sup>15</sup>. D'altra parte, un'incurSIONE in altre categorie di materiali può essere utile ai fini del riconoscimento di un possibile archetipo iconografico all'origine della scelta figurativa. Il dettaglio che parrebbe percepito come identificativo è prima di tutto la barba tripartita, che rimanda a soggetti egittizzanti documentati nella classe delle maschere e delle protomi maschili in terracotta, sia nel Levante fenicio sia nel Mediterraneo punico. In particolare, un confronto possibile, nonostante la resa formale della punzonatura su lamina metallica risulti per certi versi semplificata rispetto al modello più antico, si individua nella ben nota maschera dalla necropoli di Tiro Al Bass (Fig. 4, a), espressione della temperie egittizzante che interessa Tiro nell'VIII e ancora nel VII sec. a.C. Il soggetto maschile, munito di barba posticcia "osiriaca" e di acconciatura a lobi leggermente espansi lavorata a cerchielli richiama la figura

<sup>15</sup> Si veda nota 7.

intera di divinità maschile nuda raddoppiata nel fregio “a metope” della ben nota coppa metallica di Olimpia, che evolve e si cristallizza nella solenne struttura delle famose protomi virili da Cadice, Utica, Sulky, Mozia, forse Panormos e Monte Sirai<sup>16</sup>. Fra le produzioni di contesto vicino-orientale del VII sec. a.C. un tema abbastanza prossimo sembra recuperarsi anche nelle testine in avorio di accreditata fabbrica nord-siriana rinvenute nella tomba Barberini di Praeneste<sup>17</sup> (Fig. 5, a). La sintesi iconografica si collocherebbe, quindi, in Oriente tra il VII e l’inizio del VI sec. a.C.<sup>18</sup>. In contesto occidentale un tema analogo, ma succinto sul piano del dettaglio morfologico, si rintraccia nelle maschere/protomi virili cartaginesi dalle necropoli di Douimès e Byrsa (Fig. 4, b) databili al VI-V sec. a.C.<sup>19</sup>: in particolare, la corta barba egittizzante e i capelli/copricapo a calotta con cerchielli impressi costituiscono l’esito ridotto del modello tirio, ed è forse questa la forma definitiva che l’iconografia divina acquisisce durante la piena punicità.

Nel Mediterraneo centrale, il tema riprodotto volti maschili giovani e barbati, talora confusi con soggetti silenici anche in assenza delle orecchie ferine, partecipa alla fenomenologia codificata in letteratura come “cultura d’immagine”<sup>20</sup> ricorrendo pure, nel prosieguo del tempo, in categorie artigianali di vasta distribuzione come gli amuleti in osso<sup>21</sup> e i pendenti policromi in pasta vitrea<sup>22</sup> (Figg. 5, b-c): in questo ambito la particolare fisionomia del viso appare estremamente sintetica, quasi allusiva rispetto a una dimensione culturale agilmente percepita dai fruitori.

L’iniziale condizione di precarietà del manufatto insieme alla sua unicità hanno motivato la scelta di farne un caso di studio paradigmatico, anche al fine di collaudare e acquisire un metodo puntuale per la conservazione e valorizzazione di oggetti da scavo di particolare rilievo. Nella scia della tradizione di ricerca tharrensese, da sempre attenta al coinvolgimento di competenze scientifiche extra-archeologiche adeguate alle diverse domande storiche di volta in volta insorgenti, si è costruito intorno al monile un progetto interdisciplinare, frutto dell’accordo fra varie professionalità selezionate tra ricercatori e tecnici attivi nell’Università di Bologna o esperti già protagonisti di forme di collaborazione con l’Ateneo. Da questo punto di vista l’indagine archeometrica, appena agli esordi e ad oggi limitata a procedure non distruttive, proseguirà con analisi di tipo chimico su un frammento di microscopiche dimensioni incoerente con la parte conservata del nostro manufatto, sebbene pertinente a esso. L’obiettivo da perseguire nel tempo è quello

<sup>16</sup> Fariselli 2014a: 155-56.

<sup>17</sup> Acquaro – Ferrari 2004: 30, n. 22.

<sup>18</sup> In gen. cf. Moscati 1990.

<sup>19</sup> Cf. Picard 1965-66: 19-20, pl. V, figs. 18-19, nn. 22-23.

<sup>20</sup> Moscati 1990: 12.

<sup>21</sup> Moscati 1988: 702, n. 698. Un esempio puntuale sembra reperibile anche fra gli amuleti in ollite conservati presso il Museo di Cagliari: nella maschera n. 1 del catalogo di E. Acquaro si percepisce chiaramente il rilievo della barba egittizzante (Acquaro 1977: 39, tav. I, n. 1).

<sup>22</sup> Si veda: Moscati 1988: 480, 482.

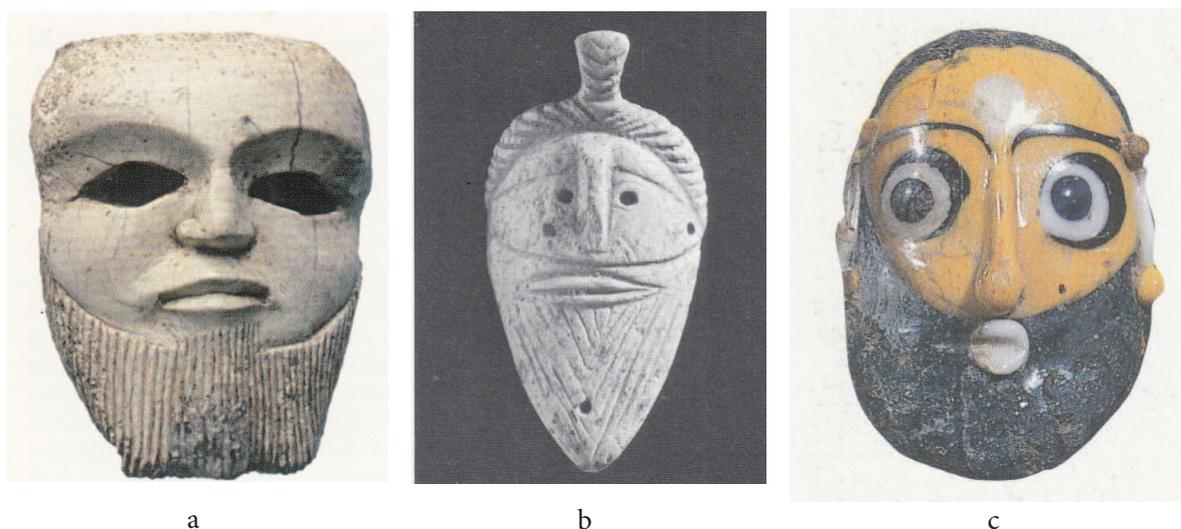


Fig. 5 – a) Applique a mascherina nord-siriana in avorio da Praeneste (da ACQUARO – FERRARI 2004); b) Amuleto in osso a mascherina da Tharros (da MOSCATI 1988); c) Pendente in pasta vitrea da Cartagine (da MOSCATI 1988)

di costituire un archivio di dati compositivi per quanto riguarda i manufatti in argento rinvenuti a Tharros. Restano infatti da chiarire il problema della provenienza dell'argento e quello della localizzazione dell'*atelier* di manifattura. Rispetto a quest'ultimo tema, allo stato attuale della documentazione sono parimenti accettabili come luoghi di produzione tanto la stessa Tharros quanto Cartagine. D'altra parte, la presenza di cloro e di argento puro come materiali costituenti dell'oggetto, ricavata dalle microanalisi preliminari<sup>23</sup>, potrebbe indicare un ulteriore percorso di lavoro, ipotizzando che l'evidenza di cloruri possa essere determinata non tanto, o non solo, dal contesto marittimo del deposito archeologico, quanto dalla natura della componente mineralogica<sup>24</sup>. Il dato merita di essere approfondito anche a seguito della messa a punto di tecniche adeguate all'individuazione degli isotopi del piombo, componente che tradizionalmente sembra caratterizzare le fonti di approvvigionamento argentifero isolate.

## 2. Valutazioni archeometriche preliminari (M.V.)

Il reperto è stato sottoposto ad alcune preliminari indagini diagnostiche per una prima indicazione sullo stato di conservazione, sulle tecniche di lavorazione e sui materiali costituenti; le indagini sono poi state ripetute dopo gli interventi di conservazione.

<sup>23</sup> Vandini *infra*.

<sup>24</sup> Ad esempio la cerargirite, tipica di alcuni contesti d'approvvigionamento del Mediterraneo occidentale. Per indagini recenti sugli argenti fenici d'Iberia: Renzi – Rovira-Llorens – Montero Ruiz 2012.



Fig. 6 – Macrofotografia della laminetta prima dell'indagine archeometrica, veduta frontale (Foto M. VANDINI)

La situazione conservativa risultava critica: la lamina si presentava frammentaria, con forte presenza di alterazione che non appariva solo superficiale poiché l'oggetto mostrava esfoliazione diffusa e fragilità strutturale che potevano metterne a rischio la conservazione (Fig. 6).

Al fine di procedere con l'intervento conservativo più appropriato, il reperto è stato sottoposto ad osservazione in microscopia ottica e caratterizzazione composizionale mediante microscopia elettronica a scansione abbinata a microanalisi (SEM-EDS) sull'oggetto tal quale (strumentazione impiegata SEM FEI Inspect S).

La placchetta risulta essere costituita in prevalenza da argento (Ag)

(Fig. 8); altri elementi individuati (in particolare sodio, magnesio, alluminio, silicio, potassio e calcio) sono da attribuire alla presenza di concrezioni superficiali da terreno, mentre la rilevante presenza di cloro costituisce elemento spia della presenza di cloruri, possibilmente cloruro d'argento, tipico prodotto dell'alterazione del metallo in presenza di sali di cloro (possibilmente nella forma del minerale clorargirite).

Dato il precario stato di conservazione, il manufatto è stato sottoposto ad intervento conservativo a cura di esperti<sup>25</sup>, descritto nel prossimo paragrafo. Le analisi SEM-EDS ripetute dopo il restauro mostrano una decisa riduzione della presenza di elementi da concrezioni superficiali (Fig. 9) e, soprattutto, della presenza di cloro.

### 3. *Appunti sul restauro conservativo* (F.C.)

Il restauro dei reperti metallici da scavo presenta problemi specifici poiché durante l'uso, ma soprattutto dopo l'abbandono, gli oggetti metallici si corrodono, ritornando ad una forma minerale più stabile. Quelli che ci pervengono hanno raggiunto un equilibrio precario con l'ambiente di giacitura e il processo di mineralizzazione ne ha modificato in profondità la composizione, la struttura e l'aspetto.

<sup>25</sup> Cf. *infra*.

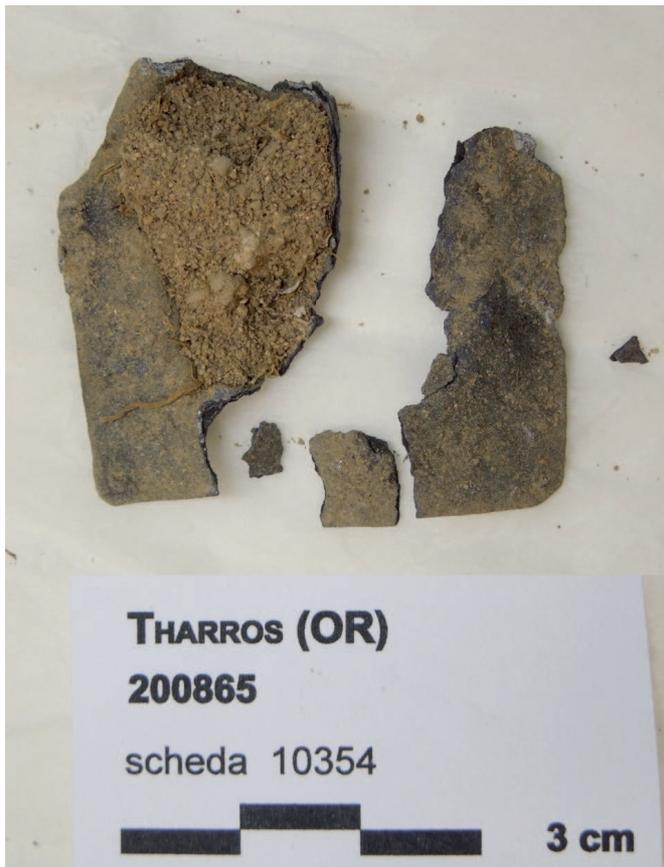


Fig. 7 – La laminetta prima del restauro, veduta posteriore (Foto F. CAILLAUD)

La presenza massiccia di cloruro d'argento, composto con buona stabilità chimica ma la cui densità e consistenza cerosa alterano notevolmente il manufatto. La pulitura, finalizzata al recupero dei particolari di superficie, è stata svolta meccanicamente con l'ausilio dello stereo-microscopio, impiegando bisturi, microsabbatura a bassa pressione e spazzolatura con setole morbide. L'assenza di superficie metallica ha infatti portato ad escludere l'impiego di reagenti selettivi.

Il manufatto, molto poroso e fragile, è stato consolidato “a cuore” con immersione in resina acrilica diluita, mentre l'incollaggio dei frammenti e l'integrazione consolidativa di piccole lacune sono stati realizzati con resina epossidica colorata (Figg. 1-2). La laminetta, che rimane fragile, è stata condizionata con materiali protettivi inerti in un contenitore rigido.

Il restauro ha consentito di recuperare particolari della rappresentazione ed i forellini di fissaggio su probabile supporto ligneo.

La forma ed i colori che hanno assunto e la presenza di concrezioni derivanti dalle interazioni con l'ambiente, rendono spesso difficile l'identificazione degli oggetti. Gli scopi essenziali del restauro “archeologico” sono di restituire la leggibilità di manufatti anche molto alterati e di garantirne al meglio la conservazione nel tempo.

La laminetta sbalzata era giunta in laboratorio incompleta, frammentata e poco leggibile, in conseguenza della tipologia di corrosione subita. La superficie, parzialmente coperta di sedimento limoso, era molto scabra, di colore grigio scuro con riflessi viola, mentre l'interno, visibile in frattura, era nero e cristallino con sfaldature. La forma era rigonfia e poco definita (Figg. 6-7).

L'esame visivo unito ai risultati microanalitici<sup>26</sup> indicava la pressoché completa mineralizzazione e la

<sup>26</sup> Cf. Vandini *supra*.

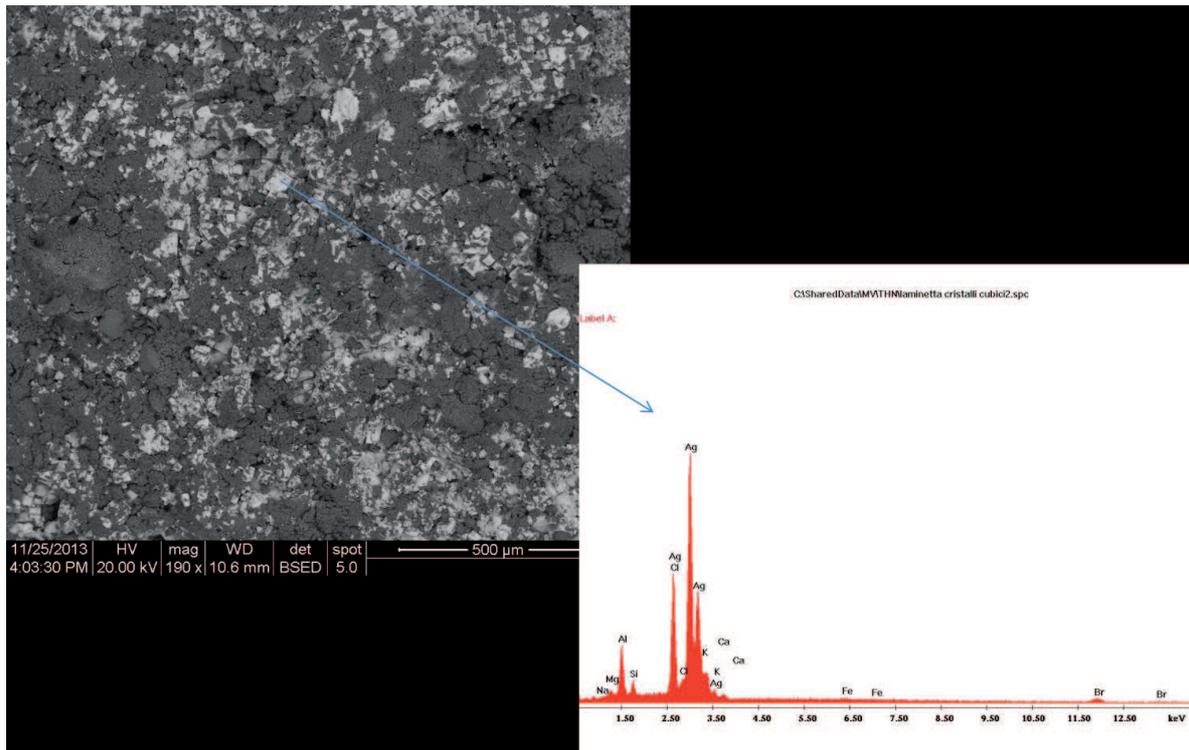


Fig. 8 – Analisi SEM - EDS del materiale costituente la lamina metallica prima del restauro (Elaborazione M. VANDINI)

#### 4. Documentazione digitale tramite laser scanner Next Engine (S.Z. – C.C.)

Le metodologie per la conservazione di materiali di interesse archeologico si avvalgono da tempo di consolidate tecnologie informatiche per la catalogazione, documentazione e duplicazione digitale degli oggetti<sup>27</sup>: quando un reperto si configura come un *unicum*, allora la sua digitalizzazione secondo formati standard interoperabili diviene imprescindibile a fini conservativi, di monitoraggio dello stato del bene nel tempo e della sua analisi. È il caso del reperto oggetto di questo lavoro, per il quale è stata realizzata una documentazione digitale tramite 3D laser scanner con l'obiettivo di consentire un'analisi morfologica più accurata di quanto non possa favorire l'osservazione di insieme ad occhio nudo<sup>28</sup>. Il modello tridimensionale ad alta risoluzione permette, infatti, di indagare caratteri formali e di analizzare superfici per la ricerca di tracce di lavorazione.

Il rilievo è stato condotto tramite scanner a triangolazione modello NextEngine, basato su tecnologia *Multistripe Laser Triangulation*, con risoluzione massima dello strumento, in modalità Macro, di 400 DPI e accuratezza di  $\pm 0.005''$ . Per limitare l'acquisizione di punti non pertinenti, durante la scansione l'oggetto è stato posizionato su una superficie opaca

<sup>27</sup> Cf. Bezzi – Dell'Unto 2012.

<sup>28</sup> Bitelli – Girardi 2010.

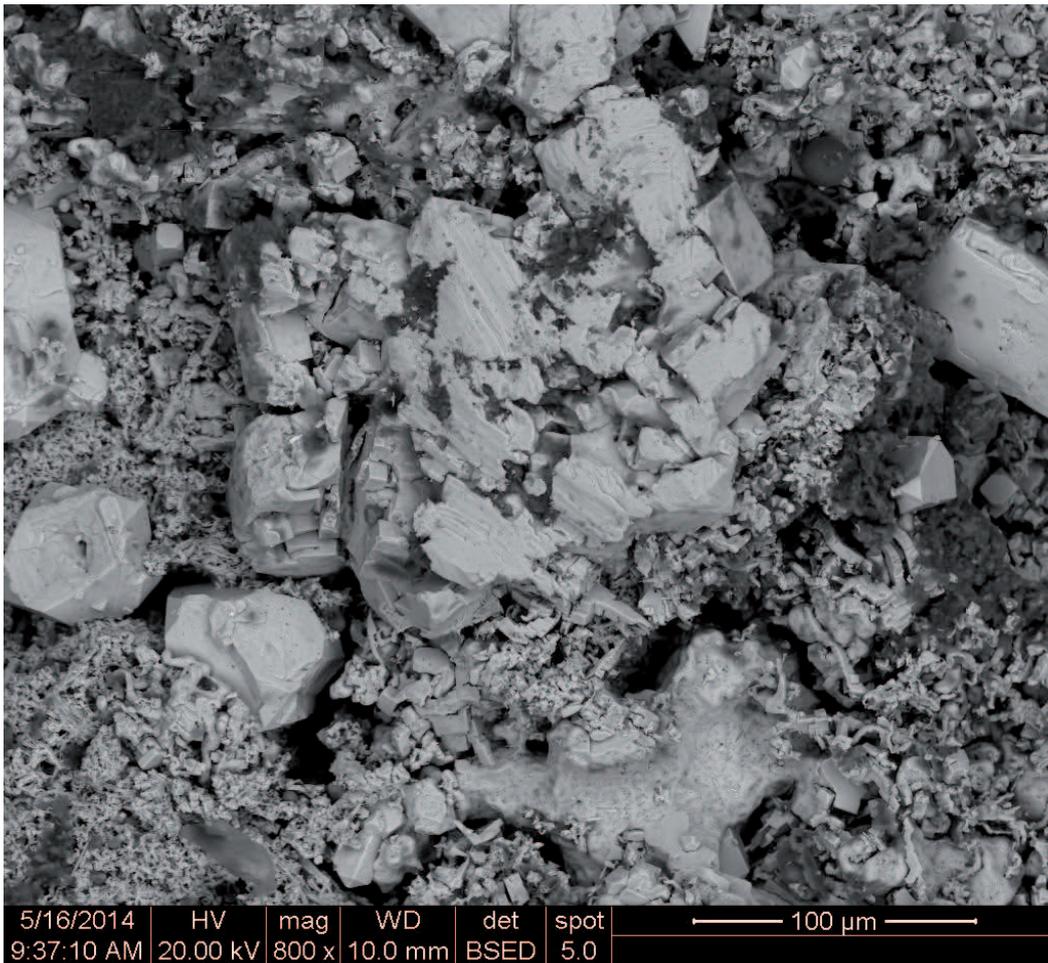


Fig. 9 - Microfotografia SEM (BSED) della superficie della lamina dopo il restauro (Foto M. VANDINI).

che ha permesso anche di ridurre i fenomeni di riflessione e dunque di regolare al meglio l'intensità luminosa ambientale.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti si è impiegato il software di NextEngine ScanStudio CORE™.

Le nuvole di punti rilevati relative alle diverse porzioni dell'oggetto, acquisite in modo da avere congrui settori di sovrapposizione tra coppie contigue (*overlapping* 50 ÷ 60%), sono state allineate in maniera semi-automatica tramite il metodo dell'*Iterative Closest Point*; l'insieme delle nuvole di punti così allineate è stato quindi trasformato in un'unica superficie tramite il processo di *meshing*, ovvero la trasformazione dell'insieme di punti "fluttuanti" in una rete di triangoli che descrive la morfologia dell'oggetto. (Fig. 10)

Per le operazioni successive all'acquisizione (*post processing*) è stato utilizzato il software di *reverse engineering* Rapidform Xor<sub>2</sub>. Il procedimento di creazione della mesh è gestito da un *Wizard* che consente di procedere in maniera semi automatizzata fino alla generazione del modello. È altresì possibile modulare i vari parametri in modo da ottenere una mesh con caratteristiche specificamente indirizzate alle finalità dello studio. Tra queste opzioni sono state utilizzate quelle di *Smooth* e *Reduce Noise*; infine è stata regolata

## UNA LAMINETTA IN ARGENTO CON VOLTO VIRILE DA THARROS

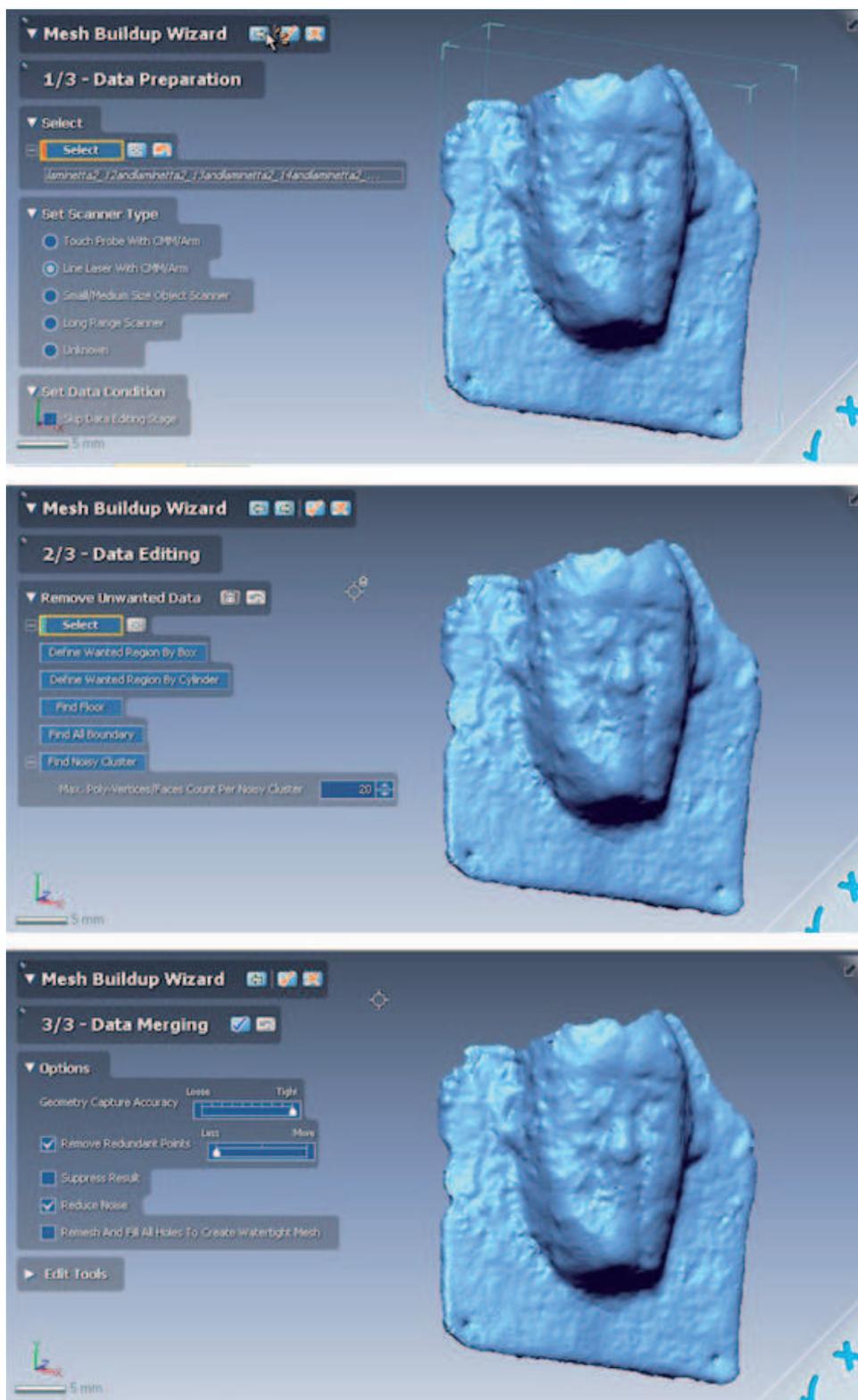


Fig. 10 – Fasi di preparazione, editing e meshing nel wizard del software Rapidform Xor<sub>2</sub> con i vari parametri utilizzati per la creazione della mesh (Elaborazione S. ZAMBRUNO – C. CAPUTO)

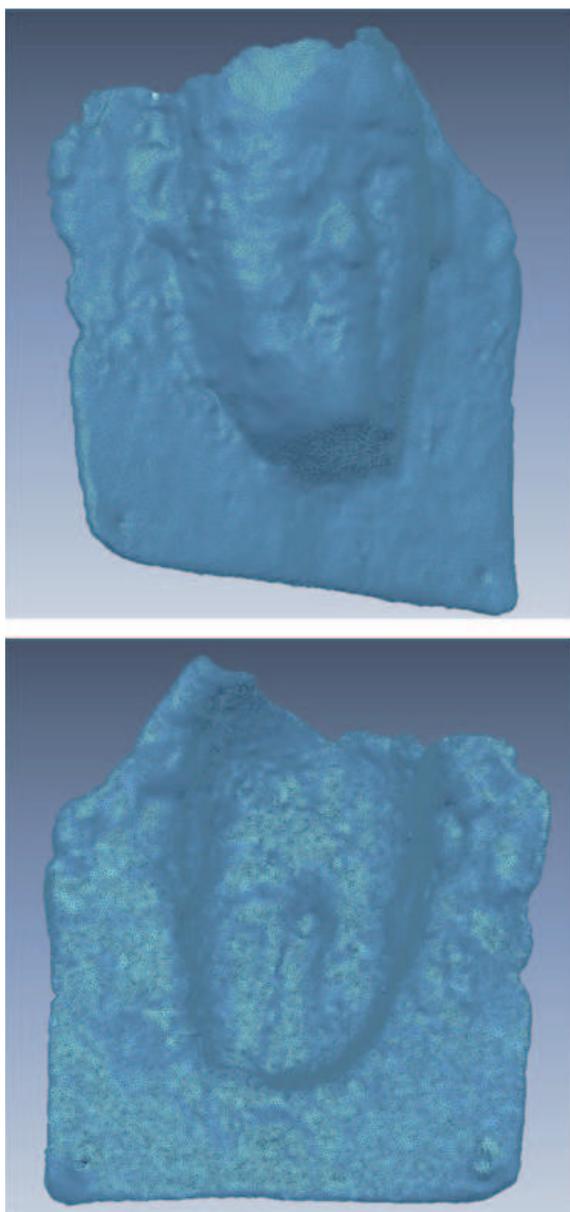


Fig. 11 – *Veduta anteriore e posteriore in 3D* (Elaborazione S. ZAMBRUNO – C. CAPUTO)

della barba e le proporzioni fra le diverse parti della figura rappresentata, supportando tali osservazioni con valutazioni quantitative rilevate sul modello digitale con una incertezza di pochi decimi di millimetro.

la densità dei punti in modo da conservare solo quelli necessari a consentire una efficace lettura della superficie senza perdita di informazioni.

In virtù della diversa caratterizzazione delle due superfici della lamina, si è scelto di realizzare, tramite differente declinazione di questi accorgimenti, due distinti modelli che permettano di esaminare al meglio l'uno i caratteri iconografici e l'altro la morfologia della superficie.

Inoltre, nonostante l'esiguo spessore, l'acquisizione ha riguardato l'intera superficie dell'oggetto, al fine di restituirne la completa volumetria: la faccia superiore, più levigata, presenta caratteristici dettagli iconografici, mentre su quella posteriore si riscontrano tracce di lavorazione<sup>29</sup> (Fig. 11).

In linea con quanto già espresso, la digitalizzazione del manufatto ha permesso di ottenere un modello tridimensionale che costituirà un mezzo per la conservazione e la documentazione dell'oggetto a fini di ricerca o divulgazione<sup>30</sup>. La possibilità di una visualizzazione particolarmente accurata non legata alla manipolazione dell'oggetto reale, faciliterà ulteriori studi e consentirà di distinguere e analizzare più approfonditamente alcuni caratteri morfologici e iconografici: nella decorazione della laminetta, dettagli quali la forma del volto, il taglio

<sup>29</sup> Cf. *supra* il contributo di A.C. Fariselli.

<sup>30</sup> Cf. Kuzminsky – Gardiner 2012.

5. *Indagine tomografica della laminetta in argento* (M.P.M. – M.B. – R.B. – E.P.)

La Tomografia Computerizzata con raggi X, più comunemente nota come TAC o CT (Computed Tomography), è un'importante metodologia diagnostica non distruttiva, in grado di visualizzare in maniera tridimensionale la struttura interna degli oggetti investigati. Fra le varie tecniche impiegate, la TAC risulta particolarmente utile per conoscere la tecnica di costruzione, la struttura e lo stato di conservazione di un manufatto ed impostare quindi un corretto restauro<sup>31</sup>. La grande varietà di forma, composizione e dimensioni che caratterizza i beni culturali ha richiesto lo sviluppo di sistemi tomografici dedicati e sufficientemente versatili da adattarsi alle varie esigenze<sup>32</sup>.

Nel caso della laminetta oggetto di questo studio, l'obiettivo dell'indagine tomografica è di ricavare ulteriori informazioni sul suo stato di conservazione e su eventuali disomogeneità nella composizione, cercando anche di mettere in evidenza la presenza o meno di uno strato superficiale di prodotti di corrosione. L'indagine, realizzata dopo l'intervento di restauro<sup>33</sup>, è stata effettuata con uno dei sistemi tomografici sperimentali sviluppati presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia da alcuni degli autori. Si tratta di un apparato molto diverso da uno scanner medicale: è infatti compatto e trasportabile ed inoltre permette di ottenere immagini con una risoluzione spaziale più elevata. Il sistema utilizza come sorgente un tubo a raggi X di tipo XRG120 della ditta Bosello High Technology e, come rivelatore, un flat panel Varian con un'area utile di 20×25 cm<sup>2</sup> (modello PS2520D, dotato di 1536 × 1920 pixel da 127 μm). Per l'analisi tomografica della laminetta sono stati impostati come parametri di lavoro nel tubo a raggi X una tensione di 120 kV e una corrente di 4 mA; il reparto, posizionato su una tavola rotativa ad alta precisione, è stato ruotato su 360° con step angolari di 0.4°, in modo da acquisire 900 proiezioni radiografiche. Per la ricostruzione tomografica è stato utilizzato l'algoritmo standard di retroproiezione filtrata che consente di ottenere immagini di sezioni trasversali del campione investigato, le cosiddette "slice". Riunendo queste ultime in un unico volume mediante un software di rendering 3D, è poi possibile creare un modello virtuale dell'oggetto, contenente informazioni non solo sulla superficie, ma anche sulla sua struttura interna. Nel caso della laminetta la dimensione del voxel è di circa 110 μm, il che significa che ciascun "elemento di volume" è circa 100 volte più piccolo rispetto a quello di una TAC medicale.

I risultati della ricostruzione tomografica 3D della laminetta sono mostrati in Fig. 12, dove sono visibili le immagini sia del *recto* che del *verso* del reparto.

In Fig. 13 sono invece riportati tre esempi di sezione assiale, coronale e sagittale, ottenuti operando dei tagli virtuali del volume ricostruito lungo tre piani mutuamente perpendicolari. Si apprezzano chiaramente le disuniformità e le irregolarità presenti su entrambe le superfici e una certa variabilità nello spessore della laminetta.

<sup>31</sup> Casali 2006; Morigi *et al.* 2010.

<sup>32</sup> Bettuzzi *et al.* 2004; Brunetti 2007.

<sup>33</sup> Cf. Caillaud *supra*.

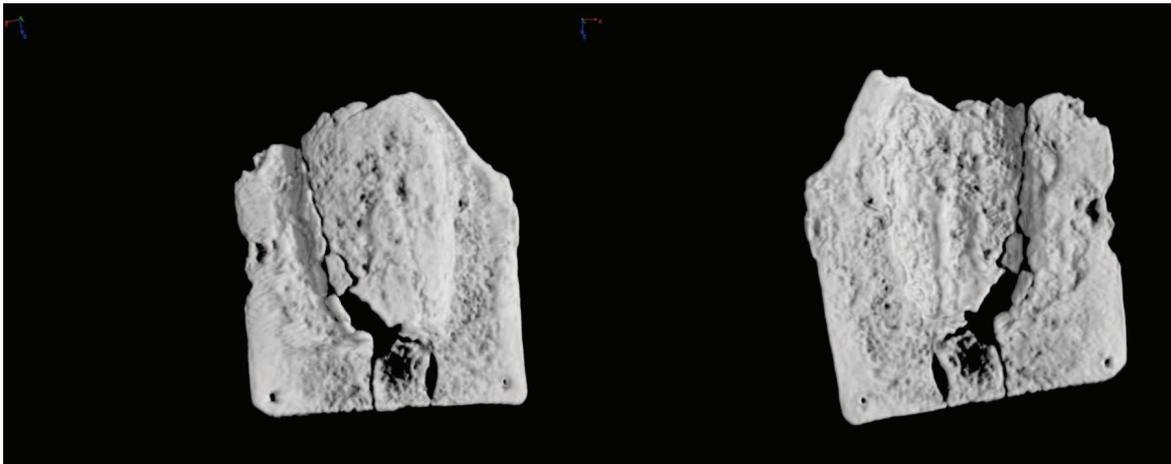


Fig. 12 – Ricostruzione tomografica 3D della laminetta: recto (a sinistra ) e verso (a destra) (Elaborazione M.P. MORIGI *et al.*)

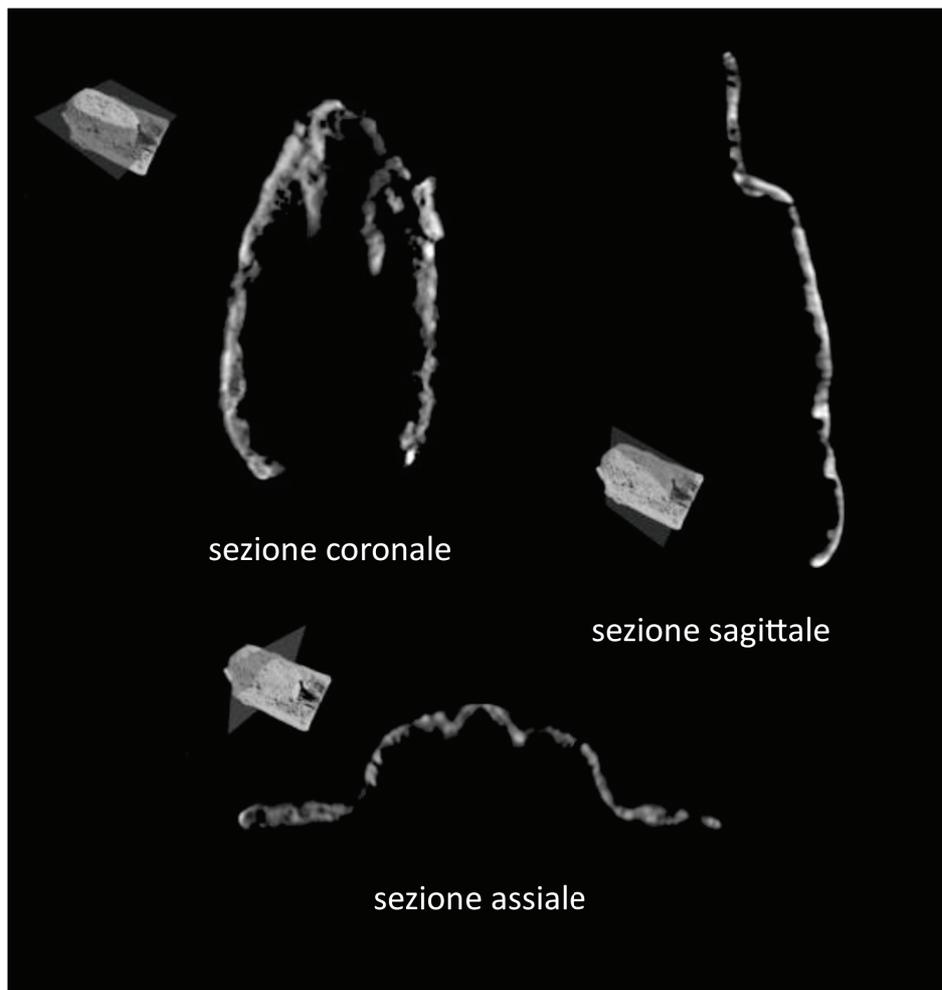


Fig. 13 – Esempi di sezione assiale, coronale e sagittale della laminetta (Elaborazione M.P. MORIGI *et al.*)

Bibliografia

ACQUARO E. 1977

*Amuleti egiziani ed egittizzanti del Museo Nazionale di Cagliari* (= Collezione di Studi Fenici, 10), Roma.

ACQUARO E. – DE VITA P. 2010

*I Fenici. Storia e tesori di un'antica civiltà*, Vercelli.

ACQUARO E. – FERRARI D. (edd.) 2004

*I Fenici l'Oriente in Occidente*, Milano.

BABEL 1995

*In de schaduw van Babel. A l'ombre de Babel. De kunst van het Oude Nabije Oosten in Belgische verzamelingen. L'art du Proche Orient Ancien dans les collections belges*, Bruxelles 3 février – 26 mars 1995, Leuven.

BARNETT R.D. – MENDLESON C. 1987

*Tharros. A Catalogue of Material in the British Museum from Phoenician and Other Tombs at Tharros, Sardinia*, London.

BETTUZZI M. et al. 2004

*Innovative systems for digital radiography and computed tomography: applications for cultural heritage diagnostics*, in MARTINI M. – MILAZZO M. – PIACENTINI M. (edd.), *Physics Methods in Archeometry, Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", Course CLIV*, Amsterdam, 461-70.

BEZZI L. – DELL'UNTO N. 2012

*Rilievo tridimensionale di reperti archeologici: tecniche a confronto*, in CANTONE F. (ed.), *Archeofoss: Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del 6 workshop, Napoli 9-10 Giugno 2011* (= Quaderni del Centro studi Magna Grecia, 13), Pozzuoli, 141-52.

BITELLI G. – GIRARDI F. 2010

*Problematiche nel rilievo e modellazione tridimensionale di oggetti di piccole dimensioni nel campo dei Beni Culturali*, in *Atti della 14° Conferenza Nazionale ASITA (Brescia 9-12 novembre 2010)*, Milano, 285-90.

BOSCHI F. – SILANI M. 2014

*La necropoli fenicia e punica di Tharros – Capo San*

*Marco: nuove ricerche per la ricostruzione di un paesaggio funerario in 3D*, in FARISELLI A.C. (ed.), *Da Tharros a Bitia. Nuove prospettive della ricerca archeologica nella Sardegna fenicia e punica. Atti della Giornata di Studio, Bologna, 25 marzo 2013*, (= DISCI Archeologia, 3), Bologna, 33-51.

BRUNETTI A. 2007

*Use of different X-ray tomographic systems for cultural-heritage samples*, in *Il Nuovo Cimento* 30, 2, 207-15.

CASALI F. 2006

*X-ray and Neutron Digital Radiography and Computed Tomography for Cultural Heritage*, in BRADLEY D. – CREAGH D. (edd.), *Physical Techniques in the Study of Art, Archaeology and Cultural Heritage*, Elsevier, 41-123.

FARISELLI A.C. 2014a

*Maschere antropomorfe in terracotta nell'Oriente fenicio: riflessioni per la redazione di un corpus*, in LEMAIRE A. (ed.), *Mélanges en l'honneur de Josette Elayi. Phéniciens d'Orient et d'Occident* (= CIPOA, 2), Paris, 147-67.

FARISELLI A.C. 2014b

*Ricerche archeologiche e strategie di conservazione nella "necropoli meridionale" di Tharros – Capo San Marco: la campagna del 2012*, in FARISELLI A.C. (ed.), *Da Tharros a Bitia. Nuove prospettive della ricerca archeologica nella Sardegna fenicia e punica. Atti della Giornata di Studio, Bologna, 25 marzo 2013* (= DISCI Archeologia, 3), Bologna, 19-30.

KUZMINSKY S.C. – GARDINER M.S. 2012

*Three-dimensional laser scanning: potential uses for museum conservation and scientific research*, in *JASc* 39, 2744-51.

LAFFINEUR R. 1978

*L'orfèvrerie rhodienne orientalisante* (= *Travaux et mémoires des anciens membres étrangers de l'École et de divers savants, École française d'Athènes*, 21), Paris.

LAFFINEUR R. 1986

*Amathonte III. Testimonia 3. L'orfèvrerie* (= *Études Chypriotes*, 7; *École Française d'Athènes, Éditions Recherche sur les Civilisations, Mémoire*, 67), Paris.

MERLIN A. – DRAPPIER L. 1909

*La nécropole punique d'Ard el-Kheraib à Carthage*

(= *Notes & Documents publiés par la direction des antiquités et arts*, 3), Paris.

MORIGI M.P. *et al.* 2010  
*Application of X-ray Computed Tomography to Cultural Heritage diagnostics*, in *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 100, 3, 653-61.

MOSCATI S. (ed.) 1988  
*I Fenici*, Milano.

MOSCATI S. 1990  
*Techne. Studi sull'artigianato fenicio* (= *Studia punica*, 6), Roma.

PICARD C.G. 1965-66.  
*Sacra Punica. Étude sur les masques et rasoirs de Carthage*, in *Karthago* 13, 3-115.

QUATTROCCHI PISANO G. 1974  
*I gioielli fenici di Tharros nel Museo Nazionale di Cagliari* (= *Collezione di Studi Fenici*, 3), Roma.

RENZI M. - ROVIRA-LLORENS S. - MONTERO RUIZ I. 2012  
*Riflessioni sulla metallurgia fenicia dell'argento nella Penisola Iberica*, in CUCINI C. (ed.), *Acta mineraria et metallurgica. Studi in onore di Marco Tizzoni* (= *Notizie Archeologiche Bergomensi*, 20), Bergamo, 185-94.