

ANCORA SUL RIPOSTIGLIO DI POPULONIA

PROSPETTIVE E CONFERME OFFERTE DALL'ANALISI FISICA

Concludendo il lavoro sul ripostiglio di Populonia ¹, auspico che si potessero eseguire le analisi del contenuto metallico sugli esemplari in esso contenuti, confortata dai soddisfacenti risultati che si stavano ottenendo in quegli anni dalla sperimentazione di una tecnica non distruttiva ².

Il ripostiglio di Populonia, venuto in luce nel 1939 durante i lavori per il recupero delle scorie di ferro ³, costituisce, come è noto, il più cospicuo rinvenimento di materiale numismatico etrusco conservato, quasi nella sua interezza ⁴; tale circostanza mi ha consentito di individuare un buon numero di conî diversi nelle serie, presenti in rapporto quantitativamente assai vario. Poiché alcuni degli esemplari del ripostiglio erano stati analizzati dallo Speroni presso il Gabinetto di Chimica dell'Università di Firenze negli anni successivi al rinvenimento, con interessanti risultati ⁵, sembrava utile una estensione dell'indagine metallografica a tutto il materiale attualmente disponibile, sulla base della distinzione in conî. Nell'ambito, quindi, di una ricerca sistematica ⁶ sulla « composizione delle leghe metalliche di monete antiche con sistemi di analisi non distruttive, eseguite per mezzo di strumentazione portatile » sono stati esaminati gli esemplari del ripostiglio, conservati presso il Gabinetto Numismatico del Museo Archeologico di Firenze ⁷.

¹ P. PETRILLO SERAFIN, *Nota in margine al tesoro di monete antiche rinvenuto in Populonia*, in *AIIN* XXIII-XXIV, 1976-77.

² Per precedenti indagini si veda C. MANCINI - P. PETRILLO SERAFIN, *Identification of Ancient Silver-plated Coins by Means of Neutron Absorption*, in *Archaeometry* 18, 2, 1976 e P. PETRILLO SERAFIN, *Ripostigli monetali romano-repubblicani sottoposti ad analisi per assorbimento neutronico, con strumentazione portatile*, in *AC* XXVIII, 1976.

³ E. SCAMUZZI, *Tesoro di monete antiche rinvenuto in Populonia*, in *St. Etr.* XV, 1941.

⁴ Contrariamente ai precedenti rinvenimenti di Sovana (R. GARRUCCI, *Monete dell'Italia antica*, Roma 1885, p. 43) e di Montalcino (R. BIANCHI BANDINELLI, *Tesoretto di monete populoniesi*, in *St. Etr.* IV, 1932).

⁵ G. SPERONI - L. MORI, *Ricerche chimiche sulle monete del Tesoro di Populonia*, in *St. Etr.* XXI, 1950-51.

⁶ Finanziata dal CNR con contratto n. 78.01393.08.

⁷ Un particolare ringraziamento al dott. Guglielmo Maetzke, allora Soprintendente ai Beni

Tale indagine fisica, totalmente differente nella concezione dalla precedente indagine chimica, è stata condotta, com'è ovvio, anche nell'ottica di una problematica alquanto diversa. Mentre, infatti, lo scopo delle analisi chimiche era di esaminare la composizione dei diversi tipi di patina⁸ che ricopriva la moneta, per poi individuare eventuali relazioni tra questa e la composizione metallica e tra il metallo e i tipi monetari⁹, con l'analisi nucleare, attraverso l'esame di un maggior numero di esemplari e seguendo la proposta distinzione per conî di D/, si tenta di delineare un quadro più propriamente tecnico delle serie, in senso statistico, per trarne elementi che in qualche misura possano contribuire a chiarire la prospettiva storica.

Prima di ogni considerazione o confronto si riportano, in tabella, i risultati dell'esame analitico¹⁰ eseguito secondo l'ordinamento del materiale proposto nella precedente revisione del ripostiglio¹¹.

TABELLA 12

conio	n.	Ag%	σ
Gogoneion I	1	83	
II	2	90	
III	3	94	
IV	4	93	
V	5	83	
VI	6	44	

conio	n.	Ag%	σ
VII	8	46	
	9	44	
	10	82	
	11	37	
	12	43	
VIII	13	42	

Archeologi della Toscana, che con pronta intuizione e competenza ha favorevolmente accolto la richiesta di eseguire analisi sul materiale conservato presso il Gabinetto Numismatico. Devo alla cordiale collaborazione del dott. Luigi Tondo la realizzazione pratica della campagna di analisi, nel febbraio 1980.

⁸ Di cui, per il necessario intervento di pulitura, non rimane attualmente alcuna traccia.

⁹ Nell'art. cit. a nota 5 con il termine « tipo » si intendevano, evidentemente, le tre varianti dell'unico tipo di *gorgoneion* indicate con A, B, C, oltre al tipo dell'Eracle.

¹⁰ La tecnica di cui ci si è avvalsi per la presente analisi è fondamentalmente quella esposta in C. MANCINI - P. PETRILLO SERAFIN, *Analisi volumetriche di monete antiche eseguite per trasmissione neutronica con strumentazione portatile*, in *AIIN*, 25, 1978, con sostanziali correzioni nella geometria del sistema come esposto in appendice da C. Mancini.

¹¹ Cfr. art. cit. a nota 1.

¹² Per ogni conio è indicato il valor medio del contenuto in Ag degli esemplari, con la relativa deviazione standard (σ); di questi sono indicati i numeri d'ordine a gruppi, secondo la suddivisione seguita nel lavoro cit. a nota 1 (ad es. conio XIII v.m. Ag su 23 ess. = 91%, σ = 5,0). Come si vede, nel v.m. non sono stati considerati gli esemplari la cui percentuale di Ag si discosti dallo stesso v.m. per più di 2 σ ; per questi il contenuto di Ag è stato calcolato singolarmente con un errore contenuto entro il margine di ± 5 . Per ciascun esemplare lo spessore (che non è riportato in tabella) della zona della moneta interessata dall'analisi (circa 1 cm.²) è valutato con il computo della media di più misure eseguita con il palmer.

conio	n.	Ag%	σ	conio	n.	Ag%	σ	
IX	21-37	89	4,0	XIX	477	94		
	28	102			478	84		
	29	101		XX	484-491	92	4,5	
	31	103			n.d.	497-502		88
X	62-93	88	4,4	Eracle I	508-517	88	4,5	
	68	28			516	70		
	81	73		II	518	94		
XI	105-120	93	4,7		521	89		
XII	171-221	89	3,7	n.d.	522	93		
XII A	222	40			523	86		
				T. giovane I	526	89		
XIII	244-268	91	5,0		527	89		
	258	102		II	528	93		
	266	80		III	529	90		
XIV	350-378	90	4,5	n.d.	532	53		
	333	70			533	42		
	366	77		T. femminile	534	76		
	372	79			535	35		
	378	105			536	97		
					T. di profilo	537	50	
XV	420-449	90	5,2		538	52		
XVI	451	88		Illeggibili	539	85		
XVII	457-469	90	5,6			543	81	
						544	81	
						545	34	
XVIII	471	91						
	472	92						
	473	88						

Come si vede, il tipo di informazione ricavata dai due diversi tipi di analisi è fondamentalmente differente; mentre, infatti, i risultati delle analisi chimiche indicano la percentuale esatta del contenuto in Ag e Cu per ciascun esemplare esaminato, le attuali analisi forniscono dei valori approssimati¹³. Appare evidente, tuttavia, una generale corrispondenza nel calcolo dei valori massimi e minimi. È da rimpiangere che, per mancanza di documentazione fotografica degli esemplari sottoposti all'analisi chimica, non possano essere individuati i conî di origine, ciò che permetterebbe un preciso riscontro dei dati desunti per le diverse vie; ciononostante, si possono proporre alcuni confronti, individuando i conî di D/, in base ai

¹³ Con l'analisi distruttiva si è giunti alla determinazione della percentuale in lega di Ag e Cu e del totale degli altri elementi minoritari individuati, poi, con l'analisi spettroscopica, quali Pb, Bi, Sb, Sn, Fe, e Au presenti spesso tutti contemporaneamente, per una quantità variabile, globalmente compresa tra lo 0,5% ed il 3,8%. Dalle indicazioni fornite dall'analisi per trasmissione si ricava solo la percentuale dell'Ag (in cui viene riassorbita la percentuale di Au per analogia di comportamento rispetto ai neutroni termici) da cui, per differenza si calcola il Cu (in cui sono riassorbiti globalmente gli altri metalli vili).

tipi di R/ con cui sono accoppiati¹⁴. Così, è probabile che il n. 34 dello Speroni (per cui è indicato un contenuto di Ag del 93,7%) provenga dal conio di D/ XX: per tale gruppo il valor medio dell'argento è calcolato nella misura del 92% che, considerando $\sigma = 4,5$, si confronta bene con il valore precedentemente ricavato. Allo stesso modo, l'es. n. 1 (Ag = 97%) presentando lo stesso R/, può essere confrontato con l'esemplare di conio III ($94\% \pm 5$).

Un solo esemplare è risultato suberato all'analisi per trasmissione (X, n. 68) denunciando un contenuto argenteo del 28% (± 5)¹⁵ in un gruppo in cui il v.m. raggiunge l'88% ($\sigma = 4,4$); l'unico esemplare suberato di cui sia stato calcolato il contenuto argenteo con l'analisi chimica, raggiunge il 19,8% Ag: tale differenza potrebbe esser dovuta allo stato di conservazione della lamina di rivestimento che nel nostro esemplare è perfettamente integra, tanto da non consentire il riconoscimento con il solo esame esterno. Nessun raffronto tipologico è possibile tra i due suberati¹⁶.

Difficile è trovare un confronto per il n. 24 dello Speroni, perché la definizione data per il R/ (verticillo 3 foglie) viene usata dal Bianchi Bandinelli¹⁷ e dallo Scamuzzi¹⁸ per descrivere tipi diversi.

Negli esemplari provenienti dai conî VI, VII, VIII e XIIA, che presentano la caratteristica comune, ma non esclusiva, di un aspetto poroso e poco lucente, il contenuto argenteo presenta valori che raggiungono appena la metà della media generale; essi dovrebbero corrispondere a quelli di basso peso specifico individuati dallo Speroni, per i quali non è, però, specificata la percentuale di fino di argento.

Per taluni esemplari quali il n. 22 ed il 29, identificabili per i tipi di R/ con i gruppi XIV e IX, non è possibile alcun confronto, mancando l'indicazione della percentuale; tale lacuna si riscontra anche per l'analisi chimica degli esemplari con il tipo dell'Eracle; alle analisi fisiche denunciano un tasso di argento abbastanza elevato.

Una notevole variabilità di lega è individuata per i nominali inferiori, nei quali il contenuto argenteo oscilla tra il minimo ed il massimo dei valori riscontrati per i nominali maggiori¹⁹. Nessuno di essi è stato analizzato chimicamente.

Dall'osservazione dei risultati recentemente acquisiti emergono alcuni punti

¹⁴ Come risulta dal lavoro *cit.* a nota 1, generalmente ad ogni tipo di R/ corrisponde un particolare conio di D/.

¹⁵ Analogo contenuto argenteo è calcolato per altri esemplari suberati, cfr. *art. cit.* a nota 2 e J. N. BARRANDON - Cl. BRENOT, *Recherches sur le monnayage d'argent de Marseille*, in *MEFRA* XC, 1978, 2.

¹⁶ Per la stessa mancanza di documentazione non è possibile neppure il confronto con l'es. suberato indicato dal Bianchi Bandinelli (*cit.* a nota 4) p. 547. Di conio diverso è certamente il suberato della Collection de Luynes, cfr. J. BABELON, *Catalogue*, Paris 1924, n. 5.

¹⁷ *Art. cit.* a nota 4, p. 548 n. 11.

¹⁸ *Art. cit.* a nota 3, p. 155 n. 14.

¹⁹ Va notato che gli esemplari in lega povera sono anche i più consunti.

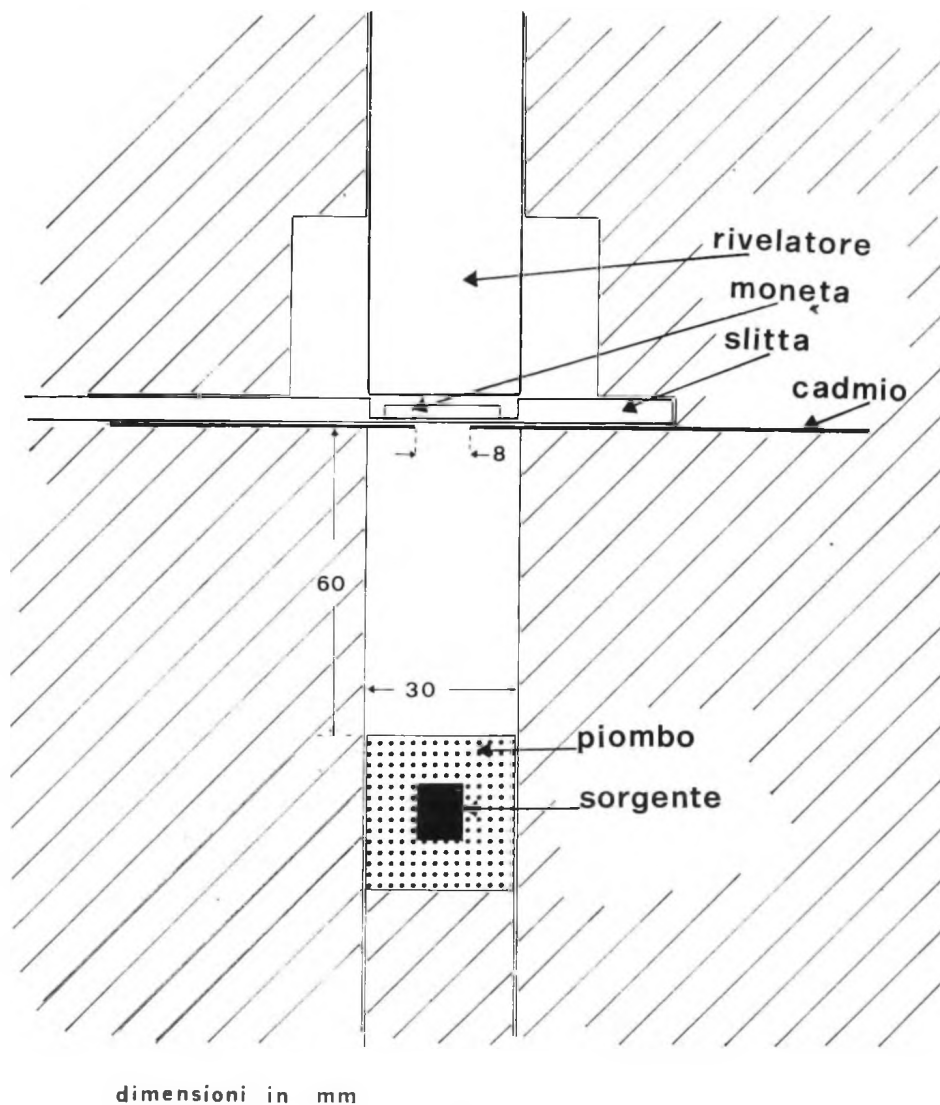


fig. 1

di interesse: innanzi tutto, una generale coincidenza su valori piuttosto alti nel calcolo di contenuto argenteo tra vecchie e nuove analisi; in secondo luogo, una necessità di limitare, in parte correggendole, le affermazioni precedenti. La negazione di un rapporto tra contenuto metallico e tipo delle monete sembra, infatti, almeno in parte confutabile per il fatto che i raggruppamenti risultano piuttosto omogenei come composizione nel rapporto Ag-Cu, in particolare nei casi in cui la riduzione del titolo è tanto evidente da discostarsi dalla media generale in modo apprezzabile (con una sola eccezione, il n. 10). Resta, tuttavia, la possibilità (da verificare con

altra indagine²⁰) della diversa provenienza del metallo – sia per giacimento minerario che per rifusione – cosa che, comunque, non investirebbe la portata economica della riduzione del fino.

Nell'ambito dei raggruppamenti con il tipo del *gorgoneion*, in cui il contenuto di Ag si mantiene pressoché costante attorno al 90%, si registrano punte, in difetto od in eccesso, fino all'argento puro. Tali casi, numericamente poco rappresentativi, potrebbero essere la conseguenza di un processo di raffinamento non sempre ugualmente preciso o di rifusione di precedenti manufatti²¹.

Di particolare interesse è l'individuazione del suberato che, provenendo certamente dallo stesso conio di esemplari di buona lega, pone in serio dubbio l'ipotesi di una origine « privata » di tali falsi²².

In conclusione, si può affermare che l'osservanza del valore intrinseco degli esemplari (almeno per i nominali maggiori) è garantita non solo dal peso²³, ma anche dal buon grado di fino usato, in contrasto con la trascuratezza della tecnica esecutiva, già messa in rilievo, per la maggior parte degli esemplari²⁴.

Sul piano storico devono essere valutati i casi di impoverimento di lega: tale scadimento di fino è confermato ed evidenziato dalla rilevante riduzione ponderale negli stessi esemplari di lega povera. Poiché si riscontra una corrispondenza nello svilimento del titolo tra nominali maggiori e minori, è possibile ipotizzare delle emissioni collegate, tutte a basso titolo di Ag. Queste devono essere la conseguenza di una precisa volontà di riduzione in un momento particolare che, stante la provata floridezza della città e la continuità del suo sviluppo economico e commerciale²⁵, potrebbe essere legato a motivi contingenti e non chiaramente precisabili: Populonia, così saldamente inserita nei traffici marittimi dell'alto Tirreno e collegata verso l'entroterra con le correnti commerciali dell'Adriatico²⁶ e del Nord Europa, può aver avuto motivo di operare, per ragioni particolari²⁷, in un certo momento della sua

²⁰ Come hanno dimostrato anche le analisi di Gordus (in FÜRSTWAENGLER, *Le trésor d'Auriol et le monnayage de Massalia*, Fribourg 1978, pp. 85-89) la provenienza da diversi giacimenti minerari può essere individuata mediante il calcolo esatto del contenuto di Au in lega.

²¹ J. F. HEALY, *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*, London 1978. Essendo alquanto laborioso il processo di raffinamento dell'Ag, poteva essere non competitivo in alcuni casi ripeterlo, quando la purezza ottenuta fosse entro limiti accettabili.

²² Cfr. M. H. CRAWFORD, *Plated coins, false coins*, in NC VIII, 1968.

²³ Cfr. P. PETRILLO SERAFIN, *Le serie monetarie di Populonia*, in *Atti V Convegno del CISN, Contributi introduttivi allo studio della monetazione etrusca*, Napoli 1975, Roma 1977, p. 120.

²⁴ Cfr. *art. cit.* a nota 1.

²⁵ A. MINTO, *Populonia*, Firenze 1940 e, più recentemente, G. COLONNA, in *Atti V Convegno CISN, cit.* a nota prec., e G. COLONNA, M. MARTELLI e M. CRISTOFANI nelle relazioni tenute al XII Convegno di Studi Etruschi, Firenze 1979.

²⁶ M. ZUFFA, *I commerci ateniesi nell'Adriatico e i metalli d'Etruria*, in *Emilia preromana VII*, 1971-74.

²⁷ Forse anche poca disponibilità di argento, a causa del precoce esaurimento dei filoni

storia una riduzione del fino, forte del potere economico che la sua credibilità commerciale e la sua attività industriale le conferivano²⁸.

Per le considerazioni già avanzate in merito al ripostiglio²⁹ e pur nella difficoltà di una precisazione cronologica³⁰, tale momento potrebbe essere individuato tra la fine del IV e la prima metà del III secolo a. C.

PATRIZIA PETRILLO SERAFIN

NOTA TECNICA

La tecnica della trasmissione neutronica qui impiegata per l'analisi di monete in lega di argento si basa sul fatto che l'argento assorbe i neutroni più del rame che è l'altro elemento maggioritario normalmente presente. La presenza di elementi minoritari come Pb, Sn, Fe non porta ad errori confrontabili con quelli intrinseci nella tecnica.

L'assorbimento dei neutroni obbedisce alla seguente legge esponenziale

$$1) \quad n = N/N_0 = \exp(-\Sigma x)$$

ove N è il numero di neutroni trasmessi in un dato intervallo di tempo, N_0 è il numero di neutroni incidenti nello stesso intervallo di tempo, x è lo spessore della zona della moneta investita dal fascio neutronico e Σ è il coefficiente di assorbimento del materiale interposto: tanto maggiore è Σ tanto minore è lo spessore x necessario per una data attenuazione del fascio incidente.

Perché la 1) sia valida è necessario che il fascio di neutroni sia collimato. La geometria ottimale richiederebbe una grande distanza tra sorgente e rivelatore con una forte riduzione del flusso di neutroni incidenti sulla moneta e quindi con un notevole aumento del tempo di conteggio necessario per avere errori statistici ragionevoli.

La geometria realizzata e mostrata in *fig. 1*, pur essendo lontana da quella ottimale, permette un buon compromesso in quanto non viene eccessivamente penalizzato il flusso dei neutroni e si rispetta la legge 1) almeno fino a spessori di argento di circa 4 mm, generalmente più che sufficienti nella analisi delle monete.

Con riferimento alla *fig. 1* la sorgente di neutroni (Cf-252 da 1 µg) è contornata, per la riduzione della dose dovuta ai raggi gamma, da 1 cm di piombo ed è posta al centro di un contenitore cilindrico di polietilene di 30 cm di altezza e 30 cm di diametro. La moneta è introdotta con una slitta tra sorgente e rivelatore. Un foglio di cadmio (forte assorbitore di neutroni termici) serve a far passare solo

argentiferi della zona circostante, individuato da M. BONI - F. IPPOLITO, in *Atti V Convegno*, cit. a nota 23.

²⁸ Non è da escludersi, sebbene poco probabile, l'intervento di un funzionario fraudolento nell'interno della zecca. Potrebbero non essere estranei motivi di pericolo esterno, quali la presenza dei Galli nel 282 a.C. (FRONTINO, *Strategemata* I, 2,7).

²⁹ Cfr. *art. cit.* a nota 1.

³⁰ Nonostante quanto proposto nel corso del V Convegno del CISN ed ancora nel XII Convegno di Studi Etruschi, le cronologie, per quanto probabili, restano sempre ipotetiche, mancando dati cronologici certi.

nel foro centrale i neutroni termici che sono i neutroni per i quali è massima la differenza di assorbimento tra rame e argento. I neutroni emessi dalla sorgente non sono termici e il polietilene è impiegato sia per avere la termalizzazione dei neutroni sia per la riduzione della dose esterna. Si noti però che il rivelatore rivela sia i neutroni termici sia i veloci. Per isolare il contributo dei termici, per ogni serie di misure si esegue il conteggio N_v dei neutroni veloci in un dato intervallo di tempo, introducendo con la slitta un disco di cadmio tra sorgente e rivelatore. Sempre all'inizio di ogni serie di misura si procede al conteggio N_0 dei neutroni rivelati senza spessori interposti tra sorgente e rivelatore. Quindi per ogni moneta si procede al conteggio N e si calcola il rapporto n dato da

$$n = \frac{N - N_v}{N_0 - N_v}$$

Conoscendo Σ che è una costante strumentale e che vale

$$\Sigma_{Ag} = 4,10 \pm 0,02 \text{ cm}^{-1} \text{ per l'argento}$$

e

$$\Sigma_{Cu} = 0,83 \pm 0,01 \text{ cm}^{-1} \text{ per il rame}$$

si può calcolare lo spessore x_{Ag} dell'argento presente nella moneta dalla seguente relazione ottenuta dalla 1) per leghe Ag-Cu

$$x_{Ag} = - \frac{\ln n + 0,83 x_t}{3,27}$$

La zona della moneta interessata dall'analisi è delimitata dal foro (diametro 8 mm.) nel foglio di cadmio (v. *fig. 1*) ed ha lo spessore medio x_t .

La percentuale c dell'argento presente è data dalla relazione

$$c = \frac{\rho_{Ag} \cdot x_{Ag}}{\rho_{Ag} \cdot x_{Ag} + \rho_{Cu} \cdot x_{Cu}} 100 = \frac{100}{1 + 0,85 \frac{x_t - x_{Ag}}{x_{Ag}}}$$

ove ρ_{Ag} e ρ_{Cu} sono rispettivamente le densità dell'argento e del rame.

L'errore maggiore su c è dato dall'errore nella misura di x_t in quanto l'errore sui conteggi può essere ridotto con un opportuno aumento dei tempi di misura.

Per le monete considerate in questo lavoro con x_t generalmente superiore ai 2 mm e con tempi di conteggio di 50 secondi l'errore sulla percentuale c è contenuto entro il 5%.

CARLO MANCINI