

PIERA MELLI

UNA SEPOLTURA A TUMULO ALL'ACQUASOLA:
RAPPORTI TRA ETRURIA E GENOVA NEL VII SECOLO A.C.

con Appendice di ENRICO FRANCESCHI

Negli ultimi anni le ricerche di archeologia urbana condotte a Genova hanno interessato aree più prossime al corso del torrente Bisagno, ad ovest della città, rimaste per lungo tempo esterne all'abitato fino alla costruzione della cinta muraria del Seicento e destinate a coltivazioni, per la fertilità dei terreni¹. Tre cantieri aperti per la realizzazione della linea metropolitana ed uno nel convento dei Santi Giacomo e Filippo, appena concluso, hanno permesso di acquisire una più estesa conoscenza dello sfruttamento dei luoghi in epoca antica, fornendo dati in parte correlabili e di aggiungere un nuovo capitolo alla storia più antica della città.

Nel 2006 sono state avviate, nell'area dei giardini dell'Acquasola a Genova, indagini archeologiche² preventive alla costruzione di un pozzo di areazione della linea Metropolitana, che hanno messo in luce, a 12 m di profondità, i resti di un tumulo funerario, eraso e smantellato in epoca romana³.

I giardini dell'Acquasola⁴, nell'attuale configurazione, sono quanto resta di un più esteso parco pubblico realizzato tra il 1821 e il 1837, nell'ambito di lavori di trasformazione urbanistica che interessarono la parte orientale della città, in prossimità della foce del Bisagno⁵. L'area, che era attraversata dai bastioni della cinta muraria del XVI secolo, ben presto dismessi e già in parte obliterati da discariche dopo la costruzione delle Mura Nuove (1633), dal XVIII secolo, sistemata a prato e piantata a gelsi, era divenuta meta delle passeggiate fuori porta dei genovesi. Il radicale intervento di sistemazione ottocentesco, su progetto dell'architetto di città, Carlo Barabino, comportò la costruzione di robusti muri di contenimento che circondarono le aree prescelte, in parte addossandosi ai bastioni delle mura del Cinquecento, e furono colmati da potenti riporti (circa 10 m di spessore) di argilla e di macerie derivate dalle demolizioni in corso nella città.

L'indagine archeologica ha messo in luce una potente stratigrafia (fig. 1), con andamento suborizzontale, che sarà analizzata in questa sede per le fasi antiche.

La base della successione stratigrafica individuata, posta alla quota di 25,20 m s.l.m., è costituita dai depositi di alterazione dei Calcari marnosi di Monte Antola (fase 0) su cui poggiano potenti sedimenti colluviali limo-argillosi (US 99) prodotti dal degrado del pendio, innescato con ogni probabilità dal disboscamento e dalla sistemazione dei versanti che seguirono l'oc-

¹ Per un inquadramento delle dinamiche di occupazione e urbanizzazione dell'area nei secoli: P. MELLI - E. TORRE - V. REPETTO, *Indagini archeologiche nell'asilo Töllot a Genova*, in *Archeologia in Liguria* n.s. II, 2006-07 [2010], pp. 133-151, spec. pp. 133-137.

² Le indagini archeologiche sono state condotte dalla Società Arkaia s.r.l. Un particolare ringraziamento a Carla Manganelli, con la quale ho a lungo discusso le problematiche dello scavo.

³ Brevi notizie preliminari in C. MANGANELLI - P. MELLI, *Lo scavo nel cantiere dell'Acquasola*, in *Archeologia metropolitana* 2009, pp. 38-39; P. MELLI, *Una tomba 'principesca' in spianata Acquasola*, *ibidem*, pp. 40-42; EAD., *Spianata Acquasola. Cantiere della Metropolitana (Genova)*, in *Archeologia in Liguria* n.s. II, 2006-07 [2010], pp. 324-326. Cfr., da ultimo, P. MELLI, *Genova tra il VII e il IV secolo a.C.*, in P. MELLI (a cura di), *Genova dalle origini all'anno Mille*, Genova 2014, spec. pp. 71-74.

⁴ C. MANGANELLI, *Il parco dell'Acquasola*, in *Archeologia metropolitana* 2009, pp. 43-44.

⁵ E. POLEGGI - P. CEVINI, *Genova*, Bari 1981, spec. p. 363 sgg.

cupazione antropica dell'area, denunciata da minutissimi frustuli ceramici (fase 1)⁶. I resti di malacofauna continentale indicano che l'area doveva essere scarsamente vegetata e molto probabilmente coltivata.

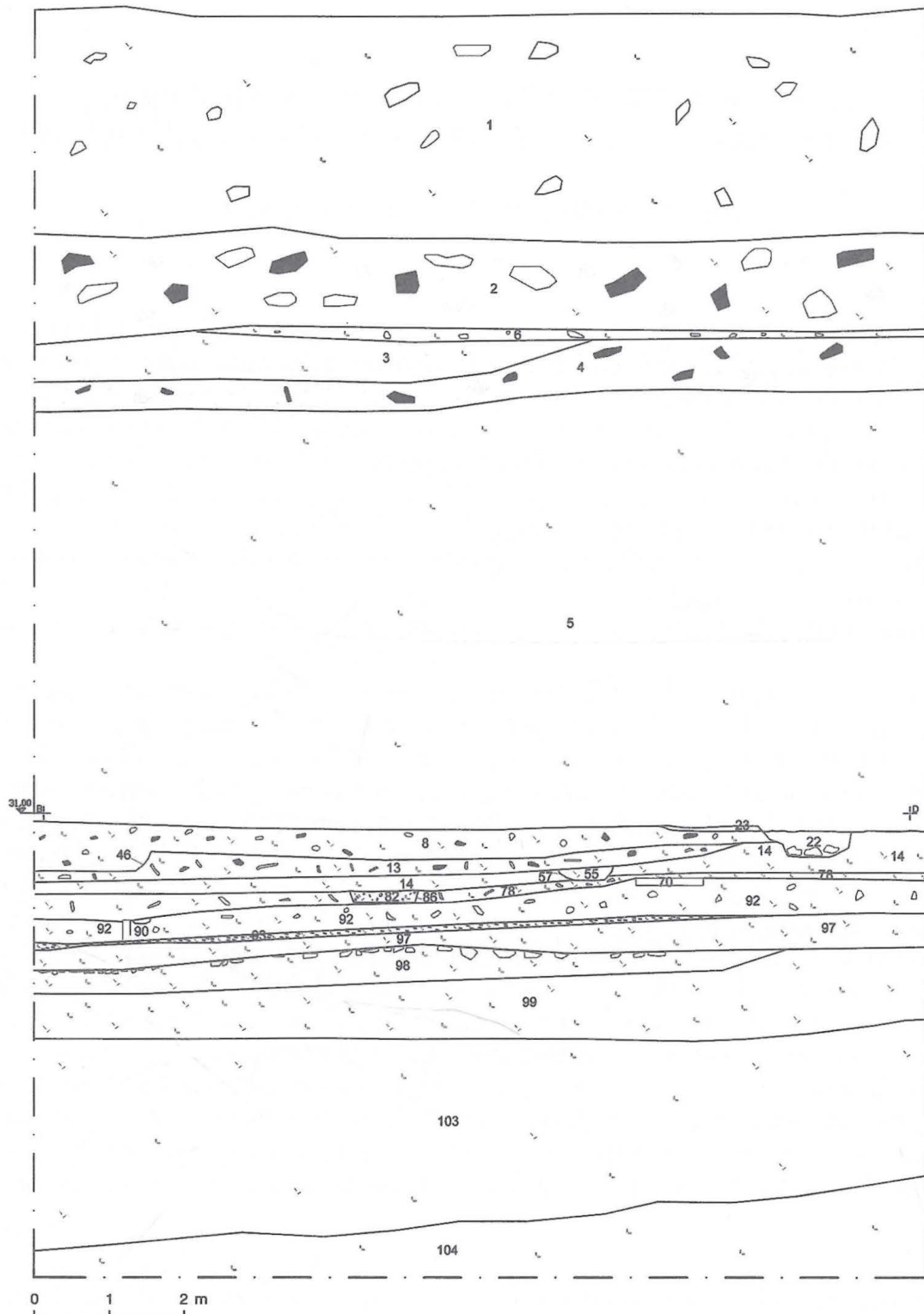


fig. 1 - Genova. Acquasola. Stratigrafia (rilievo Arkaia).

Successivi depositi costituiti da limi e argille contenenti sabbie fini e relitti derivanti dal rimaneggiamento di depositi preesistenti, unitamente a frammenti ceramici protostorici (US

⁶ Maggiori dati circa la cronologia delle fasi saranno possibili solo con il completamento delle datazioni radio-carboniche, non ancora esperite.

97 e 98) sono stati interpretati, mediante l'analisi comparata delle analisi geomorfologiche⁷ e paleobotaniche, come riporti antropici funzionali al livellamento dell'area (fase 2). Le analisi palinologiche⁸ evidenziano per le prime due fasi un predominio di piante del prato pascolo, indizio dell'esistenza di spazi aperti, e colture cerealicole (orzo e frumento) su limitate estensioni, mentre sono attestati pollini di pino e conifere provenienti dalle colline circostanti.

Il soprastante livello US 93, particolarmente ricco di carboni minuti e finemente suddivisi, con fenomeni di vetrificazione⁹, in maggioranza in legno di quercia caducifolia (*Quercus sez. Robur*), sembra invece essere il risultato di ripetuti incendi a scopo agricolo (fase 3).

Il lento degrado dei versanti prosegue nella fase successiva (fase 4) con accumuli (US 16 = 71 e 92) che sigillano la situazione precedente. Essi sono caratterizzati da abbondanti croste laminare, normalmente messe in relazione con pratiche di coltivazione e si connotano come antico orizzonte agricolo. Anche l'analisi pollinica ha messo in luce una significativa deforestazione.

Su US 92 si imposta la struttura circolare US 70 (fig. 2) interpretabile come base di un tumulo funerario (fase 5 a) che ha rivelato al suo interno una sepoltura ad incinerazione conservata in modo residuale e una struttura da interpretare forse come parte di un'altra tomba (fase 5 b).

L'orizzonte successivo (US 78), ancora di origine colluviale, è caratterizzato dal rimaneggiamento meccanico a tetto, probabilmente collegato a pratiche agricole ed è databile ad età romana. Sullo strato si impostano varie buche, un accumulo di pietre e due piccoli canali, che intercettano la struttura sottostante. Oltre a materiali romani molto frammentati, esso contiene anche frammenti di ceramica protostorica (fig. 3 a-b), attica a figure rosse e un orlo di anfora etrusca tipo Py 4 (fig. 3 d)¹⁰, movimentati dai livelli originali per l'azione delle arature (fase 6 a). Nella zolla che sormontava il pane di terra sul fondo della tomba è stato raccolto un orlo di scodella carenata, tornita, di impasto bruno arancio semidepurato, tendente al grigio in superficie (fig. 3 c). La forma è attestata in bucchero nell'Etruria settentrionale costiera e nella Liguria interna e ricorre in versioni di impasto in Etruria padana in contesti di pieno V secolo e più tardi nelle produzioni della ceramica a pasta grigia del medio Valdarno¹¹.

Nella successiva fase 6 b l'area è interamente sigillata dal livello US 14 = 58 che restituisce materiale esclusivamente romano (anforacei, laterizi, ceramica comune) molto fluitato. L'analisi dei pollini segnala un accrescimento delle colture cerealicole (orzo, avena-frumento).

Lo spazio indagato risulta in seguito (fase 7) occupato da una serie di buche di palo e attraversato da tre canali, i cui riempimenti restituiscono ceramica collocabile in età pienamente medievale (XIII-XIV secolo).

Un nuovo apporto di terreno, contenente materiale databile tra XVI e XVII secolo, sigilla la situazione precedente e sulla sua superficie si articolano due serie di buche di palo che testimoniano l'esistenza di alzati in materiale deperibile (fase 8).

Il successivo apporto US 8, databile nell'ambito del XVIII secolo, che sigilla la situazione precedente, risulta tagliato da due strutture murarie (US 21 e 22) di aspetto molto precario in pietrame legato da malta di calce (fase 9) poi abbandonate e spogliate (fase 10).

La fase 11, caratterizzata dall'accumulo di potentissimi riporti argillosi e macerosi, è da collegarsi alla creazione della passeggiata dell'Acquasola all'inizio del XIX secolo.

⁷ Lo studio geoarcheologico e micromorfologico della successione stratigrafica è stato eseguito da Caterina Ottomano.

⁸ Eseguite da Daniele Arobba, Museo Archeologico del Finale.

⁹ Analisi antracologiche eseguite da Sila Motella, Laboratorio di Archeobiologia dei Musei Civici di Como.

¹⁰ Cfr. D. UGOLINI - C. OLIVE, *De l'arrivée à la consommation: l'impact des trafics et des produits étrusques en Langue-doc occidentale*, in *Atti Marsiglia 2006*, p. 568, fig. 4, 9-10.

¹¹ E. PARIBENI (a cura di), *Etruscorum ante quam Ligurum. La Versilia tra VII e III secolo a. C.*, Pontedera 1990, p. 111, 2, fig. 49; L. MORDEGLIA, *Il sito del Guardamonte nell'età del Ferro. Nuove acquisizioni*, in C. CHIARAMONTE TRERÉ (a cura di), *Antichi Liguri sulle vie appenniniche tra Tirreno e Po*, Milano 2003, p. 119, 55/37, tav. 1, 10; VON ELES 1981, p. 363, tipo 12A; *L'età del Ferro nel Reggiano*, Reggio Emilia 1992, p. 63, 288, tav. XXVI; *I Liguri*, p. 336, scheda V.2.81 (E. PICCARDI). A Genova è presente anche in versioni prodotte nel Genovesato occidentale (M. MILANESE, *Scavi nell'op-pidum preromano di Genova*, Roma 1987, p. 154, fig. 79, 236).

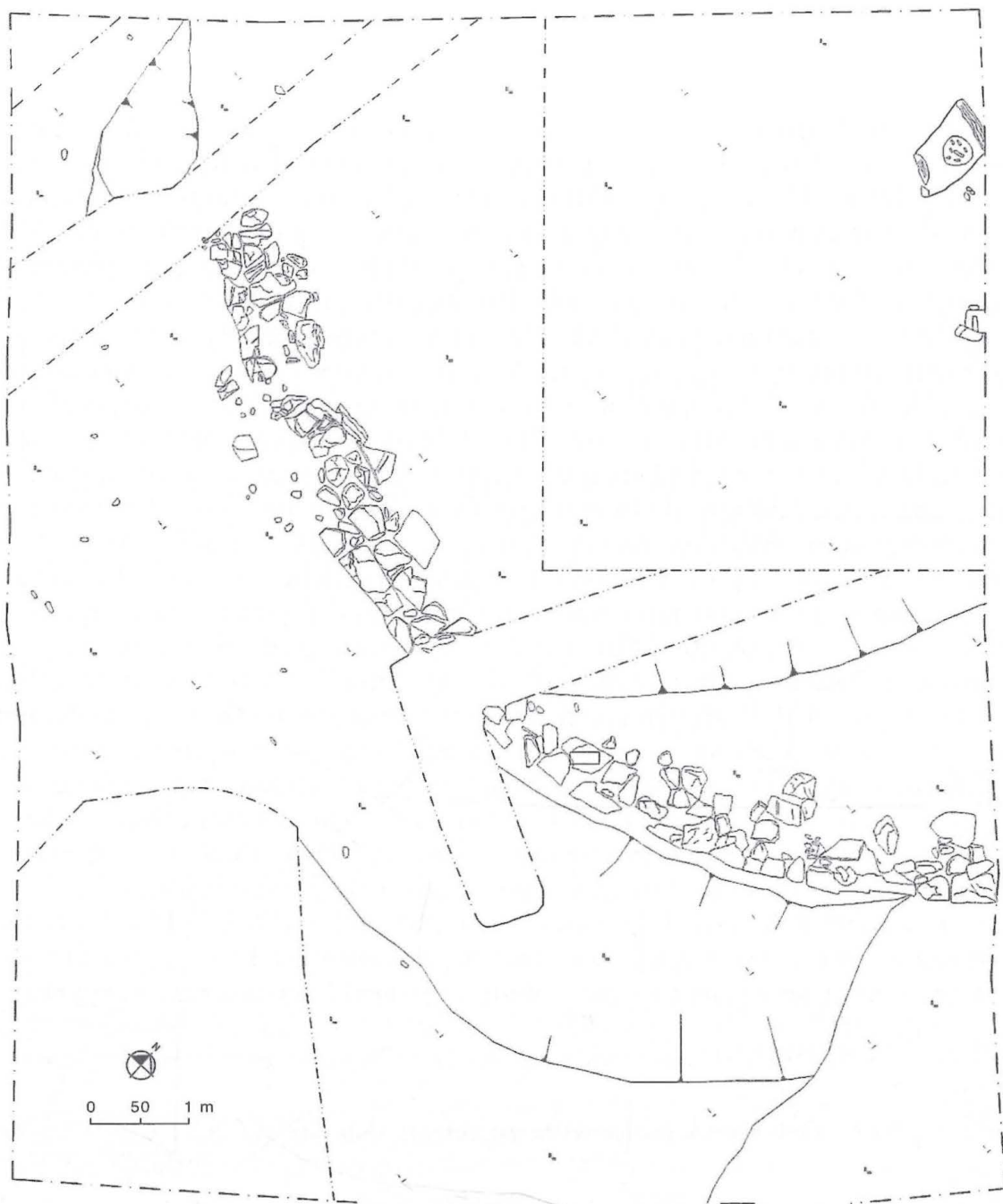


fig. 2 - Genova. Acquisola. Fase 5. Planimetria (rilievo Arkaia).

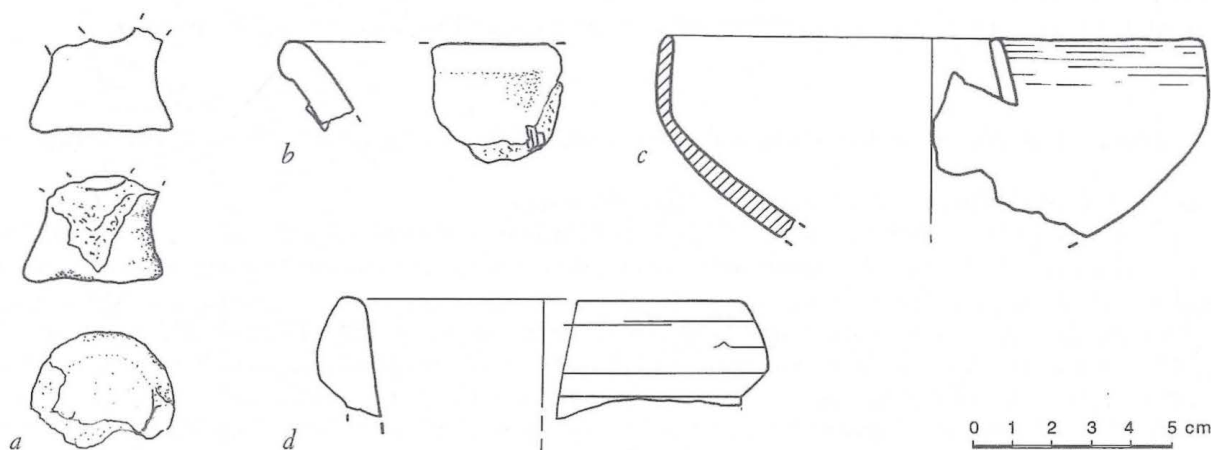


fig. 3 - Genova. Acquisola. Materiali dai livelli che ricoprono la rasatura del tumulo (disegno L. Tomasi).

IL TUMULO

Nella fase 5 a sul sito, che risulta in lieve pendenza in senso sud-nord, fu realizzata una struttura circolare in pietre a secco, che è stata messa in luce soltanto per una porzione pari a circa un quarto della sua estensione, nello spazio delimitato dalla cortina in cemento armato del pozzo (*tav. I a*).

La crepidine, o struttura perimetrale di base, dello spessore di circa un metro e mezzo, descrive un cerchio all'incirca di 14-15 m di diametro, che per la sua regolarità implica un tracciato preliminare alla corda. Il filo esterno risulta regolare, con il profilo delle pietre ben rifinito mentre quello interno è irregolare e sfrangiato: il che indica che la struttura è stata costruita contro terra. Nella estrema porzione ovest la struttura risulta lacunosa probabilmente per effetto di fenomeni erosivi connessi alla presenza di un canale (US 87, fase 7 a). Un secondo canale (US 86, fase 8) attraversa l'allineamento di pietre determinando una lacuna nella porzione centrale.

Il materiale utilizzato è costituito da grosse scaglie piatte e conci irregolari calcareo-marnosi di provenienza locale¹², accuratamente scelti e connessi, legati dalla medesima argilla del terreno incassante e disposti con leggero andamento a raggiera in direzione del centro del tumulo. Le pietre, di dimensioni variabili tra 10 e 40 cm di lato, non presentano segni di lavorazione, ad eccezione di tracce di spacco sul lato esterno e sono semplicemente poggiate sul substrato con il lato maggiore, senza fossa di fondazione.

Per la maggior parte la crepidine è conservata per un solo filare, ma nel corso dello smontaggio del manufatto si è osservato che all'estremità ovest alcune pietre di dimensioni più piccole, probabili resti della calotta, erano sovrapposte all'anello di base in posizione arretrata rispetto al profilo esterno (*tav. I b*).

LA SEPOLTURA

Nello spazio interno è stata messa in luce una piccola struttura molto decentrata, ubicata in aderenza alla paratia settentrionale in cemento armato del pozzo, la cui costruzione ha determinato un disassamento degli elementi¹³. Era costituita da una fossa quadrata, delimitata in origine da quattro lastre verticali, di cui solo due restano in posto, benché mutilate, che distano circa 80 cm e definiscono uno spazio interno di 60 cm.

Lo spazio interno della tomba, che era stata violata in antico, conteneva poche ossa combuste e alcuni frammenti ceramici e metallici rimescolati entro una matrice argillo-limosa di colore grigio scuro, che sono stati raccolti mediante microscavo in laboratorio del pane di terra prelevato integralmente. L'analisi dei campioni di carboni all'interno della tomba ne ha escluso la provenienza da terre di rogo.

Ad una seconda sepoltura sconvolta è stato dubitativamente attribuito un insieme (US 96) posto ad est, formato da tre ciottoli irregolari disposti a triangolo e poggiati su una pietra piatta¹⁴. Nessun dato raccolto in scavo autorizza per contro a ipotizzare le caratteristiche della deposizione 'principale', che evidentemente ricadeva nello spazio al di fuori dell'area di scavo.

Benché non si possano escludere contaminazioni culturali, la tipologia del monumento non pare direttamente confrontabile con le strutture coeve delle necropoli etrusche¹⁵, ma sembra

¹² Il peso del terreno soprastante ha causato numerose fessurazioni e spaccature, caratteristiche di questo tipo litologico.

¹³ La porzione di scavo oggetto del ritrovamento era caratterizzata da una continua infiltrazione di acqua che ha reso particolarmente difficili le operazioni di scavo, documentazione e recupero della tomba.

¹⁴ Una pietra di fondo è spesso presente nelle sepolture a pozzetto: MASSABÒ 2004, pp. 216-217.

¹⁵ Sulla genesi e l'evoluzione dei tumuli etruschi cfr. COLONNA 1986; PRAYON 1989; BARTOLONI 2000, pp. 170-171; PRAYON 2000; ZIFFERERO 2006.

rientrare nella grande famiglia delle sepolture costituite, con differenti modalità di realizzazione, da una struttura perimetrale litica che sosteneva e conteneva un tumulo, o meglio un accumulo di pietre o una calotta terrosa, più diffusa in area centro-italica¹⁶. Le tombe a tumulo sono peraltro rare nell'Italia nord-occidentale¹⁷, anche se non mancano esempi anche più antichi come nella necropoli protogolasecchiana di Pobietto di Morano Po¹⁸, per la quale sono stati ravvisati modelli di area centro-italica, con un possibile ruolo di mediazione della Liguria costiera¹⁹. Per l'età del Ferro tale tipologia è sinora nota nell'attuale Liguria solo ad Apricale (Imperia)²⁰ dove un tumulo di circa 14 m di diametro, con anello esterno in lastre e blocchi posti di piatto, è circondato da altre strutture più piccole non indagate.

I migliori confronti per la tecnica di costruzione della crepidine del monumento genovese si ravvisano tuttavia con strutture simili diffuse già nell'età del Bronzo nella vicina Provenza e nel Gard, nella parte orientale della Linguadoca, tra l'Herault e il Rodano²¹. Significative comparazioni si possono istituire in particolare con la conformazione del tumulo 6 della necropoli di Peyraube nel Gard²².

La tomba secondaria messa in luce, a cassetta litica, si confronta con analoghi esemplari di ambito ligure, come ad esempio nella necropoli di Albenga²³ e nella necropoli di Valdieri²⁴, dove tuttavia le cassette, inserite in pozzetti e in alcuni casi ricoperte da piccoli tumuli terragni, facevano parte di un più articolato complesso funerario con recinti litici.

I RESTI UMANI

L'analisi antropologica delle ossa²⁵, nonostante la limitata quantità (162 frammenti per un peso totale di 55, 2 g) e l'estrema frammentazione, ha consentito di determinare le modalità di incinerazione, con una temperatura di combustione superiore ai 500 °C. La presenza di tipiche fratture indica che il corpo è stato cremato in un momento ravvicinato alla morte. I frammenti ossei conservati sono tutti riconducibili ad un unico soggetto adulto, di età presumibile fra i 20 e i 35 anni. Il sesso non è determinabile, in assenza di porzioni scheletriche diagnostiche, ma si può tuttavia constatare che si trattava di un soggetto di corporatura gracile.

I MATERIALI DELLA SEPOLTURA SECONDARIA

Il pane di terra ha restituito alcuni frustuli di bucchero, con differenti paste, frammenti non diagnostici di un vaso di forma chiusa (ossuario)²⁶, quattro frammenti di impasto bruno molto sottile, con tracce di tornitura, pertinenti a coppette svasate (*fig. 4 c, e*), un orlo di coppa (*fig. 4 d*), due piccoli perni o chiodini in bronzo probabilmente pertinenti ad un gancio di cintura (*fig. 5 c-d*) e due fibule.

Un minuscolo frammento di bucchero nero sottile (spessore 3 mm) pertinente ad un orlo di forma aperta (*fig. 4 a*), probabilmente un kyathos o un kantharos, può essere datato nell'ultimo

¹⁶ Una chiara definizione di tumulo in G. LEONARDI - M. CUPITÒ, *Necropoli "a tumuli" e "ad accumuli stratificati" nella preistoria e protostoria del Veneto*, in NASO 2011, p. 13 sgg.

¹⁷ GAMBARI - VENTURINO GAMBARI 2011.

¹⁸ VENTURINO GAMBARI 2006.

¹⁹ VENTURINO GAMBARI 2006, pp. 52, 54 e *passim*.

²⁰ RICCI 1998.

²¹ DEDET - GAUTHEY 1994 e 1996-97.

²² DEDET - GAUTHEY 1994, p. 113 sgg.

²³ MASSABÒ 2004; DEL LUCCHESI - MASSABÒ - TORRE c.s.

²⁴ M. VENTURINO GAMBARI (a cura di), *Ai piedi delle montagne. La necropoli protostorica di Valdieri*, Alessandria 2008.

²⁵ Eseguita da A. Cinti e L. Calleri, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Laboratorio di Antropologia, Torino.

²⁶ Impasto bruno tendente al ruggine, poco depurato, con frequenti minuti inclusi bianchi calcarei, che ad un esame autoptico trova confronto con impasti della Liguria centrale.

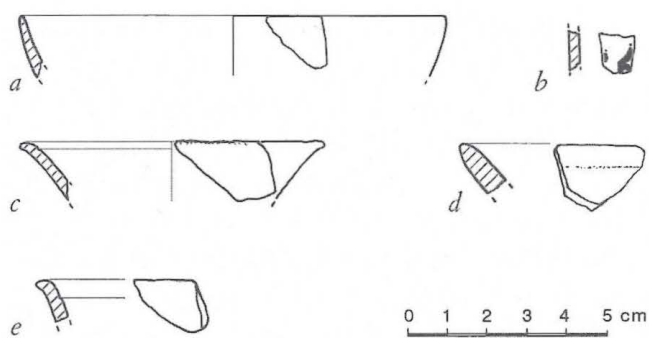


fig. 4 - Genova. Acquasola. Tomba 1. Materiali ceramici (disegno L. Tomasi).

quarto del VII secolo. Le dimensioni del frammento hanno impedito di effettuare l'analisi in sezione sottile, ma, in base all'osservazione della frattura al microscopio stereoscopico²⁷, si può ritenere altamente probabile una sua provenienza dall'area campano-laziale.

La superficie delle fibule, di colore rosso bruno, ha suggerito inizialmente che potesse trattarsi di ferro, ma, dopo il restauro, l'analisi del metallo effettuata dall'Istituto di Chimica dell'Università di Genova (cfr. Appendice), indica una lega di bronzo, con una significativa presenza di arsenico,

che conferiva lucentezza alla superficie. È interessante notare che il confronto della lega dei due manufatti ha rivelato molti punti di contatto.

La prima (fig. 5 a) è una fibula a navicella con due bottoni laterali discoidali modanati e lunga staffa desinente in un bottone orizzontale analogo, mentre la seconda (fig. 5 b) è ad arco a sezione lenticolare con staffa conformata a piastrina rettangolare decorata con incisioni a zig-zag intersecate a formare un motivo a rombi. L'arco è decorato con incisioni che delineano un motivo a foglia.

La fibula a navicella con appendici laterali e staffa lunga conclusa da bottone rientra in una classe diffusa tra la metà del VII secolo e la metà del secolo successivo. Se ne conoscono esemplari simili ad Este²⁸ e nell'Etruria padana (Verucchio²⁹), ma è specialmente in Italia meridionale, segnatamente nel Piceno³⁰, che il tipo conosce una notevole diffusione, in contesti datati entro la prima metà del VI secolo³¹.

Per la forma dei bottoni i confronti più puntuali si possono istituire con una fibula rinvenuta nella necropoli di Sala Consilina³², che ha restituito anche una fibula ad arco del tutto simile a quella genovese. La cronologia della fase IIIC di Sala Consilina (sinora datata tra il primo quarto e la metà del VI a.C.) è in corso di revisione e può essere rialzata all'ultimo quarto del VII secolo³³.

Esemplari confrontabili da Oliveto Citra (tomba 3)³⁴ risalgono al secondo quarto - metà del VII secolo, così come le fibule dello stesso tipo e varietà da Torre Galli³⁵ provengono da contesti che ammettono una cronologia più alta.

Il tipo di fibula con staffa a dorso piatto è invece estremamente raro, noto solo da altri due esemplari, da Magliano in un contesto riferibile a più deposizioni, datato tra l'ultimo quarto del VII e la prima metà del VI secolo³⁶ e da Sala Consilina³⁷.

²⁷ «Impasto ricco di inclusioni di quarzo e miche subordinate, con alcuni granuli angolosi di colore nero, che non si esclude possano essere attribuiti ad elementi vulcanici (pirosseni o vetro)». La determinazione è di Claudio Capelli, che ringrazio. Cfr. MELLI c.s.

²⁸ R. PERONI (a cura di), *Studi sulle civiltà di Este e Golasecca*, Firenze 1975, p. 154 (Este III B); VON ELES 1986, tav. 107, n. 1266.

²⁹ Nella necropoli Campo del Tesoro-Lavatoio di Verucchio compare nella fase III B (700-650 a.C.): TAMBURINI-MÜLLER 2006, pp. 43-44, tipo 50, varietà D, tav. 65, con confronti.

³⁰ D. LOLLINI, *La civiltà picena*, in *Popoli e civiltà dell'Italia antica* 5, Roma 1976, pp. 109-195; LOLLINI 1985, figg. 1, 2; 6, C2-D1; 9, 3.

³¹ LO SCHIAVO 2011, tipo 202, varietà A. Ringrazio l'Autrice per avermi anticipato il testo in bozze e per i preziosi consigli.

³² DE LA GENIÈRE 1968, pp. 149, 318, tav. 34, 9, D 6; LO SCHIAVO 2011, n. 3763.

³³ Devo l'informazione alla collega Anna Di Santo della Soprintendenza per i Beni Archeologici di Salerno, Avellino, Benevento, che ringrazio calorosamente per avermi anticipato risultati dei suoi studi in corso.

³⁴ A. MARZULLO, *Oliveto Citra. Scavi ed esplorazioni*, in *NS* 1930, p. 234, fig. 5, 4.

³⁵ LO SCHIAVO 2011, nn. 3760 e 3761, tipo 202, varietà A.

³⁶ MILANI 1893, p. 47, n. 9; M. CELUZZA - G. C. CIANFERONI (a cura di), *Signori di Maremma. Élite etrusche fra Populonia e Vulci*, Catalogo della mostra (Grosseto 2009), Firenze 2009, p. 172, n. 5.1.

³⁷ DE LA GENIÈRE 1968, p. 318 tav. 34 n. 13; LO SCHIAVO 2011, n. 5164, tipo 283.

L'associazione dei materiali raccolti nel fondo della tomba secondaria incoraggia una cronologia dell'ultimo quarto - fine del VII secolo a.C. Gli oggetti di ornamento personale segnalano la provenienza allogena della defunta, nel cui corredo sono associati vasi di produzione locale e di importazione dall'Etruria meridionale. Anche se è certo che la sepoltura era stata violata in antico, l'estrema lacunosità delle ceramiche, rappresentate solo da pochi frammenti, se confrontata con lo stato di conservazione delle fibule, induce a non scartare l'ipotesi di una frammentazione rituale di alcuni vasi, pratica ben attestata nelle necropoli a cremazione³⁸.

La desolante lacunosità dei dati raccolti non consente conclusioni definitive ed univoche, tuttavia questo limitato sondaggio ha fornito numerosi nuovi spunti di riflessione.

– L'esteso areale che si estende dalla piana del Bisagno alla collina dell'Acquasola (fig. 6) risulta frequentato durante la Preistoria ed intensamente sfruttato nell'età del Bronzo. Gli scavi condotti in piazza Brignole³⁹ hanno dimostrato che gli spazi vicini alla piana del Bisagno, ai piedi della collina di Morcento, erano frequentati a partire dal Neolitico medio e furono occupati nel Bronzo antico da un insediamento stabile di cui è stata messa in luce, per circa 12 m, una poderosa struttura muraria in pietre a secco, correlata ad altre evidenze di bonifica e sistemazione dei luoghi. Sul versante che sormonta l'abitato uno scavo appena concluso, nel convento dei Santi Giacomo e Filippo, ha documentato impegnativi lavori di spianamento e drenaggio, preliminarmente inquadrati nel Bronzo antico, che comportarono la colmata di fossati in prossimità di corsi d'acqua naturali. Anche nello scavo del pozzo dell'Acquasola i livelli più antichi, qualificati come antico orizzonte agricolo, hanno restituito minuti frammenti ceramici solo genericamente attribuibili all'età del Bronzo, dimostrando per quell'epoca una sistematica occupazione dei luoghi a scopo agricolo.

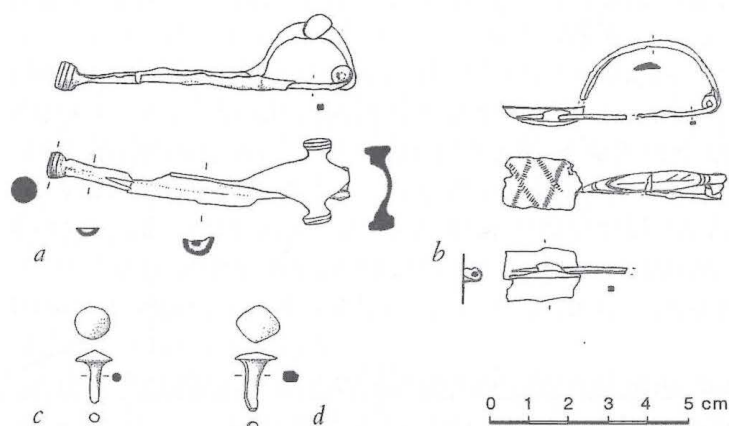


fig. 5 - Genova. Acquasola. Tomba 1. Materiali metallici (disegno L. Tomasi).

Per l'età del Ferro alcuni indizi, rappresentati da numerosi rocchetti da tessitura⁴⁰ messi in luce nel corpo di una frana che ha ricoperto l'insediamento dell'età del Bronzo in piazza Brignole, sembrano suggerire l'esistenza di un insediamento sulla collina soprastante. Al passaggio fra Bronzo finale e primo Ferro sembrano attribuibili anche i materiali di impasto raccolti in giacitura secondaria nello strato che ricopriva il tumulo.

– Sul piano urbanistico merita di osservare che il tumulo è stato eretto su una piccola altura rocciosa, a circa 30 m sul livello del mare, in posizione dominante sul tratto terminale del torrente Bisagno e in corrispondenza di una sella naturale fra le colline di Morcento e il rilievo dell'Acquasola, che costituiva un percorso pedemontano (attuale via Serra).

– Sul piano urbanistico merita di osservare che il tumulo è stato eretto su una piccola altura rocciosa, a circa 30 m sul livello del mare, in posizione dominante sul tratto terminale del torrente Bisagno e in corrispondenza di una sella naturale fra le colline di Morcento e il rilievo dell'Acquasola, che costituiva un percorso pedemontano (attuale via Serra).

Come dimostrano studi recenti sul paleoambiente di diversi settori litoranei della città⁴¹ la piana nella foce del Bisagno, che oggi dista dal mare circa 1 km, si trovava in una posizione molto protetta occupando un basso morfologico circondato da alte rocce dove si ipotizza, in base ai risultati di analisi di sedimenti prelevati in sondaggi, esistesse un paleomeandro del torrente. Questo paleoambiente, con un livello del mare di circa 2 m più alto dell'attuale ed un conseguente arretramento della linea di costa rispetto all'attuale, suggerisce la possibilità che

³⁸ M. VENTURINO GAMBARI (a cura di), *In riva al fiume Eridano. Una necropoli dell'età del Bronzo Finale a Morano sul Po*, Torino 1999, p. 30 (con bibliografia di confronto).

³⁹ *Archeologia metropolitana* 2009; A. DEL LUCCHESI, *I primi abitanti di Genova*, in *Genova dalle origini all'anno Mil-le*, cit. (nota 3), spec. p. 63 sgg. (con bibliografia precedente).

⁴⁰ *Archeologia metropolitana* 2009, p. 28, fig. 4.

⁴¹ MELLI et al. 2011.

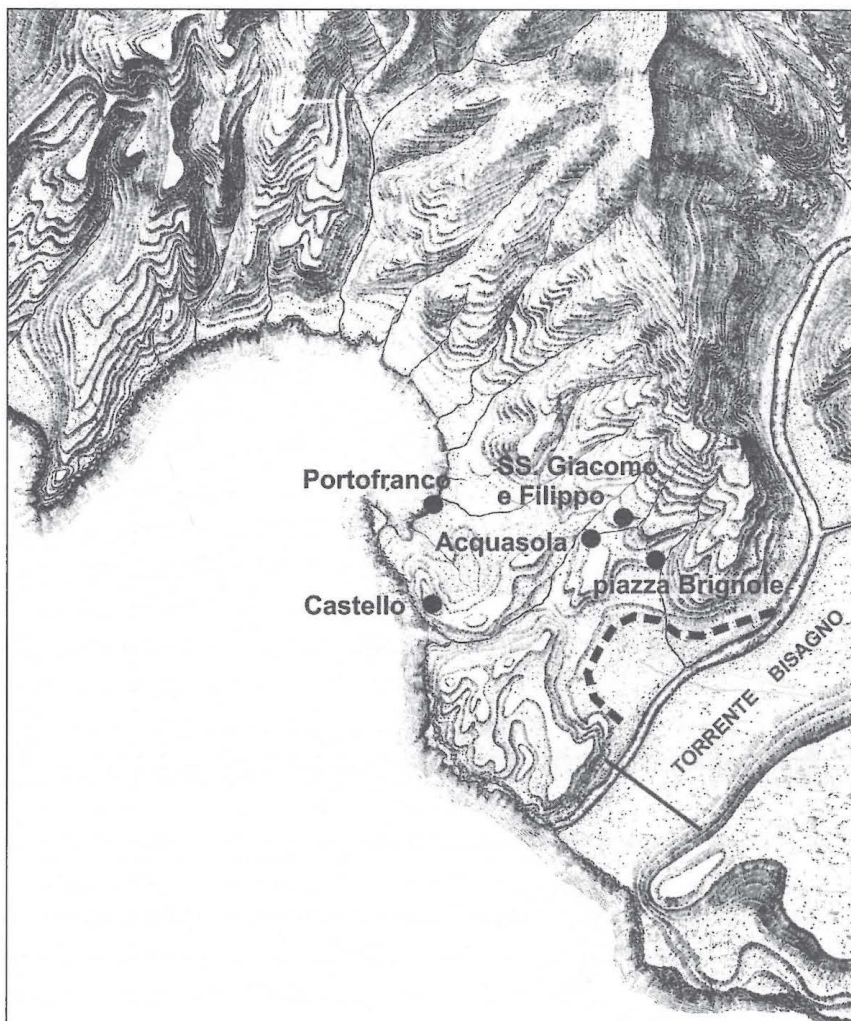


fig. 6 - Il territorio genovese fra la piana del Bisagno e il promontorio della Lanterna. Sono indicate le principali località citate nel testo, la ricostruzione del paleomeandro del Bisagno (linea a tratteggio) e della linea di costa antica (tratto continuo) (da Melli *et al.* 2011, con modifiche).

un cratere a campana e delle kylikes. Recentemente in un cantiere situato sul versante nord-ovest della stessa collina, in antico delimitato da un piccolo rivo (Rivotorbido) a circa cento metri dal tumulo⁴⁵, è stato recuperato in giacitura secondaria un grosso ciottolone in serpentino con tracce di lisciatura (*tav. I c*). I ciottoli in serpentino, che sono presenti in natura sulle spiagge e sul greto del torrente Polcevera, circa quattordici chilometri a ovest dell'area in esame, erano come noto largamente utilizzati nell'*oppidum* di Castello, come pesi, strumenti o offerte come il famoso cippo con dedica votiva *mi nemetie's*⁴⁶. Non sarà inutile ricordare che ciottoli analoghi erano utilizzati specialmente in area volsiniese e vulcente come cippi funerari⁴⁷.

l'area fosse utilizzata come luogo di approdo (una sorta di porto-canal), fino al definitivo insabbiamento, avvenuto presumibilmente in epoca tardoantica, a causa dagli apporti sedimentari del Bisagno.

La posizione sopraelevata e la monumentalità della tomba sembrano sottolineare, come constatato in altri contesti⁴², l'intenzione di marcare il paesaggio con la sepoltura di un personaggio eminente della comunità e segnalare il possesso della terra. La scelta del luogo può essere stata inoltre condizionata dalla vicinanza di un asse di comunicazione che collegava l'approdo fluviale e segnalare quindi anche il coinvolgimento del titolare del sepolcro o della sua famiglia in attività di tipo mercantile⁴³.

– L'ubicazione del monumento (*fig. 7*) va posta inoltre in relazione con la distribuzione spaziale della necropoli arcaica⁴⁴, che si estende poco lontano: le sepolture più vicine distano poche centinaia di metri e nei livelli agricoli romani che hanno sigillato la rasatura del tumulo sono stati raccolti in giacitura secondaria alcuni frammenti di ceramica attica, riferibili ad almeno

⁴² ZIFFERERO 1991; A. MANDOLESI, *Ricerca sui tumuli principeschi orientalizzanti di Tarquinia: prime indagini nell'area della Doganaccia*, in *Orizzonti. Rassegna di Archeologia* IX, 2008 [2009], pp. 11-25.

⁴³ BARTOLONI *et al.* 1987, spec. p. 35 sgg. con lett.; M. RENDELI, *Città aperte. Ambiente e paesaggio rurale organizzato nell'Etruria meridionale costiera durante l'età orientalizzante ed arcaica*, Terra Italia 1, Roma 1993, *passim*.

⁴⁴ MELLI 2004b.

⁴⁵ C. RAFFELINI, *Via XII ottobre (Genova)*, in *Archeologia in Liguria* n.s. I, 2004-05, pp. 308-309. Lo scavo ha restituito anche vari frustoli ceramici dell'età del Ferro in giacitura secondaria nei livelli colluviali dalla soprastante collina dell'Acquasola.

⁴⁶ COLONNA 2004; I Liguri 2004, schede pp. 330-331, V.2.51-56 (F NEGRINO).

⁴⁷ G. CAMPOREALE, *La collezione Alla Querce. Materiali archeologici orvietani*, Firenze 1970, pp. 184-185; S. STOPPONI, *La necropoli*, in M. BONAMICI - S. STOPPONI - P. TAMBURINI, *Orvieto. La necropoli di Cannicella. Scavi della Fondazione per il Museo "C. Faina" e dell'Università di Perugia*, Roma 1994, p. 28; COLONNA 2004, p. 300.

Queste scoperte sembrano testimoniare quindi che la necropoli arcaica fu impiantata in continuità d'uso con un nucleo cimiteriale più antico, di cui il tumulo in esame resta sinora l'unico monumento.

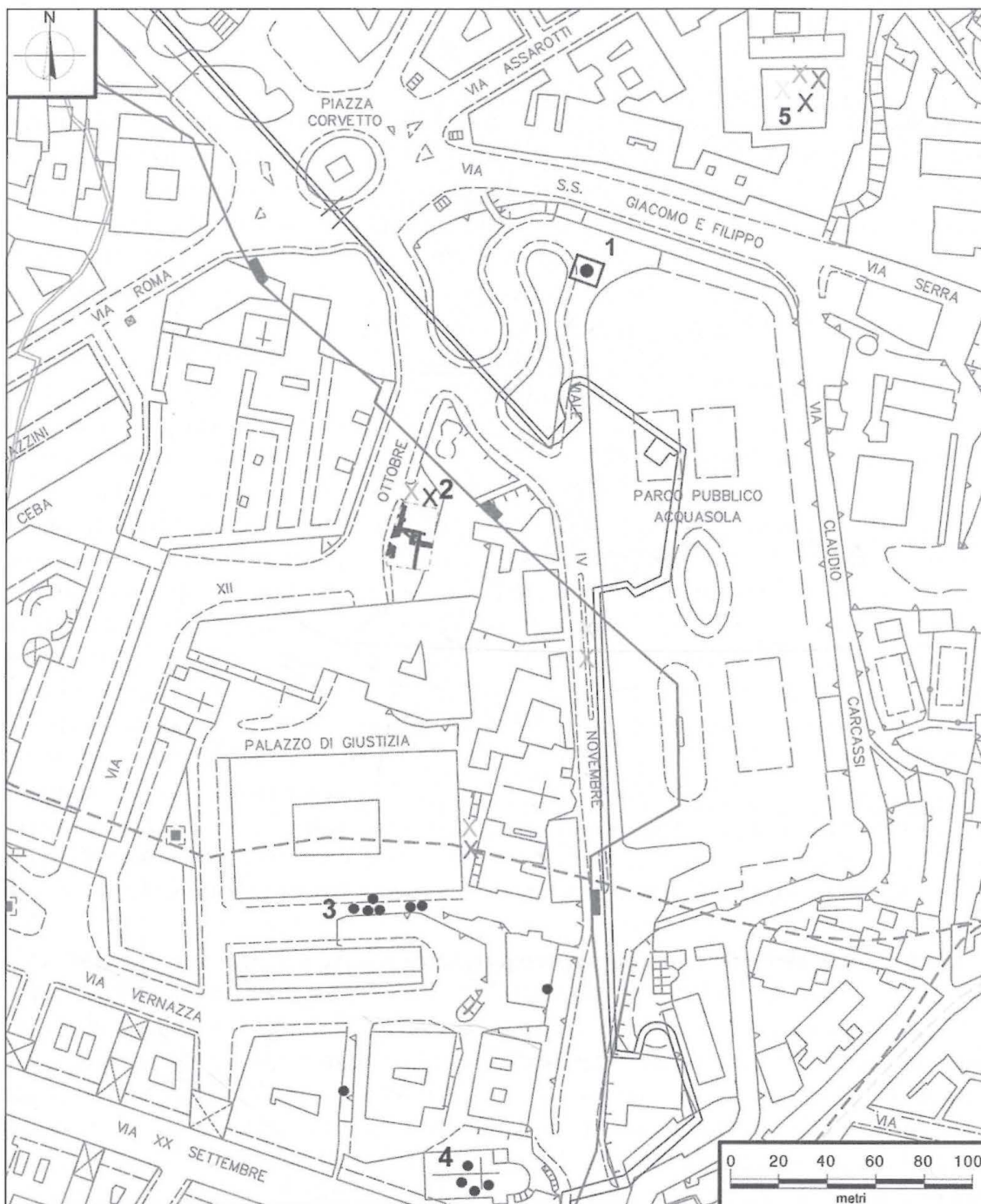


fig. 7 - Carta archeologica di Spianata Acquasola e delle aree limitrofe. 1. Il tumulo dell'Acquasola; 2. Via XII Ottobre; 3-4. Tombe della necropoli arcaica; 5. Convento dei Santi Giacomo e Filippo.

– La struttura monumentale del sepolcro e le sue dimensioni suggeriscono che fosse destinato ad un personaggio di rango, la cui tomba doveva trovarsi in posizione centrale, attornata da altre, forse di familiari. Nella sua composizione la sepoltura in esame, caratterizzata dalla compresenza di elementi e modelli di diversa provenienza, sembra segnare l'evoluzione verso una società più complessa e l'avvio di un processo di acculturazione in senso etrusco, circa un secolo prima della fondazione dell'insediamento sul colle di Castello ed in coincidenza con l'avvio sistematico dei traffici tirrenici lungo la costa ligure.

Nell'ipotesi che il titolare del sepolcro fosse un esponente locale socialmente eminente, si deve ritenere che fosse già in atto a Genova una politica di scambi e alleanze suggellate da vincoli matrimoniali⁴⁸, come pare suggerire la provenienza dall'Italia centrale della defunta⁴⁹ sepolta nella tomba secondaria.

La ricostruzione delle rotte del Tirreno settentrionale, che è stata oggetto di numerosi studi ed il tema di un recente convegno⁵⁰, trova oggi un'ulteriore conferma. La rotta di cabottaggio lungo le coste della Toscana e della Liguria, definita come la più antica⁵¹, attivata alla fine dell'VIII secolo dalla marineria greca ed etrusco-meridionale su percorsi già in uso nella Preistoria⁵², è documentata da recenti scoperte nella Liguria occidentale, come l'attingitoio di impasto di provenienza meridionale, con confronti anche a Chiavari, venuto in luce nella necropoli di Albenga⁵³, che insieme alla necropoli di Albisola⁵⁴ restituisce un quadro più dinamico del popolamento, nel corso del VII secolo, delle coste liguri occidentali, disseminate di piccoli centri aperti allo scambio con prodotti del commercio tirrenico ed in contatto con le popolazioni liguri dell'interno e la civiltà di Golasecca.

Nell'approdo portuale del Portofranco a Genova il piccolo nucleo di materiali restituiti dall'US 5019, che si scaglionano per la maggior parte in un arco cronologico tra la fine del VII e la fine del VI secolo a.C., costituisce una sorta di catalogo delle merci commerciate lungo tale rotta, con una netta maggioranza percentuale di vasellame e anfore importate dall'Etruria meridionale e settentrionale costiera⁵⁵. Sono presenti tuttavia anche materiali più antichi, come una coppa etrusco-corinzia a decorazione subgeometrica⁵⁶ e due frammenti di bucchero nero sottile riferibili a due forme chiuse: un aryballos e una piccola oinochoe⁵⁷ ancora inquadrabili nel pieno VII secolo.

Sullo scorcio del secolo diventano più frequenti i manufatti prodotti in area pisano-livornese, verosimilmente nella stessa Pisa, come alcune anfore, assimilabili alla forma Py 3A dalla caratteristica pasta ceramica ricca d'inclusi scistosi rossastri⁵⁸, che sembrano indiziare un mutamento negli equilibri commerciali con una più incisiva presenza della città etrusco-settentrionale e dei centri del distretto minerario.

Da tempo la Liguria è stata indicata come il più probabile tramite per l'irradiazione di prodotti e modi di vita etruschi nella pianura padana occidentale⁵⁹: pur nella sua problematicità, il tumulo dell'Acquasola, correlato ai materiali del Portofranco, sembra dimostrare l'incrociarsi di stimoli culturali e tradizioni diverse, dal mondo ligure, dall'Etruria e dall'Italia centrale, ma anche dall'areale transalpino suggerendo che Genova, nella sua fase preurbana era inserita in una rete di contatti ancora più articolata di quanto sinora noto.

⁴⁸ Come più tardi sicuramente documentato: P. MELLI, *Il vino e il mirto. Considerazioni sui rituali funerari della necropoli preromana di Genova*, in B. ADEMBRI (a cura di), *Ἀείμνηστος. Miscellanea di studi per Mauro Cristofani*, Firenze 2005, pp. 539-557.

⁴⁹ L'attribuzione della sepoltura ad una donna è supportata dalla foggia delle fibule e non smentita dalle analisi osteologiche.

⁵⁰ *Atti Marsiglia 2006*.

⁵¹ Cfr., in particolare: BONAMICI 1995; MAGGIANI 2006; BONAMICI 2006.

⁵² A. DEL LUCCHESI, *Genova prima di Genova*, in *Ancora su i Liguri* 2007, pp. 65-66.

⁵³ DEL LUCCHESI-MASSABÒ-TORRE c.s. Per la distribuzione di tali manufatti, che sono considerati a buon titolo un fossile guida del commercio marittimo etrusco meridionale verso Occidente: BONAMICI 2006, pp. 499-450.

⁵⁴ F. BULGARELLI, *Prima di Alba Docilia. La necropoli preromana di Albisola Superiore*, in *Antiche genti del Tigullio a Chiavari. Dalla necropoli ligure al Medioevo*, Atti del Convegno (Chiavari 2010), in stampa.

⁵⁵ MELLI 2006.

⁵⁶ MELLI 2006, p. 612, fig. 2, 1.

⁵⁷ MELLI c.s.

⁵⁸ F. CIBECCHINI, *Il vino a Genova*, in *Ancora su i Liguri* 2007, p. 68.

⁵⁹ R. C. DE MARINIS, *I commerci dell'Etruria con i paesi a nord del Po dal IX al VI secolo a.C.*, in R. C. DE MARINIS (a cura di), *Gli Etruschi a nord del Po*, Catalogo della mostra (Mantova 1986-87), Mantova 1986, pp. 59-60; F. M. GAMBARI - G. COLONNA, *Il bicchiere con iscrizione arcaica da Castelletto Ticino e l'adozione della scrittura nell'Italia nord-occidentale*, in *StEtr* L, 1988, spec. p. 150 sgg.; BONAMICI 1995; G. COLONNA, *Etruschi sulla via delle Alpi occidentali*, in L. MERCANDO - M. VENTURINO GAMBARI (a cura di), *Archeologia in Piemonte I. La preistoria*, Torino 1998, pp. 261-266.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Ancora su i Liguri* 2007, R. C. DE MARINIS - G. SPADEA (a cura di), *Ancora su i Liguri*, Genova.
- Archeologia metropolitana* 2009, A. DEL LUCCHESI - P. MELLI (a cura di), *Archeologia metropolitana. Acquasola e piazza Brignole*, Genova.
- Atti Marsiglia* 2006, *Gli Etruschi da Genova ad Ampurias*, Atti del XXIV Convegno di Studi Etruschi ed Italici (Marseille-Lattes 2002), Pisa-Roma.
- BARTOLONI G. 2000, *La tomba*, in *Principi etruschi: tra Mediterraneo ed Europa*, Catalogo della mostra (Bologna 2000), Venezia, pp. 163-171.
- BARTOLONI *et al.* 1987, G. BARTOLONI - G. BERARDINETTI - A. DE SANTIS - L. DRAGO, *Veio tra IX e VI secolo a.C. Primi risultati dell'analisi comparata delle necropoli veienti*, in *AC XLVI*, pp. 1-46.
- BONAMICI M. 1995, *Contributo alle rotte arcaiche nell'alto Tirreno*, in *StEtr LXI* [1996], pp. 3-43.
- 2006, *Lo scalo portuale di San Rocchino in Versilia*, in *Atti Marsiglia* 2006, pp. 497-511.
- COLONNA G. 1986, *Urbanistica e architettura*, in G. PUGLIESE CARRATELLI (a cura di), *Rasenna. Storia e civiltà degli Etruschi*, Milano, pp. 369-530.
- 2004, *Genova. Scrittura e onomastica*, in *I Liguri* 2004, pp. 299-307.
- DEDET B. - GAUTHEY J. 1994, *La nécropole de Peyraube (Lamelouze, Gard) à l'Âge du Bronze, au VI^e et V^e siècles avant J.-C.*, in *Documents d'Archéologie Méridionale XVII*, pp. 101-151.
- 1996-97, *La nécropole de Malausette (Soustelle, Gard) au premier Âge du Fer*, in *Documents d'Archéologie Méridionale XIX-XX*, pp. 89-142.
- DEL LUCCHESI A. - MASSABÒ B. - TORRE E. c.s., *La necropoli dell'età del Ferro di Albenga*, in *Antiche genti del Tigullio a Chiavari. Dalla necropoli ligure al Medioevo*, Atti del Convegno (Chiavari 2010), in stampa.
- VON ELES MASI P. 1981, *La Romagna tra VI e IV secolo a.C.*, Bologna.
- 1986, *Le fibule dell'Italia settentrionale*, PBF XIV 5, München.
- GAMBARI F. M. - VENTURINO GAMBARI M. 2011, *Le tombe a tumulo e l'evoluzione della monumentalità funeraria tra XI e V secolo a.C. nell'Italia nord-occidentale*, in *NASO* 2011, pp. 51-56.
- I Liguri* 2004, R. DE MARINIS - G. SPADEA (a cura di), *I Liguri. Un antico popolo europeo tra Alpi e Mediterraneo*, Catalogo della mostra (Genova 2004-2005), Genova.
- DE LA GENIÈRE J. 1968, *Recherches sur l'Âge du Fer en Italie Méridionale*. Sala Consilina, Napoli.
- LOLLINI D. 1985, *Rapporto tra area romagnola e picena nel VI-IV sec. a.C.*, in *La Romagna tra VI e IV sec. a.C. nel quadro della protostoria dell'Italia centrale*, Atti del Convegno (Bologna 1982), Bologna, pp. 323-350.
- LO SCHIAVO F. 2011, *Le fibule dell'Italia meridionale e della Sicilia dall'età del Bronzo recente al VI secolo a.C.*, PBF XIV 14, Stuttgart.
- MAGGIANI A. 2006, *Rotte e tappe nel Tirreno settentrionale*, in *Atti Marsiglia* 2006, pp. 435-453.
- MASSABÒ B. 2004, *La necropoli preromana di Albenga*, in *I Liguri* 2004, pp. 216-217.
- MELLI P. 2004a, *Dall'approdo del Portofranco all'emporio dei Liguri*, in *I Liguri* 2004, pp. 284-297.
- 2004b, *Genova. La necropoli preromana*, in *I Liguri* 2004, pp. 308-315.
- 2006, *L'emporio di Genova. Riflessioni e problemi aperti alla luce dei nuovi scavi*, in *Atti Marsiglia* 2006, pp. 609-637.
- c.s., *Vie del bucchero in Liguria*, in *Antiche genti del Tigullio a Chiavari. Dalla necropoli ligure al Medioevo*, Atti del Convegno (Chiavari 2010), in stampa.
- MELLI *et al.* 2011, P. MELLI - B. STRANO - M. VACCHI - M. FIRPO, *Recherches géoarchéologiques dans la zone littorale de Gênes (Ligurie, Italie)*, in *Méditerranée* 117, pp. 97-102.
- MILANI L. A. 1893, *Il piombo scritto di Magliano*, in *MonAntLinc* II [1894], pp. 37-66.
- NASO A. (a cura di) 2011, *Tumuli e sepolture monumentali nella protostoria europea*, Atti del Convegno (Celano 2000), Mainz.
- PRAYON F. 1989, *L'architettura funeraria etrusca. La situazione attuale delle ricerche e problemi aperti*, in *Atti del Secondo Congresso Internazionale Etrusco* (Firenze 1985), Roma, I, pp. 441-449.
- 2000, *L'architettura funeraria*, in M. TORELLI (a cura di), *Gli Etruschi*, Catalogo della mostra (Venezia 2000-2001), Milano, pp. 335-343.

- RICCI M. 1998, *Apricale (IM). Il tumulo n. 1 di Pian del Re*, in A. DEL LUCCHESI - R. MAGGI (a cura di), *Dal diaspro al bronzo. L'età del Rame e del Bronzo in Liguria: 26 secoli di storia fra 3600 e 1000 anni avanti Cristo*, La Spezia, pp. 63-65.
- TAMBURINI-MÜLLER M. A. 2006, *La necropoli Campo del tesoro-Lavatoio di Verucchio (RN)*, Bologna.
- VENTURINO GAMBARI M. (a cura di) 2006, *Navigando lungo l'Eridano. La necropoli protogolasecchiana di Morano sul Po*, Casale Monferrato.
- ZIFFERERO A. 1991, *Forme di possesso della terra e tumuli orientalizzanti nell'Italia centrale tirrenica*, in *The Archaeology of Power*, Papers of the Fourth Conference of Italian Archaeology (London 1990), Oxford, pp. 107-134.
- 2006, *Circoli di pietre, tumuli e culto funerario. La formazione dello spazio consacrato in Etruria settentrionale tra età del Ferro e alto arcaismo*, in *MEFRA CXVIII*, pp. 177-213.

ENRICO FRANCESCHI

APPENDICE

CARATTERIZZAZIONE ARCHEOMETRICA DEI MATERIALI METALLICI:
DUE FIBULE, DUE PERNI E UN FRAMMENTO

Le tecniche archeometriche applicate allo studio dei materiali metallici antichi sono varie e, in generale, utilizzano radiazioni elettromagnetiche di diversa natura; i metodi consistono nell'analisi degli effetti dell'interazione tra le radiazioni elettromagnetiche e il materiale di cui il reperto è composto. Le radiazioni (e di conseguenza le metodiche) possono essere distinte sulla base della lunghezza d'onda e quindi dell'energia. Tra le varie tecniche quelle che si basano sull'utilizzo dei raggi X sono ampiamente utilizzate, in particolare possiamo considerare i seguenti metodi: fluorescenza dei raggi X, diffrazione dei raggi X, radiografia. In questo lavoro abbiamo utilizzato solamente metodi non invasivi, basati sull'uso della radiazione visibile (analisi microscopica) e sull'uso dei raggi X (impiegati per il riconoscimento degli elementi presenti).

Viene fornita inizialmente una sommaria descrizione dei metodi archeometrici in uso nello studio dei materiali metallici soffermandoci in particolare sui metodi impiegati in questo lavoro.

OSSERVAZIONE MICROSCOPICA

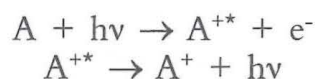
Nell'ambito delle analisi sui beni culturali, l'osservazione viva di un reperto è la prima indagine che deve essere eseguita. Infatti, l'esame ad occhio nudo, e poi quello al microscopio ottico, può consentire di riscontrare lo stato generale dell'oggetto e la presenza di particolari caratteristiche che possono fornire un valido aiuto nell'individuazione della natura dei prodotti di corrosione e, di conseguenza, avanzare ipotesi sulla natura della lega metallica. Negli ultimi anni sono stati sviluppati microscopi digitali che, mediante interfacciamento ad un computer, consentono di registrare su supporto informatico le relative immagini. La loro compattezza e la facilità di utilizzo li rendono idonei al trasporto e quindi sono impiegati anche per osservazioni *in situ*. In tal caso, sono dotati di una fonte di illuminazione autonoma (sia in luce visibile che in luce ultravioletta o polarizzata) che consente di operare sempre nelle medesime condizioni (fig. 8). Gli strumenti possono essere tarati tramite micrometro in modo da assegnare un riferimento di lunghezza standard alle immagini acquisite.



fig. 8 - Un microscopio digitale portatile.

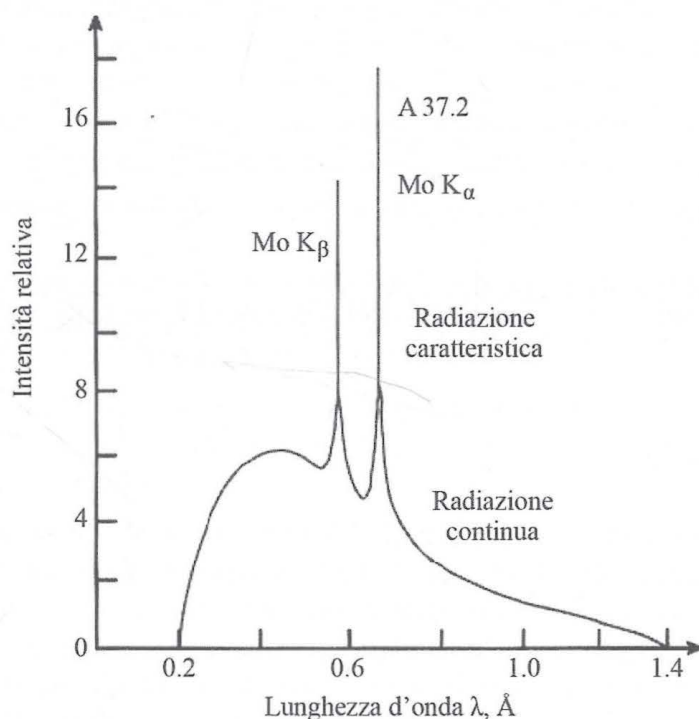
FLUORESCENZA DEI RAGGI X (XRF)

La fluorescenza X applicata ai beni culturali nasce intorno agli anni '60, ma si afferma solo a partire dalla metà degli anni '70 del Novecento. Il principio su cui si basa l'XRF (acronimo di X-Ray Fluorescence) è il seguente: l'assorbimento di un fotone dei raggi X da parte di un atomo può causare l'espulsione di un elettrone posto nelle orbite più interne (effetto fotoelettrico) con formazione di uno ione eccitato. L'espulsione dell'elettrone provoca un salto di elettroni dagli orbitali più esterni verso gli orbitali interni, in cui si è precedentemente formata una vacanza elettronica, con conseguente emissione di energia, sotto forma di raggi X di fluorescenza. Il meccanismo può essere così schematizzato:



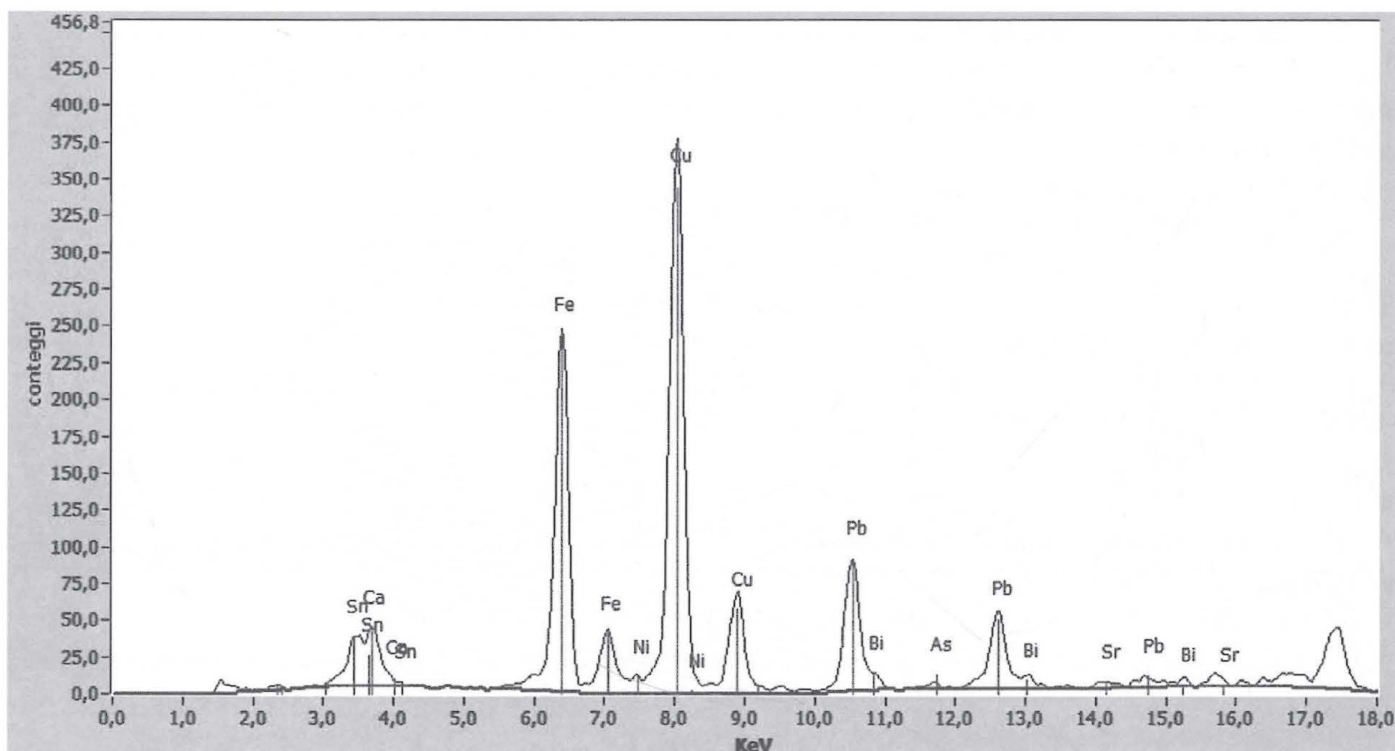
La differenza di energia tra il livello di partenza e quello di arrivo è caratteristica di ciascun elemento; l'intensità della radiazione emessa è proporzionale alla quantità di atomi dello stesso tipo eccitati. Per convenzione le emissioni dai diversi livelli elettronici sono indicate con i simboli K, L, M, ecc. a seconda del livello energetico di arrivo e si dividono a loro volta in α , β , γ , ecc. in dipendenza del livello energetico di partenza.

Sono oggi disponibili apparecchiature per l'analisi di fluorescenza a raggi X che presentano un minimo ingombro; questa caratteristica ne consente il trasporto e l'analisi *in situ*. È presente una sorgente di radiazione primaria costituita da un generatore di raggi X ad anticatodo opportuno (nel nostro caso di molibdeno); un collimatore indirizza i raggi sul campione con uno spot di dimensioni note (nel nostro caso di $14,7 \text{ mm}^2$) (graf. 1).



graf. 1 - Radiazione primaria dal generatore di raggi X (anticatodo di Mo): sono riportate le emissioni caratteristiche $K\alpha$ e $K\beta$.

I raggi emessi dal campione sono raccolti da un detector al silicio, che forma un opportuno angolo rispetto al campione; il segnale che viene registrato è proporzionale alla quantità di fotoni. L'analisi XRF, coinvolgendo gli orbitali tipici di un atomo, si rivela come una tecnica di indagine elementare rapida, efficace e non invasiva.



graf. 2 - Esempio di analisi per fluorescenza dei raggi X. Fibula ad arco punto 5. Sulla base dei picchi caratteristici degli elementi si effettua il loro riconoscimento.

ALTRI METODI DI INDAGINE FREQUENTEMENTE IN USO PER LO STUDIO DEI MATERIALI METALLICI, MA NON UTILIZZATI NEL PRESENTE LAVORO

Metodo radiografico

Il metodo radiografico si basa sul diverso assorbimento dei raggi X da parte di materiali che presentano caratteristiche chimiche differenti, come struttura e composizione, ma anche fisiche come spessore, compattezza, difetti di fusione. La misura si effettua quindi investendo il campione con raggi X e raccogliendo la frazione di raggi trasmessi, che dipendono dal tipo e dalle qualità del materiale. È un metodo molto utile per il riconoscimento della tecnica di lavorazione identificando eventuali difetti strutturali; inoltre è possibile evidenziare i punti di giunzione di oggetti formati da più parti, anche se non direttamente visibili.

Analisi per diffrazione dei raggi X (XRD)

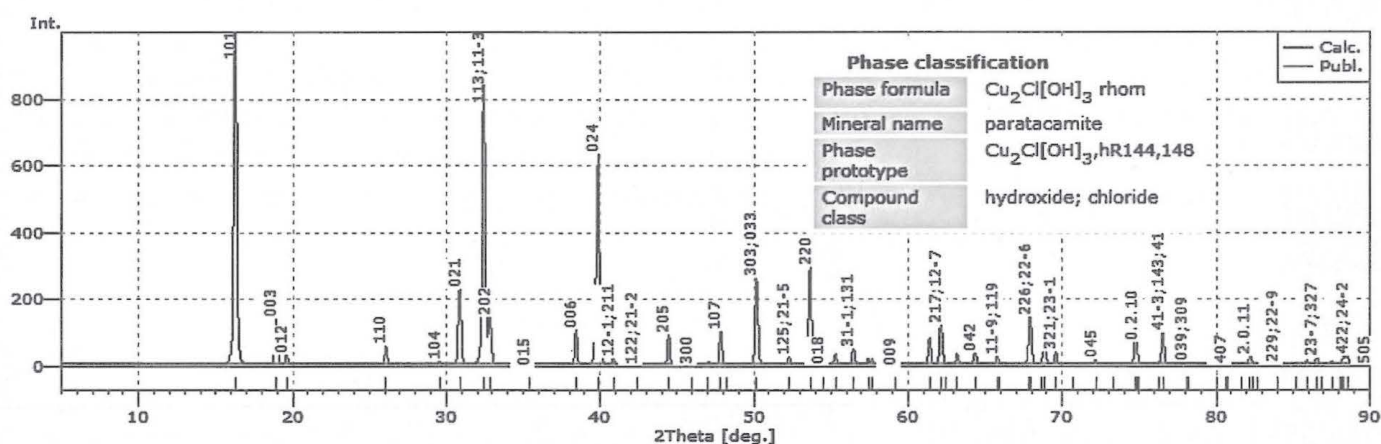
La diffrazione dei raggi X si basa sugli effetti dell'incidenza di un fascio *monocromatico* di raggi che presentano lunghezze d'onda paragonabili alle distanze interatomiche, su un campione cristallino.

I metalli possono essere analizzati in modo ottimale, tramite tale tecnica, perché presentano una struttura cristallina, ovvero una ripetizione ordinata secondo una precisa geometria nello spazio. Il campione si comporta quindi come un reticolo di diffrazione, regolato dalle leggi dell'ottica classica che hanno permesso nel 1913 a Bragg di formulare la famosa legge:

$$2 d \sin\theta = n \lambda$$

Dove d è la distanza tra due piani atomici contigui, λ la lunghezza d'onda dei raggi X incidenti, θ l'angolo di incidenza con cui i raggi colpiscono i piani atomici, n un numero intero che rappresenta l'ordine di diffrazione. Per cui irradiando un campione con raggi X a lunghezza d'onda nota, e misurando l'angolo di diffrazione è possibile determinare la distanza tra i piani atomici, che risulta caratteristica ed univoca per ogni composto cristallino.

La diffrazione dei raggi X è una tecnica che permette l'identificazione dei composti, a differenza della XRF che è una tecnica esclusivamente elementare; viene quindi utilizzata per identificare eventuali prodotti di corrosione (graf. 3) e la composizione della lega metallica dell'oggetto in esame.



graf. 3 - Spettro di diffrazione di un frequente prodotto di alterazione delle leghe a base di rame: paratacamite.

Analisi spettrofotometrica in riflettanza UV-Vis

La misura del colore svolge un ruolo fondamentale non solo nello studio dei pigmenti e delle opere pittoriche, ma anche nell'ambito dei materiali metallici. Tale misura si rivela utile nello stabilire la natura dei prodotti di alterazione superficiali di un manufatto metallico, individuandoli in base al loro colore. Sta prendendo sempre più campo il monitoraggio delle variazioni cromatiche delle opere d'arte nel tempo in modo da prevenire, o per lo meno limitare, meccanismi di degrado, per capirne la causa e programmare un tempestivo intervento. È chiaro come sia indispensabile una descrizione oggettiva del colore e misure riproducibili nel tempo. Questo si ottiene misurando tre parametri, che rappresentano le caratteristiche del colore, identificato da una terna di valori $L^*a^*b^*$, secondo il sistema internazionale CIELab. Dove L^* indica la luminosità, a^* la componente rosso-verde e b^* la componente giallo-blu; questi ultimi due valori possono essere indipendentemente positivi o negativi (fig. 9).

Per misurare tali parametri si possono utilizzare spettrofotometri portatili. Questi strumenti hanno generalmente dimensioni contenute e sono dotati di lampade che emettono uno spettro standard (ad esempio 'standard illuminant' D_{65} , dove il valore 65 indica la temperatura-colore di

6504K) allo scopo di illuminare in modo riproducibile i diversi campioni. Vi è poi un sistema di rivelazione costituito da un elemento disperdente e da una serie di fotodiodi al silicio.

Grazie al rivelatore a fotodiodi si riesce, oltre a dare i valori dei parametri $L^*a^*b^*$, ad ottenere lo spettro di riflettanza, che fornisce una più completa informazione.

Date le ridotte dimensioni e la presenza in superficie di evidenti prodotti di corrosione, non è stato possibile eseguire le misure spettrofotometriche; inoltre la fragilità degli oggetti esaminati ha indotto a limitare le analisi su tali reperti alle osservazioni al microscopio ottico e alle misure di fluorescenza dei raggi X.

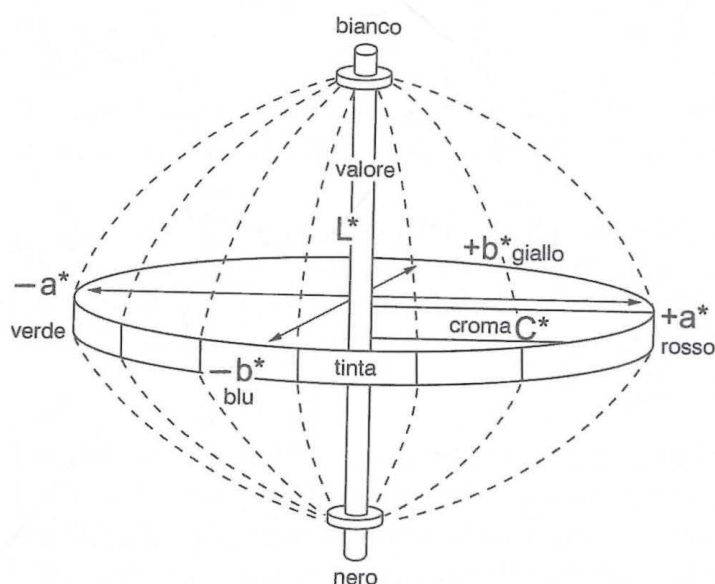


fig. 9 - Diagramma tridimensionale dei colori $L^*a^*b^*$.

RISULTATI OTTENUTI

Fibula ad arco

Dalla prima osservazione si sono individuate sei zone su cui effettuare le rilevazioni per fluorescenza dei raggi X (i punti scelti sono indicati con delle frecce nella *fig. 10*).

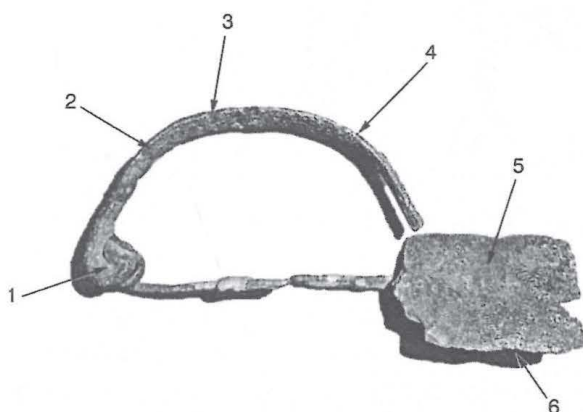


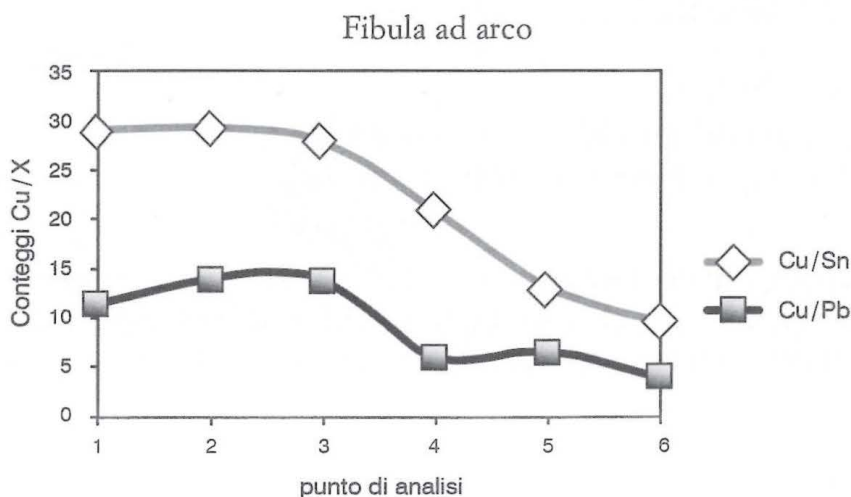
fig. 10 - Fibula ad arco, con indicazione dei punti di analisi.

Gli spettri ottenuti, per tempi di misura di 120 s, a parità di condizioni sperimentali (vedi un esempio in *graf. 2*), hanno confermato la presenza in superficie di contaminazioni da sostanze contenenti ferro, calcio e stronzio, verosimilmente presenti nel terreno di ritrovamento, sotto forma di ossidi, carbonati e silicati. I picchi significativi per determinare la composizione della lega sono quelli di rame, stagno e piombo. Il bismuto è legato al minerale di piombo usato per l'estrazione del metallo. Più difficile l'attribuzione dell'arsenico, in quantità ai limiti della sensibilità dello strumento, complicata pure dalla contemporanea presenza del piombo; osserviamo però che i valori misurati non sono sicuramente correlati con quelli del rame (questo porta a ritenere che l'arsenico non sia un componente della lega, ma sia limitato alla superficie dell'oggetto).

L'insieme di queste osservazioni indica in questo caso una verosimile contaminazione esterna dal terreno. In *tab. 1* sono riportati i valori dei conteggi relativi al picco principale dei diversi elementi ($K\alpha$ o $L\alpha$); fa eccezione l'arsenico, la cui misura è relativa ad un picco secondario, $K\beta$, in quanto il picco $K\alpha$ viene a cadere esattamente in corrispondenza del picco principale del piombo (vedi *graf. 2*).

	punto 1 parte interna	punto 2 arco parte esterna	punto 3 arco parte esterna	punto 4 arco parte interna	punto 5 parte piana	punto 6 parte piana
Cu ($K\alpha$)	347	613	613	126	195	369
Sn ($L\alpha$)	12	21	22	6	15	39
Pb ($L\alpha$)	30	44	44	22	30	92
As ($K\alpha$)	4	5	5	2	4	8
Bi ($L\alpha$)		8	5	4	5	15
Fe ($K\alpha$)	332	132	132	126	86	248

tab. 1 - Conteggi misurati per i picchi principali degli elementi presenti nella fibula ad arco.



graf. 4 - Rapporto dei conteggi misurati in corrispondenza dei picchi principali di rame, stagno e piombo nei diversi punti esaminati.

Fibula a navicella

In *fig. 11* è riportata una immagine della fibula con le indicazioni dei 3 punti in corrispondenza dei quali è stata effettuata l'analisi.

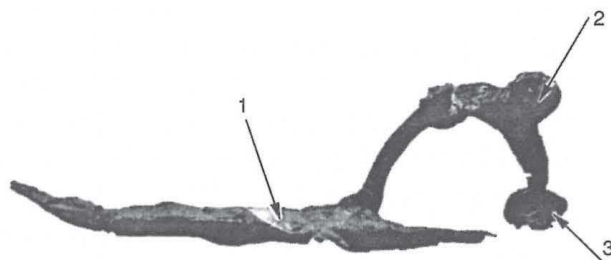
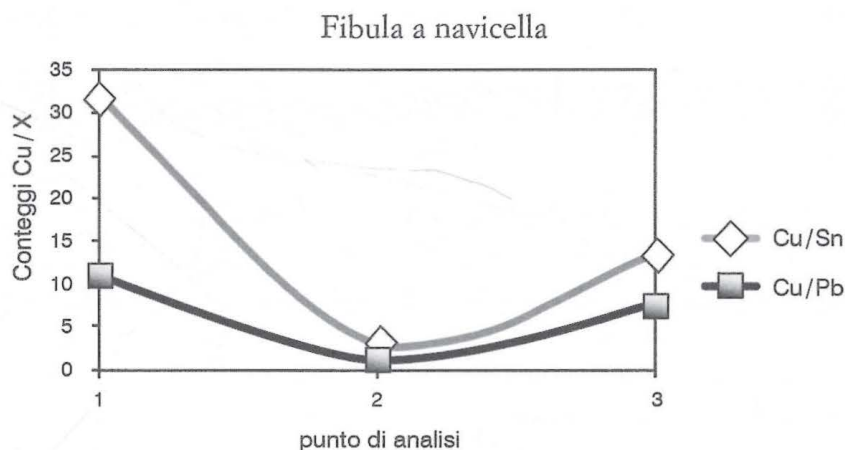


fig. 11 - Fibula a navicella con le zone di analisi.

I valori ottenuti sono riportati in *tab. 2*.

	punto 1 corpo fibula	punto 2 bottone	punto 3 bottone terminale
Cu (K α)	317	54	75
Sn (L α)	10	17	6
Pb (L α)	29	42	11
As (L β)	4	2	1
Bi (L α)		4	
Fe (K α)	280	336	572

tab. 2 - Conteggi misurati per i picchi principali degli elementi presenti nella fibula a navicella.



graf. 5 - Rapporto dei conteggi misurati in corrispondenza dei picchi principali di rame, stagno e piombo nei tre punti esaminati.

Anche nel caso di questa fibula i rapporti dei conteggi di Sn e Pb rispetto al rame (*graf. 5*), mostrano l'arricchimento superficiale in stagno e piombo, nei punti maggiormente ricoperti dai prodotti di corrosione e l'ovvio abbassamento globale dei conteggi, a seguito della schermatura prodotta dal ferro che è presente in superficie sotto forma di ossido. Comunque l'andamento nei tre punti esaminati dimostra una coerenza di comportamento tra piombo e stagno, indicando la presenza di entrambi questi elementi nella costituzione della lega.

Perno con prominenza

fig. 12 - Perno con prominenza e risultati delle analisi XRF.

	punto di analisi testa perno
Cu (K α)	44
Sn	n.r.
Pb	n.r.
Fe (K α)	617

I conteggi elevati del ferro sono conseguenza dello strato di deposito superficiale. L'oggetto è costituito, entro i limiti di sensibilità dello strumento, solamente da rame, non essendo stato rilevato alcun altro elemento, possibile costituente della lega.

Perno liscio

fig. 13 - Perno liscio e risultati delle analisi XRF.

	punto di analisi testa perno
Cu (K α)	190
Sn (L α)	6
Pb (L α)	30
Fe (K α)	173

Questo perno ha una composizione diversa da quella precedente, risultando formato da una lega di bronzo contenente anche piombo.

Si può osservare che i rapporti dei conteggi per i diversi elementi sono ben allineati con quelli individuati nelle fibule, per quanto riguarda lo stagno, mentre differiscono per un contenuto inferiore di piombo (vedi graf. 6).

Frammento

fig. 14 - Immagine del frammento e risultati dell'analisi XRF.

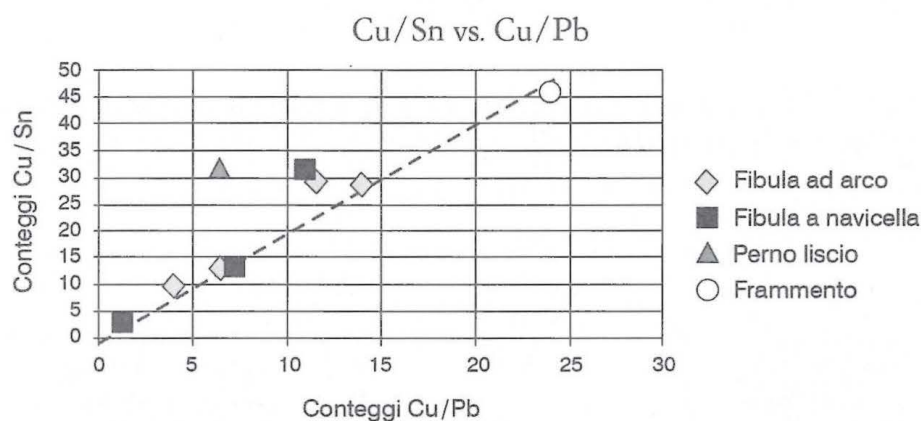
	punto di analisi superficie
Cu (K α)	552
Sn (L α)	12
Pb (L α)	23
Bi (L α)	3
As (K β)	2
Fe (K α)	555

Si tratta anche in questo caso di un bronzo al piombo.

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Le due fibule sono ben confrontabili tra loro dal punto di vista composizionale. La spiegazione di questo fatto può essere ottenuta considerando la necessità di ottenere leghe con un particolare comportamento alla lavorazione (differente nel caso di fibule e di perni).

Ad eccezione dei due perni, quindi, i rapporti dei conteggi, che rispecchiano evidentemente le composizioni, presentano una dipendenza lineare, abbastanza precisa. I valori assoluti dei conteggi variano, in dipendenza di diversi fattori, tra cui i principali sono lo strato di corrosione superficiale e la forma dell'oggetto, mentre i rapporti dei conteggi mostrano una certa regolarità, compreso il caso del frammento metallico esaminato. Queste osservazioni sono documentate anche nel *graf. 6*.



graf. 6 - Rappresentazione grafica dei contenuti in Cu, Sn e Pb nei quattro oggetti in bronzo esaminati.

Per ricavare dei valori quantitativi di composizione è necessario avere degli standard di riferimento. È stata condotta una taratura con campioni di leghe Cu-Pb a diverso contenuto in piombo, ottenendo un andamento grosso modo lineare, di equazione:

$$\% \text{ at. Pb} = 191.5 \text{ Conteggi } \text{LaPb} / \text{Conteggi } \text{KaCu}$$

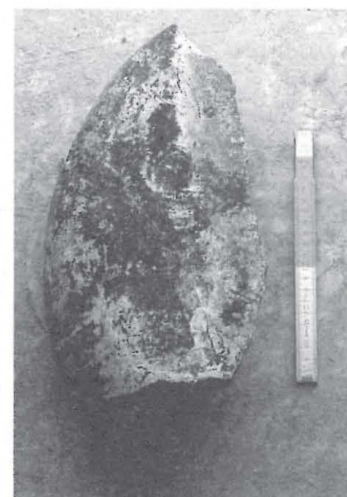
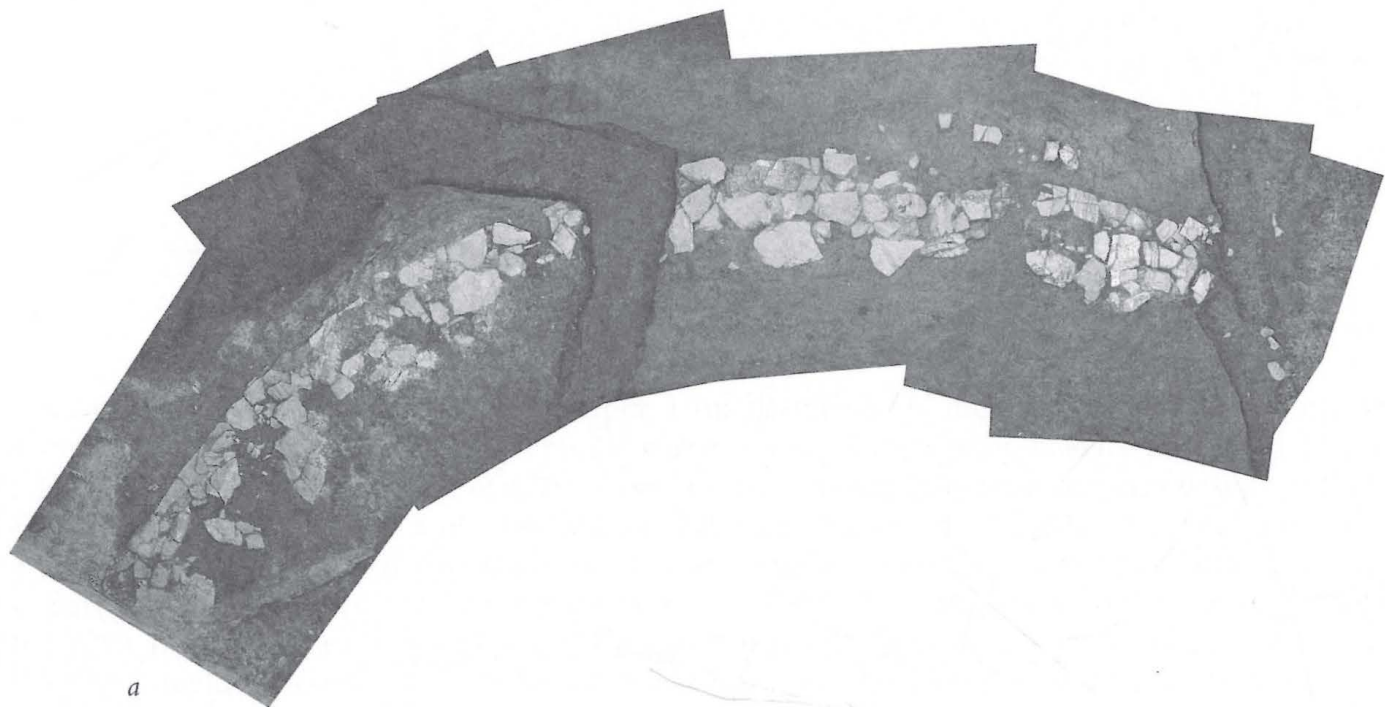
Nel fare queste valutazioni, occorre comunque tenere presente il comportamento particolare del piombo, che non entra in soluzione nella lega, se non per minime percentuali, formando al contrario delle lacune di miscibilità anche in fase liquida al di sopra della temperatura di fusione. A causa, quindi, della risultante eterogeneità della lega, le valutazioni di composizione sono necessariamente solamente indicative.

Volendo applicare comunque questa formula alle leghe considerate, come se fossero costituite solamente da Cu e Pb egualmente dispersi, occorre considerare i valori più alti dei rapporti dei conteggi di rame e piombo. Si ottengono le composizioni riportate in *tab. 3*.

	% Pb in atomi
Fibula ad arco	15
Fibula a navicella	18
Perno con prominenza	0
Perno liscio	30
Frammento	8

tab. 3 - Percentuale atomica indicativa del contenuto in Pb nelle leghe esaminate.

Una analoga valutazione per il contenuto in stagno, risulta poco rappresentativa, e non è stata affrontata in questo lavoro, limitandoci ad osservare che il contenuto in stagno, nei bronzi esaminati, dovrebbe risultare compreso tra il 6 e il 9% in atomi.



tav. I - a) Genova. Acquisola. I resti del tumulo. Fotopiano (elaborazione Arkaia); b) Genova. Acquisola. La crepidine in fase di smontaggio; c) Ciottolone in serpentino da via XII ottobre.