



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

La specializzazione metallurgica nelle comunità terramaricole: un approccio traceologico e di archeologia sperimentale

**Facoltà di Lettere e Filosofia
Dipartimento di Scienze dell'Antichità**

**Dottorato in Archeologia
Curriculum Preistoria**

Alessio Pellegrini

Supervisore: Prof.ssa Cristina Lemorini

XXXVIII Ciclo

Sommario

Introduzione.....	6
--------------------------	----------

Capitolo I	11
-------------------------	-----------

1.1 Le Terramare.....	11
1.2 Dall'origine al collasso del sistema terramaricolo	12
1.3 Economia e società delle Terramare.....	15
1.4 I siti	17
1.5 La Terramara di Pragatto	18
1.6 La Terramara di Santa Rosa di Poviglio	20
1.7 San Michele di Valestra	24

Capitolo II	26
--------------------------	-----------

2.1 L'archeologia sperimentale	26
Storia degli studi	26
Teoria dell'archeologia sperimentale	28
2.2 L'archeometallurgia sperimentale.....	31
2.3 L'archeometria	34
2.4 I metalli e le leghe in archeologia.....	35
Il rame	36
Lo stagno.....	39
Il bronzo	40
2.5 La traceologia.....	43
2.6 Le tracce	44
Le tracce tecnologiche.....	46
Le tracce d'uso	49
Le tracce post-deposizionali	50
Le strie	51
2.7 Dal gesto alla traccia	52
2.8 La corrosione del bronzo.....	54

Capitolo III	56
---------------------------	-----------

3.1 La specializzazione	56
3.2 La specializzazione dal punto di vista archeologico	58
3.3 Specializzazione e tecnologia.....	60
3.4 I luoghi della specializzazione e gli spazi di lavoro	63
3.5 Organizzazione e programmazione delle produzioni artigianali	65
3.6 La figura dello specialista metallurgo	67

3.7 Il concetto di abilità	68
Capitolo IV.....	72
4.1 Lo studio dei materiali: metodologia applicata e selezione del materiale	72
4.2 Metodi.....	73
4.3 Strumentazione ottica	75
4.4 Dalle tracce al protocollo sperimentale	75
4.5 Organizzazione del Database	76
4.6 Criteri di selezione dei reperti	77
4.7 Studio traceologico preliminare e selezione dei reperti.....	78
4.8 Campionamento di possibili residui organici.....	79
4.9 I reperti.....	79
I reperti di Pragatto.....	87
I reperti di Santa Rosa di Poviglio	170
I reperti di San Michele di Valestra	327
Capitolo V.....	335
5.1 Le sperimentazioni	335
5.2 Obiettivi e metodi	337
5.3 Protocollo di lavoro	339
5.4 Le repliche sperimentali.....	347
5.5 Fabbricazione degli strumenti da metallurgo	347
5.6 Fabbricazione delle repliche sperimentali per i gruppi Inesperti e Intermedi.....	349
5.7 Fabbricazione delle repliche sperimentali di A. Pellegrini	350
5.8 Sperimentazione con i gruppi Inesperti e Intermedi	362
Organizzazione dei gruppi di sperimentazione.....	362
Gruppo Inesperti.....	363
Gruppo intermedi	364
5.9 Sperimentazione artigiano Esperto	372
5.10 I protocolli sperimentali e le catene operative	379
5.11 Catene operative di A. Pellegrini	380
5.12 Catene operative del gruppo Inesperti	381
5.13 Catene operative del gruppo Intermedi	381
Operatore 1	381
Operatore 2	382
Operatore 3	383
Operatore 4	383
Operatore 5	384

Operatore 6	385
5.14 Report degli sperimentatori	385
Capitolo VI	389
6.1 Studio traceologico e documentazione delle tracce con microscopio digitale Hirox	389
6.2 Distribuzione delle tracce in relazione alle tipologie dei reperti	393
6.3 Analisi quantitativa delle tracce.....	400
6.4 Le tracce archeologiche	408
6.5 Le tracce sperimentali	534
Inesperti-Intermedi	534
A. Pellegrini	580
Esperto.....	591
6.6 Comparazione delle tracce sperimentali con le tracce archeologiche	604
Hammermarks	604
Fissures	606
Fractures.....	607
Grinding marks	608
Incision-Decoration	610
Pitting.....	611
Bending	612
Conclusioni	615
Sperimentazione, Tracce e Specializzazione	615
Discussione sulla metallurgia nelle Terramare e la specializzazione dei siti	622
Considerazioni finali	625
Bibliografia.....	627
Ringraziamenti	640

Introduzione

Il progetto si pone l'obiettivo di indagare il tema della specializzazione nella produzione metallurgica nelle comunità terramaricole attraverso lo studio traceologico e l'archeologia sperimentale applicati ai reperti in bronzo provenienti dalla terramara di Pragatto (BO) (Miari et al. 2019), ai numerosi bronzi provenienti dagli scavi della terramara di S. Rosa di Poviglio (RE) (Cremaschi et al. 1997) e di San Michele di Valestra (RE) (Bronzoni 1997; Cremaschi 1997).

La cultura delle Terramare ha dato origine ad alcuni tra i più abbondanti record archeologici di produzione metallurgica con caratteri di grande specializzazione (Cardarelli 2015). La fiorente economia terramaricola ha, infatti, stimolato la capillare diffusione del metallo nelle comunità, attestata dall'esistenza sia di manufatti di uso comune sia di produzioni più pregiate e destinate a gruppi emergenti (B. Brea et al. 2018). Questa diffusione del metallo ha permesso di ipotizzare l'esistenza di fabbri specializzati che si dedicavano a tempo pieno alla produzione metallurgica (Cardarelli 2015).

Uno studio approfondito delle tracce tecnologiche e funzionali (Dolfini 2011; Molloy 2011; O'Flaherty et al. 2011; Horn 2013; Sáez e Lerma 2015; Hermann et al. 2020) può fornire dei dati di grande interesse per il dibattito scientifico riguardo al tema della specializzazione metallurgica nelle comunità protostoriche.

Lo studio traceologico e l'applicazione di protocolli sperimentali su manufatti in bronzo hanno avuto lo scopo di fornire dei dati fondamentali per una comprensione più approfondita del fenomeno metallurgico. Evidenziando i pattern traceologici all'interno di una stessa classe di materiali è possibile ricostruire il gesto che ha portato alla loro formazione. Inoltre, la comparazione tra classi di materiali differenti ha consentito di documentare quali erano le possibili tecniche di fabbricazione praticate nell'ambito di ogni sequenza di produzione. Eventuali differenze nelle tracce possono evidenziare delle scelte tecnologiche ben precise e le specifiche abilità dell'artigiano.

La specializzazione in ambito archeologico è stata oggetto di un ampio dibattito nella storia degli studi e molti autori (Brumfiel e Earle 1987; Costin 1991, 2001; Helms 1993; Costin e Wright 1998; Hruby e Flad 2007; Sofaer 2010) hanno contribuito alla trattazione di questo tema, fornendo delle definizioni volte all'individuazione e comprensione di questo fenomeno nei contesti archeologici. Kuijpers (2017) affronta la tematica della specializzazione sottolineando che il concetto di "specialista" viene utilizzato dai vari autori per indicare differenti peculiarità legate alla produzione artigianale. Sottolinea come gli studi in questo campo si concentrino principalmente sui ruoli socio-economici e nota come la figura dello specialista tenda ad assumere caratteri quasi idealizzati e scollegati dal materiale archeologico. Suggestisce, quindi, che sarebbe necessario definire la figura dello specialista

tramite categorie basate sulle abilità pratiche dell'artigiano, testimoniate dalla fattura del reperto, dalle abilità tecniche e dalle conoscenze teoriche e tecnologiche necessarie per la sua fabbricazione.

Ipotesi

Il presente progetto si propone di indagare il ruolo del metallurgo e della metallurgia nei contesti terramaricoli. L'ipotesi della presenza di artigiani specializzati nelle Terramare è stata avanzata da vari autori (Peroni 1996; Cardarelli 2009; Bianchi 2018), ed è corroborata dalle evidenze archeologiche registrate in molti siti dove è attestata la presenza di aree di lavorazione dei metalli. Inoltre, la presenza massiccia di utensili identificati come strumenti per la lavorazione dei metalli (Iaia 2013, 2015) sembra andare verso la conferma di questa ipotesi.

La premessa fondamentale del progetto di ricerca proposto è che ogni traccia lasciata su un manufatto sia la testimonianza del livello di specializzazione dell'artigiano che lo ha prodotto.

La presenza di correlazioni tra set di tracce e livello di specializzazione permetterebbe di valutare l'esistenza di una suddivisione interna all'apparato produttivo metallurgico terramaricolo organizzata in base alle abilità pratiche degli artigiani coinvolti. Questa suddivisione poteva assumere molteplici forme in base alla fase di lavorazione; alla classe di oggetti prodotta; all'esperienza dell'artigiano (esperto, intermedio, apprendista, inesperto).

In base all'impostazione teorica di Kuijpers (2017), ogni livello di specializzazione e di abilità sono associati a un *know-how* e uno *skill set* specifici. Questo si manifesta nella formazione delle tracce che attestano il livello di specializzazione di chi le ha prodotte. Partendo, dunque, dall'analisi delle tracce, si può ricostruire a ritroso il *know-how* e lo *skill set* del produttore, verificando tutti i passaggi interpretativi tramite l'applicazione di un protocollo sperimentale.

In seguito allo studio tipologico e traceologico effettuato sui reperti e alla consultazione della letteratura scientifica disponibile sul tema trattato, sono state formulate le ipotesi di lavoro che hanno consentito la progettazione dei protocolli sperimentali e le successive fasi di confronto traceologico, per fornire un'interpretazione archeologica.

Le ipotesi di lavoro formulate nell'ambito del progetto si articolano in diversi punti:

In primo luogo, si ipotizza che non tutti gli oggetti richiedessero il medesimo livello di conoscenza metallurgica e di abilità manuale. Le differenze morfologiche e le tecniche osservate tra le varie categorie di manufatti sembrano infatti suggerire una diversa complessità nella loro esecuzione: oggetti relativamente semplici, come le lesine o alcuni tipi di spilloni, sembrerebbero richiedere un livello tecnico di base, mentre manufatti più complessi, quali rasoi, aghi o pugnali, implicano una conoscenza più approfondita delle proprietà fisiche del bronzo e delle procedure operative, in particolare nella gestione delle temperature di ricottura e nelle tecniche di deformazione plastica del metallo.

Parallelamente, si propone l'ipotesi secondo cui le tracce di lavorazione costituiscano un indicatore diretto del livello di specializzazione dell'artigiano. L'uniformità, la regolarità e la coerenza delle striature e delle martellature possono essere interpretate come espressione di un elevato grado di padronanza tecnica, mentre la presenza di tracce disordinate, sovrapposizioni casuali o fratture accidentali può essere ricondotta ad attività di apprendisti o di operatori con una conoscenza limitata delle caratteristiche meccaniche del bronzo.

Un'ulteriore ipotesi di lavoro riguarda la possibilità di ricostruire le catene operative a partire dall'analisi comparata tra le tracce archeologiche e quelle sperimentali. Le tracce non forniscono soltanto informazioni sulle tecniche impiegate, ma anche sull'ordine delle operazioni e sulle scelte tecnologiche adottate, consentendo di delineare in modo più preciso le fasi del processo di produzione post-fusione.

Infine, il progetto propone di considerare la fase post-fusione come un ambito specifico di specializzazione artigianale, distinto ma complementare a quello della fusione. Sebbene entrambe le fasi potessero essere eseguite dallo stesso artigiano o gruppo di lavoro, la lavorazione post-fusione implica competenze tecniche peculiari, quali la conoscenza dei tempi e delle modalità di ricottura, delle tecniche di martellatura e delle strategie di abrasione, che costituiscono un dominio operativo autonomo all'interno della più ampia sfera della metallurgia preistorica.

In sintesi, l'ipotesi generale alla base del progetto è che le tracce di lavorazione rappresentino un indicatore archeologico del livello di specializzazione tecnica e teorica degli artigiani, permettendo di ricostruire non solo le procedure produttive, ma anche i diversi gradi di specializzazione e di conoscenza metallurgica.

Metodo

Per avvalorare o confutare le ipotesi formulate, basate sulla conoscenza scientifica disponibile allo studio dei materiali archeologici, si è proceduto con la progettazione di protocolli sperimentali per ricostruire la catena operativa di produzione e rifinitura dei manufatti in metallo.

L'obiettivo della sperimentazione è stato quello di valutare e documentare il *know-how* e lo *skill set* necessari per determinate lavorazioni con il fine di evidenziare le tracce distintive lasciate dagli artigiani. La sperimentazione ha previsto la messa in atto delle catene operative necessarie alla produzione mediante la formazione di gruppi di sperimentatori suddivisi per livello di specializzazione:

Esperti: formato da archeologi e artigiani con esperienza specifica nella lavorazione del bronzo con metodi preistorici

Intermedi: formato da individui con delle abilità sufficienti alla fabbricazione di oggetti artigianali e discreta conoscenza nella lavorazione dei metalli, affiancati da un esperto durante la lavorazione

Inesperti: formato da individui senza alcun tipo di esperienza nella lavorazione dei metalli

Questo approccio ha consentito, inoltre, di formulare inferenze riguardo l'organizzazione interna ad un contesto produttivo, ricreando le condizioni e le dinamiche lavorative di un'officina metallurgica.

Lo studio del *know-how* necessario alla fabbricazione delle classi di materiali prese in esame ha avuto come scopo quello di evidenziare analogie e le differenze tra il reperto archeologico e la replica sperimentale, con l'obiettivo di interpretare il dato traceologico in funzione della definizione dei vari possibili livelli di specializzazione.

Per giungere all'interpretazione archeologica delle tracce, con i metodi presentati, si è articolato il progetto nel modo seguente.

Capitolo I: questo capitolo presenta il contesto delle Terramare, evidenziando gli aspetti archeologici e culturali partendo da una presentazione dalle origini di questa cultura fino al suo collasso. Vengono affrontati i temi della produzione artigianale e dell'economia che caratterizzava le società terramaricole. In ultimo, si propone una presentazione dei siti da cui provengono i materiali oggetto di studio.

Capitolo II: in questo capitolo si affronta il tema dell'archeologia sperimentale, presentando la storia degli studi e le metodologie di indagine proprie della disciplina, applicate all'archeometallurgia. Si presenta inoltre una disamina dedicata all'archeometria e alle tecniche di indagine applicate ai materiali. Si propone una disamina circa lo studio dei metalli in archeologia, trattando le caratteristiche specifiche dei metalli nella preistoria. Si prosegue con la presentazione riguardante la traceologia, con una disamina sulla storia degli studi e i metodi di questa disciplina, per giungere alla trattazione delle tracce presenti sui metalli. Si conclude con una rassegna dei gesti legati alla formazione delle tracce e alla trattazione del tema della corrosione dei metalli e di come questa possa influire sullo studio delle tracce.

Capitolo III: questo capitolo è dedicato al tema della specializzazione e di come questo si interfacci con l'archeologia, declinato nelle applicazioni circa lo studio della tecnologia, degli spazi dedicati alla lavorazione artigianale e in ultimo all'organizzazione della specializzazione artigianale. Si affronta il tema della figura dello specialista metallurgo e si propone una disamina sull'abilità dello specialista.

Capitolo IV: il capitolo è dedicato alla presentazione dei metodi applicati al presente studio e alla strumentazione impiegata per lo studio dei materiali. Si affronta il tema della progettazione dei protocolli sperimentali partendo dalle tracce e si presenta il database in cui sono catalogati i reperti. Si esplicitano i criteri di selezione dei reperti per lo studio traceologico e sperimentale con una catalogazione di tutti i reperti oggetto di studio.

Capitolo V: il quinto capitolo è dedicato alla presentazione delle sperimentazioni svolte per il presente progetto, articolandosi nell'esposizione delle diverse fasi operative dei diversi gruppi di sperimentazione. In ultimo, si presentano i dati raccolti durante le diverse fasi.

Capitolo VI: l'ultimo capitolo è dedicato allo studio traceologico di tutti i materiali archeologici e delle repliche sperimentali. Si propone una elaborazione grafica e quantitativa delle tracce individuate per giungere alle considerazioni finali.

Conclusioni: in questo capitolo si affrontano le considerazioni finali sui dati raccolti durante le sperimentazioni in funzione della comparazione delle tracce, volto a fornire un'interpretazione archeologica della specializzazione nelle Terramare.

Capitolo I

1.1 Le Terramare

Con il termine “Terramare” si indicano degli abitati di forma prettamente quadrangolare e delimitati da un fossato, da un terrapieno o da un argine costituito da terra e da strutture lignee di contenimento, come i gabbioni di Castione dei Marchesi, che convogliavano le acque di corsi d’acqua vicini lungo il perimetro scavato dell’abitato. In questo modo il fossato, oltre a svolgere funzioni difensive poteva assumere un ruolo di contenimento e redistribuzione delle risorse idriche per la gestione dei campi coltivati, come attestato ad esempio a Castello del Tartaro, a S. Rosa di Poviglio (Bernabò Brea et al. 2002) e a Redù (Cardarelli et al. 2003).

La scoperta delle Terramare fu dovuta all’usanza degli agricoltori di correggere i suoli argillosi mescolandovi del terreno marnoso. Nel XVIII secolo E.C. in Emilia si cominciarono ad usare i terreni archeologici ricchi di cenere, che presero il nome appunto di “terre – marne”, o terramare.

Lo sfruttamento di questi siti archeologici come cave di terra assunse una certa importanza economica ma fu causa di gravissime distruzioni.

A partire dal 1861, alcuni studiosi, fra cui Luigi Pigorini e Pellegrino Strobel a Parma e Gaetano Chierici a Reggio Emilia, iniziarono gli studi scientifici sulle terramare (Bernabò Brea et al. 2007).

Gli studi sulle Terramare proseguirono intensamente fino alla fine dell’Ottocento, per poi subire una battuta di arresto nel corso della prima metà del Novecento. Dalla fine degli anni Settanta del Novecento ad oggi gli studi sulle Terramare sono ripresi avvalendosi di tecniche di indagine multidisciplinari (Cardarelli et al. 1997; Bernabò Brea et al. 2018).

Il fenomeno terramaricolo ebbe inizio nel Bronzo Medio 1 (ca. 1650-1550 a.E.C.) seppur con qualche attestazione riconducibile ad una fase avanzata del Bronzo Antico (ca. 2300/2200-1700/1650 a.E.C.). L’affermazione delle Terramare si riscontra nel corso del Bronzo Medio 2 (ca. 1550-1450 a.E.C.) con un florido sviluppo nel Bronzo Medio 3 (ca. 1450 – 1350/1300 a.E.C.) e nel Bronzo Recente (ca. 1325/1300 – 1150 a.E.C.) per poi vedere il suo repentino collasso nelle fasi più avanzate di questo periodo, lasciando la Pianura Padana disabitata per secoli (Cardarelli 2009).

Gli abitati erano strutturati secondo un sistema di strade ortogonali con case di forma e dimensioni simili. Le strutture abitative erano principalmente a pianta quadrangolare costruite su un impalcato ligneo e dalle dimensioni che potevano variare dai circa 60 mq di Montale (Cardarelli e Labate 2004) durante le prime fasi di insediamento, ai circa 100 mq come attestato a S. Rosa di Poviglio e a Gaggio (Balista et al. 2008) nelle fasi più avanzate dell’Età del Bronzo. Le abitazioni potevano anche essere costruite direttamente a terra, senza impalcato ligneo: infatti questo modello non è l’unico adottato nelle Terramare, come accade ad esempio a Gaggio nelle prime fasi di occupazione

dell'insediamento. In questo sito le strutture avevano una pianta rettangolare absidata, diversamente dai contesti sopra citati, ma comunque ordinate con una distribuzione secondo uno schema ortogonale (Cardarelli 2009).

Il fenomeno terramaricolo può essere considerato una “colonizzazione” a tutti gli effetti: sembra infatti plausibile immaginare che la formazione della civiltà delle Terramare sia il risultato di un processo aggregativo ed insediativo iniziato nel corso del Bronzo Antico, vedendo un aumento di intensità nel Bronzo Medio 1 e nel Bronzo Medio 2 (Bernabò Brea et al. 2018).

La Pianura Padana centrale divenne un polo di attrazione in cui confluirono, accanto alle componenti locali, altre provenienti dai contesti poladiani e post-poladiani che avevano raggiunto un livello demografico consistente già nella fase avanzata del Bronzo Antico (de Marinis 1997). Le modalità di sfruttamento del territorio, generalmente simili tra i vari siti, oltre alla confluenza di gruppi umani provenienti da diverse zone e alla generale similitudine delle strategie e alle tipologie di insediamento, sembrano confermare l'ipotesi della colonizzazione.

Questa ipotesi sembra trovare conferme anche dal punto di vista dell'interazione col territorio e la sistematicità nello sfruttamento delle risorse; nelle modifiche ambientali come la deviazione di corsi d'acqua; nonché un'estesa deforestazione, un aumento di coltivazioni di cereali e di terreni adibiti al pascolo, come si può osservare dalle analisi effettuate sul record pollinico registrato presso lo scavo della Terramara di Montale (Mercuri et al. 2006).

1.2 Dall'origine al collasso del sistema terramaricolo

Le attestazioni pertinenti al Bronzo Antico sono generalmente scarse se comparate a quelle dei periodi successivi. Probabilmente questa sottorappresentazione è dovuta alla collocazione degli abitati in zone depresse in area umida o lacustre che al giorno d'oggi risultano sepolte (Bernabò Brea et al. 2018).

Le prime manifestazioni di tratti chiaramente terramaricoli si possono far risalire al Bronzo Medio 1 (ca. 1650-1550 a.E.C.): durante questa fase, infatti, nascono i primi abitati dotati di strutture perimetrali quali fossato e argine, come ad esempio il fossato e il terrapieno di Gaggio (Balista et al. 2008).

Dal punto di vista delle componenti culturali sono noti apporti dall'area del Piemonte meridionale, del Pavese e della Liguria nella zona compresa tra il Piacentino ed il Reggiano. Sono inoltre note attestazioni di ambito peninsulare correlate alla facies di Grotta Nuova nell'area di Bologna, Ferrara e Modena fino al Panaro e nella fascia appenninica orientale. Nell'area ad Ovest e Nord-Ovest del Panaro sono state evidenziate delle connessioni con la facies post-poladiana (Bernabò Brea et al. 2018).

Queste evidenze archeologiche sembrano delineare un netto aumento delle attestazioni e una crescita esponenziale del fenomeno terramaricolo. Gli apporti e i contatti con le culture circostanti sembrerebbero interpretabili come una vera e propria colonizzazione della Pianura (Cardarelli 2009), data la possibilità di sfruttare un'area con forti potenzialità economiche dal punto di vista della produzione agricola e dell'allevamento. Questo elemento sembra aver spinto e favorito l'insediamento di gruppi provenienti da diverse zone che coinvolgono vari ambiti culturali in un processo che verosimilmente ha avuto inizio, seppur ancora *in nuce*, già dalle fasi avanzate del Bronzo Antico, aumentando di intensità nel Bronzo Medio 1.

L'affermazione vera e propria delle Terramare ha luogo nel Bronzo Medio 2 (ca. 1550-1450 a.E.C.). In alcuni casi si riscontra una continuità diretta di occupazione dei siti dal Bronzo Medio 1 alla fase successiva (Bernabò Brea et. al 2018).

Nel Bronzo Medio 2 si assiste anche ad una nascita *ex novo* in tutto il territorio di centinaia di insediamenti dalle caratteristiche ampiamente omogenee, come nell'area compresa fra Reno e Secchia dove si verifica un incremento esponenziale degli insediamenti: infatti, dei 53 siti scavati sembra che il 60% sia di nuova fondazione (Cardarelli 2009).

Questi villaggi hanno generalmente dimensioni comprese entro i 2 Ha e distano l'uno dall'altro 1 o 2 Km. Oltre alle caratteristiche strutturali dei siti, anche la facies archeologica sembra essere omogenea, con un'estensione che coinvolge il territorio emiliano, la Romagna e la Toscana settentrionale interna (Cardarelli 2009). Nell'area più orientale sono in parte ancora presenti elementi della facies di Grotta Nuova che però nel momento più avanzato della fase tendono a diminuire e scomparire.

Non sembrano manifestarsi durante il Bronzo Medio 2 delle gerarchie tra insediamenti che possano suggerire l'egemonia di un abitato sugli altri; tuttavia, è probabile che alcuni villaggi abbiano assunto funzioni particolari dal punto di vista strategico di gestione del territorio o sul piano economico, svolgendo delle funzioni specifiche. Queste caratteristiche sono evidenti in siti come Montale dove si riscontra un'attività economica non legata esclusivamente allo sfruttamento agricolo del territorio ma alla produzione artigianale specializzata di beni di prestigio, comprendenti materiali esotici quali l'ambra, oltre alla produzione di utensili e attrezzi agricoli in bronzo. La presenza di queste produzioni specializzate e di materiali preziosi, insieme al rinvenimento di ipotetici pesi da bilancia con sistema ponderale (Cardarelli et al. 2004), sembra dover soddisfare l'esigenza di un gruppo emergente della società, che beneficiava della produzione di beni di status elevato, di gestire i traffici commerciali a lunga distanza per l'approvvigionamento di materie prime.

Verso la fine di questa fase si assiste ad un iniziale abbandono dei siti minori e di una crescita di quelli maggiori con produzioni artigianali specializzate e non strettamente legati ad una economia

basata sulla produzione agricola ma inserita in una rete di traffici commerciali anche a lunga distanza, come nel caso di Montale (Bernabò Brea et al. 2018).

Il periodo compreso tra l'Età del Bronzo Medio 3 (ca. 1450 – 1350/1300 a.E.C.) e la prima fase del Bronzo Recente (ca. 1325/1300 – 1150 a.E.C.) può essere definito come l'apogeo della cultura terramaricola. In questa fase si assiste ad un riassetto territoriale in cui i siti di maggiori dimensioni assumono un ruolo egemone, diversamente dall'assetto policentrico della fase precedente. Aumentano le dimensioni degli abitati, passando dai 2 Ha massimi fino al Bronzo Medio 2, ai 20 Ha nel Bronzo Recente (Cardarelli 2009), incrementando gli aspetti difensivi degli argini che in questa fase arrivano a misurare anche 30 m di larghezza. Alcuni siti rimangono di dimensioni minori, mentre altri scompaiono come nel caso dell'abbandono del terramara di Gaggio e il contemporaneo ingrandimento della vicina terramara di Redù (Cardarelli et al. 2003): accadimento che ha portato ad ipotizzare una conflittualità tra i due insediamenti e, dato l'esteso livello di incendio, la distruzione violenta di Gaggio.

Dal punto di vista culturale la facies terramaricola del Bronzo Medio 3 appare relativamente omogenea come la precedente, ma con un areale di influenza ridotto per cedere terreno all'ambito culturale appenninico che sembra avere connessioni con l'area di Bologna e della Romagna (Damiani 1997; Di Renzoni 2007).

Verso il periodo del Bronzo Recente si hanno attestazioni sempre più frequenti di scambi a lunga distanza non solo con l'Europa settentrionale per il commercio dell'ambra ma anche con l'Egeo. Infatti, nell'area veronese (Bettelli et al. 2015) iniziano a comparire ceramiche di tipo miceneo e perline di materiale vetroso.

Sul versante dell'Emilia orientale si riscontrano nel record archeologico contatti con la facies subappenninica, mentre il versante occidentale questi sono quasi assenti. (Di Renzoni 2007).

La fase del Bronzo Recente 2 vede un'inversione di tendenza. Scarseggiano le contaminazioni subappenniniche mentre si afferma in maniera chiara la facies terramaricola che influenza la penisola nei contesti adriatici e in minor misura quelli tirrenici (Bettelli et al. 2018).

Il Bronzo Recente 2 è il periodo di collasso del sistema terramaricolo, causato da una molteplicità di fattori economici, ambientali e sociali. Si nota una sopravvivenza solo dei siti più difesi e in alcuni casi una distruzione violenta di questi, come nel caso di S. Rosa di Poviglio. In questo sito le strutture perimetrali vengono rinforzate per una maggiore difendibilità e nella fase finale di occupazione si è registrato un livello di incendio, probabilmente dovuto ad un'aggressione (Bernabò Brea et al. 2018).

Se si considera il contesto generale del periodo, sembra manifestarsi un aumento della conflittualità nella pianura. Insieme all'instabilità politica ed economica si verifica un graduale inaridimento del clima attestato da record pollinici registrati a Montale (Mercuri et al. 2006) e ad un conseguente abbandono dei siti minori portando ad un collasso nel sistema economico e sociale di

sfruttamento delle risorse agricole, causando uno spopolamento della Pianura che a sud del corso del Po risulta totale (Bernabò Brea et al. 2018).

1.3 Economia e società delle Terramare

L'economia delle Terramare si basava principalmente sulla produzione cerealicola e sull'allevamento. La Pianura Padana subisce nel corso dei secoli interessati dal fenomeno terramaricolo un'estesa deforestazione al fine di creare spazi utilizzabili come campi agricoli e come pascolo per il bestiame, oltre all'uso massiccio del legname per la costruzione degli abitati. I dati disponibili dal record pollinico (Mercuri et al. 2006) hanno permesso di ricostruire l'ambiente della Pianura Padana che in questa fase appare come una steppa cerealicola fortemente disboscata circondata da boschi (Cremaschi 2009). I dati pollinici indicano inoltre come nel Bronzo Recente si verifichi un ulteriore ampliamento dell'area disboscata ed un aumento dell'aridità, associato ad un declino delle risorse cerealicole ed un incremento dello sfruttamento caprovini, che risultano più adatti alla sopravvivenza in un ambiente arido. Oltre al sovrasfruttamento dei terreni e delle aree boschive coincide un periodo arido che porterà al lento declino delle Terramare.

Assieme allo sfruttamento dei terreni per la coltivazione dei cereali e all'allevamento, l'economia delle Terramare vede una crescita esponenziale delle produzioni artigianali e della presenza di materiali esotici nei siti a partire dal Bronzo Medio 2. Questa fase della cultura delle Terramare è caratterizzata da una produzione artigianale senza precedenti: sono attestate produzioni di ceramica, di tessuti e di metalli. Di grande importanza è anche la lavorazione del palco di cervo dal quale gli artigiani realizzano sia oggetti per il lavoro nei campi come vomeri per aratro, zappe e picconi, sia oggetti di grande pregio come pettini decorati, spilloni ed elementi di armi in metallo come pomoli e manici.

Tra le varie industrie presenti nei contesti terramaricoli, spicca la produzione metallurgica che, oltre a soddisfare le esigenze dell'élite con spade, pugnali, spilloni e ornamenti con elementi in ambra, si indirizza anche alla realizzazione di strumenti da lavoro come falchetti, asce, scalpelli e lesine. Questa socializzazione del metallo è uno dei tratti peculiari delle Terramare (Peroni 1996) e ha permesso lo sviluppo del sistema di produzione artigianale di oggetti metallici. In questo periodo si può ipotizzare che l'artigiano metallurgo fosse una figura specializzata (Cardarelli 2009).

Molti siti come Beneceto - Forno del Gallo e Montale (Bianchi 2018) hanno al loro interno delle aree di lavorazione dei metalli e sono attestate in buona parte dei siti delle attrezzature connesse a questa attività come buche di fusione, accumuli di carbone, forme di fusione, strumentario ceramico e litico per le attività di colatura e lavorazione post-fusione, oggetti non finiti e scorie.

Nell'ambito terramaricolo sembra che non tutti i siti fossero sede di attività metallurgica (Cardarelli 2015) ed è stata ipotizzata una suddivisione tra: siti produttori in cui erano svolte le attività

relative alla produzione; siti nei quali si producevano determinate categorie di oggetti di uso quotidiano e ornamenti; infine, siti utilizzatori.

La produzione metallurgica, soprattutto le attività fusione e di colatura, dovevano essere svolte in aree preposte a questa funzione. Infatti, nel caso di Forno del Gallo la produzione avveniva in un'area all'interno dell'insediamento ma separata dalle abitazioni e dalle altre attività. La strutturazione è ben evidente nella fase di insediamento pertinente al Bronzo Recente 1, quando degli strumenti per fusione e gettata sono associati ad aree da fuoco protette, mentre l'attività di rifinitura poteva essere svolta in un'altra area, ipoteticamente quella identificata come magazzino dove sono irrilevanti gli scarti in metallo e mancano i frammenti di crogiolo (Bianchi 2018). Diversamente a S. Rosa di Poviglio, per le fasi di insediamento coeve, sembra che l'attività metallurgica avesse una portata e un'organizzazione nettamente minore: le attestazioni di lavorazione dei metalli sono limitate a piccoli crogioli e forme di fusione adatti alla fabbricazione di oggetti di modeste dimensioni, come gli spilloni. Ciò ha portato ad ipotizzare una produzione specializzata e settoriale (Bianchi 2018).

Nella società terramaricola sembra essere presente una differenziazione sociale basata su una distinzione di rango suggerita dalla presenza nei contesti funerari di corredi costituiti da quelli che identificano i defunti come appartenenti ad un gruppo emergente della società. L'élite veniva verosimilmente distinta sulla base del rango, più che su base economica (Cardarelli 2015), dei personaggi emergenti di vari gruppi parentelari in cui era suddivisa la comunità, a sua volta composta da un insieme di famiglie mononucleari, che tendono a rappresentare l'unità base della società. Tale ipotesi sembra trovare riscontri nelle planimetrie delle necropoli di Casinalbo (Cardarelli 2014) e di Olmo di Nogara (Salani 2005) che mostrano raggruppamenti differenziati, nei quali si potrebbero riconoscere sia diverse unità parentelari sia raggruppamenti di elementi della comunità socialmente distinti.

Le necropoli potevano essere ad inumazione, ad incinerazione o potevano coesistere entrambe le pratiche come ad Olmo di Nogara. La maggior parte dei ricchi corredi è stato rinvenuto nelle necropoli ad inumazione poiché in quelle in cui è attestata l'incinerazione, come a Casinalbo, non sono stati rinvenuti elementi di corredo all'interno delle urne ma sul piano di calpestio della necropoli, evidentemente a causa della differenza di rito. Infatti, i numerosi resti di armi e oggetti di ornamento venivano defunzionalizzati, frantumati intenzionalmente e successivamente depositi in particolari spazi all'interno della necropoli (Cardarelli 2014).

Già dal Bronzo Medio si possono identificare personaggi maschili i cui corredi funerari sono contraddistinti da spade e pugnali, accompagnati da personaggi femminili dai corredi costituiti solitamente da coppie di spilloni e perle d'ambra. Generalmente questi attributi sono associati a soggetti adulti e maturi ma sono attestate anche sepolture di infanti con attributi di rango, soprattutto femminili.

Sembra dunque, in base ai dati raccolti nelle necropoli ad inumazione o con presenza di bi-ritualismo come Olmo di Nogara (Salzani 2005) che il simbolo della differenza sociale e l'appartenenza all'élite siano la spada e il pugnale per gli uomini e gioielli con elementi in ambra per le donne.

Sembra lecito supporre che la restante parte della popolazione maschile non fosse caratterizzata dal ruolo guerriero, assumendo invece una funzione ausiliaria probabilmente equipaggiata con altre armi come archi, lance e giavellotti che generalmente non appaiono nelle sepolture, in quanto non erano rappresentative di uno status elevato.

Considerando l'assetto della società terramaricola, l'appartenenza ad un determinato ceto della comunità non doveva essere una discriminante nell'interazione con il metallo. Sembra evidente come, eccezion fatta per l'ambra, il rango sociale fosse legato a degli oggetti specifici che simboleggiavano l'appartenenza ad un lignaggio, non tanto il possesso del materiale metallico in senso economico. Come accennato precedentemente il metallo non andava a soddisfare esclusivamente le esigenze dell'élite ma era parte integrante delle attività svolte da tutta la società: infatti, oltre agli oggetti rappresentanti i ceti emergenti è evidente la presenza in grandi quantità di utensili per le attività artigianali ed agricole.

1.4 I siti

I materiali presi in esame nel presente lavoro sono stati messi a disposizione dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Bologna e le Province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara e dal Museo della Terramara di S. Rosa di Poviglio (RE) e provengono dai siti di Pragatto (BO), Santa Rosa di Poviglio (RE) e San Michele di Valestra (RE) (fig.1).



Fig. 1 Le terramare di Pragatto, S. Rosa di Poviglio e S. Michele di Valestra. Foto da earth.google.com

1.5 La Terramara di Pragatto

Il sito della Terramara di Pragatto (fig. 2) è posto ai piedi delle colline tra Bologna e Modena. L'area è stata oggetto di indagine esaustiva tra maggio 2016 e settembre 2017 sotto la direzione scientifica di Paolo Boccuccia e Monica Miari della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Bologna e le Province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara (Miari et al. 2019), ma era già nota per il rinvenimento della necropoli scavata da G. Gozzadini durante la seconda metà del XIX secolo (Gozzadini 1881; Morico 1991-92, 1997). Lo scavo si trova a circa 2 km a est del centro abitato di Crespellano, tra via Papa Giovanni XXIII e il Rio Carpineta.



Fig. 2 Area di scavo 2016-2017. Foto da earth.google.com

Attualmente sono state individuate tre fasi insediative (Miari et al. 2019):

La prima fase non sembra essere prettamente abitativa e considerando le tracce emerse, consistenti in palizzate, fanno supporre che l'area fosse sfruttata per attività probabilmente legate all'allevamento ed è coeva all'utilizzo del villaggio piccolo che doveva trovarsi circa 100 m a nord dell'area di scavo. Da queste unità stratigrafiche sono emersi frammenti ceramici la cui tipologia li renderebbe databili al Bronzo Medio 2.

La seconda fase è caratterizzata invece da un uso abitativo dell'area. I materiali ritrovati, sia ceramici che metallici con particolare riferimento agli spilloni, sembrano indicare una cronologia pertinente al Bronzo Medio 3.

La terza fase, come la seconda, è abitativa e ha restituito forme ceramiche e metalli, tra cui una spada. Questi ritrovamenti hanno permesso di datare la fase ad un momento finale del Bronzo Medio 3 – inizi Bronzo Recente (Cattani 2009). Quest'ultima fase risulta compromessa dai lavori agricoli di età moderna che hanno asportato gli strati più recenti della terramara.

I materiali di Pragatto

Non sono state individuate strutture produttive legate alla lavorazione del metallo nella porzione di abitato indagata, anche se la presenza di un frammento di ugello, di due forme di fusione, oltre a concentrazioni di elementi in bronzo frammentati, sembrano suggerire una possibile produzione metallurgica locale. Le forme di fusione rinvenute erano adibite alla produzione di barre e pugnali.

Lo scavo ha restituito materiali dal grande valore scientifico come *macro-lithic tools*, manufatti in palco di cervo, più di 150 oggetti in bronzo, tra cui numerosi pugnali, punte di freccia, spilloni, una spada in bronzo della lunghezza di circa 50 cm e strumenti da lavoro di varia funzione provenienti dai vari livelli della terramara. Di notevole interesse è il rinvenimento di un set di aghi per cucire in bronzo.

La maggior parte dei reperti metallici è stato rinvenuto in ottimo stato di conservazione. In particolare, i pugnali si prestano all'analisi delle tracce tecnologiche e d'uso in virtù del loro stato di conservazione superficiale che nonostante la corrosione, permette la loro individuazione e il loro studio.

I bronzi di Pragatto, in particolare i pugnali sono stati oggetto di analisi per la pubblicazione dell'articolo "Organic residue analysis reveals the function of bronze age metal daggers" (Caricola et al. 2022) il quale ha evidenziato la loro funzionalità come strumenti multiuso, principalmente impiegati come strumenti da taglio e non oggetti dal mero valore simbolico, corroborando le ipotesi precedentemente discusse nella tesi di laurea magistrale di chi scrive "Studio delle tecniche di produzione e delle modalità di utilizzo di pugnali in bronzo provenienti dalla Terramara di Pragatto (BO) Bronzo Medio e Recente" (inedita) e dell'articolo "Technological and functional study of the bronze daggers from the Terramara of Pragatto (BO) with an approach of Experimental Archaeology and Traceology" (Pellegrini, Lemorini, Boccuccia, Miari – in press).

1.6 La Terramara di Santa Rosa di Poviglio

Nel 1984 furono avviate le prime campagne di scavo continuative a seguito di un intervento di archeologia di emergenza e da allora si sono ripetute quasi ogni anno grazie alla collaborazione tra l'Università degli Studi di Milano, la Soprintendenza Archeologica dell'Emilia-Romagna e il Comune di Poviglio (Bernabo'Brea et al. 2007).



Fig. 3 Vista aerea della Terramara di Poviglio da https://sites.unimi.it/Terramara_SRosa/images.html

La Terramara di Santa Rosa (fig. 3), situata nel territorio di Poviglio, in provincia di Reggio Emilia, è uno dei siti archeologici più importanti per la conoscenza della civiltà terramaricola composto da due insediamenti adiacenti e separati da un fossato, il Villaggio Piccolo ed il Villaggio Grande. Il primo è il nucleo originario della terramara che si sviluppa a partire dal Bronzo Medio, mentre il secondo ne rappresenta l'ampliamento, avvenuto nella fase tarda di questo stesso periodo (Bronzo Medio 3). Entrambi gli insediamenti continuano ad evolvere nel corso del Bronzo Recente e vengono abbandonati nel Bronzo Recente avanzato, in coincidenza della ben nota crisi del sistema terramaricolo (Cardarelli 2009; Cremaschi e Pizzi 2021).

La costante attività di scavo e di ricerca hanno permesso di ricostruire progressivamente la storia del sito e di comprenderne la complessità archeologica e ambientale.

Dalla conclusione delle indagini svolte nel Villaggio Piccolo, a partire dal 1991 gli scavi vennero estesi al Villaggio Grande, portando alla luce una grande porzione dell'abitato, caratterizzato da fitte file di pali

con disposizione regolare, le quali hanno permesso di ricostruire la forma rettangolare degli edifici. Nel 1998 furono scoperti dei pozzi per attingere l'acqua. Tra il 1998 e il 2011 le ricerche si sono concentrate in particolare sulle opere idrauliche del margine del cosiddetto Villaggio Grande (Cremaschi e Pizzi 2021). Le scoperte relative a sistemi di drenaggio, canalizzazione e controllo delle acque rafforzarono l'interpretazione delle Terramare come società dotate di notevoli competenze ingegneristiche e di una spiccata capacità di adattamento all'ambiente circostante.

Nel corso degli anni Duemila gli scavi furono affiancati e corroborati dall'applicazione di tecniche di indagine mutate da altre discipline. Infatti, alle tradizionali tecniche archeologiche si affiancarono analisi geologiche, studi palinologici e ricerche archeobotaniche, che permisero di indagare in profondità il rapporto tra gli abitanti della terramara e il loro ambiente. Proprio da questi studi presero forma le prime ipotesi sulla crisi e sul collasso ecologico che interessò la civiltà terramaricola del Bronzo Recente, dovuto a una combinazione di fattori climatici e di sfruttamento intensivo del territorio (Cardarelli 2009; Cremaschi e Pizzi 2021).

Durante la campagna di scavo del 2000 sono stati recuperati diversi frammenti di ossa umane calcinate nello scavo di un fosso moderno, situato circa 300 metri a est del margine della terramara di Santa Rosa. Questi ritrovamenti hanno portato all'individuazione di un'area funeraria collegata al sito. Negli anni successivi, 2001 e 2002, è stata indagata in dettaglio un'area di 7000 m² mediante trincee e saggi di scavo. Le strutture archeologiche individuate erano associate a un livello di suolo utilizzato anche in età del Ferro e in epoca romana, successivamente sepolto sotto depositi alluvionali medievali (Cremaschi e Pizzi 2021).

Le evidenze archeologiche comprendono quattro urne cinerarie, due deposizioni secondarie di parti di un unico cranio collocate in fosse differenti e numerose buche di varia forma, molte delle quali contenenti materiale organico. Inoltre, il terreno sepolto è tagliato da canali di irrigazione e contiene, sparsi al suo interno, diversi frammenti di ossa umane calcinate, pochissime ossa animali e alcuni frammenti ceramici (Cremaschi et al. 2012).

Nell'uso dell'area si distinguono tre fasi, che vanno dal Bronzo Medio al Bronzo Recente: durante la fase più antica furono scavati fossati di irrigazione, in quanto l'area era destinata a uso agricolo; successivamente vennero deposte le quattro urne cinerarie; in seguito, probabilmente dopo la dispersione dei resti delle pire sul suolo, furono scavate delle buche, in parte destinate a ospitare pali lignei, due delle quali contenevano frammenti di cranio deposti come offerta votiva (Cremaschi et al. 2012).

Le campagne di scavo a partire dal 2014, fino alla campagna del 2019 hanno interessato il fossato che separa il Villaggio Piccolo dal Villaggio Grande, in particolare dal 2015 al 2019 le indagini si sono concentrate sul ponte di collegamento tra i due villaggi (Cremaschi e Pizzi 2021).

Sono numericamente scarsi gli indicatori di produzione metallurgica a Santa Rosa di Poviglio, considerato il rapporto tra estensione e aree indagate. Mancano infatti delle strutture attribuibili ad attività di produzione metallurgica, mancano gli ugelli e sono rari gli scarti di produzione, benché sia molto frequente la presenza di porzioni o frammenti di oggetti in lega di rame, lingotti e panelle e crogioli di vario tipo (Bianchi 2018).

Nei terreni di riporto del Villaggio Grande, ascrivibili alle fasi del Bronzo Recente e Bronzo Recente 2 sono dispersi singoli elementi pertinenti alla produzione. Si contano quattro matrici riconoscibili e alcuni frammenti di forme di fusione per pugnali, scalpelli, punte, rasoi, altro; due frammenti di crogioli e cucchiari – crogiolo e alcuni possibili strumenti litici.

Oltre a fondi di crogiolo, sono presenti oggetti in corso di lavorazione e materiale metallico fuso, scarti di gettata, porzioni di panelle e lingotti, barrette sottili e nastriformi, porzioni di manufatti (Bianchi 2018).

Sono presenti, inoltre, frammenti pertinenti a tre tipi di crogioli: uno a piede cavo medio, un piede pertinente al tipo con ampia coppa, piede cilindrico pieno medio con foro passante quadrangolare e un crogiolo a vasca poco profonda e beccuccio. A questi elementi sono associati alcuni frammenti di matrici litiche, di cui tre per ascia e per barre, e un frammento riutilizzato come piccola incudine.

Sono stati rinvenuti anche strumenti in metallo come punte di lesina e scalpelli oltre a degli scarti di produzione e frammenti in lega di rame sono stati rinvenuti all'interno di cumuli di cenere pertinenti e non differenziabili da quelli relativi a capanne su impalcato.

Molto più problematica è la seconda concentrazione di reperti, databile al Bronzo Recente 2, proveniente principalmente dalla zona delle grandi case distrutte da incendio in una fase avanzata di questa fase cronologica. I materiali nell'area delle case riflettono varie attività quotidiane e produttive, tra cui la principale è quella tessile, ma vi sono anche materiali indicatori di prestigio composti da ricco vasellame da mensa e materiali riconducibili a pratiche di culti domestici composti da figurine di cavallo (Bianchi 2018).

Dal settore a nord della strada, con dispersione post deposizionale, provengono alcuni frammenti di lingotto e di manufatti in bronzo, rari resti di fusione e frequenti fili o punte sottili di bronzo.

Nel corso delle indagini in corrispondenza del possibile passaggio tra Villaggio Piccolo e Villaggio Grande (Cremaschi et al. 2016), è stata rilevata una diffusa dispersione di materiale in lega di rame, databile al Bronzo Recente. I materiali recuperati sono simili per varietà e conservazione a quelli precedentemente citati: numerosissimi scarti di produzione, lingotti, pani e manufatti e strumenti frammentati (Bianchi 2018).

I manufatti in metallo selezionati per il presente progetto sono composti principalmente da piccoli oggetti frammentati come lesine, piccoli scalpelli, molti frammenti di fili, spilloni di varie tipologie e alcuni pugnali. Sono presenti anche frammenti di falcetto e degli anelli, di cui uno decorato. Generalmente i reperti, anche quelli restaurati, sono in condizioni molto frammentarie e spesso lo strato di corrosione è molto coprente, rendendo visibili delle tracce solo su piccole porzioni di superficie.

1.7 San Michele di Valestra

Il sito archeologico di San Michele di Valestra (fig. 4) si trova nell'Appennino Reggiano, nel territorio del comune di Carpineti (RE), poco a est della cresta del Monte Valestra.

Il sito venne scoperto nel contesto delle esplorazioni speleologiche delle vicine grotte, condotte dal CAI di Modena a partire dagli anni '50 del secolo scorso. Le ricerche vi si svilupparono poi con una serie di saggi (Tirabassi 1979) e con un sondaggio stratigrafico tra il 1965 ed il 1972 (Bellodi et al. 1979). Il materiale archeologico rinvenuto indica una frequentazione, sostanzialmente continua fra Bronzo Medio e Bronzo Finale (Bronzoni 1997) e forse anche più tarda (Tirabassi 1979).

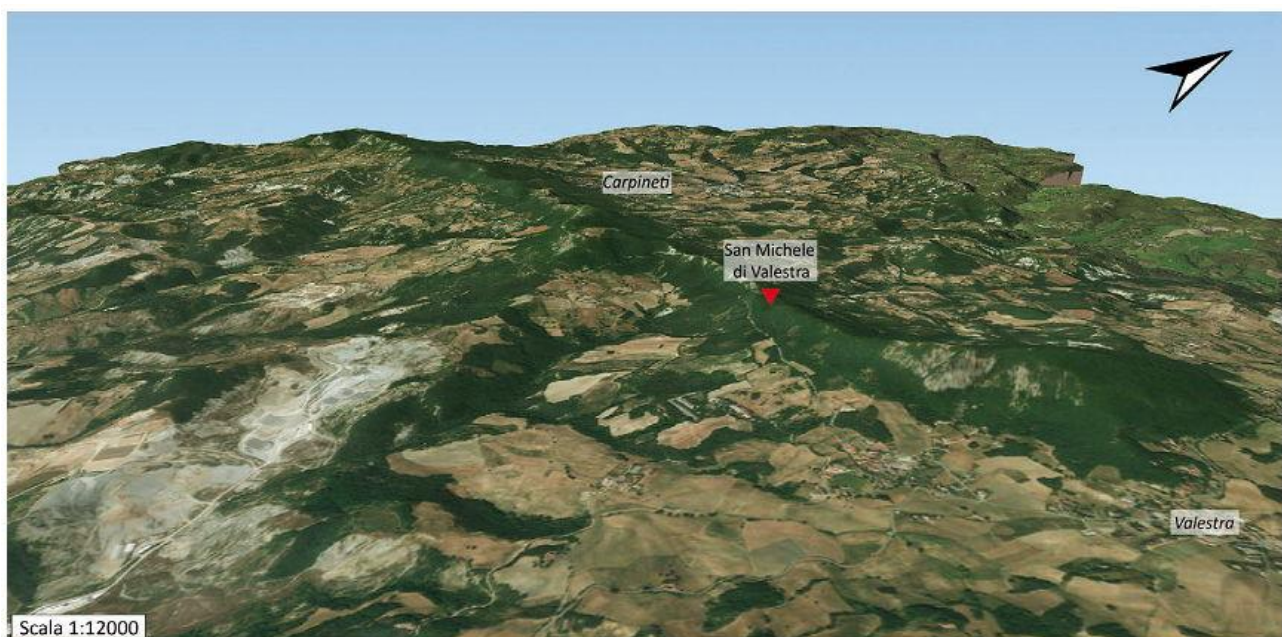


Fig. 4 Modello DTM dell'area circostante il sito di S. Michele. È evidente la cresta di arenaria che forma l'ossatura del Monte Valestra (elaborazione GIS F. Brandolini).

Dal 2017 gli scavi sono stati ripresi nell'ambito del progetto di ricerca "SUCCESSO-TERRA" un Progetto di Ricerca di durata triennale, finanziato dal MIUR – Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.

L'area riveste un notevole interesse storico e scientifico poiché documenta una lunga frequentazione che va dal Bronzo Medio fino al Bronzo Finale, con continuità verso l'Età del Ferro (Cremaschi 1997), offrendo un quadro per comprendere le dinamiche degli insediamenti montani durante quest'epoca.

Uno degli aspetti più rilevanti messi in luce dalle ricerche è la continuità di occupazione. Infatti, mentre nella Pianura Padana gli insediamenti della cultura delle Terramareolgevano verso una crisi e a un collasso fra Bronzo Recente e Bronzo Finale (Cardarelli 2009), a Valestra non sono state riscontrate testimonianze di alcuna interruzione. L'analisi stratigrafica ha dimostrato infatti che la comunità locale mantenne la propria presenza, probabilmente grazie a strategie di adattamento più resilienti, rese possibili dall'ambiente appenninico e dall'uso diversificato delle risorse naturali.

Le indagini archeologiche hanno portato alla luce tracce di strutture abitative come buche di palo e tracce di muretti a secco, resti di focolari e reperti ceramici.

I materiali rinvenuti comprendono utensili in bronzo, punte di freccia in selce e utensili in osso.

Le ricerche hanno integrato analisi geoarcheologiche, paleoambientali e paleobotaniche, con l'obiettivo di chiarire ulteriormente il rapporto tra le trasformazioni climatiche e le strategie di sussistenza adottate dagli abitanti.

Dal punto di vista dei reperti metallici presi in esame nel presente lavoro, il sito di Valestra ha restituito pochi reperti di piccole dimensioni come una fibula, degli spilloni, un pugnale e delle lesine. Le condizioni di conservazione sono abbastanza buone anche se lo strato di corrosione è pervasivo e rende difficile lo studio delle tracce.

Capitolo II

2.1 L'archeologia sperimentale

La definizione che, secondo chi scrive, esprime al meglio il significato e gli scopi di questa disciplina è quella proposta da Julia Heeb e Barbara S. Ottaway “*meticulously recorded experiments on and with materials and objects which were available at the time for a better understanding of methods of production and use*” (Heeb e Ottaway 2014 pp. 161-162).

Fu Robert Ascher (Ascher 1961) a scrivere il primo trattato teorico sull'archeologia sperimentale, proponendo una distinzione tra l'uso di esperimenti volti a valutare i metodi di scavo e le analisi sui manufatti, e il cosiddetto "esperimento imitativo". L'esperimento imitativo viene definito da Ascher come lo studio di un materiale "plasmato e utilizzato in modo simulativo al passato", al fine di rispondere a domande specifiche e permettere di formulare nuove inferenze (Ascher 1961).

Storia degli studi

Le prime applicazioni in ambito archeologico di questa metodologia di indagine risalgono agli albori della disciplina archeologica, in particolare per l'industria litica.

Un interesse per l'antichità da parte di nobili e antiquari si manifesta già dal XV-XVI secolo in Europa (Flores 2012). L'interesse di questi primi studiosi era rivolto all'acquisizione di oggetti provenienti dal passato, spesso solo a fini collezionistici, ignorando il contesto storico-culturale e archeologico da cui questi manufatti provenivano.

Fu nel XIX secolo che venne coniato per la prima volta il termine “Preistoria” da Daniel Wilson nella sua opera “The Archaeology and Prehistoric Annals of Scotland” nel 1851. In quegli anni ferventi, con la pubblicazione de “On the Origines of the Species” di Charles Darwin nel 1859 che si posero le basi per concepire un'origine della specie umana più antica di quanto si pensasse fino ad allora.

Fu Sir John Lubbock nel 1865 con il suo libro “Pre-Historic Times as Illustrated by Ancient Remains and the Manners and Customs of Modern Savages” a suggerire lo studio etnografico delle possibili analogie tra le società tradizionali contemporanee al suo tempo e le società preistoriche europee ormai estinte. Questa nuova prospettiva di indagine permise di ampliare gli orizzonti della conoscenza delle società preistoriche e della comprensione della funzione di molti manufatti che le società tradizionali moderne producevano ancora con materiali e tecniche affini a quelle del passato, soprattutto per ciò che concerneva l'industria litica (Coles 1979).

L'archeologia sperimentale nacque nel momento in cui, in questo secolo dominato dal fermento scientifico, degli studiosi decisero di replicare dei manufatti antichi. Sir John Evans fu tra i primi assieme a Pitt-Rivers, John Lubbock e Sven Nilsson (Coles 1979) ad effettuare i primi esperimenti dedicati alla

scheggiatura della pietra con lo scopo di comprendere i processi e le tecniche di produzione dei manufatti in pietra scheggiata già nel 1868, poco prima dell'inizio del Congresso di Archeologia Preistorica a Norwich in Inghilterra (Dillian 2019 p. 3; Lemorini 2025 p. 28).

Il lavoro di ricerca svolto dagli autori sopracitati si differenziava nettamente da quello di alcuni personaggi loro contemporanei che oggi non esiteremmo a definire “falsari”. È noto il nome di Edward Simpson detto “Flint Jack” che riproduceva degli strumenti in selce spacciandoli per manufatti paleolitici (Coles 1979). Già nel XIX secolo si creò una netta spaccatura nelle finalità della riproduzione di un reperto archeologico: da un lato si ponevano i falsari o, più in buona fede, degli artigiani che producevano delle repliche per collezioni private o museali, con l'unico scopo di creare un oggetto esteticamente simile all'originale; dall'altro si ponevano Evans e gli altri studiosi le cui riproduzioni avevano una finalità scientifica, volta ad indagare e comprendere i processi e le tecniche di produzione di determinati oggetti, tramite una sperimentazione controllata.

La produzione di repliche sperimentali non si limitava solo all'industria litica ma si estendeva anche al metallo. La riproduzione sperimentale di un *Carnyx*, uno strumento a fiato in bronzo, rinvenuto nel fiume Witham nel Lincolnshire nel 1768, fu addirittura precedente alle prime sperimentazioni con la selce. L'esperimento “disastroso”, come lo definisce John Coles (Coles 1979), verteva sulla riproduzione del reperto ma il Dr. George Pearson incaricato di condurre gli studi finì per distruggere i bronzi.

Fino alla fine degli anni Cinquanta del secolo scorso le applicazioni dell'archeologia sperimentale si limitavano a dimostrazioni sporadiche, mancando di una sistematicità nel metodo di ricerca. Fu infatti l'avvento dell'archeologia processuale negli Stati Uniti a proporre l'applicazione di un approccio scientifico all'archeologia che, fino a quel periodo, era legata ad un approccio prettamente descrittivo-classificatorio ad appannaggio delle materie umanistiche. I processualisti, infatti, contestavano la mancanza di una metodologia condivisa che integrasse le tecniche analitiche proprie delle discipline scientifiche e antropologiche (Lemorini 2025).

Fu grazie a questa esigenza di una maggiore scientificità nell'indagine archeologica che si applicarono i concetti di esperimento riproducibile, controllabile e condivisibile che nacque l'archeologia sperimentale.

Il dibattito teorico nell'ambito della ricerca archeologica è stato caratterizzato dall'avvento del post-processualismo teorizzato da Jan Hodder negli anni Ottanta, il quale rivendicava la necessità di integrare nella ricerca lo studio delle sovrastrutture simboliche e rituali che potevano caratterizzare i resti archeologici. Questo non cambiò lo sviluppo delle metodologie di analisi interdisciplinari e l'archeologia sperimentale rimase uno degli approcci impiegati nella ricerca (Giannichedda 2002; Lemorini 2025).

Dagli anni Novanta in poi la tendenza è stata quella di integrare le due impostazioni teoriche e ampliare ed aggiornare gli strumenti della ricerca con una costante attenzione allo sviluppo delle tecniche di analisi di altre discipline e all'integrazione di queste nei protocolli sperimentali.

Teoria dell'archeologia sperimentale

Sin dalle origini le finalità di questa disciplina sono sempre state chiare: verificare o confutare scientificamente delle ipotesi riguardanti dei contesti e dei materiali archeologici, evidenziando le analogie e le differenze tramite l'organizzazione e la realizzazione di protocolli sperimentali.

Dal punto di vista teorico l'archeologia sperimentale interagisce con più discipline, specializzazioni e periodi, partendo dai primordi dell'evoluzione umana fino ad arrivare a tempi a noi più vicini. Questo perché può indagare qualsiasi campo in cui l'essere umano abbia agito nel passato: dallo sfruttamento delle risorse animali a quelle vegetali o minerarie, dalla fabbricazione di piccoli oggetti a grandi monumenti. In sostanza, tutto ciò che è opera umana può essere un campo d'indagine per l'archeologia sperimentale tramite l'utilizzo di esperimenti rigorosamente documentati.

John Coles (Coles 1979) suddivide gli esperimenti in tre livelli:

- Il primo livello è quello che riguarda l'esperimento simulativo in cui si riproduce fedelmente un manufatto o una struttura. Questo primo livello non ha altro scopo se non quello di creare una replica visivamente simile all'originale con una finalità principalmente didattica. Gli strumenti e le tecniche di realizzazione possono essere moderni poiché la replica non sarà oggetto di studi funzionali o traceologici.
- Il secondo livello riguarda la sperimentazione dei metodi e dei materiali con cui l'oggetto indagato veniva prodotto nel passato. In questo livello è fondamentale che le tecniche e i materiali impiegati siano più fedeli possibile all'originale poiché sono essi stessi oggetto di indagine. Lo scopo è dunque quello di ricostruire una catena operativa con materiali e metodi consoni al periodo e al contesto preso in esame.
- Il terzo livello della sperimentazione è quello che riguarda la funzionalità e l'utilizzo dell'oggetto replicato. In questa fase vengono prese in esame le caratteristiche costruttive e le possibili opzioni di utilizzo. È fondamentale che lo sperimentatore abbia maturato una certa familiarità nell'utilizzo della categoria di oggetti realizzati poiché un maneggiamento inesperto e improvvisato potrebbe fornire un dato falsato delle effettive potenzialità funzionali della replica. Inoltre, anche il contesto di utilizzo di una classe di oggetti dovrebbe essere consona e coerente con quello che poteva essere lo scenario archeologico.

Al fine del corretto svolgimento di un esperimento, di qualsiasi tipo o livello esso sia, è fondamentale che chi dirige l'esperimento abbia maturato una conoscenza teorica e pratica dei procedimenti che dovrà svolgere in prima persona o far svolgere ad uno sperimentatore. Il bagaglio di conoscenza teorica dovrebbe idealmente essere costituito da uno studio della letteratura scientifica riguardante la materia e l'oggetto della sperimentazione e una conoscenza teorica appresa dalla pratica della disciplina in questione. Se ad esempio la sperimentazione ha come scopo l'indagine delle lavorazioni sul metallo, sarebbe opportuno che chi dirige l'esperimento abbia una conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche del materiale e delle tecniche necessarie alla sua lavorazione. Inoltre, è necessario avere cognizione del contesto storico-archeologico preso in esame, quali strumenti erano disponibili in quel periodo e quali tecnologie erano disponibili.

Matthias Kucera (Kucera 2004) ha proposto che per ottenere i migliori risultati, il processo sperimentale dovrebbe essere diviso in un esperimento *soft* e uno *hard*. Durante l'esperimento *soft*, lo sperimentatore familiarizza con il materiale, accumula competenza ed esperienza, formula e chiarisce le domande, definendo ciò che è possibile scoprire in primo luogo. Una volta che il procedimento è chiaro e la metodologia è divenuta ripetibile, si può condurre un esperimento *hard*, attraverso il quale si possono testare teorie riguardanti la tecnologia di produzione o la funzione di un oggetto (Kucera 2004). Questo approccio, seppur utilizzando nomenclature diverse, è nella sostanza paragonabile, se non addirittura sovrapponibile agli esperimenti "esplorativo" e "confermativo" (Mathieu 2002; Lemorini 2025).

Da un lato, è importante avere abbastanza esperienza e abilità in una certa tecnica o tecnologia al fine di eseguire esperimenti significativi e, d'altra parte, è importante sperimentare le tecniche, i materiali e processi di apprendimento con i propri sensi per comprendere un processo nella molteplicità delle sue sfaccettature (Heeb e Ottaway 2014).

Marianne Rasmussen (Rasmussen 2001) propone una suddivisione dei tipi di esperimenti in archeologia dal punto di vista dello scopo per il quale questi sono svolti.

Suddivide gli esperimenti in "controllato" ovvero quello che mira ad isolare il maggior numero possibile di variabili, modifica una variabile alla volta mantenendo costanti le altre e fornisce risultati misurabili e ripetibili; e in esperimento "contestuale", quest'ultimo non intende isolare il maggior numero possibile di variabili ma fornisce argomentazioni e ha come scopo la formulazione di nuove domande scaturite dall'esperienza vissuta durante l'esperimento, cerca infatti di riprodurre situazioni comparabili al contesto archeologico partendo dall'esperienza diretta.

Un esempio di questi due approcci può essere la riproduzione di manufatti in metallo svolta nel presente progetto, durante la quale vengono registrati tutti i gesti, le tempistiche, gli utensili impiegati. Questo tipo di esperimento mira a controllare tutti i cambiamenti e le variabili e ognuno di questi viene meticolosamente registrato, poiché deve essere riproducibile.

Un esempio di esperimento contestuale, invece, prevede lo svolgimento di queste attività in un contesto comparabile a quello preso in considerazione nella ricerca, come una capanna, per indagare come le condizioni ambientali e gli stimoli sensoriali influiscono sulle attività, come il tipo di illuminazione, la presenza di fumo negli ambienti, la temperatura e così via.

Rasmussen (2001) porta come esempio la costruzione e la navigazione di repliche di navi vichinghe al Museo delle Navi Vichinghe di Roskilde in Danimarca. L'autrice afferma che non si può verificare come navigassero realmente i Vichinghi, ma si possono trarre conclusioni pratiche, come il tipo di manovre che la replica di una nave può effettuare o che tipo di carico può trasportare. In questo caso non si cerca di registrare le varianti e le variabili ma si registrano le condizioni di svolgimento dell'esperimento, l'esperienza personale degli sperimentatori, che per definizione è soggettiva, con lo scopo di porre nuove domande di ricerca (Rasmussen 2001).

Questi due approcci all'esperimento in archeologia, secondo l'opinione di chi scrive, non sono mutualmente esclusivi, anzi, possono essere integrati tra di loro e fornire dati di grande interesse. Spesso l'esperimento controllato, qualora non fosse svolto in laboratorio mediante l'utilizzo di macchinari, per esempio per testare gli stress meccanici di un determinato tipo di impasto di argilla (Lemorini 2025 p. 12), necessita dell'intervento umano ed è proprio in questo frangente che si può svolgere contemporaneamente un esperimento contestuale, ad esempio svolgendo le attività di lavorazione dell'argilla all'aperto o al chiuso, durante l'inverno o l'estate, in quanto le condizioni ambientali possono influire sui tempi di essiccazione dell'argilla. La scelta di svolgere un tipo di esperimento rispetto ad un altro o di combinarli dipende dalle domande di ricerca poste a monte e al tipo di protocollo sperimentale che si intende mettere in atto.

Barry Molloy (Molloy 2019) nel suo articolo "Crafting prehistoric bronze tools and weapons: Experimental and experiential perspectives" tratta di un tema di grande importanza per l'archeologia sperimentale: l'interazione personale dello sperimentatore con il materiale.

Nello specifico Molloy considera l'utilità degli esperimenti attualistici che enfatizzano l'apprendimento cinestetico e come l'esperienza personale dello sperimentatore, il suo *know-how* e le sue abilità produrranno risultati diversi. Tenendo conto di questa premessa, afferma che l'archeologia sperimentale sarà sempre una pratica imperfetta: il suo scopo, infatti, non è quello di ritrovare una conoscenza perduta ma di trovare delle analogie con il record archeologico. Come l'esperienza personale dello sperimentatore influenza il risultato di un esperimento, così il bagaglio personale del metallurgo antico influenzava inevitabilmente il risultato finale.

Molloy afferma inoltre che lo sperimentatore deve necessariamente acquisire una familiarità con il materiale che può derivare solo dall'esperienza pratica, che permetterà al ricercatore di trovare analogie o differenze con le caratteristiche del reperto archeologico preso in analisi.

Concettualmente questa pratica è la fase *soft* descritta da Kucera (2004). La fase di familiarizzazione con il materiale permette di comprendere quali siano le abilità, le strumentazioni e le conoscenze pratiche necessarie per ottenere un risultato analogo a quello archeologico, tenendo in considerazione che uno stesso risultato può essere raggiunto in modi diversi: da qui l'impossibilità di ricostruire la tecnica esatta ma la possibilità di trovare opzioni plausibili.

Infine, è doveroso ricordare che la differenza tra un esperimento di archeologia sperimentale e una replica a fini dimostrativi sta nell'applicazione di un protocollo volto a registrare ogni parametro, gesto, condizione e tecnica presenti e praticati durante l'esperimento. Senza una corretta ed esaustiva raccolta di dati l'esperimento non sarebbe replicabile, sarebbe incompleto e scientificamente inattendibile.

2.2 L'archeometallurgia sperimentale

L'archeometallurgia sperimentale rappresenta un ambito specifico dell'archeologia sperimentale e dell'archeometria, dedicato allo studio e alla ricostruzione dei processi metallurgici antichi. Essa si propone di comprendere le tecniche di produzione, lavorazione e trasformazione dei metalli utilizzate dalle società del passato, riproducendo in modo controllato le varie fasi del ciclo metallurgico dall'estrazione del minerale alla fusione, dalla colata alla finitura dei manufatti e permettere la comprensione dei contesti a essi collegati (Bayley et al. 2001).

L'obiettivo di questa disciplina non è soltanto quello di ripetere esperienze tecniche antiche, ma di verificare ipotesi archeologiche, valutare la plausibilità tecnologica di determinate pratiche e ottenere dati comparabili con i reperti originali. L'approccio è quindi sia empirico sia scientifico, combinando l'osservazione diretta dei processi con l'analisi fisico-chimica dei risultati (Tylecote 1962; Crew, 1991).

Nell'archeometallurgia sperimentale si riproducono le catene operative metallurgiche, con l'intento di osservare tutti i passaggi che trasformano la materia prima in prodotto finito. Durante gli esperimenti vengono monitorate variabili tecniche e fisiche come la temperatura, la durata della fusione, la qualità del combustibile e tutti i fattori che concorrono alla lavorazione del metallo. I risultati vengono poi confrontati con i reperti archeologici, in particolare con scorie, crogioli, residui di fusione e strumenti di lavorazione.

L'analisi dei prodotti sperimentali avviene attraverso tecniche archeometriche quali microscopia ottica ed elettronica, spettrometria XRF, analisi isotopiche e mineralogiche, che permettono di confrontare la composizione chimica delle scorie e dei metalli sperimentali con quelli rinvenuti negli scavi (Crew 1991).

Le radici dell'archeometallurgia moderna si collocano nella seconda metà del XX secolo. Tra i pionieri si distingue Ronald Frank Tylecote, che con opere fondamentali come *Metallurgy in*

Archaeology (1962) e *The Early History of Metallurgy in Europe* (1987) sistematizzò l'approccio scientifico allo studio della metallurgia antica, definendo per la prima volta un metodo di analisi comparativa tra evidenze archeologiche e sperimentazione pratica (Rey 2015).

Gli obiettivi principali dell'archeometallurgia sperimentale, secondo Heeb ed Ottaway (2014), vertono sul miglioramento delle conoscenze della metallurgia antica, sull'ottenimento di nuovi dati e idee, infine sulla verifica o confutazione di ipotesi. L'archeometallurgia sperimentale può dunque essere utilizzata per testare ipotesi riguardanti gli aspetti dei processi di produzione del metallo, del suo utilizzo e della formazione di tracce connesse con queste attività.

In accordo con quanto proposto da Heeb ed Ottaway, si ritiene che l'approccio sperimentale all'archeologia dei metalli sia un metodo fondamentale ed imprescindibile per lo studio dei processi di formazione delle tracce, grazie alla scrupolosa applicazione di protocolli volti a monitorare e documentare i processi di fabbricazione, di utilizzo e di analisi della replica dell'oggetto antico, permettendo di creare la base per la loro comprensione.

Nel caso specifico dello studio di un manufatto in metallo, la *conditio sine qua non* dovrebbe idealmente essere il rispetto dei parametri fisici dell'oggetto antico come le dimensioni, il peso, la composizione della lega, le caratteristiche costruttive e le tecniche di produzione per rendere funzionale l'oggetto. Diviene dunque di vitale importanza, al fine di ottenere dei risultati attendibili, di disporre di una replica più fedele possibile allo strumento preso in esame poiché un manufatto con caratteristiche fisiche differenti dall'originale potrebbe pregiudicare la corretta interpretazione del risultato. Anche gli strumenti con cui si produce la replica sperimentale dovrebbero essere fedeli a quelli disponibili nel contesto storico-culturale preso in esame, soprattutto per la formazione delle tracce tecnologiche che altrimenti risulterebbero completamente inattendibili.

Negli ultimi anni sono state di grande importanza le pubblicazioni relative agli strumenti per la lavorazione dei metalli nella preistoria e nella protostoria, tra cui "Ricerche sugli strumenti da metallurgo nella protostoria dell'Italia settentrionale: gli utensili a percussione" e "Smiths and Smithing in Bronze Age Terramare" di Cristiano Iaia, pubblicati rispettivamente nel 2014 e nel 2015; e il volume "Metalworkers and their tools: symbolism, function, and technology in the Bronze and Iron Ages" curato da Linda Boutoille e Rebecca Peake e pubblicato nel 2023.

Queste pubblicazioni propongono una dissertazione delle principali evidenze archeologiche di strumenti per la lavorazione dei metalli e fornendo una panoramica delle principali tecniche di lavorazione.

Tramite lo studio archeometallurgico degli strumenti e dei materiali è possibile disporre di tutti i dati necessari per la corretta realizzazione della replica e del corretto utilizzo sperimentale.

Non bisogna però cedere ad una eccessiva rigidità poiché bisogna tenere in considerazione la natura artigianale e non standardizzata, in senso moderno, dell'oggetto antico e di conseguenza quella della

replica. Risulta quindi impossibile realizzare un oggetto completamente identico all'originale, alla stregua di una fotocopia, per la serie di fattori incontrollabili propri del lavoro artigianale che si riscontrano anche nei reperti archeologici: basti pensare ai vuoti di fusione che possono verificarsi durante la colatura del metallo o all'infinita serie di variabili che si possono incontrare durante la produzione. Ciò non toglie che le strumentazioni utilizzate nelle sperimentazioni e le repliche sperimentali debbano essere realizzate al massimo delle possibilità tecniche, rispettando quanto più possibile i parametri propri del reperto che verrà preso in analisi.

Diviene dunque necessario, al fine di ottenere dei dati validi nella fabbricazione degli strumenti sperimentali o nell'utilizzo di questi, che il produttore dello strumento e l'utilizzatore abbiano maturato un *know-how* teorico e pratico sufficiente per poter procedere con la sperimentazione, cosicché i dati raccolti non siano dovuti alla casualità o a una mancanza di esperienza nelle tecniche utilizzate, andando a stravolgere la corretta interpretazione del risultato.

Per padroneggiare determinate tecniche di lavorazione, oltre a una solida base teorica sui metodi di indagine sperimentale, è importante avere una preparazione pratica che in alcuni casi richiede molto tempo per essere appresa, considerando che molte tecniche di lavorazione sono andate perdute a causa dell'avanzamento tecnologico. Nel caso specifico del bronzo, seppur al giorno d'oggi questa lega sia ancora ampiamente utilizzata, è andata perduta la tecnica di fabbricazione delle lame, per il semplice motivo che nel corso della storia il progresso tecnologico ha reso questa pratica obsoleta.

In base all'esperienza personale di chi scrive maturata durante la stesura delle tesi triennale e magistrale, un altro punto da tenere in considerazione nella produzione di una replica sperimentale di un oggetto o del suo utilizzo è la difficoltà tecnica intrinseca alla natura della lavorazione che per i motivi più disparati non sempre fanno parte delle competenze del ricercatore. Spesso, infatti, è necessario affidare a degli artigiani specializzati la riproduzione dell'oggetto antico, ma a volte questo non basta. Come anticipato, alcune tecniche sono andate perdute o abbandonate per dei sistemi di produzione più efficaci e l'artigiano moderno si avvale di strumentazione tecnologicamente avanzata per realizzare le sue opere. Ne consegue dunque che, pur lavorando il medesimo materiale preso in esame per lo studio sperimentale, l'artigiano potrebbe utilizzare delle strategie molto differenti rispetto a quelle disponibili in un contesto del passato. Nel caso dei metalli, un fabbro odierno potrebbe avvalersi di macchinari quali magli, forge a gas, saldatori, carteggiatrici e prodotti chimici di cui, ovviamente, il corrispettivo artigiano del passato non disponeva. Di conseguenza, l'artigiano dovrà adattare le sue conoscenze pratiche e teoriche del materiale alle esigenze proprie di una replica sperimentale.

L'archeologo diviene una figura fondamentale proprio nel momento in cui è necessario percorrere a ritroso i processi di produzione, conoscere quali erano i contesti e i modi in cui determinate

tecnologie sono nate, in che modo si sono evolute e quali erano gli strumenti a disposizione degli artigiani del passato. La collaborazione tra artigiani che forniscono il *know-how* pratico acquisito dall'esperienza diretta con il materiale e archeologi che mettono a disposizione il *know-how* teorico su cui basare la realizzazione della replica sperimentale, diviene imprescindibile. In alcuni casi queste figure coincidono a causa dell'estrema specializzazione necessaria allo studio e alla realizzazione dell'oggetto e l'archeologo diviene esecutore materiale dei processi di produzione e di analisi.

2.3 L'archeometria

L'archeometria è una disciplina interdisciplinare che applica i metodi e le tecniche delle scienze naturali, in particolare fisica, chimica, geologia, biologia, matematica e informatica, allo studio dei materiali archeologici. Il suo scopo principale è quello di ottenere dati scientifici oggettivi sulla composizione, provenienza, datazione, tecnologia e stato di conservazione dei reperti, fornendo così un supporto concreto all'interpretazione storica e culturale del passato (Wells 2020).

L'archeometria nasce dall'esigenza di integrare l'approccio umanistico dell'archeologia con il rigore delle scienze sperimentali. Essa non rappresenta un fine in sé, ma uno strumento di ricerca volto a rispondere a domande di natura archeologica.

I metodi utilizzati sono molteplici e possono essere distinti in fisici, chimici e biologici. Tra i principali metodi fisici rientrano le tecniche di datazione come il radiocarbonio C14, la termoluminescenza, la dendrocronologia e l'archeomagnetismo, che permettono di stabilire l'età di manufatti e resti organici. Le analisi chimiche e spettroscopiche (XRF, ICP-MS, cromatografia, analisi isotopiche) consentono invece di determinare la composizione elementare dei materiali e di identificare le fonti di approvvigionamento. I metodi mineralogici e petrografici aiutano a riconoscere l'origine delle materie prime, mentre gli studi biologici e genetici, come l'analisi del DNA antico e degli isotopi stabili, forniscono informazioni sulla dieta, mobilità e salute delle popolazioni del passato (Wells 2020).

Parafrasando Molloy (Molloy 2019, p. 16): “Per materiali come metalli o ceramiche le analisi di campioni degli oggetti antichi possono, tra le altre cose, darci informazioni sul processo di creazione. Da questo possiamo utilizzare il *reverse engineering* per ricostruire molti degli aspetti tecnici e tecnologici compiuti nella realizzazione di oggetti”. L'archeometria diviene dunque una mappa con cui condurre gli esperimenti e un caposaldo per verificare le analogie con il reperto archeologico.

L'archeometria diviene uno strumento, spesso indispensabile, per poter progettare dei protocolli di archeologia sperimentale efficaci e completi, basati sulle caratteristiche chimico-fisiche dei reperti. Questo approccio può essere corroborato dallo studio delle tracce individuabili sui reperti. Nel caso dei reperti metallici lo studio delle tracce può essere uno strumento diagnostico di valore impareggiabile ai fini della conoscenza dei processi di produzione e d'uso di un manufatto.

Qualora lo stato di conservazione del reperto permetta il loro studio, le tracce forniscono delle informazioni su cui si possono basare le inferenze riguardo la funzione e la storia della vita funzionale dell'oggetto, della catena operativa riguardante la sua fabbricazione, creando così le basi su cui fondare i protocolli sperimentali. Lo studio delle tracce permette inoltre di raccogliere dati che possono incrementare la conoscenza dell'uso e delle tecniche di produzione di varie categorie di oggetti. La necessità di una conoscenza più approfondita riguardo a questi temi ha incentivato in maniera crescente lo studio delle tracce anche tramite l'utilizzo di esperimenti, andando a creare delle collezioni di confronto per la comparazione con le tracce osservabili nei contesti archeologici (Sáez e Lerma 2015).

In questo contesto l'archeometria e l'archeologia sperimentale sono degli strumenti spesso indispensabili per poter individuare e comprendere le tracce e la loro origine. Le circostanze in cui è stato utilizzato un certo tipo di oggetto, con quali materiali ha interagito, con quali materie prime e strumenti è stato prodotto, possono variare considerevolmente il tipo di tracce riscontrabili su uno strumento. Per questo motivo l'utilizzo dell'archeologia sperimentale diviene un passaggio fondamentale per risalire all'origine della formazione delle tracce.

2.4 I metalli e le leghe in archeologia

Lo sfruttamento dei metalli nativi e dei minerali metallici per la produzione di pigmenti sono attestati, seppur in maniera sporadica, già nel XI millennio a.E.C. nel Sud-est asiatico (Roberts et al. 2009). In periodi così antichi è attestata la lavorazione di rame nativo e solo millenni più tardi verranno maturate delle conoscenze per poter estrarre il metallo dai minerali e di conseguenza aumentare la quantità e la disponibilità. Il reperimento in natura di metalli allo stato nativo è piuttosto raro, infatti, oltre ad essere scarsamente diffusi sulla crosta terrestre, i metalli devono, nella maggior parte dei casi essere estratti da minerali (Giardino 1998).

Nel mondo antico i principali metalli impiegati per la fabbricazione di vari prodotti, dagli utensili agli ornamenti, erano il rame, l'argento, l'oro, il piombo, lo stagno e il ferro, usati sia singolarmente sia per la produzione di leghe metalliche (fig. 5). Di seguito si propone una trattazione delle caratteristiche dei metalli che costituiscono la lega di bronzo.

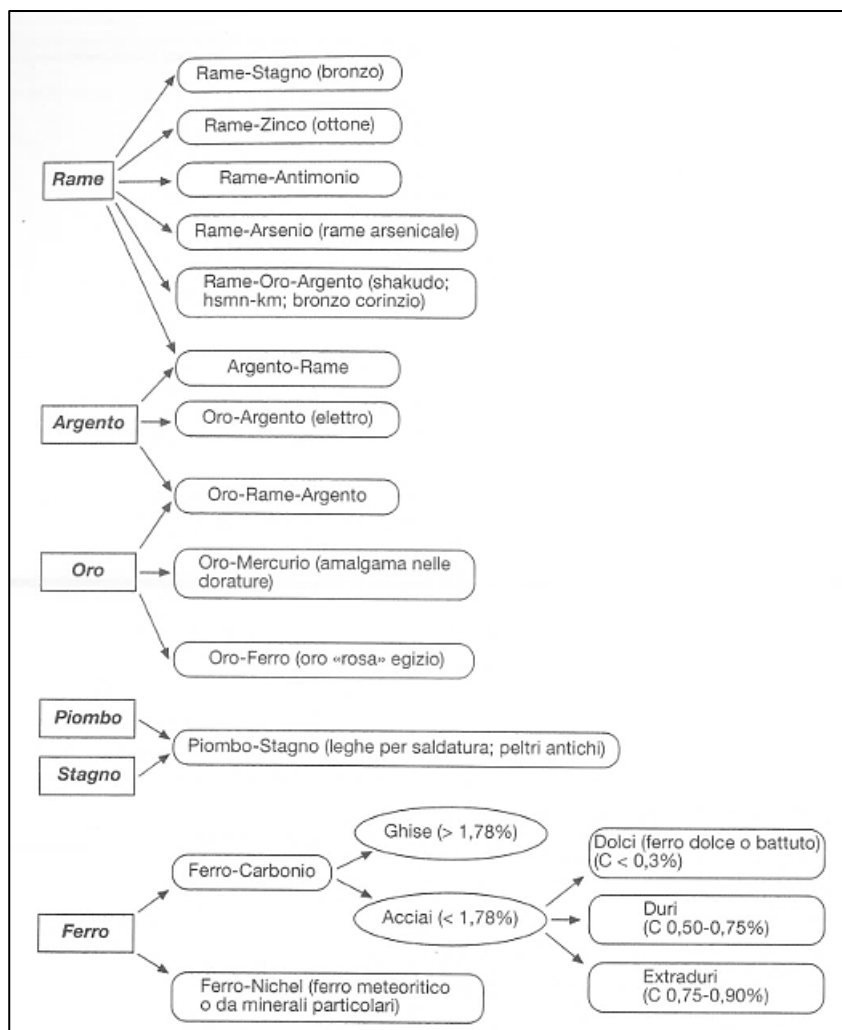


Fig. 5 I principali metalli e le leghe usati nell'antichità. (Giardino 1998 p. 4 fig. 1).

Il rame

Il rame è il metallo base della lega di bronzo, ha un colore rosso brillante ed è caratterizzato da una marcata malleabilità, duttilità e tenacità la cui temperatura di fusione è di 1083°C (Giardino 1998).

Il rame nella preistoria europea veniva estratto da vari minerali (Artioli et al. 2017) che possono essere suddivisi in base all'origine geologica in:

- Minerali primari: sono minerali formati durante la cristallizzazione originale della roccia ignea primaria.
- Minerali secondari: sono minerali primari che hanno subito un'alterazione o una rideposizione. Si trovano solitamente più vicini alla superficie rispetto ai minerali primari.
- Rame nativo: rame che affiora in forma metallica.

Dal punto di vista della composizione chimica, i minerali di rame si possono suddividere in (tab. 1):

Tipo	Minerale	Aspetto	Formula
Minerali carbonati	Malachite	<i>Verde brillante</i>	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_4$
	Azzurrite	<i>Blu vetroso</i>	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_4$
Minerali ossidati	Cuprite	<i>Rosso argilloso</i>	Cu_2O
	Tenorite	<i>Nero</i>	CuO
Minerali solforati	Calcopirite	<i>Giallo metallico</i>	CuFeS_2
	Covellite	<i>Blu</i>	CuS
	Bornite	<i>Marrone metallico</i>	Cu_5FeS_4
	Calcosite	<i>Grigio scuro</i>	Cu_2S
	Tetraedrite	<i>Grigio metallico</i>	$\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
	Tennantite	<i>Grigio nero</i>	$\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$

Tab. 1 Minerali di rame (Ottaway e Roberts 2008). Tabella rielaborata da A. Pellegrini.

La prima attestazione di lavorazione del rame risale alla fine del IX millennio a.E.C. (Rehren et al. 2021) il rame nativo veniva lavorato a Çayönü Tepesi, nella Turchia orientale, dove le analisi metallografiche hanno mostrato indicazioni di ricottura (Maddin et al. 1999). Nei millenni successivi, l'uso dei minerali di rame divenne comune tra le comunità preistoriche del Vicino e Medio Oriente. Tuttavia, la maggior parte di questi oggetti era prodotta mediante lavorazione a freddo o utilizzando temperature che non superavano alcune centinaia di gradi Celsius (Radivojevic et al. 2010).

Per la prima estrazione di rame da minerale si dovranno attendere altri millenni. Infatti, la prima attestazione di *smelting* è datata a circa 5000 a.E.C. a Belovode, in Serbia (Radivojevic et al. 2010).

Le principali evidenze di estrazione, di sfruttamento e delle fasi primarie della produzione di metallo sono attestate principalmente nei siti delle regioni metallifere dei Balcani, del Tauro, dei monti Zagros e del Caucaso nel V / IV millennio a.E.C. Successivamente, nel III e all'inizio del II millennio a.E.C. la produzione di rame si espande nell'Egeo meridionale, nella Penisola iberica, nelle isole britanniche, sulle Alpi e sui Monti Metalliferi slovacchi (Radivojević et al. 2019).

In ambito italiano, le prime evidenze di lavorazione del rame e probabilmente anche la tecnologia per produrli, fecero la loro comparsa nell'Italia nord-orientale durante il terzo quarto del V millennio a.E.C. (Dolfini 2013, 2014). Le caratteristiche fisiche e meccaniche del rame vengono migliorate quando viene legato ad altri elementi quali arsenico e stagno, formando così la lega di bronzo. In base al tipo di minerale utilizzato e della natura geologica del giacimento da cui il minerale viene estratto, possono essere presenti altri elementi chimici come l'antimonio, il bismuto e l'arsenico. Questi possono rimanere legati al rame nelle fasi di riduzione in forma metallica sotto forma di impurità.

Nel caso dell'arsenico, quando questo elemento si lega al rame, forma una lega dalle caratteristiche fisiche differenti da quelle del rame puro. Oltre a conferire una colorazione diversa, dall'apparenza

argentea, la sua presenza aumenta la resistenza, la durezza e la tenacità, permettendo di realizzare degli oggetti dalle caratteristiche funzionalmente superiori a quelle del rame puro. Inoltre, con un processo di *cold-working* queste caratteristiche vengono incrementate, rendendo il metallo più duro e tenace (Tylecote 1992).

Molte evidenze archeologiche di sfruttamento delle miniere hanno incentivato lo studio delle tecniche di estrazione del minerale di rame, ad esempio la Ecton Copper Mine o Great Ormes nel Regno Unito, solo per citarne alcune.

Il ritrovamento di strumenti da scavo in pietra e in osso ha inoltre permesso di effettuare delle sperimentazioni per testare l'efficacia di tali strumenti e fornire dati sulle tecniche di scavo nella preistoria (Craddock 1990).

Il processo che permette di ottenere il rame in forma metallica prevedeva varie fasi (Giardino 1998): in seguito all'individuazione della vena o dell'affioramento del minerale di rame, questo veniva estratto tramite l'utilizzo di picconi e mazzuoli litici, pale e picchi in osso e palco di cervo (Craddock 1990). Il minerale veniva poi ulteriormente frantumato e polverizzato, quindi flottato per eliminare eventuali impurità.

La fase successiva era lo *smelting*, ovvero il processo che permetteva di ottenere il rame in forma metallica tramite l'utilizzo di una fossa di fusione alimentata a carbone (Tylecote 1992; Giardino 1998). Per alcuni minerali il processo di *smelting* poteva richiedere l'utilizzo di un flussante come dell'ossido di ferro per permettere la separazione del metallo dalla ganga (Ottaway e Roberts 2008).

Una volta raggiunta la temperatura di fusione, il rame allo stato liquido colava sul fondo della fossa e poteva così essere raccolto dopo che si fosse raffreddato e solidificato. Questo subiva poi un'ulteriore fase di fusione in crogiolo per essere eventualmente legato con altri metalli e colato in forme di fusione per ottenere degli oggetti o per realizzare dei lingotti che potevano così essere utilizzati in seguito.

Il rame è un metallo molto duttile e dopo il processo di *smelting* ed eventualmente di *casting* nelle forme di fusione, poteva essere martellato per ottenere la forma dell'oggetto desiderato. Il processo di martellatura a freddo, quindi senza l'utilizzo di un preriscaldamento in forgia, detto *cold-working*, permetteva di modellare l'oggetto ed incrudirlo aumentando la rigidità e la durezza (Giardino 1998). Il processo di *cold-working* poteva essere alternato ad una ricottura o *annealing*, ovvero un riscaldamento in forgia per rendere il metallo nuovamente duttile e permettere di proseguire la martellatura senza rischiare di fratturare il metallo (Ottaway e Roberts 2008). I processi di martellatura a freddo e di eventuale ricottura lasciano delle tracce nella struttura dendritica del metallo e tramite lo studio metallografico è possibile determinare se un manufatto antico ha subito tali processi (Scott 1991). Le fasi successive di fabbricazione potevano prevedere dei processi di abrasione, lucidatura e nel caso di strumenti da taglio di un'affilatura. Tutte queste fasi lasciano delle tracce superficiali ben

identificabili (Dolfini 2011; Sáez e Lerma 2015), nel caso in cui la corrosione non le abbia obliterate, permettendo così di studiare i metodi di produzione e di finitura di uno strumento metallico.

Lo stagno

Lo stagno, il metallo secondario della lega di bronzo, ha un colore argentato molto lucente ed è relativamente morbido, malleabile e deformabile il cui punto di fusione viene raggiunto a 232°C (Giardino 1998). Questo metallo non si trova naturalmente legato al rame, quindi doveva essere aggiunto intenzionalmente per creare la lega; salvo rarissime eccezioni in cui il minerale di rame si trovava in associazione con della stannite, formando così una lega di bronzo naturale (Ottaway e Roberts 2008), ma considerando la rarità di questi minerali sembra più probabile che l'alligazione avvenisse in maniera intenzionale aggiungendo lo stagno separatamente.

Lo stagno non si trova in natura in forma metallica ma deve essere estratto dalla cassiterite (Giardino 1998) ed è molto meno abbondante nella crosta terrestre rispetto al rame. Si trova distribuito irregolarmente in Eurasia, con i maggiori giacimenti in Europa occidentale e centrale e in Asia centrale.

Lo stagno si trova in associazione solo con roccia granitica (Muhly 1985) e la concentrazione di questo metallo varia all'interno di formazioni granitiche a seconda del contesto geologico.

Analogamente all'oro, lo stagno si trova all'interno delle vene di quarzo che attraversano le rocce granitiche. La differenza sostanziale è che l'oro si trova in forma di metallo nativo, mentre lo stagno viene rinvenuto sotto forma di ossido (SnO_2) ovvero la cassiterite (Muhly 1985).

La cassiterite viene esposta dagli agenti atmosferici che degradano il quarzo e il granito, dilavandola e facendole assumere la forma di piccoli grumi o pepite. Questi vengono trasportati dai corsi d'acqua e si stratificano sul fondo e sugli argini.

Si ipotizza che nell'Età del Bronzo la cassiterite in giacitura secondaria potesse essere raccolta e setacciata dagli accumuli fluviali e non estratta da miniere come accadeva per il rame (Giardino 1998). La diversa modalità di raccolta del minerale non lascia significative tracce nel terreno a differenza delle miniere di rame che al giorno d'oggi sono ancora individuabili, come nel caso di Great Orme nel Regno Unito.

I giacimenti di stagno noti al momento sono situati in quattro principali regioni di mineralizzazione: ovvero l'Inghilterra sudoccidentale e la Bretagna, i Monti Metalliferi della Sassonia e della Boemia, la penisola Iberica occidentale e il Massiccio centrale in Francia (Berger et al. 2017).

Lo stagno non è dunque uniformemente distribuito dal punto di vista geografico e per questo motivo nel mondo antico poteva essere oggetto di scambi anche a lunga distanza tra culture diverse. Poteva circolare sia sotto forma di minerale ancora grezzo o come metallo in forma di lingotti.

A sostegno dell'ipotesi della circolazione a lunga distanza, va ricordato il rinvenimento di stagno e cassiterite dal relitto trovato al largo della costa di Cap Gelidonia nella Turchia meridionale, datata

intorno al 1200 a.E.C. Il secondo relitto trovato è quello di Ulu Burun in Turchia, dove sono stati rinvenuti dei lingotti di stagno in forma di pannelli e lingotti “ox-hide” (Bass et al. 1984).

È tuttora dibattuto il tema dello *smelting* dello stagno poiché, come dimostrato sperimentalmente da W. Gowland (Gowland 1912) è possibile ottenere il bronzo mediante un processo di co-fusione di malachite e cassiterite utilizzando una piccola fossa di fusione. Il suo esperimento ha mostrato come questa tecnica per la produzione del bronzo non richieda grandi mezzi infrastrutturali. Più recentemente, alcuni esperimenti (Rostoker e Dvorak 1991; Herdits et al. 1995) hanno raggiunto risultati simili.

La co-fusione dei minerali o l'aggiunta di cassiterite al rame fuso, non prevede una fase preliminare di *smelting* dello stagno. È però evidente che lo stagno in forma metallica fosse disponibile nel mondo antico, se si prendono in considerazione lingotti rinvenuti nei naufragi sopracitati. A tal proposito sono stati studiati dei contesti in cui sono state individuate delle tracce di scorie dovute a questa pratica, ma i contesti dell'Inghilterra meridionale analizzati da R.F. Tylecote (Tylecote et al. 1989) non permettevano di effettuare datazioni accurate e non era dunque possibile stabilire la pertinenza di quei resti all'Età del Bronzo.

Nel sito di St. Renan-Kervéatous nella Bretagna francese, invece è stato possibile effettuare datazioni al radiocarbonio, collocando lo sfruttamento dello stagno tra la fine dell'Età del Bronzo Medio e l'inizio dell'Età del Bronzo Tardo alla fine del I millennio a.E.C. (Giot e Lulzac 1998).

Le scorie analizzate (Mahé-Le Carlier et al. 2001), sono il risultato di un processo di *smelting* della cassiterite per ottenere lo stagno. Il loro stato frammentario suggerisce che siano stati frantumati per estrarre piccole pepite di metallo. Questa pratica è stata inoltre osservata a Caerloggas in Cornovaglia dove delle scorie sono state datate al 1600 a.E.C. circa (Salter 1997). Anche in questo caso sembrano essere il risultato di questo tipo di tecnica metallurgica per la produzione di stagno. In conclusione, in base ai dati archeologici e sperimentali è evidente come entrambe le tecniche per lo sfruttamento della cassiterite per ottenere lo stagno fossero praticabili e non mutualmente esclusive.

Il bronzo

Il bronzo è la lega metallica distintiva dell'Età del Bronzo e si presenta di colore dorato e lucente, la cui durezza, malleabilità e resistenza dipendono dalla percentuale di stagno contenuta nella lega. Una delle prime attestazioni di bronzo allo stagno proviene da Pločnik, un sito della cultura Vinča in Serbia. Le attività di scavo hanno portato al rinvenimento di un frammento di lamina in bronzo allo stagno proveniente da un livello di occupazione datato alla metà del V millennio a.E.C. (Radivojević et al. 2013)

Come dimostrato dai test effettuati da Heather Lechtman (Lechtman 1996) su dei lingotti di rame arsenicale e di bronzo con delle composizioni percentualmente crescenti di metalli di alligazione, maggiore è la percentuale di stagno nella lega, maggiore sarà la sua durezza a scapito della resistenza:

aumenta dunque la fragilità poiché diviene meno duttile, sviluppando così la tendenza a fratturarsi piuttosto che piegarsi quando è sottoposto a uno sforzo meccanico.

La durezza del bronzo viene inoltre incrementata, come menzionato precedentemente per il rame, tramite l'incrudimento, ovvero una martellatura effettuata a freddo che compatta il materiale, alternata a dei cicli di riscaldamento che rendono nuovamente morbido il metallo qualora si dovesse procedere con ulteriore martellatura ed evitare delle fratture e danneggiamenti dell'oggetto.

Queste lavorazioni modificano la struttura dendritica della lega ed è possibile, tramite uno studio metallografico, indagare quali processi ha subito il manufatto, quanti cicli di riscaldamento e martellatura o se l'oggetto non ha subito alcuna lavorazione successiva all'estrazione dalla forma di fusione (Scott 1991; Giardino 1998).

Nella vasta letteratura scientifica disponibile per lo studio della lega di bronzo è dibattuta l'origine dell'alligazione del rame. Per il bronzo arsenicale, la prima lega di rame storicamente nota con attestazioni nel Vicino Oriente Antico già dal IV millennio a.E.C. (Tylecote 1992), si ipotizza che fossero selezionati dei minerali di rame già contenenti l'arsenico, la cui concentrazione è dettata dalle caratteristiche naturali del minerale, ottenendo così degli oggetti in metallo dalla percentuale di arsenico irregolare e casuale (Ottaway e Roberts 2008).

Come teorizzato (Tylecote 1992; Ottaway e Roberts 2008) e dimostrato sperimentalmente (Gowland 1912; Rostoker e Dvorak 1991; Herditset al. 1995; Rovira et al. 2009) per la lega rame-stagno invece, similmente alla produzione di bronzo arsenicale, avrebbe potuto essere realizzata mediante:

- La miscelazione di minerali di cassiterite e ossido di rame in un crogiolo o in una fornace.
- La co-fusione di minerali solfuro di rame con minerali di cassiterite.
- Aggiungendo la cassiterite al rame una volta raggiunto il suo stato liquido.
- Tramite il processo di riduzione dei minerali di cassiterite per ottenere lo stagno metallico, quindi aggiungere questo prodotto al rame metallico fuso.

Il bronzo è un materiale che permette uno studio ampio e multidisciplinare.

Le indagini applicabili a questo materiale spaziano dalla tecnologia estrattiva dei minerali, all'archeometria, all'archeometallurgia, all'archeologia sperimentale. Possono essere indagate la provenienza, la circolazione e la determinazione chimico-fisica dei minerali, degli scarti di lavorazione, dei prodotti finiti o dei lingotti. Tuttora è molto dibattuto il significato sociale e simbolico-rituale, nonché il valore di scambio (Lago et al. 2023) che questo materiale poteva avere nelle società protostoriche e come queste potessero relazionarsi tra loro.

Le comunità in tutto il continente europeo durante l'Età del Bronzo comprendevano gruppi agricoli e pastorali che vivevano principalmente in villaggi. Un focus per l'attuale dibattito accademico sta nella natura delle interrelazioni tra queste comunità. Attualmente i poli di interpretazione spaziano

da una prospettiva in cui le economie e le identità sono percepite come basate sulla comunità in cui gli scambi e le interazioni sono su scala minore a carattere regionale; oppure in una prospettiva tendente all'interpretazione delle interazioni su scala maggiore dove queste hanno una portata interregionale e "globalizzata" (Radivojević et al. 2018). Al centro di questo dibattito di lunga data c'è il rapporto tra metalli e società dell'Età del Bronzo europea, soprattutto perché il bronzo può essere usato come *proxy data* per popolazioni, sistemi commerciali, conflitti, e pratiche culturali. L'enfasi continua a essere posta sulle molteplici connessioni tra oggetti metallici, scambi di metallo ed eventuali gruppi che detenevano il potere e il controllo delle rotte e delle transazioni; come nel caso delle Terramare dove è emblematico il rinvenimento di ipotetici pesi da bilancia con sistema ponderale (Cardarelli et al. 2004) inserendo questa cultura in un panorama più ampio di scambi, contatti e commerci.

L'esigenza di una maggiore conoscenza del bronzo e del suo ruolo nelle società protostoriche ha incentivato l'applicazione di analisi scientifiche, permettendo così di ampliare le prospettive di indagine e la comprensione del ruolo di questa lega nelle società antiche. Ad esempio, uno dei metodi più veloci e non distruttivi per conoscere la composizione della lega di bronzo è la X-ray fluorescence (XRF). Necessitano di campionamento invece la Electron microscopy (EM), che a seconda della configurazione può assumere il nome di Scanning electron microscopy (SEM), e la Inductively coupled plasma spectrometry (ICP) (Pollard e Bray 2013).

Queste sono solo alcune delle configurazioni e delle tecniche d'indagine applicabili al materiale metallico, ma non verrà trattato in questa sede il funzionamento e le caratteristiche delle strumentazioni e delle tecniche sopracitate.

Una tra le analisi che si possono effettuare su dei reperti in metallo è l'osservazione al microscopio delle caratteristiche superficiali e delle deformazioni che il manufatto riporta. Un'applicazione di questo metodo è lo studio delle tracce tecnologiche, ovvero l'analisi delle tracce lasciate sui manufatti dai processi tecnologici che hanno permesso di trasformare il materiale grezzo in un oggetto finito. Si può effettuare inoltre lo studio delle tracce d'uso lasciate dalla vita funzionale dell'oggetto.

Un altro ambito di grande importanza è lo studio delle tracce post-deposizionali e di come l'ambiente e le condizioni di deposizione dell'oggetto influiscono sulla sua conservazione, su quanto la corrosione e il decadimento del bronzo diminuiscano la visibilità delle tracce tecnologiche e d'uso. Questo tipo di analisi può essere effettuato solo a fronte di una conservazione ottimale del reperto e ciò dovrebbe stimolare un'attenzione sempre maggiore ai metodi di escavazione, di conservazione e di restauro del manufatto metallico che potrebbe risultare completamente compromesso nel caso in cui venissero obliterate le delicate tracce lasciate durante la sua fabbricazione e il suo utilizzo.

2.5 La traceologia

La traceologia è una disciplina archeologica che si occupa dello studio delle tracce di produzione e d'uso presenti sugli strumenti antichi, al fine di ricostruire le attività e i comportamenti tecnici delle società del passato nella produzione e utilizzo di molti tipi di manufatti, siano essi utensili o ornamenti. L'obiettivo principale di questa branca dell'archeologia è comprendere come, con cosa e per quale scopo gli strumenti siano stati impiegati (Keeley 1980).

La traceologia nasce ufficialmente negli anni Cinquanta in Unione Sovietica grazie agli studi pionieristici di Sergei A. Semenov, che per primo sistematizzò l'analisi delle tracce d'uso su strumenti litici e ne interpretò il significato funzionale attraverso sperimentazioni controllate (Semenov 1970).

Negli anni Settanta e Ottanta, le ricerche di Lawrence H. Keeley contribuirono a diffondere e perfezionare il metodo in Europa occidentale e in Nord America. Keeley introdusse un approccio più rigoroso alla microscopia, enfatizzando la necessità di confronti sistematici tra tracce archeologiche e tracce sperimentali (Keeley 1980).

La traceologia è oggi una disciplina consolidata e interdisciplinare, applicata non solo agli strumenti litici ma anche a oggetti realizzati in altri materiali come l'osso, la ceramica ed è stata in seguito estesa all'analisi dei reperti metallici, specialmente in contesti preistorici e protostorici.

L'approccio traceologico si fonda su una metodologia in due fasi: un'analisi macroscopica, seguita da una analisi microscopica.

Nella prima fase, gli strumenti vengono osservati a occhio nudo o con lenti di ingrandimento, per individuare le caratteristiche morfologiche del reperto, come la regolarità del profilo, la presenza di deformazioni o parti mancanti. Nella seconda fase, si utilizzano microscopi di vario tipo, siano essi ottici, metallografici o digitali per analizzare le tracce non visibili ad occhio nudo.

La parte fondamentale dello studio traceologico, dopo una rigorosa documentazione di tutte le tracce visibili, è il confronto tra le tracce osservate sui reperti archeologici e quelle ottenute su repliche sperimentali appositamente realizzate.

La varietà di ricerche effettuate negli ultimi decenni sul tema delle tracce sul metallo (Dolfini 2011; Molloy 2011; O'Flaherty et al. 2011; Horn 2013; Sáez e Lerma 2015; Hermann et al. 2020) ha evidenziato la necessità di individuare e definire una terminologia che potesse descrivere le tracce in maniera univoca e condivisibile, onde evitare fraintendimenti derivati dall'utilizzo di uno stesso nome per tracce diverse o viceversa.

In questo lavoro sono state adottate le terminologie proposte da vari autori quali Carmen Gutiérrez Sáez e Ignacio Martín Lerma (Sáez e Lerma 2015), Raphael Hermann (Hermann et al. 2020), Andrea Dolfini (Dolfini 2011) mutuando la terminologia comune a queste pubblicazioni per la descrizione dei tipi di tracce riscontrate durante gli esperimenti e le analisi.

Barry Molloy (Molloy 2011) nel suo articolo “Use-wear analysis and use-patterns of Bronze Age swords” suddivide la vita di un’arma di bronzo in fasi, benché questa suddivisione temporale potrebbe essere applicata a qualsiasi reperto metallico, evidenziando come ogni fase della vita sia caratterizzata da avvenimenti che generano delle tracce sull’oggetto.

- La prima fase è la “nascita” e comprende tutte le fasi legate alla produzione dell’oggetto, dalla colata alla finitura. Le tracce legate a questa fase sono tipicamente tracce tecnologiche.
- La seconda fase è la “vita” ed è determinata dalla funzione dell’oggetto, sia esso un utensile, un ornamento o un’arma. In questa fase le tracce sono strettamente legate all’uso e alla funzione dell’oggetto. La varietà di tracce d’uso è molto ampia ed è determinata sia dalla natura funzionale dell’oggetto sia dalla gestualità dell’utilizzatore o degli utilizzatori, nel caso in cui l’oggetto fosse condiviso da più individui o per un lasso di tempo molto lungo.
- La terza fase è la “morte” ed è legata al momento in cui l’oggetto non ricopre più la sua funzione. Questo può avvenire per una defunzionalizzazione dovuta ad una rottura accidentale o una distruzione intenzionale legata, ad esempio, al tipo di rituale funerario praticato in cui l’oggetto era parte del corredo o alla necessità di riciclare il metallo per realizzare un altro manufatto.
- La quarta fase è la “sepoltura” e in questa fattispecie le condizioni ambientali, come l’acidità del terreno, la presenza di umidità o la mancanza di ossigeno, influiscono sulla formazione della patina e dell’alterazione superficiale che caratterizza i metalli archeologici, oltre al tipo di tracce post-deposizionali che si possono individuare.
- La quinta e ultima fase è il “ritrovamento” e in base alle condizioni di scavo o ritrovamento accidentale, come nel caso di lavori agricoli, si determina il grado di conservazione dell’oggetto.

2.6 Le tracce

Una distinzione fondamentale tra le varie categorie è quella tra le tracce di fabbricazione, le tracce d’uso e le tracce post-deposizionali. Le tracce prodotte dalla fabbricazione vengono definite da Dolfini (Dolfini 2011) *manufacturing traces*, che in questa sede verranno chiamate preferibilmente “tracce tecnologiche”. Questa distinzione in macrocategorie si ritiene di vitale importanza poiché le tracce si formano sul reperto in momenti ben distinti della sua vita funzionale (Molloy 2011) e in fase di studio sperimentale è importante discernere la genesi delle singole tracce, così da poter interpretare puntualmente quelle presenti sui reperti.

In letteratura si tende a raggruppare in maniera differente le varie categorie di tracce, accorrandole ad esempio in virtù della loro morfologia come propongono C. Gutiérrez Sáez e I. Martín Lerma (Sáez e Lerma 2015). Questo non necessariamente è un errore, infatti si ritiene che questo sistema sia estremamente efficace per descrivere la morfologia della traccia e disporre di uno schema dettagliato delle caratteristiche e delle cause di formazione. Diviene più difficile interpretare una traccia nel momento in cui questa abbia una morfologia identica sia che si tratti di una traccia tecnologica sia

che si tratti di una traccia d'uso, come ad esempio una stria. Infatti, solo osservando la stria non è sempre immediata l'assegnazione ad una categoria rispetto ad un'altra: solo tramite la distinzione in macrocategorie legate alle varie fasi temporali della vita di un oggetto si può stabilire se quella traccia si sia formata durante la fabbricazione, l'uso, la riparazione o dopo la deposizione. Ne consegue una diversa interpretazione anche delle tracce archeologiche che ora possono essere ben ricollegate ad avvenimenti precisi della vita del reperto.

Di seguito si propone una tabella riassuntiva di tutte le tracce trattate nel testo (tab. 2). Per completezza sono incluse anche le tracce d'uso anche se, quelle presenti sui reperti, sono state valutate e interpretate come tali solo in base ad un confronto con le tracce note in letteratura ma, nel presente progetto, non sono state svolte sperimentazioni mirate alla produzione di questo tipo di tracce. Le tracce d'uso individuate sono tutte osservabili ad occhio nudo e caratterizzano la fattura generale dell'oggetto, ma si ritiene che sia possibile individuare molte altre tracce mesoscopiche e microscopiche se opportunamente confrontate con una collezione di confronto prodotta da un protocollo sperimentale apposito. Si è deciso di adottare la nomenclatura in lingua inglese per uniformarle alla terminologia diffusa in letteratura. Non sono state elencate tutte le tracce note anche in altri studi ma solo quelle individuate sui reperti e sulle repliche sperimentali di questo lavoro. Sono presenti anche delle tracce post-deposizionali identificate allo stesso modo di quelle d'uso e, anche per queste, non sono state svolte sperimentazioni e il riconoscimento è basato sul confronto bibliografico.

Tracce tecnologiche	Hammer marks Fissure Fracture Grinding marks Incision Pitting Bending Striation	Segni di martellatura Fessurazione Frattura Segni di abrasione Incisione Superficie butterata Piegatura Striatura
Tracce d'uso	Indentation Bending Notch Striation	Indentazione Piegatura Tacca Stria
Tracce post-deposizionali	Differential alteration Fracture	Alterazione differenziale Frattura

Tab. 2 Tipologie di tracce

Le tracce tecnologiche

Si definiscono “tracce tecnologiche” quelle che A. Dolfini (Dolfini 2011) chiama *manufacturing traces*. In questa categoria di tracce si riuniscono tutte quelle tracce appartenenti alle fasi di fabbricazione o riparazione di un oggetto in metallo. Possono essere sia volontarie, come le tracce di abrasione sia accidentali, come nel caso di fratture legate ai processi di fabbricazione.

Queste tracce sono cronologicamente le prime che si formano su un oggetto di metallo poiché derivano dai processi di fabbricazione che lo renderanno un oggetto finito e utilizzabile, sia esso uno strumento da lavoro, un’arma o un ornamento. Si ritiene che sia importante identificare in maniera precisa le tracce tecnologiche poiché a questa categoria appartengono tracce all’apparenza simili a quelle d’uso e comportando errori di interpretazione nella fase di confronto tra archeologico e sperimentale.

Di seguito si propone una trattazione delle tracce tecnologiche individuate sia sui reperti sia sulle repliche sperimentali. Nell’immagine (fig. 6) sono riportate le tracce tecnologiche prodotte durante la sperimentazione.

Hammer marks: (fig. 6 a, b, c) In questa categoria rientrano le tracce tecnologiche connesse alla concavità lasciata dal colpo di un martello, ma possono anche assumere forme molto differenti in base al tipo di percussore utilizzato. Solitamente si possono individuare lungo il filo tagliente per l’incrudimento di una lama ma anche come singole o plurime concavità distribuite sulla superficie in base alla catena operativa applicata. Possono apparire anche come appiattimenti e nel caso del filo tagliente possono avere un’apparenza lucida rispetto a quella opaca e satinata del corpo della lama. Questa lucidità è riscontrabile su alcuni reperti nonostante la corrosione. Questa traccia può coprire o essere coperta da delle strie. Nel primo caso le strie hanno un’apparenza schiacciata e deformata, mentre nel secondo caso possono trovarsi sopra il colpo di martello. Possono trovarsi anche in corrispondenza di sezioni fratturate, nel caso di una frammentazione intenzionale. Più complesso è il riconoscimento di questa traccia quando il martello è litico. Infatti, un martello in pietra lascia delle tracce molto diverse rispetto a uno in bronzo e sono caratterizzate da una superficie grossolana, non riflettente e granulosa. Naturalmente, la morfologia della traccia del martello litico dipende dal tipo di pietra impiegata, dalla sua durezza e dalla granulometria.

Il riconoscimento di questa traccia diventa ancora più complesso quando si utilizzano sia strumenti in pietra sia in bronzo, ad esempio un martello in bronzo e un’incudine litica. Dalle sperimentazioni effettuate in questa sede si può però affermare che, in generale, le tracce lasciate da martello e incudine in bronzo tendono a essere lisce, lucide e ben definite (fig. 6 a), mentre le tracce lasciate da strumenti litici tendono ad essere più grossolane e opache (fig. 6 b). L’uso della combinazione di questi due tipi di strumenti è molto più simile alle tracce lasciate dallo strumentario litico ma con tratti meno grossolani (fig. 6 c). Il riconoscimento di queste tracce su dei reperti archeologici è possibile solo in casi di ottima conservazione della superficie.

Fissures: (fig. 6 d) La fessurazione appare come una linea irregolare singola e isolata o anche in *cluster*. Rientra tra le tracce tecnologiche quando è dovuta ad una lavorazione a freddo eccessiva, solitamente la martellatura, e in presenza di alti tenori di stagno che rendono la lega meno malleabile (Sáez e Lerma 2015). Di solito questa traccia si trova in corrispondenza dei margini taglienti che sono stati incruditi o in parti centrali che hanno subito una piegatura eccessiva durante la fabbricazione. Può essere considerata come una traccia accidentale e indesiderata. Nei reperti archeologici questa traccia può favorire il propagarsi della corrosione durante i processi post-deposizionali all'interno dell'oggetto e causare il distacco di parti di esso.

Fracture: (fig. 6 e) Questa traccia è identificabile come una frattura, Gutiérrez Sáez e Martín Lerma (Sáez e Lerma 2015) la definiscono genericamente *breakage*. Queste tracce sono identificabili come aree grossolane in cui è evidente la grana del metallo e da cui si è staccato un pezzo. Possono essere associate a delle tracce di piegatura che hanno indotto il metallo a snervarsi, e quindi a spezzarsi. Può essere considerata una traccia tecnologica nel caso in cui questa sia associata ad una distruzione intenzionale dell'oggetto, come ad esempio durante la rottura rituale o per essere riciclato e conservato in un ripostiglio. Questa può anche essere considerata come una traccia d'uso nel momento in cui la perdita di materiale sia dovuta ad un impatto violento, ma è necessario prendere in esame anche altre tracce che possano suggerire questa possibilità. In questo caso il contesto di ritrovamento dell'oggetto può fornire indizi utili. Infine, questa traccia può essere dovuta a dei processi post-deposizionali in cui la corrosione ha danneggiato delle fessure preesistenti, favorendo il distacco. In questo caso la traccia è riconoscibile dall'aspetto mineralizzato della superficie.

Grinding marks: (fig. 6 f) Sono morfologicamente delle strie e sono riconducibili a dei processi tecnologici in base alla loro composizione e direzione. Queste tracce sono dovute alle operazioni di abrasione del manufatto per uniformare la superficie, per lucidarla e nel caso dei margini taglienti per affilarli. Le strie di questo tipo si trovano generalmente in *pattern* ordinati e monodirezionali, sono lunghe e solitamente longitudinali rispetto alla lunghezza dell'oggetto. Quelle dovute all'affilatura invece tendono a essere più corte ma sempre in pattern ordinati con andamento obliquo, estendendosi principalmente sul margine affilato. Entrambe possono essere più o meno profonde in base al potere abrasivo della pietra. Inoltre, possono essere coperte da altre tracce dovute all'uso: in questo caso rimangono visibili quelle più profonde. Nel caso di un restauro in antichità, queste tracce possono coprire le tracce d'uso. I *grinding marks* rimangono visibili anche in presenza della corrosione post-deposizionale non eccessivamente avanzata. Si differenziano dalle strie dovute all'uso poiché queste, solitamente, sono singole, si intersecano tra di loro in maniera disordinata e si sovrappongono alle tracce di produzione. Per la loro interpretazione è necessario, nella maggior parte dei casi, un confronto con una collezione di confronto sperimentale.

Incision: (fig. 6 g) Le tracce di incisione si presentano in *patterns* figurati, geometrici e in varie combinazioni, più o meno profondi. Queste tracce hanno diverse forme a seconda del tipo di utensile utilizzato per inciderle, solitamente ceselli o bulini.

Pitting: (fig. 6 h) Queste tracce sono identificate come dei “vuoti” sulla superficie del bronzo formate in fase di colatura a causa di gas intrappolati nella matrice o dovuti alla superficie della parete della forma di fusione. Solitamente hanno il fondo scabro, sono accidentali e indesiderate.

Bending: (fig. 6 i) Questa traccia consiste in una deformazione plastica della forma dell’oggetto. Si differenzia dalle tracce d’uso poiché, a differenza di queste, è intenzionale e ha uno scopo nella produzione dell’oggetto. Un esempio di questa traccia tecnologica sono le piegature delle volute degli spilloni: sono, infatti, praticate accuratamente e con lo scopo di conferire all’oggetto la sua forma finale, diversamente dalle piegature causate accidentalmente dall’uso che, generalmente, possono causare anche la defunzionalizzazione dell’oggetto, come nel caso di una piegatura laterale di una lama o di una lesina, rendendo lo strumento inutilizzabile. Questa traccia è molto semplice da individuare ed è osservabile ad occhio nudo ma la sua interpretazione non è sempre immediata. Infatti, è necessario considerare il contesto di rinvenimento, se la piegatura è causata da una defunzionalizzazione rituale ricorrente anche in altre sepolture; la funzione dell’oggetto e la possibilità che nella sua vita funzionale sia stato sottoposto a sforzi; in ultimo se la piegatura, come nel caso degli spilloni, ricorre nella tipologia ed è una caratteristica specifica di questo tipo di manufatti.

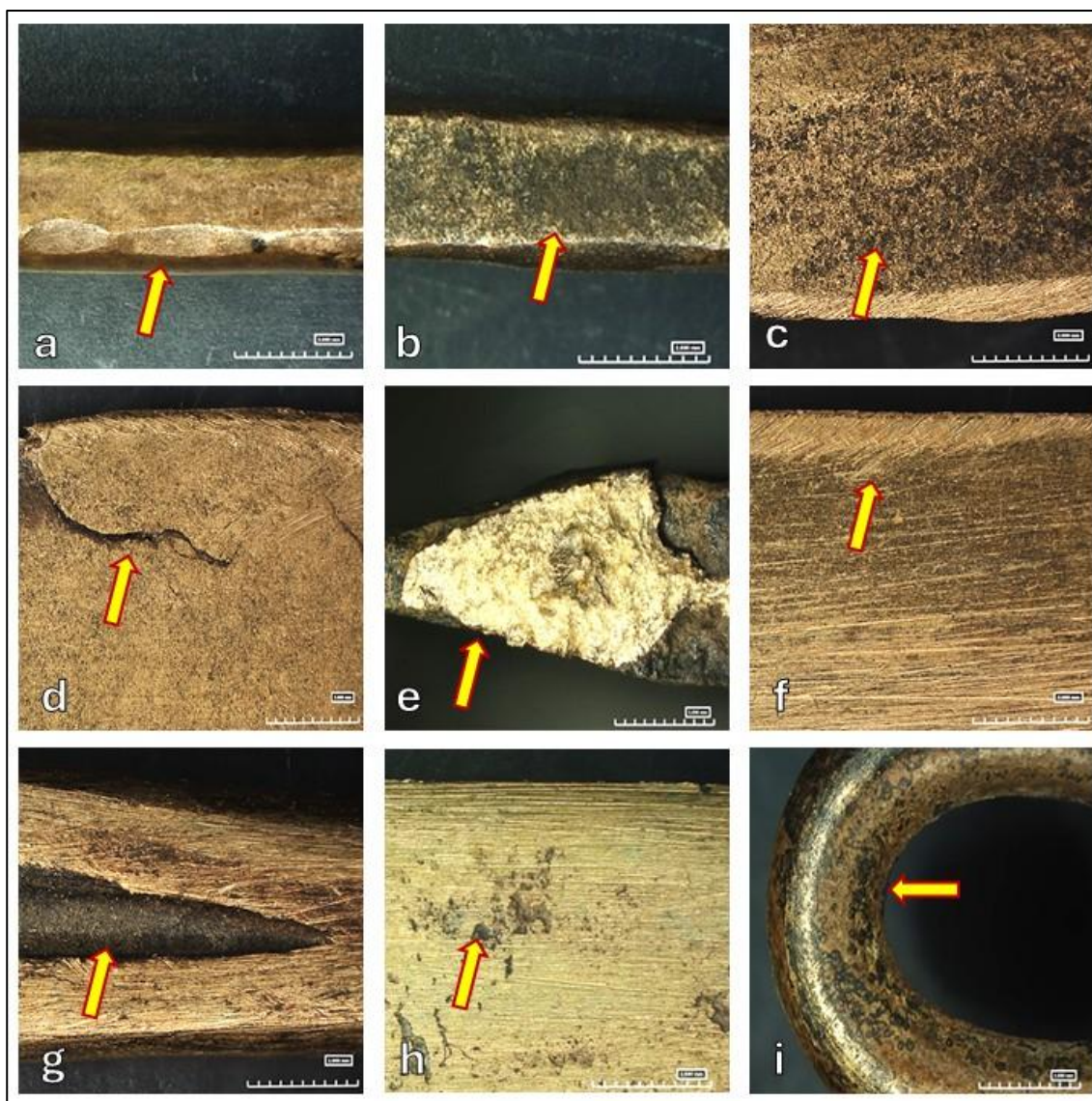


Fig. 6 Selezione delle principali tracce tecnologiche delle repliche sperimentali. a, b, c) Hammer marks; d) Fissure; e) Fracture; f) Grinding marks; g) Incision; h) Pitting; i) Bending.

Le tracce d'uso

Le tracce d'uso note in letteratura come *use-wear marks* (Molloy 2011; O'Flaherty et al. 2011; Horn 2013; Sáez e Lerma 2015) o *wear traces* o anche *wear marks* (Dolfini 2011; Hermann et al. 2020). Sono le tracce che si formano durante la fase di vita funzionale dell'oggetto (Molloy 2011). Ogni categoria di manufatto può avere delle tracce d'uso specifiche determinate dalla sua destinazione funzionale: ad esempio, è improbabile che le tracce che si possono trovare sul filo di un'arma da taglio si possano ritrovare anche su degli spilloni. Molte classi di oggetti affini possono invece riportare tracce analoghe. Queste tracce compaiono nella seconda fase della vita del manufatto, seguendo cronologicamente quelle tecnologiche. Le tracce d'uso possono essere obliterate dalle tracce tecnologiche quando queste fanno parte delle operazioni di riparazione e restauro avvenuto in antichità e idealmente, se l'oggetto viene nuovamente utilizzato, si formano altre tracce d'uso.

Le tracce d'uso possono sovrapporsi tra di loro, anzi è molto probabile trovare più tracce d'uso in uno stesso punto dovute all'impiego di una stessa area dell'oggetto per varie attività.

Indentation: (fig. 7 a) Sono delle tracce abbastanza ampie e profonde, visibili anche ad occhio nudo. Sono delle deformazioni che si trovano generalmente sul filo tagliente e sono causate dall'impatto con un materiale duro come del legno o dell'osso che durante l'azione di taglio ha deformato il metallo. Hermann (Hermann et al. 2020) le cita in relazione all'impatto di una spada con una lancia, ma questa traccia si forma anche sui pugnali in determinate condizioni di utilizzo, come il contatto di materiale duro animale.

Bending: (fig. 7 b) Gutiérrez Sáez e Martín Lerma (Sáez e Lerma 2015) utilizzano il termine *folding* per definire questa traccia ma in questa sede si ritiene più adeguato il termine *bending* poiché per *folding*, in lingua inglese, si intende una piegatura del materiale su sé stesso, mentre *bending* si traduce sempre come “piegatura” ma ha il significato di una piegatura causata da una forza che modifica la forma del materiale curvandolo. Si manifesta come una deformazione laterale, solitamente in corrispondenza della punta di strumenti da taglio molto sottili ma in generale può interessare qualsiasi parte del manufatto. È causata dall'applicazione di una forza che durante l'azione deforma il metallo e può avere dimensioni e curvature varie, inoltre può essere associata ad altre tracce come le crepe o fessurazioni.

Notch: (fig. 7 c) Questa traccia si presenta come una tacca sul filo tagliente causata in risposta al contatto con un materiale duro che ha creato uno spostamento di metallo. In base alla forma del materiale che causa questa traccia, si possono riconoscere determinati tipi:

- *Round:* La tacca ha una forma prettamente circolare
- *Sharp:* La forma è triangolare e solitamente causata dall'impatto con un altro oggetto affilato, solitamente si riscontra nelle spade e nelle lance
- *Micro:* Tacca dalle dimensioni minute solitamente associata ad un *notch* di dimensioni maggiori. Anche questa traccia si riscontra spesso nelle spade.

In letteratura (Dolfini 2010; Sáez e Lerma 2015; Dolfini e Crellin 2016) sono menzionati molti altri tipi di *notch*.

Le tracce post-deposizionali

Le tracce post-deposizionali sono tutte quelle che si formano in seguito alla deposizione nel terreno, quindi al termine della vita funzionale dell'oggetto. Appaiono solitamente in associazione con uno strato di corrosione più o meno invasivo (Robbiola et al. 1998; Horn e Holstein 2017).

Differential alteration: (fig. 7 d) Questa traccia appare come una più o meno netta differenziazione cromatica o di tessitura superficiale dovute ad un'azione chimica differenziata, indotta solitamente dalla presenza di materiali aderenti al metallo che favoriscono o rallentano la corrosione.

In alcuni casi possono essere presenti inclusi di materiale organico permineralizzato che componeva parti di una possibile immanicatura o di una custodia.

Breakage: (fig. 7 e) Le fratture sono tra le tracce post-deposizionali più comuni. A causa della corrosione che si infiltra nelle eventuali fessure presenti sull'oggetto, dei pezzi di materiale metallico possono staccarsi dall'oggetto.

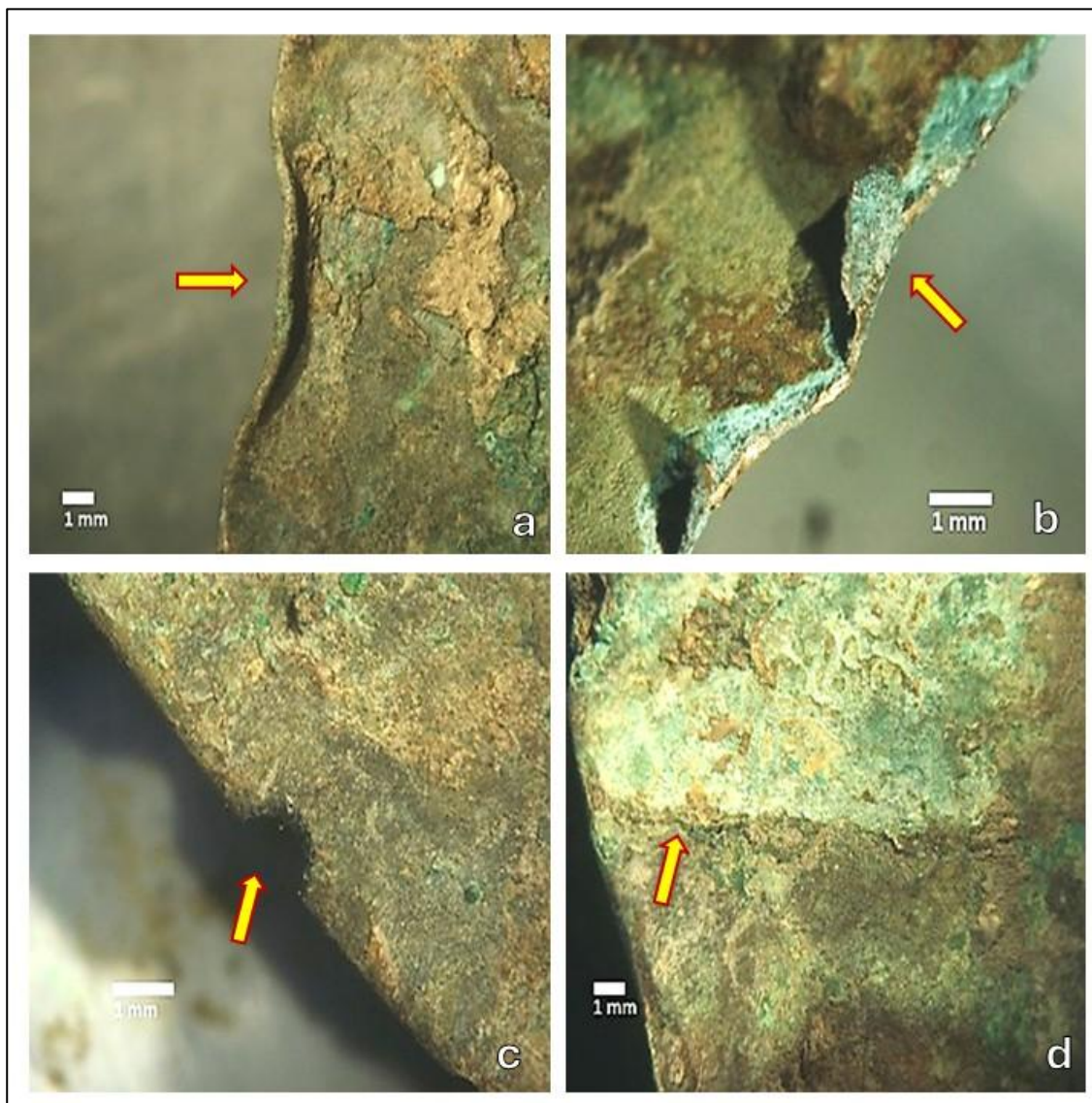


Fig. 7 Selezione delle principali tracce d'uso e post- deposizionali individuate sui reperti di Pragatto. a) Indentation PRA 2037; b) Bending PRA 1683; c) Notch PRA 2037; d) Differential alteration PRA 1798

Le strie

Le strie (fig. 6 f) vengono trattate a parte poiché sono un tipo di traccia che può presentarsi in tutte le fasi della vita funzionale dell'oggetto; quindi, si ritiene che sia opportuno trattarle separatamente.

Le strie sono dovute all'interazione tra un materiale più o meno abrasivo che lascia un solco sulla superficie dell'oggetto metallico. Questo può essere un effetto desiderato quando l'abrasione è parte di un processo di fabbricazione come la molatura, la lucidatura o l'affilatura. In questo scenario le strie appaiono in *cluster* ordinati, compatti e più o meno monodirezionali, dalla profondità e lunghezza variabili.

Le strie dovute invece all'utilizzo sono generalmente meno ordinate, dalle direzioni e profondità più varie. Possono apparire sia in *cluster* sia singolarmente e idealmente sovrastano le tracce tecnologiche formatesi in un momento precedente all'utilizzo.

Sono di origine post-deposizionale quelle strie che si trovano sopra lo strato di corrosione. Determinare l'origine di queste tracce può essere arduo e solo un attento esame del contesto di ritrovamento può fornire dati utili all'interpretazione.

Si ritiene che sia di fondamentale importanza lo studio accurato e il corretto riconoscimento di questa traccia poiché può fornire infinite informazioni sul tipo di materiale con cui ha interagito lo strumento, con quali materiali lo strumento è stato fabbricato, che tipo di presa e gestualità hanno permesso la formazione di queste tracce e quali modalità d'uso caratterizzavano l'oggetto.

Infine, per la corretta interpretazione di queste tracce, si ritiene che sia fondamentale lo studio con una ampia collezione di confronto prodotta da protocolli sperimentali appositamente progettati.

2.7 Dal gesto alla traccia

Le tracce tecnologiche e d'uso sono legate all'interazione tra il metallo e gli strumenti impiegati nella produzione e con i materiali con cui viene a contatto durante l'uso.

Per gli scopi del presente lavoro sono state replicate solamente le tracce tecnologiche e di seguito si propone una presentazione degli strumenti e dei gesti impiegati durante la sperimentazione. Tutte le fasi della produzione sono riportate nel capitolo dedicato a questa fase dello studio.

Gli *hammer marks* osservabili (fig. 6 a, b, c) sono prodotti rispettivamente dall'uso di un martello e un'incudine in bronzo (fig. 8 a), martello e incudine in pietra (fig. 8 b) e un martello in bronzo e incudine litica (fig. 8 c). Le tracce *fissure* e *fracture* sono state causate, durante la sperimentazione, da una martellatura intensa e prolungata nel tempo che ha comportato l'incrinatura del bronzo e il distacco.

I *grinding marks* (fig. 4 f) e le varie tipologie di *striations* che li compongono sono stati prodotti mediante l'abrasione con vari tipi di pietre (fig. 8 d). La granulometria delle pietre influenza sensibilmente il potere abrasivo e durante le sperimentazioni queste sono state scelte in base alla fase di lavoro. Una pietra più grossolana con un potere abrasivo maggiore è indicata per l'asportazione di maggiori porzioni di materiale e genera delle strie molto profonde; mentre delle pietre a grana progressivamente più fina producono una superficie più lucida e delle strie più sottili. La direzione delle strie è dettata dal tipo di gesto e dalla direzione.

Le *incisions* (fig. 4 g) sono state prodotte con uno scalpello in bronzo (fig. 8 e). La traccia che si osserva è il negativo della lama dello scalpello. Questa può essere prodotta in seguito al taglio per la rimozione di materiale in eccesso, ma la stessa traccia prodotta dal medesimo strumento può essere prodotta per incidere delle decorazioni. Per poter produrre questa traccia con uno strumento in bronzo è necessario che l'oggetto lavorato sia portato al suo stato più malleabile mediante un *annealing*, altrimenti lo scalpello o il bulino non potrebbe incidere e tagliare il bronzo e ne risulterebbe danneggiato.

Il *bending* (fig. 4 i) è stato prodotto per la decorazione degli spilloni ritorti (fig. 8 f). Anche in questo caso il bronzo deve essere il più malleabile possibile, poiché potrebbe spezzarsi o non seguire uniformemente la direzione desiderata. Durante le sperimentazioni, questa traccia è stata prodotta piegando il bronzo a mano o modellandolo attorno ad un bastoncino in legno ma è possibile anche ottenere questa traccia con una martellatura e sulla superficie del materiale dovrebbero essere visibili degli *hammer marks*, a meno che non si utilizzi un percussore ligneo per non alterare la superficie del bronzo.

Il *pitting* è prodotto dal processo di colata all'interno della matrice e dalla presenza di piccole bolle di gas che rimangono impresse come negativi sulla superficie del bronzo.

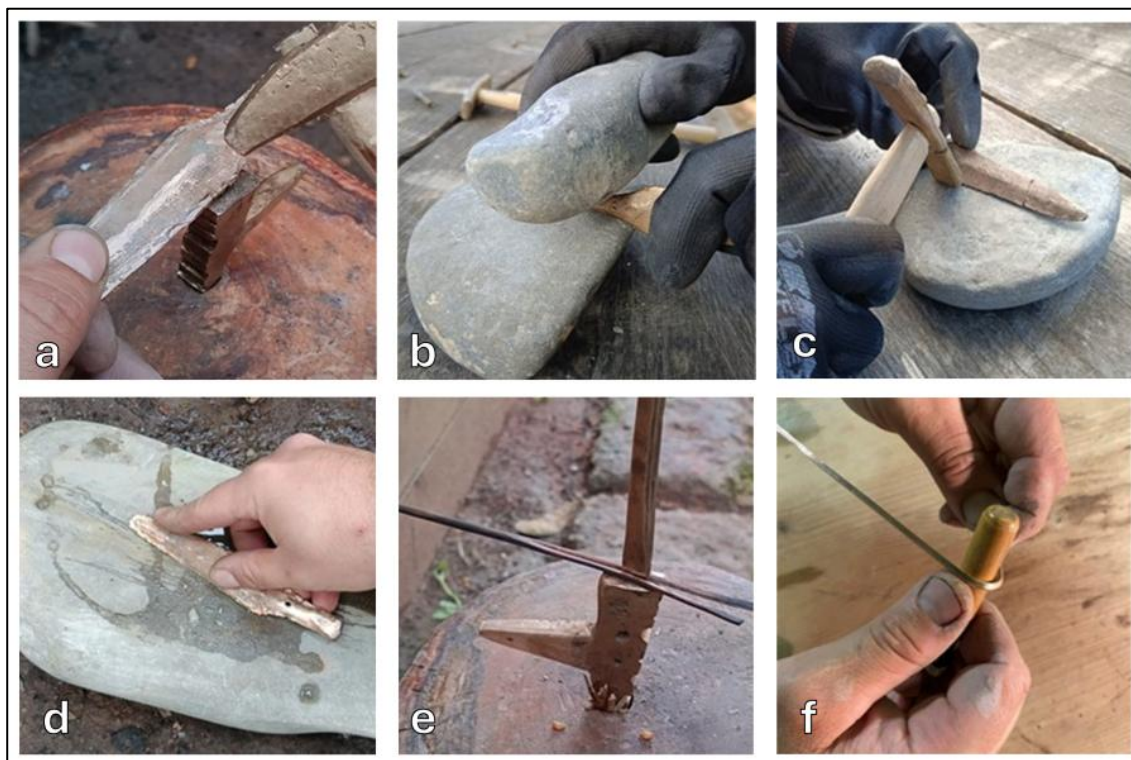


Fig. 8 La produzione delle tracce tecnologiche sperimentali. a) martellatura con strumenti in bronzo; b) martellatura con strumenti litici; c) martellatura con strumenti in bronzo e litici; d) abrasione; e) taglio con uno scalpello in bronzo; f) piegatura del filo di bronzo.

2.8 La corrosione del bronzo

Lo studio delle tracce, sia tecnologiche che d'uso, è un passo fondamentale nell'analisi di un reperto. Questo genere di analisi permette infatti di comprendere quali sono state le tecniche e le strategie utilizzate nel processo di fabbricazione, quali strumenti hanno permesso la realizzazione di un oggetto, quali tecniche, ed infine con quali materiali e sostanze l'oggetto ha interagito nella sua vita funzionale. Un ostacolo allo studio delle tracce, in particolare sui reperti in metallo, è la presenza della corrosione, ma "corrosione" è un termine generico che descrive una serie di fenomeni che alterano la superficie dell'oggetto. In questa sede non verranno trattati in dettaglio tutti gli aspetti riguardanti questo campo ma al fine dell'individuazione delle tracce è doveroso menzionare i tipi di corrosione che si possono riscontrare su un manufatto metallico, poiché in fase di analisi questi influiranno sulla visibilità e l'interpretabilità delle tracce.

La lega di bronzo è stata studiata per più di un secolo per indagare i processi di alterazione che interessano le superfici metalliche. La maggior parte degli studi verteva sull'analisi delle caratteristiche chimiche e sulla struttura delle patine che si formavano sui manufatti esposti per lunghi periodi agli agenti atmosferici, agli elementi chimici che compongono i terreni e all'acqua (Robbiola et al. 1998). In questi studi si sono osservati molti tipi di alterazione e sono stati presi in esame i contesti di formazione, le caratteristiche fisico-chimiche dei manufatti e i fattori che influiscono nei processi di decadimento. Luc Robbiola e il suo gruppo (Robbiola et al. 1998) nel loro articolo suddividono i tipi di corrosione in due gruppi:

- **Tipo 1:** La forma dell'oggetto rimane pressoché intatta e sono ancora visibili tracce tecnologiche e d'uso. La superficie è caratterizzata da una colorazione bluastra, verde o grigio dai toni tendenzialmente scuri e dall'apparenza lucida. In letteratura questo tipo di alterazioni vengono chiamate "patine nobili" e hanno la caratteristica di mineralizzare il metallo fossilizzandolo, andando a creare una patina passivante che protegge lo strato sottostante.
- **Tipo 2:** Le superfici interessate da questa corrosione hanno un'apparenza ruvida dalla colorazione rossastra, verde e marrone. A differenza del primo tipo, questa corrosione attacca il materiale sottostante e creando aree globose, ruvide, lamellari e incavate. In alcune zone si perdono frammenti di materiale metallico, la superficie originale viene intaccata e in alcune zone si può formare una corrosione stratificata lamellare con una struttura completamente mineralizzata e nei casi di corrosione molto profonda le tracce tecnologiche e d'uso vengono obliterate risultando non individuabili.

Lo stato della corrosione e la sua gravità variano in base ai fattori e ai tipi sopra elencati.

Christian Horn e Isabella von Holstein (Horn e Holstein 2017) propongono nel loro articolo una scala in base cui è possibile individuare l'intensità della corrosione degli oggetti in bronzo in maniera dettagliata e puntuale, di cui sotto si riporta la traduzione (tab. 3).

La definizione degli stati di corrosione e la loro classificazione in base al loro sviluppo è uno strumento estremamente utile e di facile interpretazione nella fase di studio delle tracce, nonché fondamentale per descrivere lo stato di conservazione del reperto utilizzando una terminologia puntuale e comune ad altre pubblicazioni. In questa tesi si è deciso di mutuare la terminologia proposta da Horn e Holstein in virtù della sua semplicità e comprensibilità per descrivere lo stato di conservazione dei pugnali presi in esame.

Categoria	Stato di corrosione	Descrizione
0	Nessuno	Nessuna patina
1	Molto leggero	Patina liscia, verde scuro; superficie originale intatta; nessuna frattura, poche fessure
2	Leggero	Patina verde scuro con forse qualche macchia più chiara; minima perdita della superficie originale; alcune piccole fratture
3	Medio	Patinatura ruvida; superficie originale intaccata; fratture e fessure maggiori
4	Alto	Patina ruvida; gran parte della superficie originale interessata; tagliente originale fortemente alterato; nel complesso molte fratture; piccoli depositi di materiale corrosivo
5	Molto alto	Varie condizioni di patinatura, grandi macchie di colore bianco o giallo; aree molto piccole o assenti di superficie originale conservata; nel complesso molte fratture; depositi più grandi di materiale corrosivo
6	Estremo	Corrosione bianca pervade l'intero oggetto; materiale molto fragile; molte fratture

Tab. 3 Definizione stato di corrosione (Horn, Holstein 2017)

Capitolo III

3.1 La specializzazione

L'individuazione di testimonianze di "specializzazione" in ambito archeologico è stata oggetto di dibattito nella storia degli studi e molti autori (Brumfiel e Earle 1987; Costin 1991, 2001; Helms 1993; Costin e Wright 1998; Sofaer 2010) hanno contribuito alla trattazione di questo tema, fornendo delle definizioni volte alla comprensione di questo fenomeno.

C.L. Costin fornisce una trattazione dettagliata sull'argomento definendo la specializzazione artigianale come un'organizzazione sociale ed economica in cui determinati individui o gruppi si dedicano, a tempo parziale o a tempo pieno, alla produzione di uno o più beni o servizi destinati alla distribuzione, allo scambio o all'uso da parte di altri (Costin 1991 p. 3).

La specializzazione assume forme differenti in base al contesto e si manifesta nel record archeologico in plurime modalità. C.L. Costin, nel capitolo "Craft production" pubblicato in "Handbook of Methods in Archaeology," nel 2005, l'autrice propone una riflessione sistematica sul concetto di produzione artigianale, intesa non soltanto come attività tecnica di fabbricazione di oggetti, ma come fenomeno sociale ed economico complesso. La "craft production" rappresenta, secondo C.L. Costin, un aspetto fondamentale dell'organizzazione economica e politica delle società, poiché la realizzazione di beni materiali riflette e, al tempo stesso, contribuisce a strutturare le relazioni sociali che la rendono possibile. C.L. Costin osserva che il termine *craft* è stato impiegato in modo ampio e spesso impreciso nella letteratura archeologica, e per questo propone una definizione più articolata, basata sull'identificazione di una serie di variabili analitiche che permettono di distinguere e confrontare i diversi tipi di organizzazione produttiva. Tali variabili includono la tecnologia impiegata, il livello di abilità e di specializzazione richiesto, la scala e l'intensità della produzione, le forme di controllo sociale e politico esercitate sui produttori, nonché le modalità di distribuzione e consumo dei manufatti (Costin, 2005). In particolare, l'autrice sottolinea la distinzione tra "scala", riferendosi alla quantità e all'estensione della produzione, e "intensità", che esprime il grado di impegno, continuità e professionalizzazione del lavoro artigianale. La produzione artigianale, nelle sue diverse manifestazioni, si colloca all'interno di un continuum che va dalle forme domestiche e autosufficienti fino a quelle centralizzate o controllate dalle élite politiche. Gli oggetti prodotti possono assolvere a funzioni pratiche, ma anche assumere valori simbolici, rituali e ideologici, fungendo da strumenti di comunicazione sociale e politica (Costin, 2005). In tal senso, la produzione artigianale diviene un indicatore privilegiato dei processi di stratificazione sociale, di organizzazione economica e di legittimazione del potere.

Sul piano metodologico, C.L. Costin propone di integrare l'analisi tecnologica dei manufatti con la ricostruzione delle modalità organizzative della produzione, basandosi su evidenze archeologiche quali

la distribuzione spaziale dei reperti, la presenza di strutture o spazi produttivi, la standardizzazione delle forme e la variabilità dei materiali. Tali elementi consentono di inferire il grado di specializzazione e il tipo di controllo economico esistente in una determinata comunità (Costin, 2005).

Per C.L. Costin la produzione artigianale non è un ambito marginale dell'economia antica, ma una chiave interpretativa essenziale per comprendere l'organizzazione sociale, i rapporti di potere e i processi di cambiamento culturale. Attraverso la produzione materiale, le società esprimono concretamente le proprie strutture di relazione, i sistemi di conoscenza e le ideologie dominanti: la "craft production" diventa così una vera e propria materializzazione delle relazioni sociali.

Un altro autore che ha contribuito al dibattito sul tema della specializzazione è stato M. Kuijpers (2017, 2018) il quale propone una revisione critica del concetto di "specialista" in archeologia, affrontando il tema attraverso la prospettiva delle abilità tecniche (*skill*) e della specializzazione materiale.

L'autore osserva che, nella tradizione archeologica, la figura dello specialista è stata spesso considerata una categoria quasi idealizzata: un individuo o un gruppo che si dedica stabilmente alla produzione di determinati beni o servizi per altri membri della società, assumendo dunque un ruolo economico definito. Tuttavia, questa definizione tende a ridurre la specializzazione a una questione economico-funzionale, trascurando le dimensioni cognitive, tecniche e materiali che rendono un individuo realmente "specialista" (Kuijpers, 2017, pp. 221-223).

Secondo Kuijpers, per comprendere la figura dello specialista è necessario spostare l'attenzione dal "chi produce per chi" al "come e con quale abilità si produce". Propone dunque un approccio fondato sull'analisi della competenza tecnica e sulla relazione che il produttore instaura con il materiale. Nelle società dell'Età del Bronzo, ad esempio, la lavorazione del metallo richiedeva non solo conoscenze tecnologiche, ma anche un rapporto esperienziale e sensoriale con la materia: la capacità di percepire la temperatura, la fluidità della lega, le proprietà meccaniche del bronzo durante la fusione e la rifinitura. In questa prospettiva, lo specialista non è semplicemente colui che realizza oggetti per altri, ma un agente tecnico-materiale, la cui identità professionale deriva dall'interazione diretta e consapevole con la materia prima (Kuijpers, 2018, pp. 225-227). Kuijpers rifiuta inoltre una concezione dicotomica della specializzazione tra "specialista" e "non-specialista", propone invece di intenderla come uno spettro continuo di competenze. Esistono, secondo l'autore, diversi gradi di abilità, intensità produttiva, padronanza tecnica, conoscenza dei materiali e delle tecniche e afferma che analizzare la specializzazione attraverso la lente della abilità e della materialità consente di restituire maggiore complessità al ruolo del produttore nelle società antiche.

La suddivisione in livelli di abilità è stata impiegata come base teorica su cui impostare il presente progetto in accordo con l'interpretazione della figura dello specialista proposta da Kuijpers poiché tramite questa suddivisione, l'applicazione di protocolli sperimentali, l'analisi traceologica e il

confronto con i materiali archeologici, si ritiene sia possibile identificare i gradi di specializzazione per la fabbricazione di manufatti in bronzo e ampliare il dibattito circa il ruolo della metallurgia e la figura del metallurgo nel contesto delle Terramare.

Nei paragrafi che seguono si discute una serie di concetti chiave proposti dagli autori menzionati, procedendo innanzitutto con un'analisi del concetto di specializzazione in generale, seguito da un focus sulla figura dello specialista.

3.2 La specializzazione dal punto di vista archeologico

Molti autori consideravano la specializzazione come un fenomeno unidimensionale (Evans 1978 p.114-115; Rice 1981), mentre altri attribuivano un significato più sfumato che include molti modi diversi di organizzare la produzione (Costin 1991, 2001; Clark e Parry 1990; Rice 1991; Clark 1995;).

C.L. Costin (2005) evidenzia come le ricerche più recenti sulla produzione artigianale sono state integrate in studi più ampi sull'organizzazione e il cambiamento sociale, economico e politico, seguendo lunga tradizione in archeologia sostenitrice dell'associazione tra specializzazione artigianale e organizzazione sociale complessa, dove l'una è un indicatore per l'altra (Service 1962; Rice 1981; Arnold 1987; Brumfiel e Earle 1987; Hayden 1995; Wailes 1996; Bayman 1999) e dove gli specialisti sono visti come parte integrante dell'istituzione e del mantenimento del potere dell'élite (Earle 1987; Helms 1993; Clark e Blake 1994; Costin 1996).

Il concetto di specializzazione può essere comprensivo di numerose istanze e significati, soprattutto se utilizzato per descrivere lo svolgimento di attività artigianali. Diviene necessario circoscrivere i significati che questo termine può assumere e definire in maniera puntuale le condizioni e i contesti in cui questa si manifesta nel record archeologico.

Il contesto, il periodo e l'organizzazione sociale ed economica caratterizzano profondamente la portata di questo fenomeno. Inoltre, non tutti i materiali impiegati nella produzione artigianale si conservano allo stesso modo nel tempo e molti richiedono condizioni di deposizione peculiari, come nel caso di materiali organici come le fibre vegetali o l'industria su legno.

Come argomentato da C.L. Costin (Costin 2005) in archeologia si usa l'espressione *craft production* per riferirsi in maniera generica alla fabbricazione di varie categorie di manufatti quali ceramiche, utensili e ornamenti in pietra, osso, oggetti in metallo e molti altri materiali. Tuttavia, l'autrice sottolinea come il termine "artigianato" può avere molti significati, spesso troppo generici.

Nel pensiero occidentale contemporaneo, l'attività produttiva di beni materiali si distingue in due categorie: l'arte e i prodotti industriali (Costin 2005).

C.L. Costin intende come arte la creazione di opere e manufatti da parte di individui noti, le cui opere sono valutate in base alla loro unicità o genialità.

Il prodotto industriale, invece, è fabbricato in serie con un alto livello di standardizzazione, in cui l'apporto umano è spesso legato alla gestione delle operazioni svolte dal macchinario. Naturalmente, questa definizione cambia sensibilmente in base al periodo storico di riferimento.

L'artigianato, sempre nel pensiero occidentale moderno, si colloca a metà tra queste categorie. Tuttavia, soprattutto nell'antichità e nel mondo non occidentale, i confini tra arte e artigianato, artigiano e artista non sono così netti. Ad esempio, le fonti letterarie del Vicino Oriente Antico usavano un termine "artigiano" per indicare il praticante di un'abilità specializzata (Costin 2005).

Diviene dunque necessario inquadrare la figura dell'artigiano, in particolare il metallurgo, distanziandosi dalle categorie moderne per la definizione di questa attività e basare lo studio su quello che sono le evidenze archeologiche, in particolare in un contesto come quello della Preistoria e Protostoria europee dove, a differenza del Vicino Oriente Antico (Matthiae 2005) o dell'Antico Egitto (Grimal 2021), non esistono fonti scritte che possano descrivere le peculiarità della specializzazione artigianale, in particolare quella metallurgica.

Una problematica nello studio della specializzazione è la sua descrizione dal punto di vista oggettivo. Lo studio della diversità nella specializzazione dovrebbe considerare le dimensioni che la produzione può assumere (Costin 1991; Pool 1992; Mills e Crown 1995). Tra i parametri da considerare si includono il grado di controllo delle élite, l'organizzazione spaziale delle unità di produzione, la dimensione delle unità di produzione o la quantità relativa di produzione *part-time* o *full-time*.

Tale approccio consente una grande flessibilità e precisione nel descrivere e spiegare l'organizzazione della produzione, poiché i singoli casi non devono necessariamente rientrare in tipologie specifiche e predefinite. Se si ragiona sul concetto di specializzazione, infatti, è di fondamentale importanza collocare il fenomeno nel contesto socio-culturale, geografico e cronologico. L'applicazione di categorie e parametri troppo stringenti o rigidi rischia di escludere alcune categorie di produzione specializzata.

C.L. Costin (2005) raggruppa sei componenti che insieme costituiscono un sistema di produzione:

- **Artigiani:** persone che realizzano i beni
- **Mezzi di produzione:** materie prime, strumenti, conoscenze e competenze necessarie per produrre oggetti artigianali
- **Organizzazione e relazioni sociali di produzione:** principi attraverso i quali i membri di un'unità produttiva vengono reclutati, impiegati e coordinati. Principi in base ai quali produttori e consumatori interagiscono.
- **Oggetti:** manufatti prodotti nei sistemi di produzione artigianale.
- **Relazioni di distribuzione:** principi e i meccanismi attraverso i quali gli oggetti artigianali vengono trasferiti dai produttori ai consumatori.
- **Consumatori:** persone che utilizzano i beni artigianali.

Molte attività produttive sono complementari o utilizzano tecnologie interconnesse.

La metallurgia ne è un ottimo esempio. Per la produzione di manufatti in metallo si rende necessaria non solo la conoscenza delle proprietà del metallo stesso.

Infatti, se si prende in esame la produzione metallurgica dell'Età del Bronzo, nell'attività produttiva sono coinvolte conoscenze di pirotecnologia, manipolazione e cottura dell'argilla per produrre ugelli e forme di fusione e in alcuni casi anche di scultura per la realizzazione di matrici in pietra (Cavazzuti e Barbieri 2014).

Le attività interconnesse sono quelle che condividono conoscenze tecniche, risorse o manodopera. Ad esempio, la produzione di ceramiche e alcuni processi metallurgici utilizzano materiali correlati, come l'argilla, e conoscenze tecniche, come la composizione degli impasti e la pirotecnologia.

Nell'organizzazione delle attività artigianali, in particolare se queste sono interconnesse nella condivisione di materiali o processi produttivi, si evidenzia come le attività siano spesso complementari. La complementarità si riferisce anche alla programmazione, sia giornaliera che stagionale. La stessa persona, argomenta C.L. Costin (2005), può svolgere un'attività o parte di essa per metà giornata e svolgere altre mansioni nell'altra metà, anche non connesse all'attività artigianale. Inoltre, la produzione artigianale, generalmente, richiede fasi preparatorie prima che questa possa essere attuata, come il reperimento e la preparazione dei materiali, la sistemazione dell'area di lavoro, l'eventuale preparazione di strumenti necessari e così via. Un altro aspetto della programmazione è l'articolazione stagionale delle attività, in quanto non tutte le condizioni climatiche e ambientali permettono dedicare lo stesso tempo e le stesse risorse durante tutto l'anno. Potrebbe essere dovuto alla stagionalità delle tratte di scambio per il rifornimento delle materie prime, a condizioni di umidità non favorevoli ad alcuni processi produttivi o anche alla necessità da parte dell'artigiano di prendere parte ad altre attività collettive assieme alla comunità. Sono molti i fattori che concorrono all'organizzazione stagionale e molti sono specifici di ciascuna attività produttiva.

3.3 Specializzazione e tecnologia

Le spiegazioni della scelta tecnologica, in passato, tendevano ad adottare un approccio funzionalista, adattazionista o sociale (Costin 2005). Le spiegazioni funzionaliste e diffusioniste per l'uso di specifiche tecnologie dominavano la letteratura. Questi orientamenti affondano le radici in una premessa di fondo, secondo cui la tecnologia si sarebbe evoluta in modo lineare, da meno a più complessa e da meno a più efficiente. C.L. Costin (2005) cita tra i principali esponenti di queste correnti di pensiero L.H. Morgan (1877) e V.G. Childe (1956).

Le discussioni sulla tecnologia erano dominate principalmente dal concetto di efficienza. La scelta tecnologica era considerata semplicisticamente come una questione di comodità e necessità. Solo più recentemente, archeologi e antropologi hanno mostrato maggiore interesse per le variabili sociali e politiche che influenzano le strategie e le scelte tecnologiche. Questo cambiamento nell'orientamento teorico riflette diverse tendenze correlate nell'archeologia antropologica, tra cui la propensione ad evitare concetti e valori occidentali e capitalistici (Cross 1993; Clark 1995) che privilegiano l'aspetto utilitaristico della tecnologia. Vi è una crescente attenzione al ruolo delle forze sociali e politiche nella scelta tecnologica. Le scelte tecnologiche, inoltre, sono viste come un contributo alle molteplici funzioni degli oggetti, ad esempio come mezzo di comunicazione sociale, come rappresentazione di ricchezza o come mezzo di accesso al potere politico e rituale. Gli oggetti non ricoprono più solo le loro funzioni primarie di strumenti (Costin 2005).

Questo tipo di impostazione teorica ha il merito di ampliare il dibattito riguardante la produzione artigianale evitando di distorcere l'interpretazione dell'evidenza archeologica applicando delle categorie tipiche dello sviluppo tecnologico occidentale, il quale si è evoluto secondo delle premesse contestuali e storiche peculiari, ma non per questo universali. Infatti, per i periodi ad appannaggio dell'indagine archeologica, in particolare per la preistoria e la protostoria, non solo è utile disporre di categorie ampie per poter comprendere il dato archeologico, ma è anche fondamentale porre il focus sulle tecnologie disponibili nel contesto indagato. Per periodi così antichi, le scelte tecnologiche potevano sicuramente essere influenzate dai fattori sopraelencati da C.L. Costin, ma va considerato anche lo stato delle conoscenze teoriche e pratiche che sono alla base della tecnologia disponibile nel periodo preso in esame. Molte delle scelte tecnologiche che l'artigiano poteva operare erano dettate in primis dalla conoscenza tecnologica di cui disponeva, ma anche e soprattutto dalla disponibilità delle materie prime e dagli strumenti a sua disposizione. Va considerato se le risorse fossero immediatamente disponibili o se fosse necessaria una mediazione per poterne avere accesso, ad esempio tramite degli scambi gestiti dall'élite. Questi fattori influiscono notevolmente nella catena operativa che l'artigiano mette in atto per poter realizzare il suo prodotto.

C.L. Costin (2005) affronta un aspetto molto interessante e cruciale per lo studio della specializzazione, ovvero la complessità tecnologica di un particolare mestiere, di un tipo di oggetto o di un settore. In passato, afferma, la complessità veniva spesso asserita sulla base di stereotipi preconconcetti o pregiudizi culturali piuttosto che dimostrata sulla base di criteri oggettivi.

Il dibattito circa la valutazione della complessità delle tecnologie implica la considerazione di molti fattori, tra cui il numero minimo approssimativo di personale richiesto per una determinata attività; i tipi di materie prime necessarie; la quantità, la complessità e la durata della preparazione richiesta; il numero di fasi nella sequenza di produzione; il grado di precisione richiesto nell'esecuzione

delle procedure; la complessità degli strumenti e delle strutture; e il numero di tipi di beni prodotti (White e Pigott 1996 p.161).

La tecnologia è costituita dalle materie prime, dagli strumenti, dalle conoscenze e dai processi necessari per realizzare tali trasformazioni. La comprensione della tecnologia alla base dell'artigianato è di fondamentale importanza per ricostruire e spiegare accuratamente il sistema produttivo. Come sottolineato da John Clark (1995), la maggior parte degli analisti non ha familiarità con i materiali e le tecniche necessarie per produrre i manufatti che studia. Eppure, sostiene, tale conoscenza è necessaria per valutare il tempo, l'energia e le competenze necessarie per realizzare un'attività artigianale.

Uno dei metodi per ovviare questa criticità nello studio della tecnologia è l'archeologia sperimentale, il cui scopo è proprio quello di replicare i processi produttivi ipotizzati, avvalendosi spesso della collaborazione di artigiani esperti, utilizzando la strumentazione e la tecnologia disponibile nel contesto analizzato e verificare scientificamente la coerenza delle ipotesi.

La tecnologia disponibile in un determinato contesto e periodo ha un impatto notevole nello sviluppo della specializzazione artigianale. Un esempio di tecnologia connessa alla metallurgia è la pirotecnologia. La conoscenza e l'applicazione dei principi di questa tecnologia sono fondamentali per poter praticare lo *smelting* al fine di estrarre il metallo dai minerali, raggiungere le temperature di fusione e mettere in atto tutte le fasi produttive di un manufatto che richiede il raggiungimento di specifiche temperature.

Gli attributi tecnologici vengono utilizzati anche per dedurre altre componenti della produzione, in particolare vari aspetti dell'organizzazione produttiva, come il grado di specializzazione e la natura del coinvolgimento delle élite nelle attività produttive. Le differenze tecnologiche potrebbero essere utilizzate per identificare gruppi di lavoro o persino singoli artigiani, un passo avanti nella valutazione del livello di specializzazione.

C.L. Costin (2005) afferma che molti modelli di scelta tecnologica e di organizzazione della produzione si basano su problematiche specifiche: ovvero quanto di una particolare classe di oggetti è stato utilizzato? In quale contesto i beni sono stati utilizzati? Da chi sono stati utilizzati e per quale scopo?

I modelli politici, ad esempio, presuppongono che determinati beni abbiano un valore di prestigio o una distribuzione limitata.

I modelli di efficienza presuppongono una qualche forma di pressione competitiva o una domanda ampia e diffusa. L'autrice critica le modalità con cui questi approcci sono stati impiegati in passato. Infatti, afferma che i modelli pongono domande le cui risposte devono essere dimostrate empiricamente, non date per scontate o asserite senza fondamento.

Uno dei postulati su cui C.L. Costin pone l'accento riguarda l'uso o la funzione dell'oggetto in studio. La funzione è alla base degli attributi tecnici e stilistici dei beni, nonché della loro distribuzione quantitativa e qualitativa.

La funzione include l'uso e la manutenzione quotidiana, e impone dei vincoli sui materiali utilizzati, sulla morfologia e persino sui processi di produzione.

Questi attributi sono utilizzati per dedurre le caratteristiche del sistema di produzione e le tracce lasciate dai processi produttivi e dall'uso sono gli indizi che possono essere impiegati nella formulazione dell'interpretazione archeologica.

Un altro aspetto della problematica su cui C.L. Costin si focalizza è la distribuzione dei beni in termini spaziali e quantitativi. La distribuzione spaziale, sia internamente al sito sia su scala regionale, viene utilizzata per ricostruire l'organizzazione della produzione, nonché i meccanismi e le relazioni di scambio e in questo sistema la quantità di beni prodotta e in circolazione permette di formulare inferenze sui modelli di organizzazione della produzione.

Questo approccio è molto funzionale per lo studio della metallurgia qualora nel sito oggetto di indagine, sia possibile identificare un'area di lavorazione come nel caso della terramara di Beneceto Forno del Gallo o di Santa Rosa di Poviglio (Bianchi 2018). Non solo gli oggetti finiti o in fase di lavorazione, ma anche e soprattutto gli strumenti utilizzati dal metallurgo, la gestione degli spazi, la scelta di determinate aree per svolgere delle fasi di produzione, possono fornire informazioni fondamentali per lo studio del contesto e delle modalità in cui la specializzazione metallurgica si manifesta nel record archeologico.

3.4 I luoghi della specializzazione e gli spazi di lavoro

L'identificazione diretta dei luoghi di produzione implica il riconoscimento della distribuzione spaziale di strutture, strumenti o detriti correlati alla produzione.

L'identificazione di specifici luoghi di produzione è spesso considerata difficile perché questi possono essere confusi con aree di consumo e smaltimento intensivo di detriti eterogenei, risultato di varie attività (Sullivan 1988).

C.L. Costin (2005) ribadisce l'importanza della comprensione del processo di produzione poiché è fondamentale per formulare aspettative sulle caratteristiche fisiche dei luoghi di produzione e per interpretare le diverse aree funzionali associate all'intera sequenza di produzione.

Nel record archeologico non sempre si conserva un'area riconoscibile come spazio di produzione. Infatti, è possibile interpretare l'area come tale solo in presenza di elementi connessi alle catene operative che lasciano tracce identificabili come tipiche dell'utilizzo di una tecnologia specifica, come la pirotecnologia per la cottura delle ceramiche o per la metallurgia, dove l'eventuale presenza di carboni o la rubefazione del terreno dovuta alle alte temperature ne è un chiaro indicatore. Gli elementi

diagnostici possono essere strumenti da fabbro, spatole per la modellazione, ceselli e lesine, scarti di vario genere e così via. Un esempio di tale dinamica si riscontra nel villaggio della terramara di Pragatto (Miari et al. 2019) dove oltre la grande mole di manufatti, sono state rinvenute concentrazioni di frammenti di bronzo non lavorato, e alcune forme di fusione ma non è stato possibile identificare chiaramente un'area di produzione metallurgica.

C.L. Costin (2020), nel capitolo “What is a Workshop?” pubblicato nel libro “Approaches to the analysis of production activity at archaeological sites” del 2020, propone una discussione sulla definizione di luoghi di produzione sostenendo che letteratura si impiega il termine *workshop* per definire uno spazio di lavoro o un'area di produzione. L'autrice propone una disamina dei possibili significati che questo termine può racchiudere e non sempre definisce in maniera puntuale le caratteristiche e le peculiarità del dato archeologico. La problematica nasce dall'assunto secondo cui la presenza di un luogo specifico dove la produzione artigianale specializzata sarebbe un indicatore di un assetto socio-politico e come chiaro indicatore economico.

Un problema evidenziato da C.L. Costin è che molte attività produttive potevano essere svolte in ambienti non formalizzati e non specificatamente progettati per tale scopo. Alcuni tipi di lavorazione non richiedono nemmeno un luogo specifico o uno strumentario apposito per poter svolgere determinate fasi della produzione (Hodgkinson e Tvetmarken 2020). Diviene ulteriormente complicato riconoscere questi luoghi in assenza di tracce che possano identificare una specifica attività produttiva.

Secondo l'autrice il termine *workshop* dovrebbe descrivere in maniera generica tutti i luoghi identificabili direttamente dall'evidenza archeologica come luoghi distinti in cui si svolgeva la produzione artigianale specializzata, descritte in seconda battuta in base alle caratteristiche specifiche riscontrate in fase di indagine archeologica.

Il problema dell'identificazione di *workshop* è fondamentale per poter formulare inferenze riguardo le catene operative nella produzione artigianale, in particolare nell'ambito metallurgico. Infatti, è noto come nel contesto delle Terramare siano state riconosciute aree specifiche per la produzione metallurgica caratterizzate dalla presenza di fosse di fusione, ugelli, crogioli e scarti di lavorazione (Bianchi 2018), ma non tutta la catena operativa è contraddistinta dall'uso di quella strumentazione: la fossa di fusione, le matrici e i crogioli vengono impiegati in una fase specifica della produzione, mentre tutte le operazioni successive di rifinitura, non necessitano di quegli strumenti.

Un'area di rifinitura potrebbe essere caratterizzata dalla presenza di pietre abrasive o un accumulo di manufatti non ancora finiti.

Come si tratterà nel capitolo riguardante la sperimentazione per la riproduzione di repliche funzionali, il luogo di lavoro può essere scelto in base alle necessità specifiche di una fase di lavorazione, ad esempio per le operazioni di ricottura è vantaggioso avere delle condizioni di luce che permettano di vedere il colore dell'incandescenza del metallo, quindi al chiuso; in altri casi invece, per

poter procedere con la rifinitura o la decorazione è utile avere una buona illuminazione che permetta di vedere i dettagli. Naturalmente, è un ragionamento speculativo e, in assenza di confronti con il contesto archeologico, è difficile affermare con certezza l'impiego di luoghi specifici per determinate fasi di produzione, ma le sperimentazioni svolte in questa sede hanno fornito dei dati interessanti per quanto riguarda la discussione riguardante questo tema.

3.5 Organizzazione e programmazione delle produzioni artigianali

C.L. Costin (2005) propone una disamina circa la composizione del gruppo di lavoro per la produzione artigianale. Questo, infatti, descrive le dimensioni dell'unità produttiva e le tipologie di relazioni tra i suoi membri. È importante valutarla non solo perché rappresenta il funzionamento generale dell'unità produttiva, ma anche perché modelli di crescente complessità sociopolitica ipotizzano un passaggio da rapporti di lavoro basati sulla parentela a rapporti di lavoro basati su altri tipi di relazione, ad esempio, gestiti su base contrattuale, territoriale o forzati.

La composizione del gruppo di lavoro può essere desunta da diverse fonti di dati.

Ovviamente, le fonti migliori sono le testimonianze scritte, come poteva avvenire nel Vicino Oriente Antico per la produzione agricola (Liverani 1998). Questi possono fornire informazioni importanti sulle dimensioni dei gruppi di lavoro, sui principi di reclutamento e sulle relazioni tra i lavoratori.

Anche le rappresentazioni figurative di artigiani al lavoro hanno occasionalmente fornito informazioni sulle dimensioni, la composizione e la struttura dei gruppi di lavoro (Barber 1991).

I dati archeologici utili per questo tipo di ricostruzioni includono le dimensioni e il contesto del luogo di produzione. Una tecnica per dedurre l'organizzazione del lavoro è l'analisi accurata dei materiali che indicano gruppi di lavoro distinti (Costin 1999).

Nello studio della specializzazione e dell'organizzazione della produzione è importante considerare la relazione tra produttori e consumatori e distinguere tra specializzazione "vincolata" e "indipendente", una formulazione proposta per la prima volta da Earle (1981).

Alla base della distinzione tra produzione vincolata e indipendente c'è il controllo. Nei sistemi di produzione vincolata, le élites hanno l'autorità di controllare direttamente alcune o tutte le componenti del sistema produttivo, tra cui l'accesso alle materie prime, le scelte tecniche, l'ubicazione delle attività produttive, l'impiego e l'organizzazione del lavoro, l'aspetto e il contenuto informativo degli oggetti e la distribuzione dei beni finiti.

Gli oggetti fabbricati nei sistemi di produzione vincolata possono essere equipaggiamento militare, oggetti rituali, oggetti di prestigio, abbigliamento e così via. Non è l'uso immediato degli oggetti a condizionare il contesto sociale della produzione, piuttosto, è il loro utilizzo di base nell'economia politica e nella struttura del potere. Al contrario, nei sistemi di produzione indipendente, le élites non mantengono l'autorità diretta per esercitare il controllo sulle materie prime, sugli artigiani,

sull'organizzazione della produzione o sulla distribuzione. Come puntualizza C.L. Costin (2005) queste dinamiche potrebbero essere impossibili da dimostrare con dati puramente archeologici e in assenza di fonti scritte come per i contesti preistorici. Infatti, l'autrice afferma che per dimostrare l'esistenza di una produzione di tipo vincolato, devono sussistere due fattori:

In primo luogo, è necessario mostrare come gli oggetti funzionassero all'interno dell'economia politica o servissero le relazioni di potere e, secondariamente, è necessario dimostrare dove e come il sistema produttivo fosse controllato dalle élites sociopolitiche. Afferma anche che sarebbe utile ai fini dell'indagine su questa tematica ragionare su gradi di controllo da parte delle élites o un accesso relativamente libero a risorse, tecnologie e consumatori.

Nel tema dell'organizzazione dell'attività produttiva rientra anche la programmazione nel tempo. Questo è un aspetto solitamente di difficile documentazione in assenza di testi scritti che illustrino esplicitamente l'organizzazione delle attività produttive.

Si tratta di un fattore significativo nella spiegazione della divisione del lavoro. La programmazione è anche correlata ad altri processi sociopolitici, come la mobilitazione dei beni, l'equilibrio tra le esigenze delle élites e la programmazione del mantenimento domestico o della sussistenza (Earle 1977; Hicks 1987). L'organizzazione temporale della produzione è, in effetti, piuttosto difficile da documentare per periodi come la preistoria e la protostoria come noto invece per la cultura egizia (Grimal 2021) o le culture del Vicino Oriente Antico (Matthiae 2005) le quali hanno lasciato testimonianze scritte. Una considerazione utile all'indagine di questo fenomeno è la differenza tra produzione *part-time* e *full-time*, oltre che l'organizzazione giornaliera e quella stagionale. In assenza di queste preziose testimonianze, nell'archeologia antropologica, viene solitamente dedotta per analogia con società tradizionali (Curet 1993). Tuttavia, A. Curet (1993) sottolinea come sia metodologicamente scorretto l'uso acritico universale delle analogie e che ogni caso archeologico dovrebbe essere contestualizzato dal punto di vista ambientale, politico e storico.

La questione è anche metodologicamente problematica poiché, come discusso in precedenza, è piuttosto difficile quantificare il tempo che gli artigiani dedicano alla produzione artigianale, rispetto ad altre attività di sussistenza e manutenzione, basandosi solo sui dati archeologici.

Nel contesto delle Terramare è testimoniata a livello archeologico una prolifica produzione di manufatti ceramici, in palco di cervo, tessuti e metallurgica. Pur in assenza di testimonianze dirette in questo specifico contesto culturale la mole e la fattura della produzione materiale suggeriscono un tipo di produzione tutt'altro che sporadico. Infatti, è stato ipotizzato che la produzione metallurgica potesse essere più o meno a tempo pieno (Cardarelli 2009 p. 452).

3.6 La figura dello specialista metallurgo

La definizione di "specialista" è associata a una serie di variabili. Per gli autori presi citati nel presente lavoro, le più significative, per una corretta identificazione, sono: il livello di abilità dell'artigiano, la disponibilità dei materiali utilizzati, la tecnologia disponibile, le conoscenze e le competenze, i vincoli economici e temporali, i ruoli sociali (Brumfiel e Earle 1987; Costin 1991, 2001; Helms 1993; Sofaer 2010).

Nella ricerca sull'Età del Bronzo, l'uso di questa terminologia viene esteso anche a ruoli professionali non produttivi come i guerrieri, sacerdoti e commercianti (Kuijpers 2017).

La lavorazione dei metalli è stata spesso associata alle élites, sulla base dell'idea secondo cui il metallo fosse un materiale raro, desiderabile e controllabile, e che gli artigiani in grado di lavorarlo godessero di uno status elevato (Kuijpers 2017). Tuttavia, questa connessione tra valore materiale e prestigio sociale dell'artigiano presenta delle problematiche e non è sempre dimostrabile archeologicamente, in particolare per periodi come la Preistoria e la Protostoria, nonostante l'importanza del metallo nelle società dell'Età del Bronzo, e nel caso del presente lavoro, delle Terramare, sia innegabile, ma non implica necessariamente che chi lo lavorava occupasse una posizione di rango elevato.

Inoltre, la convinzione che la metallurgia fosse intrinsecamente più complessa rispetto ad altri mestieri preistorici (Budd e Taylor 1995) è stata criticata, poiché spesso si basa su presupposti ideologici e non su dati archeologici concreti (Kuijpers 2017). Studi archeo-antropologici applicati alla metallurgia, come quello di P. Budd e T. Taylor (1995) hanno contribuito a rafforzare l'idea secondo cui il metallurgo fosse una figura ammantata di molteplici caratterizzazioni come fabbro, mago, leader politico e religioso, ma questo tipo di teorie risultano difficilmente dimostrabili in assenza di evidenze archeologiche dirette. Inoltre, sarebbe scorretto estendere questo tipo di interpretazione a una categoria di artigiani estrapolandola dal contesto cronologico, socio-politico ed economico in cui era inserita, risultando in una generalizzazione troppo ampia per poter spiegare un fenomeno complesso e articolato come quello della metallurgia.

Il concetto di specializzazione nell'Età del Bronzo è stato oggetto di una di una revisione critica fondamentale dettata dalla necessità distinguere tra il valore simbolico del metallo e il ruolo effettivo di chi lo lavorava, adottando criteri più oggettivi e misurabili, come l'abilità tecnica e la qualità dei manufatti (Kuijpers 2017). Solo così è possibile restituire una visione più realistica, meno idealizzata e più articolata della figura dell'artigiano preistorico.

M. Kuijpers, concorde con la definizione di specializzazione formulata da C.L. Costin, ovvero che "il numero di persone che produce una classe di oggetti è inferiore al numero di persone che lo utilizza" (Costin 1991, 2001) afferma che il metallurgo è un esempio emblematico della problematica relativa alla specializzazione nell'Età del Bronzo. Non tutti, infatti, avrebbero prodotto la stessa quantità di

manufatti in metallo anche se la conoscenza fosse stata liberamente disponibile, cosa che probabilmente non è avvenuta (Kuijpers 2017; Hansen 2013).

La generalizzazione della figura dello specialista diffusa in letteratura ha portato a una dicotomia rigida tra specialisti e non-specialisti, che non riflette la reale varietà di situazioni e competenze presenti nel mondo preistorico.

I metallurghi dell'Età del Bronzo rappresentano un caso emblematico poiché sono spesso descritti come specialisti altamente qualificati (Kuijpers 2017). Tuttavia, un'analisi più attenta dei manufatti, in particolare di oggetti comuni, rivela una grande varietà qualitativa che non può essere attribuita esclusivamente a specialisti di livello elevato. Non tutti questi oggetti mostrano un'elevata perizia tecnica, suggerendo quindi l'esistenza di livelli diversi di abilità tra i produttori (Kuijpers 2017).

In questo contesto si inserisce la proposta teorica di M. Kuijpers (2017, 2018), il quale invita a superare la rigida distinzione tra specialisti e non-specialisti attraverso una classificazione più articolata, basata sull'abilità tecnica osservabile.

M. Kuijpers (2017) menziona come esempio i metallurghi autori di oggetti come il disco di Nebra (Dieck et al. 2024) e sostiene che si possa parlare indubbiamente di specialisti nella lavorazione del metallo, ma solleva la problematica relativa agli autori di classi di oggetti molto più comuni come asce, falcetti, lance, pugnali, semplici ornamenti e utensili come scalpelli e punteruoli. Come riporta M. Kuijpers (2017), questi oggetti presentano una grande variabilità nella fattura e quindi nell'abilità del metallurgo, affermando che non possono essere stati tutti realizzati da specialisti qualificati, o almeno non erano specialisti di pari livello.

Il punto fondamentale su cui pone l'accento l'autore riguarda la differenziazione dei livelli di specializzazione filtrandoli con la lente dell'abilità. Tutti i metallurghi rientrerebbero nella macro categoria degli specialisti qualora si dedicassero principalmente a quell'attività, ma dal punto di vista del materiale e del manufatto, è l'abilità dello specialista a creare una differenza e i gradi di abilità dello specialista devono essere identificati attraverso parametri oggettivi.

3.7 Il concetto di abilità

C.L. Costin (2005) definisce la *skill*, ovvero l'abilità, come una qualità che comporta la conoscenza, il talento, la competenza e l'impegno dell'artigiano. Sembra ragionevole supporre che gli specialisti siano più abili dei non specialisti perché il loro lavoro è soggetto ad essere ripetuto nel tempo con le stesse modalità e perché sviluppano le loro competenze attraverso la pratica (Charlton et al. 1991 p. 107; White e Pigott 1996 p. 151).

Secondo C.L. Costin (2005) il problema con l'abilità consiste nell'essere definita in base a giudizi che si basano spesso su valutazioni soggettive.

Nel dibattito archeologico si utilizzano gli attributi tecnologici come la complessità e la fattura degli oggetti finiti per dedurre indirettamente i livelli di abilità degli artigiani. I mezzi oggettivi proposti per valutare l'abilità includono il numero di gesti utilizzati, il controllo del movimento (Costin e Hagstrum 1995), la quantificazione dei tassi di successo o di errore durante la produzione (Pigeot 1990; Arnold e Munns 1994; Clark 1997) e il grado di standardizzazione morfologica.

Un ulteriore approccio, impiegato nel presente progetto, prevede lo studio delle tracce di produzione (Dolfini 2011; Molloy 2011; O'Flaherty et al. 2011; Horn 2013; Sáez e Lerma 2015; Hermann et al. 2020) e l'uso dei metodi propri dell'archeologia sperimentale, con lo scopo di individuare categorie oggettive per la valutazione del concetto di *skill* nella specializzazione metallurgica.

M. Kuijper (2017, 2018) nel definire il concetto di *skill* sottolinea come sia necessaria una definizione che sia archeologicamente valida, sulla base della quale si possano dimostrare differenze nel livello di abilità.

L'abilità, secondo l'autore, è la capacità di riconoscere e rispondere alle proprietà e alle qualità del materiale lavorato. Le qualità, in questo senso, sono le proprietà fisiche e meccaniche del materiale, ma soprattutto il modo in cui queste proprietà sono percepite dall'artigiano come una gamma di possibilità di manipolazione e modificabilità del materiale.

Un artigiano considerato esperto è in grado di far emergere le qualità di un materiale, mentre un artigiano non specializzato potrebbe persino non riconoscerle (Kuijpers 2017). Da questo punto di vista risulta difficile determinare archeologicamente l'abilità di un artigiano. Infatti, afferma Kuijpers, dall'analisi archeometrica di un manufatto in metallo, non è possibile misurare in maniera diretta l'abilità del metallurgo, poiché l'applicazione di alcune tecniche di lavorazione per un tipo di manufatto potrebbe indicare un livello di abilità elevato in un caso, mentre potrebbe suggerire una mancanza di abilità in un altro. Il concetto di abilità non è statico e applicabile universalmente a tutte le categorie di manufatti, bensì è necessario valutare l'abilità contestuale, che risponde alle peculiarità del materiale, del tipo di oggetto e della tecnologia disponibile in un determinato contesto archeologico.

Sebbene non sia possibile analizzare direttamente l'abilità in modo oggettivo e quantitativo (Budden 2008; Darmark 2010), ciò non significa che non si possa affrontare un'indagine sul concetto di abilità. L'abilità può essere un argomento ostico e spesso soggetto a interpretazioni divergenti, ma è un criterio di specializzazione che può essere delineato attraverso un'attenta osservazione del materiale archeologico (Kuijpers 2017).

Nella dissertazione circa il concetto di abilità tecnica, Kuijpers (2017), argomenta come e perché si creino differenze nella qualità degli oggetti. Afferma che l'abilità tende a essere confusa con la tecnica in archeologia, ma mentre le tecniche indicano ciò che è stato fatto, l'abilità riguarda come è stato fatto. L'abilità implica la conoscenza delle tecniche, ma non può essere ridotta a esse.

Kuijpers individua quattro elementi chiave dell'abilità tecnica:

- **Materiale:** l'abilità consiste nel riconoscere e nel rispondere alle specifiche qualità dei materiali. Questo avviene attraverso un coinvolgimento diretto e manuale con il materiale. L'abilità esiste nel punto d'incontro tra materiale e artefice.
- **Sensi:** l'abilità dipende fondamentalmente dai sensi. Ciò che conta per un artigiano è come le proprietà di un materiale siano percepibili come qualità proprie di quel materiale.
- **Strumenti:** le mani e il corpo sono gli strumenti più importanti di un artigiano, insieme agli strumenti veri e propri, che diventano un'estensione della mano e del cervello. È attraverso gli strumenti che le tecniche vengono applicate con abilità.
- **Appercezione:** l'abilità nasce dall'unione di mente e corpo. Pensare e fare non sono separati, ma si influenzano continuamente: l'esperienza pratica e la comprensione mentale lavorano insieme mentre l'azione si svolge.

M. Kuijpers, afferma che per lo studio della specializzazione e dell'abilità è utile applicare una divisione in categorie di specializzazione divise in base al livello di abilità riscontrata sul reperto. Questa impostazione teorica non ha lo scopo di sostituire completamente il termine "specialista", piuttosto consente una descrizione più sfumata della specializzazione.

L'autore (Kuijpers 2017, 2018) propone la suddivisione nelle seguenti categorie:

- **Amatori:** hanno una conoscenza di base del mestiere, ma poca esperienza. I loro oggetti mostrano errori tipici dei principianti e una comprensione limitata dei materiali. I risultati sono generalmente modesti, ma comunque accettabili.
- **Artigiani comuni:** hanno imparato bene il mestiere e lavorano in modo funzionale alla produzione di manufatti. La loro produzione si basa su imitazione e ripetizione, è tradizionale e cambia lentamente nel tempo. Realizzano oggetti funzionali, di buona qualità ma non perfetti, con piccoli errori.
- **Maestri artigiani:** producono oggetti molto curati e di alta qualità, riconosciuti dagli altri artigiani come lavori di pregio. Non creano oggetti unici, ma stabiliscono uno standard di perfezione a cui si ispirano altri artigiani. Conoscono molto bene i materiali, sperimentano di più rispetto agli artigiani comuni e sviluppano nuove tecniche. I loro prodotti si distinguono per precisione, simmetria e attenzione all'estetica.
- **Virtuosi:** artigiani capaci di creare oggetti originali o unici. Usano tecniche non convenzionali e spingono i materiali al limite. Le loro opere hanno spesso un forte valore simbolico e conferiscono a chi le realizza un alto prestigio sociale. Le loro abilità sono così elevate da essere difficili da trasmettere ad altri.

Questo tipo di impostazione teorica in cui si propone una suddivisione in livelli di specializzazione, se sviluppata congiuntamente ad uno studio delle tracce di produzione (Sáez e Lerma 2015) rende

possibile la formulazione di inferenze su questo tema che altrimenti rischierebbe di essere affrontato in maniera eccessivamente generale e superficiale.

Capitolo IV

4.1 Lo studio dei materiali: metodologia applicata e selezione del materiale

La metallurgia è un'attività molto ben sviluppata e riccamente attestata non solo nei siti oggetto di studio ma in generale nella cultura delle Terramare. Nel periodo compreso tra Bronzo Medio 2 e Bronzo Recente (1550 – 1150 BCE) si assiste ad una diffusione capillare degli oggetti realizzati in lega di rame, e in particolare nell'area culturale terramaricola si diffonde in maniera trasversale nelle varie compagini sociali (Cardarelli 2009).

La “socializzazione” (Peroni 1996) del materiale metallico implica delle produzioni differenziate: infatti, è attestata la presenza di manufatti altamente elaborati, destinati alla rappresentazione dello status dei gruppi emergenti, ma anche la produzione di strumenti e utensili per le attività quotidiane e artigianali (Cardarelli 2009). Da questa evidenza archeologica si evince come potesse sussistere una differenziazione nelle produzioni metallurgiche.

Il tema cardine del progetto è l'indagine relativa alla specializzazione metallurgica e alle sue manifestazioni nel record archeologico.

Dal punto di vista della produzione metallurgica si nota come la complessità morfologica e produttiva di alcuni oggetti, presupponga la conoscenza di specifici processi produttivi necessari per poter realizzare il manufatto. Di conseguenza, questo comporterebbe uno specifico livello di specializzazione senza il quale non sarebbe possibile fabbricare quel tipo di prodotto. È proprio questo punto che necessita dell'applicazione di un metodo scientifico per misurare il livello di specializzazione e individuare delle caratteristiche morfologiche e traceologiche nei manufatti che possano indicare il lavoro di un artigiano con più o meno esperienza, conoscenze e abilità.

La valutazione della complessità della morfologia di un oggetto e, di conseguenza, il livello di specializzazione di chi lo ha realizzato, necessita di essere circoscritto in categorie oggettive e misurabili. Ad una prima osservazione basata sulla valutazione delle caratteristiche morfologiche come le dimensioni, la complessità della forma e l'eventuale decorazione, si potrebbe pensare che una spada richieda un livello di specializzazione alto, mentre oggetti di uso comune come lesine e aghi da cucito richiedano un livello più basso. In realtà, molti oggetti di uso comune rischiano di essere sottovalutati per quanto riguarda la complessità della loro fabbricazione, nonostante la loro semplicità dal punto di vista morfologico.

Occorre considerare la peculiare catena operativa delle produzioni in bronzo (Tylecote 1992; Ottaway e Roberts 2008), che prevede l'estrazione del metallo dai minerali e l'alligazione, seguita dalla fusione, la colatura, seguita dalla rifinitura. Questi momenti, pur appartenendo alla medesima catena operativa, possono essere svolti da figure con livelli di specializzazione differenti fra loro, poiché ogni fase richiede delle conoscenze specifiche.

Si può ipotizzare che chi praticava lo *smelting* non dovesse necessariamente essere lo stesso metallurgo che poi avrebbe praticato la fusione e la colatura, così come la rifinitura poteva essere svolta da un'altra figura ancora.

La gestione delle temperature, gli strumenti, le conoscenze teoriche e pratiche in questi tre momenti sono molto diversi tra loro. In particolare, nelle fasi di fusione e rifinitura.

È proprio in queste fasi che è possibile identificare i livelli di specializzazione dell'artigiano o degli artigiani in base alle tracce tecnologiche presenti sui reperti. Per perseguire questo obiettivo è necessario un approfondito studio delle tracce presenti sui reperti, seguito dall'applicazione di protocolli sperimentali mirati alla riproduzione dei gesti, delle tecniche e delle tracce, in modo da disporre di una collezione di confronto su cui formulare l'interpretazione archeologica.

4.2 Metodi

Il progetto ha come obiettivo lo studio della specializzazione metallurgica nel contesto delle Terramare applicando come metodo di ricerca lo studio delle tracce visibili su reperti selezionati e sulla successiva comparazione traceologica con delle repliche sperimentali.

La premessa fondamentale del progetto è che ogni traccia tecnologica lasciata su un manufatto sia la testimonianza del livello di specializzazione di chi lo ha prodotto, riparato, rifunzionalizzato e, in alcuni casi, intenzionalmente distrutto. Sono volutamente escluse le tracce d'uso poiché non sarebbero funzionali alla misurazione del grado di specializzazione della produzione, bensì risponderebbero ad altre domande circa il tipo di manualità dell'utilizzatore o della funzionalità stessa dell'oggetto.

La presenza di correlazioni tra gruppi di tracce e livello di specializzazione permette di valutare l'esistenza di una suddivisione interna all'apparato produttivo metallurgico terramaricolo, in funzione della fase di lavorazione, della classe di oggetti prodotta e dell'esperienza dell'artigiano (esperto, intermedio, inesperto).

Come teorizzato da M. Kuijpers (2017) ogni livello di specializzazione è associato a un *know-how* e uno *skill set* specifici. Questo si manifesta nella formazione delle tracce che attestano il livello di specializzazione di chi le ha prodotte. Partendo, dunque, dall'analisi delle tracce (Sáez e Lerma 2015), si può ricostruire a ritroso il *know-how* e lo *skill set* del produttore, verificando tutti i passaggi interpretativi tramite l'applicazione di un protocollo sperimentale.

L'obiettivo cardine del progetto è lo studio e l'approfondimento del tema della specializzazione nei contesti terramaricoli partendo dallo studio dei materiali archeologici e dall'analisi traceologica per sviluppare delle ipotesi di lavoro che confluiscono nella creazione di un protocollo di archeologia sperimentale, integrando i dati presenti in letteratura per una valutazione complessiva della specializzazione metallurgica.

La fase di sperimentazione prevede lo sviluppo della catena operativa caratterizzante le lavorazioni post-fusione e la formazione di gruppi di sperimentatori rappresentativi di specifici livelli di specializzazione. Questo approccio permette di formulare inferenze riguardo l'organizzazione interna ad un contesto produttivo, ricreando le condizioni e le dinamiche lavorative di un'officina metallurgica, congiuntamente alla produzione di tracce di lavorazione su repliche in bronzo.

L'obiettivo della sperimentazione è di valutare e documentare il *know-how* e lo *skill set* necessari per determinate lavorazioni con il fine di evidenziare le tracce distintive lasciate dall'artigiano.

Lo studio del *know-how* necessario alla fabbricazione delle classi di materiali prese in esame vuole evidenziare analogie e differenze tra reperto archeologico e replica sperimentale, con l'obiettivo di interpretare il dato traceologico in funzione della definizione dei vari possibili livelli di specializzazione.

Il metodo di analisi proposto affonda le sue radici nel *modus operandi* dell'archeologia sperimentale (Lemorini 2025) integrandosi con i dati ricavati dallo studio delle tracce. Quest'ultimo approccio ha una storia ormai pluridecennale e si è dimostrato un ottimo metodo di interpretazione di quello che è il dato archeologico. Nel capitolo dedicato alla storia degli studi si è evidenziato come già dagli albori della disciplina l'archeologia sperimentale e lo studio delle tracce siano, a volte, interdipendenti come ampiamente dimostrato nelle pubblicazioni di autori quali A. Dolfini, B. Ottaway e molti altri (Heeb e Ottaway 2014; Sáez e Lerma 2015; Dolfini e Crellin 2016).

Lo scopo di realizzare delle repliche non è quello di produrre delle copie fedeli agli originali, semmai questo è un effetto collaterale che può fornire ulteriori dati. Lo scopo è quello di registrare il percorso che ha portato alla formazione di una determinata traccia. Da qui l'importanza di progettare un protocollo sperimentale dettagliato e che favorisca lo studio della catena operativa applicata da ogni gruppo di sperimentatori, siano essi esperti, intermedi o inesperti.

Per lo studio delle tracce su reperti metallici è fondamentale disporre di una collezione di confronto per poter identificare e interpretare correttamente le tracce archeologiche, soprattutto per attribuirle alle categorie di tracce "tecnologiche", "d'uso" e "post-deposizionali" (Sáez e Lerma 2015).

L'importanza dell'archeologia sperimentale consiste nell'osservare la formazione della traccia, in modo da ricollegarla ad uno specifico momento della catena operativa. Inoltre, permette di individuare il gesto e lo strumento che hanno prodotto la traccia, aprendo la strada all'indagine delle varianti e delle variabili che caratterizzano l'attività metallurgica.

Per perseguire l'obiettivo del progetto in maniera oggettiva e misurabile si è resa necessaria la revisione della letteratura dedicata al tema della specializzazione seguita dallo studio dei materiali archeologici.

4.3 Strumentazione ottica

Per le fotografie dei reperti è stata utilizzata una fotocamera Fujifilm XP140 con sensore 1/2.3" (5.6x) da 16.4 megapixels.

Il primo studio traceologico è stato svolto utilizzando un microscopio stereoscopico Nikon SMZ-T con oculari 10X, obiettivo 1X e un intervallo di ingrandimento da 0,67X a 6,7X e sistema di illuminazione riflessa con fibre ottiche.

L'analisi traceologica e la documentazione fotografica sono state realizzate mediante un microscopio digitale Hirox RH 2000 con sistema di ingrandimento MXB 2500 REZ, zoom 35-2500 x e un sistema di illuminazione a luce riflessa.

4.4 Dalle tracce al protocollo sperimentale

I reperti provenienti dai siti di Pragatto (BO), Santa Rosa di Poviglio (RE) e San Michele di Valestra (RE) sono stati sottoposti ad uno studio preliminare caratterizzato dall'applicazione di criteri volti a selezionare i materiali più adatti.

In prima battuta, sono state valutate le caratteristiche morfologiche generali, di cui si tratterà nei prossimi paragrafi, e lo stato generale di conservazione. La seconda fase della selezione ha consistito in un preliminare studio traceologico volto a verificare la presenza di tracce mediante l'uso di uno stereomicroscopio. Al termine di questa selezione sono stati raccolti i reperti caratterizzati da una varietà tipologica funzionale all'individuazione di tracce riconducibili ad un determinato livello di specializzazione (Kuijpers 2017).

In seguito alla selezione dei reperti più adatti, si è proceduto con la pulizia, in particolare quelli di Pragatto in quanto presentavano ancora tracce di terreno di scavo che coprivano la maggior parte della superficie, e al successivo studio traceologico utilizzando un microscopio digitale Hirox. Sono state individuate, fotografate e catalogate tutte le tracce visibili, compilando delle schede volte alla mappatura completa dei reperti.

I dati raccolti sono la base su cui sono state fondate le ipotesi di lavoro che hanno caratterizzato le successive fasi di studio e sperimentazione. In particolare, hanno permesso di selezionare delle classi di oggetti dalle caratteristiche morfologiche e traceologiche rappresentative di ipotetici livelli di complessità e di specializzazione, da verificare mediante un apposito protocollo sperimentale.

La sperimentazione è stata organizzata creando dei gruppi di lavoro caratterizzati da una diversa esperienza pregressa nella lavorazione dei metalli. Sono così stati costituiti i gruppi di "inesperti", "intermedi" ed "esperti". Ognuno di questi gruppi ha lavorato su delle repliche in bronzo basate su una selezione dei reperti, generando delle tracce rappresentative del proprio livello di specializzazione.

Le repliche sperimentali sono state sottoposte ad uno studio traceologico analogo a quello praticato sui reperti, con la medesima strumentazione.

Lo scopo è quello di confrontare sia la morfologia generale sia le tracce macro e mesoscopiche. Il raffronto di queste permette di poter misurare e quantificare mediante comparazione i livelli di specializzazione che caratterizzano il record archeologico, disponendo di un campione di repliche la cui catena operativa e livello di specializzazione sono noti e tutti i parametri sono stati accuratamente registrati.

4.5 Organizzazione del Database

Ogni reperto è stato fotografato, misurato e pesato e tutti i dati di scavo sono stati registrati su dei fogli Excel. Questi dati sono stati poi elaborati per essere inseriti in un catalogo generato col programma LibreOffice Base in modo da disporre di tutti i dati relativi ad ogni singolo reperto.

I reperti di Pragatto sono stati registrati con il numero di inventario assegnato durante lo scavo, analogamente ai reperti di S. Michele di Valestra.

Per i materiali di S. Rosa di Poviglio, invece, è stato necessario rinominare i reperti dato che alcuni riportavano lo stesso numero. I bronzi di Poviglio provengono da campagne di scavo differenti, spesso svolte a distanza di decenni le une dalle altre. Dunque, per motivi di semplificazione nella compilazione del catalogo, si è scelto di rinominare i reperti omonimi, aggiungendo una virgola e una sequenza numerica crescente (ad esempio 1.1; 1.2; 1.3 ecc.).

Per distinguere i reperti dei tre siti sono state assegnate delle sigle che precedono il numero di inventario: PRA per Pragatto, SRP per Santa Rosa di Poviglio e SMV per San Michele di Valestra.

Alcuni reperti di S. Rosa di Poviglio non disponevano di un numero di inventario sul cartellino di scavo, così si è deciso di nominarli con la sigla "SRP inv." a cui segue il numero di inventario nuovo.

Per la registrazione dei dati derivati dalla prima fase di studio, seguita dalla selezione e da un secondo studio traceologico, sono state create delle schede su cui sono stati registrati tutti i dati prodotti durante queste fasi. Per la prima valutazione traceologica sono state compilate le caselle con un breve testo descrittivo, così come per la mappatura dei prelievi di campioni di sedimento. Allo stesso modo, sono state usate lo stesso tipo di schede per registrare i dati del secondo studio traceologico con il microscopio digitale.

Per gli scopi del progetto è fondamentale la registrazione dei punti esatti di osservazione delle tracce, per questo ogni scheda è stata corredata con il numero identificativo del reperto e delle caselle collegate con delle frecce al punto esatto dell'oggetto su cui si è svolta l'analisi. Ogni casella corrisponde ad un numero che rimanda al catalogo delle fotografie scattate con la fotocamera del microscopio digitale Hirox.

Per la catalogazione delle tracce sono state creati dei fogli Excel in cui si è registrata la presenza o l'assenza di specifiche tracce. Vengono riportate in questo modo sia le tracce macroscopiche sia le tracce mesoscopiche.

4.6 Criteri di selezione dei reperti

La selezione dei reperti si è basata sui criteri di conservazione generale del materiale, delle condizioni della corrosione superficiale in funzione della visibilità delle tracce, dell'integrità o parziale frammentazione del reperto ed infine la varietà di classi di materiali.

I materiali disponibili per il presente progetto sono stati selezionati da un campione di reperti ampio e comprensivo di più di centocinquanta reperti provenienti direttamente dallo scavo di Pragatto, un gruppo di reperti messi a disposizione dal Museo della Terramara di Santa Rosa di Poviglio e un gruppo più ristretto di reperti provenienti dallo scavo di San Michele di Valestra.

Per poter procedere con lo studio delle tracce si è reso necessario operare una selezione dei materiali adatti a tale scopo.

La prima valutazione è stata effettuata ad occhio nudo ponendo attenzione alle condizioni generali dei reperti. L'integrità del reperto non è stato un parametro fondamentale per la selezione, poiché la quasi totalità dei bronzi è danneggiata, presenta dei distacchi o è frammentato. Per lo studio delle tracce, infatti, è sufficiente anche una piccola area integra per poter individuare delle tracce diagnostiche.

Un parametro che invece ha avuto un peso maggiore nella scelta dei materiali è stata la varietà tipologica. Questa scelta ha avuto lo scopo di ampliare il più possibile il campione al fine di indagare l'esistenza di una differenza nelle tracce in varie classi di oggetti. Per questo motivo sono stati inclusi anche oggetti molto frammentati ma appartenenti a classi eterogenee.

Un fattore fondamentale per l'inclusione di un reperto nella collezione di studio è stato la valutazione delle condizioni di corrosione superficiale. Le condizioni di conservazione possono influire in maniera determinante nello studio delle tracce e per questo sono stati scelti dei bronzi con una corrosione il meno coprente possibile.

La corrosione può avere vari gradi di copertura (Robbiola et al. 1998; Horn e Von Holstein 2017) e questa, in determinate condizioni, può obliterare completamente le tracce.

Sono stati esclusi dallo studio i reperti che presentavano sulla totalità della superficie quella che Robbiola e colleghi (1998) definiscono di Tipo 2. Questo tipo di corrosione ha un'apparenza ruvida dalla colorazione rossastra, verde e marrone. A differenza del Tipo 1 che appare come una patina di colore bruno, il Tipo 2 attacca il materiale sottostante e crea delle aree globose, ruvide, lamellari e incavate. Può comportare la perdita di frammenti di materiale metallico e appare stratificata con una struttura lamellare completamente mineralizzata.

Nonostante la presenza di corrosione di Tipo 2 è possibile che alcuni reperti siano ancora utilizzabili per lo studio traceologico. Infatti, non è necessario che l'intero reperto sia libero da corrosione, ma è sufficiente anche una piccola porzione anche con una patina di Tipo 1.

Alcuni reperti con delle condizioni di corrosione di Tipo 2 molto estesa sono stati inclusi tra i materiali selezionati poiché presentavano delle caratteristiche morfologiche, quali l'integrità o la presenza di *casting-flaws*, fratture potenzialmente intenzionali o condizioni generali che indicavano la possibile presenza di tracce osservabili al microscopio. Lo scopo dell'inclusione di reperti dubbi è stato quello di disporre di un campione ampio e vario da verificare in un secondo momento mediante l'uso di un microscopio.

4.7 Studio traceologico preliminare e selezione dei reperti

La prima fase di valutazione e studio delle tracce si è svolta mediante l'utilizzo di uno stereomicroscopio Nikon SMZ-T. Questa fase ha avuto lo scopo di verificare in maniera approfondita la presenza di tracce sui reperti, operando così una seconda selezione.

I reperti di Pragatto non hanno subito alcun intervento di pulizia o restauro dopo lo scavo e, considerando gli importanti risultati ottenuti dal lavoro svolto sui residui organici su un gruppo di pugnali di questo sito (Caricola et al. 2022), si è deciso di effettuare un campionamento preventivo del sedimento ancora presente sui reperti, di cui più avanti.

In seguito al campionamento, i reperti sono stati puliti con un pennello a setola sintetica morbida imbevuto in una soluzione di acqua demineralizzata ed etanolo per facilitare il distacco del terreno e l'immediata asciugatura della superficie.

Alcuni reperti provenienti da S. Rosa di Poviglio sono stati restaurati e consolidati con delle resine acriliche, mentre altri hanno subito solo una leggera pulitura. Analogamente sono stati trattati i reperti di S. Michele di Valestra.

Si è proceduto dunque con lo studio dei reperti e, dopo aver individuato quelli con delle tracce visibili, sono stati selezionati ed inseriti nel database. Alcuni reperti, nonostante le buone condizioni di conservazione, non presentavano alcun tipo di traccia e per questo sono stati esclusi dal campione.

I reperti selezionati sono stati fotografati con una fotocamera digitale e sono state create delle schede (vedi Catalogo) per la registrazione delle tracce osservate, con l'indicazione della posizione e delle condizioni generali di conservazione per disporre di una mappatura completa, utile per il successivo studio traceologico con il microscopio digitale Hirox.

L'uso di un microscopio ottico con luce riflessa ha permesso di individuare molte tracce altrimenti invisibili. Questo strumento consente di poter manipolare il reperto cambiando l'inclinazione della luce, evidenziando con precisione delle tracce che con altri strumenti e altri sistemi di illuminazione, non sarebbero sufficientemente evidenziate.

4.8 Campionamento di possibili residui organici

In seguito alla pubblicazione dello studio dei residui organici sui pugnali di Pragatto (Caricola et al. 2022) si è ritenuto opportuno conservare degli eventuali residui ancora presenti nel sedimento adeso alla superficie dei bronzi.

Per il campionamento sono state create delle schede su cui indicare il punto preciso del prelievo di ogni reperto poiché la presenza di un residuo in un punto specifico del reperto, in particolare se si tratta di un utensile o un'arma, potrebbe indicare una specifica destinazione funzionale.

Lo scopo della conservazione del sedimento è quello di preservare dei dati fondamentali per studi futuri riguardo l'interpretazione funzionale dei reperti, i materiali con cui questi oggetti hanno interagito durante la loro vita funzionale e il materiale organico impiegato nella fabbricazione delle immanicature o elementi decorativi.

Per il campionamento si è proceduto raschiando delicatamente la superficie con un uno stilo monouso in materiale plastico. La polvere ottenuta è stata conservata in delle fiale sterili.

I punti di prelievo sono stati scelti a campione, prelevando sedimento in prossimità delle aree funzionali, ad esempio la punta degli spilloni, il filo tagliente dei pugnali e così via. Sono stati prelevati anche campioni in prossimità delle aree di immanicatura, come la base delle lesine o in prossimità dei ribattini dei pugnali. In alcuni casi era ancora visibile del materiale pertinente al manico.

I materiali più comunemente inglobati nel sedimento erano dei piccoli frammenti di carbone. Questi ultimi sono stati scrupolosamente raccolti poiché potrebbero essere impiegati per effettuare delle datazioni al radiocarbonio.

4.9 I reperti

I reperti oggetto di indagine per il presente progetto provengono dai siti terramaricoli di Pragatto (BO), Santa Rosa di Poviglio (RE) e San Michele di Valestra (RE).

I reperti sono caratterizzati da una grande varietà sia dal punto di vista tipologico sia di condizioni di conservazione. Di seguito si propone una panoramica dei reperti selezionati dai tre siti oggetto di indagine.

Pragatto

I bronzi rinvenuti a Pragatto (Miari et al. 2019) sono riferibili ad un periodo compreso tra il Bronzo Medio 2 e il Bronzo Recente (1550-1250 BCE). La datazione è stata effettuata contestualmente allo scavo mediante il confronto con i reperti ceramici ma, come indicato nella pubblicazione (Miari et al. 2019) è da intendersi preliminare, benché il confronto con i materiali ceramici e la stratigrafia del sito sembrano delineare un quadro cronologico coerente.

I bronzi non hanno subito alcun intervento di restauro o di consolidamento. Al momento della selezione per lo studio traceologico preliminare i materiali presentavano ancora uno spesso strato di sedimento di scavo, successivamente rimosso.

I reperti sono caratterizzati da una patina superficiale bruno-verdastra ma solo in alcuni casi la corrosione è molto profonda. La maggior parte dei bronzi riporta fratture o parti mancanti ma sono comunque in ottime condizioni dal punto di vista della conservazione delle tracce. Per gli scopi del progetto non tutti i reperti si sono rivelati adatti ad un più approfondito studio traceologico, e a seguito di un preliminare studio con uno stereomicroscopio, sono stati selezionati i reperti con tracce visibili ed in condizioni di corrosione non eccessivamente coprente.

Dallo scavo provengono numerose classi di materiali, da cui sono stati selezionati i seguenti reperti (Tab. 4).

Ago	5
Cuspide di freccia	3
Falcetto	1
Filo	1
Frammento	4
Giavellotto	1
Lamina	1
Lesina	9
Ornamento	1
Pugnale	23
Punteruolo	3
Rasoio	1
Ribattino	3
Scalpello	2
Scoria	2
Spada	1
Spillone	20
Totale	81

Tab. 4 Selezione dei bronzi di Pragatto

Dei più di centocinquanta reperti (Miari et al. 2019) solo ottantuno di questi erano in condizioni ottimali per poter osservare le tracce.

Si può notare come la classe dei pugnali sia la più numerosa, seguita dagli spilloni e dalle lesine.

Alcuni reperti, come la spada, il rasoio e il giavellotto, pur essendo gli unici della propria tipologia, riportano delle tracce eccezionalmente conservate.

- **Aghi:** gli aghi provenienti da Pragatto sono generalmente in ottime condizioni di conservazione e in particolare la concentrazione di aghi PRA 1884 presenta un alto grado di standardizzazione nella produzione. Le dimensioni e il metodo di piegatura della cruna sono la testimonianza di una catena operativa specifica e di un *know how* specifico.
- **Cuspidi di freccia:** da Pragatto provengono tre cuspidi di freccia in stati di conservazione differente. Infatti, solo una PRA 1512 è integra, mentre la PRA 1095 è completamente corrosa e la PRA 1518 risulta fratturata su un'aletta e in corrispondenza del peduncolo.
- **Falcetti:** Il reperto PRA 1244 è in condizioni di corrosione molto avanzate ma è ben visibile in foro per il chiodo per l'immanicatura e una porzione della lama. Sia il codolo sia la lama sono spezzati.
- **Fili:** Il reperto PRA 1213 si presenta come un sottile filo in bronzo piegato ad arco, ma è impossibile risalire alla sua destinazione funzionale.
- **Frammenti:** da Pragatto provengono quattro frammenti riconducibili a parti di codolo, come nel caso del PRA 678 riconoscibile dalla presenza di un foro; una parte di codolo ribattuto sui lati PRA 1686 dove si intravede la presenza di un foro corrispondente alla frattura, probabilmente parte di un manico; il reperto PRA 1676 di cui si conserva il piccolo codolo con il ribattino ancora presente; il reperto PRA 2152 che in base alla presenza di una nervatura sulla parte superiore, potrebbe essere ricondotto alla lama di un falcetto.
- **Giavellotto:** è stata rinvenuta una sola cuspidi di giavellotto PRA 1584 in condizioni di conservazione eccezionali. Risulta completamente integra e coperta da un sottile strato di corrosione che permette di osservare delle tracce anche ad occhio nudo. Di particolare interesse sono le tracce di martellatura visibili sul margine tagliente.
- **Lamine:** il reperto PRA 1252 è una lamina in bronzo estremamente corrosa e di difficile interpretazione. Potrebbe essere un pugnale ma non sono presenti elementi diagnostici per poterlo ricollegare ad una classe di materiali.
- **Lesine:** le lesine di Pragatto sono caratterizzate da una sezione quadrangolare, più o meno regolare. Alcune di queste, PRA 1323, PRA 1369, PRA 1574, PRA 1678 presentano delle piegature più o meno accentuate, mentre le altre lesine, PRA 753, PRA 1510, PRA 1580 e PRA 1802 non presentano questa caratteristica. Sono generalmente corrosive ma presentano delle condizioni adatte per uno studio traceologico.
- **Ornamenti:** è attestato un solo ornamento PRA 1548 riferibile come pendaglio a due globetti, in condizioni di corrosione non pervasiva e completamente integro.

- **Pugnali:** a Pragatto sono stati rinvenuti un numero consistente di pugnali in condizioni di conservazione eterogenee: infatti, molti di questi riportano alcune fratture ma sono generalmente in ottime condizioni, permettendo di poter svolgere ulteriori analisi; altri invece, presentano una superficie completamente corrosa e illeggibile dal punto di vista traceologico. Sono riferibili a diverse tipologie, tra cui quattro pugnali di tipo Campegine PRA 1489, PRA 1516, PRA 1798, PRA 2035; tre affini al tipo S. Ambrogio PRA 264, PRA 461, PRA 1670 ; due affini al tipo Redù PRA 1421, PRA 1617 ; un tipo Toscanella PRA 1683 ; un affine a tipo Tredossi PRA 1707 ; un tipo Perteghelle PRA 175 e un tipo Pieve S. Giacomo PRA 11339. Altri pugnali PRA 184, PRA 860 sono riconducibili alla tipologia di pugnali a base semplice ma non è possibile collegarli ad alcun tipo specifico, mentre otto sono in condizioni di conservazione non ottimali, rendendoli indeterminabili PRA 399, PRA 1260, PRA 1321, PRA 1705, PRA 1706, PRA 2037, PRA 2041, PRA 2110 .
- **Punteruoli:** Sono stati rinvenuti tre punteruoli di cui PRA 1327 e PRA 1426 sono in condizioni ottimali di conservazione, così come il PRA 1638 che però differisce dagli altri per le maggiori dimensioni e una piegatura nella parte mediana
- **Rasoio:** il rasoio PRA 1774 nonostante le condizioni moderatamente frammentarie e un'area profondamente corrosa, si presenta in condizioni eccellenti per quanto riguarda le tracce. Le tracce osservabili ad occhio nudo, in particolare la fattura delle finestre centrali e la martellatura del margine tagliente, permettono uno studio approfondito riguardo le tecniche di fabbricazione, mentre le tracce visibili al microscopio permettono di studiare la gestualità impiegata per la rifinitura e il mantenimento del filo tagliente mediante abrasione.
- **Ribattini:** a Pragatto sono stati rinvenuti tre ribattini PRA 843, PRA 1246 e PRA 1384.
- **Scalpelli:** da Pragatto provengono due scalpelli, uno completamente integro e in condizioni di conservazione ottime PRA 1494, mentre l'altro scalpello PRA 1803 è frammentato e si conserva solo la parte del margine tagliente.
- **Scorie:** di grande interesse è il reperto PRA 1554 poiché risulta essere un cono di fusione perfettamente conservato con ancora visibile la frammentazione intenzionale per separarlo dal manufatto.
- **Spada:** la spada rinvenuta a Pragatto PRA 2144 è spezzata in corrispondenza della parte mediana e della punta. Le condizioni di conservazione sono eccezionali, in quanto è possibile osservare ad occhio nudo la linea di incrudimento del margine tagliente e delle chiare strie di abrasione. Sembra riferibile al tipo di spada a codolo, benché frammentato, a quattro ribattini. I ribattini sono mancanti in quanto i fori sono una delle aree più danneggiate dalla corrosione.
- **Spilloni:** a Pragatto sono stati rinvenuti un numero consistente di spilloni, perlopiù frammentati o deformati, ma in alcuni casi in ottime condizioni per poter effettuare uno studio

traceologico. Si contano quattro spilloni a tre anelli, PRA 1555, PRA 1607, PRA 1676 e PRA 1665; due spilloni a duplice asola PRA 1503, PRA 1799; due spilloni a rotolo con gambo a sezione circolare PRA 737, PRA 1401; uno spillone tipo Bacino Marina PRA 1915; uno spillone con capocchia a sigillo PRA 651; uno spillone con capocchia di chiodo PRA 1157; uno spillone con capocchia espansa e appiattita con collo perforato PRA 188; uno spillone con collo perforato PRA 2034; uno spillone con corpo ingrossato a sezione quadrangolare e capocchia troncoconica PRA 375; uno spillone tipo Montale PRA 1227; uno spillone tipo Monte Leonato PRA 2228; uno spillone a riccio PRA 1103; uno spillone a capocchia perforata obliquamente PRA 984; uno spillone tipo S. Caterina PRA 1566 ed infine uno spillone dalla tipologia indeterminabile PRA 1158 .

Santa Rosa di Poviglio

Lo scavo della Terramara Santa Rosa di Poviglio (Bernabò Brea et al. 1997) è iniziato nel 1984 ed è tuttora attivo restituendo, tra gli altri materiali, notevoli quantità di reperti in bronzo. Dal punto di vista tipologico i metalli sono molto eterogenei, ma si nota come sia preminente un tipo di produzione focalizzata su fili metallici, spilloni e in generale oggetti ottenuti da fili metallici molto sottili. Molti dei manufatti ottenuti da filo non sono stati inclusi nella selezione dei materiali a causa delle loro condizioni di conservazione, ma è ciò non di meno importante riportare questo dato per lo studio della specializzazione metallurgica in questo sito.

I reperti sono caratterizzati da una patina superficiale bruno-verdastra o anche verde chiaro ma solo in alcuni casi la corrosione è molto profonda. La maggior parte dei bronzi riporta fratture o parti mancanti. Alcuni reperti, come già accennato, hanno subito interventi di restauro e consolidamento, ma ciò non sembra aver intaccato la visibilità delle tracce.

Dallo scavo provengono numerose classi di materiali, da cui sono stati selezionati per lo studio i seguenti reperti (Tab. 5).

Ago	2
Anello	3
Ascia	1
Barra	3
Cuspide di freccia	1
Falcetto	5
Filo	6
Frammento	14
Lamina	1

Lesina	8
Ornamento	3
Pugnale	11
Punteruolo	5
Ribattino	2
Scalpello	2
Scoria	6
Spillone	9
Totale	82

Tab. 5 Selezione dei bronzi di Santa Rosa di Poviglio

Delle centinaia di reperti conservati nei magazzini del Museo della Terramara di Poviglio, solo ottantadue di questi erano in condizioni ottimali per poter osservare le tracce.

- **Aghi:** gli aghi rinvenuti a S. Rosa di Poviglio SRP 2.2 e SRP 108 sono frammentati e riconoscibili sono dalla presenza di una rastrematura per creare la punta. Le crune sono mancanti.
- **Anelli:** sono stati selezionati tre anelli SRP 56.3 caratterizzato dalla forma a fascia aperta, SRP 140 e SRP inv.28 sono invece anelli a forma chiusa, SRP inv.28 ha una decorazione incisa lungo tutta la circonferenza.
- **Ascia:** questo reperto SRP inv.18 è frammentato e rimane solo il margine tagliente della lama.
- **Barra:** i reperti SRP 25 e SRP inv.23 sono delle barre a sezione quadra, di cui la SRP inv.23 risulta spezzata in due parti. La terza barra SRP 58.2 è caratterizzata da una sezione irregolare che varia dal quadrato, al romboidale al pentagonale. Si ipotizza possa essere un *work in progress*.
- **Cuspide di freccia:** il reperto SRP inv.3 è una cuspide di freccia con innesto a cannone. La punta è spezzata e mancante.
- **Falcetto:** i falcetti rinvenuti in questo sito sono tutti frammentati. Sono conservate solo porzioni della lama SRP 2.4, SRP 3.6, SRP 40.2, SRP 55 e in un solo caso SRP inv.4 è rimasta quella che sembra la punta del falcetto, molto arrotondata.
- **Fili:** i reperti di questo tipo SRP 7.3, SRP 27.1, SRP 56.1, SRP 77 e SRP inv.9 sono frammentati e riportano delle vistose piegature. È difficile stabilire la loro destinazione funzionale, anche se è verosimile che potessero essere impiegati per la fabbricazione di aghi, dato il loro spessore molto ridotto, o essere parte di ornamenti.
- **Frammenti:** a questa categoria molto numerosa appartengono dei reperti raramente associabili ad una tipologia specifica. Spesso questi oggetti sono informi o variamente spezzati. Sono infatti di difficile attribuzione i reperti SRP 6.2, SRP 22.1, SRP 38, SRP 42.1, SRP

83.1, SRP inv.30. Sono invece interpretabili i reperti SRP 56.4 potrebbe appartenere ad un ornamento o un'immanicatura, SRP 80 può essere assimilato ad una barra quadra di piccole dimensioni o una lesina, SRP 99.1 di difficile attribuzione, così come SRP 99.2, SRP 114 è una barretta ritorta associabile all'arco di una fibula o una parte di spillone, SRP inv.11 probabilmente una parte di lama di pugnale ma di difficile interpretazione, SRP inv.22 potrebbe essere la parte terminale di un codolo.

- **Lamine:** a questa categoria appartiene il reperto SRP 9.2 il quale riporta una decorazione incisa lungo i bordi.
- **Lesine:** le lesine rinvenute sono a sezione quadra SRP 1.5, SRP 7.1, SRP 32, SRP 47, SRP inv.1. Sono invece con tagliente appiattito, simili a piccoli scalpellini le lesine SRP 37, SRP 89.1 e SRP inv.21.
- **Ornamenti:** sono stati rinvenuti degli ornamenti associabili a diverse categorie, come SRP 1.4 il quale si presenta come un filo arrotolato a spirale, probabilmente parte di uno spillone, SRP 13 invece potrebbe essere associato ad un pendaglio a globetti, mentre SRP inv.13 è di difficile attribuzione.
- **Pugnali:** i pugnali del sito di S. Rosa di Poviglio appartengono a diverse tipologie e nel dettaglio SRP 8.1 Castellaro di Gottolengo, SRP 8.1 Redù variante B, SRP 44 Torre Castelluccia, SRP inv.25 Rovere di Caorso var C. È assimilabile al tipo a Base trapezoidale con tre chiodi il reperto SRP 20, mentre risultano indeterminabili i pugnali SRP 26.2, SRP inv.12, SRP inv.14, SRP inv.17, SRP inv.19 e SRP inv.26.
- **Punteruoli:** i punteruoli sono caratterizzati da una sezione circolare, senza alcun tipo di squadratura in prossimità dell'innesto. I punteruoli SRP 9.3, SRP 24.1, SRP 48 sono integri con nessuna deformazione, mentre SRP 15 ha una vistosa piegatura e SRP 67.1 è leggermente piegato e spezzato a metà.
- **Ribattini:** sono stati inclusi tra i materiali selezionati SRP inv.7 e SRP inv.29
- **Scalpelli:** sono stati rinvenuti uno scalpellino, probabilmente spezzato SRP 1.1 e uno scalpello con il margine tagliente con sezione a "U" SRP 11.
- **Scorie:** sono state identificate come scorie di fusione i reperti informi SRP 3.4, SRP 22.2, SRP 28, SRP 86.2, SRP inv.32. Il reperto SRP 65.1 risulta essere un cono di fusione spezzato alla base.
- **Spilloni:** gli spilloni selezionati sono per la maggior parte in condizioni frammentarie o con vistose deformazioni e appartengono a varie tipologie. SRP 1.3 appartiene alla tipologia Ca' del Lago e riporta una vistosa deformazione del gambo, SRP 17 è riferibile alla tipologia a piccola capocchia di papavero, SRP 18 è uno spillone a doppia spirale frammentato in più parti, SRP 24.3 è la capocchia di uno spillone con perforazione ad asola tipo Cataragna, SRP 81 è uno

spillone del tipo S. Ambrogio, fratturato in più parti, SRP 40.1, SRP 83.2, SRP 147, SRP inv.10 appartengono tutti al tipo di spillone a rotolo con gambo a sezione circolare.

San Michele di Valestra

I bronzi provenienti dallo scavo di San Michele di Valestra sono un campione numericamente esiguo se comparati agli altri siti presi in esame (Tab. 6). Dal punto di vista della conservazione i materiali sono per la maggior parte frammentati e molto corrosi.

Fibula	1
Frammento	2
Pugnale	1
Punteruolo	2
Spillone	2
Totale	8

Tab. 6 Selezione dei bronzi di San Michele di Valestra

- **Fibula:** la fibula VAL 6 appartiene alla tipologia ad arco di violino e presenta una torcitura decorativa dell'arco. La fibula è molto corrosa e la staffa è mancante.
- **Frammenti:** il reperto VAL 2 è un frammento di filo metallico a sezione circolare che si rastrema in prossimità della punta con deformazioni serpeggianti, potrebbe essere lo spillone spezzato di una fibula, data la piegatura alla base che potrebbe far ipotizzare la presenza della piegatura della molla della fibula. Val 10 è un frammento di filo metallico a sezione circolare con una deformazione molto pronunciata la cui forma ricorda quella di un amo da pesca.
- **Pugnale:** il pugnale VAL 8 appartiene al tipo Tredossi ed è in buone condizioni di conservazione e si nota anche la presenza di un possibile residuo organico alla base della lama, verosimilmente parte dell'immanicatura.
- **Punteruoli:** il punteruolo VAL 24 presenta una sezione quadra che si rastrema mutando in sezione circolare verso la punta. Si presenta in buone condizioni di conservazione ad eccezione del margine funzionale della punta che risulta danneggiato. Il punteruolo VAL 33 ha una sezione circolare e presenta una vistosa deformazione lungo il fusto.
- **Spilloni:** lo spillone VAL 22 appartiene al tipo Ca' del Lago e risulta essere spezzato in due parti a metà del fusto. Lo spillone VAL 50 è uno spillone a riccio con quest'ultimo a sezione circolare invece che a sezione piatta e presenta una frattura lungo il fusto in prossimità della punta.

I reperti di Pragatto

ID	Num Reperto
1	175
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
92	Bronzo
Quadrato	
AM64	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Lama di pugnale incompleta a base semplice con 3 ribattini	
Tipologia	
Pugnale tipo Perteghelle	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 68 tav 35 n 509	
Note	
h 56,65	
Lunghezza mm	Larghezza mm
70	24
Spessore mm	Peso g
4	16,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
2	184
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
92	Bronzo
Quadrato	
AU76	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale frammentato probabilmente a base semplice, con un solo ribattino rimasto	
Tipologia	
Pugnale a base semplice con due ribattini	
Bibliografia	
Note	
h 56,62	
Lunghezza mm	Larghezza mm
98	19
Spessore mm	Peso g
3	15,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
3	188
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
13	Bronzo
Quadrato	
AM60	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone con capocchia piatta forse decorato	
Tipologia	
Spillone con capocchia espansa e appiattita con collo perforato	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 164 e tav 34 n 995	
Note	
h 56,56	
Lunghezza mm	Larghezza mm
182	12
Spessore mm	Peso g
3	11,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
4	264
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
114	Bronzo
Quadrato	
AU64	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a base semplice con 2 ribattini	
Tipologia	
Pugnale a base semplice tipo S. Ambrogio	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 97 tav 51	
Note	
h 56,44	
Lunghezza mm	Larghezza mm
138	25
Spessore mm	Peso g
3	31

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
5	375
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
180	Bronzo
Quadrato	
Area C, Tr. Nord	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone con corpo ingrossato a sezione quadrangolare e capocchia troncoconica	
Tipologia	
Spillone con corpo ingrossato a sezione quadrangolare e capocchia troncoconica	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 184 e tav 41	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
235	3
Spessore mm	Peso g
3	14,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
6	399
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
78	Bronzo
Quadrato	
H64	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
h 56,47	
Lunghezza mm	Larghezza mm
65	29
Spessore mm	Peso g
3	14,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
7	461
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
35	Bronzo
Quadrato	
AQ64	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a base semplice con punta mancante e due ribattini	
Tipologia	
Affine a tipo S. Ambrogio	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 97 tav 50	
Note	
h 56,49	
Lunghezza mm	Larghezza mm
95	25
Spessore mm	Peso g
3	18

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto	Foto Faccia A
8	633	
Sito	Anno	
Pragatto	2016	
US	Materiale	
54	Bronzo	
Quadrato		
H72		
Oggetto		
Scoria		Foto Faccia B
Descrizione		
Scoria di metallo		
Tipologia		
Bibliografia		
Note		
h 56,67		
Lunghezza mm	Larghezza mm	
72	11	
Spessore mm	Peso g	
4	6,4	

ID	Num Reperto
9	651
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
187	Bronzo
Quadrato	
R64	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone a testa di chiodo	
Tipologia	
Spillone con capocchia a sigillo	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 232 tav 53	
Note	
h 56,39	
Lunghezza mm	Larghezza mm
26	12
Spessore mm	Peso g
4	2,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
10	678
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
285	Bronzo
Quadrato	
Area C, Tr. Sud	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
Piccolo frammento di forma approssimativamente triangolare con foro passante	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,03	
Lunghezza mm	Larghezza mm
72	8
Spessore mm	Peso g
3	1,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
11	737
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
474	Bronzo
Quadrato	
AU64	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
Ago o frammento di spillone	
Tipologia	
Spillone a rotolo con gambo a sez circolare	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 99 tav 5	
Note	
h 56,53	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	2
Spessore mm	Peso g
2	0,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
12	753
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
118	Bronzo
Quadrato	
AG76	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
Frammento di bronzo a sezione circolare, possibile frammento di spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,27	
Lunghezza mm	Larghezza mm
13	5
Spessore mm	Peso g
5	2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
13	843
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
354	Bronzo
Quadrato	
Area C, Pilastro Ovest	
Oggetto	
Ribattino	
Descrizione	
Ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	19
Spessore mm	Peso g
2	4,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
14	860
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
456	Bronzo
Quadrato	
AC76	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale frammentato con due ribattini	
Tipologia	
Pugnale a base semplice con due ribattini-indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
h 56,53	
Lunghezza mm	Larghezza mm
41	16
Spessore mm	Peso g
8	7,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
15	984
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
352	Bronzo
Quadrato	
N64	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Elemento molto ossidato con estremità sferica	
Tipologia	
Spillone con capocchia perforata obliquamente ,	
Bibliografia	
Caracini 75 pag 157 tav 31	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
42	15
Spessore mm	Peso g
3	3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
16	1095
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1	Bronzo
Quadrato	
N36	
Oggetto	
Cuspide di freccia	
Descrizione	
Punta di freccia con codolo a sezione circolare	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,27	
Lunghezza mm	Larghezza mm
64	12
Spessore mm	Peso g
2	2,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
17	1103
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
590	Bronzo
Quadrato	
AU44	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone con capocchia arrotolata	
Tipologia	
Spillone a riccio	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 118 tav 13 n 402	
Note	
h 56,30	
Lunghezza mm	Larghezza mm
36	2
Spessore mm	Peso g
1	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
18	1157
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
590	Bronzo
Quadrato	
AU48	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone con capocchia leggermente espansa e appiattita	
Tipologia	
Spillone a capocchia di chiodo	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 229 tav 32 n 1674	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
100	1
Spessore mm	Peso g
1	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
19	1158
Sito	Anno
Pragatto	-
US	Materiale
590	Bronzo
Quadrato	
AG40	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone frammentario	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
h 56,28	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	1,5
Spessore mm	Peso g
1,5	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
20	1213
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
118	Bronzo
Quadrato	
AQ72	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
Frammento di filo di bronzo semicircolare (fermatreccia?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
111	20
Spessore mm	Peso g
4	6,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
21	1227
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
586	Bronzo
Quadrato	
V48	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone tipo Montale (BM2-3)	
Tipologia	
Spillone tipo Montale	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 143 tav 23 n 712	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
68	31
Spessore mm	Peso g
5	29,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
22	1244
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
590	Bronzo
Quadrato	
AC48	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
Frammento di falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,23	
Lunghezza mm	Larghezza mm
16	5
Spessore mm	Peso g
4	1,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
23	1246
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1	Bronzo
Quadrato	
D132	
Oggetto	
Ribattino	
Descrizione	
Ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
93	31
Spessore mm	Peso g
1	18,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
24	1252
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
639	Bronzo
Quadrato	
H48	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
Possibile frammento di lama di pugnale	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,24	
Lunghezza mm	Larghezza mm
95	23
Spessore mm	Peso g
3	17

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto	Foto Faccia A
25	1260	
Sito	Anno	
Pragatto	2016	
US	Materiale	
639	Bronzo	
Quadrato		
D48		
Oggetto		
Pugnale		Foto Faccia B
Descrizione		
Pugnale		
Tipologia		
indeterminabile		
Bibliografia		
Note		
h 56,25		
Lunghezza mm	Larghezza mm	
48	2	
Spessore mm	Peso g	
2	0,8	

ID	Num Reperto
26	1312
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
645	Bronzo
Quadrato	
AM44	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
Ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,21	
Lunghezza mm	Larghezza mm
148	30
Spessore mm	Peso g
4	33,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
27	1321
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
656	Bronzo
Quadrato	
N40	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale con costolatura centrale	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
h 56,23	
Lunghezza mm	Larghezza mm
76	2
Spessore mm	Peso g
1,5	0,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
28	1322
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
656	Bronzo
Quadrato	
N40	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
Ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,25	
Lunghezza mm	Larghezza mm
44	4
Spessore mm	Peso g
3	2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
29	1323
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
584	Bronzo
Quadrato	
V48	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Lesina/piccolo scalpello	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
51	3
Spessore mm	Peso g
2	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
30	1327
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1536	Bronzo
Quadrato	
R44	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
Oggetto in bronzo con estremità a punta	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,22	
Lunghezza mm	Larghezza mm
88	25
Spessore mm	Peso g
4	23,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
31	1339
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1407	Bronzo
Quadrato	
AC40	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale	
Tipologia	
Tipo Pieve S. Giacomo var B	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 81 tav 42	
Note	
h 56,26	
Lunghezza mm	Larghezza mm
72	4
Spessore mm	Peso g
3	2,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
32	1369
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1611	Bronzo
Quadrato	
R96	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Frammento di bronzo a sezione quadrangolare con una estremità a punta (punteruolo?lesina?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
11	5
Spessore mm	Peso g
4	0,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
33	1384
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2006	Bronzo
Quadrato	
N132	
Oggetto	
Ribattino	
Descrizione	
Ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,59	
Lunghezza mm	Larghezza mm
44	20
Spessore mm	Peso g
5	14,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
34	1401
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2020	Bronzo
Quadrato	
R100	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone in bronzo con capocchia ritorta	
Tipologia	
Spillone a rotolo con gambo a sez circolare	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 99 tav 5	
Note	
h 56,82	
Lunghezza mm	Larghezza mm
155	6
Spessore mm	Peso g
3	6

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
35	1421
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1615	Bronzo
Quadrato	
N96	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a lingua da presa con costolatura centrale sulla lama, frammentato	
Tipologia	
Tipo redù var. C	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 143 tav 78	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
81	29
Spessore mm	Peso g
5	31,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
36	1426
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2022	Bronzo
Quadrato	
R100	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
Punteruolo	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
57	4
Spessore mm	Peso g
3	3,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
37	1489
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2559	Bronzo
Quadrato	
H100	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale di piccole dimensioni a lingua da presa con 1 ribattino e residui delle fibre del manico	
Tipologia	
Affine tipo Campegine var. C	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 101 tav 55 n 953	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
97	17
Spessore mm	Peso g
4	17,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
38	1494
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
2564	Bronzo
Quadrato	
AM128	
Oggetto	
Scalpello	
Descrizione	
Scalpello integro	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
186	9
Spessore mm	Peso g
7	71,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
39	1503
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2977	Bronzo
Quadrato	
N92	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone con duplice asola	
Tipologia	
Spillone con duplice asola	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 151 tav 29	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
175	34
Spessore mm	Peso g
3	25,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
40	1510
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2069	Bronzo
Quadrato	
R96	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Lesina con estremità affilata per formare una piccola lama ed altra estremità s sezione quadrangolare	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,69	
Lunghezza mm	Larghezza mm
72	5
Spessore mm	Peso g
4,5	7,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
41	1512
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1568	Bronzo
Quadrato	
D92	
Oggetto	
Cuspide di freccia	
Descrizione	
Punta di freccia con peduncolo	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,70	
Lunghezza mm	Larghezza mm
41	25
Spessore mm	Peso g
1	2,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
42	1516
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1570	Bronzo
Quadrato	
H92	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale	
Tipologia	
Affine a tipo Campegine var C	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 101 tav 55 n 972	
Note	
h 56,75	
Lunghezza mm	Larghezza mm
146	24
Spessore mm	Peso g
4	37,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
43	1518
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
3134	Bronzo
Quadrato	
V100	
Oggetto	
Cuspide di freccia	
Descrizione	
Punta di freccia con alette	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,74	
Lunghezza mm	Larghezza mm
33	31
Spessore mm	Peso g
1,5	2,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
44	1548
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2985	Bronzo
Quadrato	
N92	
Oggetto	
Pendaglio	
Descrizione	
Pendaglio	
Tipologia	
Pendaglio a due globetti	
Bibliografia	
De Angelis, S., Francozzi, G., & Gori, M. (2007)	
Note	
h 56,65	
Lunghezza mm	Larghezza mm
56	34
Spessore mm	Peso g
12	26,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
45	1554
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
2068	Bronzo
Quadrato	
R104	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
Possibile testa di spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
28	22
Spessore mm	Peso g
15	19,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
46	1555
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
3163	Bronzo
Quadrato	
R100	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone a tre anelli frammentato	
Tipologia	
Spillone a tre anelli	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 143 tav 23	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
102	22
Spessore mm	Peso g
2,5	7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
47	1566
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
1571	Bronzo
Quadrato	
N96	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone tipo S. Caterina	
Tipologia	
Spillone a spirale tipo S. Caterina	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 122 tav 16 n 510	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
130	36
Spessore mm	Peso g
3	8,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
48	1567
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
3167	Bronzo
Quadrato	
AC92	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Lesina in bronzo con corpo a sezione quadrangolare	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
67	4
Spessore mm	Peso g
3	3,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
49	1574
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
3161	Bronzo
Quadrato	
H92	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Doppia punta	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
74	3
Spessore mm	Peso g
3	2,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
50	1580
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
3261	Bronzo
Quadrato	
N104	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Frammento di ago o spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,63	
Lunghezza mm	Larghezza mm
57	3
Spessore mm	Peso g
2,5	1,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
51	1584
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
3262	Bronzo
Quadrato	
N100	
Oggetto	
Giavellotto	
Descrizione	
Punta di giavellotto con immanicatura a cannone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
h 56,52	
Lunghezza mm	Larghezza mm
108	29
Spessore mm	Peso g
24	54,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
52	1607
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
3166	Bronzo
Quadrato	
R104	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone a tre anelli frammentato	
Tipologia	
Spillone a tre anelli	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 143 tav 23	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
147	40
Spessore mm	Peso g
4	12,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
53	1617
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
3264	Bronzo
Quadrato	
AC96	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale con ribattino	
Tipologia	
Tipo redù	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 143 tav 78	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
111	19
Spessore mm	Peso g
3	18,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
54	1638
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
3262	Bronzo
Quadrato	
R96	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
Frammento di lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
116	3
Spessore mm	Peso g
3	5,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
55	1665
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
4014	Bronzo
Quadrato	
AU92	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone a tre anelli	
Tipologia	
Spillone a tre anelli	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 143 tav 23	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
111	19
Spessore mm	Peso g
2	4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
56	1670
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
3254	Bronzo
Quadrato	
AC100	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a base semplice con due ribattini	
Tipologia	
Pugnale a base semplice con due ribattini tipo S.Ambrogio var C	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 97 tav 51	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
56	21
Spessore mm	Peso g
3	8,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
57	1676
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
4007	Bronzo
Quadrato	
H92	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone frammentario con due anelli conservati	
Tipologia	
Spillone a tre anelli	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 143 tav 23	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
57	24
Spessore mm	Peso g
3	2,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
58	1678
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
4070	Bronzo
Quadrato	
AM128	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Lesina frammentata a sezione quadrangolare	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
53	2
Spessore mm	Peso g
2	1,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
59	1683
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
4065	Bronzo
Quadrato	
AM124	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a lingua da presa	
Tipologia	
Tipo toscanello	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 164 tav 93	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
160	22
Spessore mm	Peso g
4	34,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
60	1686
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
4065	Bronzo
Quadrato	
AM128	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
Frammento di piccole dimensioni di lingua da presa	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
19	14
Spessore mm	Peso g
4	1,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
61	1705
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
4347	Bronzo
Quadrato	
AQ128	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a base semplice	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
82	26
Spessore mm	Peso g
5	19,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
62	1706
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
4350	Bronzo
Quadrato	
AM124	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a base semplice	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
111	25
Spessore mm	Peso g
5	34

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
63	1707
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
4065	Bronzo
Quadrato	
AM120	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a codolo	
Tipologia	
Affine a tipo Tredossi	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 133 tav 74	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
108	25
Spessore mm	Peso g
6	33,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
64	1798
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
4065	Bronzo
Quadrato	
AC120	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale a codolo con un ribattino	
Tipologia	
Tipo Campegine var C	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 101 tav 55 n 958	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
17	24
Spessore mm	Peso g
5	61,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
65	1799
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
5414	Bronzo
Quadrato	
AC124	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Frammento di spillone	
Tipologia	
Spillone a duplice asola	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 151 tav 29	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
145	21
Spessore mm	Peso g
3	10,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
66	1802
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
5430	Bronzo
Quadrato	
N124	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Frammento di punteruolo o lesina a sezione quadrangolare	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
115	7
Spessore mm	Peso g
4	10,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
67	1803
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
5649	Bronzo
Quadrato	
R124	
Oggetto	
Scalpello	
Descrizione	
Frammento di probabile scalpello frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
38	10
Spessore mm	Peso g
8	24

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
68	1843
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
5416	Bronzo
Quadrato	
V124	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
Ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
84	1,5
Spessore mm	Peso g
1,5	0,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
69	1876
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
5652	Bronzo
Quadrato	
R120	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
Frammento di pugnale con codolo e ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
42	27
Spessore mm	Peso g
2	6,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
70	1884
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
5986	Bronzo
Quadrato	
V124	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
Concentrazione di aghi	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
STR. F	
Lunghezza mm	Larghezza mm
87	1,5
Spessore mm	Peso g
1,5	13,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
71	1915
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
6005	Bronzo
Quadrato	
V120	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone	
Tipologia	
Spillone tipo Bacino Marina	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 126 tav 17 n 562	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
155	31
Spessore mm	Peso g
4	13,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
72	2034
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
6017	Bronzo
Quadrato	
D120	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone tipo Tragno?	
Tipologia	
Spillone con collo perforato	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 160 tav 33 n 956	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
134	17
Spessore mm	Peso g
3	12,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
73	2035
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
6017	Bronzo
Quadrato	
H120	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale	
Tipologia	
Tipo Campegine var D	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 101 tav 56 n 987	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
157	20
Spessore mm	Peso g
4	45

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
74	2037
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
6872	Bronzo
Quadrato	
N112	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale	
Tipologia	
Pugnale a base semplice senza robattini-indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
85	23
Spessore mm	Peso g
3	18,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
75	2041
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
4065	Bronzo
Quadrato	
D128	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
98	22
Spessore mm	Peso g
4	21,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
76	2043
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
4065	Bronzo
Quadrato	
N120	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
Frammento di ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
72	1
Spessore mm	Peso g
1	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
77	2110
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
7934	Bronzo
Quadrato	
D120	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnaletto frammentario con 3 ribattini	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
83	17
Spessore mm	Peso g
2	10,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
78	2152
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
7934	Bronzo
Quadrato	
H120	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
Frammento di bronzo	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
21	17
Spessore mm	Peso g
4	4,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
79	2228
Sito	Anno
Pragatto	2016
US	Materiale
7952	Bronzo
Quadrato	
N124	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone	
Tipologia	
Spillone tipo Monte Leonato	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 163 tav 34 n 987	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
150	5
Spessore mm	Peso g
5	8,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
80	1774 A
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
5639	Bronzo
Quadrato	
AU128	
Oggetto	
Rasoio	
Descrizione	
Rasoio frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
65	55
Spessore mm	Peso g
2	17,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
81	2144 A Base
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
7961	Bronzo
Quadrato	
N120	
Oggetto	
Spada	
Descrizione	
Spada a codolo con 4 ribattini (rep 2144) e possibile residuo del fodero in materia vegetale (rep 2144 b)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
290	48
Spessore mm	Peso g
6	247,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
82	2144 B Medio
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
7961	Bronzo
Quadrato	
N120	
Oggetto	
Spada	
Descrizione	
Spada a codolo con 4 ribattini (rep 2144) e possibile residuo del fodero in materia vegetale (rep 2144 b)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
147	28
Spessore mm	Peso g
6	85,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
83	2144 C Punta
Sito	Anno
Pragatto	2017
US	Materiale
7961	Bronzo
Quadrato	
N120	
Oggetto	
Spada	
Descrizione	
Spada a codolo con 4 ribattini (rep 2144) e possibile residuo del fodero in materia vegetale (rep 2144 b)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
44	19
Spessore mm	Peso g
4	9,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



I reperti di Santa Rosa di Poviglio

ID	Num Reperto
1,1	1
Sito	Anno
Poviglio	2020
US	Materiale
80002	Bronzo
Quadrato	
9:aaao/-2	
Oggetto	
Scalpello	
Descrizione	
scalpello	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
68	14
Spessore mm	Peso g
5	19,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
1,2	1
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
8003	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
punteruolo sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
27	2
Spessore mm	Peso g
2	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
1,3	1
Sito	Anno
Poviglio	2011
US	Materiale
5	Bronzo
Quadrato	
area 6	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Ca' del Lago	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 152 tav 29	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
75	6
Spessore mm	Peso g
2	4,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
1,4	1
Sito	Anno
Poviglio	2011
US	Materiale
sporadico	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Spirale	
Descrizione	
spirale	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
19	17
Spessore mm	Peso g
2	1,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
1,5	1
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
splateamento	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
52	3
Spessore mm	Peso g
2	2,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
2,1	2
Sito	Anno
Poviglio	2014
US	Materiale
20154	Bronzo
Quadrato	
p-17	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
35	2
Spessore mm	Peso g
2	0,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
2,2	2
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1a2	Bronzo
Quadrato	
bf-133	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
50	1
Spessore mm	Peso g
1	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
2,3	2
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60004	Bronzo
Quadrato	
-46 aa	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
26	11
Spessore mm	Peso g
1	0,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
2,4	2
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
splateamento	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
frammento falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
47	31
Spessore mm	Peso g
4	25,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
3,1	3
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
-	Bronzo
Quadrato	
sett. Sud	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale 1 ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
148	21
Spessore mm	Peso g
5	46,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
3,2	3
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
8005	Bronzo
Quadrato	
f-35	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
50	2
Spessore mm	Peso g
2	1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
3,3	3
Sito	Anno
Poviglio	1999
US	Materiale
5451	Bronzo
Quadrato	
ag-102 III	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
punteruolo sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
58	2
Spessore mm	Peso g
2	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
3,4	3
Sito	Anno
Poviglio	2020
US	Materiale
80003	Bronzo
Quadrato	
aaaq/-3	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
scoria	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
29	27
Spessore mm	Peso g
10	18,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
3,5	3
Sito	Anno
Poviglio	2021
US	Materiale
85001	Bronzo
Quadrato	
q.aaal5	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
100	2
Spessore mm	Peso g
2	1,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
3,6	3
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
30003	Bronzo
Quadrato	
aan/53-52	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
frammento falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	19
Spessore mm	Peso g
5	14,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
4,1	4
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
90001	Bronzo
Quadrato	
aaaaz;-4	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone sez. quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
48	6
Spessore mm	Peso g
4	2,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
4,2	4
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
30011	Bronzo
Quadrato	
aai/-46	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
25	13
Spessore mm	Peso g
4	4,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
4,3	4
Sito	Anno
Poviglio	2017
US	Materiale
50001	Bronzo
Quadrato	
aaf/-51	
Oggetto	
Immanicatura	
Descrizione	
immanicatura con alette	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
45	13
Spessore mm	Peso g
2	8,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
5,1	5
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
base splatamento	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	3
Spessore mm	Peso g
3	2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
5,2	5
Sito	Anno
Poviglio	2020
US	Materiale
80001	Bronzo
Quadrato	
qq aaam/-4	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
33	2
Spessore mm	Peso g
2	0,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
6,1	6
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1438	Bronzo
Quadrato	
152 on	
Oggetto	
Barra	
Descrizione	
Barra sez. quadra (2 pezzi)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
235	4
Spessore mm	Peso g
4	35,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
6,2	6
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
30011	Bronzo
Quadrato	
aal-49	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	15
Spessore mm	Peso g
1	4,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
7,1	7
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
90005	Bronzo
Quadrato	
+7,aaae	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez. quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
56	3,5
Spessore mm	Peso g
3	3,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
7,2	7
Sito	Anno
Poviglio	2021
US	Materiale
85003	Bronzo
Quadrato	
aaag,o	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
66	4
Spessore mm	Peso g
3	2,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
7,3	7
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
30011	Bronzo
Quadrato	
aai/-50	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico sez. tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
32	3
Spessore mm	Peso g
3	1,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
8,1	8
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60058	Bronzo
Quadrato	
qq:aa-47	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale	
Tipologia	
castellaro di gottolengo	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 115 tav 61 n 1087	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
131	22
Spessore mm	Peso g
4	32,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
9,1	9
Sito	Anno
Poviglio	2005
US	Materiale
3157	Bronzo
Quadrato	
cl150	
Oggetto	
Punta	
Descrizione	
punta sez. tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
24	1,5
Spessore mm	Peso g
1,5	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
9,2	9
Sito	Anno
Poviglio	2014
US	Materiale
20158	Bronzo
Quadrato	
i-15	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
48	2
Spessore mm	Peso g
1	3,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
9,3	9
Sito	Anno
Poviglio	2021
US	Materiale
85003	Bronzo
Quadrato	
q.aaah2	
Oggetto	
Punta	
Descrizione	
punta sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
43	2
Spessore mm	Peso g
2	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
10,1	10
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
90016	Bronzo
Quadrato	
5;aaaf	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
140	3
Spessore mm	Peso g
3	4,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
10,2	10
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60017	Bronzo
Quadrato	
aaz - 54	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
40	3
Spessore mm	Peso g
3	2,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
10,3	10
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
8005	Bronzo
Quadrato	
e56	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
59	1
Spessore mm	Peso g
1	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
11	11
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
30011	Bronzo
Quadrato	
aao-42	
Oggetto	
Scalpello	
Descrizione	
scalpello (?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
78	7
Spessore mm	Peso g
7	19,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
12	12
Sito	Anno
Poviglio	2021
US	Materiale
85004	Bronzo
Quadrato	
aaal-3	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
59	4
Spessore mm	Peso g
3	2,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
13	13
Sito	Anno
Poviglio	1998
US	Materiale
5156	Bronzo
Quadrato	
bd-93	
Oggetto	
Frammenti	
Descrizione	
frammenti pendaglio	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
32	12
Spessore mm	Peso g
4	3,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
14	14
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60017	Bronzo
Quadrato	
aa -52	
Oggetto	
Lama	
Descrizione	
frammento di lama	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
28	12
Spessore mm	Peso g
4	4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
15	15
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60004	Bronzo
Quadrato	
aar/-47	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
punteruolo sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
49	3
Spessore mm	Peso g
3	2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
16	16
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
40017	Bronzo
Quadrato	
aar-45	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
18	3
Spessore mm	Peso g
3	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
17	17
Sito	Anno
Poviglio	2020
US	Materiale
sporadico	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
testa sferica di spillone + deco	
Tipologia	
Piccola capocchia a papavero	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 236 tav 53 n 1718	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
13	9
Spessore mm	Peso g
2	2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
18	18
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1000	Bronzo
Quadrato	
bb-130	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone framm doppia spirale	
Tipologia	
Doppia spirale tipo Peschiera	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 130 tav 19	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
70	27
Spessore mm	Peso g
2	2,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
19	19
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
8022	Bronzo
Quadrato	
c38	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
punta sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
17	3
Spessore mm	Peso g
3	0,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
20	20
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60047	Bronzo
Quadrato	
aar-47	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale con 2 ribattini	
Tipologia	
base trapezoidale con tre chiodi	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 77 tav 40	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
120	23
Spessore mm	Peso g
4	31

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
21	21
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40011	Bronzo
Quadrato	
aan-56	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
143	3
Spessore mm	Peso g
3	8,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
22,1	22
Sito	Anno
Poviglio	2021
US	Materiale
85003	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
30	12
Spessore mm	Peso g
3	2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
22,2	22
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
9002	Bronzo
Quadrato	
qh24	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
25	21
Spessore mm	Peso g
2	1,18

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
22,3	22
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60058	Bronzo
Quadrato	
aaz	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
punta framm falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
47	22
Spessore mm	Peso g
3	8,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
23,1	23
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
90023	Bronzo
Quadrato	
aaah;-11	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
62	3
Spessore mm	Peso g
3	2,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
23,2	23
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1076	Bronzo
Quadrato	
132-z	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
27	5
Spessore mm	Peso g
1,5	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
24,1	24
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
90023	Bronzo
Quadrato	
aaah;-11	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
Lesina sez. tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
50	3
Spessore mm	Peso g
3	3,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
24,2	24
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60058	Bronzo
Quadrato	
aa-45	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
39	1
Spessore mm	Peso g
1	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
24,3	24
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1463	Bronzo
Quadrato	
t 147	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
testa sferica di spillone	
Tipologia	
Perforazione ad asola tipo Cataragna	
Bibliografia	
Carancini 75 pag179 tav 39 n 1160	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
15	6
Spessore mm	Peso g
6	1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
25	25
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40018	Bronzo
Quadrato	
aam/aal-49	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
punteruolo sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
116	4
Spessore mm	Peso g
4	9,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
26,1	26
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60058	Bronzo
Quadrato	
qq aa-50	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
lesina sez. tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
30	2
Spessore mm	Peso g
2	0,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
26,2	26
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1072	Bronzo
Quadrato	
s/124-125	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
108	12
Spessore mm	Peso g
5	21,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
27,1	27
Sito	Anno
Poviglio	2014
US	Materiale
20215	Bronzo
Quadrato	
m-14	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
estremamente frammentato. Non utilizzabile	
Lunghezza mm	Larghezza mm
17	1,5
Spessore mm	Peso g
1,5	0,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
27,2	27
Sito	Anno
Poviglio	2002
US	Materiale
1a	Bronzo
Quadrato	
bp 150	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
80	2
Spessore mm	Peso g
2	1,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
28	28
Sito	Anno
Poviglio	2005
US	Materiale
3171	Bronzo
Quadrato	
cn170	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
scoria	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
7	5
Spessore mm	Peso g
4	0,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
31	31
Sito	Anno
Poviglio	1999
US	Materiale
1049	Bronzo
Quadrato	
bs-172	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
76	3
Spessore mm	Peso g
3	1,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
32	32
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60113	Bronzo
Quadrato	
q aa -54	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
52	4
Spessore mm	Peso g
4	2,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
34	34
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1470	Bronzo
Quadrato	
m 147	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
lesina sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
42	3
Spessore mm	Peso g
3	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
37	37
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
30057	Bronzo
Quadrato	
aaq-48	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra con estr piatta	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
63	3,5
Spessore mm	Peso g
3,5	5,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
38	38
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40048	Bronzo
Quadrato	
aan-54	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Frammento di cannone (?) giavellotto (?)	
Lunghezza mm	Larghezza mm
22	19
Spessore mm	Peso g
3	4,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
40,1	40
Sito	Anno
Poviglio	1998
US	Materiale
-	Bronzo
Quadrato	
ah-a1/119	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
73	3
Spessore mm	Peso g
3	2,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
40,2	40
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40018	Bronzo
Quadrato	
aal/50	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
frammento falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
58	20
Spessore mm	Peso g
3	17,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
40,3	40
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
30057	Bronzo
Quadrato	
aan-45	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale con 2 ribattini	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
	martellatura eccezionale, tracce visibilissime
Lunghezza mm	Larghezza mm
140	26
Spessore mm	Peso g
4	36,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
42,1	42
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1084	Bronzo
Quadrato	
144-bd	
Oggetto	
Tubi	
Descrizione	
tubi metallici (ornamento?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 4 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
75	4
Spessore mm	Peso g
4	1,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
42,2	42
Sito	Anno
Poviglio	1999
US	Materiale
5416	Bronzo
Quadrato	
ah-104	
Oggetto	
Aghi	
Descrizione	
aghi	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 3 pezzi, tutti con le stesse misure	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	1
Spessore mm	Peso g
1	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
43,1	43
Sito	Anno
Poviglio	2022
US	Materiale
90001	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 2 pezzi, le misure sono da rimontaggio. Necessita pulizia da sedimento	
Lunghezza mm	Larghezza mm
147	24
Spessore mm	Peso g
7	46,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
43,2	43
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40018	Bronzo
Quadrato	
aai/-51	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale con ribattino	
Tipologia	
Redù var B	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni peg 143 tav 78	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
129	20
Spessore mm	Peso g
4	27,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
44	44
Sito	Anno
Poviglio	2014
US	Materiale
-	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
torre castelluccia var c	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 122 tav 70	
Note	
I frammenti sono pertinenti ad altri oggetti. Una probabile fibbia, un grumo e una lamina, forse Pb o Sn	
Lunghezza mm	Larghezza mm
114	22
Spessore mm	Peso g
4	29

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
45	45
Sito	Anno
Poviglio	2018
US	Materiale
60138	Bronzo
Quadrato	
aaz;-52	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
frammento lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
21	17
Spessore mm	Peso g
2,5	3,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
46,1	46
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
9004	Bronzo
Quadrato	
h26	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
conservato nello scottex	
Lunghezza mm	Larghezza mm
74	1,5
Spessore mm	Peso g
1,5	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
46,2	46
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40035	Bronzo
Quadrato	
aap/-54	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina framm	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
18	16
Spessore mm	Peso g
1	1,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
47	47
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
8026	Bronzo
Quadrato	
f-48	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
28	2
Spessore mm	Peso g
2	0,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
48	48
Sito	Anno
Poviglio	2005
US	Materiale
3211	Bronzo
Quadrato	
cq176	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
lesina sez. tonda + legno (?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
35	5
Spessore mm	Peso g
5	1,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
49	49
Sito	Anno
Poviglio	2005
US	Materiale
321	Bronzo
Quadrato	
cq176	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina con margine piatto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
46	5
Spessore mm	Peso g
4	3,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
54	54
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aav/-49	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
scoria	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
17	11
Spessore mm	Peso g
4	2,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
56,1	56
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1054	Bronzo
Quadrato	
128-v	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
25	1
Spessore mm	Peso g
1	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
56,2	56
Sito	Anno
Poviglio	2001
US	Materiale
2583	Bronzo
Quadrato	
bo-159	
Oggetto	
Verga	
Descrizione	
verga sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
105	3
Spessore mm	Peso g
3	5,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
56,3	56
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40093	Bronzo
Quadrato	
aap/-53	
Oggetto	
Anello	
Descrizione	
anello	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
27	5
Spessore mm	Peso g
1	1,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
56,4	56
Sito	Anno
Poviglio	2009
US	Materiale
9002	Bronzo
Quadrato	
h30	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento immanicatura	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
21	22
Spessore mm	Peso g
3,5	4,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
58,1	58
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aav/-50	
Oggetto	
Punta	
Descrizione	
punta	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
22	14
Spessore mm	Peso g
4	1,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
58,2	58
Sito	Anno
Poviglio	2001
US	Materiale
2583	Bronzo
Quadrato	
bo-161	
Oggetto	
Verga	
Descrizione	
verga quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
POSSIBILE WORK IN PROGRESS	
Lunghezza mm	Larghezza mm
240	3
Spessore mm	Peso g
3	9,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
58,3	58
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
30089	Bronzo
Quadrato	
aan-55	
Oggetto	
Verga	
Descrizione	
verga quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
114	3
Spessore mm	Peso g
3	4,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
59	59
Sito	Anno
Poviglio	2002
US	Materiale
2910	Bronzo
Quadrato	
ci 162	
Oggetto	
Frammenti	
Descrizione	
frammenti	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
42	9
Spessore mm	Peso g
7	2,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
65,1	65
Sito	Anno
Poviglio	2002
US	Materiale
2915	Bronzo
Quadrato	
ce 160	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
scoria	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
scarto di fusione con bavette. IMPORTANTE	
Lunghezza mm	Larghezza mm
20	23
Spessore mm	Peso g
12	13,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
65,2	65
Sito	Anno
Poviglio	2016
US	Materiale
40123	Bronzo
Quadrato	
aal-48	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
frammento falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
27	23
Spessore mm	Peso g
4	6,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
66	66
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1491	Bronzo
Quadrato	
ai-107	
Oggetto	
Manico	
Descrizione	
manico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
62	11
Spessore mm	Peso g
3,5	7,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
67,1	67
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1123	Bronzo
Quadrato	
142-bd	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
lesina sez. tonda (?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 2 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
50	2,5
Spessore mm	Peso g
2,5	1,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
67,2	67
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1491	Bronzo
Quadrato	
ai-108	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
65	2
Spessore mm	Peso g
2	0,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
68	68
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1487	Bronzo
Quadrato	
116-ao	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
46	4
Spessore mm	Peso g
4	1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
73	73
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aat/aav/-56-59	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
26	19
Spessore mm	Peso g
1	2,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
75	75
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aat-aav/-56-59	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
28	10
Spessore mm	Peso g
5	4,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
76	76
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1137	Bronzo
Quadrato	
165-a	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone (?) framm.	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 4 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
54	5
Spessore mm	Peso g
5	1,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
77	77
Sito	Anno
Poviglio	1998
US	Materiale
5251	Bronzo
Quadrato	
ad-127	
Oggetto	
Fili	
Descrizione	
fili metallici	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 5 pezzi	
Lunghezza mm	Larghezza mm
55	1
Spessore mm	Peso g
1	1,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
79	79
Sito	Anno
Poviglio	1997
US	Materiale
1049	Bronzo
Quadrato	
n-163	
Oggetto	
Spirale	
Descrizione	
spirale spillone	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 4 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
69	23
Spessore mm	Peso g
1,5	1,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
80	80
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aat-aav-53	
Oggetto	
Verga	
Descrizione	
verga quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
30	4
Spessore mm	Peso g
4	3,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
81	81
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1510	Bronzo
Quadrato	
bf-147	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone	
Tipologia	
S. Ambrogio	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 248 tav 55	
Note	
spillone frammentato (?)	
Lunghezza mm	Larghezza mm
35	15
Spessore mm	Peso g
2	2,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
83,1	83
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aat-aav/-53	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
23	15
Spessore mm	Peso g
2	2,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
83,2	83
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1482	Bronzo
Quadrato	
ah-120	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Rotolo con gambo a sez. circolare	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 99 tav 12	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
40	3
Spessore mm	Peso g
2	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
84	84
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1535	Bronzo
Quadrato	
130-am	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 3 pezzi. PRESENTE CRUNA	
Lunghezza mm	Larghezza mm
71	1
Spessore mm	Peso g
1	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
86,1	86
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1535	Bronzo
Quadrato	
129-am	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
31	3
Spessore mm	Peso g
3	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
86,2	86
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aat-aan/-53-56	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
scoria	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	13
Spessore mm	Peso g
2	2,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
89,1	89
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1490	Bronzo
Quadrato	
bf-151	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
56	4
Spessore mm	Peso g
3	3,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
89,2	89
Sito	Anno
Poviglio	2019
US	Materiale
70013	Bronzo
Quadrato	
aat/aav/-56-58	
Oggetto	
Flacetto	
Descrizione	
manico falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	24
Spessore mm	Peso g
4	10

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto	Foto Faccia A
93	93	
Sito	Anno	
Poviglio	1999	
US	Materiale	
2183	Bronzo	
Quadrato		
bn-171		
Oggetto		
Punteruolo		Foto Faccia B
Descrizione		
punteruolo sez tonda		
Tipologia		
Bibliografia		
Note		
Lunghezza mm	Larghezza mm	
63	3	
Spessore mm	Peso g	
3	1	

ID	Num Reperto
99,1	99
Sito	Anno
Poviglio	?
US	Materiale
5418	Bronzo
Quadrato	
am-108	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Possibile parte di margine tagliente (ascia?)	
Lunghezza mm	Larghezza mm
25	6
Spessore mm	Peso g
2,5	1,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
99,2	99
Sito	Anno
Poviglio	2000
US	Materiale
2430	Bronzo
Quadrato	
cf 169	
Oggetto	
Frammenti	
Descrizione	
frammenti ornamento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
3 frammenti	
Lunghezza mm	Larghezza mm
39	5
Spessore mm	Peso g
2,5	1,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
104	104
Sito	Anno
Poviglio	2002
US	Materiale
2935	Bronzo
Quadrato	
cb 157	
Oggetto	
Punta	
Descrizione	
punta sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 2 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
67	2
Spessore mm	Peso g
2	1,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
108	108
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1095	Bronzo
Quadrato	
133-be	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
27	1
Spessore mm	Peso g
1	0,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
114	114
Sito	Anno
Poviglio	2015
US	Materiale
splateamento	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento fibula ritorta	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	2,5
Spessore mm	Peso g
2,5	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
120	120
Sito	Anno
Poviglio	1999
US	Materiale
2185	Bronzo
Quadrato	
bm-168	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
lesina sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
35	2,5
Spessore mm	Peso g
2,5	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
121	121
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1570	Bronzo
Quadrato	
al 131	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
comparabile con pragatto	
Lunghezza mm	Larghezza mm
46	1
Spessore mm	Peso g
1	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
128	128
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1124	Bronzo
Quadrato	
108/5	
Oggetto	
Aghi	
Descrizione	
aghi	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 2 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
54	1
Spessore mm	Peso g
1	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
140	140
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1a	Bronzo
Quadrato	
ba165	
Oggetto	
Anello	
Descrizione	
anello	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
27	4
Spessore mm	Peso g
4	1,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
147	147
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
5005	Bronzo
Quadrato	
am 125	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
spillone	
Tipologia	
Rotolo con gambo a sez. circolare	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 99 tav 12	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
38	1
Spessore mm	Peso g
3	1,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
150	150
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1197	Bronzo
Quadrato	
108/bc	
Oggetto	
Lamina	
Descrizione	
lamina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
21	14
Spessore mm	Peso g
2	1,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
167	167
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1a2	Bronzo
Quadrato	
z98	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
frammento lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
25	4
Spessore mm	Peso g
4	1,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
173	173
Sito	Anno
Poviglio	2000
US	Materiale
2576	Bronzo
Quadrato	
bz-167	
Oggetto	
Amo	
Descrizione	
amo da pesca (?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	11
Spessore mm	Peso g
3	0,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
189	189
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 2 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
88	25
Spessore mm	Peso g
4,5	18,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
190	190
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
a1	Bronzo
Quadrato	
z94	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
punteruolo sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
29	2
Spessore mm	Peso g
2	0,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
193	193
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1a2	Bronzo
Quadrato	
bd92	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
filo metallico	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	1
Spessore mm	Peso g
1	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
195	195
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1a	Bronzo
Quadrato	
bd92	
Oggetto	
Ago	
Descrizione	
ago	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 3 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
98	1
Spessore mm	Peso g
1	0,6

Foto Faccia A

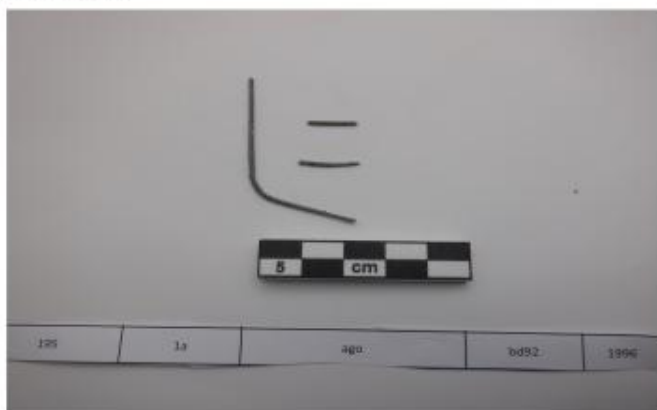


Foto Faccia B

ID	Num Reperto
inv. 1	inv 271111
Sito	Anno
Poviglio	1997
US	Materiale
1049	Bronzo
Quadrato	
n 167	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
67	3,5
Spessore mm	Peso g
2,5	2,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 2	inv. 131913
Sito	Anno
Poviglio	1993
US	Materiale
400	Bronzo
Quadrato	
e-103	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento anello	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
20	3,5
Spessore mm	Peso g
2	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 3	inv. 131850
Sito	Anno
Poviglio	1992
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Punta	
Descrizione	
punta di freccia	
Tipologia	
A cannone	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
21	17
Spessore mm	Peso g
7,5	2,997

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 4	inv. 131879
Sito	Anno
Poviglio	1993
US	Materiale
332	Bronzo
Quadrato	
aq-108	
Oggetto	
Falcetto	
Descrizione	
frammento lama falcetto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
49	21
Spessore mm	Peso g
3,5	10,4

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 5	inv. 131881
Sito	Anno
Poviglio	1993
US	Materiale
332	Bronzo
Quadrato	
a-109	
Oggetto	
Lama	
Descrizione	
frammento lama	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
22	11,5
Spessore mm	Peso g
3	3,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 6	inv. 131869
Sito	Anno
Poviglio	1992
US	Materiale
148	Bronzo
Quadrato	
a-114	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina sez quadra	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
frammentato in 2 pezzi. Le misure sono da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
56	3
Spessore mm	Peso g
3	1,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 7	inv. 131899
Sito	Anno
Poviglio	1993
US	Materiale
347a	Bronzo
Quadrato	
av113	
Oggetto	
Ribattino	
Descrizione	
ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
18	5
Spessore mm	Peso g
5	2,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
inv. 8	inv. 141595
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Giavellotto	
Descrizione	
cuspidi di giavellotto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	30
Spessore mm	Peso g
16	19,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 9	inv. 148221
Sito	Anno
Poviglio	1984
US	Materiale
-	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Filo	
Descrizione	
Filo metallico ritorto	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
24	2
Spessore mm	Peso g
2	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 10	inv. 148220
Sito	Anno
Poviglio	1984
US	Materiale
1	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Spilla	
Descrizione	
spilla	
Tipologia	
Rotolo con gambo a sez. circolare	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 99 tav 12	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
25	6
Spessore mm	Peso g
1	0,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 11	inv. 166923
Sito	Anno
Poviglio	?
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Lama	
Descrizione	
lama	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
probabile frammentazione intenzionale. Poss frattura mancata al centro della lama. (ROGO?)	
Lunghezza mm	Larghezza mm
107	19,5
Spessore mm	Peso g
3,5	30,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 12	inv. 166926
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Possibile framm. intenz. Doppia piegatura, forse framm. fallita. (ROGO?)	
Lunghezza mm	Larghezza mm
70	19
Spessore mm	Peso g
3,5	16,6

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 13	inv. 166929
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Ornamento	
Descrizione	
ornamento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	30
Spessore mm	Peso g
3,5	6,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 14	inv. 166931
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
59	19
Spessore mm	Peso g
4	12,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 15	inv. 167102
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
presenza di foro spatinato sulla sezione. Analisi archeometriche già effettuate ?	
Lunghezza mm	Larghezza mm
51	18
Spessore mm	Peso g
6	12,5

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 16	inv. 167111
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
1a	Bronzo
Quadrato	
bc142	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
presenza di foro spatinato sulla sezione. Analisi archeometriche già effettuate ?	
Lunghezza mm	Larghezza mm
69	23
Spessore mm	Peso g
5	24,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 17	inv. 167112
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
presenza di foro spatinato sulla sezione. Analisi archeometriche già effettuate ?	
Lunghezza mm	Larghezza mm
97	24
Spessore mm	Peso g
5	45

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 18	inv. 167115
Sito	Anno
Poviglio	?
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Ascia	
Descrizione	
ascia frammento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
presenza di foro spatinato sulla sezione. Analisi archeometriche già effettuate ?	
Lunghezza mm	Larghezza mm
50	22
Spessore mm	Peso g
7	25

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 19	inv. 167131
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
60	19,5
Spessore mm	Peso g
4	12

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 20	inv. 271098
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
148	Bronzo
Quadrato	
ha	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
55	5
Spessore mm	Peso g
3,5	3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 21	inv. 271083
Sito	Anno
Poviglio	1992
US	Materiale
108a	Bronzo
Quadrato	
b-130	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
33	4
Spessore mm	Peso g
2,5	1,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 22	inv. 271118
Sito	Anno
Poviglio	1992
US	Materiale
49	Bronzo
Quadrato	
p136	
Oggetto	
Frammento	
Descrizione	
frammento codolo (?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
35	12
Spessore mm	Peso g
3	4,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 23	inv. 271160/1
Sito	Anno
Poviglio	2014
US	Materiale
20158	Bronzo
Quadrato	
I-14	
Oggetto	
Verga	
Descrizione	
Verga quadra (poss. work in progress)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
230	2
Spessore mm	Peso g
2	8,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 24	inv.166991
Sito	Anno
Poviglio	1993
US	Materiale
superficie	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
pugnale frammentato	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
31	24
Spessore mm	Peso g
5,5	11,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 25	-
Sito	Anno
Poviglio	-
US	Materiale
-	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
3 pugnali senza inventario cartellino	
Tipologia	
Rovere di Caorso var C	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 119 tav 64	
Note	
Pugnale 1 codolo 3 fori	
Lunghezza mm	Larghezza mm
103	28
Spessore mm	Peso g
5	43,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 26	
Sito	Anno
Poviglio	
US	Materiale
	Bronzo
Quadrato	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
3 pugnali senza inventario cartellino	
Tipologia	
indeterminabile	
Bibliografia	
Note	
Pugnale 2 no base, lungo	
Lunghezza mm	Larghezza mm
113	23
Spessore mm	Peso g
4	30

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 27	
Sito	Anno
Poviglio	
US	Materiale
	Bronzo
Quadrato	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
3 pugnali senza inventario cartellino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Pugnale 3 codolo 1 ribattino	
Lunghezza mm	Larghezza mm
84	23
Spessore mm	Peso g
4	24,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 28	
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1418	Bronzo
Quadrato	
as-151	
Oggetto	
Anello	
Descrizione	
anello + deco	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
21	21
Spessore mm	Peso g
1	1,1

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 29	
Sito	Anno
Poviglio	1994
US	Materiale
-	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Ribattino	
Descrizione	
ribattino	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
15	8,5
Spessore mm	Peso g
6,5	4,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 30	
Sito	Anno
Poviglio	1995
US	Materiale
1a2	Bronzo
Quadrato	
am-103	
Oggetto	
Amo	
Descrizione	
amo da pesca (?)	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
38	20
Spessore mm	Peso g
4	5,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 31	
Sito	Anno
Poviglio	1996
US	Materiale
1535	Bronzo
Quadrato	
am-130	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
lesina sez tonda	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
37	2,5
Spessore mm	Peso g
2,5	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
inv. 32	
Sito	Anno
Poviglio	1999
US	Materiale
1049	Bronzo
Quadrato	
bo-173	
Oggetto	
Scoria	
Descrizione	
scoria	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
possibile bava di fusione	
Lunghezza mm	Larghezza mm
34	16
Spessore mm	Peso g
1,8	3,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



I reperti di San Michele di Valestra

ID	Num Reperto
1	2
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
111	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Fibula	
Descrizione	
Fibula frammento	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
49	2
Spessore mm	Peso g
2	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
2	6
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
111	Bronzo
Quadrato	
B5	
Oggetto	
Fibula	
Descrizione	
fibula	
Tipologia	
Arco di violino	
Bibliografia	
Peroni 94 pag 90 fig 28	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
42	20
Spessore mm	Peso g
2	1,2

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
3	8
Sito	Anno
Valestra	2021
US	Materiale
212	Bronzo
Quadrato	
Base	
Oggetto	
Pugnale	
Descrizione	
Pugnale + residui	
Tipologia	
Tredossi	
Bibliografia	
V. Bianco Peroni pag 92 tav 48 n 787	
Note	
Residui di manico e 1 ribattino ancora in posizione	
Lunghezza mm	Larghezza mm
110	30
Spessore mm	Peso g
2	20,8

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
4	10
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
7	Bronzo
Quadrato	
-	
Oggetto	
Amo	
Descrizione	
amo da pesca	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
32	13
Spessore mm	Peso g
3	1,7

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
5	22
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
115	Bronzo
Quadrato	
B6	
Oggetto	
Spillone	
Descrizione	
Spillone	
Tipologia	
Ca' del Lago	
Bibliografia	
Carancini 75 pag 152 tav 29	
Note	
Frammentato in 2 pezzi, misure da rimontaggio	
Lunghezza mm	Larghezza mm
89	5
Spessore mm	Peso g
2	3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
6	24
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
115	Bronzo
Quadrato	
B7	
Oggetto	
Lesina	
Descrizione	
Lesina	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
43	2,5
Spessore mm	Peso g
2,5	0,9

Foto Faccia A



Foto Faccia B

ID	Num Reperto
7	33
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
111	Bronzo
Quadrato	
B3	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
Punteruolo	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
49	2
Spessore mm	Peso g
2	1,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



ID	Num Reperto
7	33
Sito	Anno
Valestra	2018
US	Materiale
111	Bronzo
Quadrato	
B3	
Oggetto	
Punteruolo	
Descrizione	
Punteruolo	
Tipologia	
Bibliografia	
Note	
Lunghezza mm	Larghezza mm
49	2
Spessore mm	Peso g
2	1,3

Foto Faccia A



Foto Faccia B



Capitolo V

5.1 Le sperimentazioni

Le sperimentazioni sono state basate sulle premesse teoriche e metodologiche dell'archeologia sperimentale (Ascher 1961; Coles 1979; Kucera 2004; Rasmussen 2001; Beck 2011; Heeb e Ottaway 2014).

La definizione proposta da Julia Heeb e Barbara S. Ottaway (Heeb e Ottaway 2014 pp. 161-162), è particolarmente esplicativa della metodologia applicata al presente lavoro: “una serie di esperimenti meticolosamente registrati su e con materiali e strumenti disponibili all'epoca per una migliore comprensione dei metodi di produzione e utilizzo”.

Questo approccio alla sperimentazione viene definito da M. Rasmussen (2001) come esperimento “controllato”; infatti, ogni parametro viene rigorosamente misurato e registrato per tutta la durata dell'esperimento.

Per il presente lavoro si è scelto di procedere parallelamente sia con il tipo di sperimentazione controllata sia con quello che M. Rasmussen (2001) descrive invece come “contestuale”, ovvero l'esperimento volto ad indagare l'importanza dell'esperienza individuale degli sperimentatori, della loro interazione con il materiale, gli strumenti e l'ambiente di lavoro.

L'autrice propone uno schema riassuntivo delle caratteristiche dei due approcci (fig. 6)

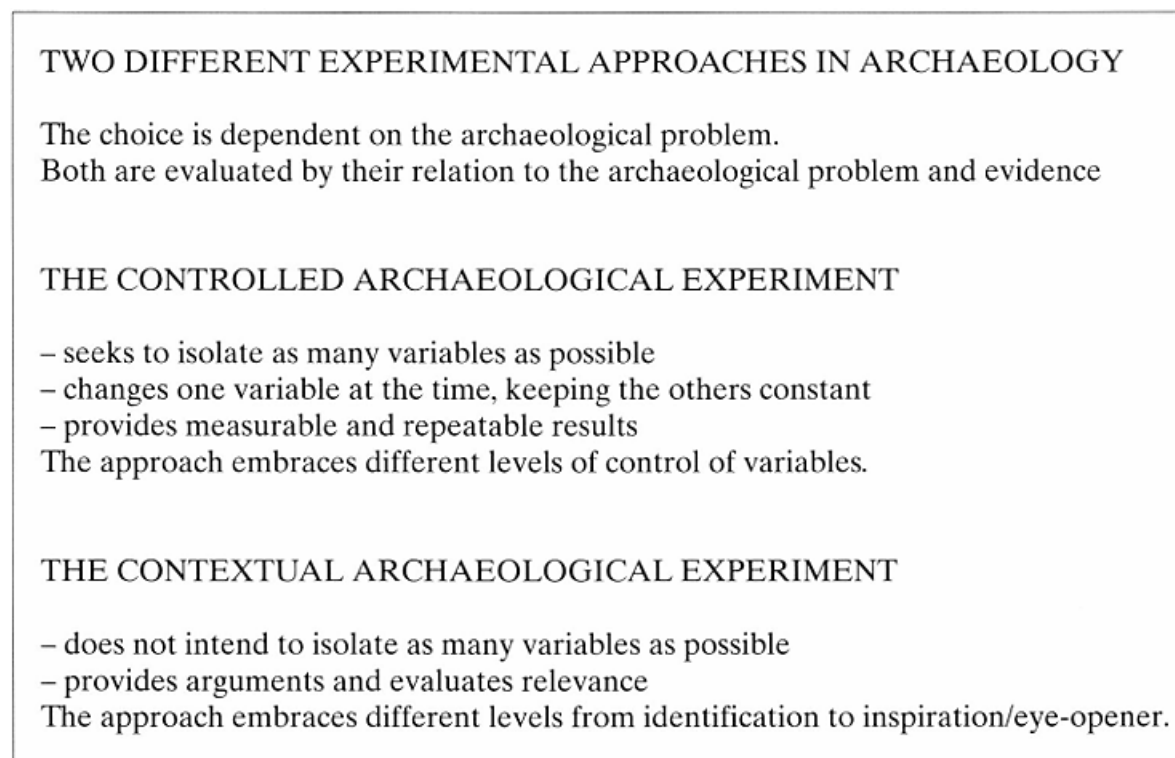


Fig. 6 Da “Experiments in archaeology. A view from Lejre, an “old” experimental centre” di Marianne Rasmussen 2001

Per gli scopi della ricerca si è ritenuto opportuno registrare anche i dati derivanti dall'approccio "contestuale". Infatti, considerando la peculiarità del tipo di indagine proposta per il progetto, in cui svolgono un ruolo fondamentale l'interazione dello sperimentatore con il materiale, gli strumenti, le condizioni ambientali di lavoro e la sua abilità manuale, alcune fasi della sperimentazione si sono svolte presso il Villaggio Preistorico di Monte d'Oro (RM) dove sono state messe a disposizione delle riproduzioni di capanne dell'Età del Bronzo.

Lo svolgimento delle attività presso questa sede non ha avuto come scopo la ricostruzione in forma di "living history" o "re-enactment" delle attività metallurgiche, bensì di indagare quelle che sono le peculiarità di un ambiente lavorativo simile a quello del passato e verificare se alcune condizioni ambientali non riproducibili in laboratorio, possono influire sulle scelte operative della produzione metallurgica e, nel caso specifico del progetto, generare tracce comparabili col campione archeologico.

Per gli scopi della ricerca, dunque, la fase della sperimentazione con il gruppo di "Inesperti - Intermedi" è stata svolta in duplice modalità, registrando sia i dati provenienti dai protocolli sperimentali di tipo "controllato" sia raccogliendo i dati di tipo "contestuale", poiché questa integrazione può fornire molti dati dal punto di vista della modalità di formazione delle tracce.

Al fine di studiare i diversi livelli di specializzazione sono stati suddivisi gli sperimentatori in base alle personali conoscenze pregresse e alle abilità manuali nell'ambito della metallurgia.

- **Inesperti:** sperimentatori senza alcun tipo di esperienza nella lavorazione dei metalli
- **Intermedi:** sperimentatori con delle abilità e conoscenze sufficienti alla fabbricazione di oggetti in metallo sotto la supervisione di un tutor
- **Esperti:** archeologi e artigiani con esperienza specifica nella lavorazione del bronzo con metodi preistorici

Il primo e il secondo gruppo hanno incluso cinque studenti di archeologia dell'Università Sapienza di Roma, i quali non hanno mai avuto esperienze di lavorazione dei metalli. Questo gruppo è stato considerato come rappresentativo degli "Inesperti". Infatti, in un primo momento hanno proceduto con la manifattura di repliche sperimentali senza alcun tipo di indicazione riguardo le tecniche di lavorazione, proprio per isolare un campione di repliche caratterizzanti il lavoro di un inesperto.

In un secondo momento, durante le attività di sperimentazione, sono stati istruiti sulle proprietà fisiche e meccaniche della lega di bronzo e sono stati considerati al livello di sperimentatori "Intermedi". Infatti, dopo aver appreso le principali caratteristiche del bronzo e delle strategie utili alla sua lavorazione, è stato notato un aumento nella velocità di apprendimento e nel cambiamento delle strategie di lavorazione. La conoscenza dei "segreti" delle proprietà del bronzo ha permesso agli

sperimentatori di sfruttare al meglio le proprie risorse, raggiungendo in alcuni casi un livello di abilità maggiore.

Al termine di questa fase i dati raccolti hanno fornito la base su cui elaborare i confronti con il record archeologico.

Il gruppo degli inesperti ha svolto anche le attività del gruppo degli intermedi a causa della difficoltà nel reperire degli sperimentatori con questo livello di conoscenze pregresse. Si è reso dunque necessario accorpate i due gruppi e procedere con la formazione teorica e pratica del gruppo di inesperti fino al raggiungimento di un livello più alto di conoscenza del materiale e delle tecniche.

Il Dott. Alberto Rossi dell'associazione Officina Temporis ha svolto il ruolo di "Esperto". A. Rossi da anni opera nel settore dell'archeologia sperimentale e ha una ben affermata conoscenza delle tecniche di lavorazione dei metalli. L'archeoartigiano si è occupato in totale autonomia di produrre un set di repliche basate sui reperti archeologici.

Infine, chi scrive ha realizzato un ulteriore set di repliche basando le catene operative sui dati raccolti durante lo studio traceologico.

5.2 Obiettivi e metodi

L'obiettivo cardine della sperimentazione è quello di generare e raccogliere il maggior numero di dati possibile sia dal punto di vista delle catene operative applicate dagli sperimentatori sia dal punto di vista traceologico.

La registrazione dei dati è avvenuta mediante la compilazione di protocolli sperimentali appositamente progettati per questa attività. Per la sperimentazione con il gruppo di "Inesperti – Intermedi", tutti gli sperimentatori sono stati seguiti individualmente durante ogni fase della lavorazione, annotando ogni cambio di tecnica, di strumento, di tempistiche e di catene operative. Ogni fase è stata fotografata e al termine delle giornate di attività gli sperimentatori hanno compilato un report finalizzato alla documentazione delle loro impressioni personali riguardo le condizioni di lavoro e le difficoltà riscontrate.

Per quanto riguarda la tipologia dei dati, è sembrato opportuno registrare sia i dati del metodo "controllato" sia quello "contestuale" (Rasmussen 2001; Beck 2011). Questa scelta è dettata dalla necessità di indagare l'attività metallurgica nella maniera più completa possibile. Infatti, se si fosse applicato uno solo di questi approcci, una grande quantità di dati sarebbe andata perduta.

Per lo studio della formazione delle tracce, l'approccio "controllato" è fondamentale per la registrazione delle strategie, delle tempistiche e delle catene operative praticate dagli sperimentatori. L'attenzione a questi dettagli diviene fondamentale nella fase di comparazione e interpretazione delle tracce archeologiche.

L'approccio "contestuale" invece si è rivelato importante poiché, trattandosi di un'attività artigianale, le tracce prodotte e le modalità di lavoro sono influenzate dalle condizioni ambientali, come l'intensità della luce, la presenza di fumi nell'aria, la postura ecc.

Un esempio può essere la necessità di un ambiente buio per poter praticare le ricotture basandosi sul colore dell'incandescenza del metallo o la necessità di una luce diretta per poter svolgere lavori di precisione.

Al fine di riprodurre delle tracce coerenti con quelle potenzialmente presenti sui manufatti archeologici, sono stati impiegati solo ed esclusivamente strumenti compatibili con quelli dell'Età del Bronzo. Nello specifico sono stati riprodotti dei martelli e delle piccole incudini in bronzo, basati sui reperti presentati da Cristiano Iaia nei suoi lavori "Ricerche sugli strumenti da metallurgo nella Protostoria dell'Italia Settentrionale: Gli utensili a percussione" e "Smiths and Smithing in Bronze Age Terramare" (Iaia 2014, 2015).

Inoltre, sono stati utilizzati dei ciottoli come incudini e percussori. Altri ciottoli, invece, sono stati impiegati come abrasori e lisciatoi. Durante la sperimentazione sono state testate anche combinazioni tra strumentario litico e metallico, così da disporre di un campione traceologico più ampio.

Per le fasi di sperimentazione non è stato impiegato nessuno strumento moderno. Tutte le lavorazioni sono state svolte con utensili disponibili nel contesto cronologico in esame, riproducendo le condizioni lavorative in assenza di tecnologie moderne come luce elettrica o strumenti di misurazione della temperatura del metallo. Tutte le lavorazioni che necessitano dell'uso del fuoco sono state svolte basandosi sulla colorazione che il metallo assume in base alla temperatura.

Le preforme sperimentali destinate al gruppo di "Inesperti-Intermedi", per quanto riguarda le misure e le tipologie, sono state prodotte basandosi sui reperti oggetto di indagine. Per realizzare un numero consistente di repliche e ottimizzare qualità e la quantità delle colate e le tempistiche di fabbricazione, sono state utilizzate delle forme di fusione in sabbia.

L'archeoartigiano rappresentante del gruppo "Esperti" ha lavorato in totale autonomia utilizzando metodi e strumenti compatibili con quelli disponibili nel contesto terramaricolo.

Le repliche rifinite da chi scrive, invece, sono state colate in matrici di argilla refrattaria appositamente realizzate e in alcuni casi sono state impiegate delle forme in sabbia.

L'obiettivo della produzione e lavorazione delle repliche da parte dei vari gruppi è quello di verificare una differenziazione nelle tracce lasciate sugli oggetti in base al livello di specializzazione e poter effettuare una comparazione con le tracce archeologiche. Le tracce prodotte da chi scrive invece, sono servite per verificare la compatibilità delle catene operative ipotizzate e riprodotte con le tracce archeologiche.

5.3 Protocollo di lavoro

Per gli scopi del progetto è stato predisposto uno schema operativo (fig. 7) per razionalizzare le fasi necessarie per poter procedere con la sperimentazione e giungere all'interpretazione archeologica tramite il confronto delle tracce sui reperti e le repliche sperimentali.

Studio delle fonti bibliografiche

Lo studio della specializzazione metallurgica ha previsto, oltre alla consultazione della letteratura edita sull'argomento per quanto riguarda il tema della specializzazione in archeologia (Costin 1991, 2005, 2015; Kuijpers 2018) anche quella dedicata alla metallurgia e all'archeometallurgia (Heeb e Ottaway 2014, Coles 1979, Lechmann 1996, Molloy 2019); le pubblicazioni riguardanti l'archeologia sperimentale e le sue applicazioni (Ascher 1961; Coles 1979; Kucera 2004) ed infine i lavori sullo studio e l'interpretazione delle tracce (Molloy 2011; O'Flaherty et al. 2011; Horn 2013; Sáez e Lerma 2015; Hermann et al. 2020).

La peculiarità dello sviluppo della metallurgia nella cultura delle Terramare (Cremaschi et al. 1997) è stato oggetto di molte ricerche per quanto riguarda lo studio dei contesti, dei materiali e delle aree di lavorazione (Cardarelli 2009, 2015; Bianchi 2018). Sono state svolte anche ricerche che hanno impiegato i metodi propri dell'archeologia sperimentale (Binggeli 2011) per indagare le varie sfaccettature di quello che è il record archeologico connesso all'attività metallurgica che, in questo contesto, assume una mole nella produzione e un grado di specializzazione molto elevati. Si è reso dunque necessario, al fine di procedere con la formulazione delle ipotesi di lavoro, un'attenta revisione delle pubblicazioni editate su questo tema (Heeb e Ottaway 2014; Iaia 2015; Nørgaard 2018; Boutoille e Peake 2023).

Analisi traceologica preliminare di tutti i reperti

Lo studio dei reperti metallici si è basato su di una preliminare osservazione mesoscopica con uno stereomicroscopio Nikon SMZ e una fonte di luce riflessa per selezionare i campioni che, per conservazione e presenza di tracce, si sono rivelati i più adatti per un più approfondito studio traceologico. Per poter procedere con l'osservazione i reperti di Pragatto sono stati accuratamente puliti dai residui di sedimento ancora presenti sulla superficie. I reperti di Santa Rosa di Poviglio e San Michele di Valestra invece risultavano avere già delle condizioni di visibilità ottimali, in alcuni casi i reperti avevano subito interventi di restauro e consolidamento.

Nel caso dei reperti di Pragatto, si è proceduto anche con una raccolta di residui di sedimento e possibili residui organici al fine di conservare dei campioni per studi futuri (Caricola et al. 2022).

Individuazione, catalogazione, studio delle tracce

I reperti selezionati sono sottoposti ad una seconda fase di studio traceologico più approfondito, corredato da una scrupolosa mappatura delle tracce presenti.

Le tracce sono state fotografate per poi essere catalogate in base alla loro morfologia e inserite in un database. Le tracce individuate sono la base su cui fondare le successive fasi di progettazione del protocollo sperimentale e la comparazione delle tracce per poter fornire l'interpretazione archeologica.

Selezione tipi di oggetti con tracce significative

Dallo studio traceologico sono emerse delle classi di materiali con delle tracce particolarmente ben conservate. Sono stati selezionati i reperti meno alterati e con tracce riconoscibili, insieme ai reperti che presentano delle sovrapposizioni di tracce diverse che potrebbero indicare una specifica catena operativa per la produzione o la rifunzionalizzazione. Sono stati selezionati anche dei reperti che, nonostante la loro unicità nel campione di materiali disponibili, hanno una quantità e una qualità di tracce tali da poterli considerare come parte fondamentale dello studio. Un esempio può essere il rasoio il quale, nonostante sia l'unico reperto appartenente a questa classe, presenta delle tracce in uno stato di conservazione eccellente.

Sono state selezionate queste categorie morfologiche come per la fabbricazione di repliche sperimentali:

- Pugnali
- Spilloni ottenuti da fusione
- Spilloni ottenuti da filo
- Lesine
- Aghi
- Rasoi

Formulazione ipotesi di lavoro

Le tracce osservate e preliminarmente interpretate come tracce di manifattura, in base alle collezioni di confronto già edite (Dolfini 2011; Nørgaard 2018; Hermann et al. 2020) e alle sperimentazioni già svolte in questo settore (Binggeli 2011; Barbieri et al. 2021) hanno permesso la formulazione delle ipotesi di lavoro necessarie agli scopi del presente progetto.

Lo studio delle tracce ha portato ad individuare delle caratteristiche morfologiche che rendono alcuni oggetti ipoteticamente più semplici da realizzare rispetto ad altri.

Il fulcro delle successive fasi di sperimentazione è proprio quello di verificare o confutare questa ipotesi.

I diversi tipi di strie, le piegature e i segni di martellatura sono tra le tracce più vistose riscontrate sui reperti. La loro morfologia, la posizione e la sovrapposizione sull'oggetto, inoltre, possono indicare una specifica gestualità e in base a questa è possibile ipotizzare una differenziazione nel *know-how* necessario alla fabbricazione.

Se si osserva la morfologia di una lesina, si nota come questa non richieda un livello avanzato di conoscenze metallurgiche per quanto riguarda le fasi di lavorazione post-fusione. L'ipotetica catena operativa necessaria alla sua fabbricazione richiede la rimozione delle bave di fusione, la martellatura del margine e dell'abrasione per uniformare la superficie.

Se invece si prende come esempio la fabbricazione di uno spillone ottenuto da filo, si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche fisiche del bronzo e delle tecniche specifiche che permettono la fabbricazione del filo, già di per sé un'attività di grande impegno e precisione, e la sua deformazione plastica per ottenere le piegature necessarie. È necessaria l'abilità per la gestione delle temperature di ricottura per evitare la fusione accidentale del filo o il mancato raggiungimento di una temperatura sufficiente che potrebbe causare delle fratture durante un'eventuale martellatura o una piegatura. La difficoltà in questo caso non è il gesto che porta all'oggetto finito ma la gestione delle temperature e la conoscenza delle proprietà del bronzo.

Diverso è il caso di uno spillone ottenuto da stampo. La sua morfologia è preimpostata nella matrice e tutte le operazioni successive sono relative alla sua rifinitura. In questo caso in particolare è la qualità della colata e l'abilità del fonditore che determinano la difficoltà nelle successive fasi di rifinitura.

I pugnali sono tra gli oggetti con la maggiore quantità e varietà di tracce. Si possono infatti osservare su alcuni esemplari, sovrapposizioni di tracce molto particolari, le quali suggeriscono l'adozione di una specifica catena operativa caratterizzata dalla sovrapposizione di strie di abrasione, martellature e ulteriori strie che vi si sovrappongono: in questo caso le fasi di lavorazione sono piuttosto intuitive. Per la funzionalità dello strumento risulta indispensabile la conoscenza delle caratteristiche fisiche del bronzo nel caso specifico dei pugnali, ma si possono includere anche altre tipologie di oggetti destinati alle attività di taglio e perforazione come le spade, le cuspidi di giavellotto e i rasoi. Infatti, questi strumenti, se fabbricati senza praticare correttamente le ricotture e l'incrudimento finale dei margini taglienti, risulterebbero troppo duttili per poter essere completamente funzionali. Per questo si ipotizza che questo tipo di manufatti richieda un'imprescindibile conoscenza delle proprietà fisiche della lega e delle tecniche per poter rendere gli oggetti funzionali.

Gli aghi sono tra gli oggetti che, nonostante la loro apparente semplicità morfologica, presentano un grado molto elevato di difficoltà, in quanto le loro dimensioni ridotte richiedono una

grande perizia sia nella gestione delle temperature nelle fasi di ricottura, sia una perizia elevata per la martellatura e piegatura della cruna. Inoltre, gli aghi rinvenuti a Pragatto, sono parte di un set e si è rilevato un alto grado di standardizzazione nella loro produzione: infatti, dal punto di vista delle tracce di fabbricazione sono tutti identici e sono ottimamente conservate le tracce di abrasione del fusto e la tecnica di piegatura per ottenere la cruna.

I rasoi presentano delle caratteristiche che li rendono ipoteticamente molto complessi. Infatti, non solo la precisione della colata deve essere massima per ottenere lo spessore ottimale e, nel caso dei rasoi finestrati, i vuoti nelle finestre e nell'immanicatura, ma prevede una conoscenza avanzata delle caratteristiche del bronzo per evitare fratture durante le delicate fasi di martellatura dei margini taglienti. Inoltre, la martellatura deve essere svolta con una grande precisione per poter raggiungere la geometria ideale del filo tagliente, presupponendo una padronanza molto avanzata delle tecniche di martellatura per mantenere costante l'angolo di battitura.

Tutte queste caratteristiche possono indicare un livello di specializzazione.

Si ipotizza, infatti, che alcuni oggetti richiedano un livello più avanzato di conoscenze pratiche e teoriche rispetto ad altri e che in base alle tracce presenti sui reperti sia possibile ricostruire delle catene operative plausibili. Inoltre, la differenza o la somiglianza delle tracce sperimentali con quelle archeologiche può essere indice di un livello di specializzazione specifico: l'uniformità e la precisione con cui sono fabbricati gli oggetti è indice di un approccio sicuro e diretto verso il risultato che si vuole ottenere, mentre le tracce disposte in maniera caotica, le striature che si sovrappongono in maniera casuale con molti cambi di direzione, errori di fabbricazione come fratture accidentali, possono invece indicare un livello più basso, ipoteticamente quello di un apprendista che deve ancora padroneggiare la tecnica o di un soggetto il quale non ha piena conoscenza dei "segreti" del bronzo, ovvero quelle caratteristiche fisiche e meccaniche che, se note, consentono di rendere il materiale più o meno malleabile in base alle esigenze.

In questo progetto è stato indagato solo il livello di specializzazione relativo alle fasi di produzione post fusione, in quanto, tutto ciò che riguarda la fusione è stato già ampiamente studiato in molte sedi e, pur essendo parte della specializzazione metallurgica, prevede un *know-how* differente. Infatti, nonostante la qualità della colata influenzi la difficoltà e la mole di lavoro necessario alla finitura di un oggetto, il fonditore deve possedere un'ottima conoscenza delle temperature, delle tecniche di fabbricazione delle forme di fusione. Tutto ciò che avviene dopo la colata prevede un *know-how* specifico che comprende: la conoscenza delle tecniche di martellatura e di ricottura; una acquisita abilità nella gestione delle angolazioni e la direzione di abrasione; la conoscenza sul come e quando praticare le ricotture; quando invece sfruttare la durezza del bronzo per altri scopi, come il distacco delle bave di fusione o l'incrudimento del margine tagliente di uno strumento. Ciò non implica che il lavoro di fusione e quello post-fusione non potessero essere svolti da una stessa persona o da uno

stesso gruppo di artigiani, ma per i fini della ricerca, è utile distinguere questi due momenti delle fasi di produzione, in quanto, le tracce visibili sui reperti, a parte alcuni casi, sono per la maggior parte le tracce lasciate dalla lavorazione post-fusione.

Le tracce del lavoro del fonditore sono intuibili dalla morfologia generale dell'oggetto, come nel caso di alcuni spilloni, o da eventuali bave di fusione ancora presenti (come negli anelli di alcuni spilloni o nelle finestre del rasoio), ma la forma finale è determinata nella maggior parte dei casi dal lavoro svolto successivamente, oltre che dalla vita funzionale dell'oggetto e da eventi post deposizionali.

Produzione preforme sperimentali

Le repliche sono state realizzate con una lega di bronzo al 8% di stagno, percentuale scelta poiché rappresenta il valore medio della composizione dei bronzi nella Pianura Padana tra Bronzo Medio e Recente (Barbieri et al. 2021) utilizzando delle matrici in sabbia da fonderia. Lo scopo di questa fase, infatti, non è quella di replicare le tecniche fusorie ma quella di ottenere delle preforme in serie con un ragionevole grado di uniformità in breve tempo.

Sono state fornite al gruppo degli inesperti-intermedi senza alcun tipo di rifinitura, così com'erano appena estratte dalla forma di fusione. Solo i coni di fusione sono stati rimossi al fine di poter riciclare il materiale e fabbricare altre repliche.

Contestualmente alla produzione delle repliche, sono stati fabbricati degli strumenti da metallurgo in bronzo, basati sulla pubblicazione di C. Iaia (2015).

Sperimentazione con Gruppo Inesperti-Intermedi

Il protocollo di archeologia sperimentale è stato organizzato suddividendo gli sperimentatori in gruppi basati sulla conoscenza pregressa in materia di metallurgia.

Lo scopo di questa suddivisione è quello di produrre delle tracce su delle repliche sperimentali e isolare quelle che potrebbero essere le tracce caratteristiche di diversi livelli di specializzazione.

Si ritiene che, come in qualsiasi attività manuale, un principiante produca delle tracce caratterizzate da incertezza e si potrebbero riscontrare errori nell'esecuzione delle tecniche e una finitura approssimativa dell'oggetto; mentre un esperto dovrebbe produrre delle tracce che indicano una sicurezza nel procedimento svolto e una catena operativa ben consolidata.

Data la difficoltà nel reperire sperimentatori con un grado intermedio si è optato di procedere in una duplice modalità:

La prima ha previsto la totale autonomia degli sperimentatori nell'effettuare le scelte operative. Gli sperimentatori hanno lavorato le preforme con degli strumenti compatibili con quelli riconducibili alle attività metallurgiche dell'Età del Bronzo (Iaia 2015), seguendo la loro intuizione e senza alcuna

informazione o direttiva. Tutte le scelte operative, i gesti e gli strumenti utilizzati sono stati registrati su delle schede apposite, al fine di poter collegare la traccia ad uno specifico momento fase di lavorazione.

La seconda modalità ha previsto la dimostrazione di alcune tecniche di lavorazione, con la spiegazione di alcune caratteristiche del bronzo (ad esempio la proprietà di indurirsi se martellato a freddo e i processi di ricottura per aumentare la duttilità). Lo scopo è stato quello di aumentare la consapevolezza delle possibili catene operative in modo da poter considerare il gruppo ad un livello intermedio.

Si è proceduto con la rifinitura di un altro set di repliche e, in questa fase, gli sperimentatori sono stati assistiti durante alcuni processi di lavorazione, ad esempio l'uso del fuoco per praticare delle ricotture o durante fasi delicate come la torcitura di fili in bronzo.

Analogamente alla fase precedente, tutti i gesti e i dati prodotti sono stati registrati.

Le repliche lavorate in queste fasi sono state sottoposte ad un accurato studio traceologico durante il quale sono state registrate tutte le tracce prodotte. Le tracce sono poi state ricollegate a momenti specifici delle fasi produttive ed è stato possibile collegare la traccia al gesto e allo strumento che le ha prodotte.

Produzione repliche sperimentali Esperto

Il rappresentante del gruppo degli esperti, il dott. Alberto Rossi dell'Associazione Officina Temporis, ha prodotto e rifinito le repliche sperimentali in totale autonomia.

Produzione repliche sperimentali A. Pellegrini

Lo stesso set di repliche sperimentali è stato da me riprodotto e rifinito, documentando ogni fase della produzione, annotando anche considerazioni personali, difficoltà e strategie impiegate per la fabbricazione.

Registrazione dei gesti, tempi e modalità di lavorazione

Ogni fase del lavoro è stata scrupolosamente registrata nei protocolli sperimentali, così da poter collegare un gesto ad una specifica traccia. Sono stati anche registrati i tempi necessari alla lavorazione degli oggetti e le scelte operative effettuate, come l'uso di una incudine in bronzo invece di una litica, con lo scopo di disporre di tutti i parametri necessari alla formulazione delle inferenze per l'interpretazione finale.

Studio traceologico tracce sperimentali

Lo studio delle tracce prodotte sulle repliche sperimentali è stato svolto con le medesime modalità e strumenti impiegati per lo studio dei reperti. Per l'analisi e la catalogazione è stato utilizzato un microscopio digitale Hirox e tutte le tracce sono state registrate in modo da disporre di una mappatura completa degli oggetti. Infine, tutti i dati raccolti in questa fase sono stati inseriti in un database.

Comparazione tra tracce sperimentali e archeologiche

La comparazione delle tracce sperimentali con quelle archeologiche mira ad individuare analogie e le differenze che possono indicare diversi livelli di specializzazione. Infatti, alcune tecniche possono richiedere una conoscenza delle caratteristiche specifiche del bronzo e un certo tempo per acquisire l'esperienza necessaria per poter essere applicate.

Alcuni oggetti, proprio per la loro morfologia e la loro destinazione funzionale, possono presentare livelli di difficoltà differenti e, come dimostrato durante la sperimentazione, spesso la morfologia o il livello di finitura non è automaticamente indice di un livello di esperienza più avanzato (ad esempio per fabbricazione degli spilloni a doppia spirale).

Interpretazione archeologica

I dati raccolti durante la sperimentazione e lo studio traceologico sono la base su cui poi articolare la discussione riguardo il tema della specializzazione metallurgica. Si tiene conto, ai fini della formulazione delle inferenze necessarie all'interpretazione, anche delle sperimentazioni già edite e delle pubblicazioni specifiche sul tema della metallurgia e dello studio delle tracce.

Inoltre, la forma ibrida di sperimentazione controllata e contestuale (Rasmussen 2001; Beck 2011) permette di integrare il dato di tipo esperienziale dello sperimentatore supportato da un rigido controllo dei parametri che concorrono allo svolgimento dell'attività metallurgica. Infatti, per come è concepito il progetto, sarebbe riduttivo concentrare la raccolta dei dati ad uno solo dei metodi di svolgimento.

La raccolta dei dati e lo svolgimento delle operazioni deve necessariamente essere controllato per poter connettere il gesto alla traccia, ma la scelta dello strumento, del gesto, della tempistica e della tecnica sono intimamente connessi all'esperienza dello sperimentatore. Si è dunque ritenuto necessario adottare entrambi questi approcci sperimentali, nel tentativo di integrarli e indagare il tema della metallurgia che combina per sua stessa natura le proprietà fisico-chimiche del metallo a scelte dettate dalla soggettività dell'operatore.

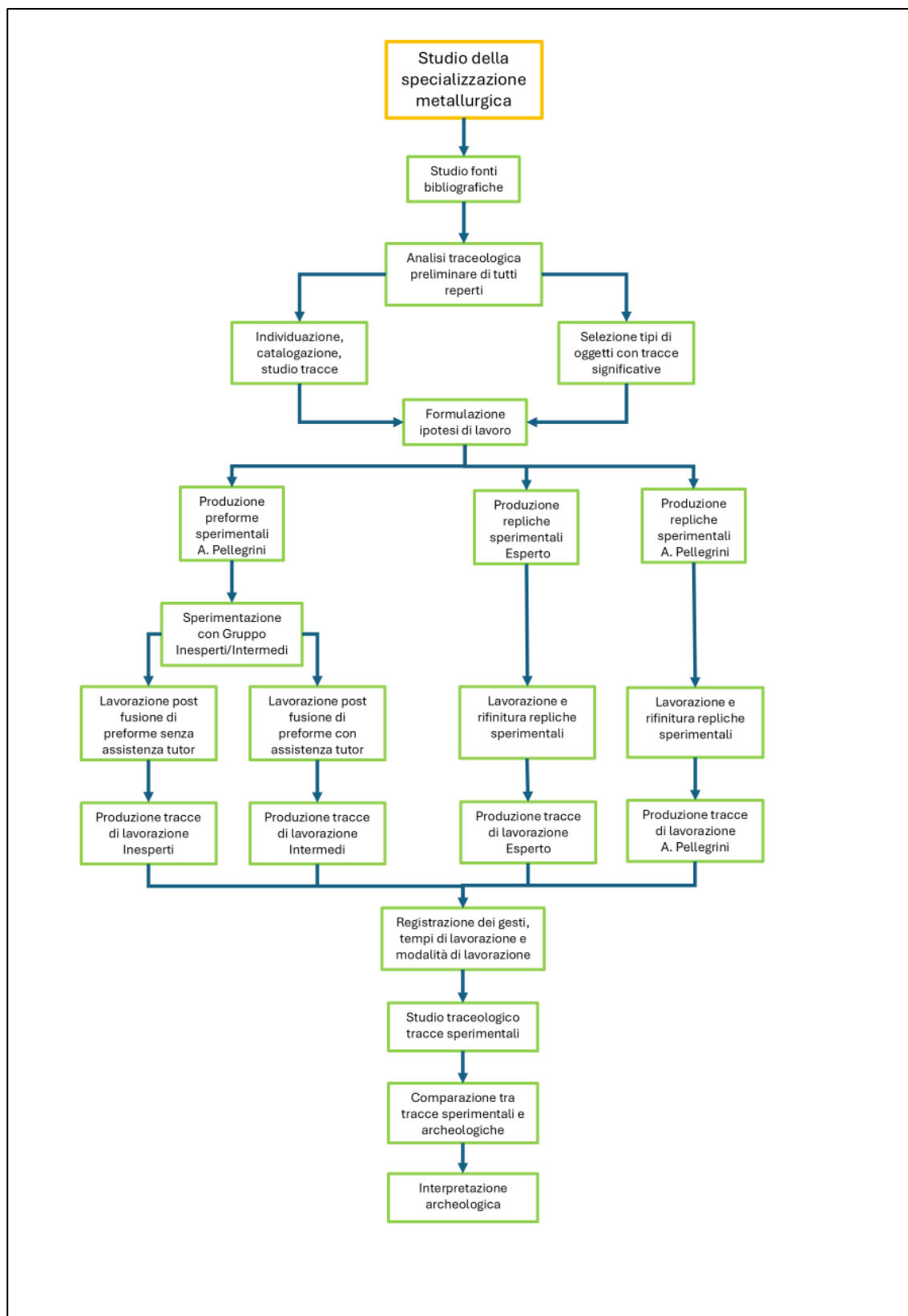


Fig. 7 Schema del Workflow delle attività di sperimentazione e interpretazione

5.4 Le repliche sperimentali

Le repliche sperimentali fornite ai gruppi “Inesperti” e “Intermedi” sono state fabbricate da chi scrive con l'intento di fornire dei supporti basati sui reperti archeologici studiati nel presente lavoro.

Al fine di produrre il maggior numero di repliche in tempi ragionevolmente brevi, è stata utilizzata la tecnica di fusione in sabbia ed è stata impiegata una forgia costruita con mattoni refrattari e alimentata con carbone di legna. L'uso di strumentazione moderna per produrre le preforme in bronzo non inficia l'affidabilità della sperimentazione in quanto il focus del progetto è sulle fasi di lavorazione post fusione, poiché sono queste che lasciano le tracce ancora visibili sui reperti. Le tecniche di fusione presuppongono tutt'altro *know-how* e nella maggior parte dei casi questo non è prontamente individuabile poiché le successive fasi di lavorazione possono cancellare delle tracce lasciate dal fonditore: ad esempio le bave di fusione, i coni di fusione ed eventuali imperfezioni superficiali. Tutti questi vengono rimossi nelle fasi successive alla colata

La lega è stata prodotta con una percentuale di stagno del 8% basandosi sulla media delle composizioni note per il periodo preso in esame (Barbieri et al. 2021). Benché sia noto che le percentuali di stagno siano spesso scelte in base alla tipologia di oggetto realizzato, si è deciso di realizzare le repliche con la medesima composizione. Questo è dovuto alla necessità di produrre più tipologie di oggetti con una sola colata nella medesima matrice.

Gli oggetti realizzati sono stati forniti agli sperimentatori così come sono stati estratti dalla matrice, quindi con bave di fusione, eventuali imperfezioni ecc.

Sono stati fabbricati anche gli strumenti da metallurgo in bronzo poi forniti agli sperimentatori. Per motivi legati alla velocità di produzione sono stati fabbricati dei martelli ad occhio basati sui modelli pubblicati da C. Iaia (2015). Analogamente sono state prodotte delle piccole incudini in bronzo.

5.5 Fabbricazione degli strumenti da metallurgo

Le repliche degli strumenti da metallurgo impiegate nel presente progetto (fig., 8) sono state basate sui modelli pubblicati da C. Iaia (2015).

Nello specifico sono stati riprodotti dei martelli in bronzo a occhio usando come modello il reperto MB14 (Iaia 2015, p.102, fig. 8) proveniente da Montagnana (Borgo S. Zeno, PD). Questo martello è stato rinvenuto come parte di un ripostiglio. Le dimensioni sono rispettivamente di 88 mm di lunghezza e 22 mm di larghezza (Bianchin Citton 1986, p. 49, n. 122, fig. 14).

Le incudini in bronzo sono state basate sul modello del reperto IB4 (Iaia 2015, p.103, fig. 9) proveniente da Redù (Nonantola, MO). Questa piccola incudine è stata rinvenuta durante degli scavi del XIX secolo. Le dimensioni sono piuttosto ridotte: altezza 70 mm, diametro testa 27 mm. Il peso è di 63 grammi. Attualmente conservata a Modena presso il Museo Civico (Iaia 2015 p.78).

La fabbricazione degli strumenti da metallurgo ha previsto la produzione di modelli in legno basati sulle misure dei reperti sopramenzionati. Per ottimizzare le tempistiche sono state usate delle matrici monovalve in sabbia da fonderia dove sono stati impressi i negativi dei modelli in legno.

Per ottenere il foro dei martelli sono stati posizionati dei bastoncelli in legno al centro del negativo impresso nella sabbia, in modo da creare un vuoto durante la colata. Una volta colato il bronzo il bastoncino brucia abbastanza lentamente da permettere al metallo di solidificarsi attorno ad esso e creare il foro.

Questo metodo si è rivelato veloce e funzionale, anche se con una matrice bivalve o a cera persa si potrebbe ottenere un risultato più preciso, ma per gli scopi del progetto il metodo utilizzato ha permesso di realizzare un buon numero di strumenti in poco tempo. L'uso della sabbia ha consentito di fabbricare le matrici in un tempo considerevolmente minore rispetto ad altri tipi di matrici.

I martelli e le incudini non hanno subito alcun tipo di lavorazione successiva ad eccezione della pulizia di alcune bave di fusione o imperfezioni. I martelli sono stati forniti di un manico in legno e le incudini infisse in dei blocchi di legno.

Per ottenere la massima funzionalità da questo genere di utensili è utile incrudire i battenti sia del martello sia dell'incudine, come constatato da chi scrive durante le sperimentazioni svolte per le tesi di laurea triennale e magistrale (inedite). Si tratta di una sorta di rodaggio degli strumenti che permette di uniformare le superfici dei battenti in modo da risultare più dure del materiale che sarà lavorato e diminuire considerevolmente la deformazione degli strumenti.

Degli utensili ben incruditi con l'uso tendono a divenire lucidi e completamente lisci. Questa caratteristica permette di lavorare i metalli in maniera molto precisa e con una maggiore omogeneità della superficie. Qualora vi fossero delle deformazioni o delle asperità, lascerebbero una traccia in negativo sulla superficie del materiale battuto, come un timbro, compromettendo così l'uniformità della lavorazione.

I martelli e le incudini prodotte per la sperimentazione sono stati forniti agli utilizzatori senza alcun tipo di rodaggio.



Fig. 8 Produzione degli strumenti da metallurgo

5.6 Fabbricazione delle repliche sperimentali per i gruppi Inesperti e Intermedi

I gruppi di sperimentatori sono stati forniti di preforme basate sui reperti selezionati per il presente studio:

- Pugnali
- Spilloni ottenuti da colata
- Spilloni ottenuti da filo
- Lesine
- Rasoi

Analogamente agli strumenti da metallurgo, le preforme destinate al gruppo di Inesperti-Intermedi sono state prodotte mediante forme di fusione in sabbia da fonderia per ottimizzare le tempistiche di produzione e aumentare la produttività delle matrici. Infatti, l'uso della sabbia ha consentito di rifunzionalizzare in poco tempo la matrice per la fusione successiva, cosa impossibile da realizzare con le medesime tempistiche con altri tipi di matrice.

Il primo passo per la fabbricazione delle preforme è stato quello di realizzare dei modelli in legno basati sulle misure e sulla forma dei reperti.

A tale scopo sono stati presi come modello i reperti: PRA 264 e POV 8.1 per i pugnali; PRA 1555 e PRA 1607 per gli spilloni ottenuti da colata; PRA 1774 per il rasoio.

I modelli sono stati scolpiti su delle tavolette in legno di tiglio, riproducendo il più fedelmente possibile i dettagli che caratterizzano i reperti come la forma, la geometria delle sezioni prestando particolare attenzione alla caratteristica forma concava delle lame. I modelli in legno sono poi stati pressati sulla sabbia da fonderia e si è proceduto con la colata del bronzo fuso.

Una problematica relativa alle forme di fusione in sabbia è la difficoltà nel distacco del modello e la conservazione dei dettagli, in particolare quelli in rilievo come la finestratura del rasoio e il centro degli anelli degli spilloni. Per la buona riuscita di questi dettagli, dopo alcuni tentativi, è sembrato più conveniente investire tempo ed energie per la fabbricazione di una matrice più solida, ad esempio in argilla o in pietra, come la forma di fusione in ophiolite per rasoio e punta di lancia rinvenuta a Casinalbo (MO) (Bernabò Brea et al. 1997 fig. 336 p. 584; Cavazzuti e Barbieri 2014).

Le repliche ottenute mediante la modellazione di un filo metallico sono state basate sui reperti: PRA 1566 e POV 18 per gli spilloni ottenuti da filo; PRA 1327 per le lesine. Per la loro realizzazione sono stati utilizzati dei fili di rame e bronzo già pronti e disponibili in commercio che gli sperimentatori hanno lavorato per ottenere gli oggetti indicati.

5.7 Fabbricazione delle repliche sperimentali di A. Pellegrini

La fabbricazione delle repliche sperimentali prodotte da chi scrive ha avuto lo scopo di verificare o confutare le ipotesi riguardo la catena operativa formulate durante le fasi di studio delle tracce. A differenza degli altri gruppi, in questo caso, lo sperimentatore ha avuto modo di studiare in dettaglio le tracce presenti sui manufatti e, in base a queste, operare delle scelte nelle sequenze produttive, nella gestualità adottata e nella scelta di strategie di produzione. Lo scopo è stato quello di verificare le ipotesi formulate in fase di studio, infatti, gli altri gruppi di sperimentatori hanno lavorato in base alle loro esperienze pregresse, lasciando così una sequenza di tracce specifiche del loro livello di specializzazione senza essere influenzati da informazioni riguardo le tracce presenti sui bronzi.

Il set di repliche sperimentali è stato basato sui medesimi reperti presi a modello per la produzione delle preforme per i gruppi inesperti e intermedi, ad eccezione dei fili in bronzo che, in questa sede sono stati prodotti da chi scrive.

Per la produzione delle repliche si è deciso di utilizzare delle forme di fusione in argilla refrattaria con lo scopo di verificare delle eventuali differenze nella qualità della colata rispetto alle matrici in sabbia. Solo dopo molti tentativi e la rottura di alcune forme di fusione si è deciso di utilizzarle per

velocizzare le tempistiche di preparazione della matrice nel caso in cui la colata non fosse stata soddisfacente.

Per le matrici in argilla refrattaria è stata impiegata della argilla rossa mescolata in parti uguali con della sabbia. L'argilla essiccata è stata pestata e ridotta in polvere, in modo da poter distribuire uniformemente i granelli di sabbia nella mescola; il prodotto così ottenuto è stato lavorato aggiungendo dell'acqua fino ad ottenere un impasto sufficientemente plastico e plasmato in modo da ottenere dei parallelepipedi; i modelli in legno impiegati per le fusioni precedenti sono stati pressati sulla faccia lisciata della matrice e le due valve sono state fatte combaciare; sono stati scolpiti il cono di fusione e gli sfiati laterali per la fuoriuscita dei gas durante la colata e sono state lasciate essiccare per circa due settimane in un luogo asciutto.

Il tempo di essiccazione è dovuto alle condizioni climatiche, infatti, queste sono state fabbricate durante il mese di novembre e le condizioni di umidità ambientali non hanno consentito un'asciugatura più rapida. Le forme di fusione così ottenute sono state ulteriormente lavorate per far combaciare le due valve, in quanto l'essiccazione ha leggermente deformato le facce.

Le matrici sono poi state cotte in un forno elettrico per ceramiche presso il laboratorio del Museo delle Origini dell'Università Sapienza, per assicurare una cottura uniforme e controllata. La cottura ha nuovamente deformato le forme di fusione, anche se in maniera appena percettibile, per questo le matrici sono state ulteriormente lavorate facendo sfregare delicatamente le due valve fino a sigillare ogni possibile apertura. Non si è trattato di deformazioni vistose, alcune erano appena osservabili solo facendo combaciare le due valve e osservando controluce le piccole fessure presenti sui bordi. Questo tipo di deformazione sarebbe impercettibile in altri tipi di manufatto, ma nel caso delle matrici che devono combaciare il più precisamente possibile, è stato necessario fare qualche ritocco e in fase di colata sigillare ulteriormente le valve con dell'argilla fresca utilizzata come uno stucco lungo le fessure. Inoltre, va specificato che chi scrive non ha una grande esperienza nella lavorazione della ceramica e che il risultato ottenuto potrebbe non essere comparabile con il *know-how* di un ceramista esperto.

Per la fabbricazione dei fili destinati alla produzione di aghi, lesine e spilloni è stata tentata la tecnica della cera persa. I fili sono stati ottenuti modellando della cera d'api fino ad ottenere dei sottili cilindri che sono stati a loro volta incamiciati nella mescola di argilla e sabbia usata per le matrici bivalve.

La lega impiegata per le repliche ha la medesima composizione di quella usata per le preforme destinate ai gruppi di inesperti e intermedi.

Le fasi di lavorazione post-fusione, ovvero quelle che lasciano le tracce di lavorazione visibili al microscopio, sono state effettuate utilizzando utensili in bronzo basati su reperti archeologici (Iaia 2015), ciottoli abrasivi di varie granulometrie e dimensioni e una forgia alimentata a carbone di legna

per poter praticare le ricotture necessarie. Le tecniche, la gestualità e le catene operative utilizzate sono state basate sull'esperienza personale di chi scrive maturate durante la stesura delle tesi triennale, magistrale e il presente progetto, coadiuvate da una minuziosa ricerca bibliografica per l'ampliamento del *know-how* teorico. La valutazione della durata e dell'intensità delle singole fasi di lavorazione è basata interamente sull'esperienza personale e sull'interazione con il materiale lavorato. Queste, infatti, non possono essere stabilite a priori ma valutate di volta in volta in base a come il materiale risponde a determinate sollecitazioni.

La necessità di una ricottura è stata valutata man mano in base alla durezza percepita tramite il martello; la durata della ricottura è stata valutata in base alla colorazione dell'incandescenza del metallo; l'angolazione e la durata dell'abrasione è stata valutata in base all'interazione con la pietra abrasiva e la sensazione tattile derivata dallo sfregamento tra i materiali. Questi fattori non possono essere decisi in anticipo ma vanno valutati di volta in volta poiché nonostante l'uso della medesima matrice per fabbricare due oggetti, ognuno avrà delle caratteristiche, più o meno marcate, che rendono necessario un adattamento della catena operativa.

Spillone a tre anelli

Lo spillone a tre anelli è stato realizzato mediante fusione in matrice in sabbia da fonderia a seguito di alcune colate non soddisfacenti nella matrice in argilla refrattaria (fig. 9 a) che, dopo alcuni utilizzi, è risultata inutilizzabile per delle fratture irreparabili in corrispondenza degli anelli.

La matrice in sabbia è stata preparata utilizzando il modello usato per la fabbricazione delle altre repliche sperimentali (fig. 9 b).

La fase di lavorazione post-fusione ha previsto la rimozione del cono di fusione (fig. 9 c) e delle bave (fig. 9 d). Questo è stato fatto mediante la martellatura diretta che ha reso il materiale duro e fragile, permettendo così il distacco del bronzo in eccesso.

Le asperità lasciate dai distacchi sono state livellate mediante l'abrasione con un ciottolo a grana molto grossa (fig. 9 e), fino alla pulizia completa del fusto dello spillone. Per facilitare la ritenzione dello spillone è stato praticato uno sguscio sulla base di legno in cui era infissa l'incudine, in modo da poter abradere con una maggiore intensità e precisione. L'abrasione in questa fase ha un andamento diagonale rispetto alla lunghezza in quanto permette di eliminare con maggiore precisione il bronzo in eccesso e uniformare la superficie. Analogamente è stato abraso il perimetro esterno degli anelli (fig. 9 f).

Le bave di fusione interne agli anelli sono state rimosse mediante battitura: l'incudine è stata estratta dal ceppo e l'asta è stata impiegata come superficie di impatto (fig. 9 g). In questo modo è stato possibile martellare in maniera mirata solo le aree interessate e distaccare il materiale in eccesso. L'intera superficie dello spillone è stata martellata per renderla uniforme, sfruttando degli sgusci presenti sull'incudine per conferire all'asta una sezione circolare precisa e plasmare la punta (fig. 9 h).

Le operazioni di martellatura hanno necessitato di frequenti ricotture, data la sottigliezza dell'asta e la possibilità di sviluppare delle fratture. Le ricotture sono state praticate mediante riscaldamento in una forgia alimentata a carbone di legna fino al raggiungimento di una colorazione rosso-arancio con successivo spegnimento in acqua a temperatura ambiente. Al termine di questa operazione il bronzo risultava nuovamente morbido e malleabile, caratterizzato da una patina bruna dovuta alla formazione di ossidi sulla superficie.

L'interno degli anelli è stato abraso con un ciottolo dalla forma sufficientemente appuntita per poter entrare nell'anello (fig. 9 i). L'intera superficie dello spillone è stata sottoposta a vari cicli di abrasione con vari tipi di ciottoli, di grana sempre più fine, con un movimento longitudinale (fig. 9 j). La lucidatura finale ha previsto lo sfregamento di un pezzo di cuoio morbido su cui è stata applicata una pasta abrasiva ottenuta dalla polvere dei ciottoli a grana fine mescolata con acqua (fig. 9 k, l).

La catena operativa necessaria alla produzione dello spillone è stata influenzata dalla qualità della colata. Infatti, se lo spillone appena estratto dalla matrice avesse avuto delle bave di fusione più piccole e una superficie più omogenea, le operazioni di finitura avrebbero previsto un numero minore di passaggi e potenzialmente una tempistica più rapida.



Fig. 9 Produzione dello spillone a tre anelli

Pugnale

Il pugnale è stato realizzato mediante l'uso della matrice bivalve in argilla refrattaria (fig. 10 a). La colata si è rivelata soddisfacente ma si ritiene che con una maggiore precisione nella scultura del negativo sarebbe possibile ottenere una colata di qualità superiore che richiederebbe molte meno operazioni per la finitura del pezzo. L'inserimento di un cilindretto di legno in corrispondenza del codolo è stato possibile ottenere il foro per il ribattino.

La superficie del bronzo è risultata essere molto più uniforme e liscia rispetto all'uso della matrice in sabbia. Questa caratteristica si è riscontrata anche in altre sperimentazioni.

La lavorazione post-fusione ha previsto il distacco del cono di fusione e la rimozione delle bave mediante martellatura diretta (fig.10 b), come per lo spillone a tre anelli.

Per la rimozione delle asperità lungo i bordi il pugnale è stato abraso su una pietra abrasiva di grandi dimensioni e grana grossa (fig. 10 c). La lunghezza della pietra ha permesso di effettuare dei gesti longitudinali molto ampi e veloci, aumentando l'efficacia dell'abrasione.

Nonostante la buona qualità della colata, i biselli del pugnale presentavano delle difformità rese evidenti dall'abrasione. Per uniformare la superficie è stata praticata una martellatura con un martello a battente piatto (fig.10 d). Sono stati necessari dei cicli di ricottura in una fossa per focolare alimentato a legna e aria forzata a fiato per un maggiore controllo del flusso e delle temperature (fig. 10 e). Per questa operazione è stato utilizzato un ugello in ceramica montato su una canna e sigillato con argilla fresca. Il metallo è stato riscaldato fino a raggiungere una colorazione rosso-arancio e spento in acqua. Durante queste operazioni di battitura, la lama tendeva a curvarsi verso il lato opposto rispetto a quello martellato. Questa è una caratteristica del tutto normale e tipica della produzione delle lame e per ovviare a ciò e mantenere la lama dritta è stato necessario alternare i lati su cui battere.

Al termine di questa fase, si è proceduto con la rettificazione dei biselli mediante abrasione (fig. 10 f). Per questa operazione è stata impiegata la grossa pietra di cui sopra e lubrificata con acqua. Anche in questo caso, date le dimensioni della pietra, è stata usata passivamente per un'abrasione longitudinale. L'abrasione ha permesso di pulire la lama dall'ossido causato dalle ricotture e ha messo in evidenza delle piccole concavità dovute alla martellatura. Queste sono servite come riferimento per determinare l'uniformità della superficie. Allo stesso modo è stato lavorato il codolo e per le rifiniture si è usato un ciottolo più piccolo usato in senso diagonale (fig. 10 g). Tutta la superficie è stata poi abrasa per lucidare la superficie (fig. 10 h).

Al termine della lucidatura si è proceduto con l'incrudimento dei margini taglienti (fig.10 i). Per questa operazione si è deciso di martellare un lato con martello e incudine in bronzo, l'altro lato con martello in bronzo su incudine litica (fig. 10 J). Lo scopo è stato quello di generare due tipi distinti di tracce di martellatura da comparare con i reperti e di verificare quali possono essere le differenze nella resa pratica di queste due modalità. La martellatura con strumenti in bronzo è risultata molto precisa

e ha conferito un aspetto lucido e riflettente alla superficie, mentre la martellatura su incudine litica, oltre ad essere meno precisa, ha lasciato la superficie ruvida e opaca.

È opportuno specificare che, questo risultato è strettamente connesso al tipo di pietra utilizzato, infatti, qualora si venisse impiegata una pietra molto dura e compatta, opportunamente lucidata potrebbe dare dei risultati differenti, come l'esemplare pubblicato da Iaia (2015 p. 77) che risulta essere in pietra verde. Lo stesso ragionamento andrebbe applicato ai martelli litici.

L'affilatura dei margini taglienti ha previsto una leggera abrasione con andamento diagonale su una pietra abrasiva lubrificata con acqua (fig. 10 k, i), alternando il lato ma mantenendo costante l'angolazione della lama.



Fig. 10 Produzione del pugnale

Rasoio

Il rasoio è stato fabbricato mediante fusione in matrice di argilla refrattaria (fig. 11 a). Questo oggetto si è rivelato uno dei più complicati da realizzare a causa della sottigliezza e dei dettagli minuziosi della finestratura. Sono state svolte molte fusioni prima di ottenere un pezzo dalle caratteristiche utili per essere rifinito. La fusione in sabbia si è rivelata complicata poiché durante il distacco del modello in legno dalla matrice i dettagli della finestratura tendevano a collassare e dopo

la colata il pezzo risultava pieno. Si è optato dunque per l'utilizzo delle matrici in argilla refrattaria che però si sono rese funzionali solo dopo alcuni tentativi e calibrazioni per permettere al bronzo di fluire omogeneamente.

In alcuni casi il metallo si è solidificato prima di raggiungere il fondo, altre volte si sono verificati errori troppo onerosi da correggere con il lavoro post fusione, come grosse deformazioni o vuoti di materiale in punti fondamentali per la funzionalità dell'oggetto.

Dopo molti tentativi è stato possibile estrarre un pezzo in condizioni sufficientemente buone per poter essere rifinito. Il pezzo in questione ha un errore di fusione nella finestratura centrale, la quale non si è formata completamente durante la colata ma è stato comunque selezionato per le fasi successive in quanto si presentava completo nella parte del manico e delle lame.

La lavorazione post-fusione ha previsto il distacco delle bave di fusione mediante la martellatura diretta con strumenti in bronzo (fig. 11 b). Per il distacco del cono di fusione si è proceduto con una ricottura del rasoio fino al raggiungimento della colorazione rosso-arancio con conseguente spegnimento in acqua. Questa operazione si è resa necessaria per ammorbidire il più possibile la lega per poter essere tagliata con uno scalpello in bronzo (fig. 11 c). Senza la ricottura il bronzo sarebbe stato troppo duro per poter essere tagliato con uno strumento in bronzo. Inoltre, nel punto di contatto con lo scalpello, si sarebbe incrudito ulteriormente rendendo inefficace l'operazione e danneggiando lo strumento. Grazie alla ricottura è stato possibile creare un solco abbastanza profondo per poter praticare il taglio sfruttando l'incrudimento localizzato e procedendo al distacco mediante piegatura a mano (fig. 11 d).

Si è proceduto uniformando la superficie mediante martellatura diretta (fig. 11 e) per poi procedere alle fasi di abrasione su una grossa pietra abrasiva utilizzata passivamente e lubrificata con acqua (fig. 11 f).

Ciò ha permesso di evidenziare le ulteriori concavità presenti sulla superficie e proseguire con l'abrasione fino ad ottenere una superficie il più possibile omogenea.

L'abrasione del manico e dall'anello è stata svolta con l'uso di un ciottolo più piccolo usato attivamente in direzione diagonale per poter rimuovere uniformemente il materiale in eccesso (fig. 11 g, h).

Si è dunque proceduto con l'incrudimento dei margini taglienti (fig. 11 i). La peculiarità del rasoio di bronzo di Pragatto è la sezione convessa del bisello e per ottenere questo risultato sono stati usati un martello di bronzo e un'incudine di bronzo usati per molti anni da chi scrive e che con l'uso hanno assunto una forma dei battenti adatta a questo scopo.

L'incrudimento è un'operazione molto delicata che, se protratta per troppo tempo rischia di creare delle fratture. Per questo si è proceduto con una martellatura delicata fino ad ottenere l'assottigliamento e la durezza desiderate. Per generare un numero maggiore di tracce da poter

comparare con i reperti, una lama è stata incrudita con un martello di bronzo e un'incudine litica (fig. 11 j). Questa operazione ha avuto una durata limitata poiché, oltre a generare le medesime tracce presenti sulla replica del pugnale, si è notato come l'incudine litica assorbisse l'impatto del martello molto di più rispetto a quella di bronzo, risultando così in una resa minore nella battitura. Inoltre, l'incudine litica tendeva a deformare eccessivamente il rasoio anche nella parte mediana in corrispondenza della finestratura, rischiando di fratturare le delicate asticelle. Per questo motivo il resto della lama è stato rifinito con strumentario in bronzo.

L'affilatura finale ha previsto una leggera abrasione del margine con una pietra a grana molto fine e lubrificata con acqua (fig. 11 k). Al termine dell'operazione la porzione di lama martellata con utensili in bronzo era compatta e riflettente (fig. 11 l).

Nonostante la forma molto complessa e dalla grande difficoltà di produzione per le fasi relative alla fusione, le fasi di rifinitura sono state piuttosto agevoli e comparabili alla produzione del pugnale.



Fig. 11 Produzione del rasoio

Lesina

La fabbricazione della lesina, come quella degli aghi ha richiesto la fusione con matrice in sabbia da fonderia. Sono state effettuate varie prove per ottenere dei fili in bronzo mediante fusione ma con scarsi risultati. Sono stati modellati dei fili in cera d'api (fig. 12 a), inglobati in un'incamiciatura in argilla refrattaria (fig. 12 b) e, una volta essiccata, sono stati riscaldati per far fuoriuscire la cera in eccesso.

Questo sistema si è rivelato poco efficace per la formazione di bolle d'aria che non consentono il flusso di bronzo fuso, risultando in una colata incompleta. Si ritiene che questo metodo possa essere comunque impiegato ma necessita di ulteriori fasi di sperimentazione e apprendimento per poter ottenere dei risultati apprezzabili.

Per ottenere dei supporti lavorabili, sono state preparate delle matrici bivalve in sabbia da fonderia, nella quali è stato scolpito un fusto centrale con delle diramazioni laterali, come per gli sfiati delle matrici in argilla. Questo sistema ha permesso di creare un buon numero di supporti su cui poter procedere con le operazioni post-fusione (fig. 12 c). Va specificato che questo sistema non è stato basato su delle attestazioni note a livello archeologico, bensì è una tecnica impiegata soprattutto nelle fusioni a cera persa dove si crea una sorta di struttura ad albero i cui rami sono gli oggetti desiderati e il fusto ha la sola funzione di far defluire la lega nei negativi della matrice. Per i fini della ricerca si è ritenuto questo metodo accettabile in quanto non compromette le successive fasi di lavorazione e studio delle tracce.

La lavorazione ha previsto il distacco del supporto dalla barra centrale mediante la martellatura diretta con strumentario in bronzo (fig. 12 d). Allo stesso modo sono state rimosse le piccole bave di fusione presenti (fig. 12 e) e abrase le asperità con un ciottolo (fig. 12 f).

La fase successiva è stata la martellatura per ottenere la sezione quadra (fig. 12 g), alternata con delle ricotture. Al termine di queste operazioni la lesina è stata martellata per conferire durezza e rigidità e abrasi su un ciottolo per affilare la punta e lucidare le superfici (fig. 12 h, i).

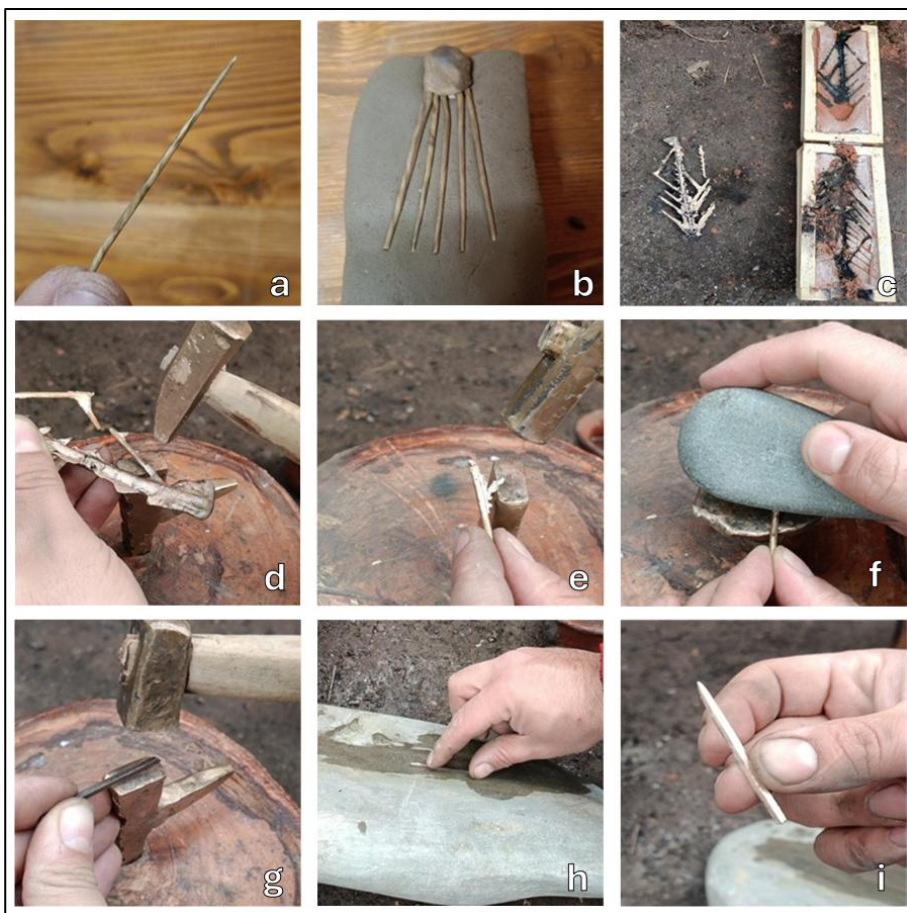


Fig. 12 Produzione della lesina

Aghi

Gli aghi si sono rivelati tra gli oggetti più difficili da produrre per una serie di fattori: in primo luogo è stato molto difficile produrre il filo metallico mediante fusione, in secondo luogo la creazione della cruna senza alcun tipo di pinza, fiamma a gas o altri strumenti moderni, è risultata molto complessa. Inoltre, dallo studio effettuato sugli aghi di Pragatto non è molto chiaro il metodo di chiusura della cruna a causa dell'ossido. Per tale ragione sono stati prodotti due aghi caratterizzati da due chiusure differenti.

Per la fabbricazione degli aghi è stato utilizzato lo stesso supporto colato per la lesina. Il supporto è stato staccato mediante martellatura e ripulito dalle bave di fusione (fig. 13 a). Il filo è stato ottenuto mediante una lunga serie di martellature su un'incudine dotata di sgusci per la trafilatura (fig. 13 b) e numerose ricotture per mantenere il filo malleabile. La sottigliezza del filo ha reso molto complessa la trafilatura; infatti, si sono verificate alcune fratture che hanno portato al distacco di parti del filo (fig. 13 c).

Anche la creazione delle crune ha comportato la necessità di tagli per poter ripetere l'operazione di piegatura fino al raggiungimento della forma desiderata.

Una volta ottenuto il filo, la creazione della cruna ha previsto la battitura di una estremità fino a formare una piattina (fig. 13 d) che è stata successivamente piegata verso il fusto (fig. 13 e) e arrotondata su esso (fig. 13 f).

L'ago è stato abraso, lucidato e appuntito con dei ciottoli a grana fine (fig. 13 g).

Il secondo metodo di fabbricazione, quello più verosimile in base allo studio dei reperti, ha comportato la creazione della piattina alla base della piegatura, lasciando così l'estremità a sezione tonda (fig. 13 h). L'estremità è stata poi piegata fino alla base della piattina (fig. 13 i) e quest'ultima è stata battuta lateralmente (fig. 13 j) fino ad avvolgere l'estremità (fig. 13 k), creando così la cruna (fig. 13 l).



Fig.13 Produzione degli aghi

Spillone a doppia spirale

Lo spillone a doppia spirale è stato uno degli oggetti più complessi da replicare a causa della sua fragilità e delle sollecitazioni estreme a cui ha dovuto essere sottoposto per poter essere fabbricato.

Anche per questo oggetto si è pensato di produrre un modello in cera per poter fondere la preforma. Come per le altre repliche si sono riscontrati i medesimi problemi per la colata. È potenzialmente un buon metodo ma dai risultati ottenuti in questa sede si ritiene che siano necessarie ulteriori sperimentazioni per affinare la tecnica e sfruttare al massimo le sue potenzialità.

Per le repliche si è dunque optato per la fusione in sabbia (fig. 14 a) scolpendo una forma a Ipsilon sulla matrice. Anche in questo caso sono stati necessari molti tentativi prima di ottenere un supporto lavorabile a causa delle dimensioni ridotte della sezione.

La lavorazione ha previsto la rimozione delle bave mediante martellatura diretta (fig. 14 b) e delle fasi di abrasione per uniformare la superficie (fig. 14 c). Le due estremità che avrebbero dovuto formare le spirali sono state martellate sull'incudine dotata di sgusci per trafilare e ricotte per poter essere profilate e allungate. La criticità di questa operazione è la fragilità del bronzo che per due repliche consecutive ha comportato la rottura delle estremità (fig. 14 d). Le cause possono essere molteplici, come la lega troppo dura, l'eccessiva lavorazione per martellatura o la presenza di microfratture all'interno della lega sviluppatesi già durante la colata.

Per ovviare queste criticità si è deciso di utilizzare un altro metodo per ottenere le estremità che formano le spirali. Invece di creare la forma ad Ipsilon mediante fusione, si è proceduto colando una barra in bronzo a sezione tonda. Una volta che questa è stata resa omogenea mediante martellatura si è proceduto con una ricottura e un'ulteriore martellatura per ottenere una sezione piatta per i due terzi della lunghezza (fig. 14 e).

La forma ad Ipsilon è stata creata tagliando longitudinalmente la parte piatta con uno scalpello in bronzo (fig. 14 f). Per preservare l'integrità del materiale e dello scalpello sono state praticate molte ricotture, basandosi sulla percezione tattile dell'indurimento della barra piatta.

Questo metodo si è rivelato molto funzionale. La fase successiva ha previsto la regolarizzazione delle sezioni delle estremità che sono state modellate mediante martellatura diretta sull'incudine dotata di sgusci (fig. 14 g), in modo da creare una sezione circolare (fig. 14 h).

È stata praticata un'ultima ricottura delle estremità e una abrasione (fig. 14 i) volta a pulire la superficie dagli ossidi di colore bruno. La piegatura delle spirali ha richiesto l'impiego di un martello e del becco dell'incudine e la rifinitura è stata effettuata con un mazzuolo in legno (fig. 14 j, k).

La chiusura delle spirali non ha richiesto l'uso di alcuno strumento poiché il bronzo ricotto ha reso possibile la piegatura a mano (fig. 14 l).

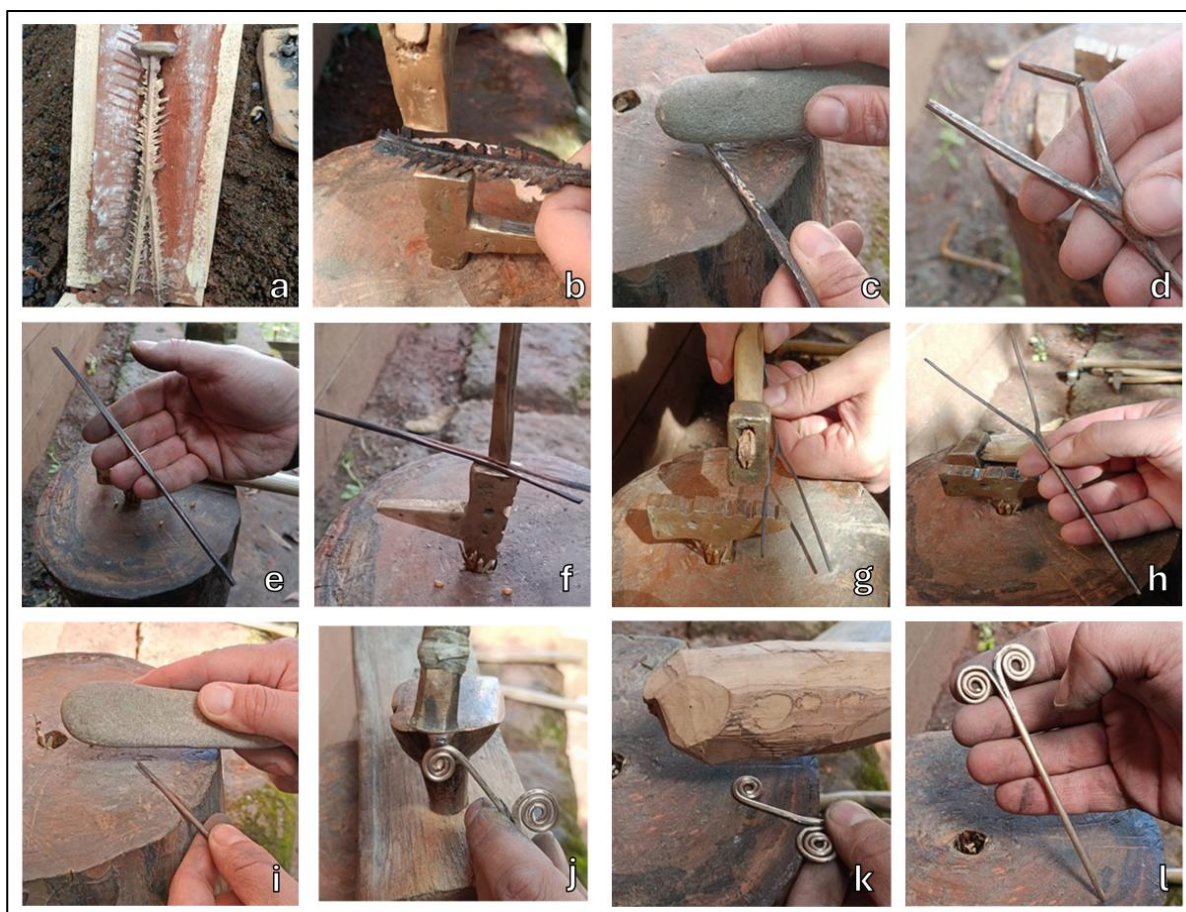


Fig. 14 Produzione dello spillone a doppia spirale

5.8 Sperimentazione con i gruppi Inesperti e Intermedi

La sperimentazione ha avuto luogo presso il Villaggio Preistorico di Monte d'Oro (RM) dove sono state messe a disposizione delle riproduzioni di capanne dell'Età del Bronzo.

Gli sperimentatori verranno da questo momento in poi nominati come "Op." ovvero "operatore", e distinti mediante numerazione progressiva. In totale sono stati coinvolti sei sperimentatori.

Organizzazione dei gruppi di sperimentazione

I gruppi sono stati suddivisi in base alle esperienze pregresse nell'ambito della metallurgia. Non è stato difficile trovare sia degli sperimentatori con anni di esperienza sia quelli che non hanno mai lavorato dei metalli. La difficoltà è stata invece trovare delle persone con delle esperienze pregresse ma non avanzate al punto da poter essere completamente autonomi nella lavorazione.

Per ovviare a questa situazione si è deciso di registrare preventivamente i dati del lavoro svolto dagli inesperti senza che questi ricevessero alcun tipo di indicazione sulle tecniche da utilizzare o di quali strumenti fosse più opportuno usare in determinate fasi.

Questo è servito per produrre le tracce caratterizzanti il lavoro di qualcuno che si trova a dover rifinire un oggetto già fuso. Le operazioni di fusione e colatura richiederebbero un *know-how* e delle attrezzature troppo specifiche per poter essere prodotte senza un periodo sufficientemente lungo per poter sviluppare le conoscenze base per poter produrre degli oggetti.

Le fasi post fusione invece possono essere svolte in maniera più autonoma senza particolari attrezzature. Il ruolo fondamentale è ricoperto dalla conoscenza delle caratteristiche meccaniche del bronzo e delle tecniche necessarie alla sua lavorazione. Inoltre, alcuni oggetti richiedono una catena operativa più corta o delle tecniche più semplici rispetto ad altri.

La fase successiva è stata quella di formare e istruire il gruppo degli inesperti e renderlo assimilabile a degli “intermedi”.

Gruppo Inesperti

Per la sperimentazione è stato richiesto ai partecipanti di fabbricare, senza alcun tipo di indicazione o istruzione, degli oggetti morfologicamente molto semplici come delle lesine in bronzo.

Le uniche indicazioni ricevute sono state quelle riguardo al tipo di oggetto da realizzare. In questa fase gli sperimentatori hanno interagito tra loro, spesso trovando soluzioni a problemi comuni come la postura o il modo di impugnare gli strumenti; in altri casi hanno deciso di provare approcci differenti e indipendenti, come l’uso di strumentario litico per la percussione.

Sono state adottate diverse soluzioni per quanto riguarda la postura e l’uso degli strumenti, infatti, uno sperimentatore ha utilizzato un tronco come base di lavoro (fig. 15 a), un altro ha utilizzato una panca per poggiare l’incudine (fig. 15 b), uno sperimentatore ha preferito lavorare poggiato a terra (fig. 15 c) e un altro ha scelto di poggiare la base su un tavolo lavorando seduto su una panca (fig. 15 d).

I risultati sono stati eterogenei dal punto di vista della finitura ma tutti i partecipanti sono stati in grado di realizzare una lesina.

Le catene operative impiegate hanno previsto l’uso di martellatura. La ricottura non è stata praticata in quanto gli sperimentatori non erano a conoscenza delle proprietà fisiche del bronzo e delle tecniche necessarie a praticare l’*annealing*.

Op.1, Op.2 e Op.3 hanno lavorato il materiale per ottenere la lesina usando solo la martellatura e impiegando sia lo strumentario in bronzo sia quello litico, mentre Op.4, Op.5 e Op.6 hanno scelto di utilizzare solo gli utensili in bronzo.

Nessuno degli sperimentatori ha praticato l’abrasione nella catena operativa.



Fig. 15 Alcune fasi di lavorazione del gruppo Inesperti

Gruppo intermedi

Al termine della prima fase, gli sperimentatori sono stati istruiti circa le caratteristiche fisiche del bronzo e delle tecniche necessarie alla sua lavorazione.

Si è notato che dopo aver appreso la tecnica del *annealing*, questi ne abbiano fatto un utilizzo profuso e cosciente per ottenere il tipo di risultato desiderato.

In questa fase gli sperimentatori hanno realizzato una nuova replica di lesina, uno spillone ottenuto da filo basato sul tipo S. Caterina, un pugnale, uno spillone a tre anelli, uno spillone a doppia spirale e un rasoio.

Non tutti gli sperimentatori hanno realizzato i medesimi oggetti, ad eccezione delle lesine e degli spilloni ritorti, in quanto il numero di preforme disponibili e le tempistiche della sperimentazione non consentivano questo tipo di attività.

Lesine

Le lesine sono state realizzate mediante battitura e tutti gli sperimentatori hanno scelto di preparare il supporto praticando un *annealing* prima della forgiatura a freddo.

La ricottura è stata effettuata in un piccolo focolare allestito all'interno della capanna in modo da disporre di condizioni di illuminazione favorevoli alla corretta percezione dei colori del metallo incandescente (fig. 16 a).

Per alzare la temperatura sono stati usati dei mantici in pelle direzionati sulle braci mediante l'uso di un ugello in argilla refrattaria.

Tutti gli sperimentatori hanno scelto di utilizzare gli utensili in bronzo per la battitura (fig. 16 b, c), ad eccezione di Op.2, il quale ha preferito l'uso di un percussore e un'incudine litici.

Le lesine sono state rifinire e appuntite mediante abrasione con dei ciottoli (fig. 16 d).

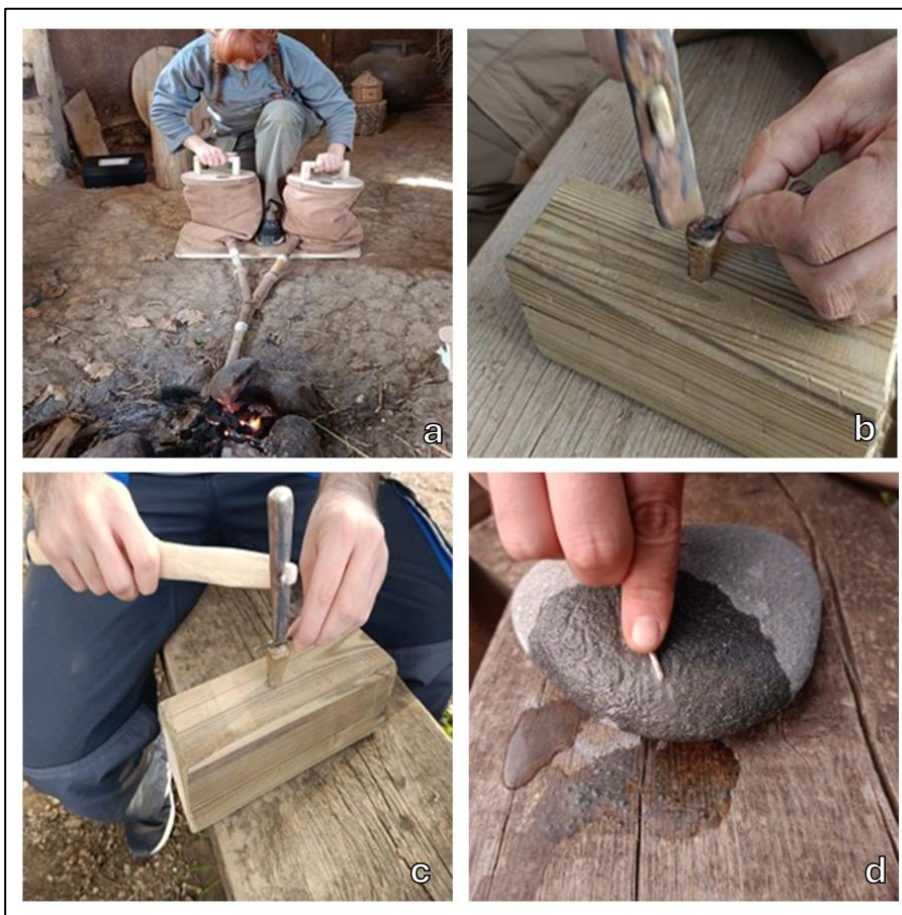


Fig. 16 Fasi della produzione delle lesine

Spilloni ritorti

Per questo tipo di oggetto si è deciso di replicare solo la testa dello spillone in quanto è quella che presenta le tracce caratteristiche di piegatura per ottenere le volute.

Tutti gli sperimentatori hanno proceduto praticando un *annealing* (fig. 17 a) e proseguendo con la martellatura del filo per conferire la forma desiderata (fig. 17 b).

La piegatura delle volute che conferiscono la caratteristica alla tipologia di spillone è stata ottenuta mediante un *annealing* per rendere il bronzo nuovamente duttile dopo la martellatura. Questo procedimento è stato necessario poiché la rigidità raggiunta dal bronzo non avrebbe consentito la creazione di piegature così marcate e aumentato il rischio di fratture.

Gli sperimentatori hanno pensato di utilizzare dei legnetti a sezione circolare come supporto per creare la voluta (fig. 17 c): arrotolando il filo metallico attorno al bastoncino, infatti, sono riusciti ad ottenere delle circonferenze precise e uniformi. Sarebbe stato comunque possibile svolgere questa fase anche senza il bastoncino ma è stato interessante notare come anche un semplice pezzo di legno possa essere impiegato nella lavorazione del metallo, pur non essendo un utensile progettato appositamente per la metallurgia.

Al termine della lavorazione tutti gli sperimentatori, ad eccezione di Op.6, hanno ottenuto delle volute precise e morfologicamente simili al reperto di riferimento (fig. 17 d).

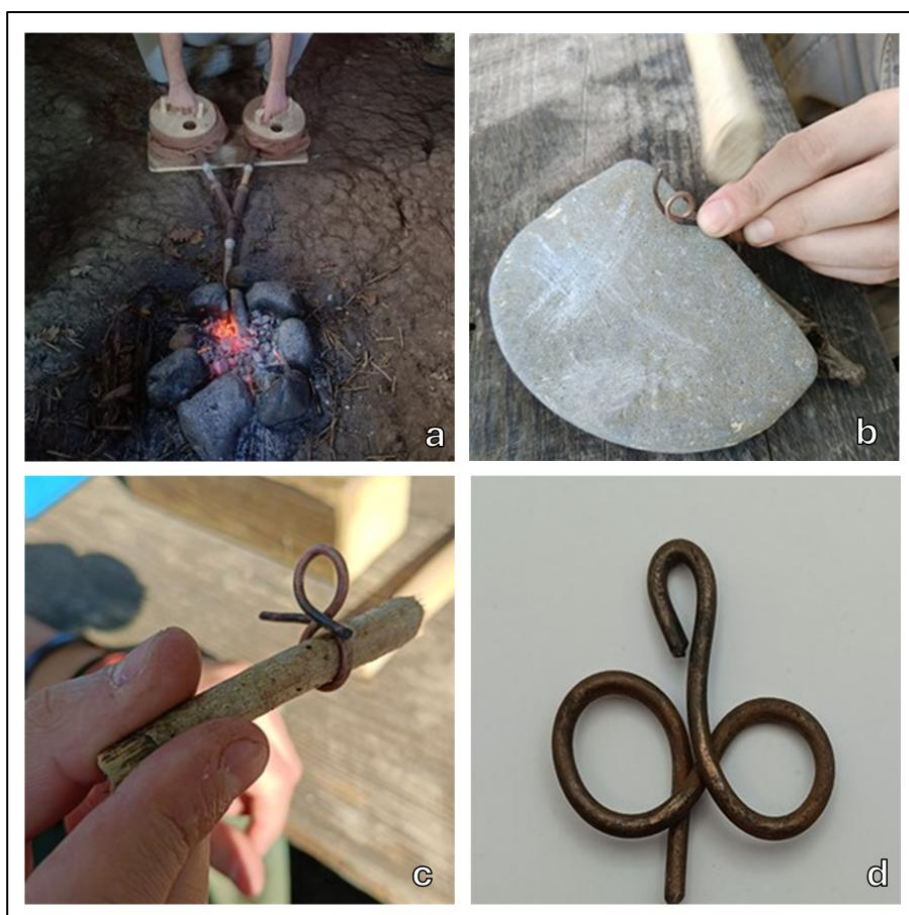


Fig. 17 Fasi della produzione degli spilloni ritorti

Spilloni a tre anelli

La replica dello spillone a tre anelli è stata lavorata da tutti gli sperimentatori ad eccezione di Op.1.

Dal punto di vista operativo, ad eccezione di Op.2 che ha rimosso le bave di fusione martellandole direttamente (fig. 18 a), gli altri sperimentatori hanno optato per il distacco di queste mediante taglio con scalpello in bronzo (fig. 18 b). Op.3 invece, ha scelto di rimuovere le bave di fusione mediante abrasione (fig. 18 c). Sono stati praticati diversi *annealing* alternati alle fasi di martellatura (fig. 18 d).

Alcuni spilloni, in corrispondenza dei fori degli anelli, presentavano delle bave di fusione interne molto estese e non è stato possibile rimuoverle (fig. 18 e). Si sono verificate anche delle fratture del fusto (fig. 18 f, g).

Lo spillone lavorato da Op.3 invece aveva delle bave di fusione meno sviluppate ed è stato possibile rimuoverle con uno scalpello (fig. 18 h). Questo è risultato essere un dato interessante poiché in base alla qualità della fusione, gli sperimentatori hanno avuto diverse difficoltà nella lavorazione e ciò ha influito sia nella catena operativa sia nelle tempistiche di lavorazione.

Curiosamente, ad eccezione di Op.2 e Op.4, gli altri sperimentatori non hanno pensato di lucidare lo spillone. Infatti, dopo la rimozione delle bave, l'abrasione per la regolarizzazione dei margini e la creazione della punta, non hanno pulito gli ossidi causati dalle ricotture e hanno considerato il lavoro terminato una volta funzionalizzata la punta.

Lo spillone di Op.5 si è fratturato durante le fasi di martellatura del fusto mentre quello di Op. 6, nonostante i lunghi processi di lavorazione, al termine della sperimentazione sembrava ancora non terminato, in quanto presentava ancora delle bave di fusione (fig. 18 i).

Dal punto di vista delle tecniche utilizzate, tutti gli sperimentatori hanno ritenuto necessario praticare delle ricotture, martellare il fusto e abradere con vari tipi di pietra per ottenere il prodotto finito.



Fig. 18 Fasi della produzione degli spilloni a tre anelli

Spilloni a doppia spirale

Questa tipologia di oggetti, considerando la difficoltà nel creare delle preforme mediante fusione, è stata fabbricata utilizzando del filo di bronzo appiattito per due terzi della sua lunghezza e tagliato longitudinalmente per ottenere le due estremità che formano le spirali, in modo da fornire agli sperimentatori delle preforme semilavorate. Sarebbe stato impossibile, infatti, produrre un numero sufficiente di preforme adatte a questa sperimentazione con altri metodi.

Tuttavia, dal punto di vista della catena operativa, è plausibile che degli artigiani di livello intermedio si dedichino alla rifinitura di oggetti particolarmente complessi e prodotti da un artigiano più esperto.

Gli sperimentatori hanno proceduto con l'abrasione (fig. 19 a) delle estremità ad eccezione di Op.5 che ha preferito praticare una martellatura prima dell'abrasione (fig. 19 b).

Una volta uniformate le sezioni tutti gli sperimentatori preparano il materiale alla piegatura con un *annealing* per rendere il bronzo duttile (fig. 19 c). Le spirali sono state ottenute mediante un'iniziale battitura a martello (fig. 19 d, e) per poi proseguire la chiusura delle spirali mediante modellazione a mano (fig. 19 f).

I risultati sono stati eterogenei: alcuni, come ad esempio Op.2 sono riusciti ad eseguire una chiusura perfetta delle spirali (fig. 19 g), in altri casi si sono riscontrate delle difficoltà nella chiusura e si sono

verificate delle deformazioni. In un caso, Op.3, ha chiuso erroneamente la spirale nel lato opposto (fig. 19 h), in modo da ottenere uno spillone asimmetrico, del tutto simile al tipo Garda (Carancini 1975 p. 129 n. 569).

Durante la piegatura delle spirali si è evidenziato come questa operazione debba essere fatta necessariamente in una sola volta. Infatti, come accaduto a Op.6, qualora si dovesse riaprire la spirale per apportare delle modifiche o se le asticelle non fossero perfettamente ricotte e duttili, la spirale tenderebbe ad esse asimmetrica o in alcuni casi completamente deformata a causa delle tensioni interne alla lega che impedirebbero la manipolazione del metallo (fig. 19 i).

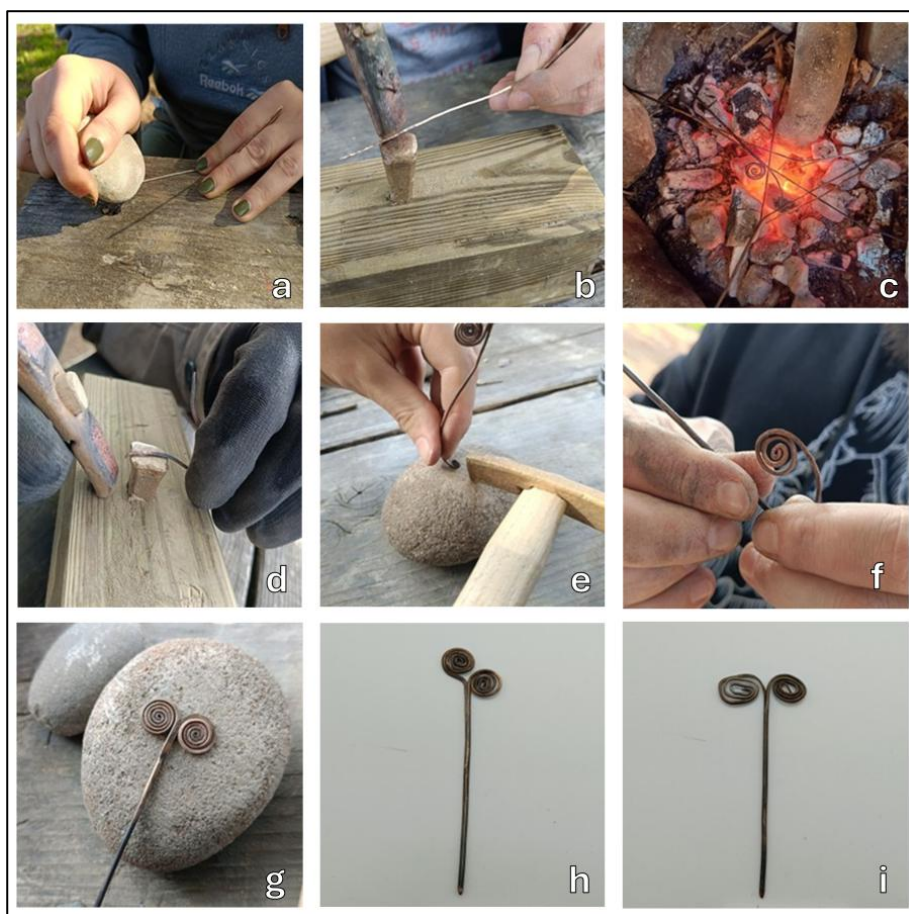


Fig. 19 Fasi della produzione degli spilloni a doppia spirale

Pugnali

I pugnali sono stati lavorati da tutti gli sperimentatori ad eccezione di Op.3 che ha invece lavorato il rasoio, di cui più avanti.

Dal punto di vista delle catene operative applicate, ognuno degli sperimentatori ha scelto approcci differenti alla lavorazione: alcuni hanno deciso di iniziare con un *annealing* (fig. 20 a), altri hanno scelto di abrader (fig. 20 b, c), altri ancora hanno optato per la martellatura (fig. 20 d) per rimuovere le bave di fusione e regolarizzare il profilo. Le fasi successive sono state altrettanto

eterogenee in quanto ogni operatore ha seguito una propria catena operativa basata sullo stato di avanzamento del lavoro.

Op.2, ad un certo punto della martellatura, che ha scelto di portare avanti alternando strumentario in bronzo e utensili in pietra (fig. 20 e), incorre nella frattura della punta del pugnale (fig. 20 f). La frattura, come si è constatato durante le attività, è stata causata da una bolla d'aria presente all'interno della lega. In questo caso è stato interessante notare come un errore invisibile dall'esterno, possa compromettere il lavoro successivo, a prescindere dal livello di specializzazione, poiché si tratta di un difetto non individuabile della preforma.

Op.2 ha proceduto con la lavorazione del pugnale fino ad incorrere nuovamente in un'altra bolla d'aria presente all'interno del pugnale. Nonostante ciò, Op.3 ha deciso di rifinire il pugnale arrotondando la punta tagliando con lo scalpello (fig. 20 g) e abradendo con un ciottolo, rendendolo comunque funzionale (fig. 20 h). Il prodotto finito è risultato comparabile con il pugnale PRA 1707, la cui morfologia della punta è identica.

Op.2, Op.4 e Op.5 hanno utilizzato dei ciottoli a grana molto fine per lucidare il pugnale al termine della produzione (fig. 20 i).

I pugnali sono risultati essere molto eterogenei dal punto di vista della finitura e della morfologia finale, evidenziando sia il vantaggio di disporre di un supporto di buona qualità e con un numero ridotto di difetti di fusione sia le abilità personali degli sperimentatori i quali, pur essendo allo stesso livello di conoscenza teorica e pratica, dimostrano delle abilità marcatamente differenti.



Fig. 20 Fasi della produzione dei pugnali

Rasoio

Il rasoio è stato rifinito da Op.3. Per questa sperimentazione è stato possibile disporre di una sola preforma, data la difficoltà tecnica di realizzare questo tipo di oggetto.

La preforma è stata selezionata in virtù della sua sottigliezza rispetto alle altre scartate, poiché avrebbero falsato troppo le tempistiche di realizzazione. Il reperto di Pragatto PRA 1774, infatti, presenta uno spessore di circa 2 mm, mentre alcune repliche scartate raggiungevano il doppio dello spessore. Si è deciso dunque di selezionare la replica con lo spessore minore.

Dal punto di vista della ricerca questo non ha creato problemi nella raccolta dei dati poiché per lo studio traceologico risulta sufficiente anche una sola porzione dell'oggetto caratterizzata dalla sovrapposizione di tracce tecnologiche.

Op. 3 ha iniziato la lavorazione con un *annealing* (fig. 21 a, b) per ammorbidire il metallo e facilitare la rimozione delle bave di fusione mediante taglio con scalpello in bronzo (fig. 21 c).

Le operazioni successive hanno previsto un'alternanza di martellature (fig. 21 d), ricotture e abrasioni (fig. 21 e, f).

Il rasoio finito presentava ancora uno strato di ossido causato dalle ricotture e la funzionalizzazione di un solo lato della lama.



Fig. 21 Fasi della produzione del rasoio

5.9 Sperimentazione artigiano Esperto

Le sperimentazioni sono state eseguite dall'archeologo Alberto Rossi dell'Associazione Officina Temporis che opera da anni nel settore dell'archeologia sperimentale e imitativa, collaborando con parchi archeologici, musei e partecipando ad attività di ricerca.

Il dott. Rossi ha eseguito tutte le lavorazioni in autonomia con strumenti e metodi compatibili con quelli disponibili nel contesto cronologico dell'Età del Bronzo Medio e Recente.

Sono state impiegate diverse forme di fusione, sia in sabbia sia con una matrice in pietra, create appositamente per la sperimentazione.

La strumentazione per la lavorazione delle repliche ha previsto l'uso di martelli e incudini in bronzo.

Per la rifinitura sono state usate pietre abrasive a grana differente miste a sabbia siliceo quarzifera.

Aghi

Per la produzione degli aghi è stato impiegato del bronzo all'8% di stagno. Sono stati praticati dei cicli di martellatura e ricottura per assottigliare la parte inferiore fino a renderla appuntita; la formatura di due alette (fig. 22 a, b); l'assottigliamento della parte finale superiore della verga. È stata praticata un'abrasione con una pietra a grana media e una a grana fine (fig. 22 c). Si è proceduto con la lucidatura con polvere di pietra fine mista ad acqua. Infine, è stata praticata la piegatura e la chiusura delle alette che avvolgendo il filo in bronzo creano la cruna (fig. 22 d).

Il secondo ago è stato creato con un bronzo all'8% di stagno con la medesima modalità e strumenti impiegati per il primo ago. L'unica variante consiste nella modalità di chiusura della cruna: il primo ago prevede la creazione di due alette; il secondo, di una soltanto.

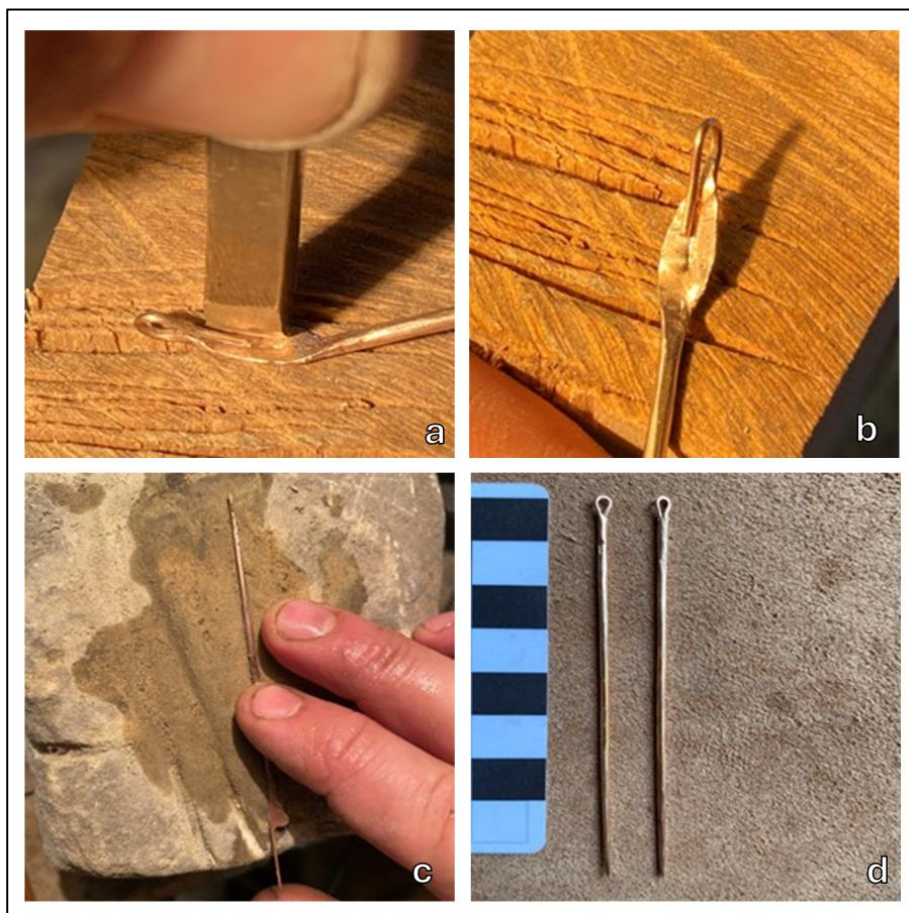


Fig. 22 Fabbricazione degli aghi

Pugnale a codolo

La produzione ha previsto la fusione in matrice di pietra calcarenite, impiegando una lega al 10% di stagno (fig. 23 a). Si è proceduto con il distacco del cono e delle bave di fusione tramite piegatura e martellatura. È stata praticata un'abrasione sul codolo (fig. 23 b) e lungo il filo per regolarizzare la forma ed infine sul piatto della lama. La regolarizzazione del foro del codolo è stata effettuata mediante l'uso di un punzone in bronzo (fig. 23 c). Si è proceduto con la martellatura per incrudire il filo e l'abrasione con pietra a grana grossa (fig. 23 d), poi media e in ultimo a grana fine per conferire l'affilatura finale (fig. 23 e). L'ultima fase ha previsto la lucidatura con polvere di pietra fine mista ad acqua (fig. 23 f).



Fig. 23 Fabbricazione del pugnale a codolo

Pugnale a base semplice

La produzione ha previsto la creazione di un modello in legno da imprimere nelle matrici in sabbia da fonderia. Si è proceduto con la fusione del bronzo al 10% di stagno (fig. 24 a). Il distacco del cono di fusione è stato effettuato tramite riscaldamento e battitura con ascia in bronzo e martello (fig. 24 b), con un effetto simile a taglio di scalpello. Si è praticata l'abrasione sulla base e lungo il filo per regolarizzare la forma ed infine lungo il piatto della lama. Sono stato regolarizzati i fori con un punzone in bronzo, e si è proceduto con la martellatura per incrudire il filo. La successiva fase di abrasione ha previsto l'uso di pietre a grana grossa, media e in ultimo a grana fine per conferire l'affilatura finale (fig. 24 c). La lucidatura è stata effettuata con polvere di pietra fine mista ad acqua (fig. 24 d).



Fig. 24 Fabbricazione del pugnale a base semplice

Rasoio

La fabbricazione del rasoio ha consistito nella creazione di un modello in legno (fig. 25 a) da imprimere su una forma di fusione in sabbia da fonderia. Si è utilizzata una lega al 10% di stagno (fig. 25 b). La fase successiva ha previsto l'appiattimento tramite martellatura e il distacco del cono di fusione con uno scalpello in bronzo (fig. 25 c). Si è proceduto con l'abrasione con una pietra a grana grossa (fig. 25 d) e a cicli di martellatura e ricottura per l'appiattimento della lama (fig. 25 e). Successivamente si è regolarizzata la superficie tramite abrasione con pietra a grana media e fine (fig. 25 f). Si è praticata l'affilatura e la lucidatura con una pietra fine e polvere di pietra fine mista ad acqua, infine la lama è stata rifinita su del cuoio.

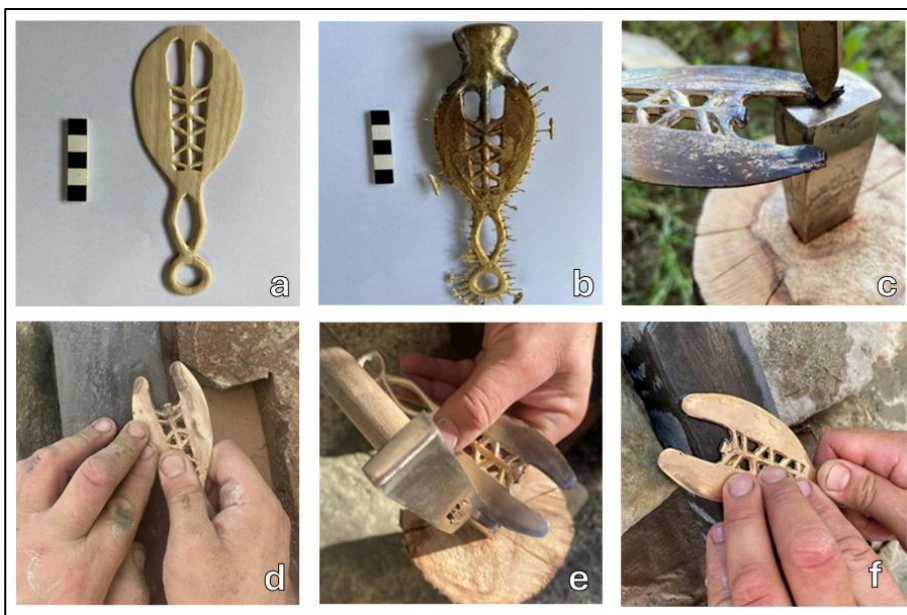


Fig. 25 Fabbricazione del rasoio

Spillone a doppia spirale

Lo spillone a doppia spirale è stato realizzato utilizzando un bronzo all'8% di stagno. Si è proceduto con dei cicli di martellatura e ricottura per assottigliare la parte inferiore fino a renderla appuntita, per poi procedere con la formatura della parte superiore, martellando la verghetta fino a ottenere una sezione rettangolare. La fase successiva ha previsto la divisione in parti uguali della parte appiattita con uno scalpello in bronzo (fig. 26 a); l'abrasione con una pietra a grana grossa per regolarizzare la forma (fig. 26 b); infine, si è proceduto con la battitura per rendere le due parti sottili e appuntite. Le fasi finali hanno previsto l'abrasione con una pietra a grana media e una a grana fine, per terminare con una lucidatura con polvere di pietra fine mista ad acqua prima di effettuare la piegatura delle spirali (fig. 26 c, d).

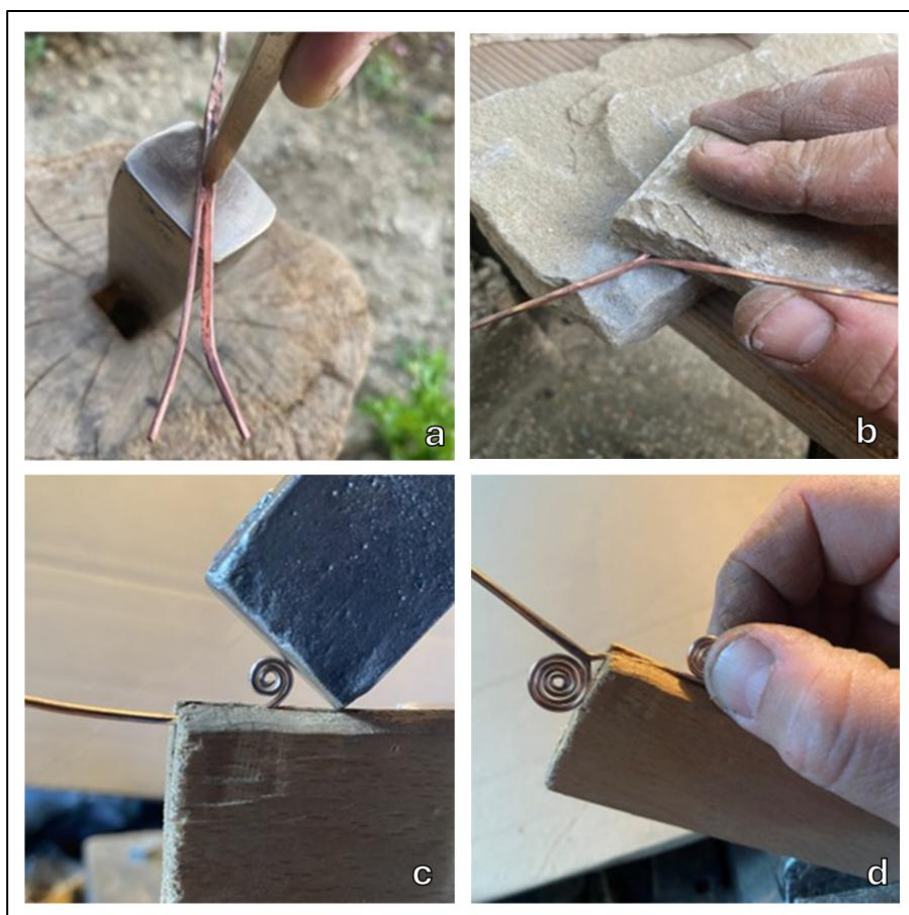


Fig. 26 Fabbricazione dello spillone a doppia spirale

Spillone ritorto

Lo spillone ritorto tipo S. Caterina è stato fabbricato con un bronzo all'8% di stagno, procedendo con dei cicli di martellatura e ricottura per assottigliare la parte inferiore fino a renderla appuntita. La fase successiva ha previsto la formatura della parte superiore a sezione quadrata mediante martellatura, per poi procedere con l'abrasione con una pietra a grana media (fig. 27 a) e una a grana fine per la lucidatura, ed infine si è prodotta la piegatura utilizzando dei cilindri in legno per realizzare delle volute simmetriche (fig. 27 b, c, d).



Fig. 27 Fabbricazione dello spillone ritorto

Lesina

La lesina è stata prodotta con del bronzo al 10% di stagno, partendo da una verghetta a sezione circolare (fig. 28 a). Si è proceduto con dei cicli di martellatura e ricottura per ottenere una forma a sezione quadrata (fig. 28 b) e assottigliare la parte inferiore fino a renderla appuntita (fig. 28 c), per poi passare all'abrasione con una pietra a grana fine (fig. 28 d).

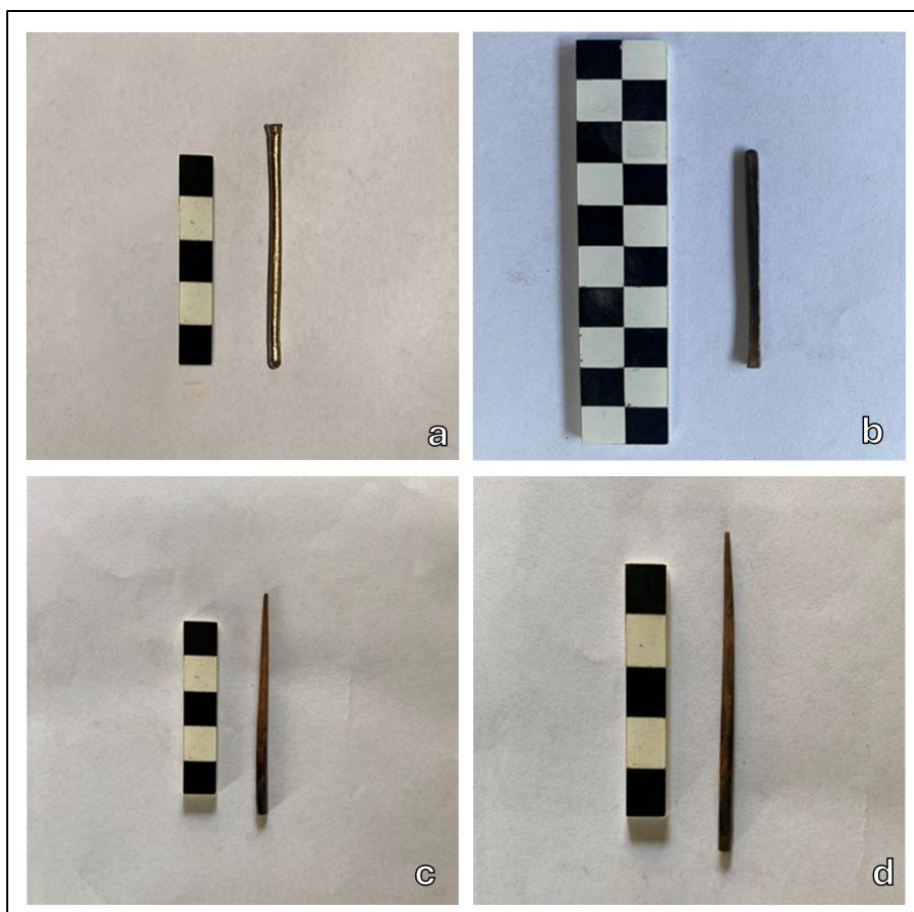


Fig. 28 Fabbricazione della lesina

5.10 I protocolli sperimentali e le catene operative

Il processo di fabbricazione delle repliche è stato meticolosamente registrato mediante la compilazione di protocolli sperimentali appositamente progettati e con fotografie volte a documentare l'evoluzione delle fasi di lavorazione e la registrazione dei gesti e degli strumenti utilizzati.

I protocolli sperimentali sono stati compilati registrando i tempi di lavorazione, gli utensili e i gesti impiegati e l'annotazione dello stato di avanzamento del lavoro.

I dati raccolti dalle sperimentazioni sono stati elaborati e organizzati in tabelle che riportano tutte le fasi di lavorazione eseguite e il tempo impiegato per ogni passaggio. Ogni lettera corrisponde ad un tipo di azione e la sua durata è indicata dalla cifra sottostante.

Le azioni sono nominate in lingua inglese per uniformarle alla terminologia impiegata nella letteratura di settore (Dolfini 2011; Dolfini e Crellin 2016; Sáez e Lerma 2015; Hermann et al. 2020)

Azione	
<i>Hammering</i>	H
<i>Annealing</i>	A
<i>Grinding</i>	G
<i>Polishing</i>	P
<i>Bending</i>	B
<i>Fracture</i>	F
<i>Chiseling</i>	C

Tab. 7 Azioni svolte durante le sperimentazioni

Grana Pietra Abrasiva	
<i>Rough</i>	r
<i>Medium</i>	m
<i>Fine</i>	f

Tab. 8 Granulometria delle pietre utilizzate durante la sperimentazione

5.11 Catene operative di A. Pellegrini

Lesina

Azione	H	G m	A	H	A	H	A	H	G m	
Min.	5	2	1	12	5	10	2	8	15	60

Spillone a tre anelli

Azione	H	H	Gr	H	Gr	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	Gm	Gf	H	Gf	P	
Min.	4	6	25	5	90	10	5	5	5	5	10	5	5	5	10	5	5	5	20	60	55	15	15	20	395

Pugnale

Azione	H	G m	H	A	H	A	H	A	H	A	G m	G m	H	A	H	A	G m	G f	H	H	H	H	G f	
Min.	30	10	5	10	5	10	5	15	15	15	60	40	10	5	15	5	25	30	10	20	5	5	12	362

Rasoio

Azione	H	A	C	H	A	G m	H	G f	
Min.	5	5	5	7	2	170	35	15	244

Ago 1

Azione	H	A	H	A	H	H	A	H	A	H	F	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A		
Min.	5	3	2	0,5	2	6	2	5	0,5	4	1	3	3	2	5	2	5	5	2	3	5	2	6	2	8	2	3	2	1	1

H	A	H + B		A	H + B	F	A	H + B	A	B	A	B	F	A	H	A	H		A	H + B	B	A	H	Gm		
1	1	1		1	4	5	2	2	1	5	1	1	2	1	5	1	6	1	1	6		1	1	3	5	151

Ago 2

Azione	A	H	A	B	
Min.	2	3	1	4	10

Spillone a doppia spirale

Azione	A	H	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	G r	H	A	H	A	H	A	G m + G f	H + B	
Min.	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	1	4	2	8	5	15	1	14	1	29	10	145

5.12 Catene operative del gruppo Inesperti

La lavorazione delle lesine, dal punto di vista delle tecniche, ha previsto solo la martellatura.

L'unica differenza riscontrata è stata l'uso di strumenti sia in bronzo sia litici da parte di Op.1, Op.2 e Op.3, mentre Op.4, Op.5 e Op.6 hanno utilizzato solo gli utensili in metallo.

Per quanto riguarda il tempo impiegato, tutti gli sperimentatori hanno impiegato circa 30 minuti per terminare la lavorazione.

5.13 Catene operative del gruppo Intermedi

Operatore 1

Lesina

Azione	A	H	G	
--------	---	---	---	--

Min.	10	10	5	25
------	----	----	---	----

Spillone ritorto

Azione	A	H	A	B	
Min.	5	5	5	1	16

Pugnale a codolo

Azione	A	G	A	H	A	H	G	
Min.	10	40	5	10	5	10	45	125

Pillone a doppia spirale

Azione	G	H	A	H	A	B	A	B	B	
Min.	5	5	10	7	2	1	7	5	15	57

Operatore 2

Lesina

Azione	A	H	G	
Min.	10	10	15	35

Spillone ritorto

Azione	A	H	A	B	H	
Min.	5	5	5	3	2	20

Spillone a tre anelli

Azione	H	A	B	H	G	A	H	A	H	G	A	G	H	G	P	
Min.	5	5	3	2	10	5	5	5	5	5	5	3	5	20	8	91

Pugnale a codolo

Azione	H	G	A	H	H	A	H+F	A	H	A	C	A	H+F	A	H	A	G	H	G	H	A	G	G	P	
Min.	5	10	5	20	15	5	15	5	10	5	10	5	-	5	5	5	5	10	10	20	10	15	10	30	125

Spillone a doppia spirale

Azione	G	H + B	
Min.	30	55	85

Operatore 3

Lesina

Azione	A	H	A	H	A	H	
Min.	5	10	3	15	3	30	66

Spillone ritorto

Azione	A	H	B	A	B	
Min.	5	3	5	5	3	21

Spillone a tre anelli

Azione	G	A	G	C	G	H	A	H	
Min.	40	10	60	2	10	1	8	20	151

Rasoio

Azione	A	C	H	A	H	G	A	H	A	H	G	A	H	G	
Min.	10	20	20	5	10	60	10	10	10	10	15	5	10	50	245

Spillone a doppia spirale

Azione	G	A	B	
Min.	40	10	40	90

Operatore 4

Lesina

Azione	A	H	G	
Min.	10	2	15	27

Spillone ritorto

Azione	A	H	A	B	
Min.	5	5	5	1	16

Spillone a tre anelli

Azione	A	C	G	A	H	G	H	G	P	
Min.	10	3	35	5	3	25	5	5	15	106

Pugnale a codolo

Azione	A	C	G	P	G	
Min.	5	20	75	20	20	140

Spillone a doppia spirale

Azione	G	H	A	B	
Min.	4	25	20	35	84

Operatore 5

Lesina

Azione	A	H	G	
Min.	10	10	10	30

Spillone ritorto

Azione	A	H	A+F	A	B	
Min.	5	5	5	5	2	22

Spillone a tre anelli

Azione	H	A	C	A	C	G	A	C	F	C	A	G	
Min.	60	5	2	10	10	30	5	15	0	20	5	10	172

Pugnale a base semplice

Azione	H	A	H	A	H	G	A	H	G	P	
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Min.	10	5	40	5	15	60	10	10	20	50	225
------	----	---	----	---	----	----	----	----	----	----	-----

Spillone a doppia spirale

Azione	H	G	H	B	P	
Min.	15	25	25	15	15	95

Operatore 6

Lesina

Azione	A	H	
Min.	5	60	65

Spillone ritorto

Azione	A	H	A	B	A	
Min.	5	5	5	2	5	22

Spillone a tre anelli

Azione	H	C	C	G	A	H	
Min.	3	5	10	55	10	5	88

Pugnale a base semplice

Azione	G	A	H	C	G	H	A	C	G	H	G	
Min.	30	5	10	40	20	20	10	10	30	15	30	220

Spillone a doppia spirale

Azione	G	H	A	B	
Min.	5	25	20	15	65

5.14 Report degli sperimentatori

Gli sperimentatori hanno compilato dei questionari volti a documentare le loro esperienze e impressioni personali. Il feedback è importante in quanto, come argomentato da Rasmussen e da Beck (Rasmussen 2001; Beck 2011) i dati ottenuti durante le attività sono utili a formulare nuove domande e

a mettere in risalto problematiche di tipo pratico nell'organizzazione e lo svolgimento dell'attività metallurgica. Lo scopo non è dunque quello di trovare risposte o ottenere dati come fatto con il “*controlled experiment*” (Beck 2011), bensì quello di raccogliere i dati soggettivi e contestuali.

Inesperti-Intermedi

Una costante nelle risposte alla domanda riguardante le maggiori difficoltà riscontrate ha riguardato la mancanza di conoscenza delle tecniche e delle proprietà del bronzo.

La difficoltà maggiore del lavorare il metallo senza alcuna indicazione circa le tecniche è stata il procedere per tentativi, investendo una grande quantità di tempo e di energie con il rischio di danneggiare il manufatto o non ottenere il risultato sperato, come nel caso dell'uso del fuoco per le ricotture, con un alto rischio di danneggiare irrimediabilmente l'oggetto.

Tutti gli sperimentatori sono stati dell'opinione che la presenza di un tutor che spieghi le tecniche e le proprietà del bronzo renderebbe molto più agevole la fabbricazione. Alcuni hanno ragionato sul risparmio di tempo nell'apprendimento, invece di procedere per tentativi, mentre altri si sono focalizzati sugli aspetti economici. Infatti, hanno argomentato come la presenza di direttive e istruzioni permetta di non danneggiare il materiale dovendolo poi scartare o riciclare.

Dal punto di vista della possibilità per un inesperto di produrre autonomamente un oggetto in metallo, gli sperimentatori hanno concordato sull'affermare che sarebbe possibile, ma solo per oggetti morfologicamente molto semplici come le lesine. Tuttavia, hanno sostenuto anche che in mancanza di un *tool kit* adeguato e delle conoscenze basilari, risulterebbe molto improbabile.

Tutti hanno evidenziato come, dopo aver appreso le proprietà del bronzo e le tecniche necessarie per poterlo rendere malleabile, la velocità di esecuzione e la consapevolezza del processo produttivo, sono cambiate sensibilmente. In alcuni casi questo ha portato ad una modifica radicale della catena operativa che gli sperimentatori avevano utilizzato fino a quel momento.

Per quanto riguarda il *tool kit* alcuni hanno espresso la preferenza di uno strumentario litico invece di quello in bronzo. La criticità maggiore riscontrata da tutti è stata quella relativa alle dimensioni delle incudini in bronzo, mentre per quanto riguarda i martelli tutti gli sperimentatori hanno preferito quello in bronzo.

Dal punto di vista delle tracce lasciate dagli utensili è stata opinione comune che, seppur offrendo una maggiore superficie di appoggio, l'incudine litica genera delle tracce vistose e una superficie irregolare. Il martello in bronzo è stato percepito come più preciso e maneggevole, permettendo di ottenere con più facilità il risultato desiderato.

Per quanto riguarda le difficoltà percepite dagli sperimentatori in relazione al tipo di oggetto da realizzare, sono stati concordi nell'affermare che oggetti morfologicamente semplici come le lesine o gli spilloni a testa ritorta ottenuti da filo, sono i più semplici da fabbricare; mentre è stata opinione

comune che i pugnali e i rasoi sono tra gli oggetti più complessi sia per la lunghezza delle lavorazioni sia per la complessità della catena operativa. Alcuni hanno anche affermato che, se il supporto di partenza è fuso con precisione, la catena operativa successiva tende ad essere molto più lineare e semplice. Inoltre, hanno evidenziato come i pugnali e i rasoi, essendo oggetti taglienti, devono rispondere a determinate necessità dettate dalla geometria delle lame, mentre le lesine sono molto più semplici da funzionalizzare.

Gli sperimentatori hanno espresso opinioni molto simili per quanto riguarda le condizioni di lavoro. Tutti hanno concordato circa la difficoltà di lavorare in un ambiente chiuso con un focolare acceso. La presenza del fumo e la scarsità di luce non consentono di svolgere la maggior parte delle operazioni, in particolare quelle che prevedono un lavoro di precisione, in cui la luce diretta del sole consente di osservare con maggiore chiarezza i dettagli. Alcuni hanno preferito lavorare seduti su una panca, altri preferivano appoggiarsi su un tavolo, ma tutti hanno constatato come questa sia una preferenza dettata dall'abitudine e che alcune posizioni risultano scomode solo per dei fattori soggettivi. Alcuni hanno notato come sia fondamentale un buon sostegno per l'incudine, infatti, se questa è ben assicurata rende il lavoro molto agevole, mentre se infissa su una base traballante, alcune operazioni diventano impossibili.

Esperto

L'artigiano esperto ha espresso le sue considerazioni circa le difficoltà riscontrate durante la fabbricazione delle repliche e ha constatato che per i pugnali e per i rasoi, se la produzione delle matrici è realizzata in maniera precisa, i semilavorati richiederanno un tempo minore per la rifinitura. Questa considerazione è applicabile anche al foro per i ribattini il quale, se abbozzato con delle protuberanze nella matrice, risulta di facile produzione rispetto alla foratura sul bronzo pieno.

Per il rasoio le maggiori difficoltà consistono nell'ottenimento di una forma perfetta dato che si possono creare imperfezioni nella finestratura centrale.

Per gli aghi la lavorazione più complessa è la realizzazione di una parte molto sottile che una volta piegata crea la cruna: se non si eseguono fusioni perfette sussiste un'alta probabilità di rottura della verga o delle alette al momento della piegatura.

La considerazione sugli aghi si può estendere anche agli spilloni: la difficoltà maggiore consiste nell'ottenere un getto privo di imperfezioni che durante la piegatura potrebbero originare a rotture con conseguente scarto del semilavorato.

Gli oggetti più semplici da realizzare possono essere quelli che, una volta fusi, non richiedono grosse lavorazioni meccaniche necessarie per il raggiungimento della forma definitiva quali lesine e punteruoli.

L'artigiano esperto ritiene che siano necessarie delle conoscenze di base e una buona manualità, poiché in molti casi, come ad esempio il pugnale o rasoio, per ottenere uno strumento funzionale è necessario un incrudimento del taglio tramite battitura che, se non eseguita correttamente, potrebbe comprometterne il filo e dunque la funzionalità dello strumento.

Ritiene inoltre che occorra valutare le numerose variabili di cui tenere conto durante la produzione che un principiante difficilmente riuscirebbe a gestire, specialmente durante l'attività fusoria, ma anche le tecniche più complesse delle fasi post-fusione.

Ogni operazione della tecnica fusoria è complicata e richiede numerosi tentativi per un neofita, così come ogni strumento per l'attività metallurgica richiede una pregressa conoscenza o esperienza del procedimento.

Un esempio delle variabili da considerare può essere la necessità di preparare opportunamente i materiali durante la fusione, come il trattamento degli stampi: è fondamentale, infatti, che questi siano perfettamente asciutti. La presenza di umidità, se a contatto con il bronzo fuso, può generare vapore e provocare eruzioni di metallo pericolose per il fonditore e danneggiare sia il getto che gli stampi.

La realizzazione di matrici bivalvi e specialmente gli stampi più complessi con anima in ceramica per creare vuoti, come il cannone dei giavellotti o le cuspidi di freccia, sono molto complessi da realizzare e richiedono una grande esperienza e precisione per far combaciare le parti in modo da evitare getti incompleti o imperfetti.

Anche il posizionamento degli sfiati all'interno dello stampo va realizzato con criterio seguendo la fisionomia dell'oggetto da realizzare, nozioni che si ottengono con ripetuti tentativi e relativo impiego di tempo o con esperienze dirette con specialisti della tecnica.

Un altro passaggio importante e complicato è la lavorazione secondaria dei pezzi con trattamenti di ricottura e cicli di battitura: senza la capacità, la conoscenza e l'esperienza necessarie, o la guida di un esperto, risulta molto complicato valutare la tempistica di riscaldamento del semilavorato rischiando di comprometterlo irreparabilmente.

La battitura se non viene eseguita con la giusta tecnica e con relativa pratica, rischia di causare irregolarità e deformazioni, o in alcuni casi la frattura, dell'oggetto da realizzare.

L'artigiano esperto considera che, qualora il neofita fosse affiancato da un professionista, sarebbe possibile affrontare in maniera sufficiente quasi tutte le fasi della lavorazione ma la realizzazione del prodotto finito che, nel caso delle repliche sperimentali, dovesse essere il più simile possibile all'originale, può essere raggiunta solo con una esperienza ben consolidata.

Afferma inoltre che, in antichità, le lavorazioni svolte in completa autonomia da un inesperto nelle tecniche di metallurgia potrebbero essere state solamente quelle legate alla manutenzione di un oggetto, come la riaffilatura o, nel caso degli ornamenti, le operazioni di lucidatura necessarie per eliminare l'ossidazione e ravvivare la lucentezza del metallo.

Capitolo VI

Il capitolo tratta lo studio delle tracce osservate sulla selezione dei reperti di Pragatto, S. Rosa di Poviglio e S. Michele di Valestra e delle tracce prodotte sulle repliche sperimentali realizzate dai rappresentanti dei livelli di specializzazione.

In seguito allo studio e alla documentazione delle tracce osservate sui reperti archeologici, si è proceduto all'elaborazione di schede per la registrazione della collocazione esatta delle tracce. Le tracce individuate sono state la base su cui fondare la scelta delle tipologie di manufatti da replicare sperimentalmente e per la progettazione del protocollo sperimentale che ha permesso di fabbricare delle repliche. Tutte le fasi della sperimentazione sono state rigorosamente documentate, registrando le tempistiche per ogni fase del lavoro, i gesti e gli strumenti impiegati.

Le repliche prodotte dai gruppi di sperimentazione, organizzati in base al livello di specializzazione e alle conoscenze tecniche e teoriche riguardo alla lavorazione del metallo, sono state analizzate e sono state elaborate delle schede analoghe a quelle compilate per lo studio delle tracce archeologiche.

Inoltre, è stata analizzata la distribuzione delle tracce sui reperti per individuare quelle più ricorrenti in specifiche tipologie e razionalizzati in funzione della valutazione di possibili tracce specifiche indice di livelli di specializzazione in modo da evidenziare delle possibili tendenze nella catena operativa. In seguito, è stata svolta un'analisi quantitativa sia delle tracce archeologiche sia di quelle sperimentali, con lo scopo di evidenziare dei pattern ed individuare delle caratteristiche identificative dei livelli di specializzazione. Il confronto tra le tracce archeologiche e sperimentali, corroborato dai dati raccolti durante la sperimentazione, ha permesso di formulare delle inferenze riguardo i livelli di specializzazione necessari alla fabbricazione di specifiche tipologie di reperti e al tipo di tracce che le caratterizzano.

6.1 Studio traceologico e documentazione delle tracce con microscopio digitale Hirox

Lo studio delle tracce mediante il microscopio digitale Hirox ha un duplice scopo. In primo luogo, questo microscopio permette di raggiungere degli ingrandimenti maggiori, mantenendo la qualità dell'immagine; in seconda battuta, questo strumento dispone di un software che consente di scattare delle fotografie di alta qualità editando automaticamente le aree sfocate.

Lo studio delle tracce è stato svolto solo sui reperti vagliati nella fase precedente con lo stereomicroscopio e inseriti nel database.

Per poter registrare i punti esatti corrispondenti all'immagine sviluppata dal microscopio digitale, sono state create delle schede analoghe a quelle utilizzate nelle fasi precedenti di studio e di

campionamento dei residui. Le caselle sulla scheda riportano il numero corrispondente all'immagine, in modo da disporre di una mappatura completa delle tracce visibili. Questo metodo è ispirato e adattato dall'elaborazione grafica proposta da A. Dolfini e R. Crellin (Dolfini e Crellin 2016).

Anche con il microscopio digitale alcuni reperti sono risultati scarni dal punto di vista delle tracce, mentre in alcuni casi è stato possibile individuare delle tracce fuori dalla portata dello stereomicroscopio. Come per la fase precedente, la corrosione superficiale ha avuto un ruolo fondamentale per la leggibilità dei reperti, e si è riscontrato come alcune tracce possono essere completamente coperte o obliterate.

L'uso di questo strumento per svolgere lo studio delle tracce si è rivelato fondamentale per la velocità di produzione delle immagini e la sistematicità con cui si può operare sui reperti. Inoltre, la possibilità di variare istantaneamente gli ingrandimenti in un punto specifico, invece di dover utilizzare due o tre microscopi differenti, consente di poter analizzare una specifica traccia ed estrapolare una grande quantità di dati utili all'interpretazione.

Inoltre, quest'ulteriore fase di studio e documentazione delle tracce ha permesso di selezionare i reperti che presentavano le condizioni migliori per poter effettuare le analisi e le comparazioni traceologiche con le repliche sperimentali (tabb. 9, 10, 11).

Pragatto	
Reperto	Oggetto
1312	Ago
1322	Ago
1843	Ago
1884	Ago
2043	Ago
1512	Cuspide di freccia
1518	Cuspide di freccia
1686	Frammento
1876	Frammento
2152	Frammento
1584	Giavellotto
753	Lesina
1323	Lesina
1369	Lesina
1567	Lesina
1574	Lesina
1580	Lesina
1678	Lesina
1802	Lesina
175	Pugnale
184	Pugnale
264	Pugnale

399	Pugnale
461	Pugnale
1339	Pugnale
1421	Pugnale
1489	Pugnale
1617	Pugnale
1683	Pugnale
1707	Pugnale
1798	Pugnale
2035	Pugnale
2037	Pugnale
2041	Pugnale
1327	Punteruolo
1426	Punteruolo
1774	Rasoio
1494	Scalpello
1803	Scalpello
2144 A	Spada
2144 B	Spada
2144 C	Spada
188	Spillone
375	Spillone
1158	Spillone
1227	Spillone
1401	Spillone
1503	Spillone
1555	Spillone
1566	Spillone
1607	Spillone
1799	Spillone

Tab. 9 Selezione dei reperti di Pragatto

S. R. Poviglio	
Reperto	Oggetto
108	Ago
56,3	Anello
140	Anello
inv. 28	Anello
inv. 18	Ascia
2,4	Falcetto
3,6	Falcetto
40,2	Falcetto
inv. 4	Falcetto
77	Fili
2,1	Filo
56,1	Filo

inv. 9	Filo
13	Frammenti
99,2	Frammenti
6,2	Frammento
114	Frammento
inv. 22	Frammento
inv. 11	Lama
1,5	Lesina
7,1	Lesina
47	Lesina
inv. 21	Lesina
inv. 13	Ornamento
8,1	Pugnale
20	Pugnale
40,3	Pugnale
43,2	Pugnale
44	Pugnale
inv. 12	Pugnale
inv. 25	Pugnale
9,3	Punta
inv. 3	Punta
67,1	Punteruolo
inv. 29	Ribattino
inv. 7	Ribattino
11	Scalpello
65,1	Scoria
inv. 10	Spilla
1,3	Spillone
17	Spillone
18	Spillone
24,3	Spillone
40,1	Spillone
81	Spillone
83,2	Spillone
147	Spillone
1,4	Spirale
58,2	Verga
80	Verga

Tab. 10 Selezione dei reperti di Santa Rosa di Poviglio

S. M. Valestra	
Reperto	Oggetto
1	Fibula
2	Fibula
6	Lesina
3	Pugnale
7	Punteruolo
5	Spillone
8	Spillone

Tab. 11 Selezione dei reperti di San Michele di Valestra

6.2 Distribuzione delle tracce in relazione alle tipologie dei reperti

L'analisi dei reperti ha permesso di individuare alcune categorie di oggetti caratterizzate da una maggiore concentrazione e varietà di tracce (tab. 12), le quali offrono indicazioni significative sulle modalità di lavorazione, sull'intensità d'uso e sugli eventuali processi di degradazione post-deposizionale. Ciò è utile per mettere in luce come alcune tracce siano ricorrenti o completamente assenti in alcuni tipi di manufatti, fornendo dei dati interessanti circa la catena operativa impiegata nella produzione (figg. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39).

I pugnali rappresentano un tipo di reperto con la più alta frequenza complessiva di tracce. Le evidenze più ricorrenti, *grinding marks* (21), *fracture* (17), *breakage* (15) e *indentation* (8), suggeriscono un oggetto sottoposto ad una catena operativa produttiva complessa, oltre ad un uso intenso e a frequenti interventi di riaffilatura o manutenzione.

Anche gli spilloni evidenziano una notevole varietà di tracce, tra cui prevalgono *grinding marks* (15), *bending* (12), *fracture* e *breakage* (9 ciascuna), insieme a *bending use* (7) e *incision-decoration* (5).

Le lesine mostrano una prevalenza di *grinding marks* (9) e *bending (use)* (5), elementi che rimandano a un impiego funzionale e prolungato.

Le altre tipologie di oggetti sembrano avere una distribuzione meno incisiva rispetto ai pugnali e agli spilloni che dimostrano di avere la maggiore concentrazione e varietà di tracce. Questo dato è interessante per la valutazione circa lo studio delle catene operative e il relativo confronto con i dati ottenuti con le sperimentazioni. Inoltre, si può osservare come nei reperti provenienti dai tre siti oggetto di studio, le tracce tecnologiche più diffuse siano gli *hammer marks*, i *grinding marks*, il *pitting*, i *bending* e come sia elevata la presenza di fratture.

Oggetto	Hammer marks	Fissure	Fracture	Grinding marks	Incision Decoration	Pitting	Bending	Indentation	Bending Use	Notch	Breakage
Ago	0	0	2	6	0	0	5	0	2	0	0
Anello	1	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0
Ascia	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Cuspide di freccia	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Falcetto	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
Fibula	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	2
Filo	0	1	3	1	0	3	3	0	2	0	2
Frammento	0	0	7	7	0	1	2	0	0	0	6
Giavellotto	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Lama	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1
Lesina	1	1	1	9	0	1	4	0	5	0	1
Ornamento	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Pugnale	4	2	17	21	0	3	3	8	4	7	15
Punta	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Punteruolo	0	0	1	4	0	0	2	0	2	0	1
Rasoio	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Ribattino	2	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0
Scalpello	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1
Scoria	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Spada	3	0	3	3	0	3	0	0	0	1	3
Spillone	0	0	9	15	5	2	12	0	7	0	9
Spirale	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Verga	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1
Totale	18	9	59	81	7	18	39	8	24	10	52

Tab. 12 Conteggio delle tracce in base alle tipologie dei reperti archeologici

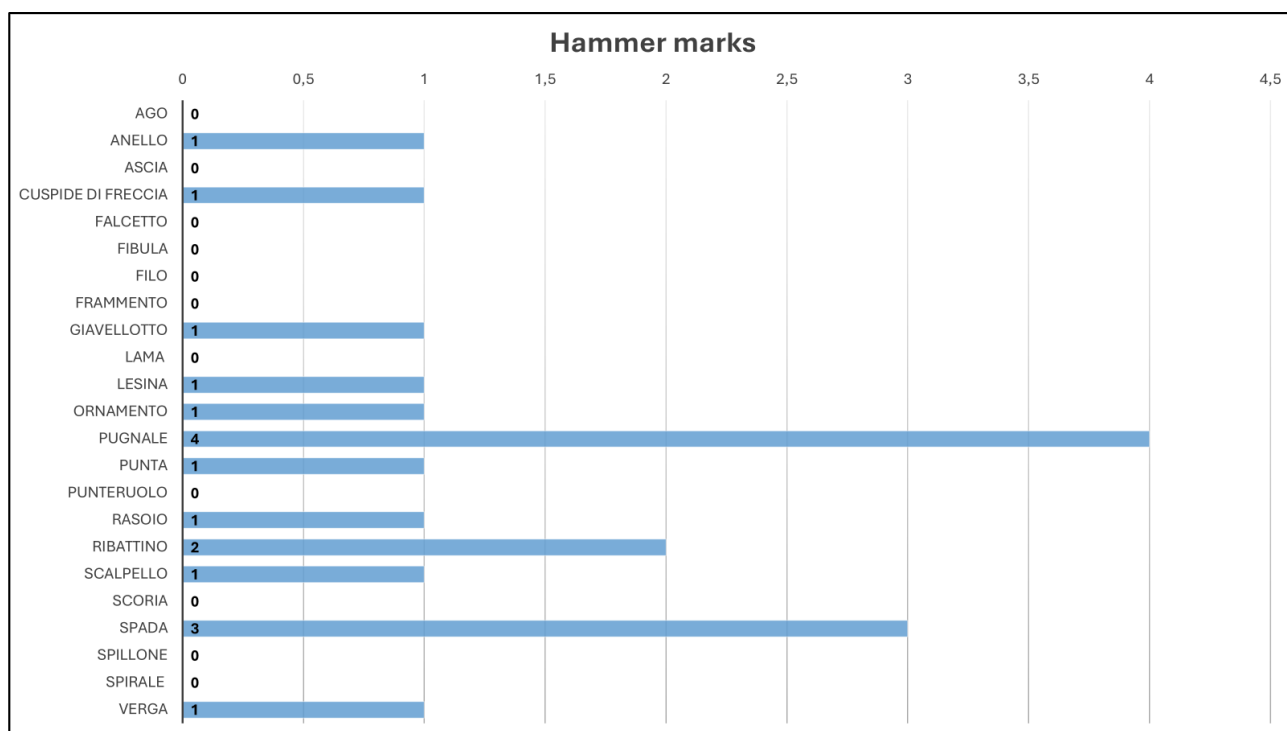


Fig. 29 Analisi della distribuzione degli hammer marks

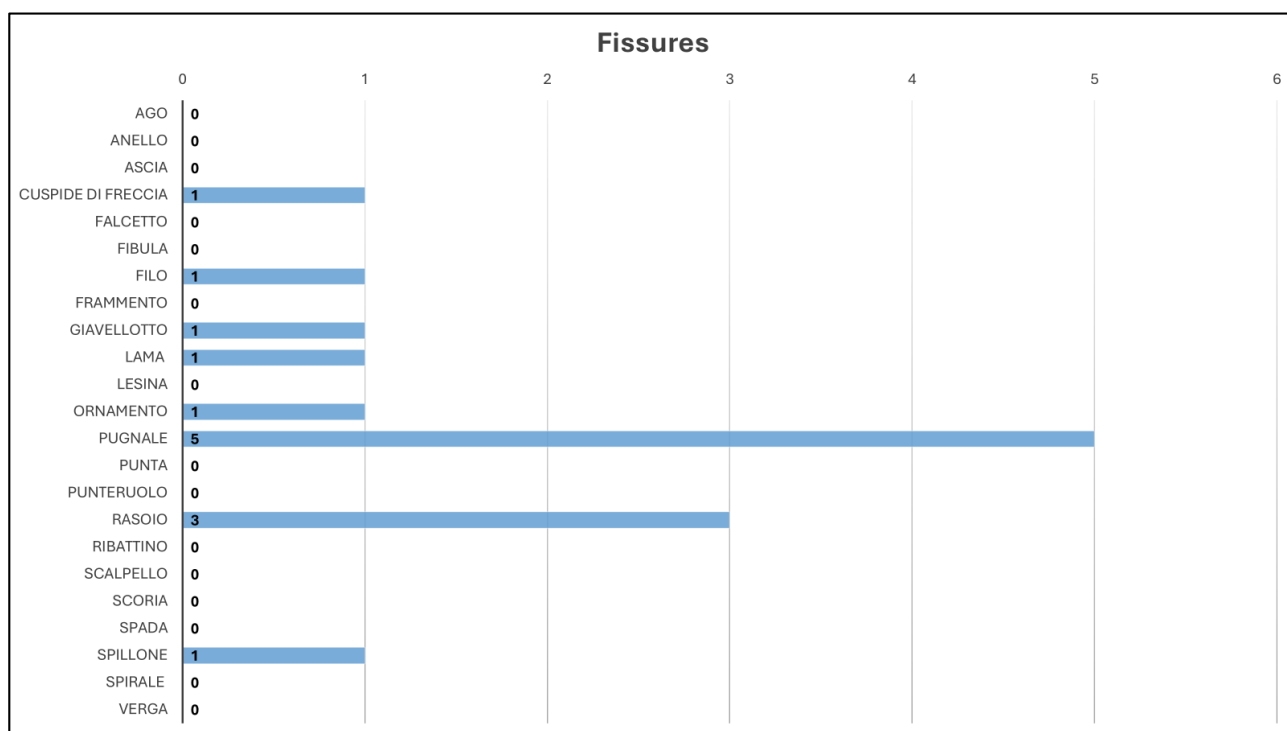


Fig. 30 Analisi della distribuzione delle fissures

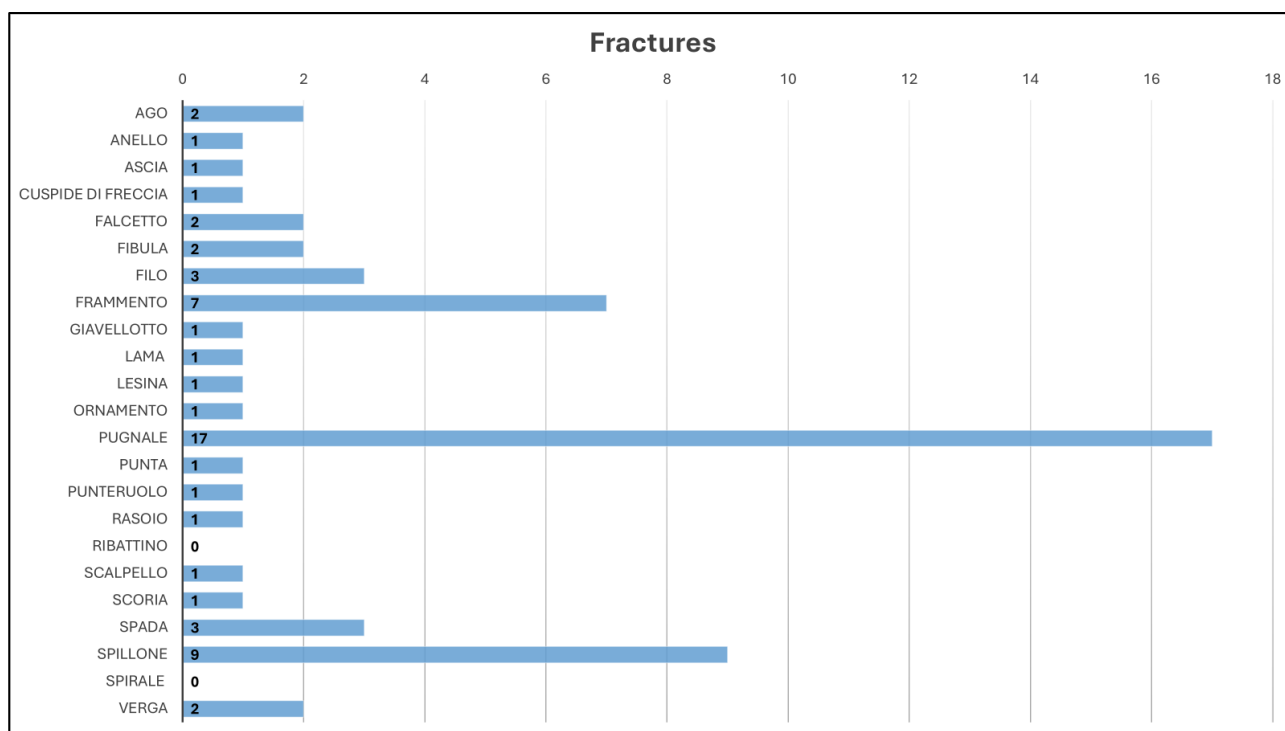


Fig. 31 Analisi della distribuzione delle fractures

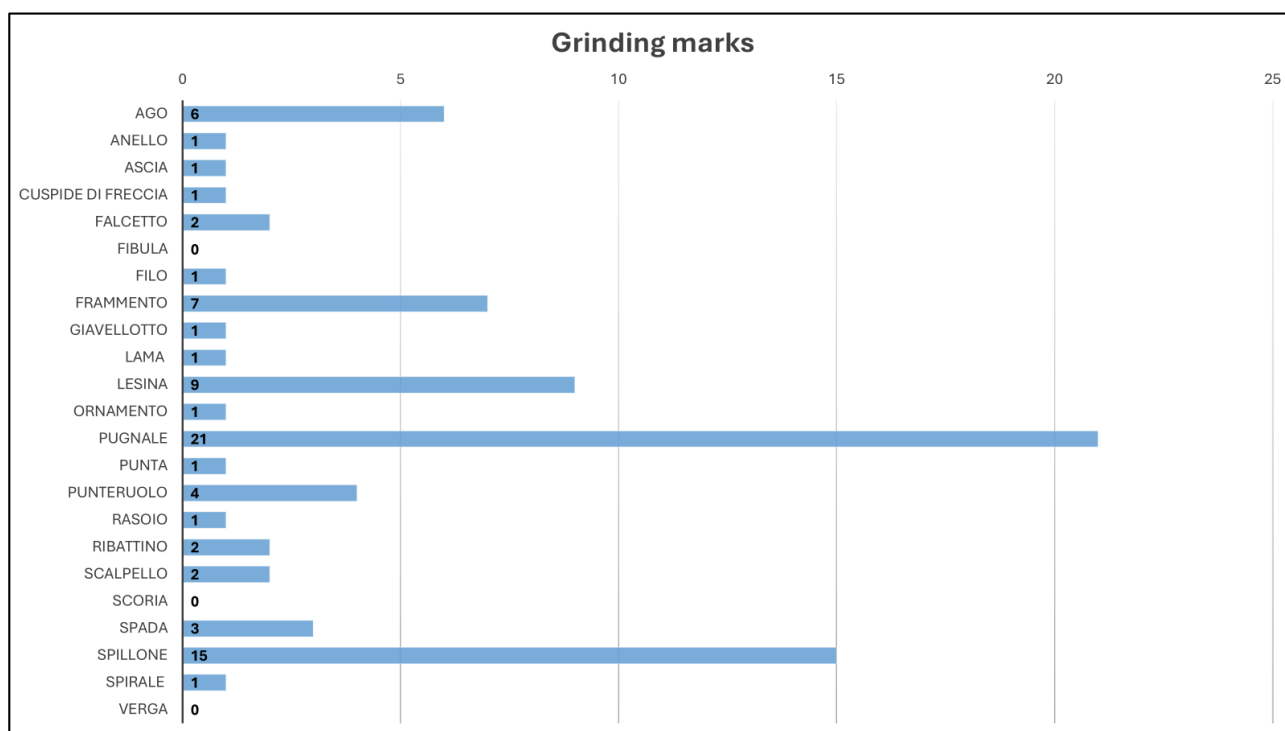


Fig. 32 Analisi della distribuzione dei grinding marks

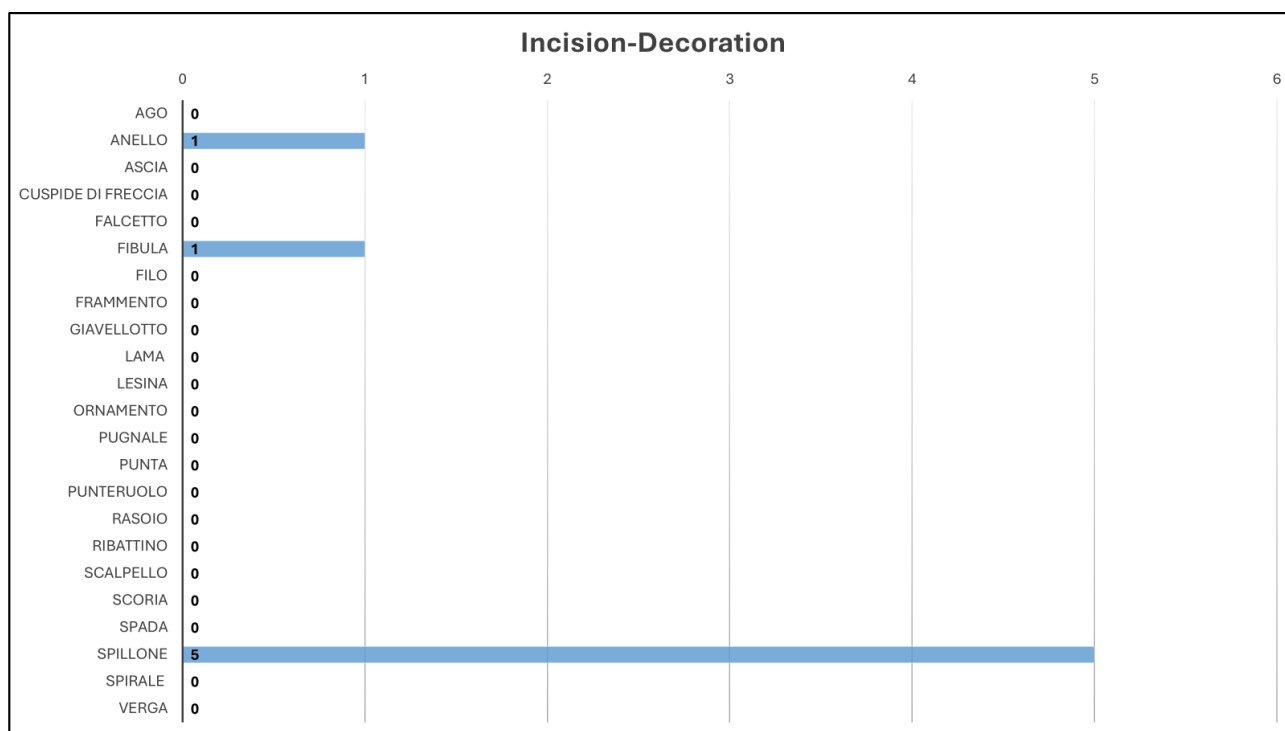


Fig. 33 Analisi della distribuzione delle incision-decorations

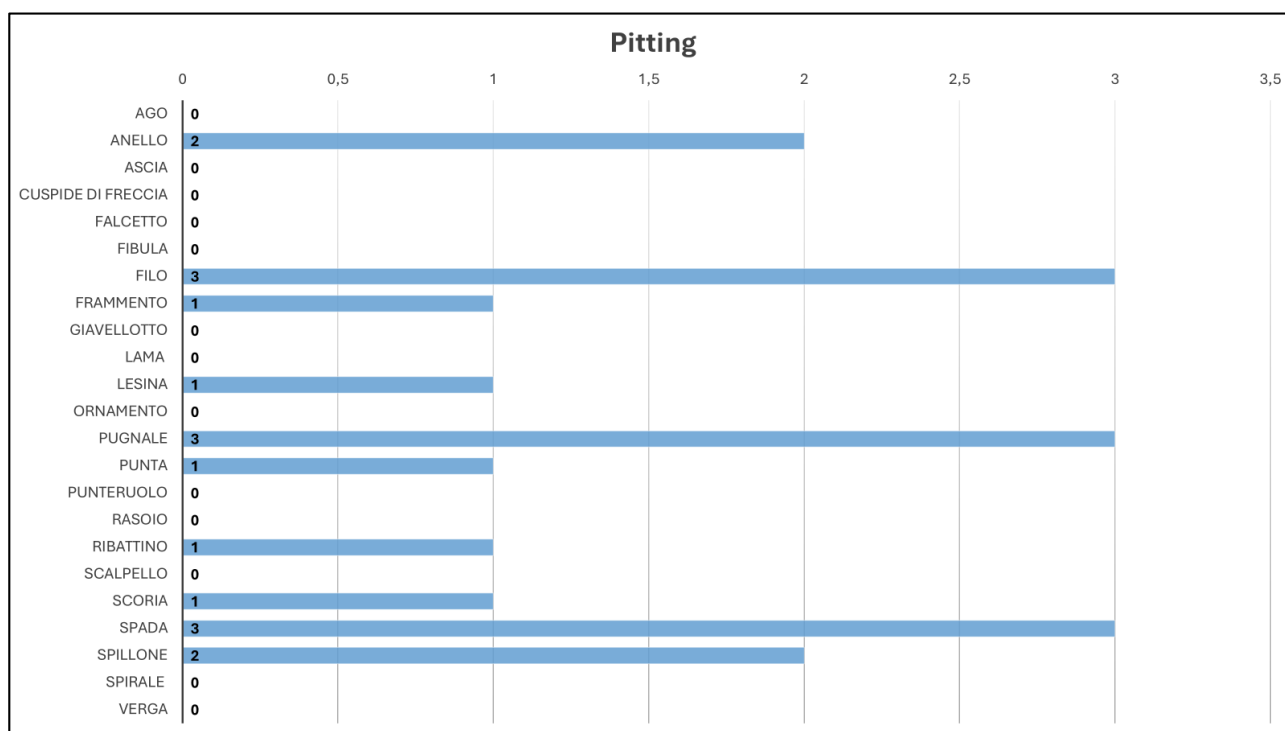


Fig. 34 Analisi della distribuzione del pitting

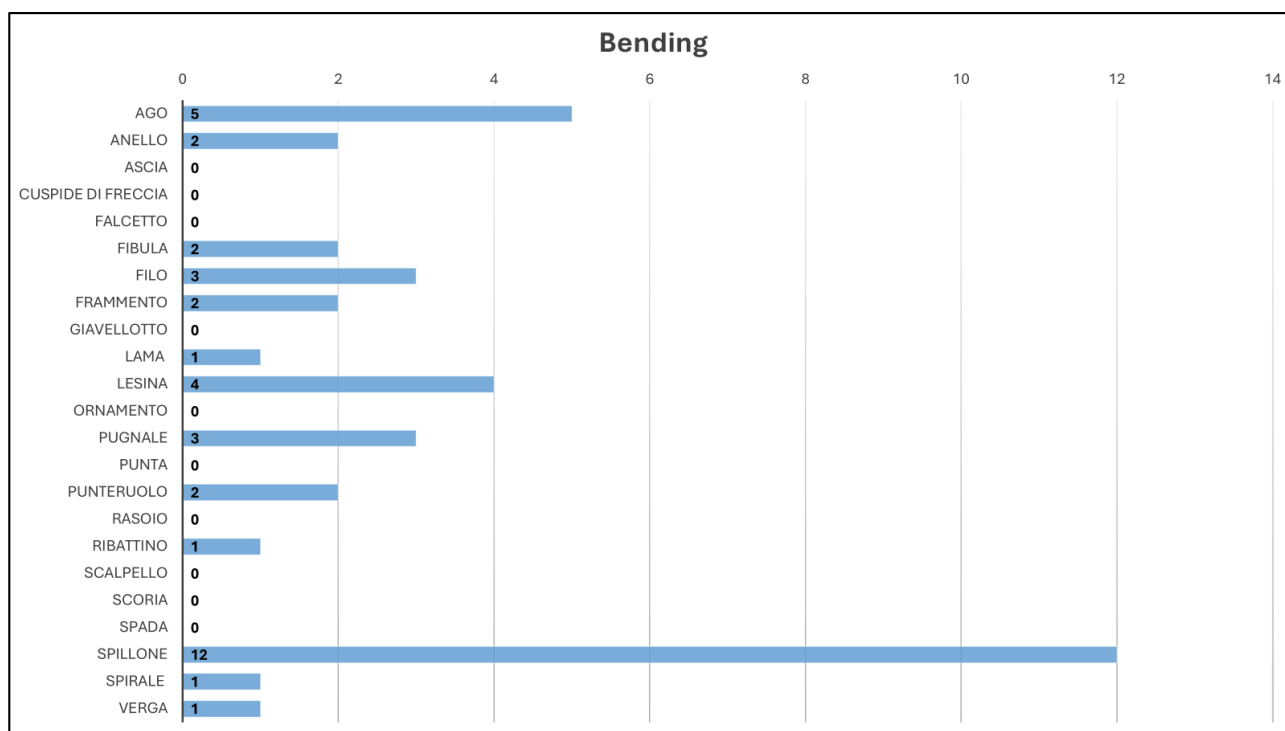


Fig.35 Analisi della distribuzione dei bendings

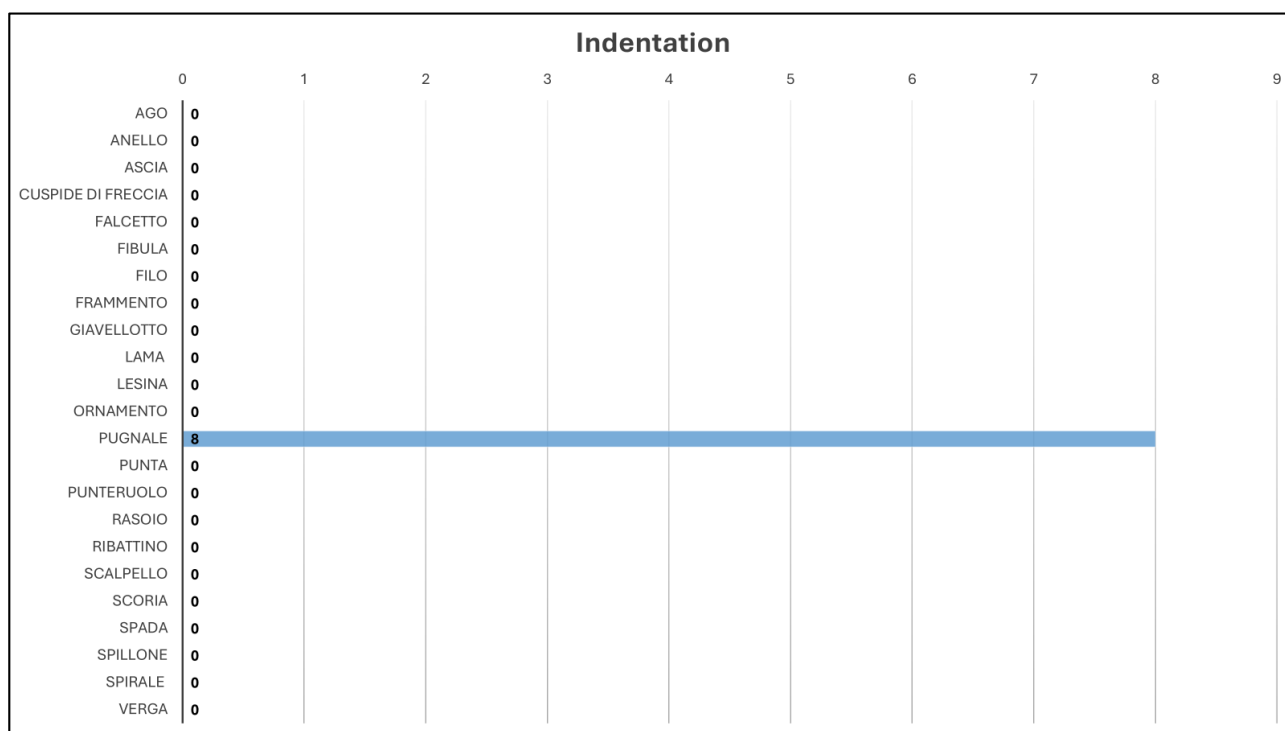


Fig. 36 Analisi della distribuzione delle indentations

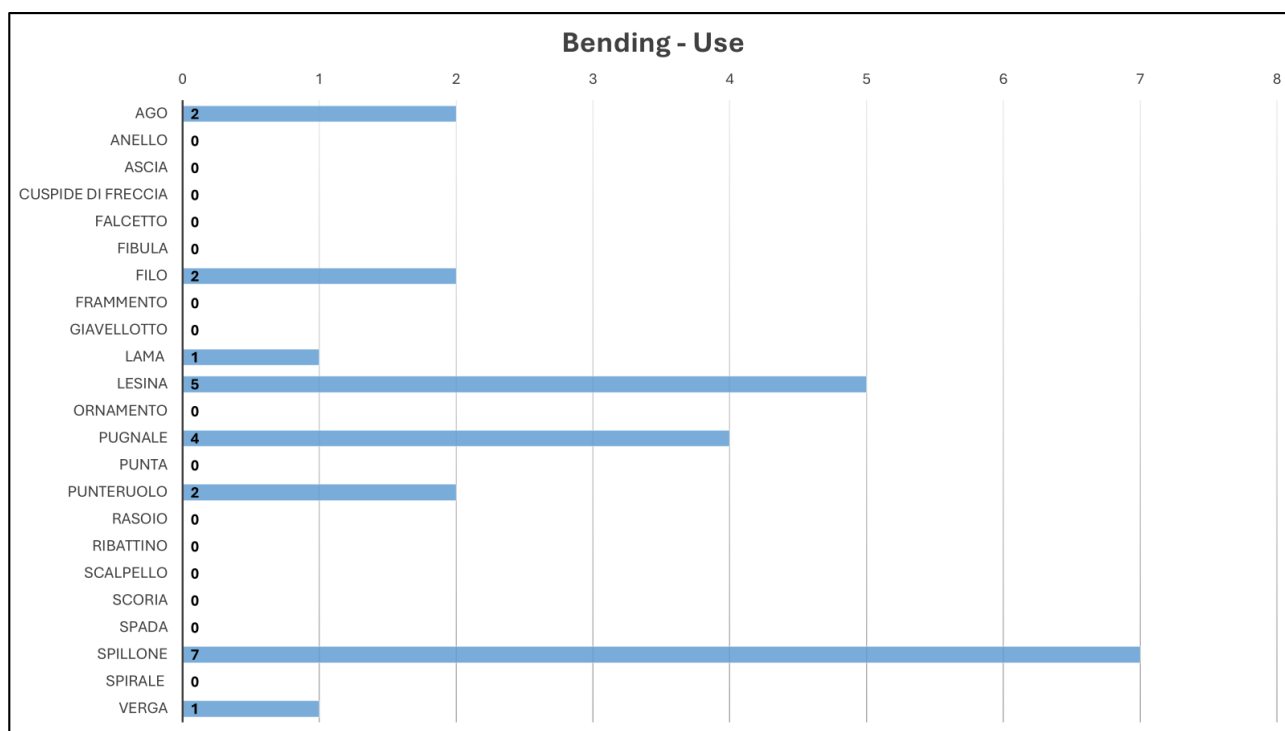


Fig. 37 Analisi della distribuzione dei bendings legati all'uso

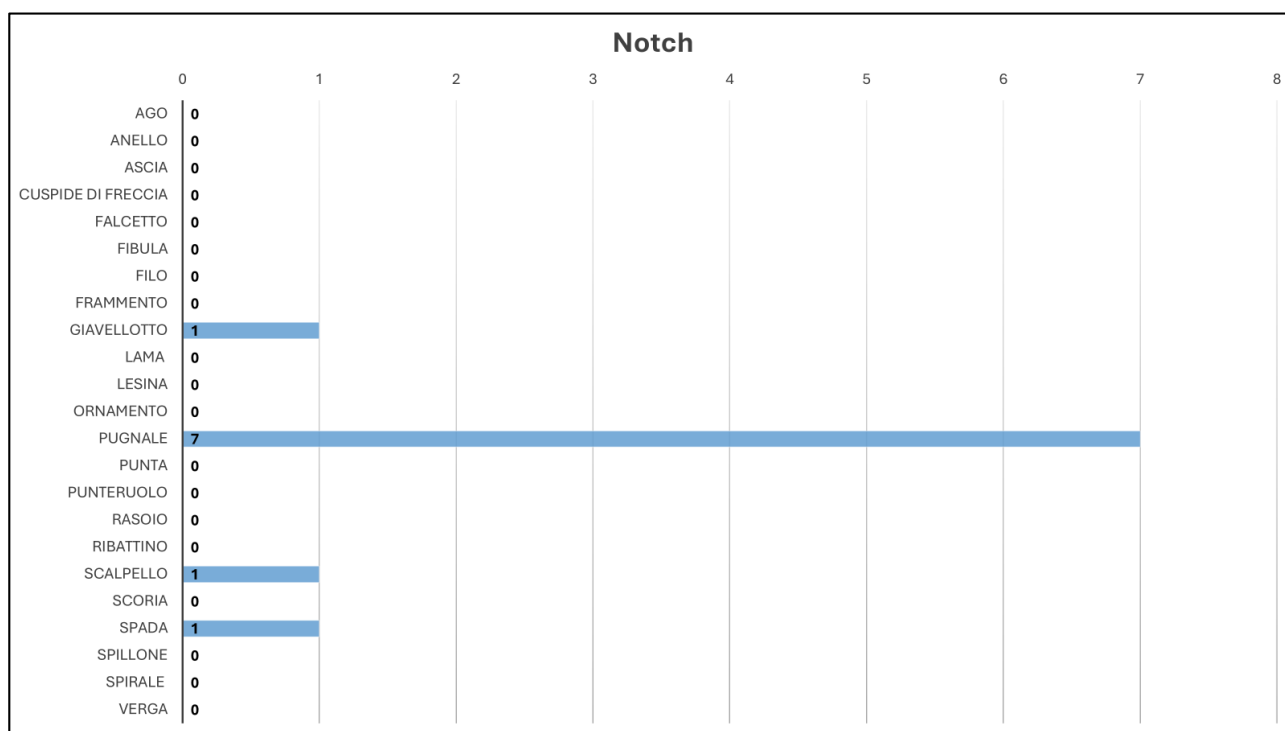


Fig. 38 Analisi della distribuzione dei notches

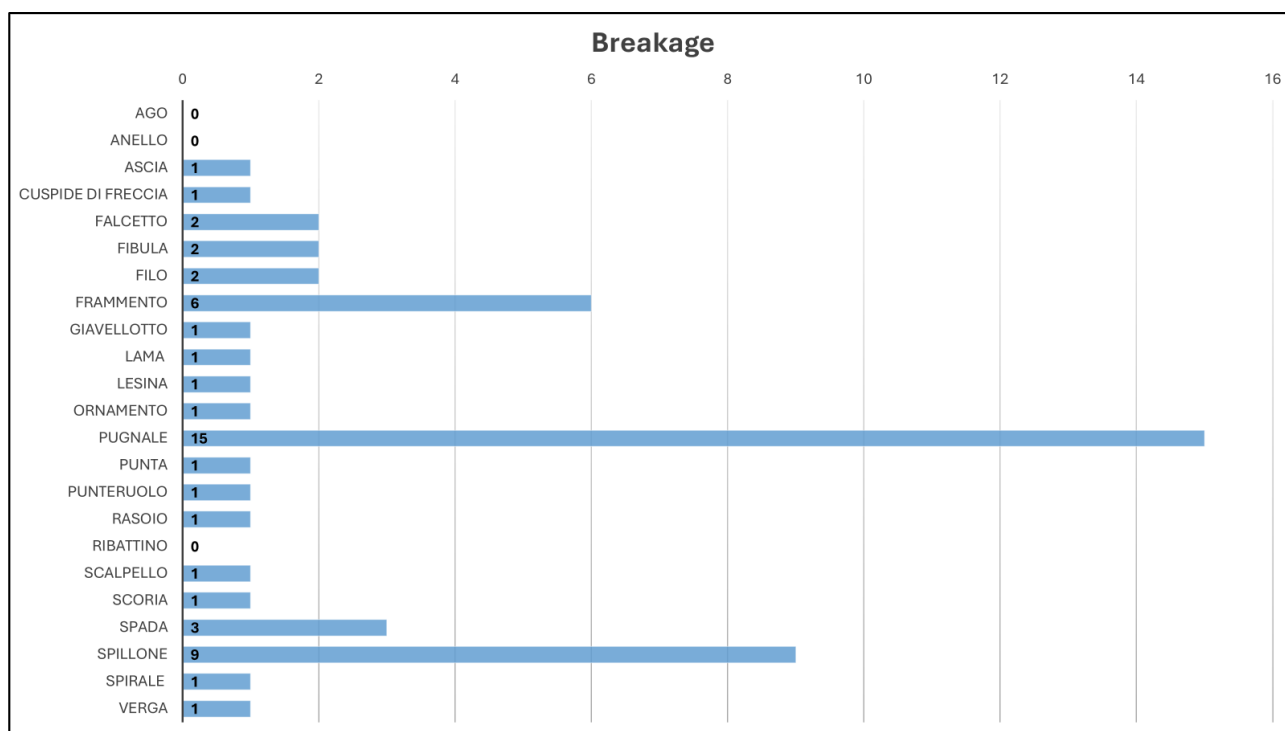


Fig. 39 Analisi della distribuzione dei breakages

6.3 Analisi quantitativa delle tracce

Di seguito si presentano i dati relativi alle tracce osservate su tutti i reperti e su tutte le repliche sperimentali (tabb. 13, 14, 15), (figg. 40, 41, 42). Lo scopo di questa suddivisione è quello di evidenziare la presenza e la quantità di tracce individuate sui materiali divisi per sito di appartenenza e per livello di specializzazione sperimentale. Sono state registrate anche delle tracce connesse all'uso e al danneggiamento post-deposizionale, ma per il presente lavoro non sono state svolte sperimentazioni per lo studio della formazione di queste tracce. Le tracce d'uso e post-deposizionali sono state individuate mediante la comparazione con le tracce note in letteratura (Dolfini 2011; Molloy 2011; O'Flaherty et al. 2011; Horn 2013; Sáez e Lerma 2015; Hermann et al. 2020). L'interpretazione archeologica di queste tracce è dunque da intendersi come provvisoria, ma si può affermare che non sono tracce tecnologiche poiché non hanno alcuna similitudine né con le tracce note in letteratura né con quelle riprodotte sperimentalmente nel presente lavoro.

Il conteggio non prende in considerazione l'estensione e della conservazione della traccia, si è invece proceduto con la registrazione della presenza o assenza per poter effettuare un conteggio che ha permesso di estrapolare le percentuali di frequenza di ogni tipo di traccia sui reperti e sulle repliche. In questa fase sono state suddivise le tracce per siti e per sperimentatori.

Questo ha avuto lo scopo di calcolare la rappresentazione di una traccia nella totalità dei materiali.

Numero Reperti	Sito	Hammer marks	Fissure	Fracture	Grinding marks	Incision Decoration	Pitting	Bending	Indentation	Bending Use	Notch	Breakage
52	Pragatto	10	5	26	47	2	3	18	5	17	6	22
50	Poviglio	8	4	30	32	4	14	18	3	7	4	27
7	Valestra	0	0	4	4	1	2	4	0	1	0	4
Totale 109		18	9	60	83	7	19	40	8	25	10	53

Tab. 13 Conteggio delle tracce sui reperti provenienti dai siti

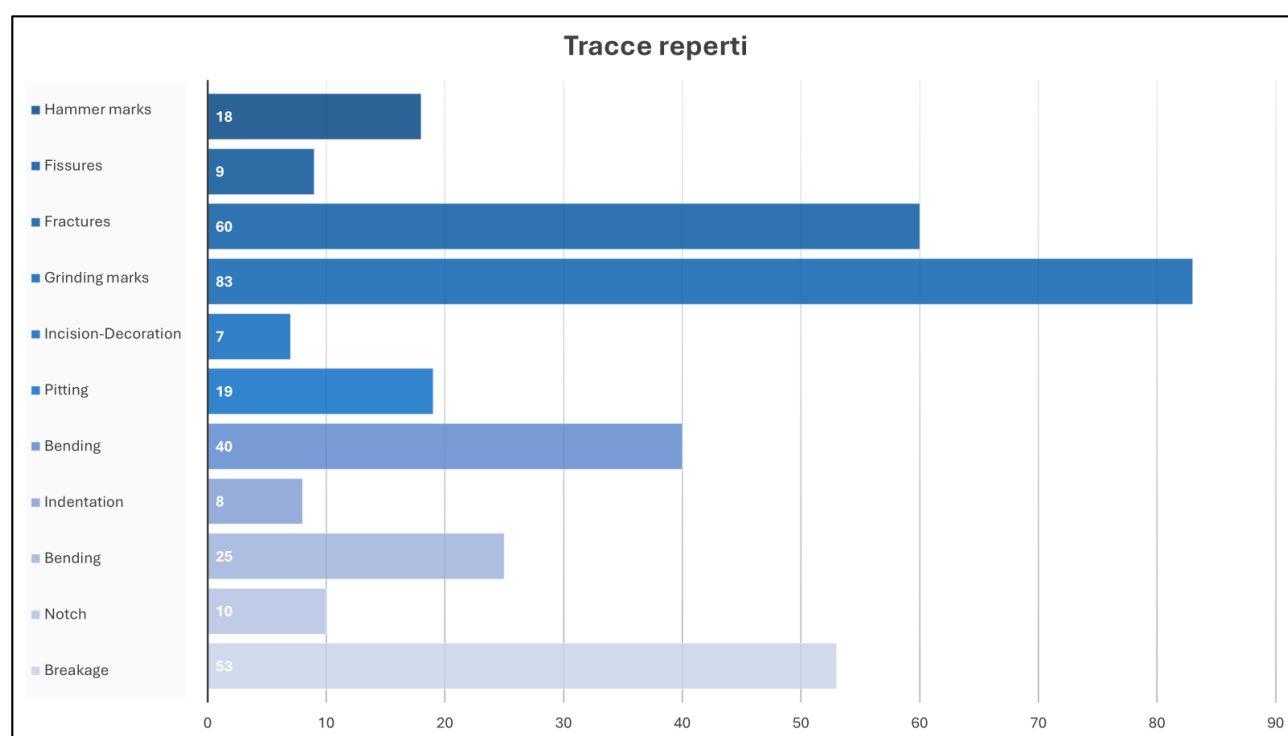


Fig. 40 Conteggio delle tracce sui reperti provenienti dai siti

Numero Repliche	Operatore	Hammer marks	Fissure	Fracture	Grinding marks	Incision Decoration	Pitting	Bending	Indentation	Bending Use	Notch	Breakage
29	Inesperti	19	2	4	19	3	14	15	1	0	1	0
7	A. Pellegrini	3	3	3	6	1	5	3	0	0	0	1
8	Esperto	6	1	0	6	0	5	4	0	0	0	0
Totale 44		28	6	7	31	4	24	22	1	0	1	1

Tab. 14 Conteggio delle tracce riprodotte sulle repliche sperimentali

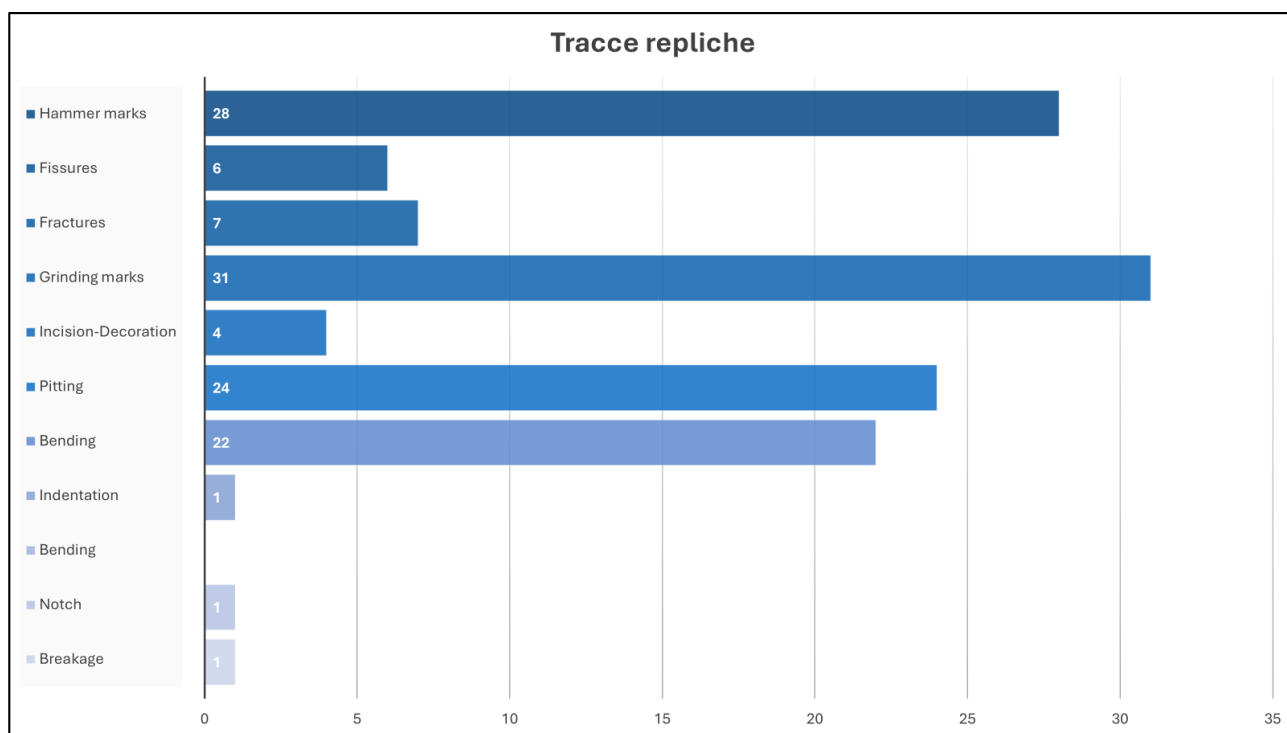


Fig. 41 Conteggio delle tracce riprodotte sulle repliche sperimentali

Reperto	Sito	Hammer marks	Fissures	Fracture	Grinding marks	Incision Decoration	Pitting	Bending	Indentation	Bending Use	Notch	Breakage
52	Pragatto	10	5	26	47	2	3	18	5	17	6	22
50	Poviglio	8	4	30	32	4	14	18	3	7	4	27
7	Valestra	0	0	4	4	1	2	4	0	1	0	4
29	Inesperti	19	2	4	19	3	14	15	1	0	1	0
7	A. Pellegrini	3	3	3	6	1	5	3	0	0	0	1
8	Esperto	6	1	0	6	0	5	4	0	0	0	0
Totale 153		46	15	67	114	11	43	62	9	25	11	54

Tab. 15 Conteggio totale delle tracce individuate sui materiali oggetto di studio

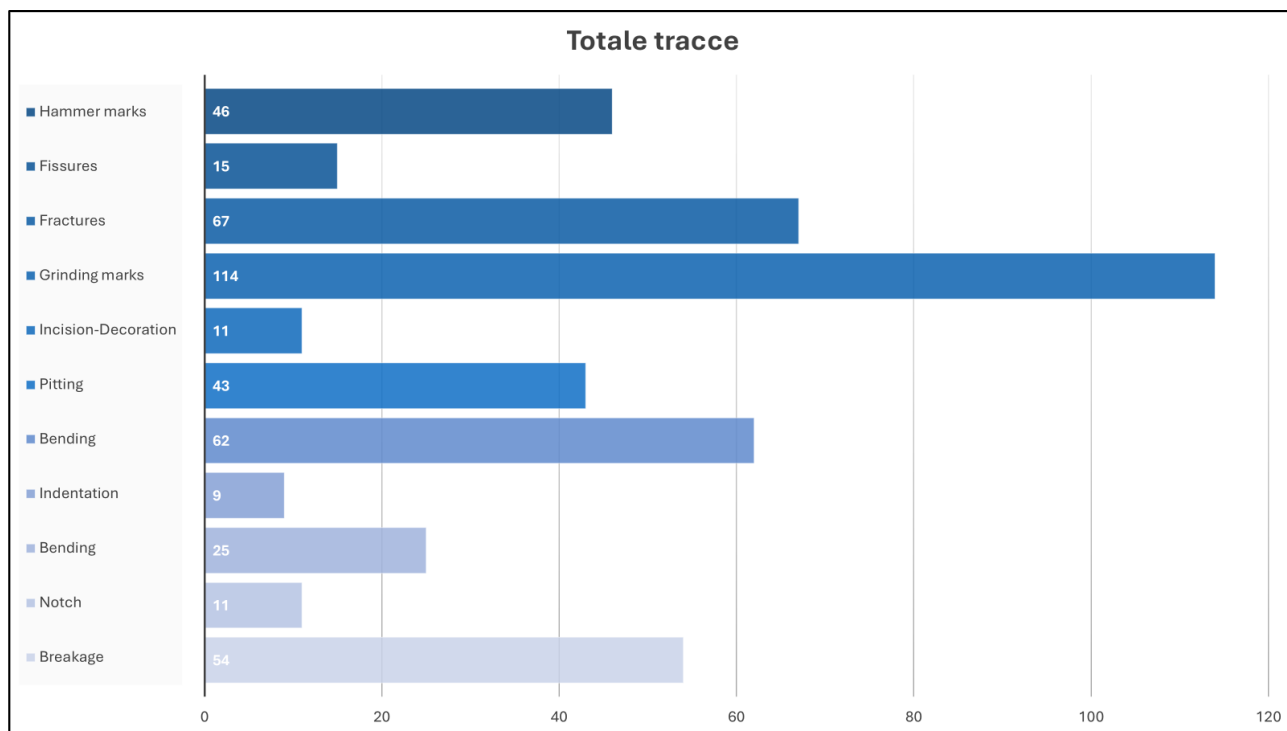


Fig. 42 Conteggio totale delle tracce individuate sui materiali oggetto di studio

Il conteggio delle tracce è stato registrato nelle tabelle ed elaborato evidenziando le percentuali di frequenza (tabb. 16, 17, 18).

Tipo di traccia	Pragatto (52)	Poviglio (50)	Valestra (7)	Totale (109)
Hammer marks	19.2 %	16.0 %	0%	16.5 %
Fissure	9.6 %	8.0 %	0%	8.3 %
Fracture	50.0 %	60.0 %	57.1 %	55.0 %
Grinding marks	90.4 %	64.0 %	57.1 %	76.1 %
Incision / Decoration	3.8 %	8.0 %	14.3 %	6.4 %
Pitting	5.8 %	28.0 %	28.6 %	17.4 %
Bending	34.6 %	36.0 %	57.1 %	36.7 %
Indentation	9.6 %	6.0 %	0%	7.3 %
Bending (use)	32.7 %	14.0 %	14.3 %	22.9 %
Notch	11.5 %	8.0 %	0%	9.2 %
Breakage	42.3 %	54.0 %	57.1 %	48.6 %

Tab. 16 Conteggio delle tracce individuate organizzate in base ai siti

Tipo di traccia	Inesperti- Intermedi (29)	A. Pellegrini (7)	Esperto (8)	Totale (44)
Hammer marks	65.5 %	42.9 %	75.0 %	63.6 %
Fissure	6.9 %	42.9 %	12.5 %	13.6 %
Fracture	13.8 %	42.9 %	0%	15.9 %
Grinding marks	65.5 %	85.7 %	75.0 %	70.5 %
Incision / Decoration	10.3 %	14.3 %	0%	9.1 %
Pitting	48.3 %	71.4 %	62.5 %	54.5 %
Bending	51.7 %	42.9 %	50.0 %	50.0 %
Indentation	3.4 %	0%	0%	2.3 %
Bending (use)	0%	0%	0%	0%
Notch	3.4 %	0%	0%	2.3 %
Breakage	0%	14.3 %	0%	2.3 %

Tab. 17 Conteggio delle tracce individuate organizzate in base agli sperimentatori

Tipo di traccia	Pragatto (52)	Poviglio (50)	Valestra (7)	Inesperti- Intermedi (29)	A. Pellegrini (7)	Esperto (8)	Totale (153)
Hammer marks	19.2 %	16.0 %	0%	65.5 %	42.9 %	75.0 %	30.1 %
Fissure	9.6 %	8.0 %	0%	6.9 %	42.9 %	12.5 %	9.8 %
Fracture	50.0 %	60.0 %	57.1 %	13.8 %	42.9 %	0%	43.8 %
Grinding marks	90.4 %	64.0 %	57.1 %	65.5 %	85.7 %	75.0 %	74.5 %
Incision / Deco	3.8 %	8.0 %	14.3 %	10.3 %	14.3 %	0%	7.2 %
Pitting	5.8 %	28.0 %	28.6 %	48.3 %	71.4 %	62.5 %	28.1 %
Bending	34.6 %	36.0 %	57.1 %	51.7 %	42.9 %	50.0 %	40.5 %
Indentation	9.6 %	6.0 %	0%	3.4 %	0%	0%	5.9 %
Bending (use)	32.7 %	14.0 %	14.3 %	0%	0%	0%	16.3 %
Notch	11.5 %	8.0 %	0%	3.4 %	0%	0%	7.2 %
Breakage	42.3 %	54.0 %	57.1 %	0%	14.3 %	0%	35.3 %

Tab. 18 Conteggio totale delle tracce individuate sia sui reperti sia sulle repliche

In virtù dei dati prodotti si sono osservate delle caratteristiche circa la distribuzione delle tracce e la loro relazione con le varie tipologie di oggetti.

Gli *hammer marks* sono tra le tracce più comuni ma si può osservare una differenza tra le tracce di martellatura sui reperti e sulle repliche: infatti, i reperti, pur essendo in numero maggiore rispetto alle repliche mostrano una quantità di segni di martellatura proporzionalmente inferiore. Questo può essere dovuto anche a problemi di visibilità sui reperti poiché gli *hammer marks* non sono sempre prontamente individuabili e la corrosione superficiale può renderli irriconoscibili. La minore rappresentazione di questa traccia nel record archeologico può anche essere dovuta a delle scelte tecnologiche operate in passato che differiscono dalle catene operative impiegate nella sperimentazione.

Le *fissures* sono notevolmente maggiori nel record archeologico. Queste sono attestate nella maggior parte dei casi sui pugnali ma anche sul rasoio, sul giavellotto e in generale su strumenti caratterizzati dalla presenza di una lama e ricorrono in corrispondenza del margine tagliente. Questo può essere dovuto alla sottigliezza del materiale e alla relativa fragilità, ma come avvenuto durante le sperimentazioni, questa traccia si può formare durante l'eccessiva martellatura della lama per incrudirla. In questo caso la traccia potrebbe essere connessa ad attività di produzione e non ad eventi di danneggiamento post-deposizionale.

Le *fractures* sono notevolmente più numerose nel gruppo dei reperti rispetto alle repliche. In quest'ultima categoria, infatti, sono attestate solo sette fratture, tutte avvenute durante la produzione dei manufatti. Diviene più complicato interpretare questa traccia sui reperti poiché potrebbe essere dovuta a una molteplicità di fattori, come un incidente avvenuto durante la produzione, un danneggiamento durante l'uso, una distruzione intenzionale per "sacrificare" l'oggetto, per rifonderlo o a causa del naturale deterioramento della lega. Questa traccia è maggiormente ricorrente nei pugnali e in minor misura negli spilloni.

Le fratture possono essere considerate tracce tecnologiche causate accidentalmente da una scorretta lavorazione del materiale o dalla presenza di bolle d'aria all'interno della lega che indeboliscono la struttura dell'oggetto, come avvenuto per la replica del pugnale lavorata da Op. 2. La frattura può essere considerata come una traccia tecnologica intenzionale qualora fosse connessa ad attività di taglio, ad esempio per rimuovere una porzione di materiale in eccesso, o di distruzione dell'oggetto, ad esempio per poterlo rifondere. Quest'ultima può essere associata ad evidenti tracce di piegature, come nel caso del pugnale SRP-Inv.12 di S. Rosa di Poviglio.

I *grinding marks* sono la traccia maggiormente attestata sia sui reperti sia sulle repliche. Questa traccia è un chiaro indicatore di processo tecnologico per la produzione e per la rifunzionalizzazione di una grande varietà di tipi di oggetti, prodotto dallo sfregamento con un materiale abrasivo. Dal punto di vista della catena operativa i *grinding marks* possono essere tra le ultime tracce tecnologiche prodotte

sull'oggetto poiché, in base alla grana dell'abrasivo, possono essere connesse a fasi di modificazione delle superfici ma anche a fasi di lucidatura e finitura.

Questa traccia è stata osservata con grande frequenza sugli spilloni, ma anche sui pugnali e in generale sugli utensili come le lesine.

Le *incision-decoration* sono attestate su un numero contenuto di materiali, principalmente, la decorazione è attestata sugli spilloni e caratterizzata dalla presenza di incisioni organizzate in pattern regolari. Le incisioni sono invece più rare da identificare nel record archeologico ma sono frequenti sulle repliche, poiché parte del processo di fabbricazione dei manufatti che richiedeva la rimozione di una porzione di materiale o la separazione, come nel caso delle repliche degli spilloni a doppia spirale.

Il *pitting* è una traccia caratterizzata da dei "vuoti" sulla superficie del bronzo formati in fase di colatura a causa di gas intrappolati nella matrice o dovuti alla granulometria della superficie della parete della forma di fusione. Si nota come questa traccia sia relativamente frequente sia sulle repliche sperimentali sia sui materiali archeologici. Va considerato che questa traccia non sia sempre evitabile e che non è semplice assegnare un livello di specializzazione specifico; inoltre, le fasi di lavorazione post-fusione possono rimuovere buona parte del *pitting* presente sulla superficie, conservando solo le tracce più profonde.

È interessante notare come questa traccia sia molto più frequente nei materiali di S. Rosa di Poviglio rispetto a quelli di Pragatto e S. Michele di Valestra.

Il *bending* è attestato sui bronzi archeologici nelle quasi totalità dei casi sugli spilloni e sugli aghi. Considerando che, questa traccia, è generata da una piegatura volontaria per conferire una specifica forma all'oggetto, sembra coerente con la necessità di produrre le crune degli aghi ripiegando il fusto su sé stesso e per realizzare le volute degli spilloni, che caratterizzano le diverse tipologie. Questa traccia è attestata anche su dei pugnali ma in questo caso potrebbe essere connessa ad una volontà di defunzionalizzare lo strumento o in altri casi potrebbe essere considerata una traccia d'uso; tuttavia, per una corretta interpretazione dovrebbe essere svolta una sperimentazione apposita per verificare le modalità di piegatura.

Questa traccia è presente nella totalità degli spilloni realizzati sperimentalmente, ad eccezione degli spilloni a tre anelli, analogamente alla stessa tipologia di spillone presente a Pragatto, indicando una chiara scelta operativa dettata dalla morfologia stessa dell'oggetto.

Le *indentations* sono considerate tracce d'uso e sono attestate sui bronzi archeologici solo sui pugnali in corrispondenza del margine tagliente. Questa traccia si forma in seguito all'interazione tra il pugnale e un materiale sufficientemente duro da creare una deformazione. Questa traccia è attestata solo su una replica sperimentale ma è da intendersi come accidentale.

Il *bending* dovuto all'uso può apparire come una deformazione o una piegatura che altera la morfologia dell'oggetto, causandone spesso la defunzionalizzazione, come nel caso dei pugnali, i quali

risulterebbero inutilizzabili. In mancanza di un confronto sperimentale sono state interpretate come tracce d'uso tutti quei *bending* che non hanno lo scopo di conferire la forma desiderata all'oggetto, come le volute degli spilloni, e sono attestate solo sui reperti archeologici, principalmente sul fusto degli spilloni, le lesine, i pugnali e in quantità minore sugli aghi e sui fili metallici.

I *notches*, allo stesso modo delle *indentations* sono causati dall'interazione tra l'oggetto e un materiale duro. Sono tracce che si trovano tipicamente sul margine tagliente delle lame. Infatti, sono attestati sul margine tagliente del giavellotto PRA-1584, sulla spada di Pragatto PRA-2144 ma soprattutto sui pugnali, sia di Pragatto sia di S. Rosa di Poviglio. Sulle repliche sperimentali è stato riscontrato un solo *notch* sul pugnale fabbricato da Op.5, ma è da escludersi la sua origine in seguito ad un utilizzo, bensì è probabile che si tratti di un distacco di materiale in corrispondenza del filo tagliente.

Il *breakage* in questa sede raggruppa le tracce di frattura e più in generale tracce di rottura non connesse ad un preciso scopo legato alla produzione dell'oggetto. Si intende per *breakage* una rottura generica che può essere causata da un uso o dal naturale deterioramento dell'oggetto che in seguito all'azione della corrosione, risultando nel distacco di una parte dell'oggetto. Questa è una traccia diffusa per la maggior parte sui reperti, principalmente spilloni e pugnali, ma in minor misura anche su molte altre classi di oggetti.

È stata riscontrata solo sul rasoio sperimentale realizzato da A. Pellegrini, in corrispondenza dell'estremità superiore della lama e come naturale estensione di una profonda *fissure*.

Le tracce osservate sui reperti provenienti dai tre siti presi in esame nel presente lavoro, sono caratterizzate da una maggiore varietà, se comparate alle tracce delle repliche. Infatti, sono sensibilmente più abbondanti le tracce connesse all'uso e a eventi post-deposizionali. La differenza maggiore si riscontra con le tracce di *bending* connesso ad un possibile utilizzo o a una defunzionalizzazione, e alle tracce di rottura, ovvero il *breakage*. Sono inoltre presenti delle tracce di danneggiamento come le *indentations* e i *notches*. Queste tracce sono ricorrenti, per la maggior parte, su lame di pugnale, del giavellotto e della spada, in corrispondenza del margine tagliente.

Le uniche tracce di questo tipo individuate sulle repliche sono connesse a deformazioni avvenute durante la fabbricazione e, probabilmente, durante il maneggiamento e il trasporto.

Molto comuni sono i *breakage*, ma è difficile determinare se questi siano avvenuti in seguito all'uso o a causa dell'avanzamento della corrosione nella lega che ne ha determinato la rottura. Si tratta di una traccia ricorrente per la maggior parte sui pugnali e sugli spilloni.

6.4 Le tracce archeologiche

Pragatto

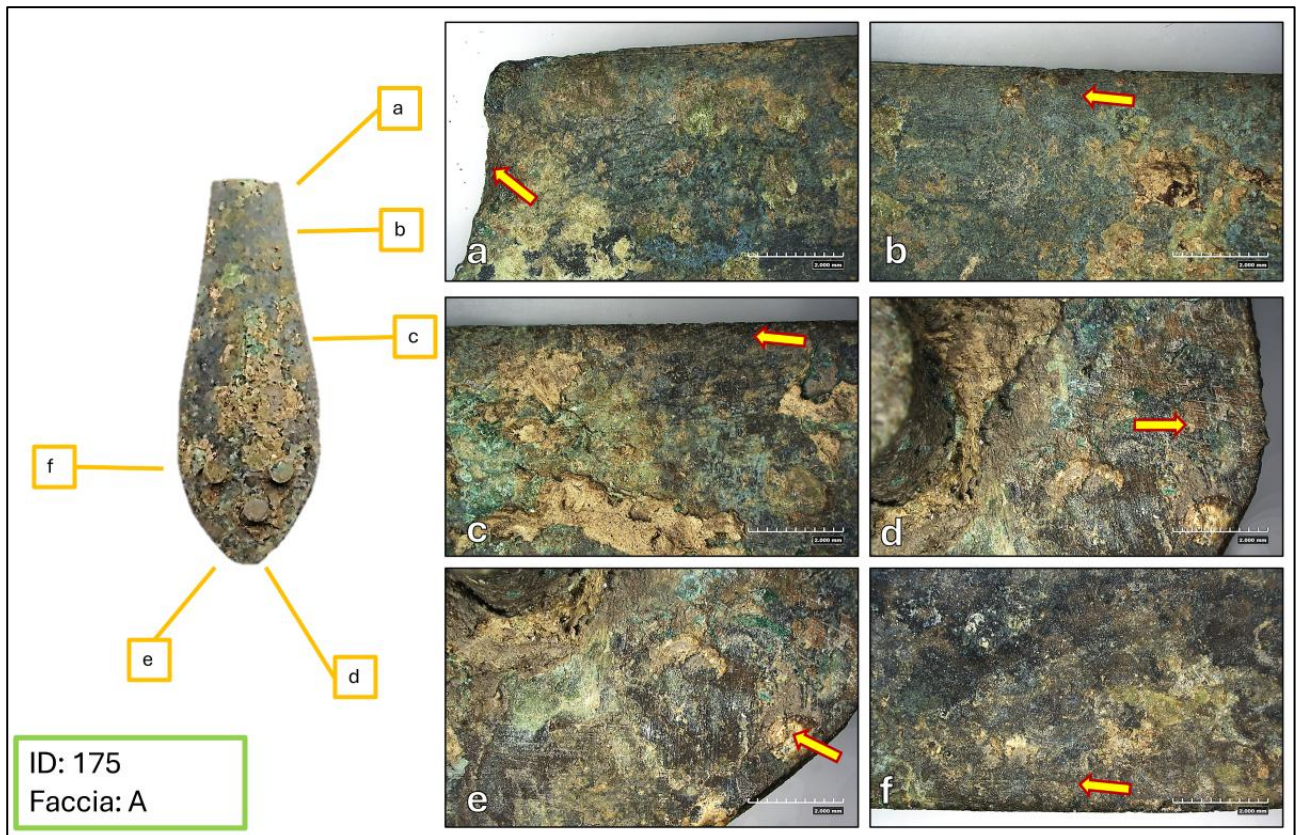


Fig. 43 Pugnale 175 faccia A

Su questo pugnale si può osservare una frattura e la mancanza della punta (fig. 43 a). Lungo i margini taglienti (fig. 43 b, c, f) e alla base della lama (fig. 43 e, f) sono distribuite delle sottili strie corte con andamento diagonale e con intersezioni e sovrapposizioni. Considerata la composizione e la distribuzione delle strie sembra plausibile che siano strie da affilatura.

La superficie risulta corrosa ma, nonostante la presenza di residui di colore bruno, è possibile osservare chiaramente le tracce

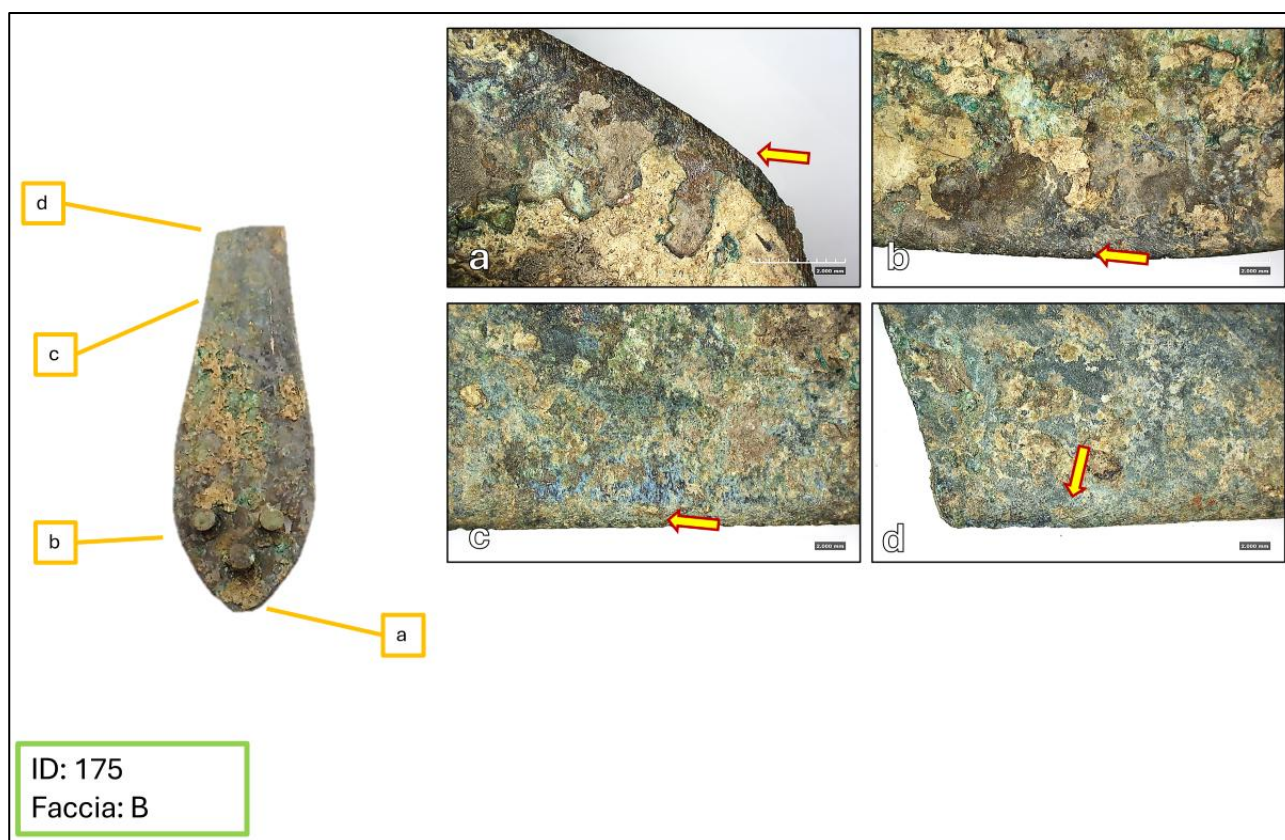


Fig. 44 Pugnale 175 faccia B

Su questa faccia del pugnale si possono osservare delle strie diagonali corte sul bordo della base (fig. 44 a), probabilmente legate alle fasi di profilatura del margine e delle corte strie diagonali analoghe a quelle della faccia A, in corrispondenza del margine tagliente (fig. 44 b, c, d).

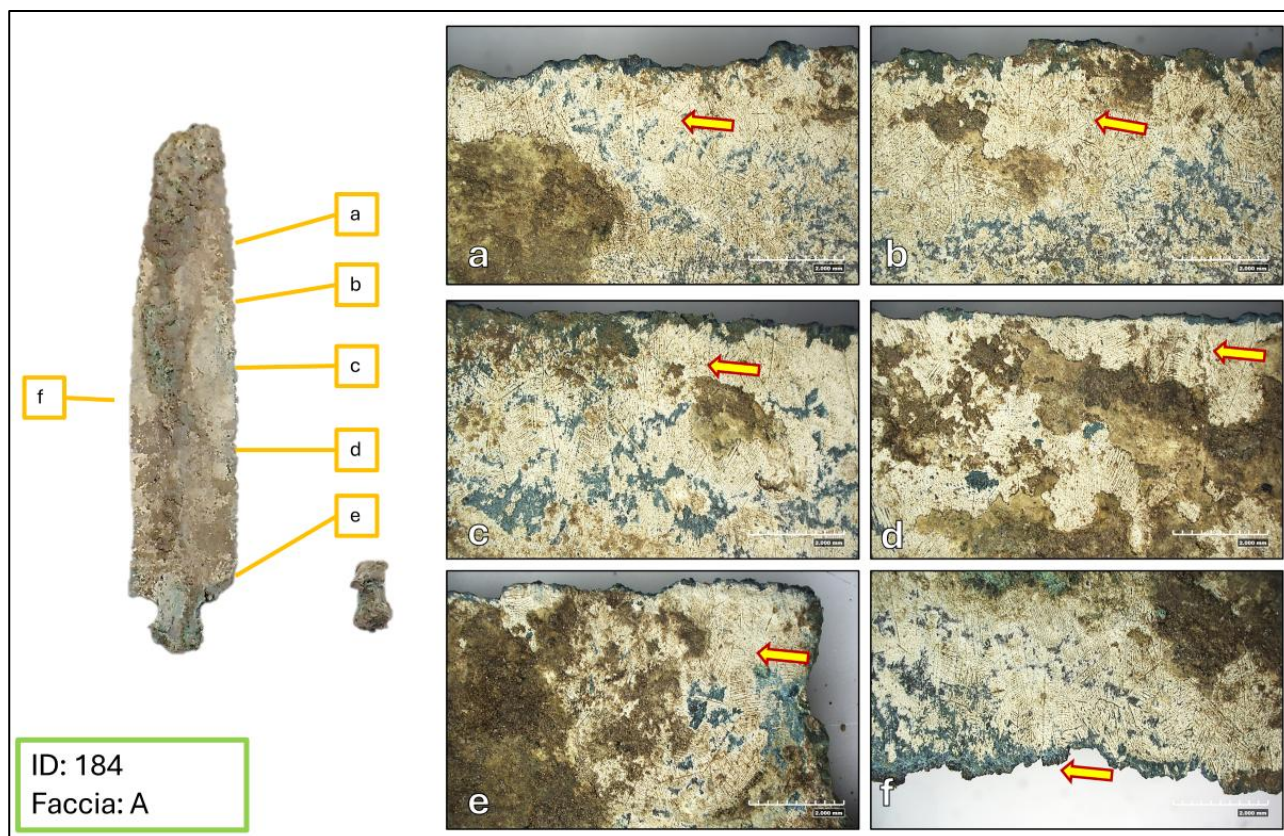


Fig. 45 Pugnale 184 faccia A

La superficie di questo pugnale è coperta da concrezioni di colore biancastro molto spesso ma è possibile intravedere delle sottili strie (fig.45 a, b, c, e) In alcuni punti la concrezione è completamente coprente (fig. 45 d). I margini sono frastagliati da molti distacchi ma, considerando le condizioni generali del reperto, potrebbero essere dovute ad eventi post-deposizionali che hanno favorito la corrosione e il distacco di porzioni di margine (fig. 45 f).

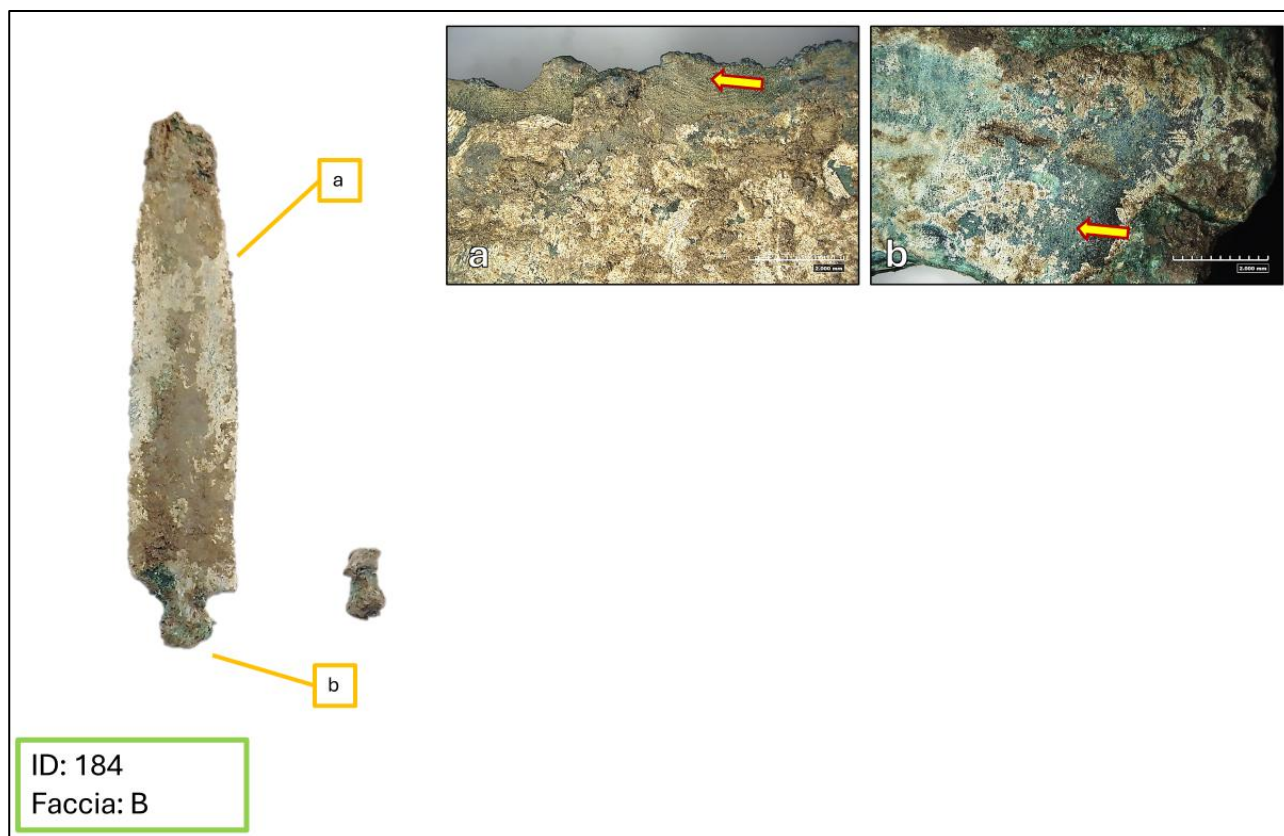


Fig. 46 Pugnale 184 faccia B

Questo lato del pugnale presenta il medesimo strato di concrezione di colore biancastro che non consente di individuare tracce diagnostiche, ad eccezione di due aree scoperte, in cui è possibile osservare delle sottilissime bande di strie che si intersecano in più direzioni (fig. 46 a, b)

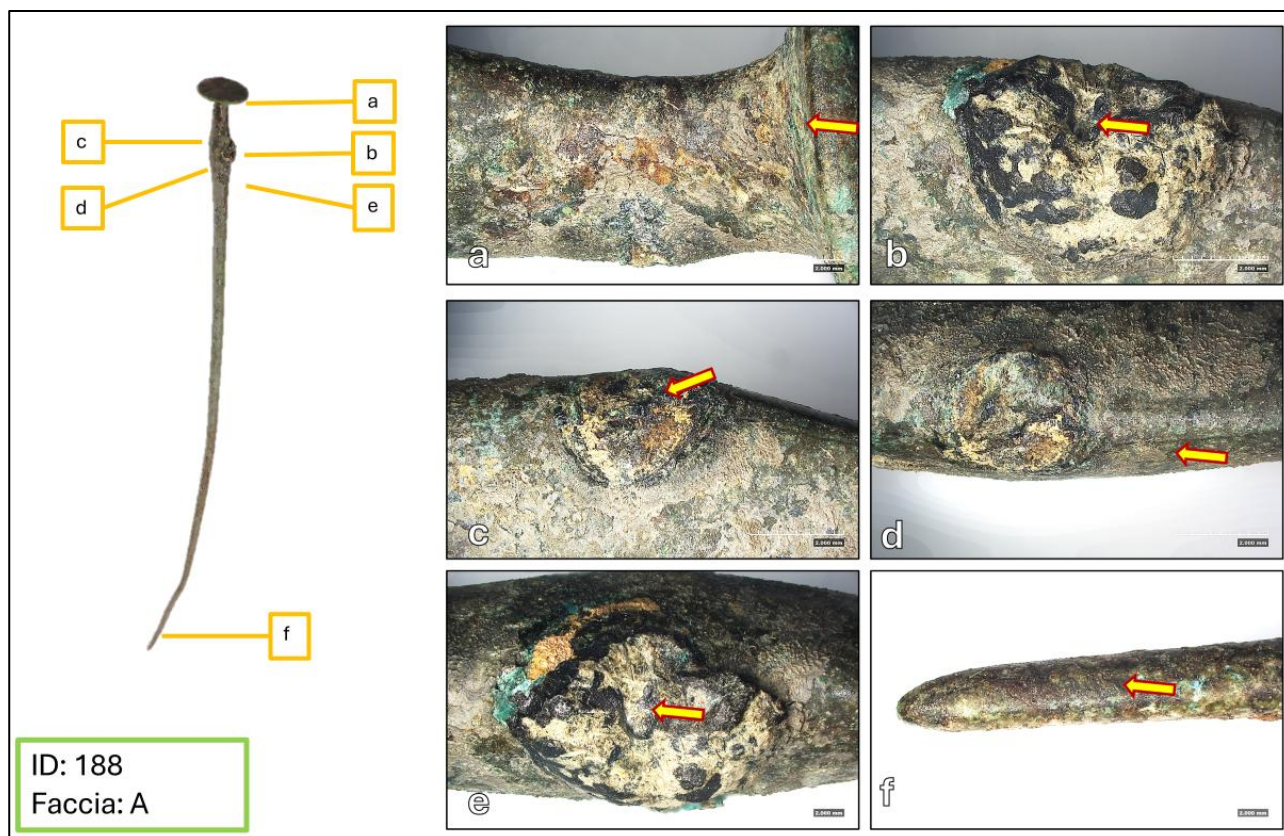


Fig. 47 Spillone 188 faccia A

Questo spillone è caratterizzato dalla presenza di corte strie diagonali visibili sotto la capocchia discoidale (fig. 47 a), alcune sottilissime strie longitudinali attorno al foro (fig. 47 d) e in corrispondenza della punta, queste ultime con andamento longitudinale (fig. 47 f). Sono interessanti le escrescenze attorno al foro (fig. 47 b, c, e) poiché sembrano delle bave di fusione e non sono state intaccate dall'abrasione che sembra aver interessato il resto del corpo dello spillone.

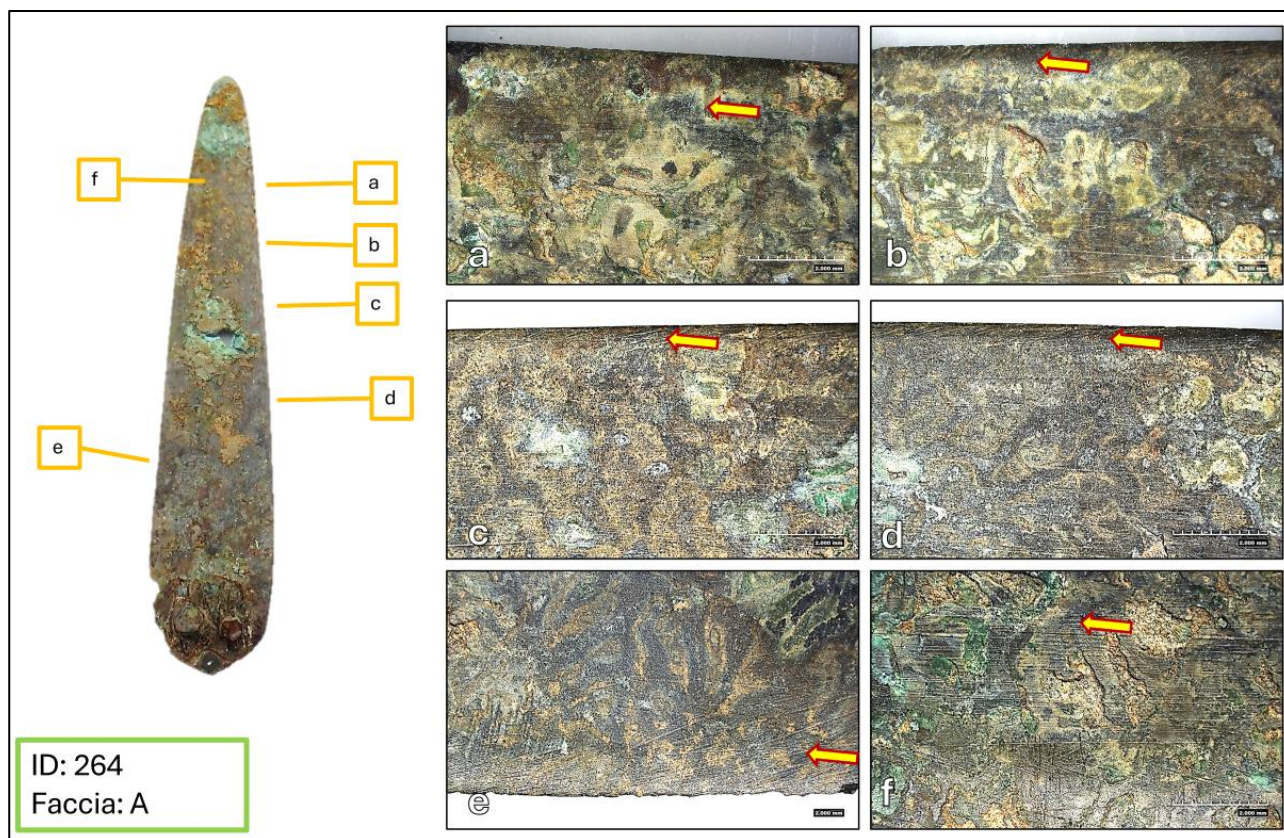


Fig. 48 Pugnale 264 faccia A

Questo pugnale presenta alcune tra le tracce maggiormente conservate dell'intero campione di reperti studiati. Sono osservabili, anche se di difficile resa fotografica, degli evidenti *hammer marks* che percorrono entrambi i margini taglienti su cui si distribuiscono e si sovrappongono delle corte strie diagonali legate ai processi di affilatura (fig. 48 a, b, c, d, e). La parte centrale del corpo della lama, per tutta la sua lunghezza è percorsa da lunghe strie longitudinali, probabilmente legate a processi di abrasione e lucidatura (fig. 48 f). Queste tracce sfumano in corrispondenza dei margini interessati dalla martellatura

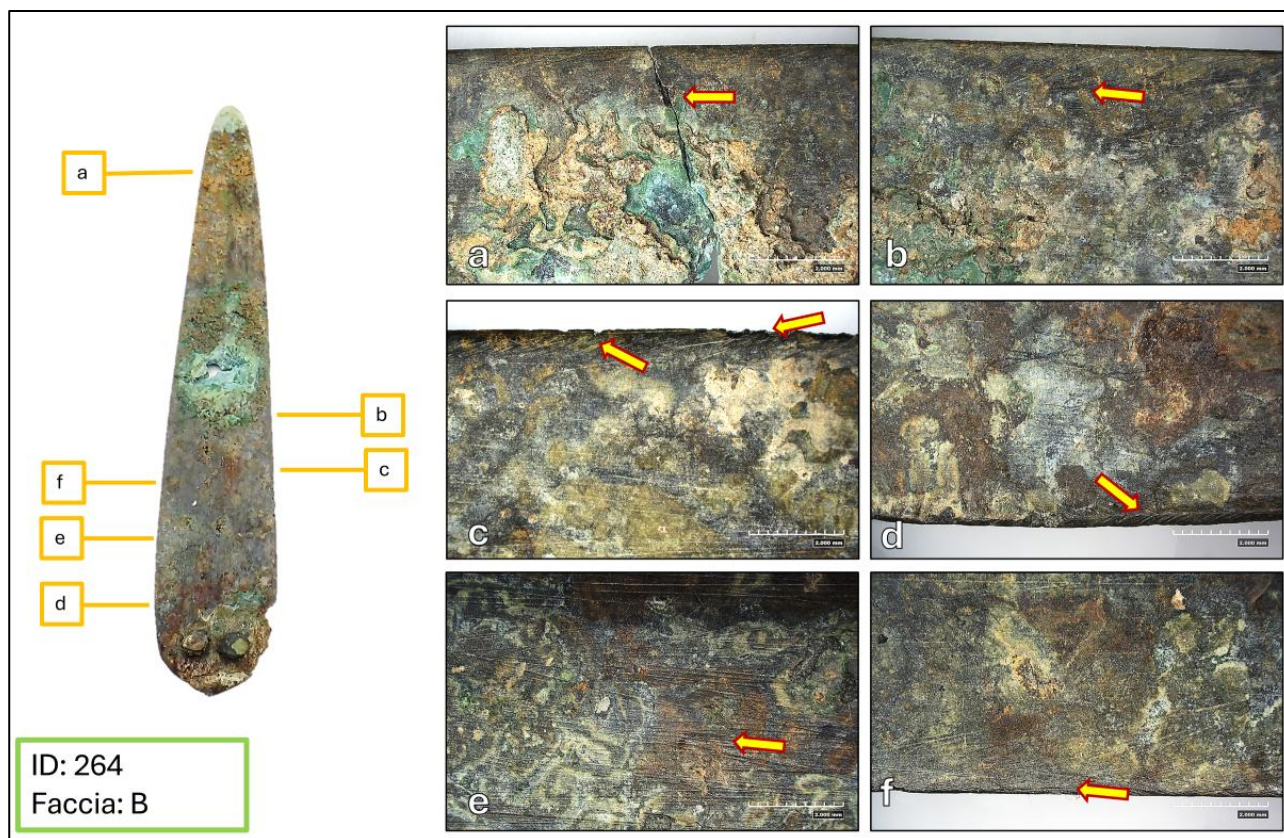


Fig. 49 Pugnale 264 faccia B

Su questo lato del pugnale è ben visibile una *fissure* in corrispondenza della punta (fig. 49 a). Anche questa faccia del pugnale presenta le medesime strie diagonali in corrispondenza del margine tagliente (fig. 49 b) e della base della lama (fig. 49 d) e delle strie longitudinali lungo il corpo centrale (fig. 49 e) e su alcune porzioni di margine (fig. 49 f). Si osservano lungo i margini taglienti dei piccoli *notches* (fig. 49 c) e, considerando le ottime condizioni di conservazione, potrebbero essere delle tracce d'uso. La parte centrale del pugnale presenta una profonda mineralizzazione al centro della lama.

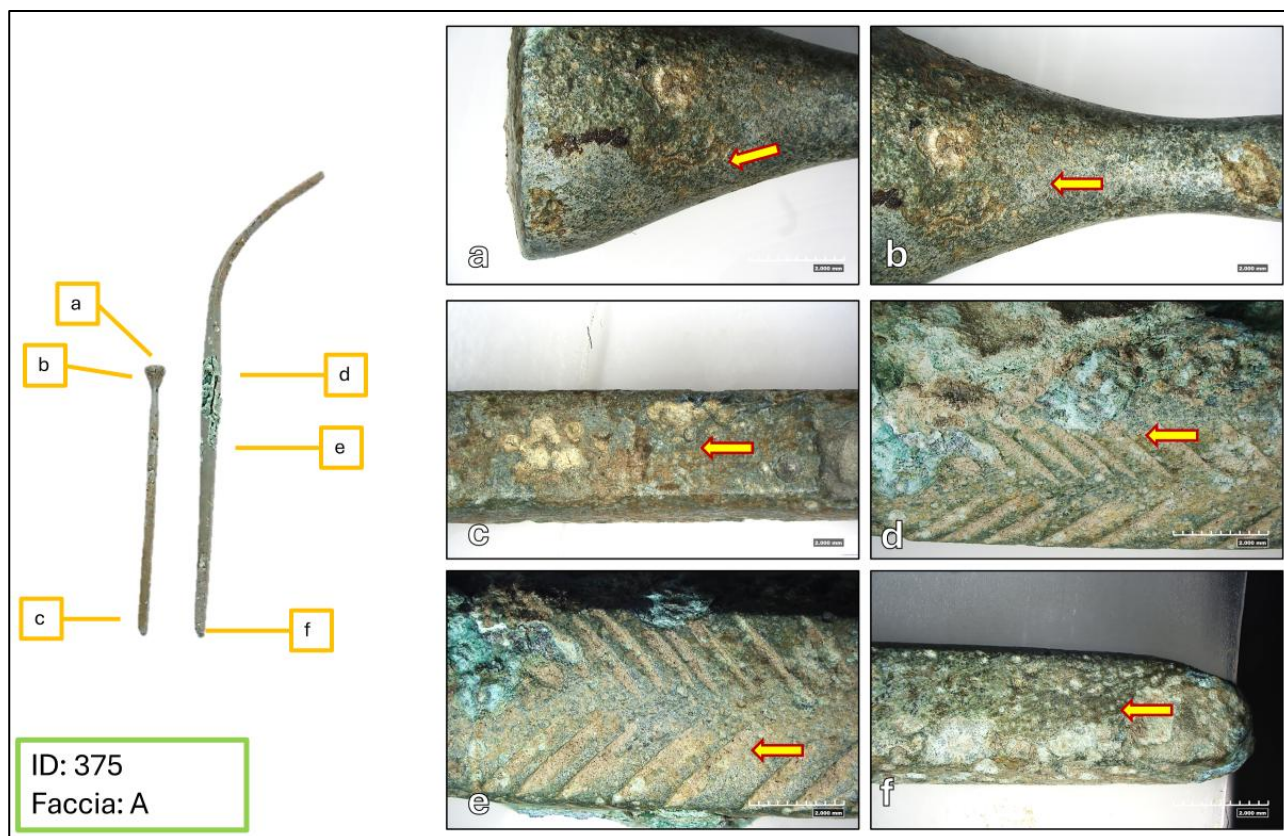


Fig. 50 Spillone 375 faccia A

Questo spillone è frammentato in due parti con una vistosa piegatura. La capocchia è caratterizzata da una superficie scabra (fig. 50 a, b) probabilmente non abraso e lasciato grezzo dalla fusione. Si osservano delle strie diagonali che si distribuiscono lungo il fusto (fig. 50 c). Sono visibili tracce di *pitting* (fig. 50 f) e delle profonde *incisions* organizzate in pattern a spina di pesce (fig. 50 d, e), interpretabili come una decorazione.

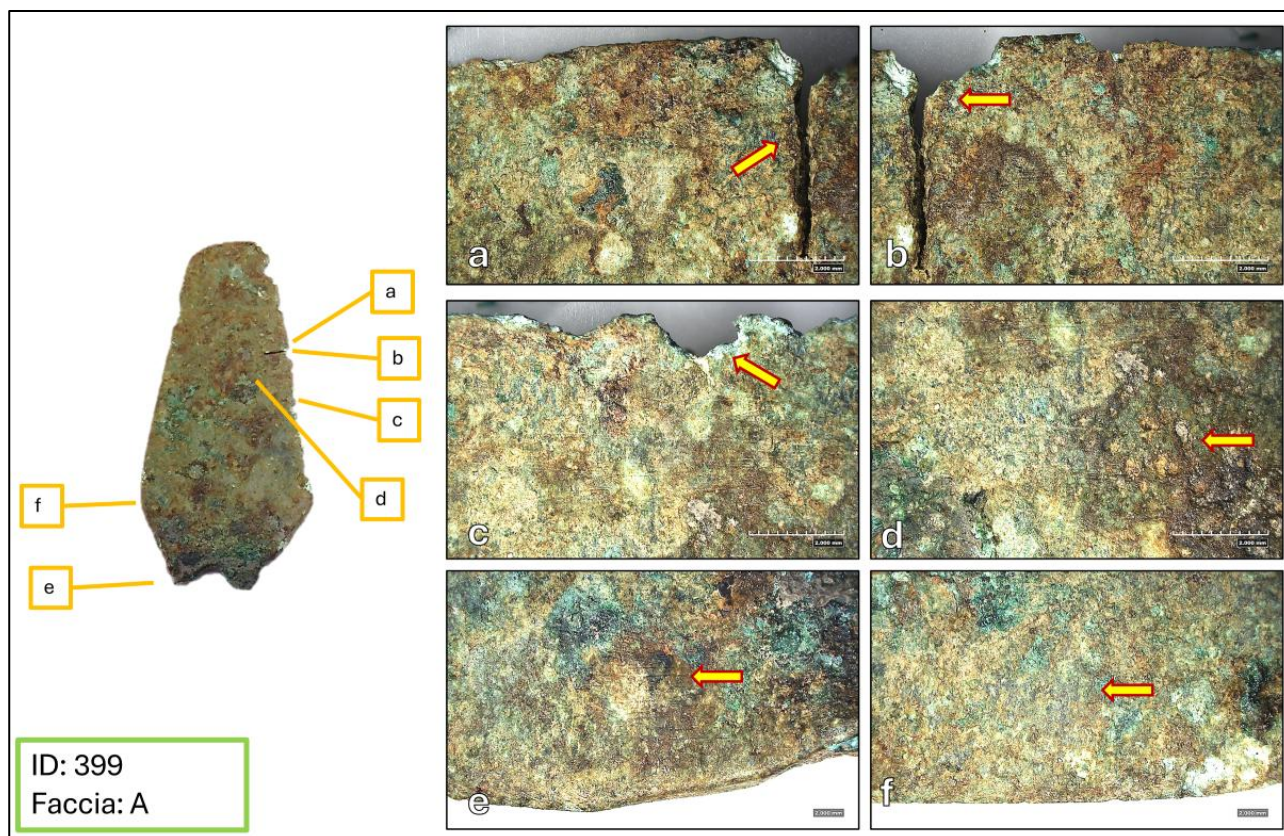


Fig. 51 Pugnale 399 faccia A

Questo pugnale di piccole dimensioni presenta una profonda *fissure* (fig. 51 a, b) e nonostante la corrosione, sono visibili molte strie longitudinali in prossimità dei margini taglienti (fig. 51 d) e della base dove si osservano anche strie multidirezionali (fig. 51 e, f). Si osservano molti distacchi lungo i margini (fig. 51 c) ma considerando le condizioni di corrosione generale e la presenza di un'alterazione verde e biancastra in corrispondenza dei distacchi, sembra plausibile che questi non siano tracce d'uso ma siano causati dalla corrosione.

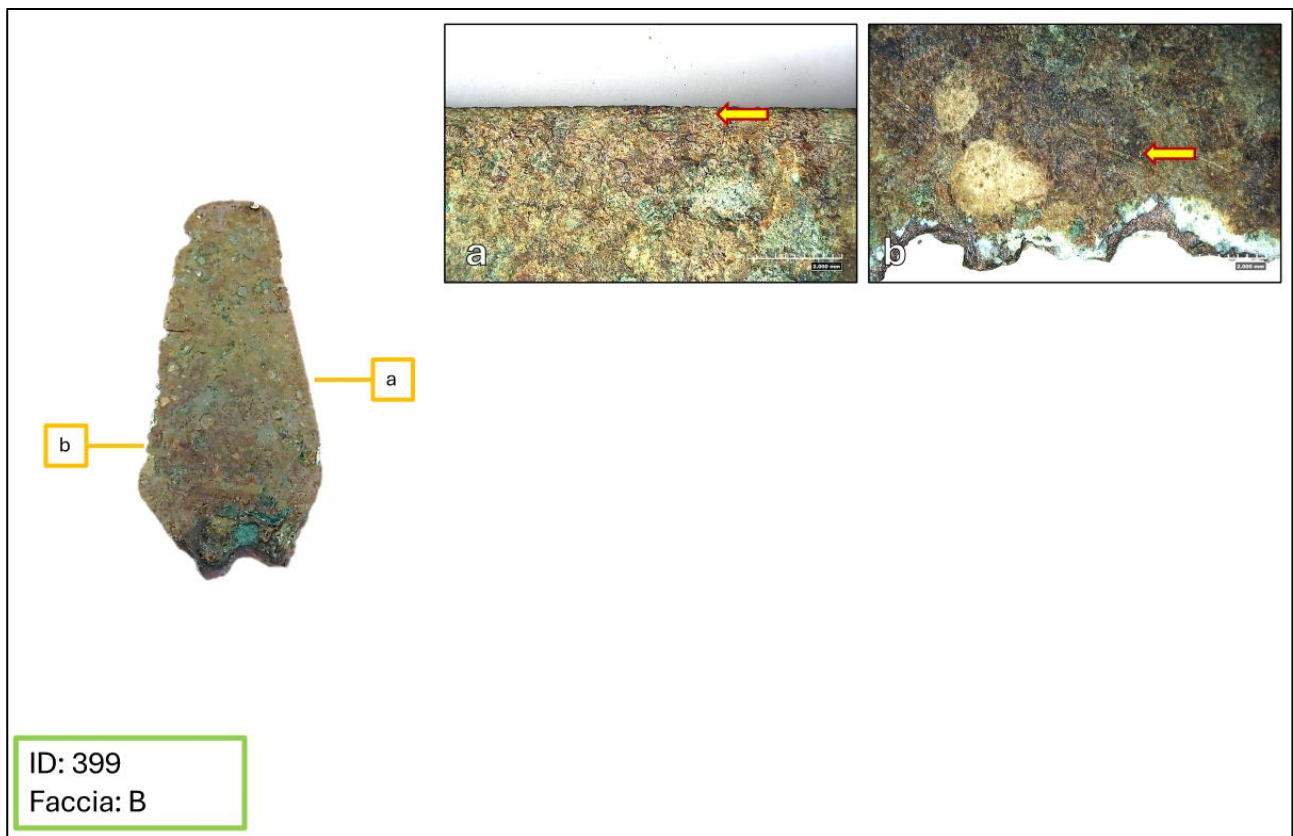


Fig. 52 Pugnale 399 faccia B

Questo lato del pugnale si presenta molto corrosivo e sono visibili solo delle sottili strie lungo il margine (fig. 52 a, b)



Fig. 53 Pugnale 461 faccia A

Questo pugnale presenta delle tracce molto interessanti lungo il margine tagliente (fig. 53 a, b c). Si osservano delle strie di abrasione longitudinali su cui si sovrappongono delle corte strie diagonali lungo il margine. Considerando la morfologia dei margini taglienti, sembra che questo pugnale sia stato riaffilato molte volte, sempre con un gesto che procedeva diagonalmente rispetto al filo.



Fig. 54 Pugnale 461 faccia B

Il pugnale presenta una *fracture* in corrispondenza della punta, in questo caso interpretabile come *breakage* (fig. 54 a). Si osservano le medesime strie che caratterizzano il lato A, con andamento longitudinale e diagonale in corrispondenza del filo (fig. 54 b, c).



Fig. 55 Lesina

Questa lesina è caratterizzata da una superficie scabra e molto corrosa, ma sono osservabili la morfologia della punta (fig. 55 a), il fusto dalla superficie scabra (fig. 55 b, c, d) e la morfologia della base a sezione quadra (fig. 55 e) dai bordi irregolari. Potrebbe essere un esempio di martellatura con strumentario litico, considerando la morfologia irregolare della sezione quadra e la superficie rugosa, ma la corrosione coprente non permette di osservare ulteriori tracce che potrebbero confermare questa ipotesi.

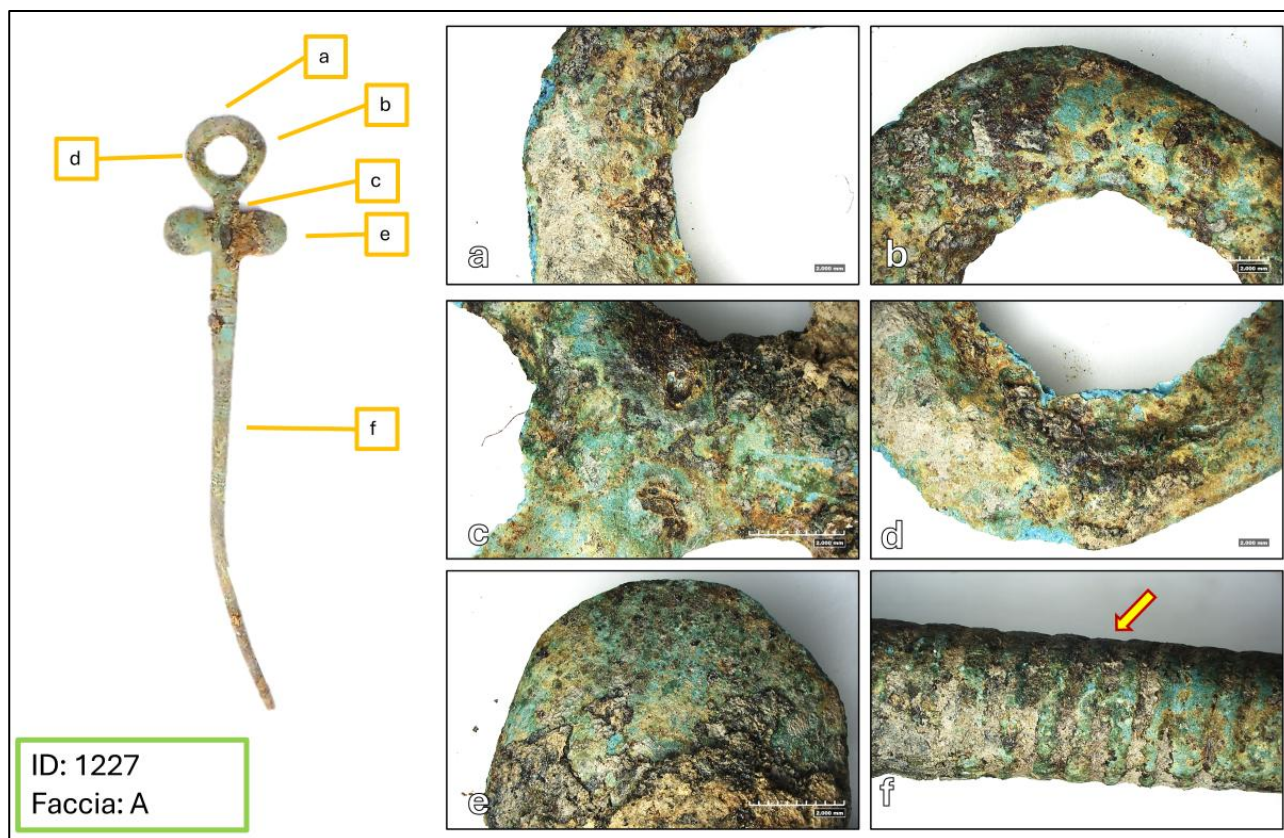


Fig. 56 Spillone 1227 faccia A

Questo spillone è caratterizzato da una superficie molto scabra su tutta la superficie (fig. 56 a, b, c, d, e) dove si nota l'assenza totale di strie di abrasione. Si osserva una decorazione lungo il fusto (fig. 56 f) dai margini piuttosto arrotondati. È evidente anche una piegatura in prossimità della parte finale del fusto, ma è difficile determinare se si tratti di una piegatura dovuta all'uso.

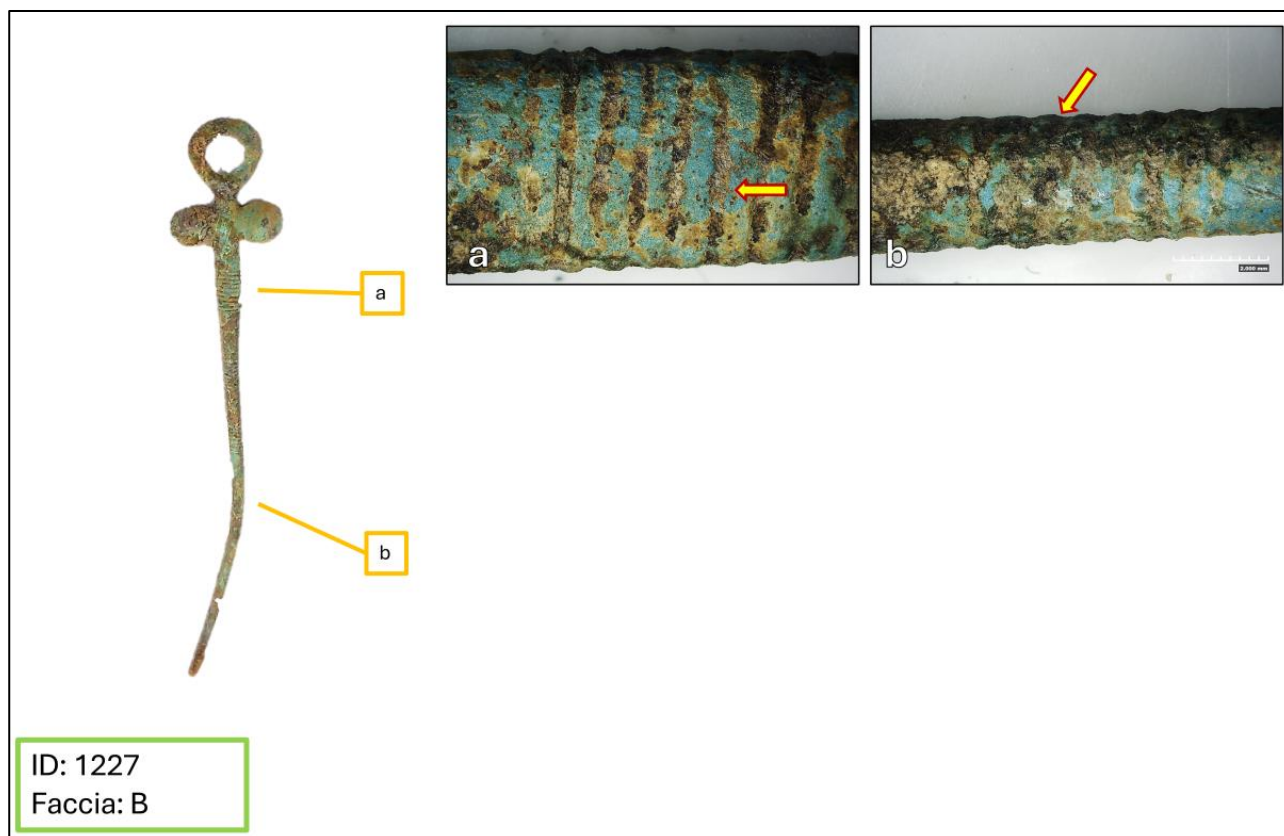


Fig. 57 Spillone 1227 faccia B

Da questo lato si osservano i dettagli della decorazione (fig. 57 a, b), è difficile determinare se questa sia stata ottenuta mediante incisione con un bulino o un cesello oppure se questa sia stata impressa nella forma di fusione.



Fig. 58 Ago 1312

Questo ago, nonostante la superficie corrosa, permette di osservare la piegatura della cruna (fig. 58 a) e la giunzione di questa sul fusto (fig. 58 b, c, d). Si osservano delle sottilissime strie in corrispondenza della punta (fig. 58 e).

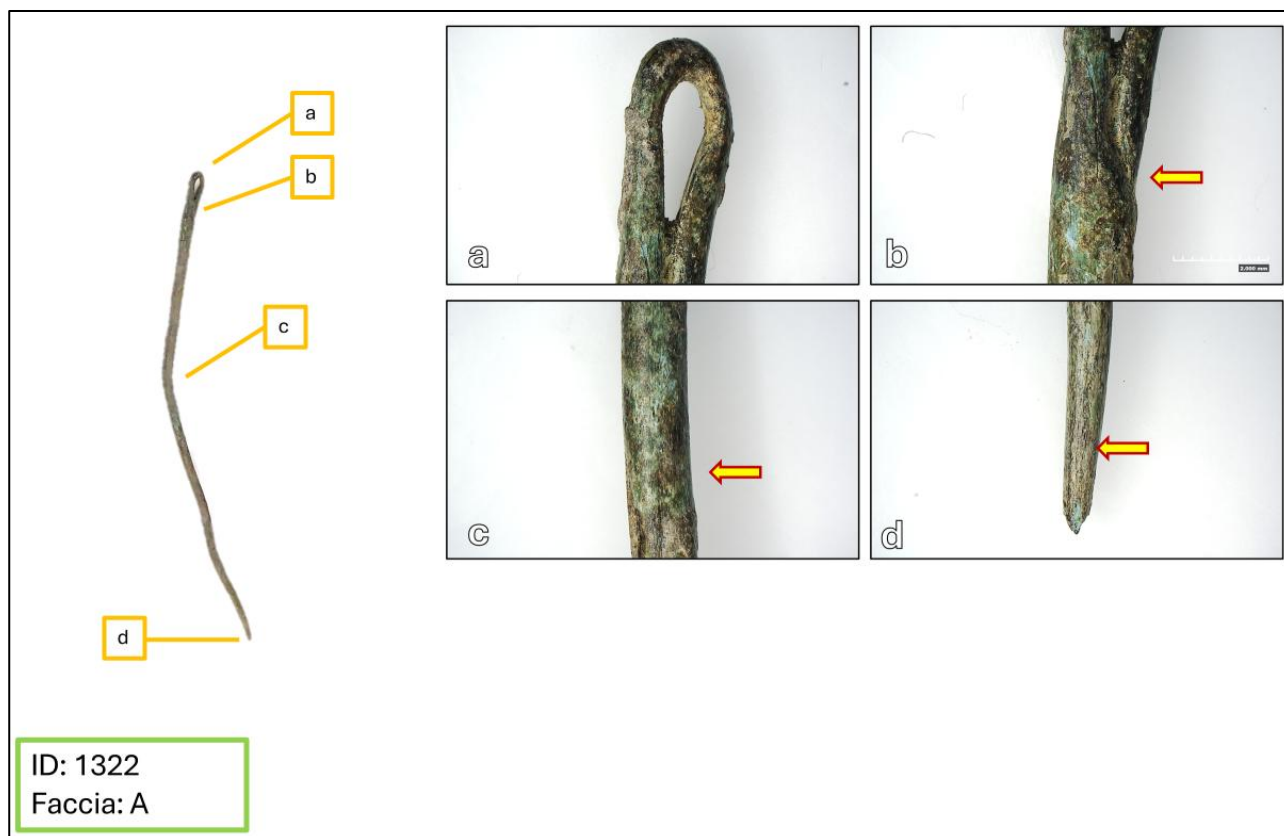


Fig. 59 Ago 1322

Questo lungo ago presenta una piegatura in corrispondenza della cruna (fig. 59 a) e si può osservare il metodo di giunzione di questa sul fusto, dove sembra inserirsi in una parte piatta e successivamente arrotondata attorno all'estremità piegata (fig. 59 b). Si osservano delle lunghe strie longitudinali su tutto il fusto (fig. 59 c) e in corrispondenza della punta (fig. 59 d).

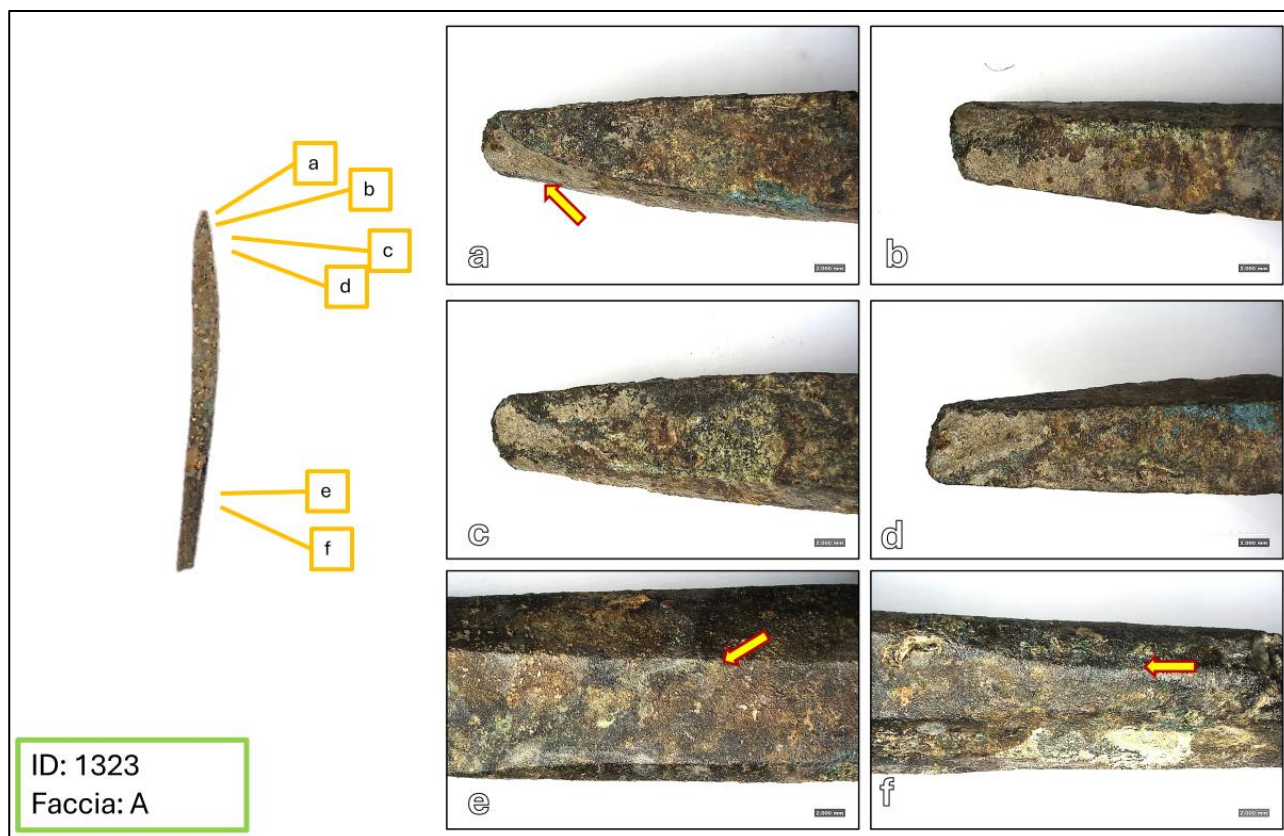


Fig. 60 Lesina 1323

Questa lesina presenta dei possibili *hammer marks* identificabili dalla morfologia netta e lucida delle sezioni sfaccettate della punta (fig. 60 a, b, c, d) e della base (fig. 60 e, f). Non sono visibili strie e ciò potrebbe indicare che la sezione quadra è stata ottenuta mediante battitura e non tramite abrasione.

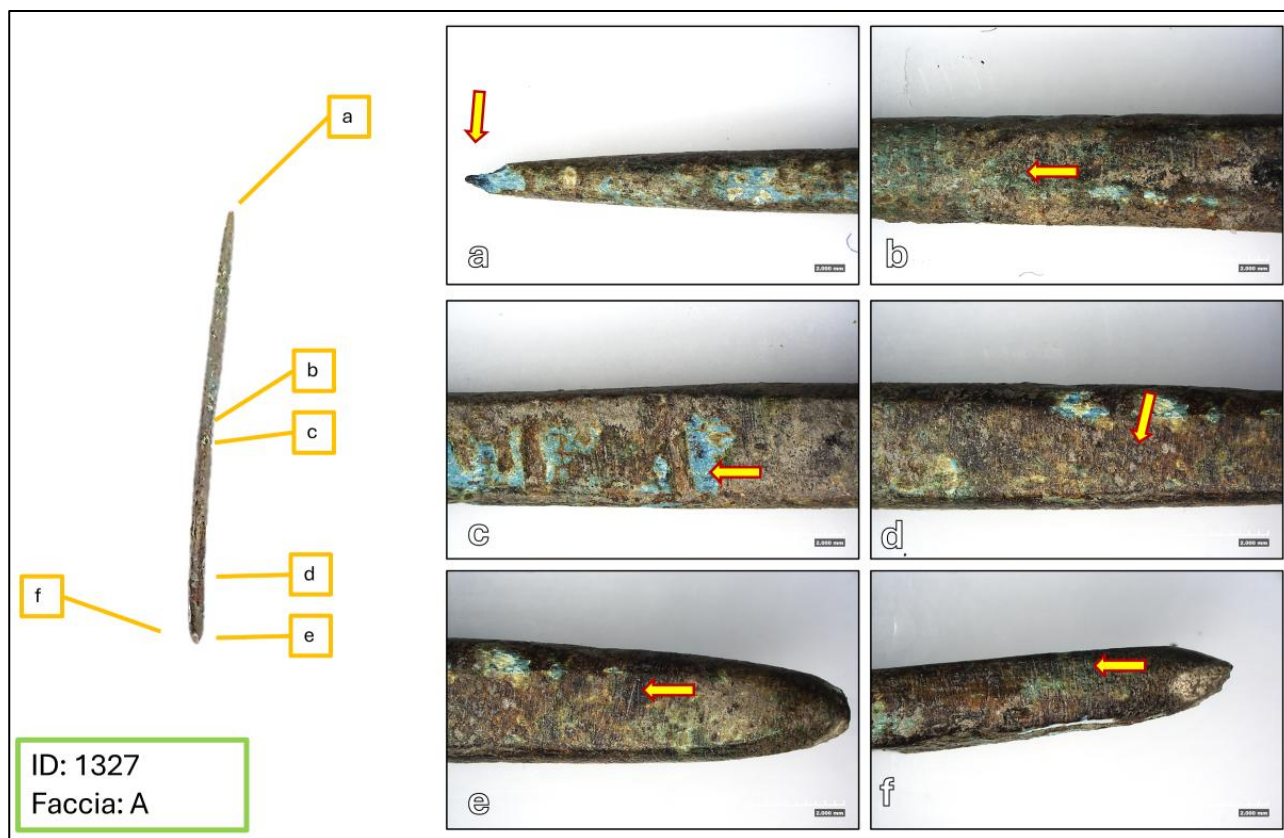


Fig. 61 Lesina 1327

Questa lesina, presenta una piccola frattura in corrispondenza della punta (fig. 61 a) causata dalla corrosione. A differenza della precedente (PRA 1323) presenta molte strie su tutta la superficie, caratterizzate da andamenti orizzontali rispetto alla lunghezza (fig. 61 b, c, d, e, f).

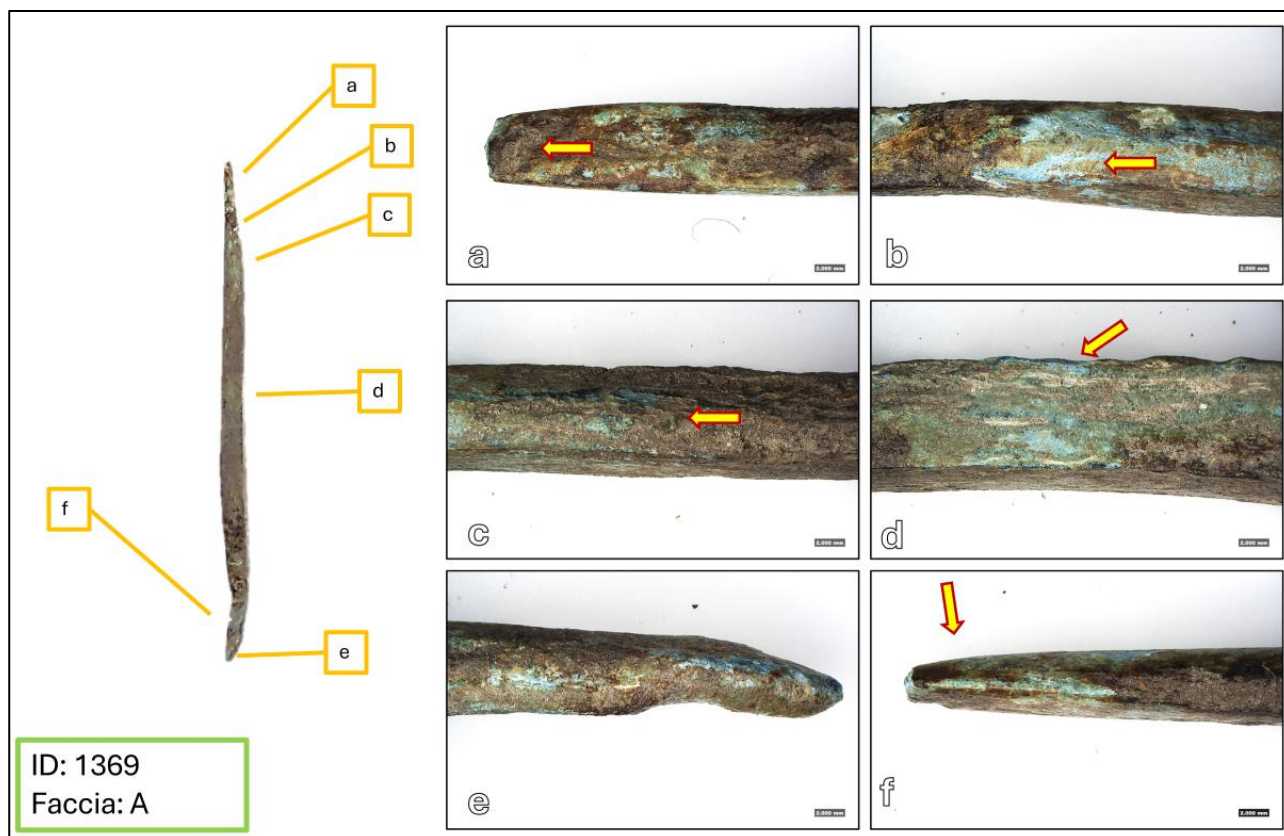


Fig. 62 Lesina 1369

Questa lesina presenta delle estremità appiattite (fig. 62 a, f) e segni di compressione (fig. 62 d) la superficie rugosa e le molte deformazioni possono suggerire la presenza di *hammer marks* (fig. 62 c, e). Sono state individuate solo alcune piccole strie di abrasione (fig. 62 b).

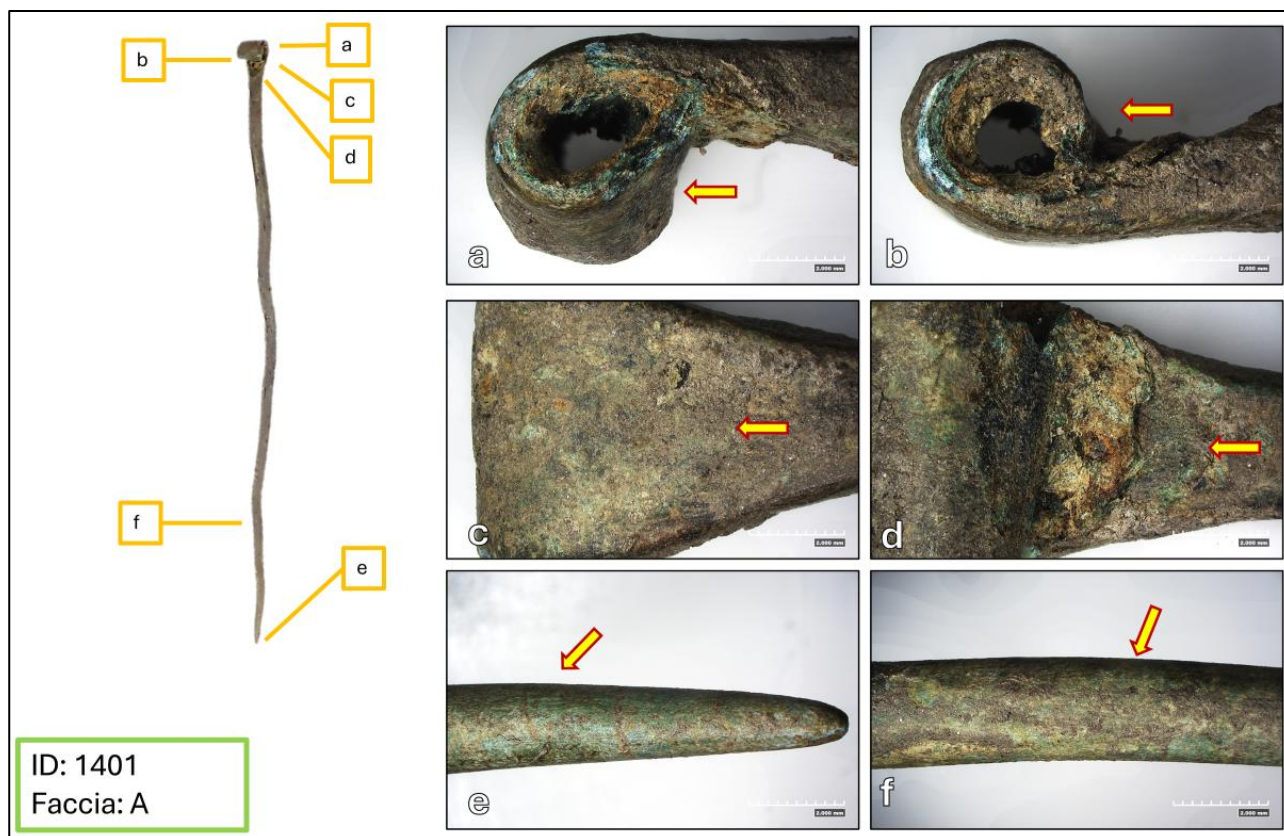


Fig. 63 Spillone 1401

Questo spillone presenta un ottimo esempio di *bending e hammer marks*; infatti, la cruna è piegata a ricciolo (fig. 63 a, b) e si nota come il filo sia stato espanso per formare la cruna (fig. 63 c, d) prima di essere piegato. Si notano alcune sottili strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 63 e, f). Il fusto è piegato sinuosamente in più direzioni: in questo caso è difficile stabilire se si tratti di piegature dovute all'uso o a eventi post-deposizionali.

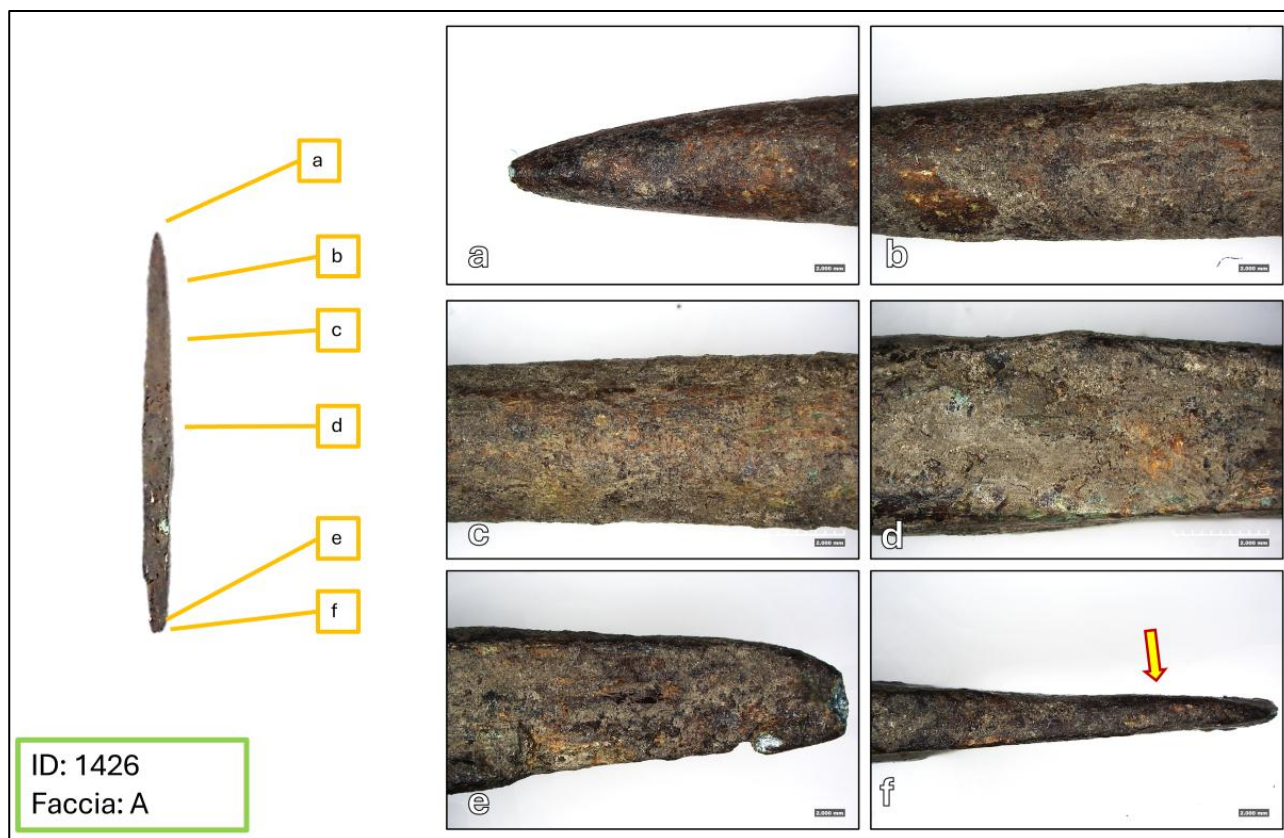


Fig. 64 Lesina 1426

La lesina presenta una superficie completamente scabra e rugosa (fig. 64 a, b, c, d, e). Si nota un appiattimento di un'estremità, probabilmente eseguito mediante martellatura (fig. 64 f). Le condizioni superficiali non consentono di stabilire con certezza la presenza di altre tracce.

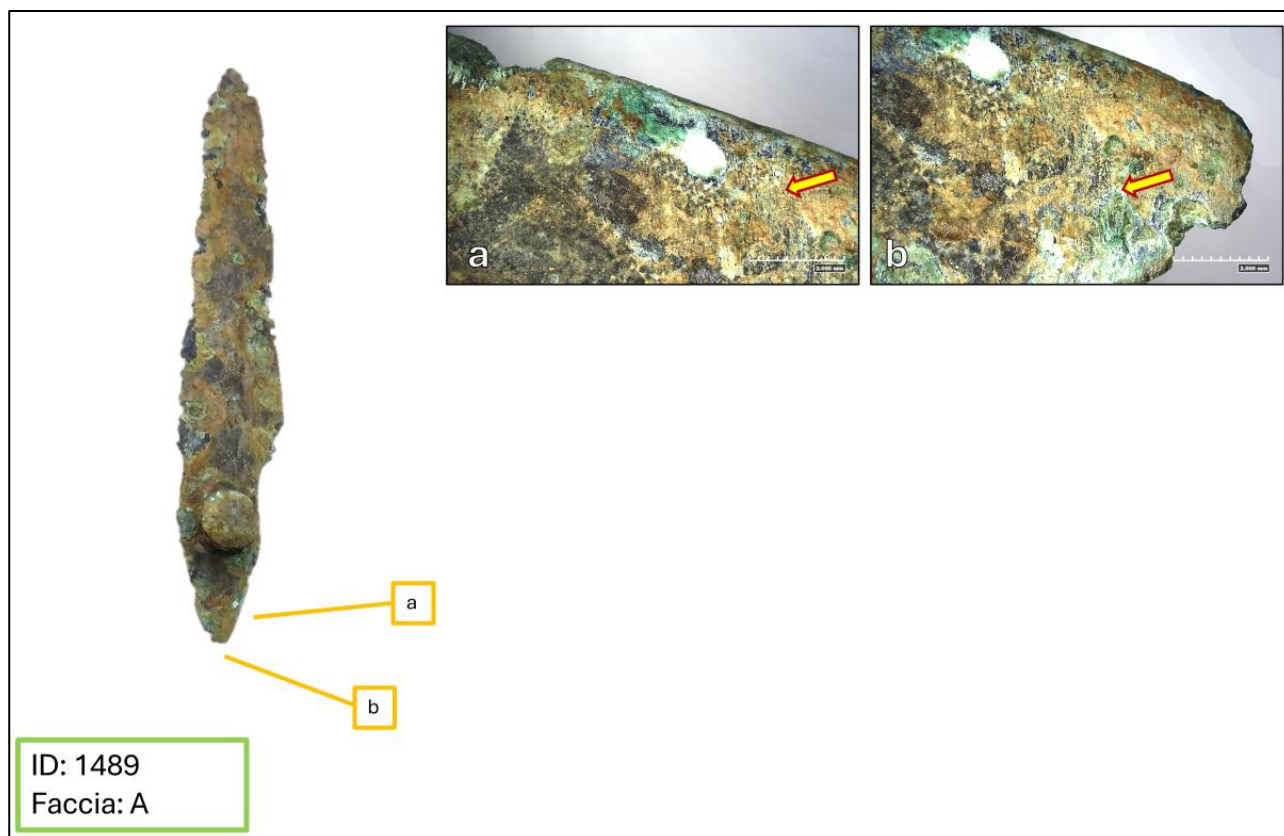


Fig. 65 Pugnale 1489 faccia A

Questo pugnale presenta una superficie completamente corrosa e i margini taglienti danneggiati dall'alterazione. Le uniche tracce visibili sono delle strie diagonali in corrispondenza della base (fig. 65 a, b) verosimilmente ricollegabili alla omogenizzazione dei margini.



Fig. 66 Pugnale 1489 faccia B

Questo pugnale presenta una superficie completamente corrosa e i margini taglienti danneggiati dall'alterazione. Le uniche tracce visibili sono delle strie diagonali e orizzontali in corrispondenza della base (fig. 66 a, b) verosimilmente ricollegabili alla omogenizzazione dei margini.



Fig. 67 Scalpello 1494

Lo scalpello presenta una notevole espansione in corrispondenza del margine funzionale (fig. 67 a) verosimilmente ottenuta mediante martellatura. Sul filo tagliente si nota una *fracture* ma è possibile che si sia verificata in seguito ad eventi post-deposizionali, considerando la forte corrosione (fig.67 b). Sul fusto si notano delle strie longitudinali (fig. 67 c) e il battente è caratterizzato da compressioni e arricciamenti (fig. 67 d) verosimilmente causati dall'uso di un mazzuolo.



Fig. 68 Spillone 1503 faccia A

Lo spillone è caratterizzato da una corrosione molto profonda e pervasiva che ha causato delle fratture in più punti. La superficie è scabra e molto annerita (fig. 68 a). Il foro è passante non ci sono bave di fusione (fig. 68 b, c) come nel caso dello spillone PRA 188. Sullo spillone non sono state individuate strie neanche in corrispondenza della punta (fig. 68 d).

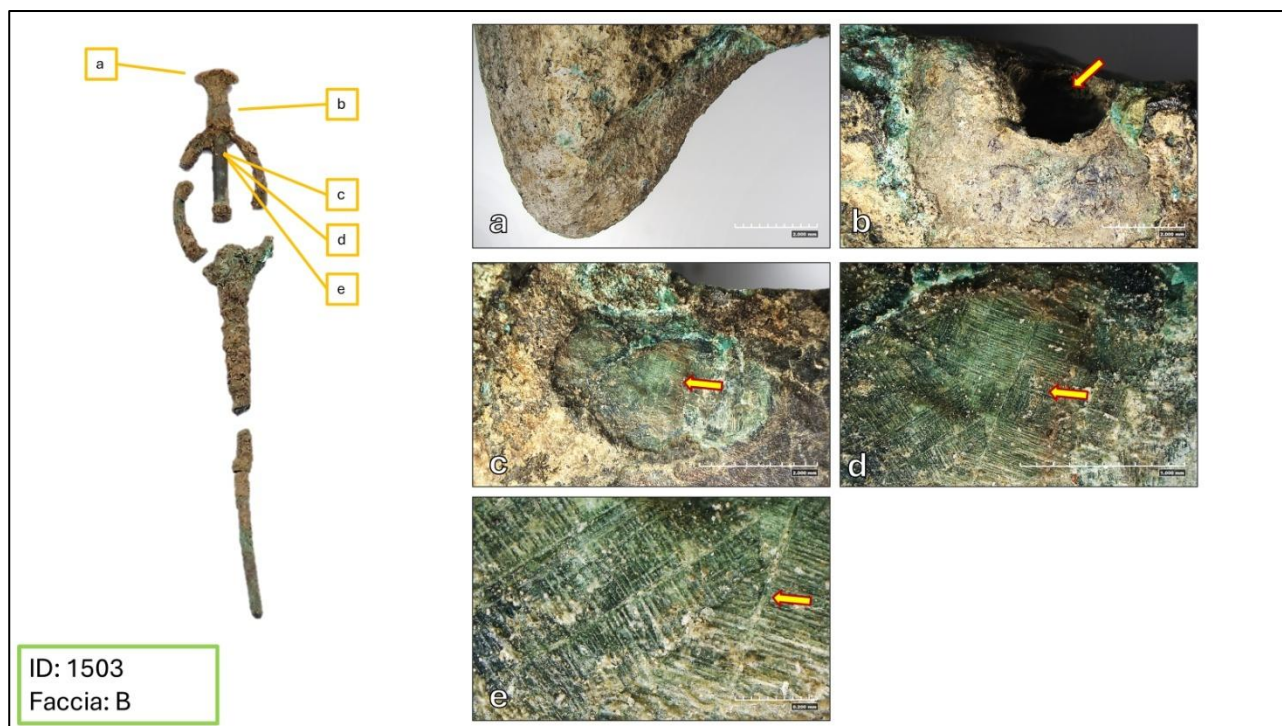


Fig. 69 Spillone 1503 faccia B

Lo spillone presenta una superficie completamente corrosa (fig. 69 a, b). È stata notata un'area dall'aspetto mineralizzato (fig. 69 c, d, e) con delle linee perpendicolari molto sottili, del tutto dissimili da *grinding marks* o qualsiasi tipo di stria individuato su altri reperti. Non è possibile dare un'interpretazione a questa traccia senza ulteriori studi e confronti.



Fig. 70 Cuspide di freccia 1518 faccia A

La cuspide di freccia presenta una *fissure* associata a una *fracture* (fig. 70 a) dove si possono osservare delle aree con degli *hammer marks* osservabili dall'immagine macroscopica. Sono visibili delle sottili strie in corrispondenza del margine tagliente (fig.70 b).

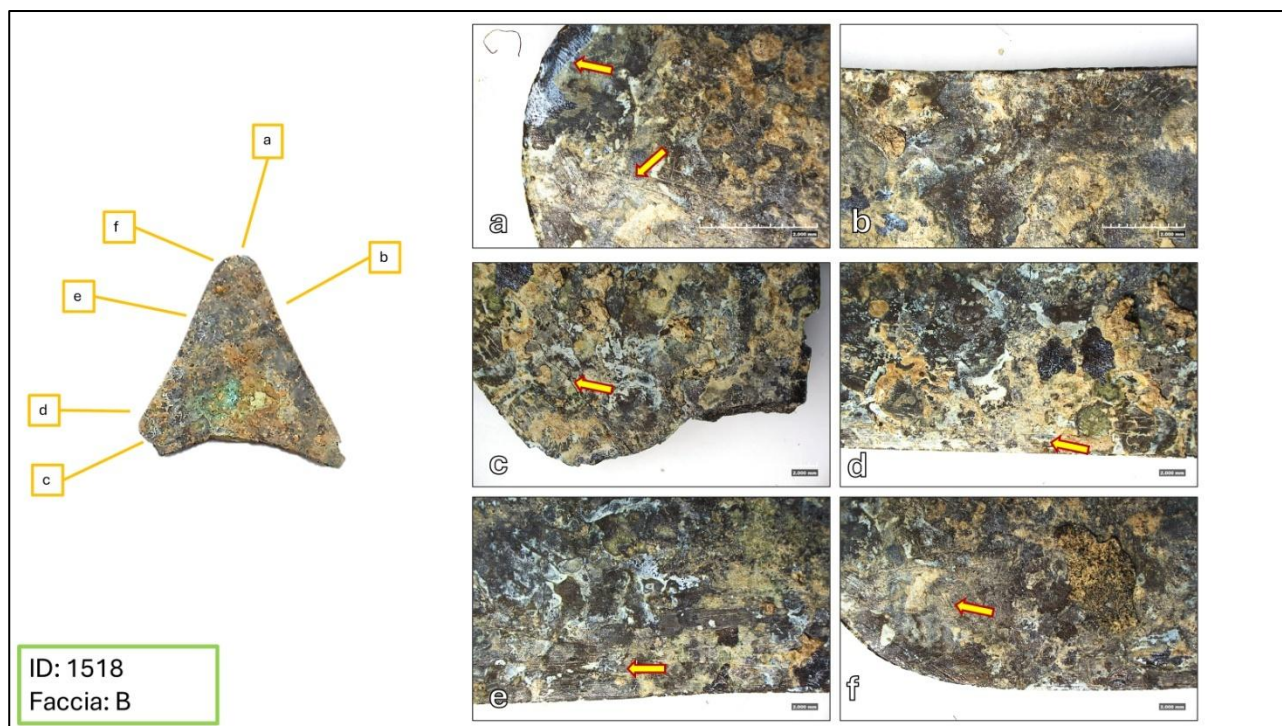


Fig. 71 cuspidi di freccia 1518 faccia B

Questo lato della cuspidi presenta molte più tracce: si possono osservare molte strie, sia sul margine, sia sul corpo della lama (fig. 71 a, b, c, d, e, f) e una sottile *fissure* in corrispondenza della frattura (fig. 71 c).

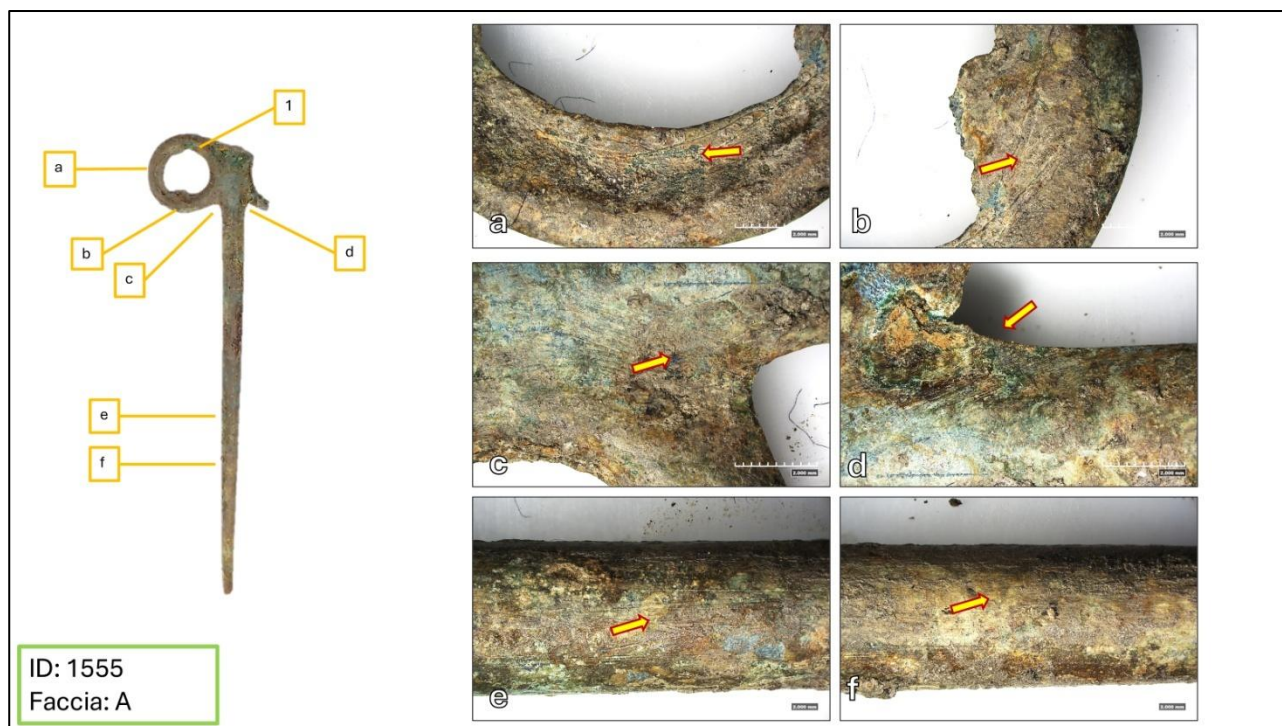


Fig. 72 Spillone 1555

Questo spillone presenta delle strie curve all'interno dell'anello in corrispondenza delle bave di fusione (fig. 72 a, b), delle strie diagonali al di sotto degli anelli (fig. 72 c, d) e longitudinali lungo tutto il fusto (fig. 72 e, f). Questo spillone mostra una grande varietà di strie ed è interessante notare la loro composizione per osservare il cambio di gestualità in funzione dell'area da abradere.

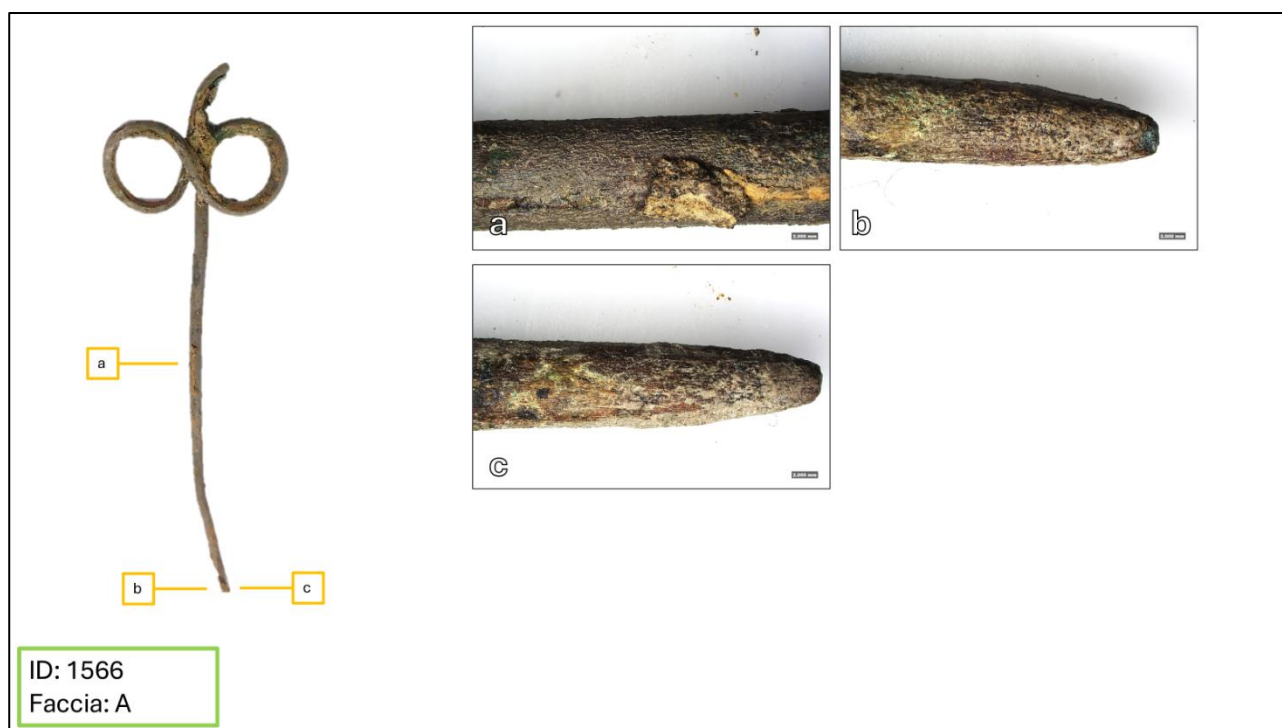


Fig. 73 Spillone 1566

Lo spillone presenta degli evidenti *bending* per poter formare gli anelli. La superficie è molto corrosa (fig. 73 a, b, c) e sono visibili solo alcune strie longitudinali lungo il fusto e la punta.

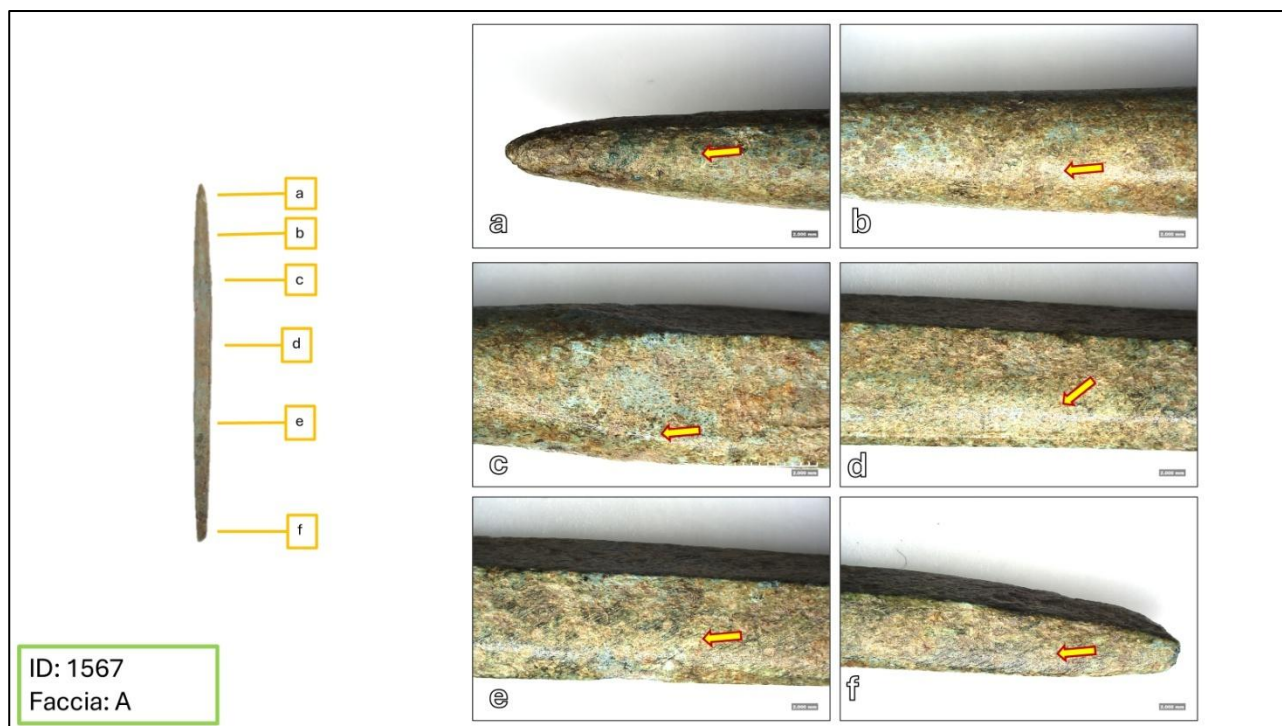


Fig. 74 Lesina 1567

La lesina presenta una notevole quantità di *grinding marks* su tutta la superficie. Si notano delle strie longitudinali nella parte a sezione tonda (fig. 74 a, b, c) per una porzione di quella a sezione quadrata (fig. 74 d) e delle strie diagonali in prossimità della punta a sezione quadrata (fig. 74 d, e, f).

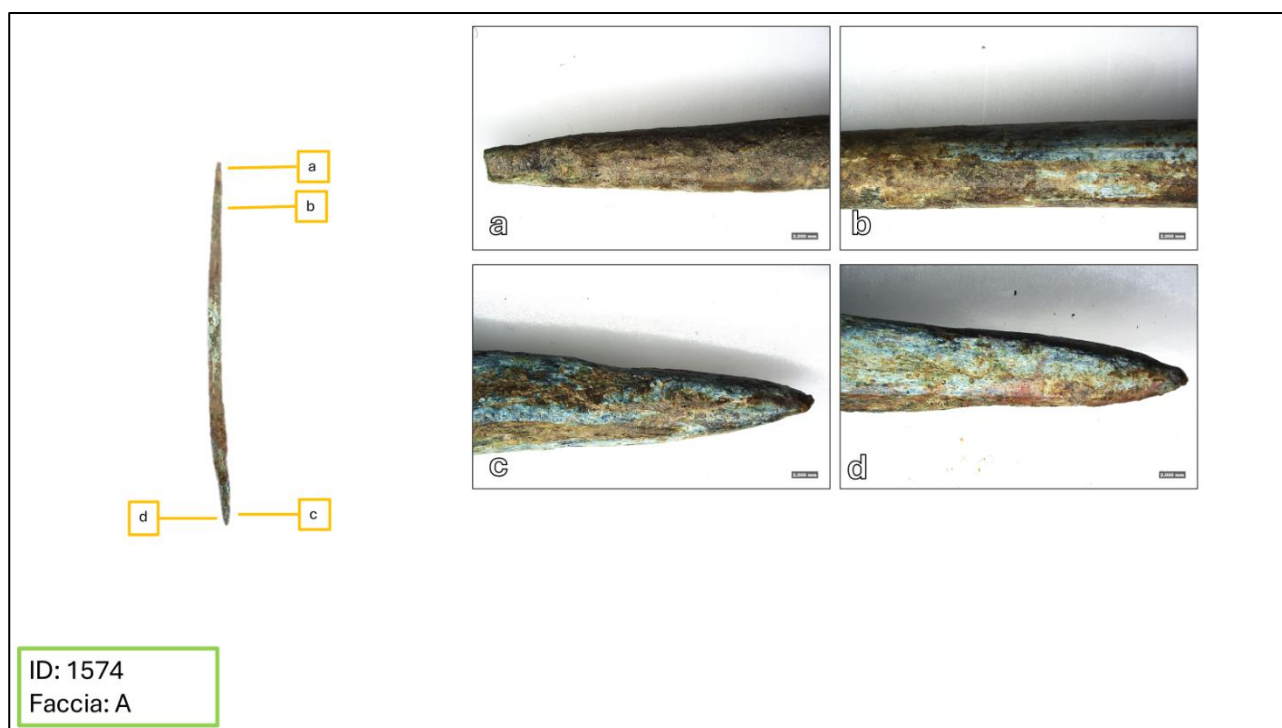


Fig. 75 Lesina 1574

Su questa lesina non sono visibili tracce, ad eccezione di un leggero *bending* lungo il fusto, probabilmente si tratta di una deformazione dovuta all'uso. Le estremità appuntite presentano delle piccole deformazioni (fig. 75 a, b, c, d) ma è difficile stabilire se si tratti di *hammer marks* o di deformazioni post-deposizionali.



Fig. 76 Lesina 1580

Questa lesina, nonostante il buono stato di conservazione, non presenta tracce diagnostiche nella sezione in prossimità della punta (fig. 76 a, b, c, d) ma si nota un *bending* all'estremità inferiore, associato ad una sezione fratturata, probabilmente si tratta di una *fracture* accidentale causata dalla piegatura (fig.76 e).

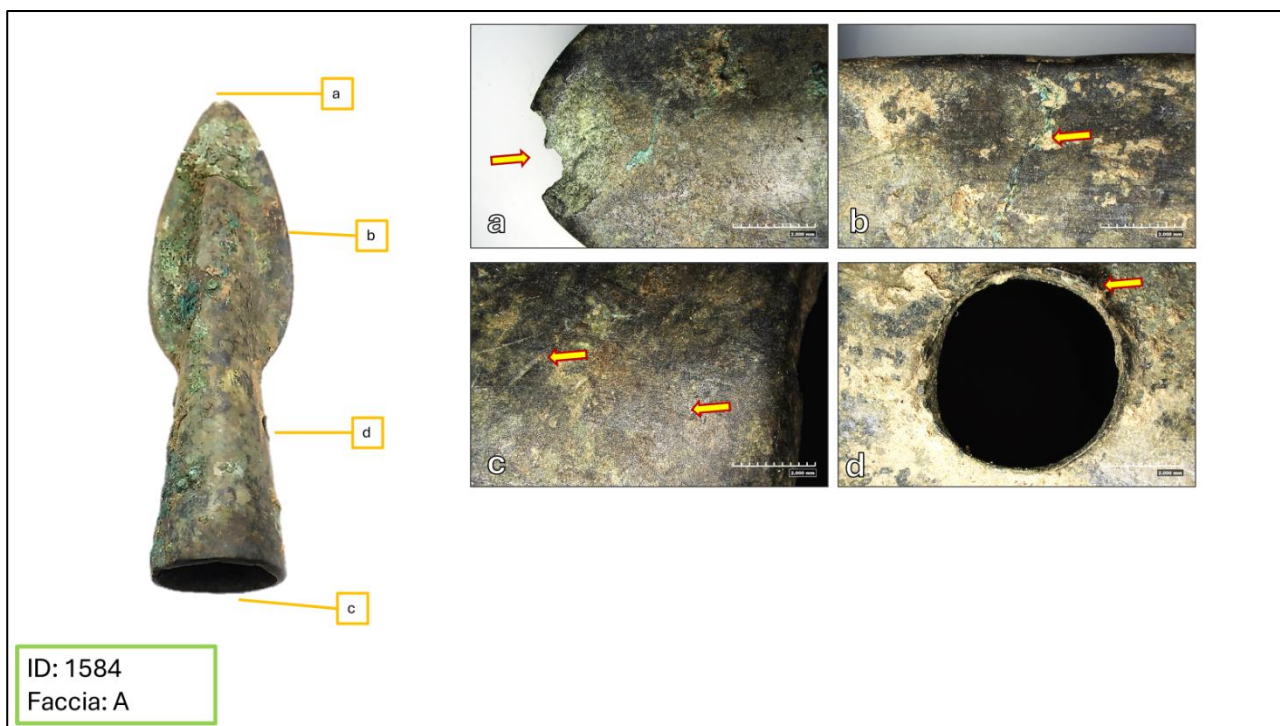


Fig. 77 Giavellotto 1584 faccia A

Il giavellotto presenta una grande varietà di tracce e presenta uno stato di conservazione ottimo. Si osserva una frattura sulla punta (fig. 77 a). In base alla composizione e all'uniformità della alterazione superficiale, potrebbe essere avvenuta durante la vita funzionale dell'oggetto, potrebbe essere interpretata come un *breakage* ma sarebbe necessario svolgere delle sperimentazioni apposite per indagare la formazione di questa traccia. Si osserva anche la presenza di una *fissure* sul margine tagliente (fig. 77 b). Il cannone è caratterizzato dalla presenza di strie isolate con andamento multidirezionale (fig. 77 c). Il foro presenta delle minute bave di fusione (fig. 77 d).

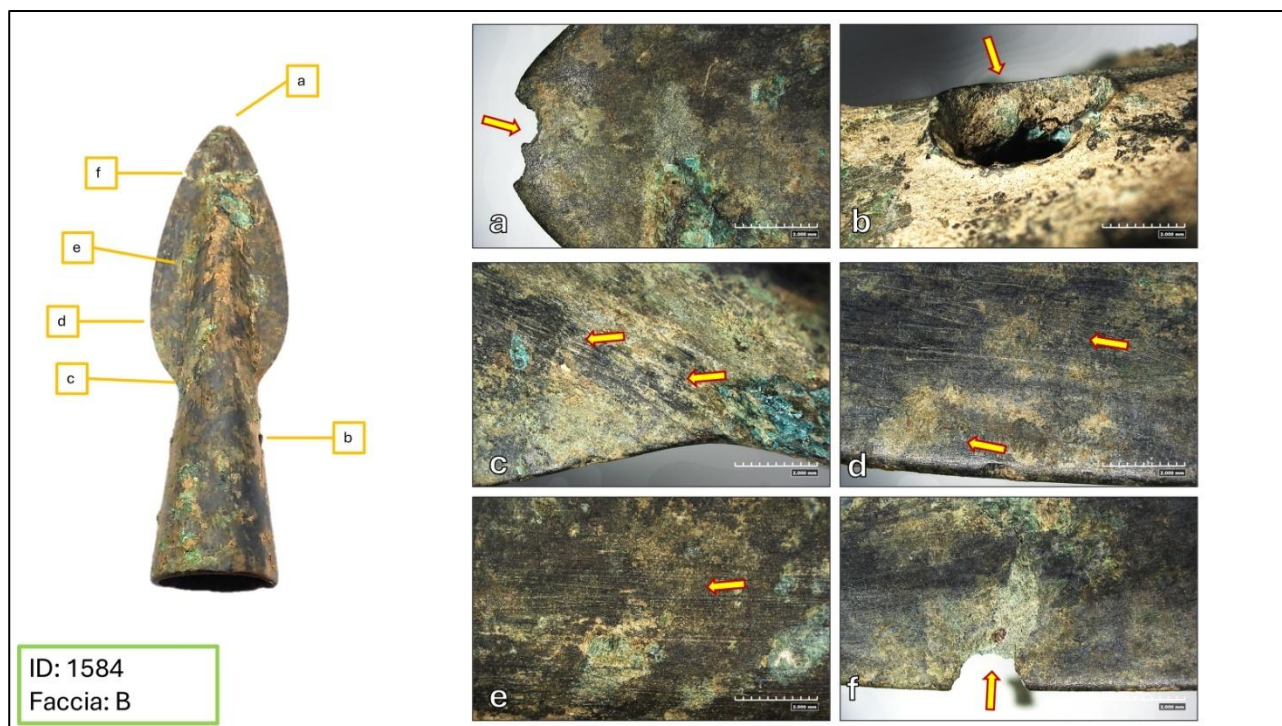


Fig. 78 Giavellotto 1584 faccia B

Si osserva anche da questo lato la frattura in corrispondenza della punta (fig. 78 a) e le protuberanze delle bave di fusione in corrispondenza del foro laterale (fig. 78 b). Si notano un numero elevato di *grinding marks* su tutta la superficie e caratterizzati da varie direzioni e composizioni, come quelli longitudinali alla base della lama (fig. 78 c, e). Sulla lama si nota un'area con delle strie longitudinali che si diradano verso il margine (fig. 78 d). Quest'area presenta degli *hammer marks* osservabili macroscopicamente dal vivo, e localizzati lungo i margini, dove si diradano le strie longitudinali, ma di difficile rappresentazione in fotografia. Si è notata anche la presenza di una *fissure* che si espande fino a divenire una *fracture* in corrispondenza del margine (fig. 78 f).

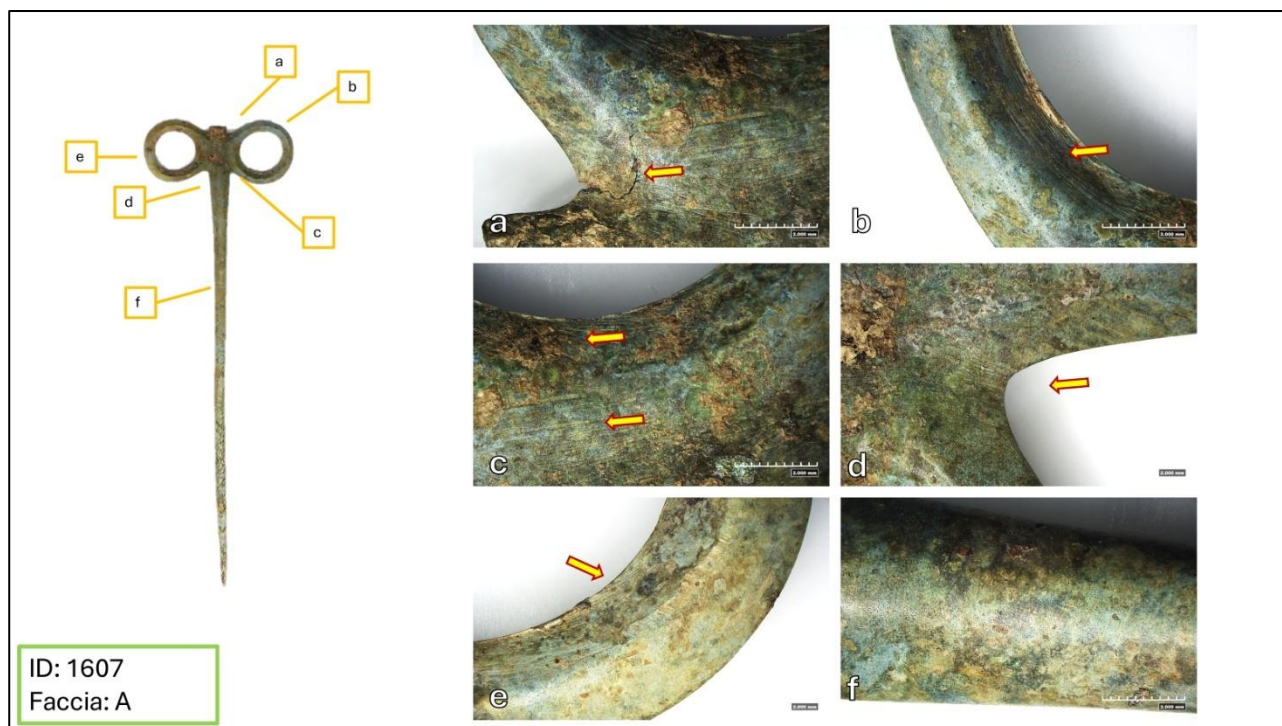


Fig. 79 Spillone 1607 faccia A

Lo spillone è caratterizzato dalla presenza di una *fissure* in prossimità della giunzione dell'anello (fig. 79 a). Si notano molti *grinding marks* su tutta la superficie dello spillone e sono caratterizzati per direzione e composizione in funzione dell'area abrasa. Si notano strie curve all'interno degli anelli (fig. 79 b, e) e longitudinali (fig. 79 c, d, f).



Fig. 80 Spillone 1607 faccia B

Si nota la presenza di una *fracture* (fig. 80 a) dove verosimilmente doveva trovarsi il terzo anello. La superficie è caratterizzata dalla presenza di molti *grinding marks* su tutta la superficie (fig. 80 b, c, d)

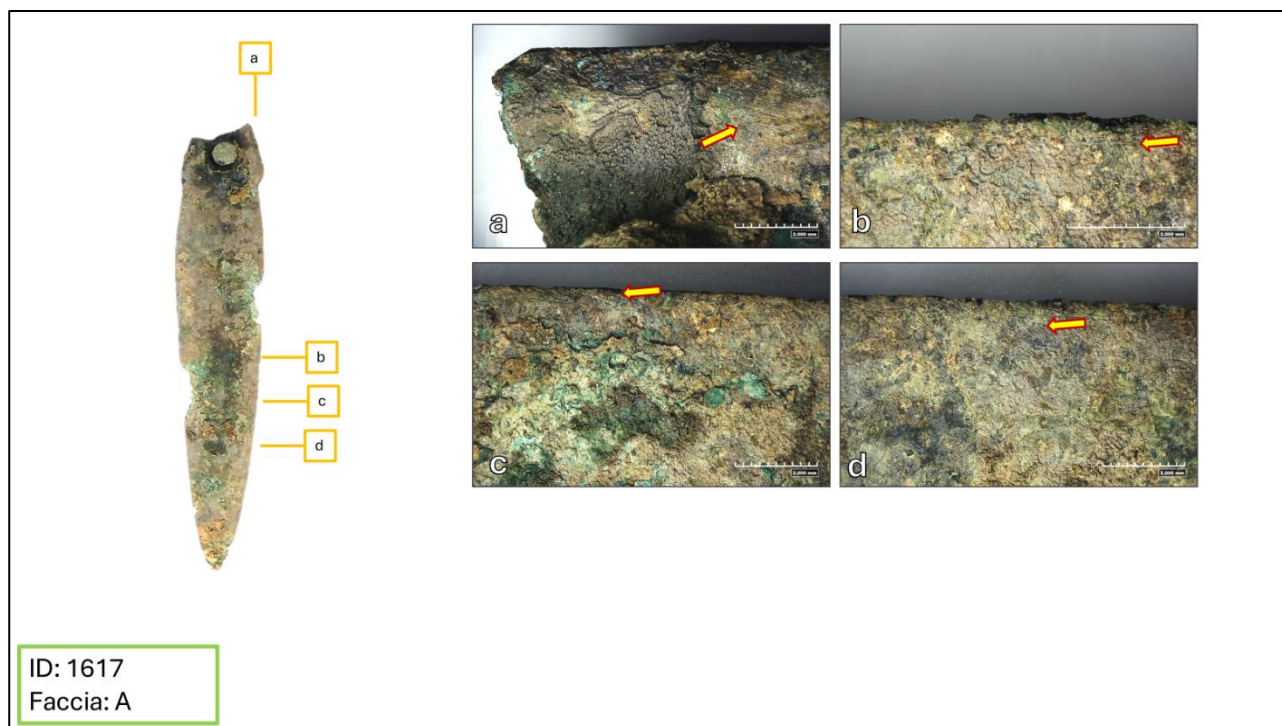


Fig. 81 Pugnale 1617 faccia A

Il pugnale presenta una superficie fortemente corrosa con un aspetto scabro e con escrescenze globose. Le uniche tracce individuate sono alcuni piccoli *grinding marks* sulla base (fig. 81 a) e sul margine tagliente composti da piccole strie diagonali (fig. 81 b, c, d). Sono presenti delle vistose fratture su entrambi i lati, ma in base all'aspetto mineralizzato della sezione, possono essere state causate alla corrosione.

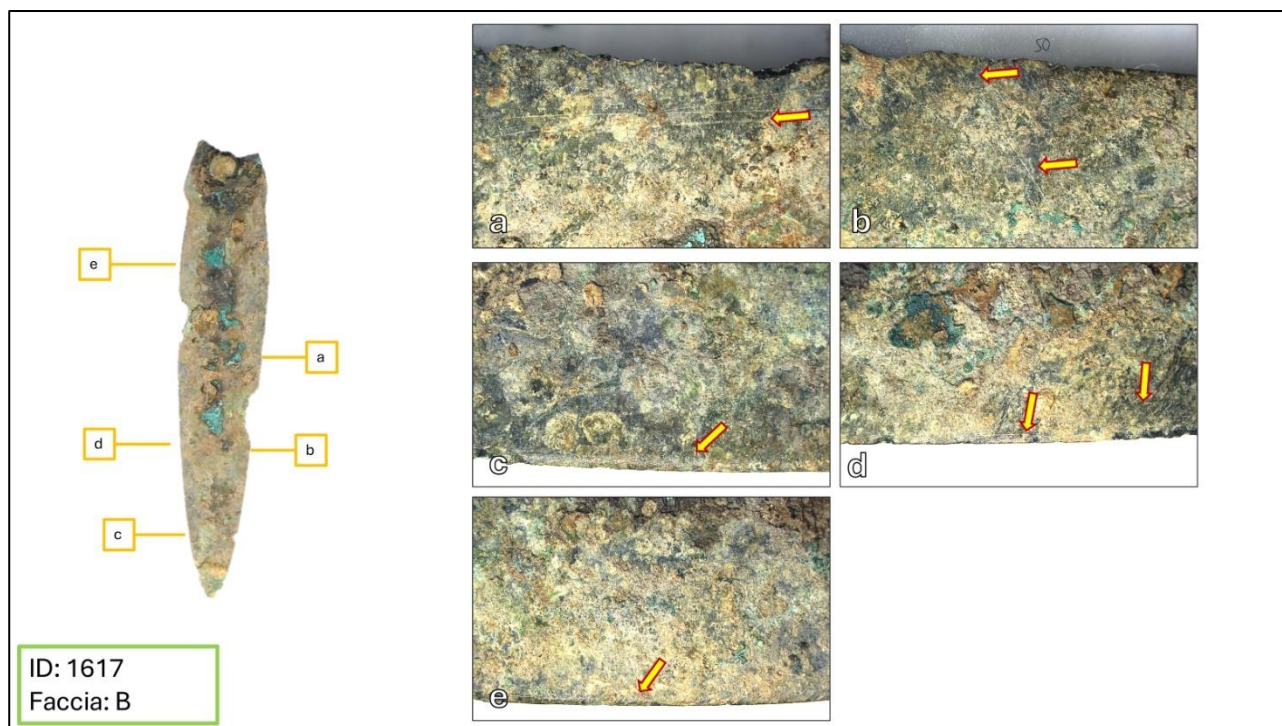


Fig. 82 Pugnale 1617 faccia B

Questo lato del pugnale è caratterizzato dalle medesime condizioni di corrosione ma sono visibili più *grinding marks*, tutti diagonali in prossimità del tagliente (fig. 82 a, b, c, d, e).

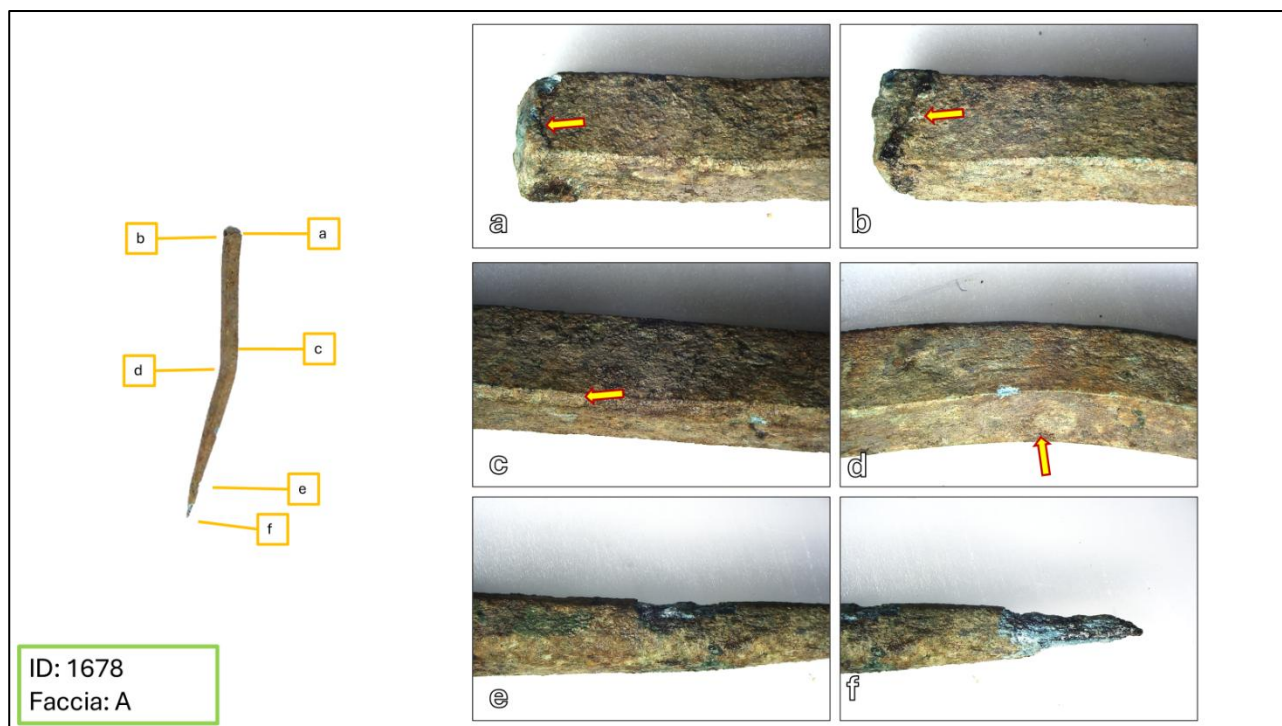


Fig. 83 Lesina 1678

La lesina presenta delle possibili compressioni sulla parte sommitali (fig. 83 a) in associazione con una *fissure* (fig. 83 b). La superficie è piuttosto scabra e si notano dei possibili *hammer marks* (fig. 83 c). È presente un vistoso *bending* nella parte mediana (fig. 83 d). La punta è completamente corrosa e in alcuni punti sembra mineralizzata (fig. 83 e, f).

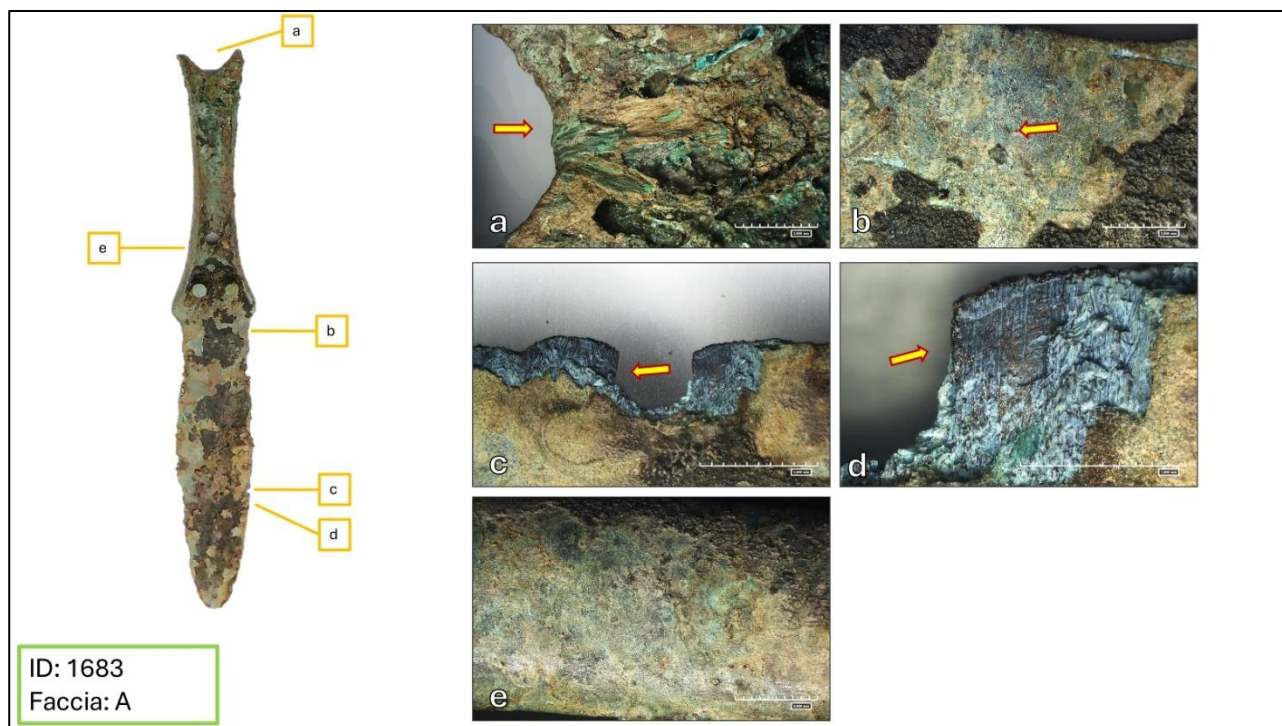


Fig. 84 Pugnale 1683 faccia A

Il pugnale si presenta molto danneggiato dalla corrosione. Si nota la presenza di alcuni possibili residui (fig. 84 a). La superficie è generalmente molto alterata (fig. 84 b, e) e i margini presentano delle vistose piegature con zone fortemente alterate (fig. 84 c) dove si notano delle strie al di sotto della corrosione (fig. 84 d).

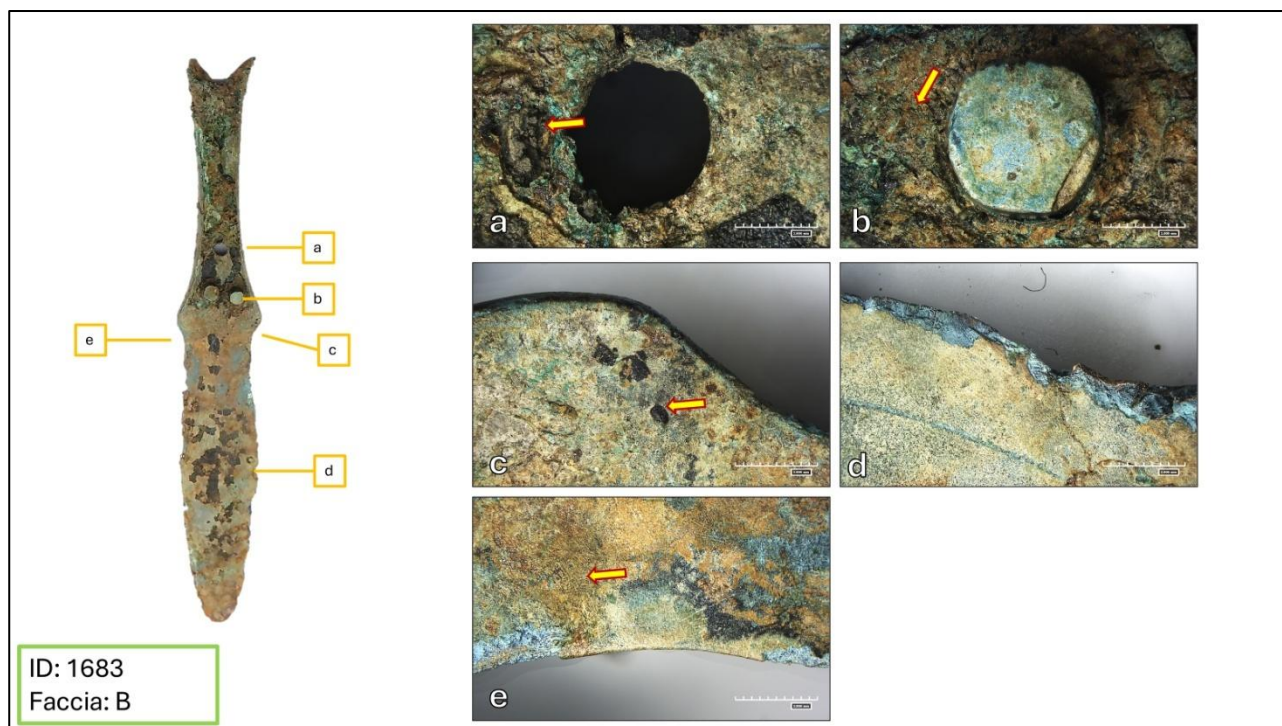


Fig. 85 Pugnale 1683 faccia B

IL pugnale presenta molti residui concrezionati nella parte del manico e in prossimità dei ribattini (fig. 85 a, b), sono stati notati anche dei frammenti di carbone (fig. 85 c). In generale il pugnale presenta una superficie molto alterata e con zone mineralizzate, soprattutto in prossimità dei margini taglienti (fig. 85 d, e).

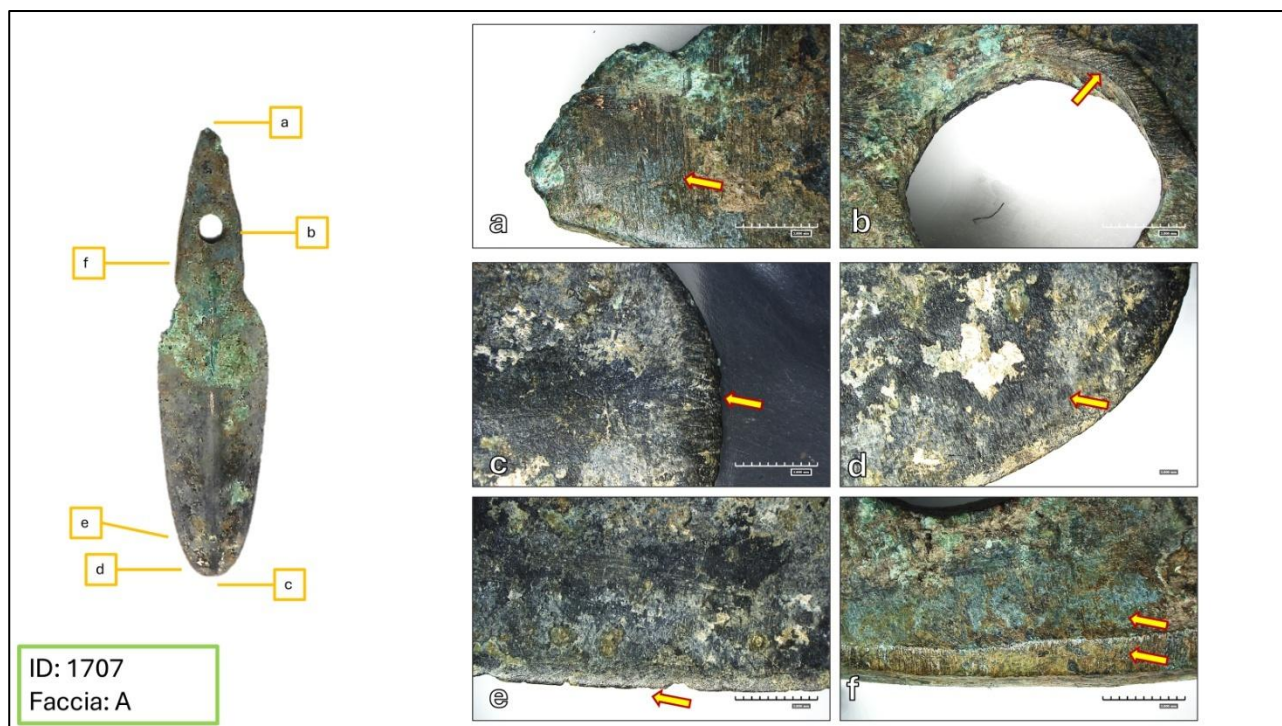


Fig. 86 Pugnale 1707 faccia A

Questo pugnale è uno dei più ricchi di tracce tra tutti i reperti. Si notano una grande quantità e varietà di *grinding marks* caratterizzati da varie composizioni e direzioni. Si osservano delle strie orizzontali sull'estremità del codolo (fig. 86 a), corte strie attorno al foro, per rimuovere le bave di fusione (fig. 86 b), molte strie sorte, orizzontali e diagonali in prossimità del margine tagliente (fig. 86 c, d, e) e strie molto fitte per regolarizzare i margini e gli angoli del codolo (fig. 86 f). Si notano anche dei piccoli distacchi lungo i margini taglienti (fig. 86 e).

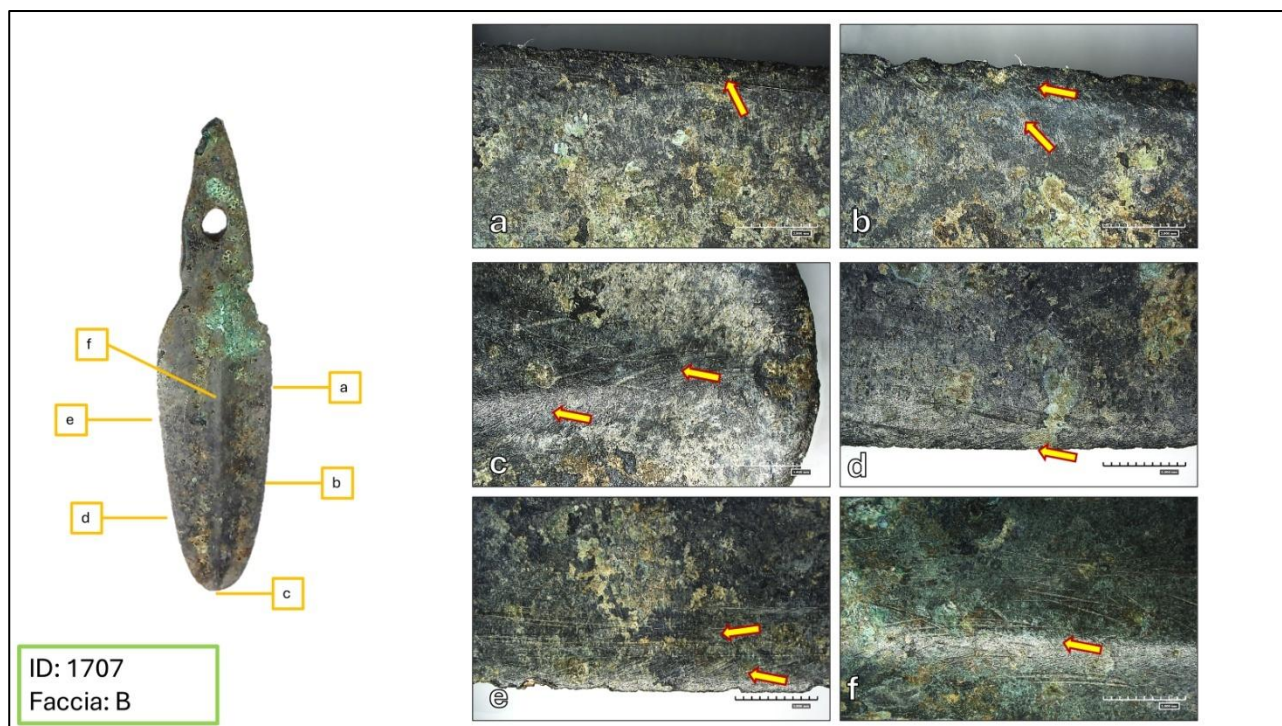


Fig. 87 Pugnale 1707 faccia B

Il pugnale presenta lo stesso tipo di tracce anche da questo lato, principalmente *grinding marks* (fig. 87 a, b, c, d, e, f) che si alternano in varie direzioni.

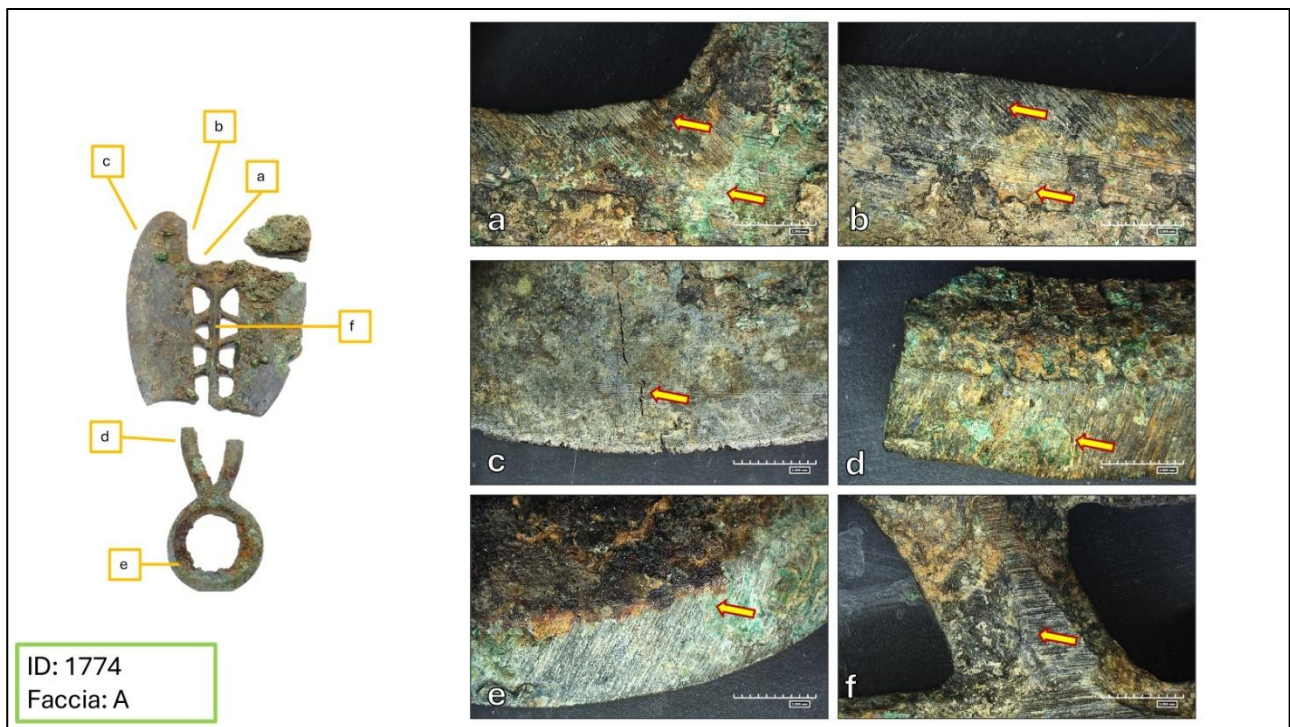


Fig. 88 Rasoio 1774 faccia A

Il rasoio presenta una grande quantità di tracce, tra cui molti *grinding marks* distribuiti sulla la superficie caratterizzati da varie composizioni e direzioni. Si osservano delle strie corte e diagonali sul dorso della lama per regolarizzare il margine (fig. 88 a, b), sul manico (fig. 88 d), sull'anello (fig. 88 e) e sulle aste della finestratura (fig. 88 f). Il bordo della lama è ricco di *hammer marks* caratterizzati da una sfumatura delle strie longitudinali verso il margine. Sono particolarmente visibili ad occhio nudo per la loro lucentezza che contrasta con l'opacità delle zone abrasi. Si è osservata una lunga *fissure* sull'estremità della lama (fig. 88 c).

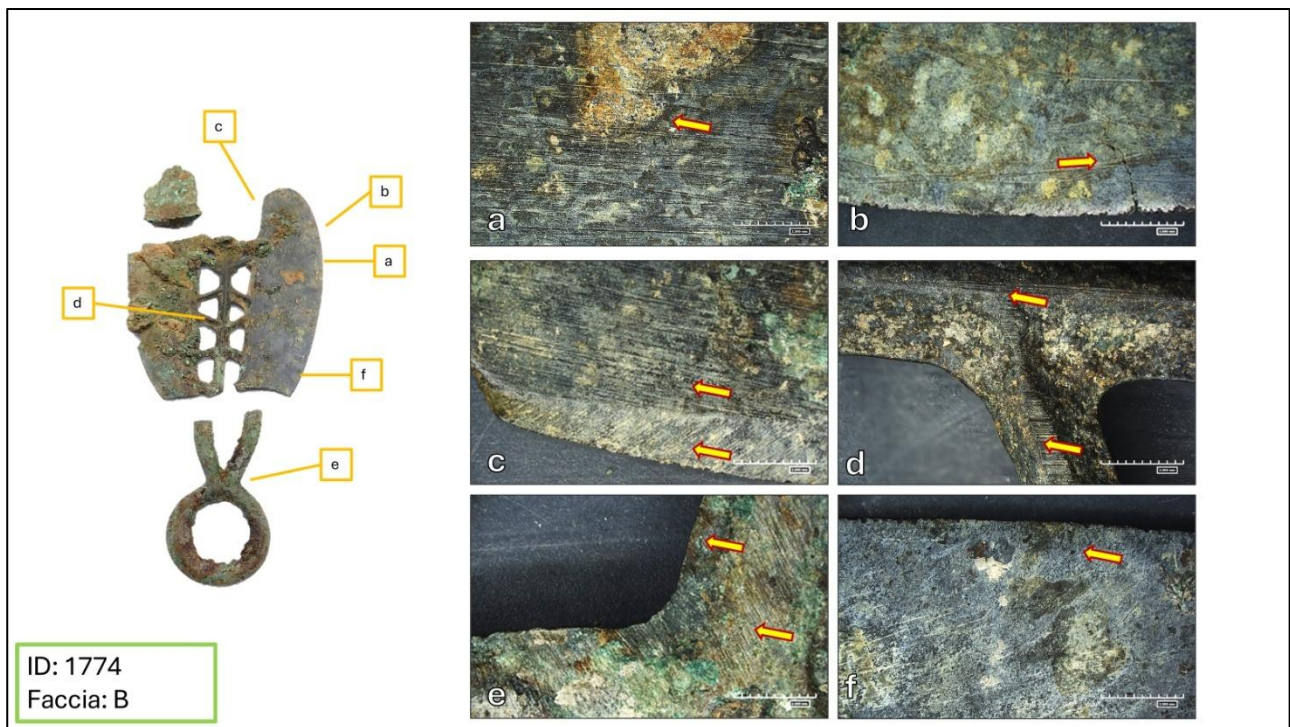


Fig. 89 Rasoio 1774 faccia B

Il rasoio presenta una grande quantità di tracce, tra cui molti *grinding marks* distribuiti sulla la superficie caratterizzati da varie composizioni e direzioni. In particolare, si possono osservare delle lunghe strie longitudinali (fig. 89 a), il cambio di direzione sul margine della lama (fig. 89 c) e sulle aste della finestratura (fig. 89 d, e). Sono presenti delle sottili strie corte sul margine tagliente (fig. 89 f) e una profonda *fissure* (fig. 89 b).

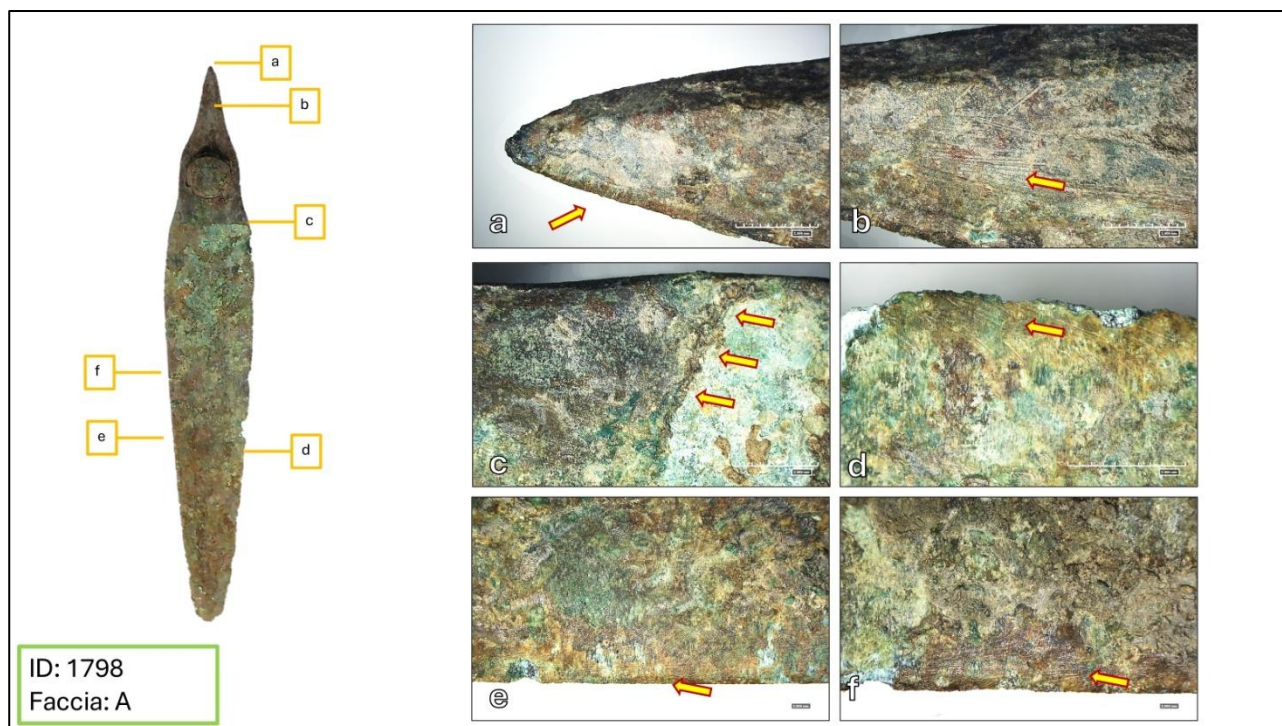


Fig. 90 Pugnale 1798 faccia A

Questo pugnale presenta delle strie di abrasione corte e orizzontali sulla sezione del codolo e longitudinali sulla parte centrale (fig. 90 a, b). È ben visibile una *differential alteration* caratterizzata da una netta separazione tra l'area bruna e l'area più chiara, verosimilmente composta da residui di immanicatura (fig.90 c). Sono visibili corte strie diagonali lungo i margini (fig. 90 e, f).

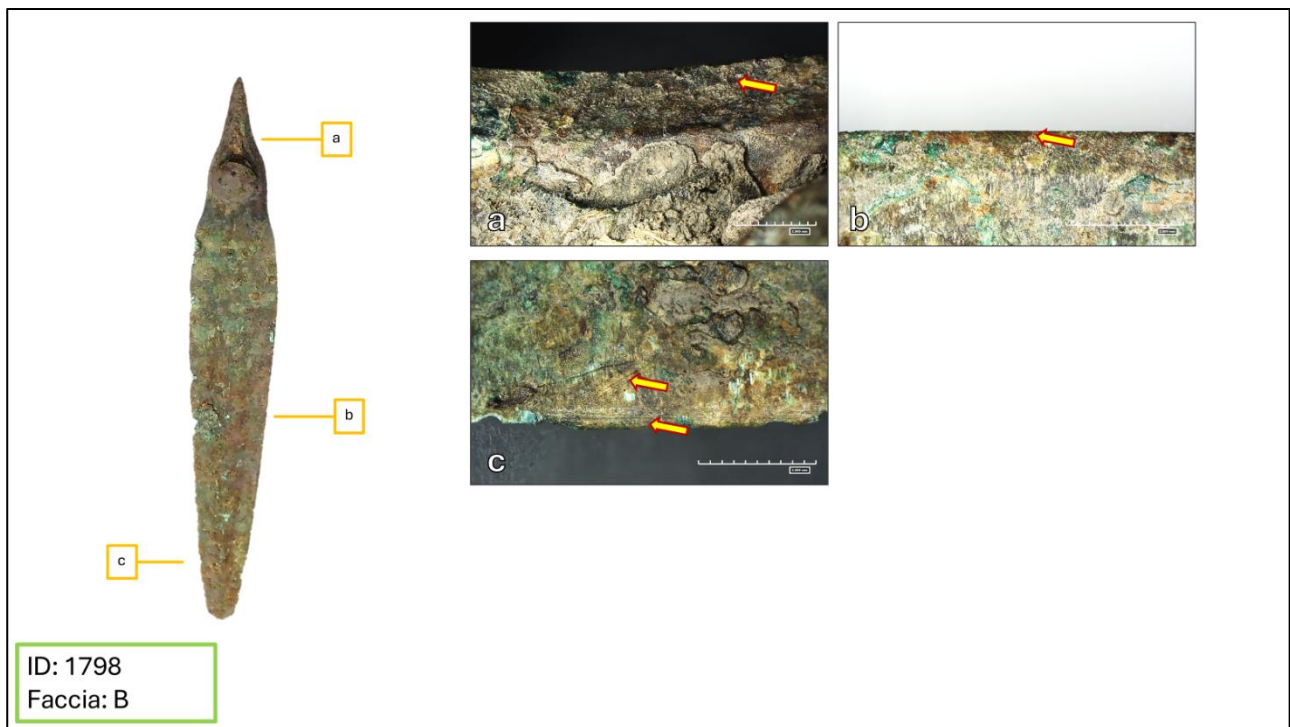


Fig. 91 Pugnale 1798 faccia B

Sul codolo è possibile osservare una piccola bava di fusione caratterizzata da una concavità molto scabra (fig. 91 a). Le uniche tracce individuate sono pertinenti a *grinding marks* sul margine tagliente (fig. 91 b, c). Sono presenti alcuni distacchi lungo la lama ma considerando lo stato di conservazione, potrebbero essere dovuti al danneggiamento causato dall'alterazione superficiale.



Fig. 92 Spillone 1799 faccia A

Questo spillone presenta delle fratture e uno strato di corrosione coprente (fig. 92 a, b, c, d) e non sono identificabili altre tracce.



Fig. 93 Spillone 1799 faccia B

Questo spillone presenta delle fratture e uno strato di corrosione coprente (fig. 92 a, b, c, d) e non sono identificabili altre tracce.

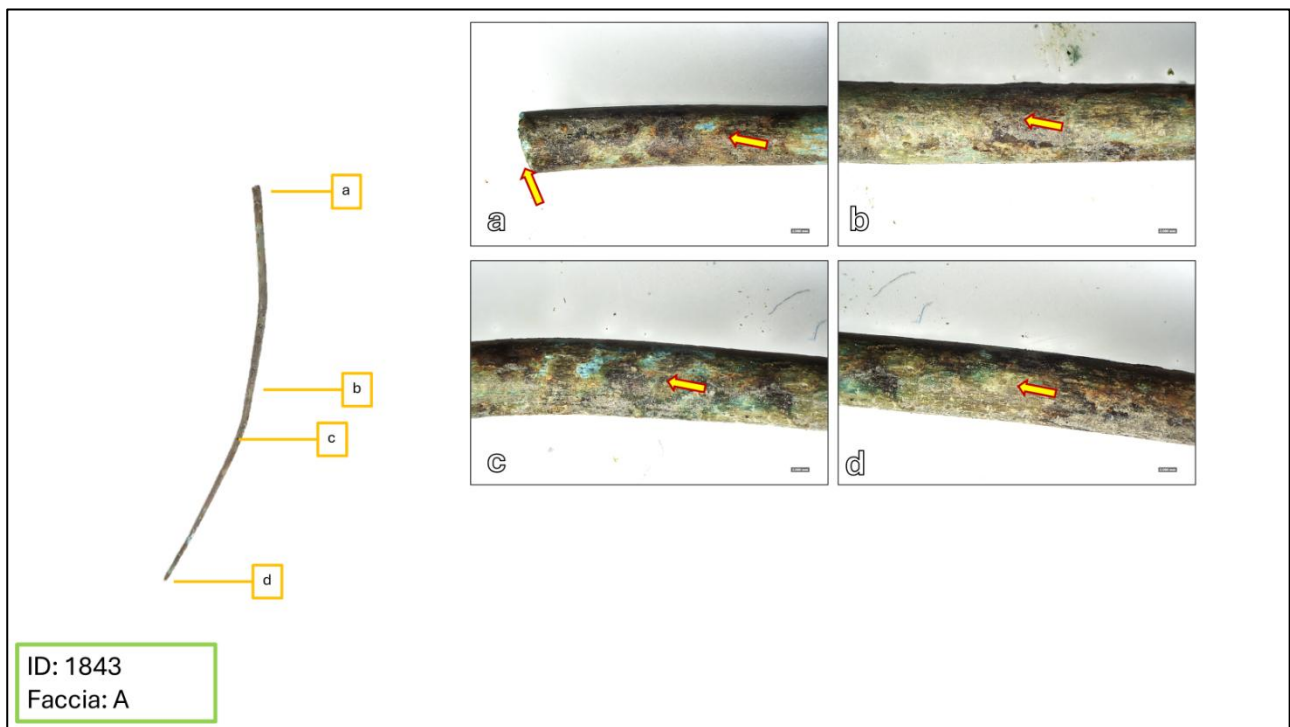


Fig. 94 Spillone 1843

Su questo spillone si può osservare una frattura (fig. 94 a) e strie longitudinali distribuite su tutta la superficie (fig. 94 a, b, c, d).

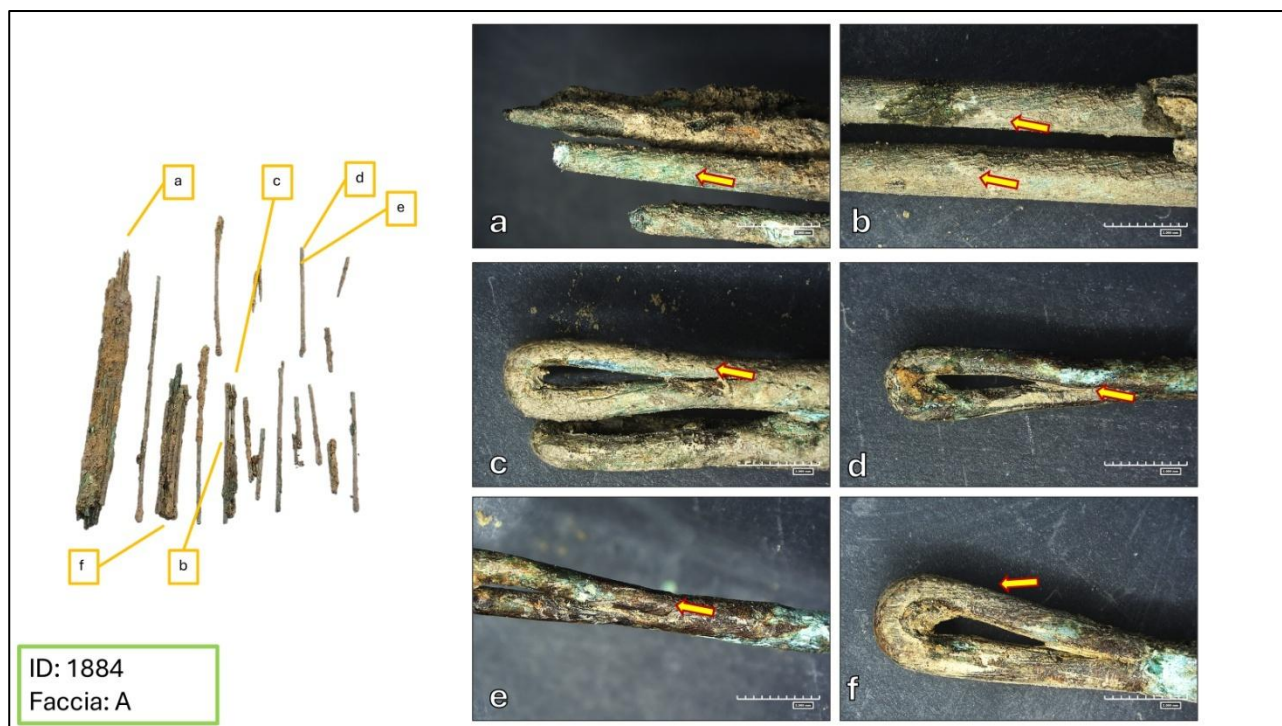


Fig. 95 Aghi 1884

Questa concentrazione di aghi è caratterizzata da una grande uniformità morfologica e traceologica. Si possono osservare le strie diagonali che si estendono sui fusti (fig. 95 a, b) e sulle crune, dove si osservano dei *bending* per formare la cruna (fig. 95 c, d, e, f).

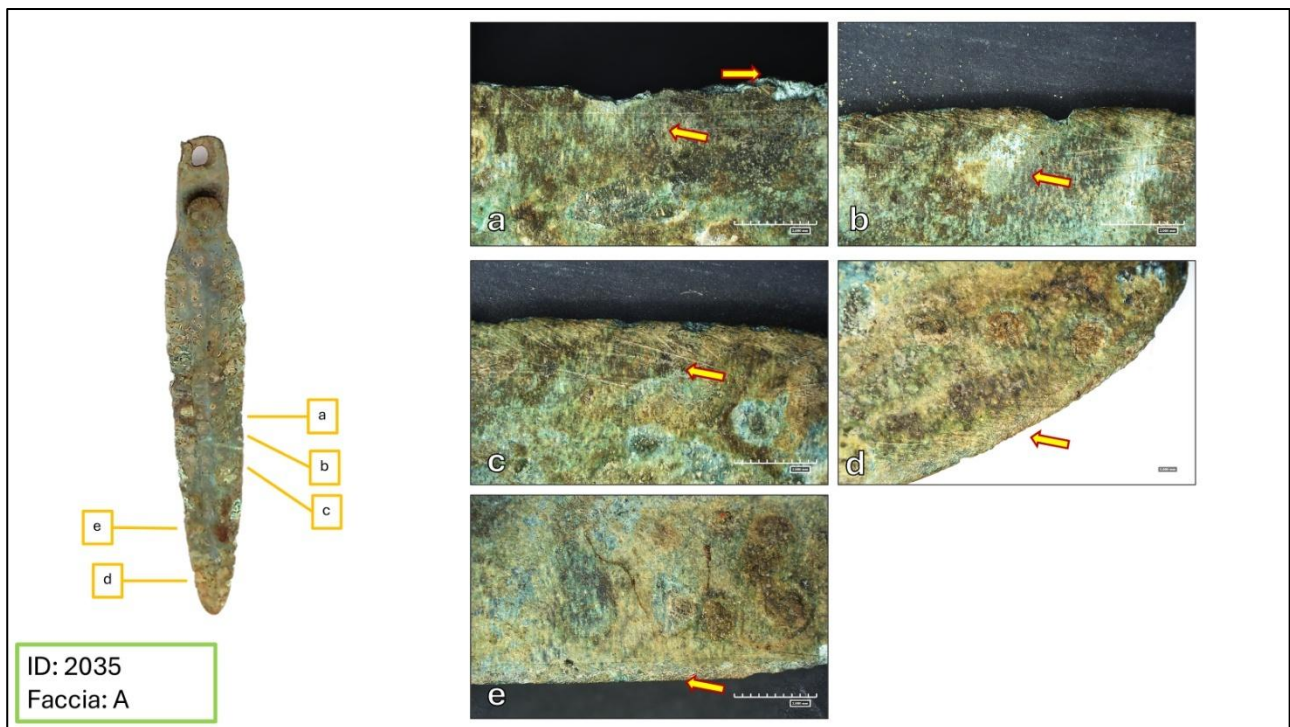


Fig. 96 Pugnale 2035 faccia A

Questo pugnale presenta alcuni *grinding marks* concentrati principalmente sui margini taglienti caratterizzati da strie corte e diagonali (fig. 96 a, b, c, d, e). I margini sono generalmente danneggiati dalla corrosione (fig. 96 a).

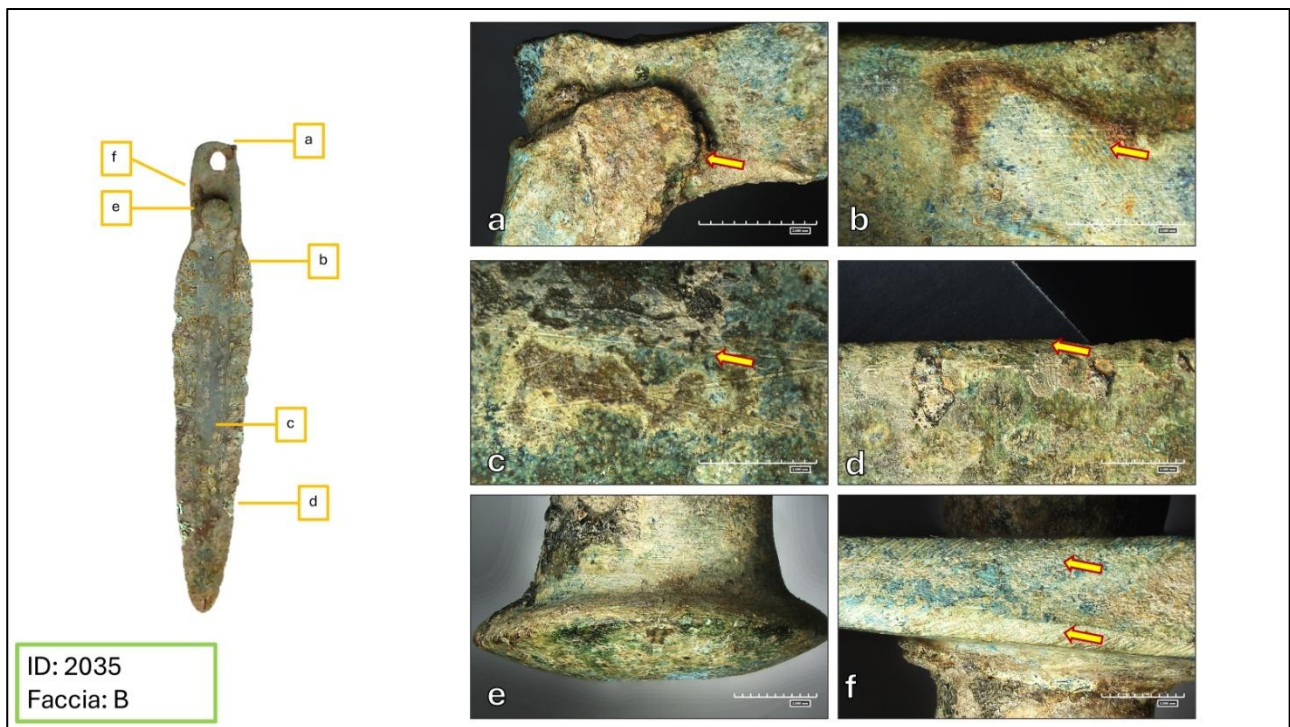


Fig. 97 Pugnale 2035 faccia B

Da questo lato si osserva un *bending* sul codolo volto a chiudere il secondo foro (fig. 97 a). Presenta alcuni *grinding marks* concentrati principalmente sui margini taglienti (fig. 97 b, c, d) caratterizzati da strie corte e diagonali e sul margine del codolo (fig. 97 f).



Fig. 98 Pugnale 2037 faccia A

Questo pugnale presenta un piccolo *notch* rotondo sul filo tagliente (fig. 98 a), alcune strie longitudinali (fig. 98 b) e delle concrezioni fibrose, forse parte dell'immanicatura (fig.98 c).



Fig. 99 Pugnale 2037 faccia B

Si osservano delle fratture sulla base (fig. 99 a) alcune strie diagonali sul margine tagliente (fig.99 b) un *notch* (fig. 99 c) e una *indentation* caratterizzata dalla formazione di un margine arrotondato (fig. 99 d, e).

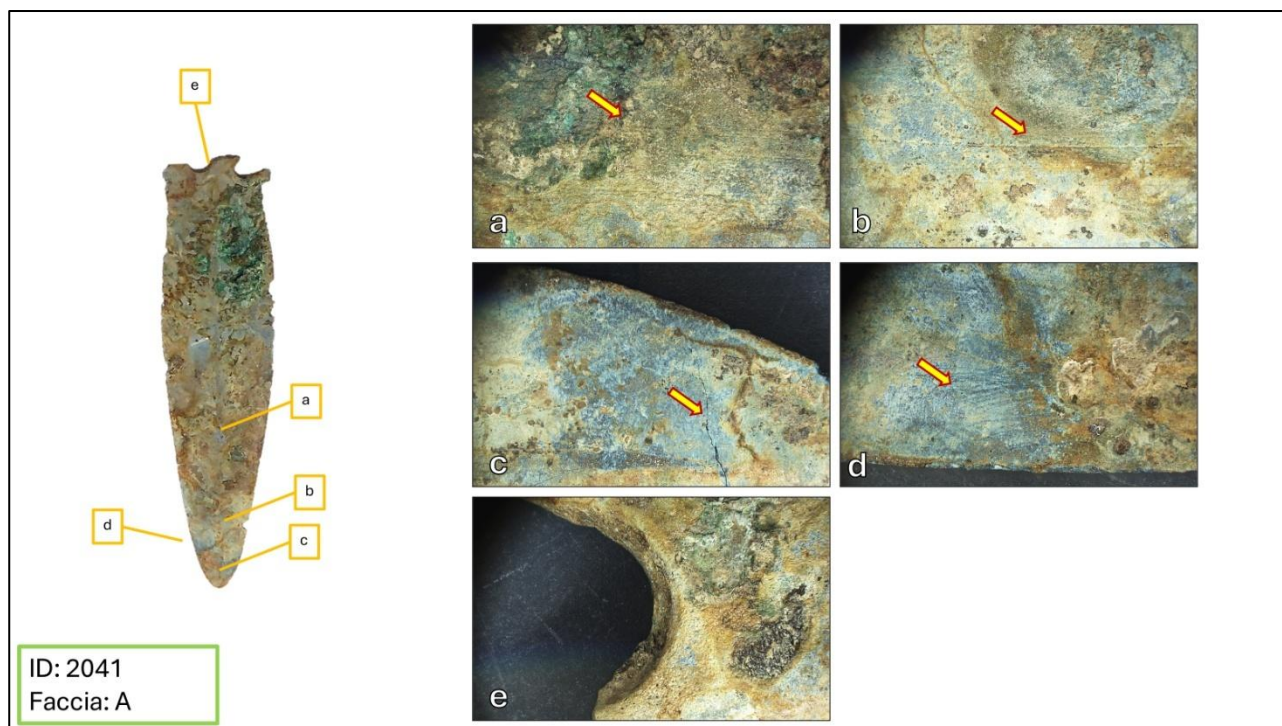


Fig. 100 Pugnale 2041

Questo pugnale ha una corrosione coprente e consente di osservare solo alcune strie (fig. 100 a, b, d) e si nota la presenza di una *fissure* in prossimità della punta (fig. 100 c).

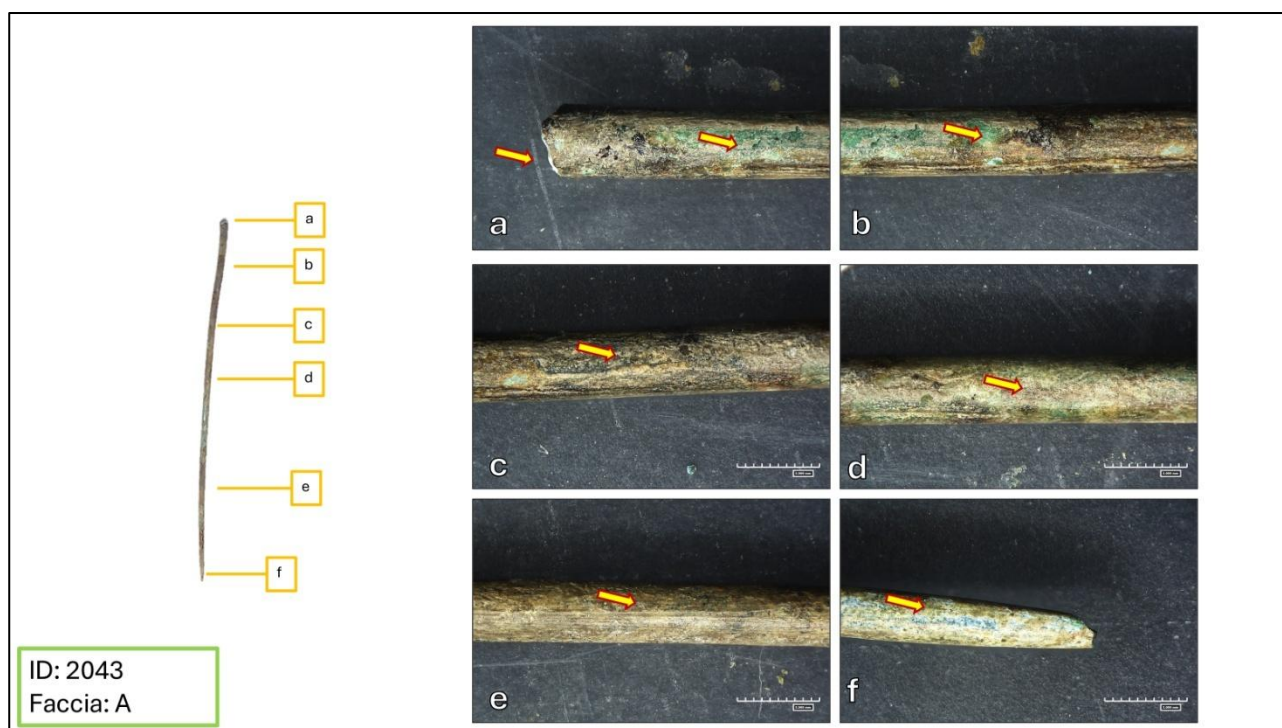


Fig. 101 Ago 2043

Questo ago è caratterizzato da una frattura dove avrebbe dovuto trovarsi la cruna (fig. 101 a) e sono presenti strie longitudinali su tutta la superficie (fig. 101 a, b, c, d, e, f).

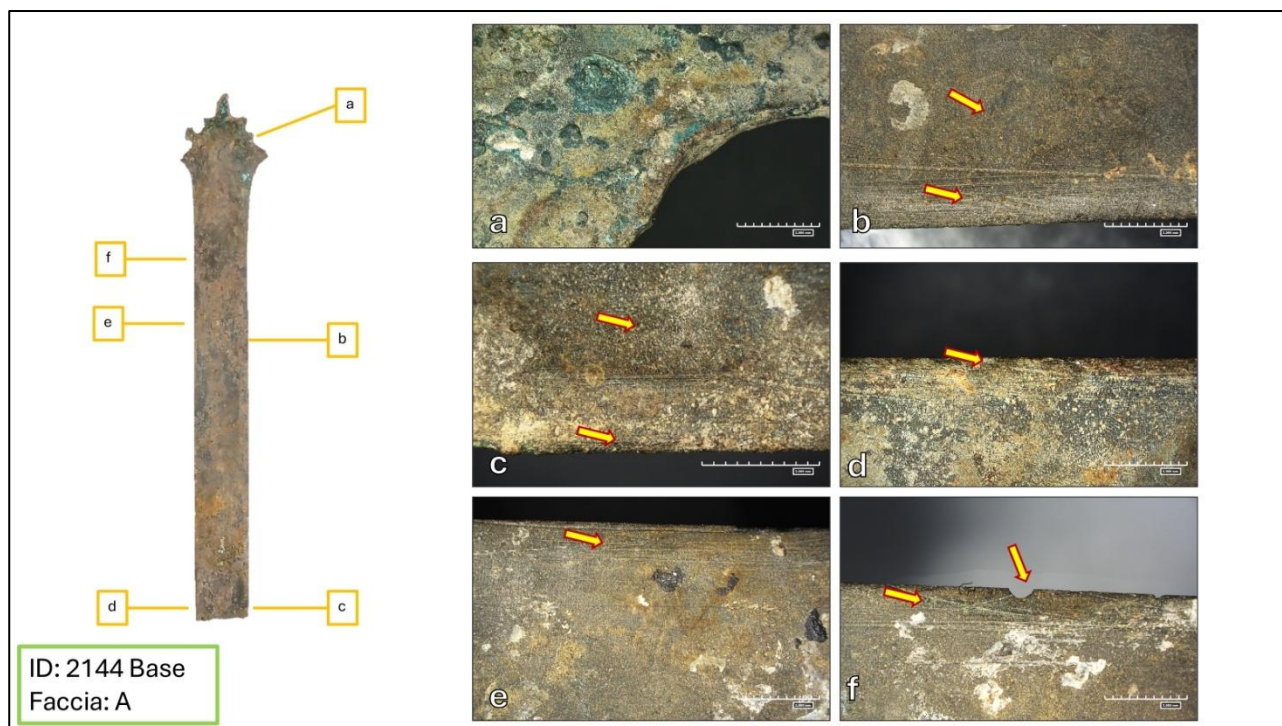


Fig. 102 Base spada 2144 faccia A

La spada è caratterizzata dalla presenza di *grinding marks* longitudinali lungo i margini taglienti (fig. 102 b, c, d, e, f) alcune strie diagonali (fig. 102 d) e un piccolo *notch* (fig. 102 f). Lungo la lama, in prossimità dei taglienti, si possono osservare dal vivo degli *hammer marks* analoghi per morfologia a quelli osservati sul rasoio PRA 1774, caratterizzati dallo sfumare delle strie longitudinali per poi essere sovrapposti da strie diagonali di affilatura (fig. 102 b, c).

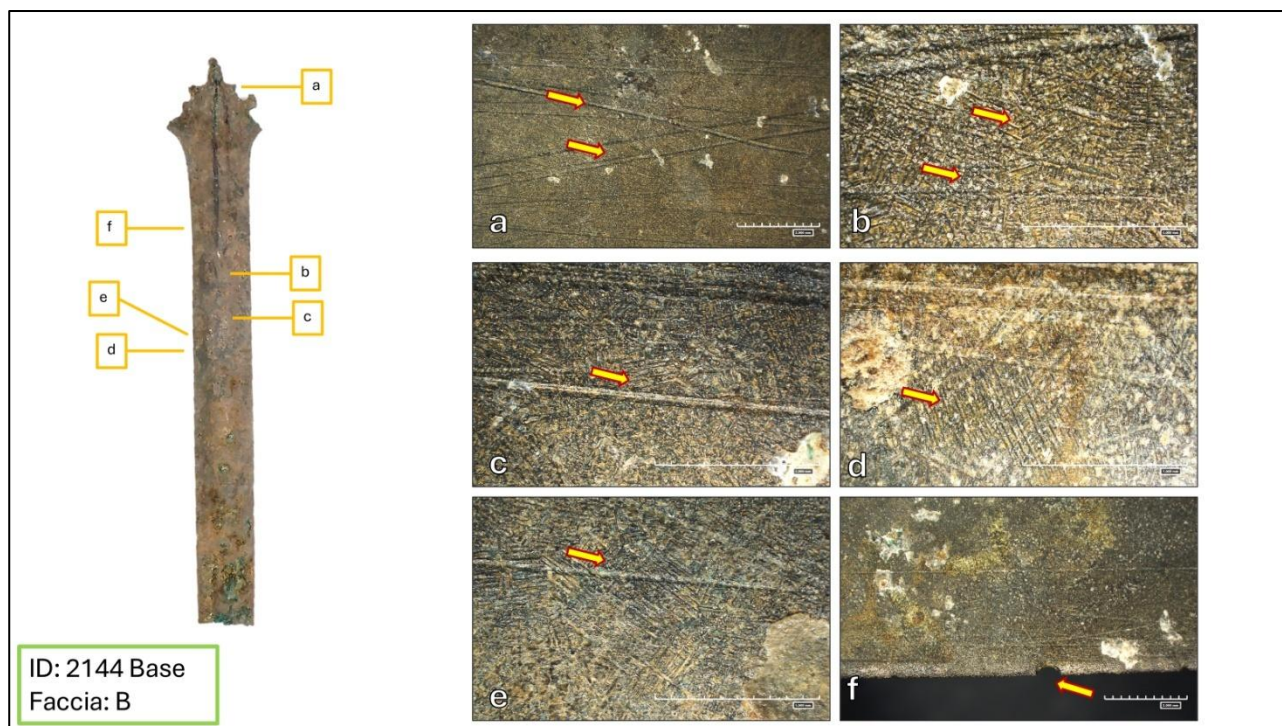


Fig. 103 Base spada 2144 faccia B

La totalità della lama è coperta da *grinding marks* di varia profondità, con direzioni differenti e frequenti intersezioni, probabilmente legati a diverse grane di abrasivo e diversi gesti per effettuare la lucidatura (fig. 103 a, b, c, d, e). Si nota anche un piccolo *notch* (fig. 103 f).

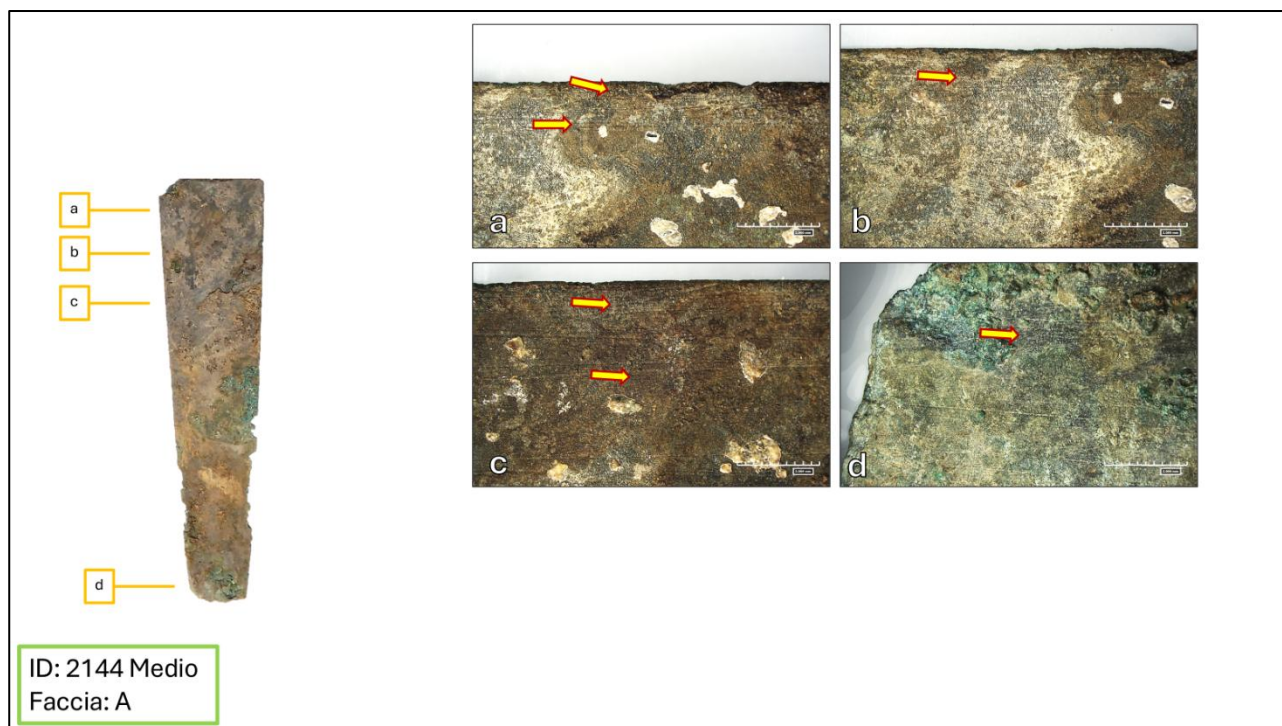


Fig. 104 Sezione mediana spada 2144 faccia A

La sezione mediana è caratterizzata dalla presenza di *grinding marks* longitudinali lungo i margini taglienti (fig. 104 b, c, d) che cambiano direzione in prossimità del filo. Sono presenti molte fratture causate dalla corrosione.



Fig. 105 Sezione mediana spada 2144 faccia B

Questo lato è molto corrosivo e sono visibili solo delle profonde strie longitudinali (fig. 105 a, b).



Fig. 106 Punta spada 2144 faccia A

La punta della spada è caratterizzata dalla presenza di molte strie longitudinali e dal margine tagliente dove sono visibili gli *hammer marks*, identificabili come un piccolo scalino in prossimità del filo (fig. 10 a, b, c).

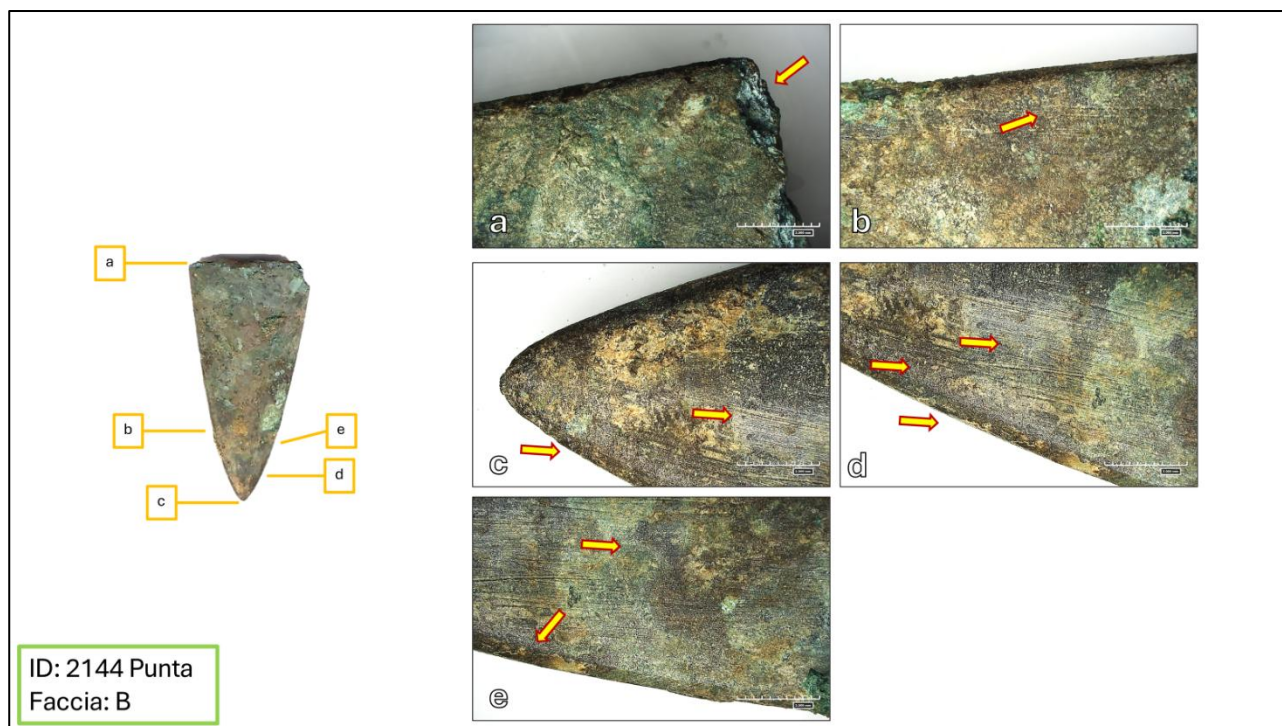


Fig. 107 Punta spada 2144 faccia B

Si può osservare la sezione della frattura, caratterizzata da una corrosione molto profonda dall'aspetto mineralizzato (fig. 107 a). Sono presenti anche su questo lato delle strie longitudinali e degli *hammer marks* in corrispondenza del margine affilati (fig. 107 b, c, d, e).

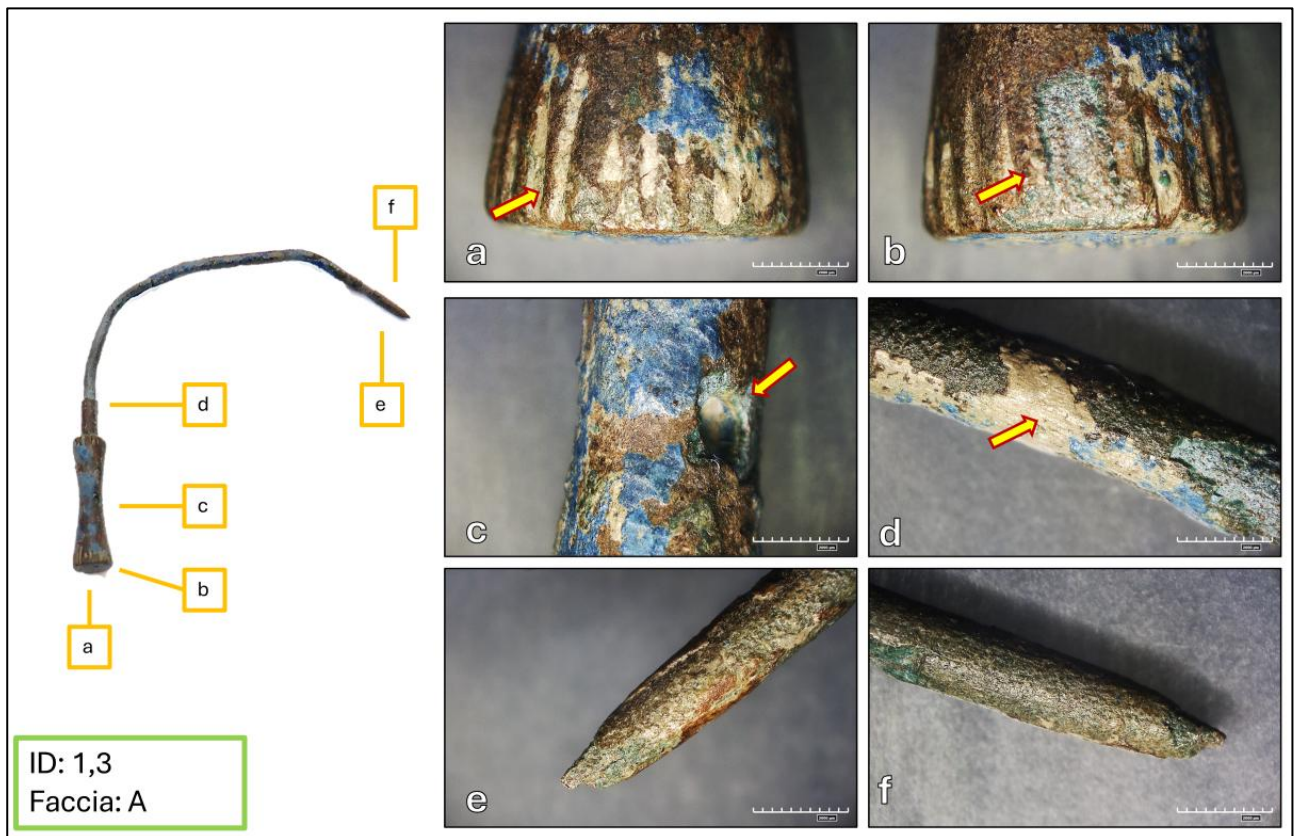


Fig. 108 Spillone 1.3

Lo spillone è caratterizzato da una vistosa piegatura e dalla presenza di incisioni decorative (fig. 108 a, b). La superficie è molto corrosa e dal colore bruno e blu. È presente un foro passante (fig. 108 c) e sono presenti alcune strie appena visibili sul fusto (fig. 108 d).

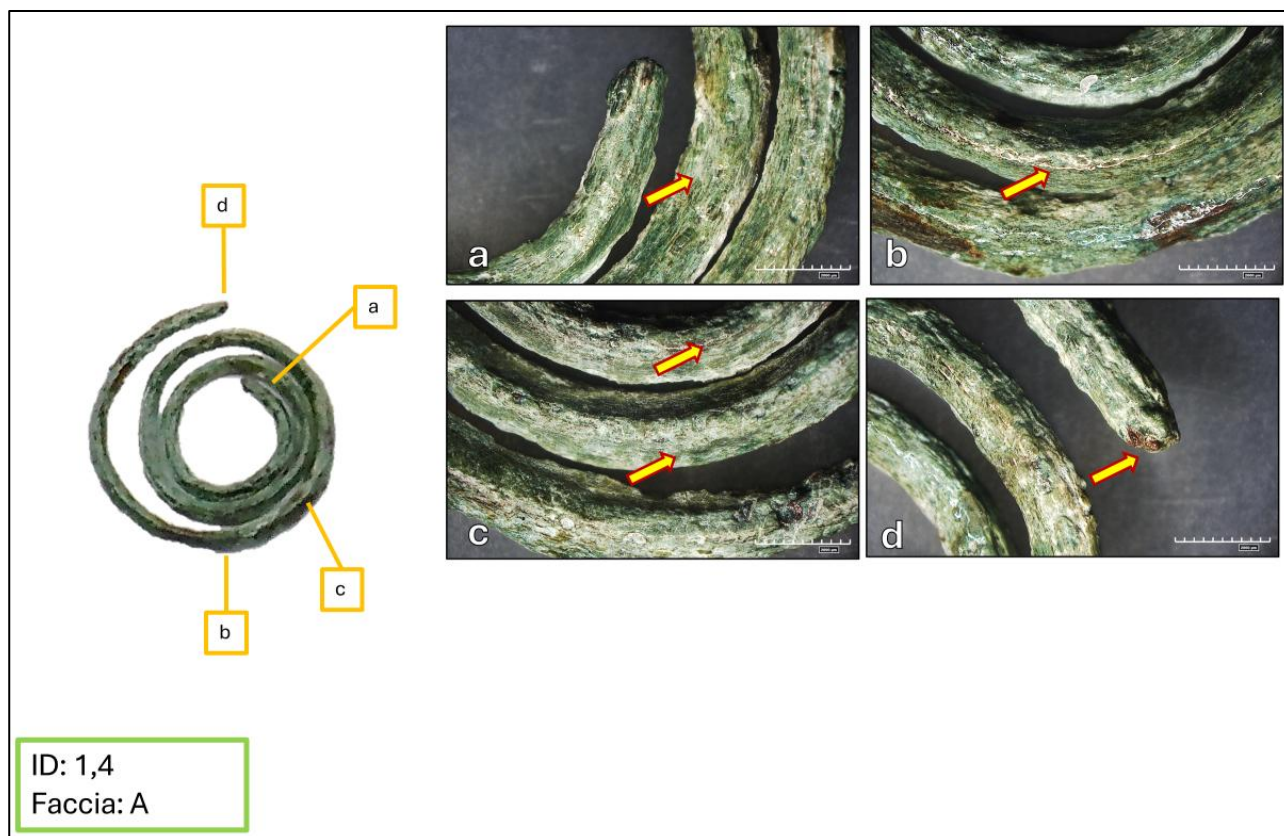


Fig. 109 Spirale 1.4

La spirale presenta alcune strie longitudinali lungo le curve del filo metallico (fig. 109 a, b, c) e si osserva la sezione della frattura completamente corrosa (fig. 109 d). I margini del filo sembrano appiattiti e verosimilmente si tratta di bave di fusione o tracce di taglio, ma questa ipotesi deve essere verificata dal confronto con le repliche sperimentali.

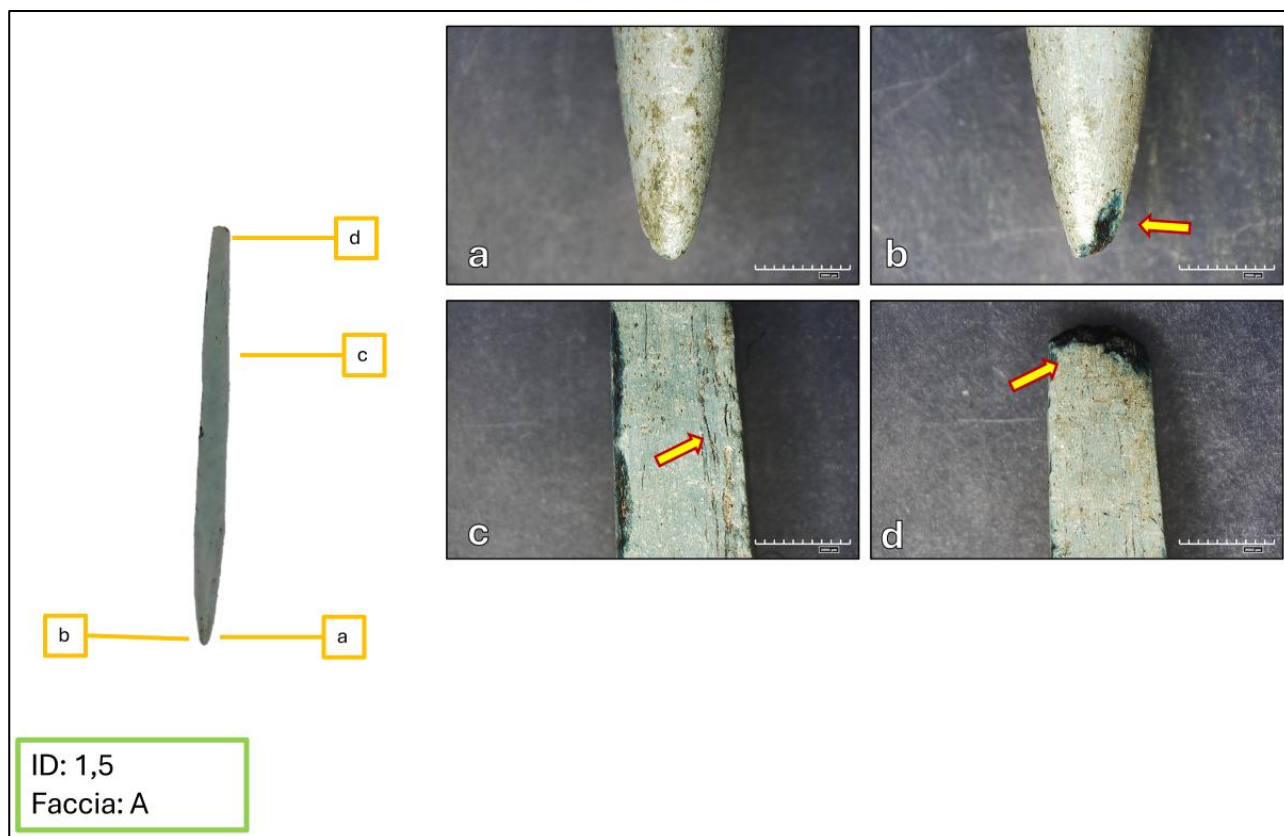


Fig. 110 Lesina 1.5

La lesina presenta una superficie molto liscia e ad eccezione di piccole *fissures* (fig. 110 c), una *fracture* sulla punta (fig. 110 b) e una all'estremità opposta (fig. 110 d) non sono visibili altre tracce.

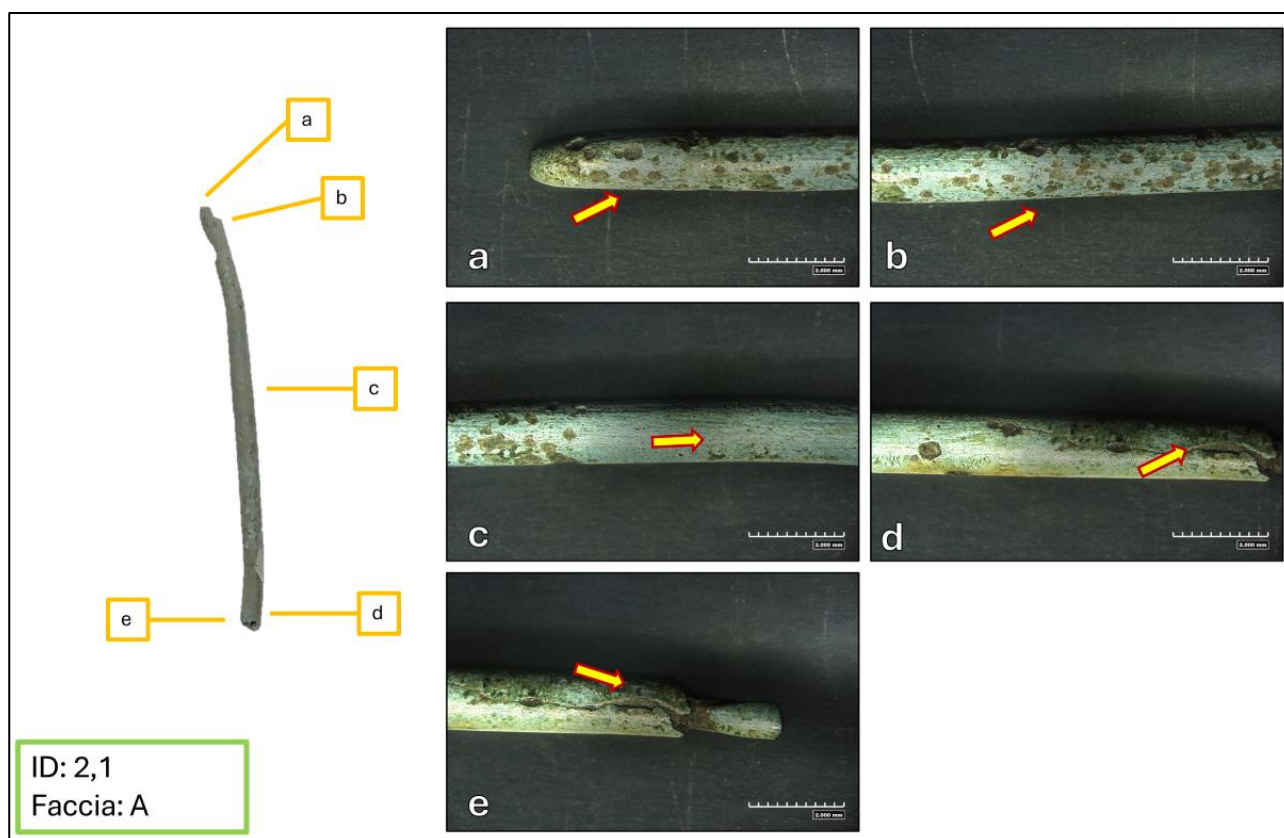


Fig. 111 Filo 2.1

Il filo metallico presenta molte tracce di *pitting* (fig. 111 a, b) strie longitudinali che percorrono l'intera lunghezza, due *fissures* (fig. 111 d, e).

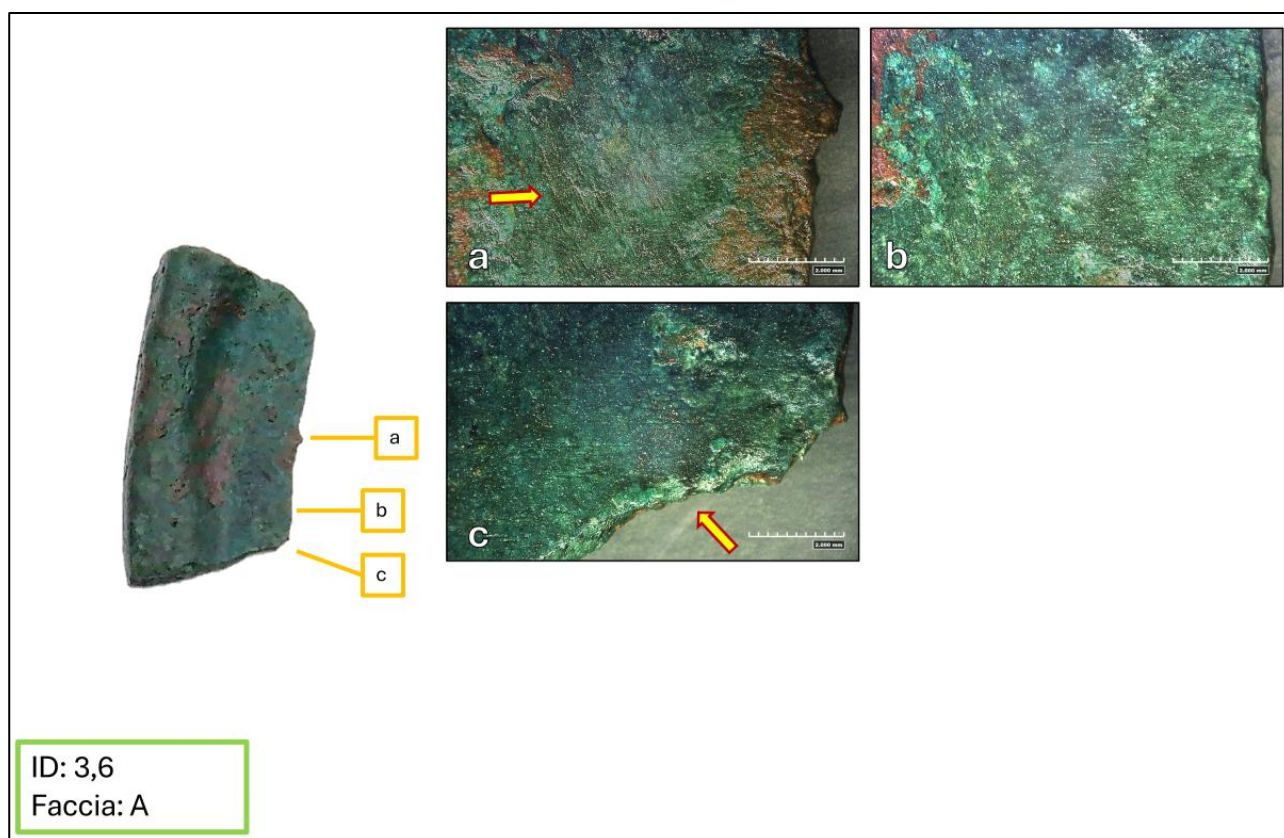


Fig. 112 Falcetto frammentato 3.6 faccia A

Il frammento di falcetto mostra delle lunghe strie diagonali sulla lama (fig. 112 a). La superficie molto corrosa e rugosa (fig. 112 b) e si notano le sezioni con delle evidenti fratture (fig. 112 c)

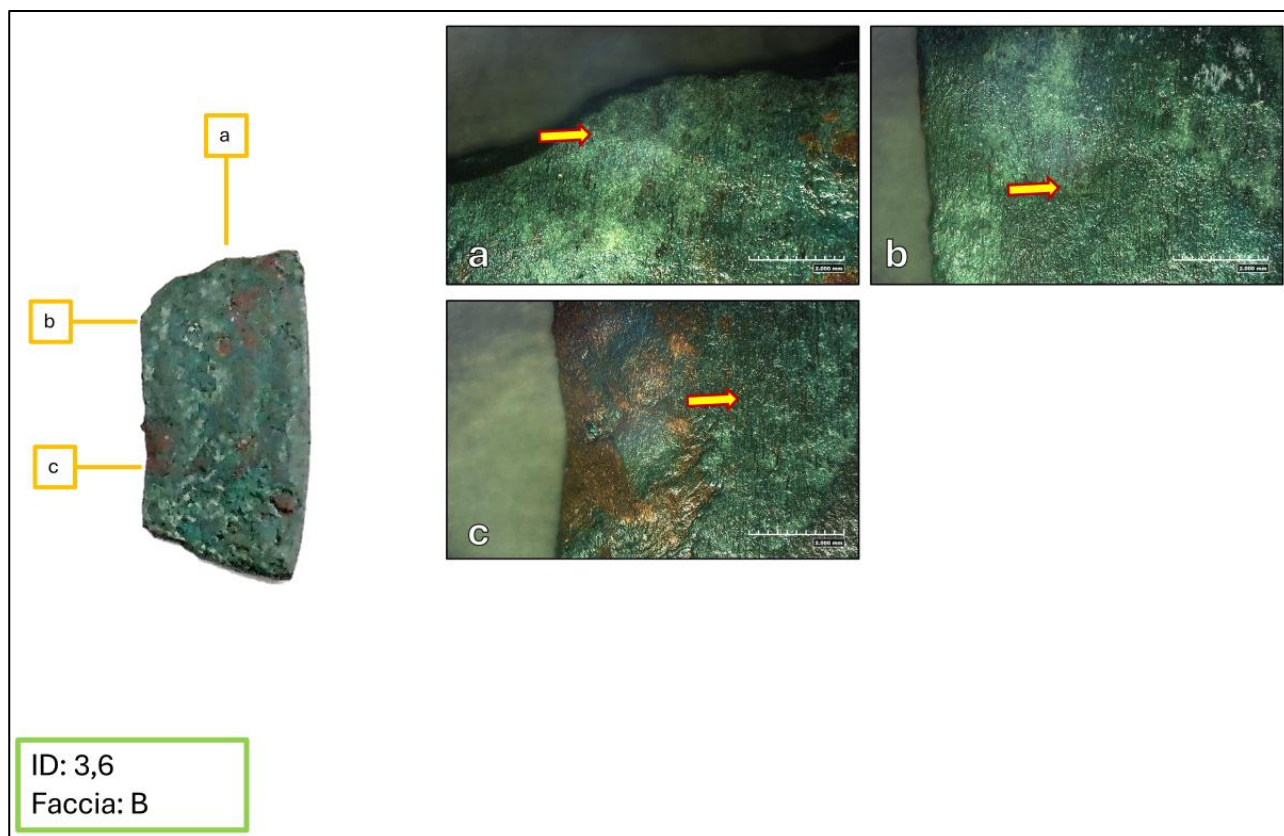


Fig. 113 Frammento di falsetto 3.6 faccia B

Su questo lato sono presenti delle strie distribuite su tutta la superficie e molto alterate dalla corrosione (fig. 113 a, b, c).

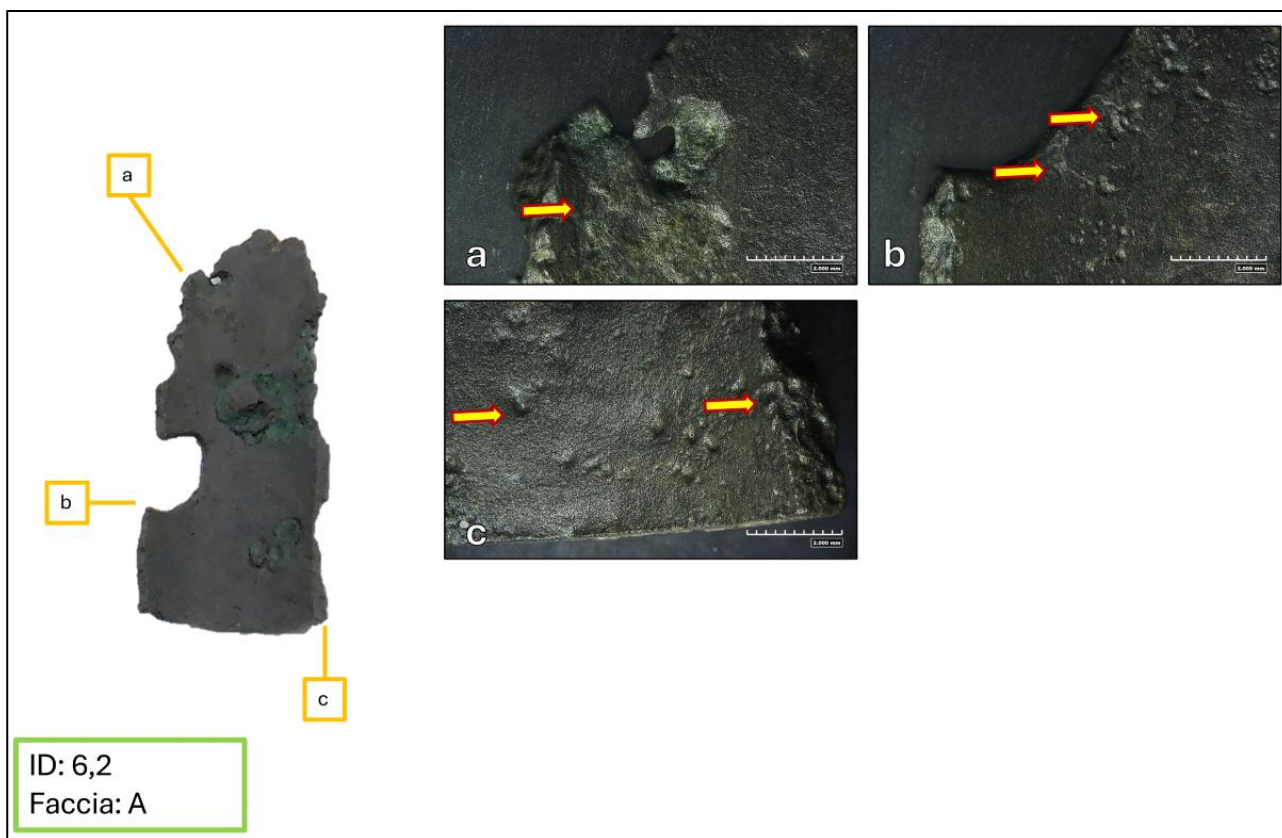


Fig. 114 Frammento 6.2 faccia A

Questo frammento, probabilmente fratturato intenzionalmente per essere rifuso, presenta molte tracce di *pitting* (fig. 114 a, b, c).

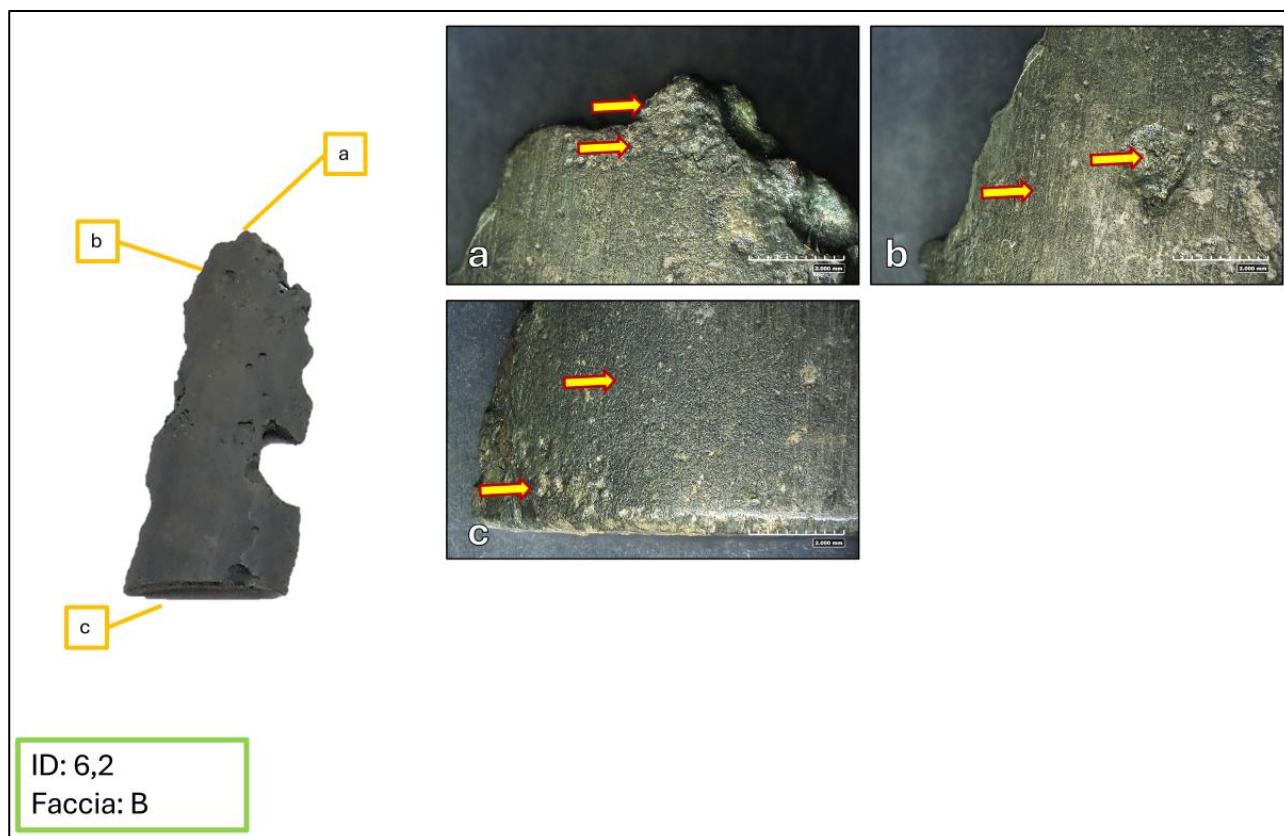


Fig. 115 Frammento 6.2 faccia B

Il frammento presenta delle evidenti fratture su tutto il perimetro, molte tracce di *pitting* e strie longitudinali (fig. 115 a, b, c).

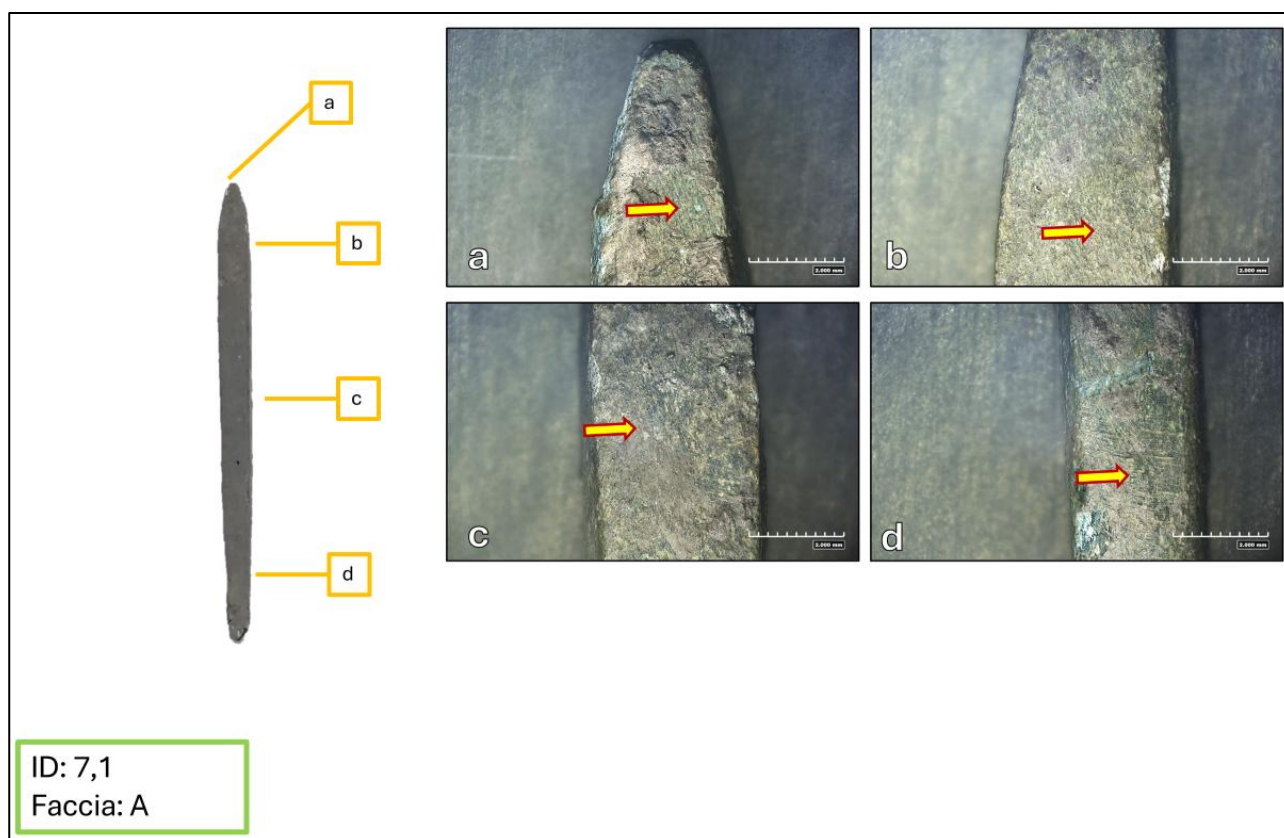


Fig. 116 Lesina 7.1

La lesina è molto corrosa ma si possono osservare delle sottili strie longitudinali lungo tutta la superficie (fig. 116 a, b, c) e delle strie orizzontali (fig. 116 d).

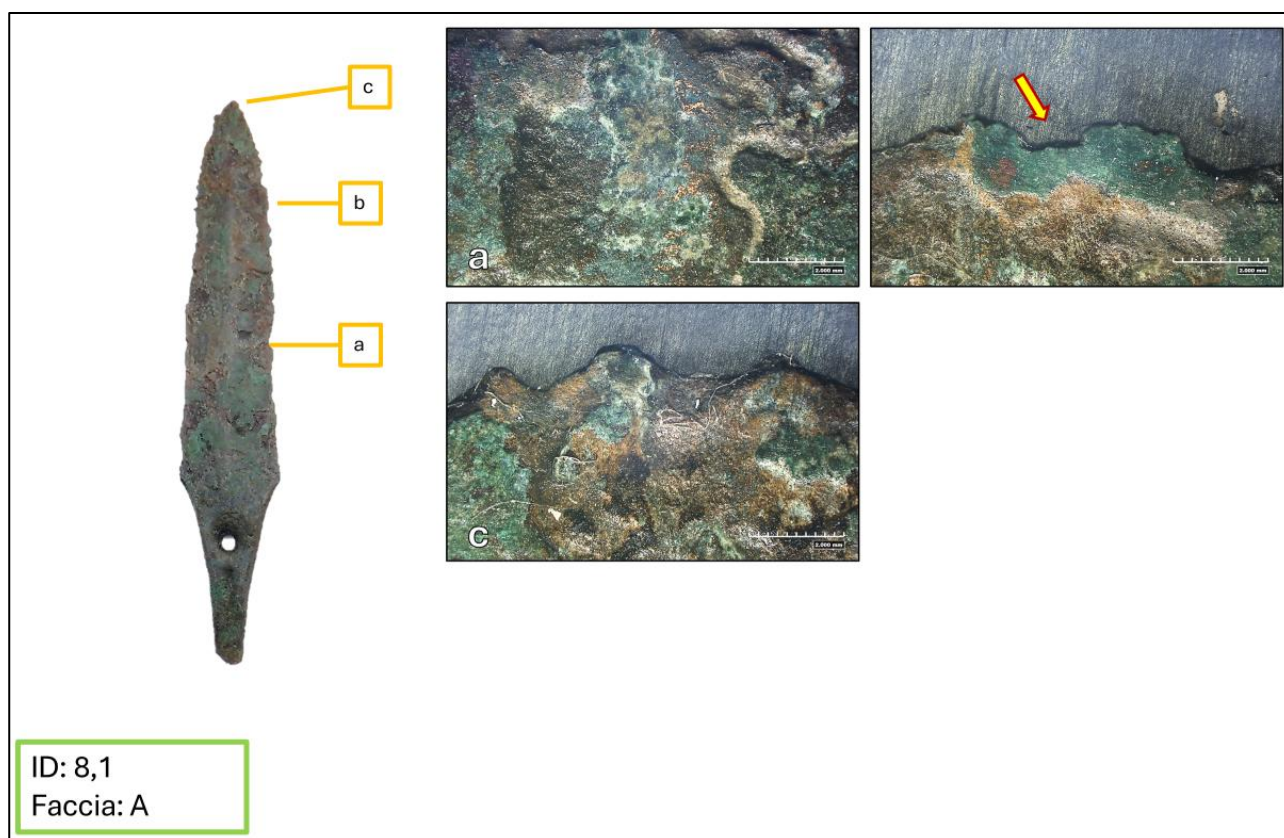


Fig. 117 Pugnale 8.1 faccia A

Questo pugnale presenta una corrosione molto invasiva e sono visibili solo le fratture lungo i margini (fig. 117 a, b, c)

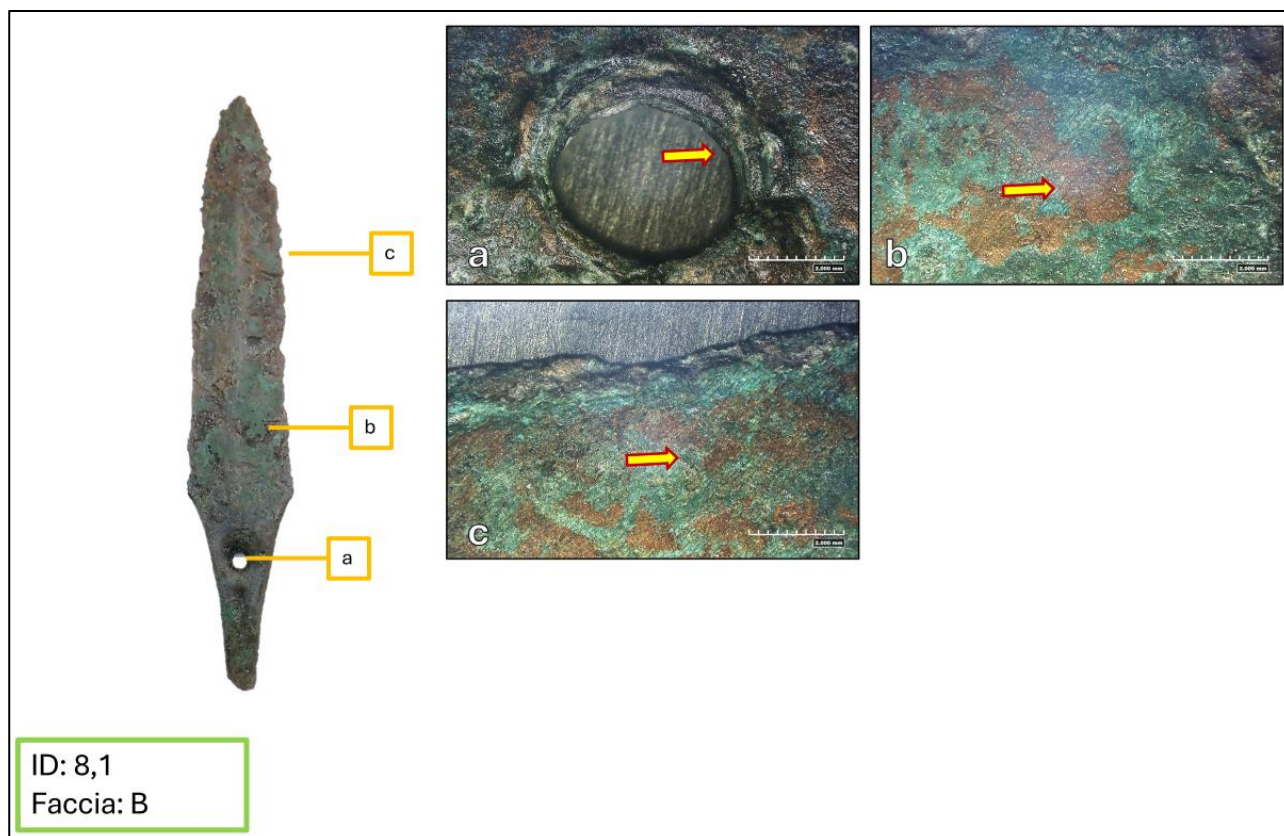


Fig. 118 Pugnale 8.1 faccia B

Sono visibili le piccole bave di fusione attorno al foro sul codolo (fig. 118 a) e poche strie molto corrose lungo la lama (fig. 118 b, c).

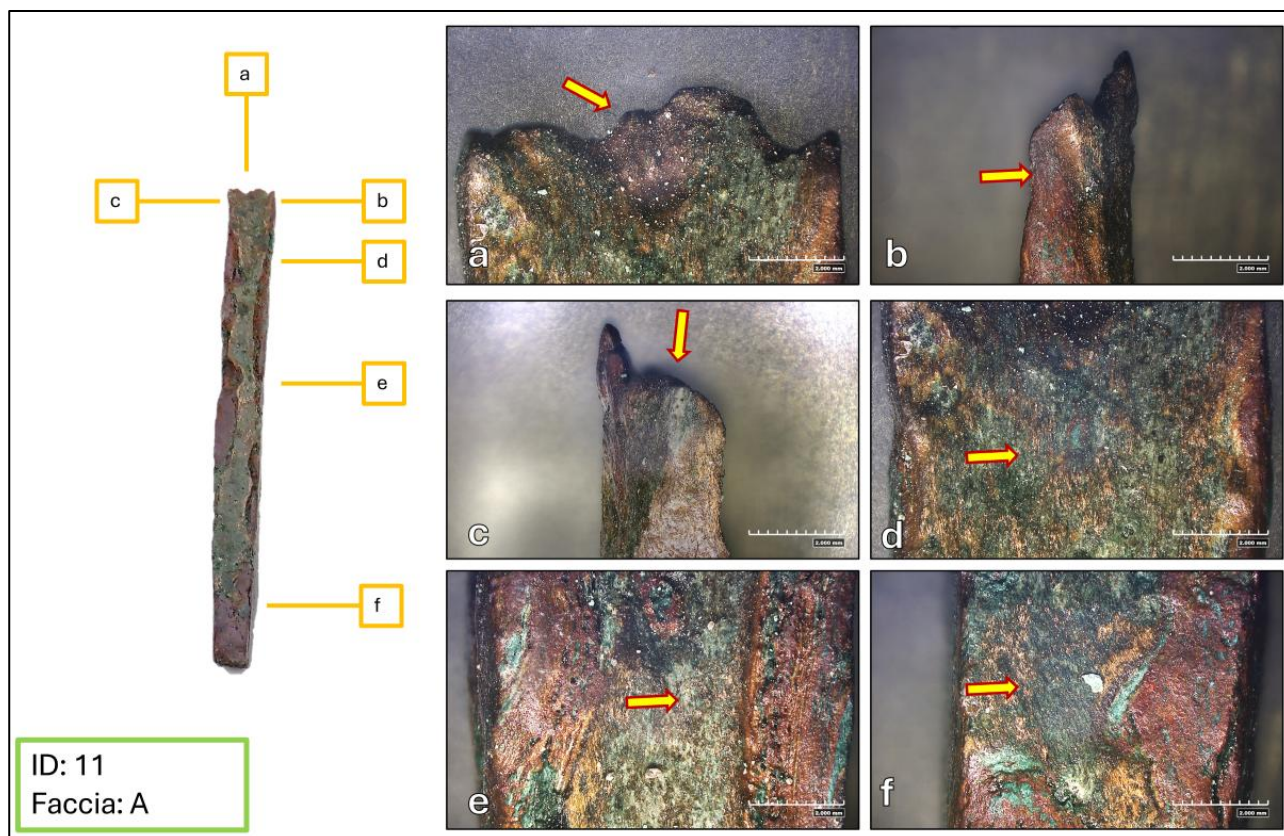


Fig. 119 Scalpello 11

Lo scalpello risulta essere molto corroso con delle vistose fratture sul margine affilato (fig. 119 a, b, c). Sono visibili delle sottili strie di abrasione longitudinali (fig. 119 d, e, f).

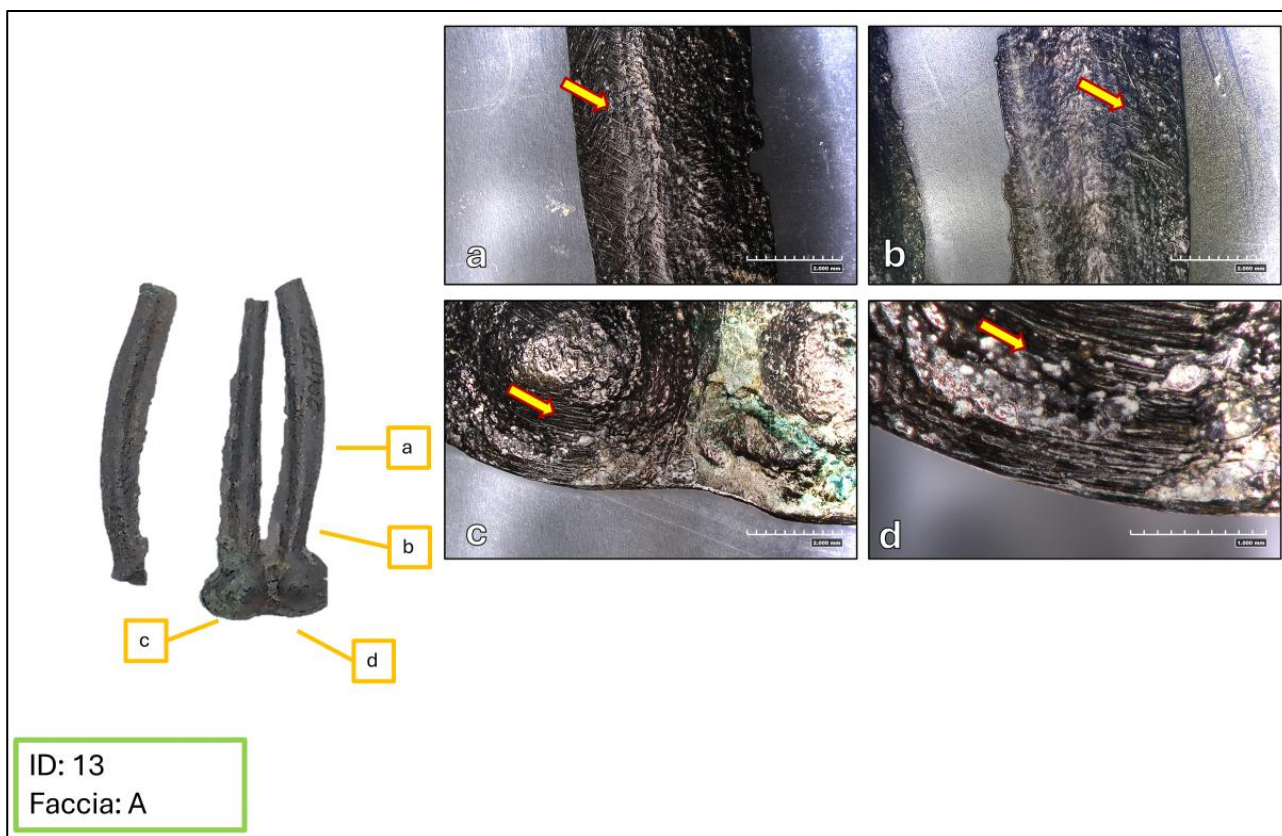


Fig. 120 Ornamento 13

L'ornamento si presenta fratturato e con delle piccole bave di fusione lungo tutti i margini. Sono visibili delle corte strie diagonali e orizzontali (fig. 120 a, b, c, d).

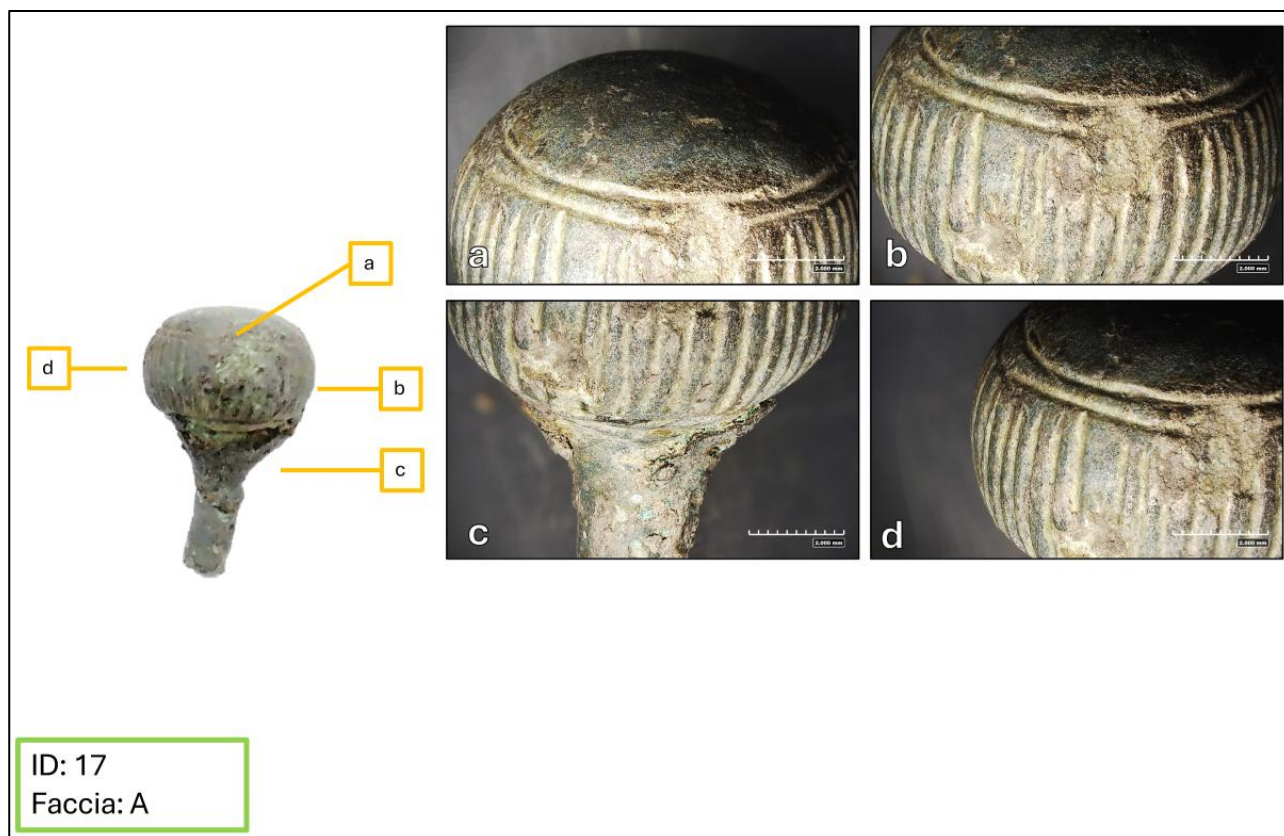


Fig. 121 Spillone 17

Lo spillone risulta mancante del fusto e presenta delle visibili linee incise per la decorazione (fig. 121 a, b, c, d).

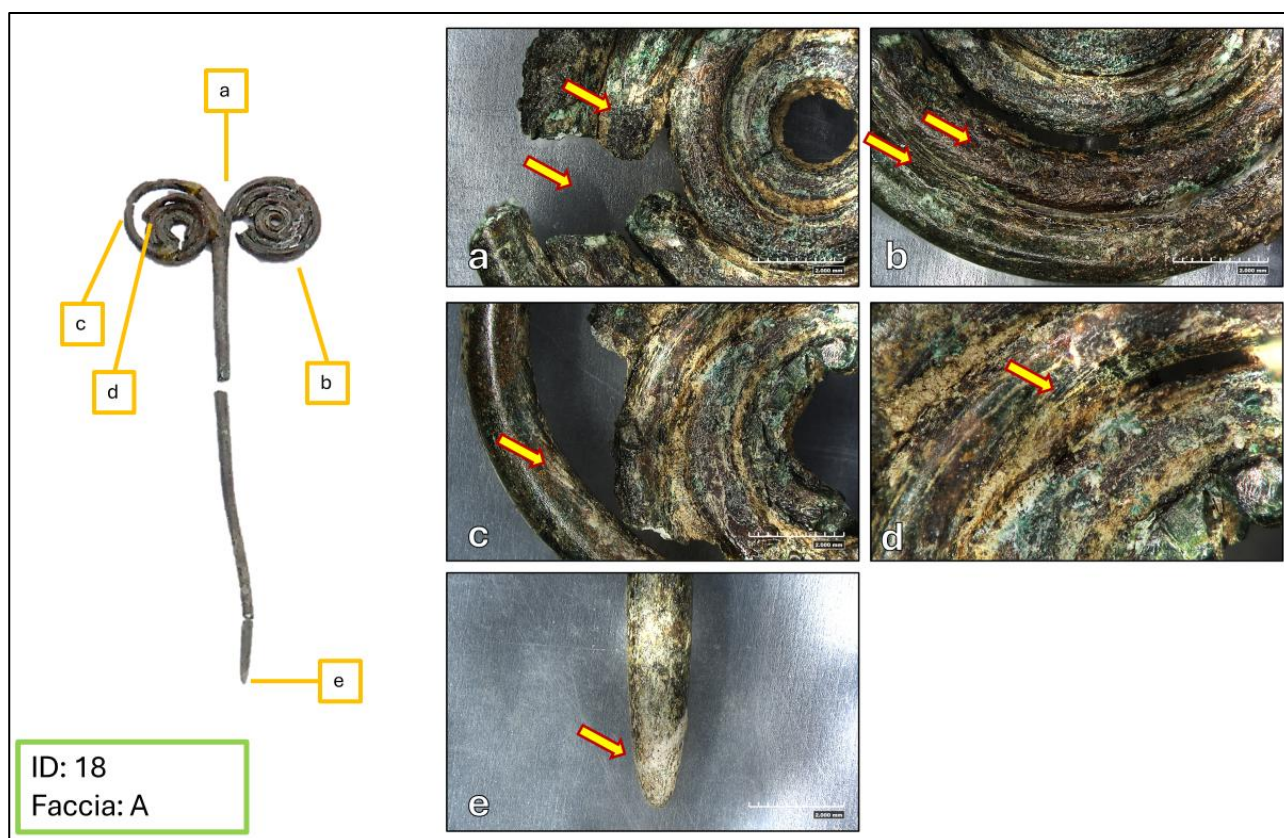


Fig. 122 Spillone 18

Lo spillone presenta delle fratture sulle spirali (fig. 122 a) e in due parti del fusto. Sono visibili delle strie che seguono longitudinalmente la lunghezza delle spirali (fig. 122 b, d) e sono presenti delle sottili strie diagonali su quello che sembra essere una bava di fusione (fig. 122 c). Sono presenti delle strie longitudinali lungo il fusto e sulla punta (fig. 122 e).



Fig. 123 Pugnale 20 faccia A

Il pugnale risulta essere molto corroso e sono visibili solo alcune strie longitudinali (fig. 123 a, b, c) e delle fratture lungo i margini taglienti, causati dall'alterazione post-deposizionale.

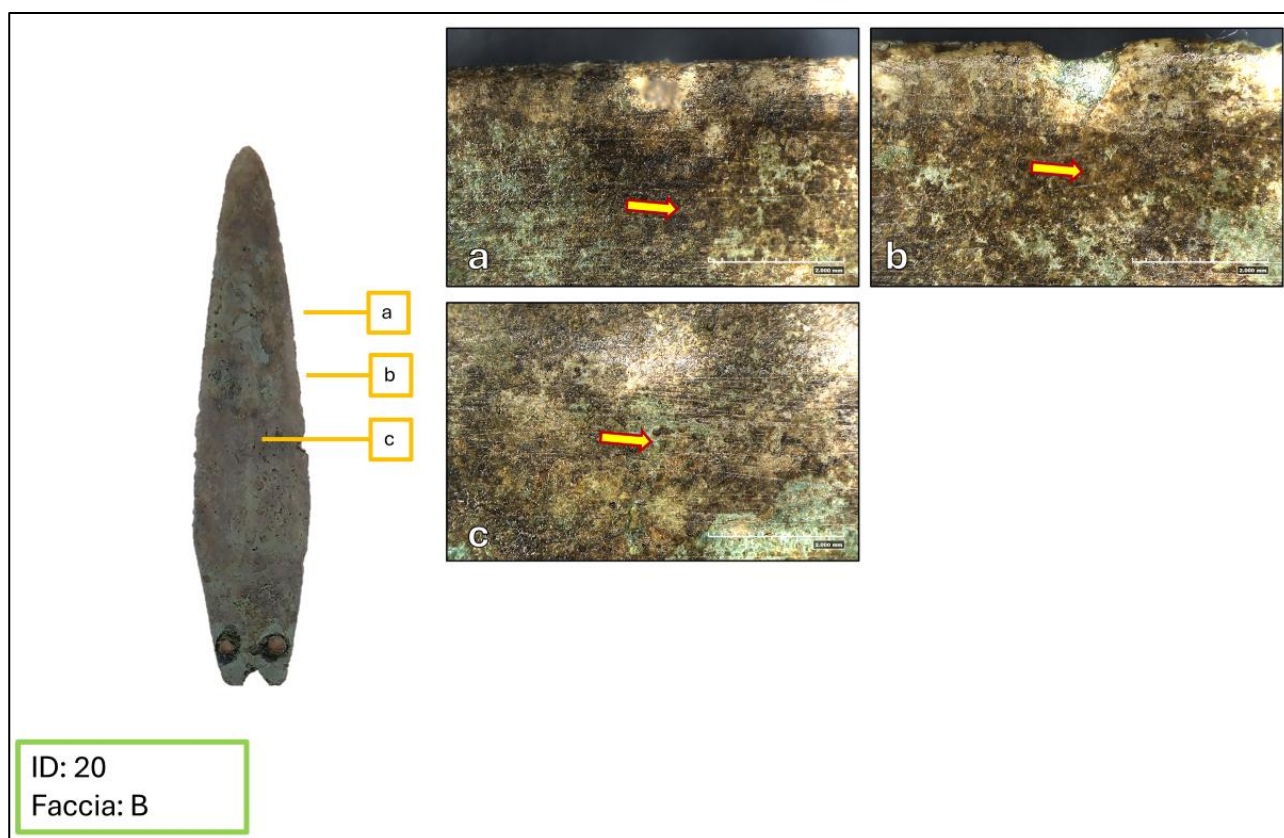


Fig. 124 Pugnale 20 faccia B

Il pugnale risulta essere molto corroso e sono visibili solo alcune strie longitudinali (fig. 124 a, b, c) e delle fratture lungo i margini taglienti, causati dall'alterazione post-deposizionale.

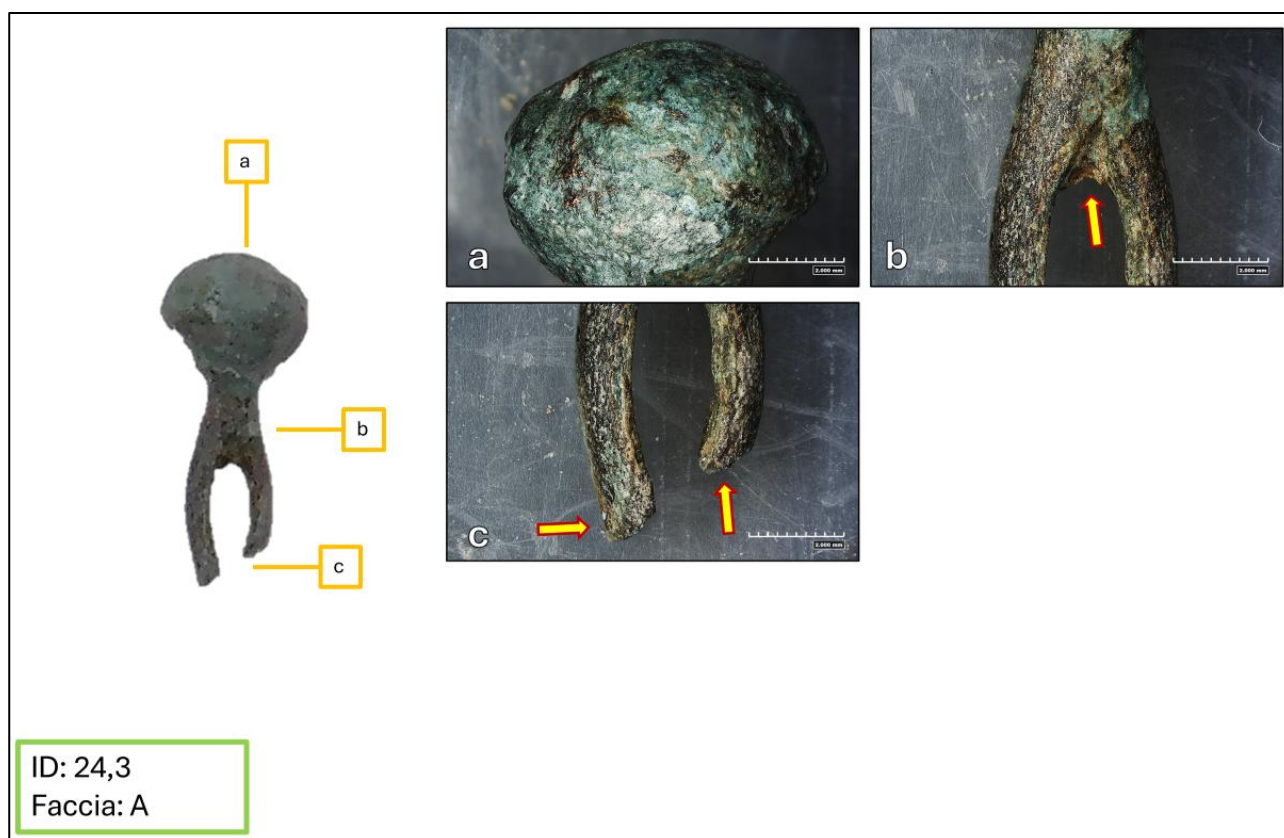


Fig. 125 Spillone 24.3

Lo spillone si presenta mancante del fusto. La superficie è piuttosto scabra e corrosa (fig. 125 a). Si può osservare una traccia in corrispondenza dell'asola interpretabile come una bava di fusione ma anche una probabile traccia di incisione (fig. 125 b). Si osservano delle fratture molto corrose in prossimità delle asticelle dell'asola (fig. 125 c).

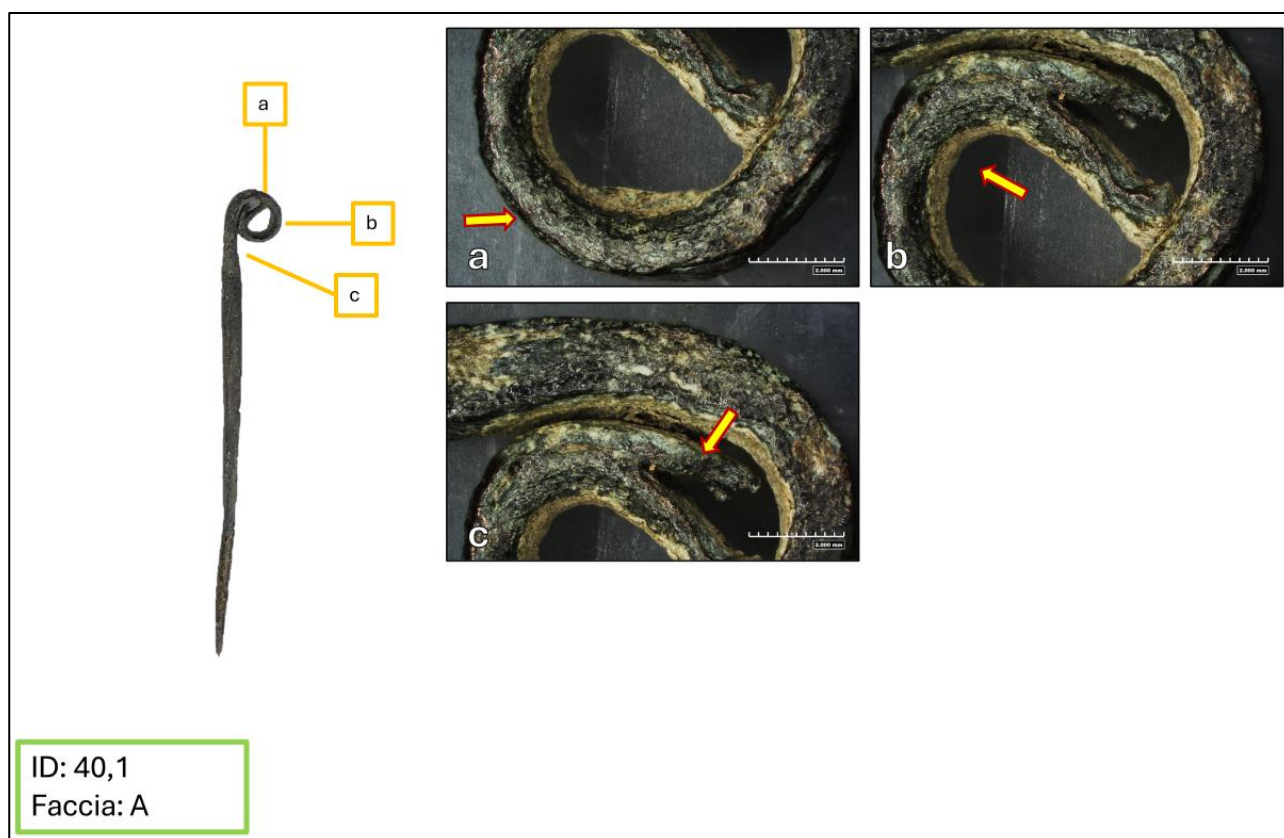


Fig. 126 Spillone 40.1

Lo spillone è molto corrosivo ma si può osservare un ampio *bending* per formare la piegatura della capocchia (fig.126 a, b). Si nota anche la presenza di una biforcazione nella parte finale del filo metallico, di difficile interpretazione (fig. 126 c).



Fig. 127 Pugnale 43.2 faccia A

Il pugnale presenta uno spesso strato di corrosione che ha prodotto dei distacchi lungo i margini taglienti. Sono visibili solo delle sottili strie longitudinali e molti vuoti, verosimilmente interpretabili come *pitting* (fig. 127 a, b).

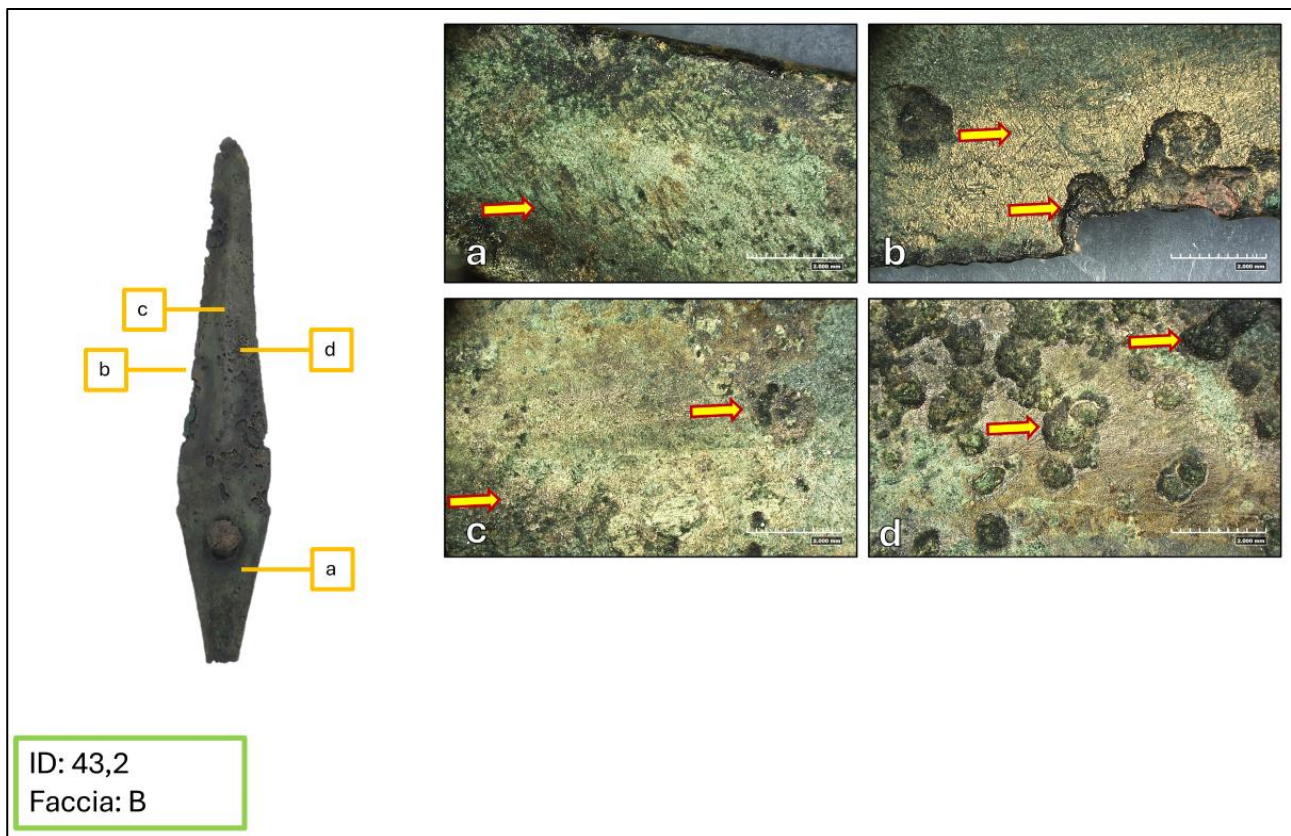


Fig. 128 Pugnale 43.2 faccia B

Questo lato del pugnale permette di osservare un maggior numero di tracce. Si notano delle strie diagonali (fig. 128 a) in alcuni casi che si intersecano tra loro (fig. 128 b) e sono presenti molti vuoti lasciati dal *pitting* (fig. 128 b, c, d).



Fig. 129 Filo metallico 56.1

Il filo si presenta fortemente incurvato e si possono osservare delle strie longitudinali e molte tracce di *pitting* (fig. 129 a, b)

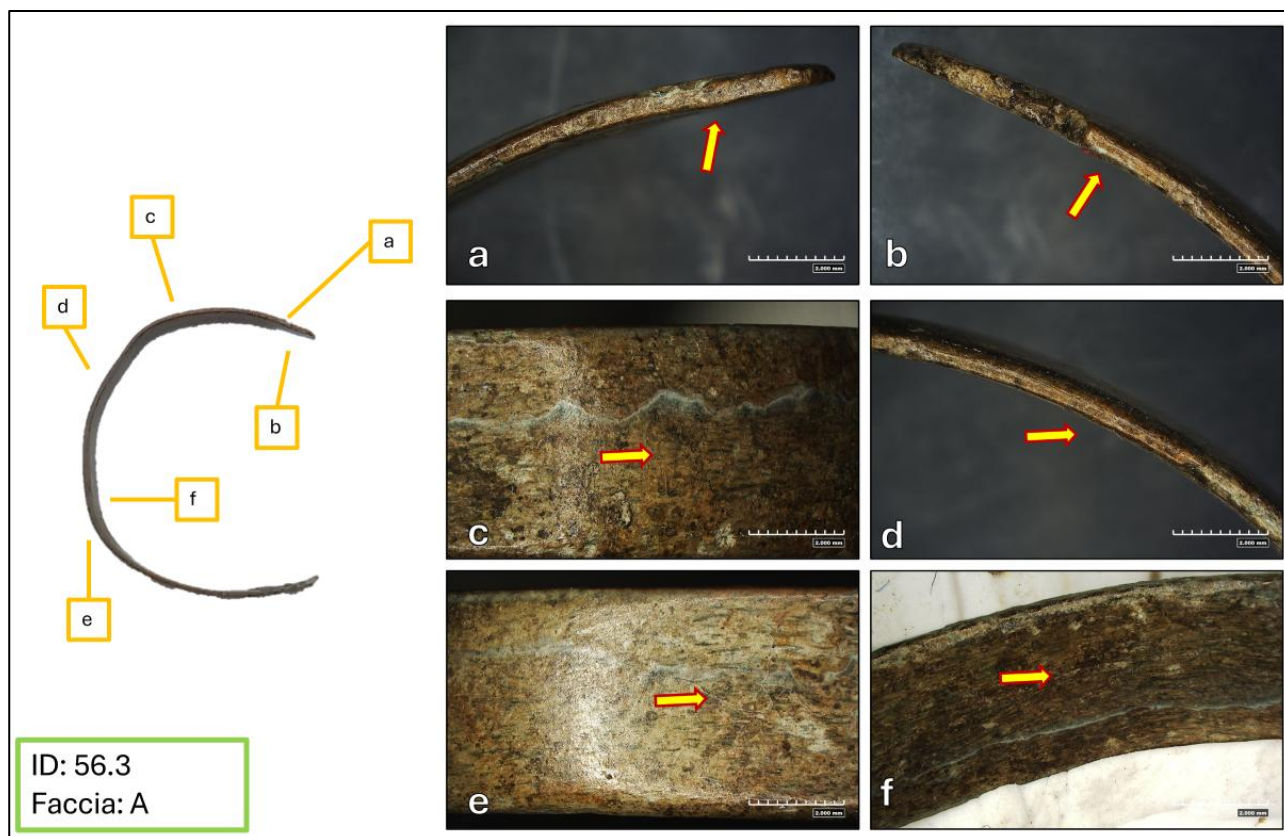


Fig. 130 Anello 56.3

L'anello è caratterizzato da una vistosa piegatura (fig. 130 a, b, d) e da sottili strie molto corte e compatte che percorrono tutta la superficie (fig. 130 c, e, f).

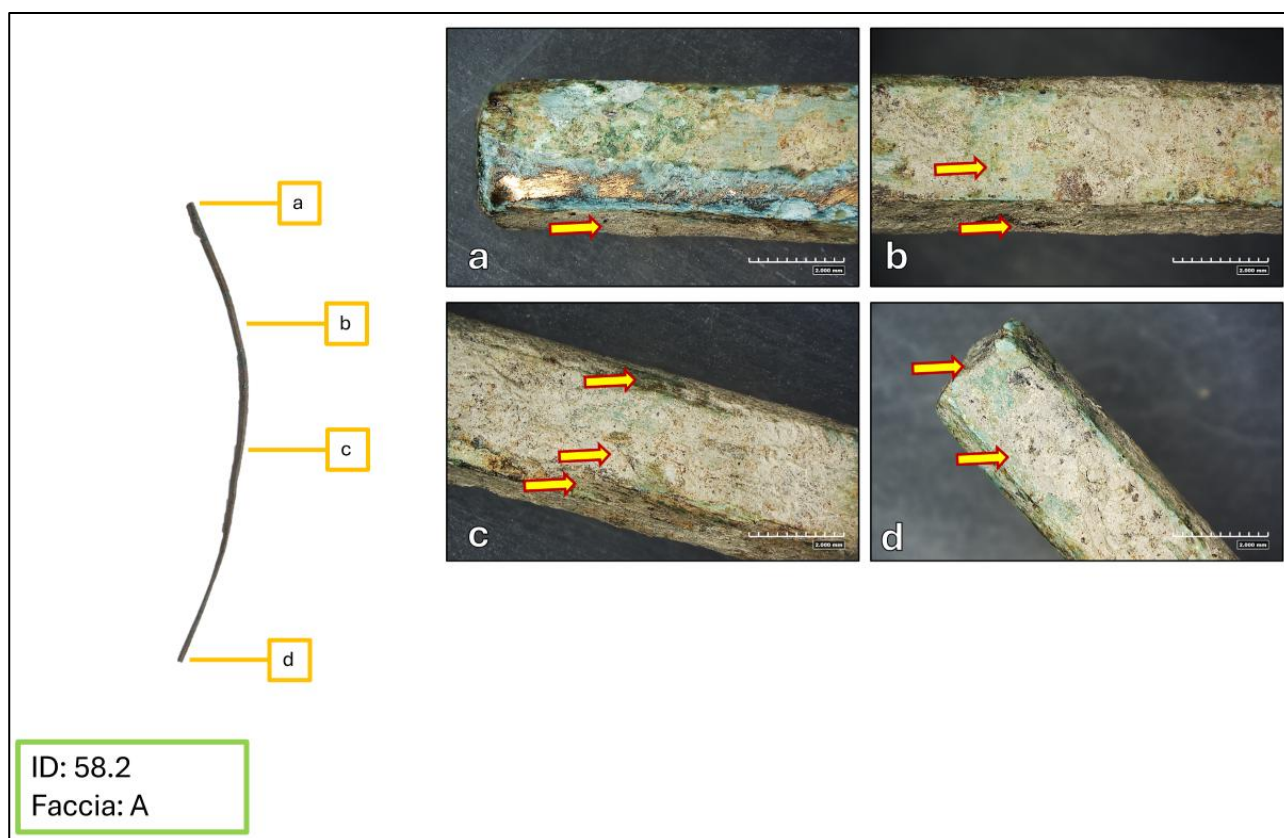


Fig. 131 Verga 58.2

La verga presenta delle sfaccettature precise e nitide e in assenza di strie di abrasione è possibile ipotizzare che si tratti di *hammer marks* (fig. 131 a, b, c, d). Sono visibili delle fratture su entrambe le estremità (fig. 131 a, d).

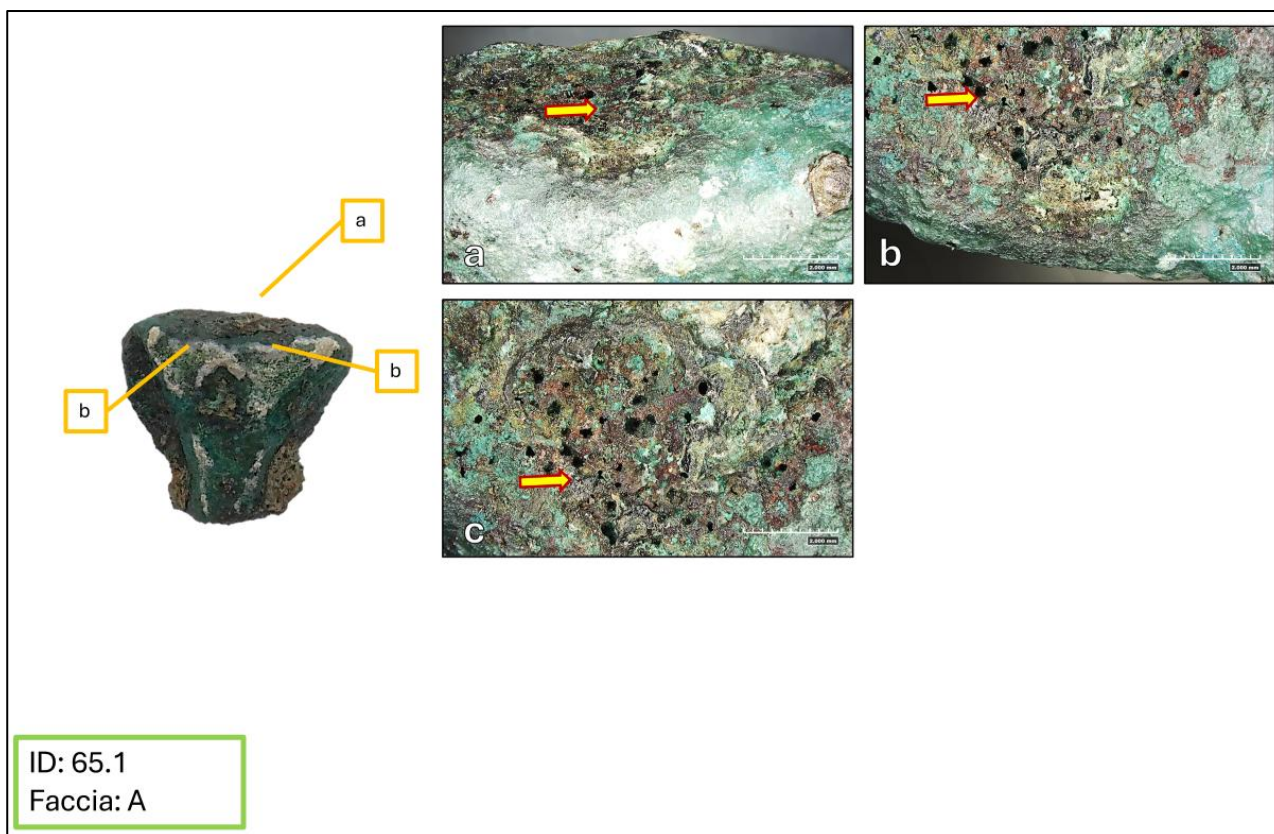


Fig. 132 Scoria 65.1

La scoria sembra essere un cono di fusione di una matrice bivalve, come si può notare dalla presenza delle bave di fusione laterali. La superficie è grezza e si possono notare delle profonde tracce di *pitting* sulla sommità, verosimilmente causate dai gas fuoriusciti durante la colata (fig. 132 a, b, c).



Fig. 133 Punteruolo 67.1

Si possono osservare degli appiattimenti in prossimità della punta, probabilmente *hammer marks* (fig. 133 a). Si notano delle sottili strie longitudinali distribuite su tutta la superficie (fig. 133 b). Il punteruolo si presenta fratturato in due parti (fig. 133 c, d) e con un'evidente piegatura.

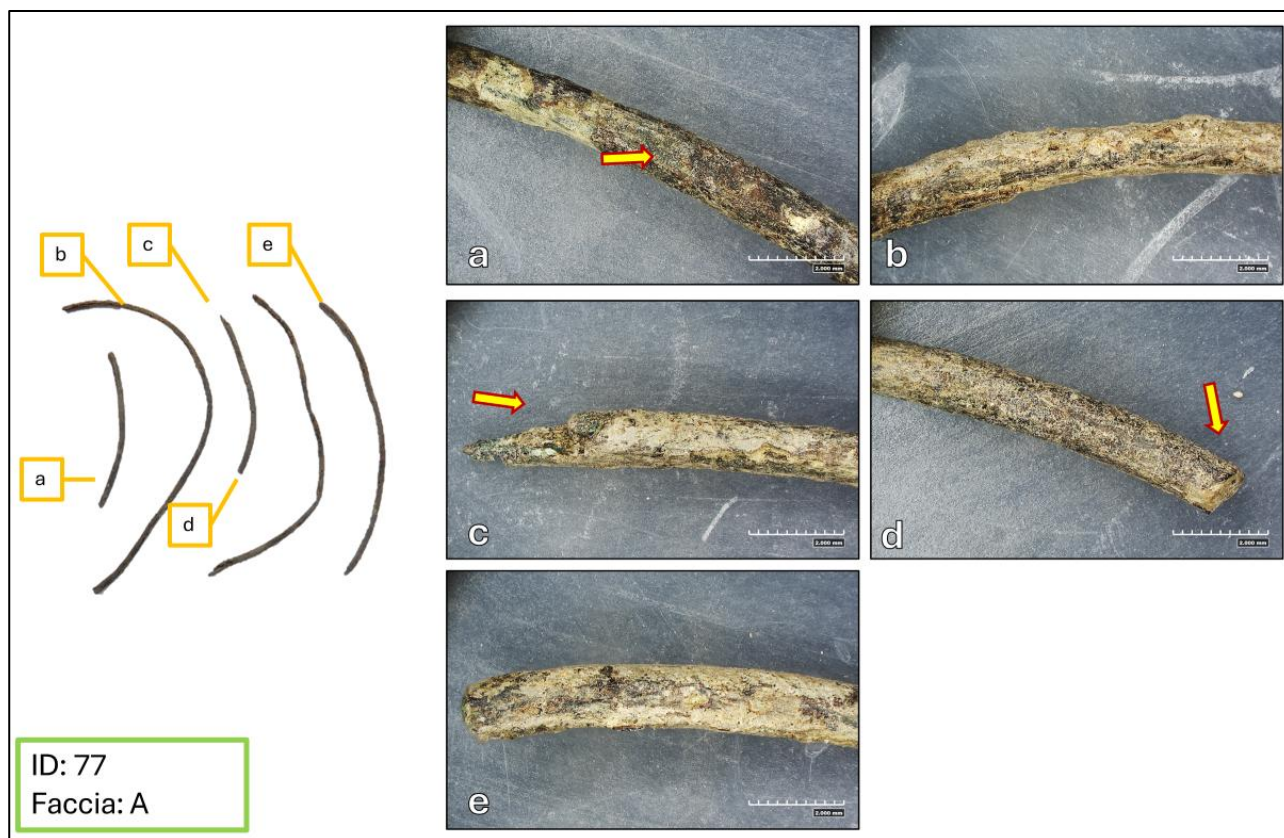


Fig. 134 Fili metallic 77

I fili metallic presentano delle strie longitudinali distribuite su tutta la superficie (fig. 134 a, b) e si possono osservare delle vistose piegature e delle fratture alle estremità (fig. 134 c, d, e)

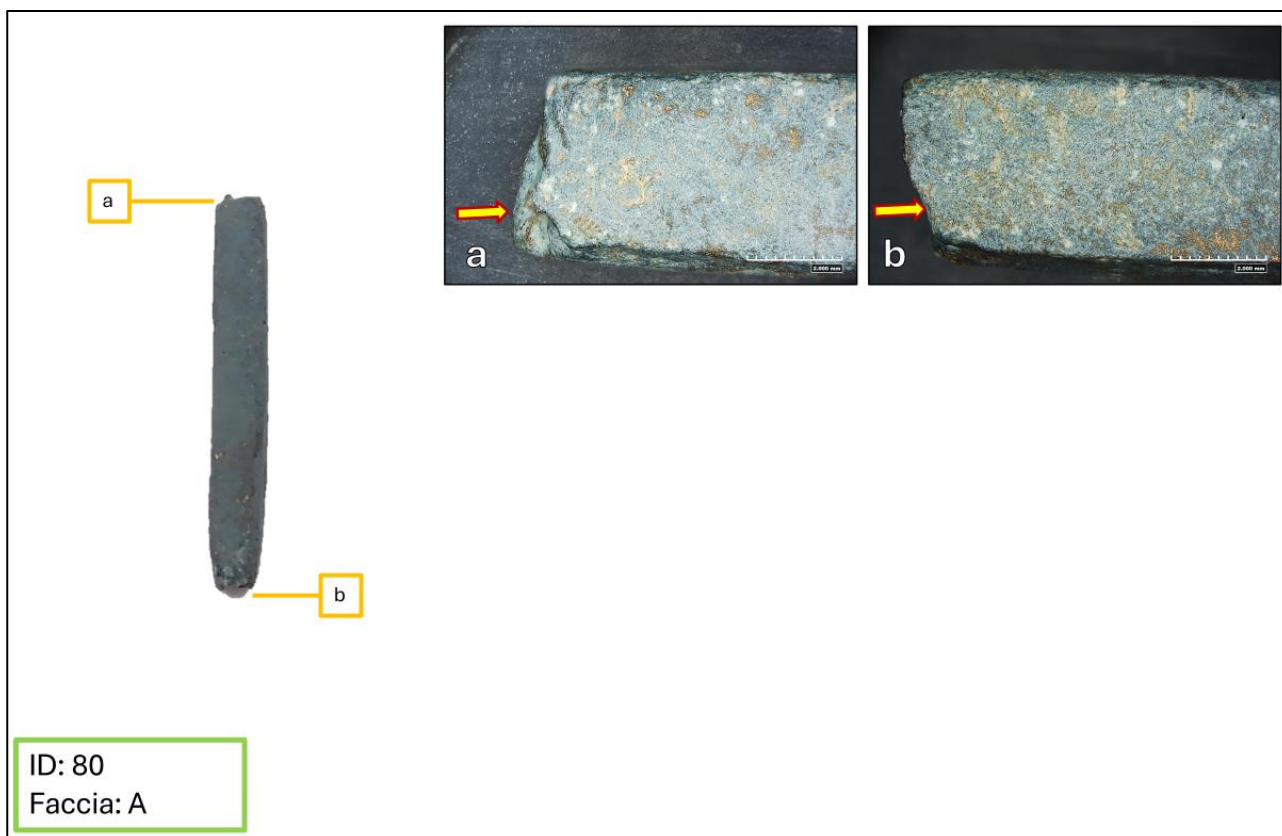


Fig. 135 Verghetta 80

La verghetta non presenta particolari tracce, oltre ad una frattura dai margini piuttosto smussati (fig. 135 a, b)



Fig. 136 Spillone 81

Lo spillone si presenta fratturato in più punti con una corrosione superficiale coprente e globosa (fig. 136 a, b). Sono visibili sole delle piccole strie diagonali molto alterate (fig. 136 c).



Fig. 137 Spillone 83.2

Lo spillone presenta un evidente *bending* per formare la capocchia (fig.137 a). Si possono notare delle strie lungo il fusto ma sono molto alterate dalla corrosione (fig. 137 b) che tende ad essere molto aggressiva in molte zone, risultando in alcuni distacchi, come in punta (fig. 137 c).



Fig. 138 Frammenti 99.2

I frammenti sembrano elementi pertinenti ad uno spillone. Sono visibilmente piegati e fratturati. Sono visibili solo alcune sottili strie molto alterate lungo il corpo della spirale (fig. 138 a, b) oltre alle fratture.



Fig. 139 Ago 108

L'ago presenta una frattura in corrispondenza della giunzione della cruna mancante e delle strie oblique distribuite su tutto il fusto (fig. 139 a, b). Si nota una piccola frattura all'estremità della punta (fig. 139 c).

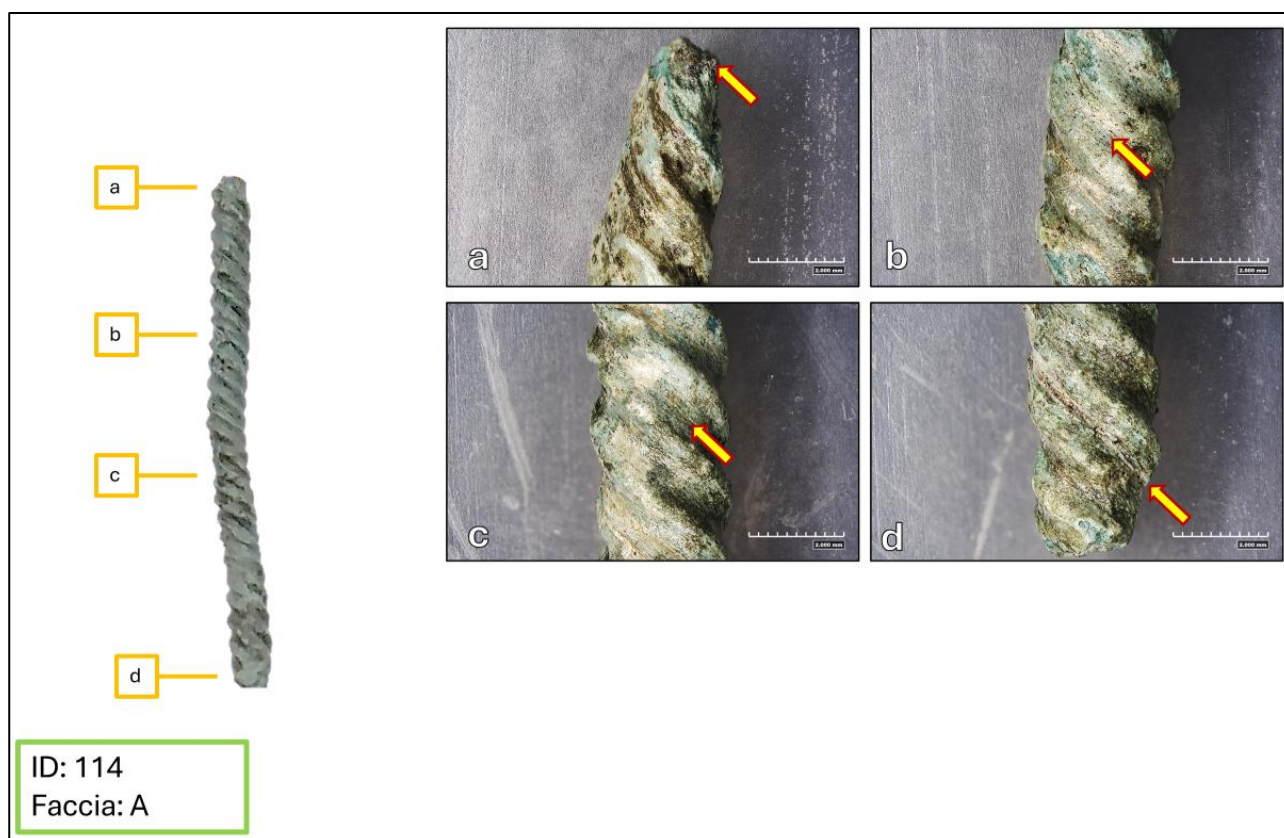


Fig. 140 Frammento 114

Questo frammento presenta un'evidente torcitura di tutto il fusto. Sono visibili delle *fractures* alle estremità (fig. 140 a, d) causate verosimilmente dalla torcitura. Si osservano delle sottili strie lungo tutto il fusto, che seguono l'andamento della torcitura (fig. 140 a, b, c, d) formatesi verosimilmente prima che la barra venisse ritorta.

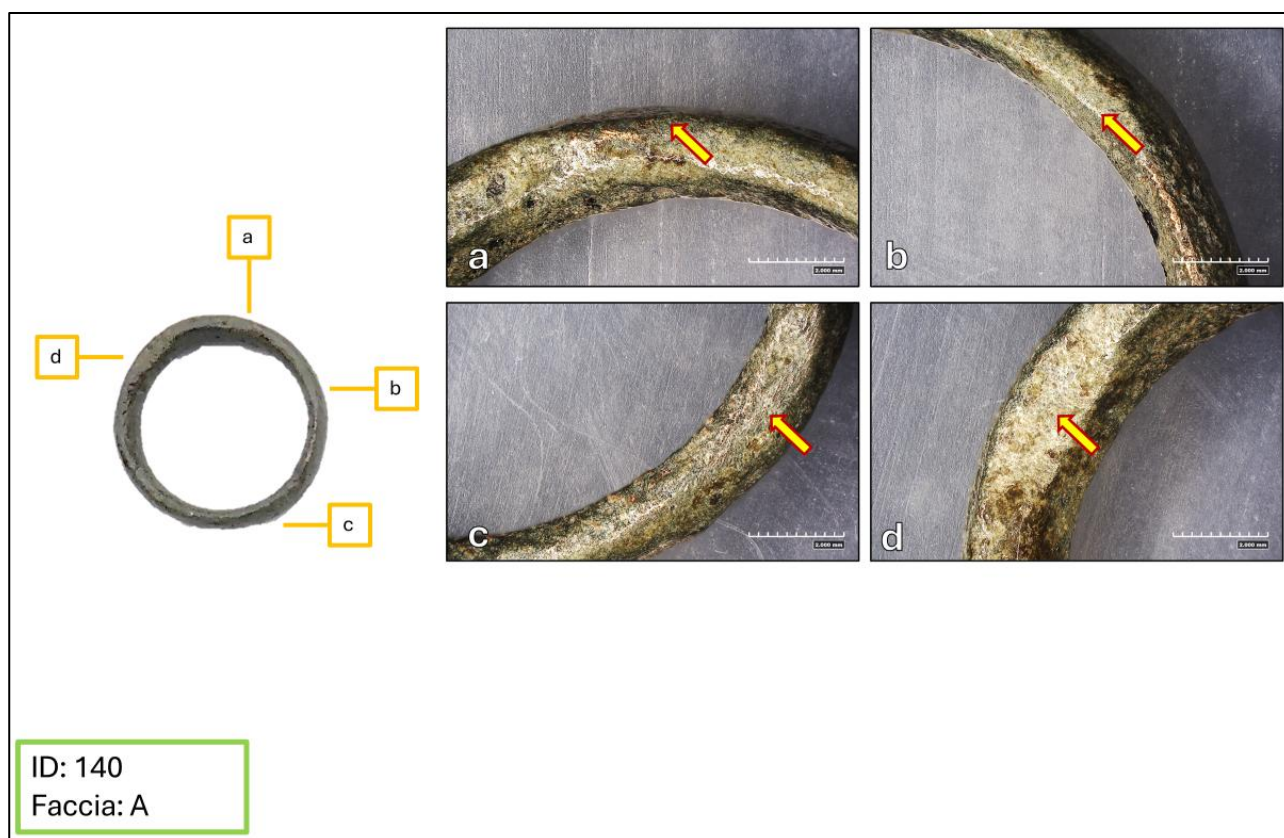


Fig. 141 Anello 140

La superficie dell'anello è piuttosto alterata ma sono visibili alcune strie (fig. 141 a, c), e alcuni appiattimenti (fig. 141 b, d) ma è difficile determinare se siano segni di martello o se siano deformazioni avvenute durante la deposizione.

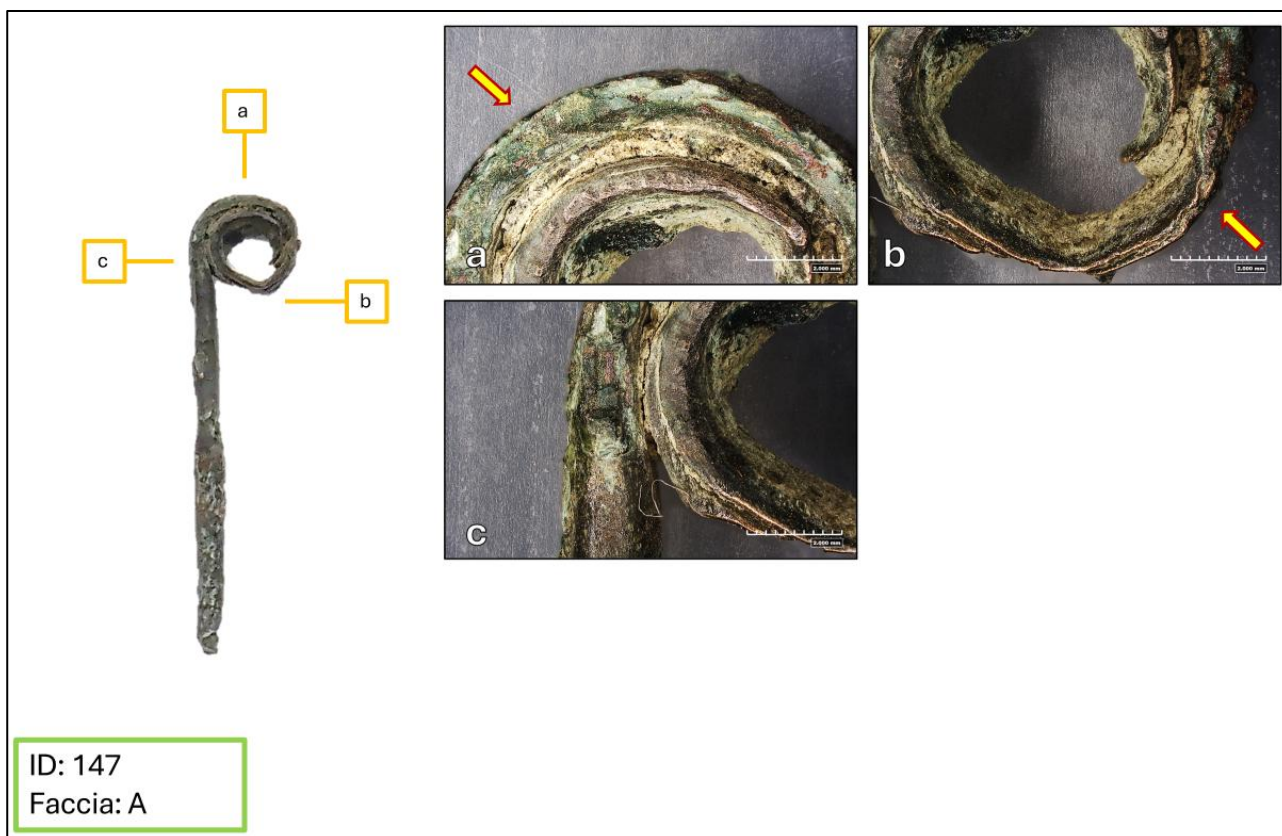


Fig. 142 Spillone 147

Lo spillone presenta un evidente *bending* per formare la capocchia (fig.147 a, b, c). La corrosione è coprente e molto aggressiva sulla totalità della superficie.

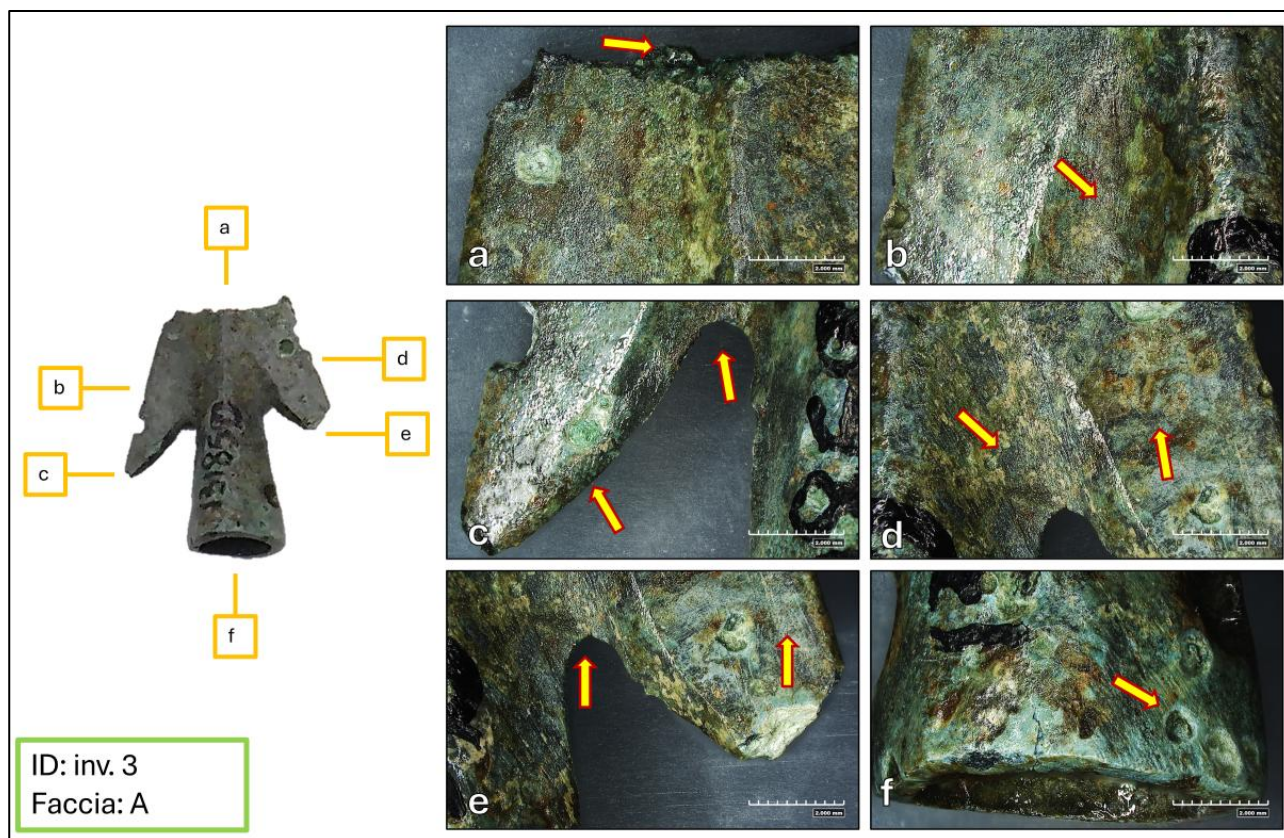


Fig. 143 Cuspide di freccia inv. 3 faccia A

La cuspide di freccia risulta fratturata e mancante della punta (fig. 143 a). Su tutta la superficie si possono osservare degli evidenti *grinding marks* sotto le alette (fig. 143 b, c, d, e) e sul cannone dove è presente anche del *pitting* (fig. 143 f). Le alette sono molto piatte e lucide, molto probabilmente si tratta di *hammer marks* (fig. 143 d).

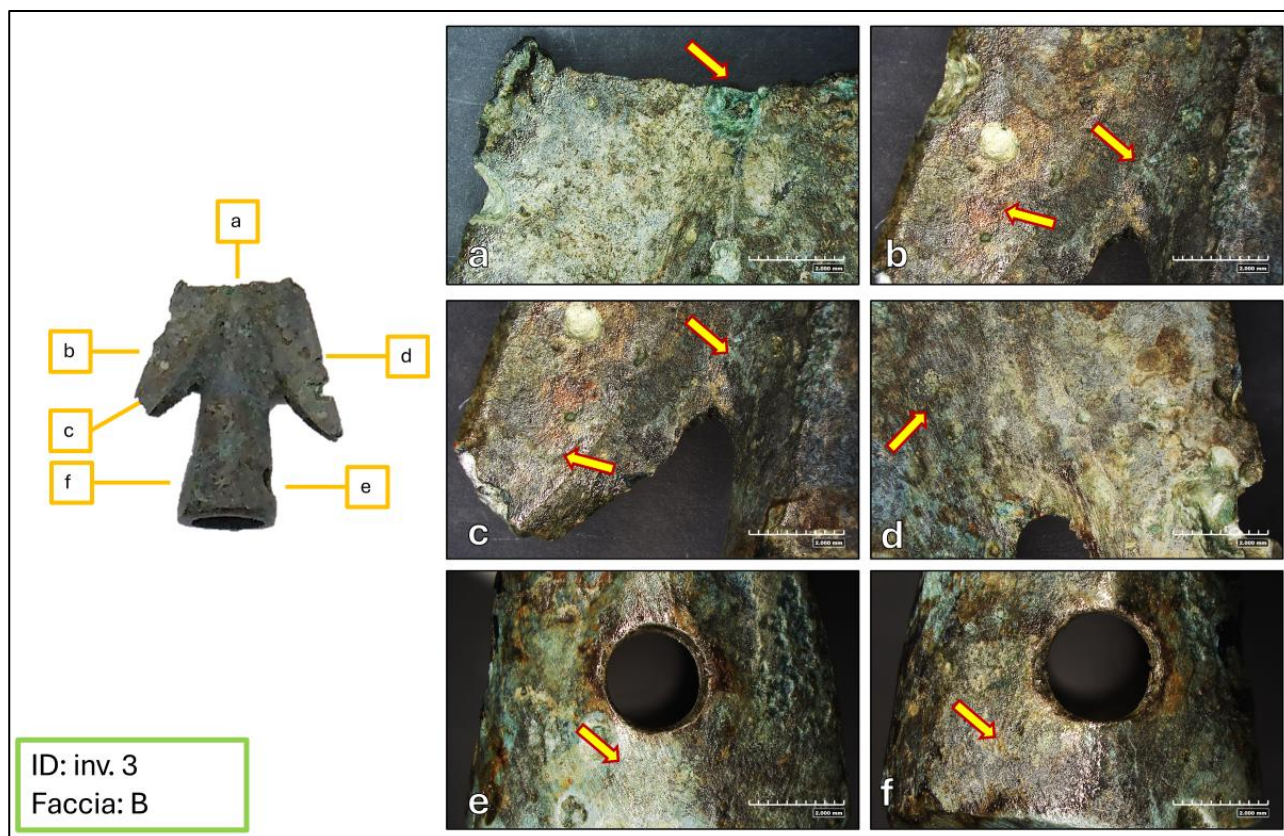


Fig. 144 Cupide di freccia inv. 3 faccia B

La cuspidi di freccia risulta fratturata e mancante della punta (fig. 144 a). Su tutta la superficie si possono osservare degli evidenti *grinding marks* sotto le alette (fig. 144 b, c, d, e) e sul cannone dove si osservano delle strie diagonali in prossimità del foro (fig. 144 e, f). Le alette sono molto piatte e lucide, molto probabilmente si tratta di *hammer marks* (fig. 144 b, c).

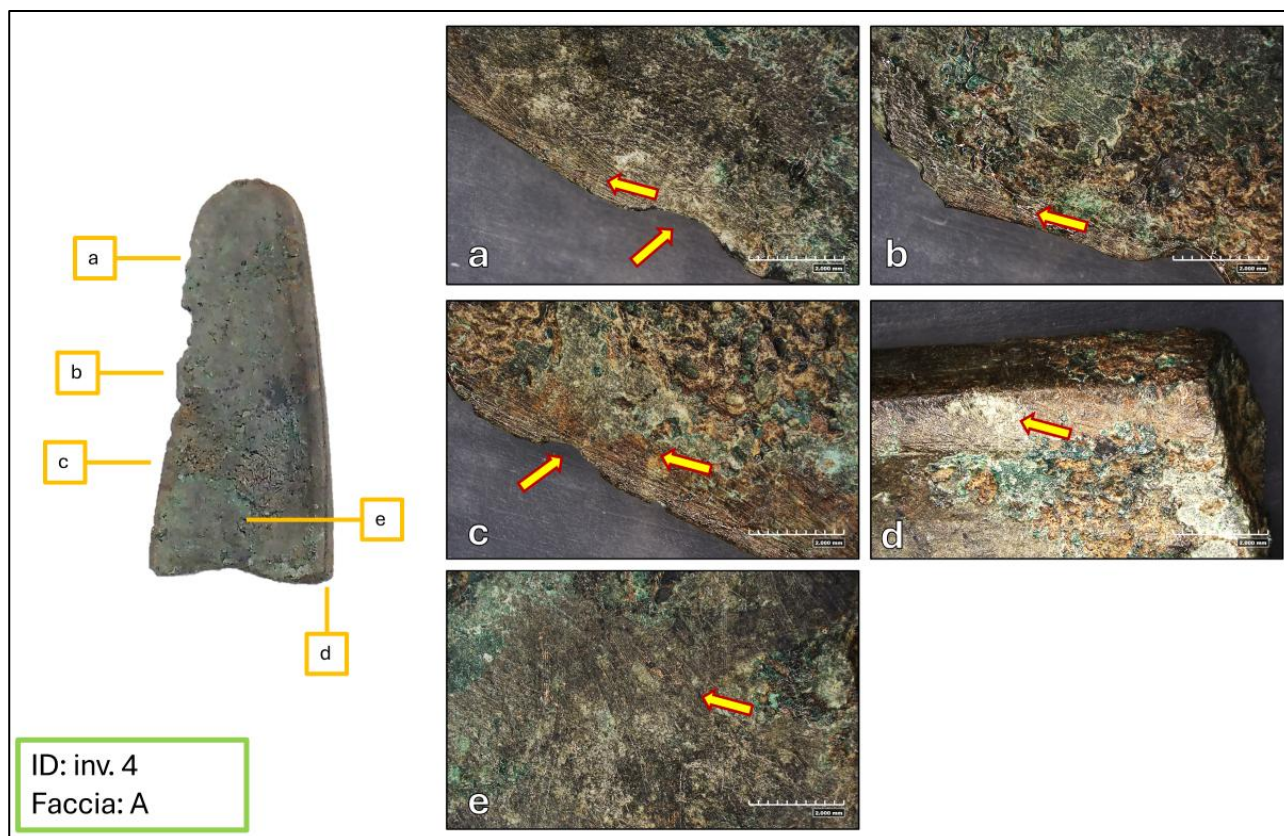


Fig. 145 Falcetto inv. 4 faccia A

Questo frammento è la parte finale della lama di un falcetto. È caratterizzato dalla presenza di molti *grinding marks* distribuiti su tutta la superficie con varie direzioni e composizioni (fig. 145 a, b, c, d, e, f). Sono presenti anche dei danneggiamenti sul filo taglienti ma è difficile determinare con sicurezza se si possa trattare di tracce d'uso (fig. 145 a, c).

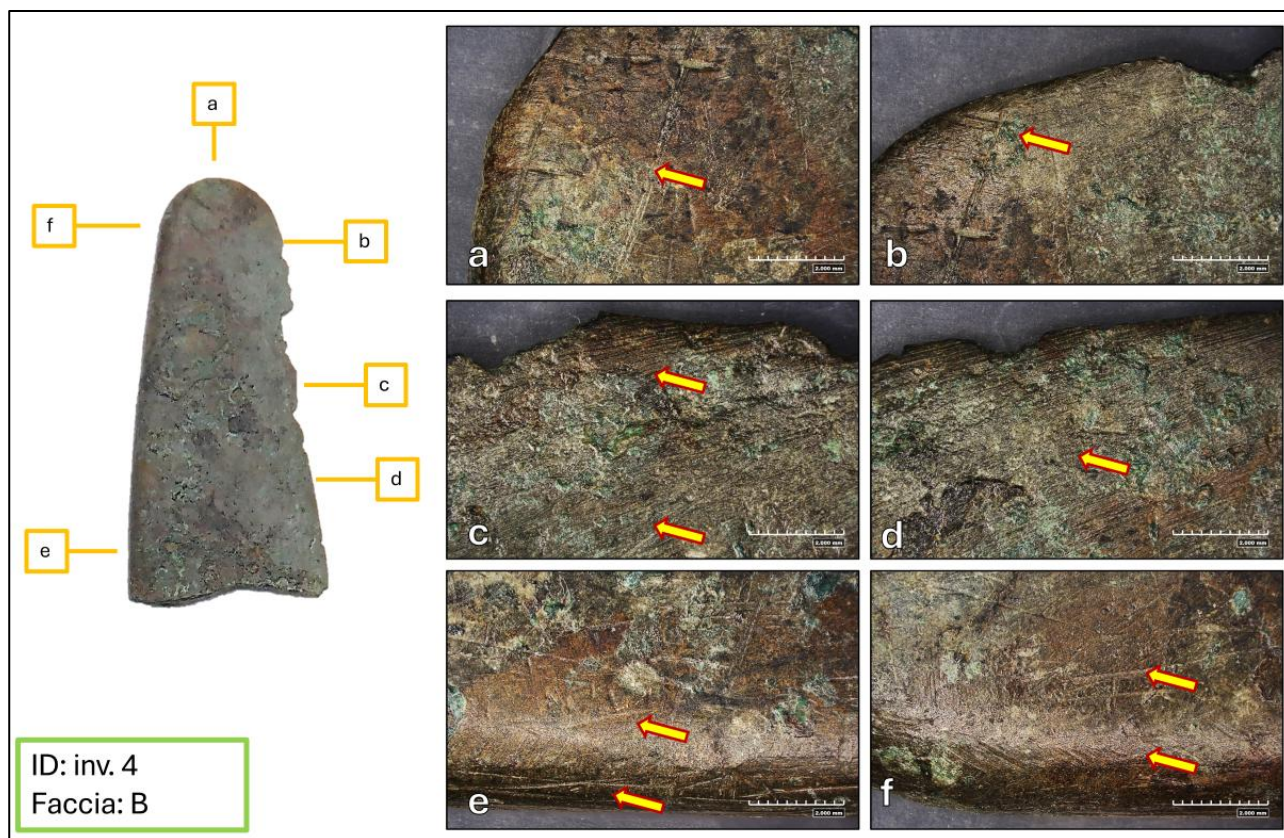


Fig. 146 Falcetto inv. 4 faccia B

Questo frammento è la parte finale della lama di un falcetto. È caratterizzato dalla presenza di molti *grinding marks* distribuiti su tutta la superficie con varie direzioni e composizioni (fig. 146 a, b, c, d, e, f). Le strie appaiono sia singole e molto profonde multidirezionali (fig. 146 a, b, e, f) sia in bande compatte monodirezionali (fig. 146 c, d).

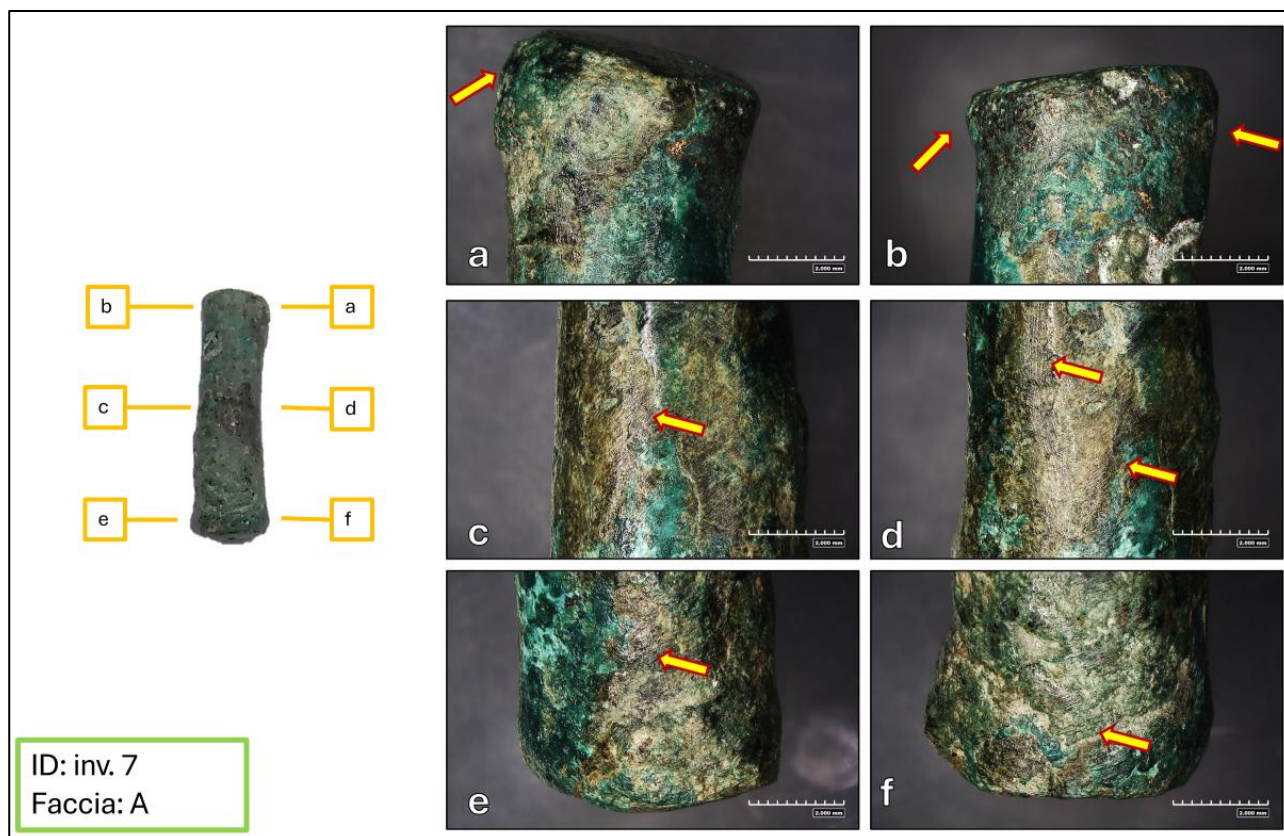


Fig. 147 Ribattino inv. 7

Il ribattino presenta delle compressioni in prossimità delle estremità, generate verosimilmente dalla martellatura (fig. 147 a, b, f). Sono presenti *grinding marks* molto sottili in bande multidirezionali lungo tutto il fusto (fig. 147 c, d, e).

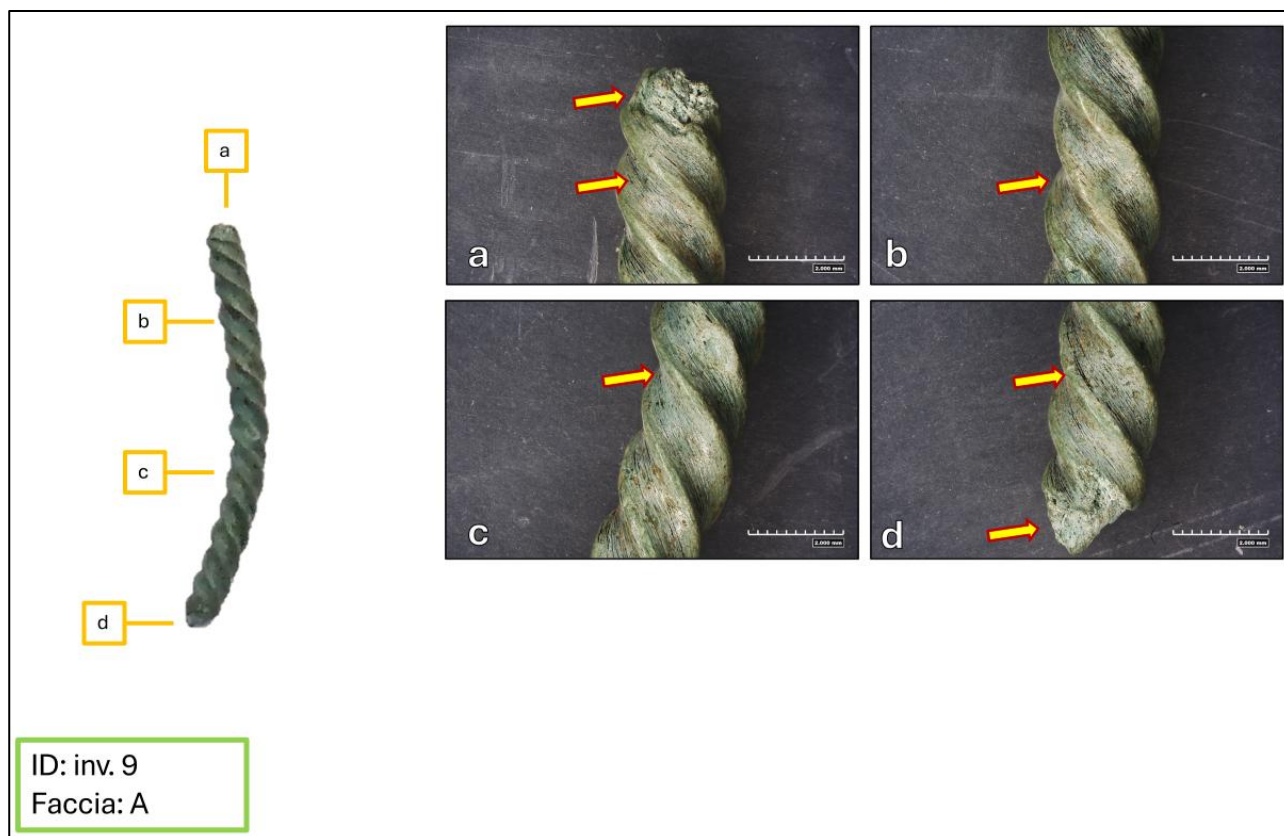


Fig. 148 Frammento inv. 9

Questo frammento presenta un'evidente torcitura di tutto il fusto. Sono visibili delle *fractures* alle estremità (fig. 148 a, d) causate verosimilmente dalla torcitura. Si osservano delle sottili strie lungo tutto il fusto, che seguono l'andamento della torcitura (fig. 148 a, b, c, d) formatesi verosimilmente prima che la barra venisse ritorta.



Fig. 149 Spilla inv. 10

La corrosione è coprente e molto aggressiva sulla totalità della superficie (fig. 149 a). Il reperto presenta un evidente *bending* per formare la capocchia (fig.149 a, b). Considerando la morfologia della piegatura, potrebbe trattarsi dell'ago di una fibula.

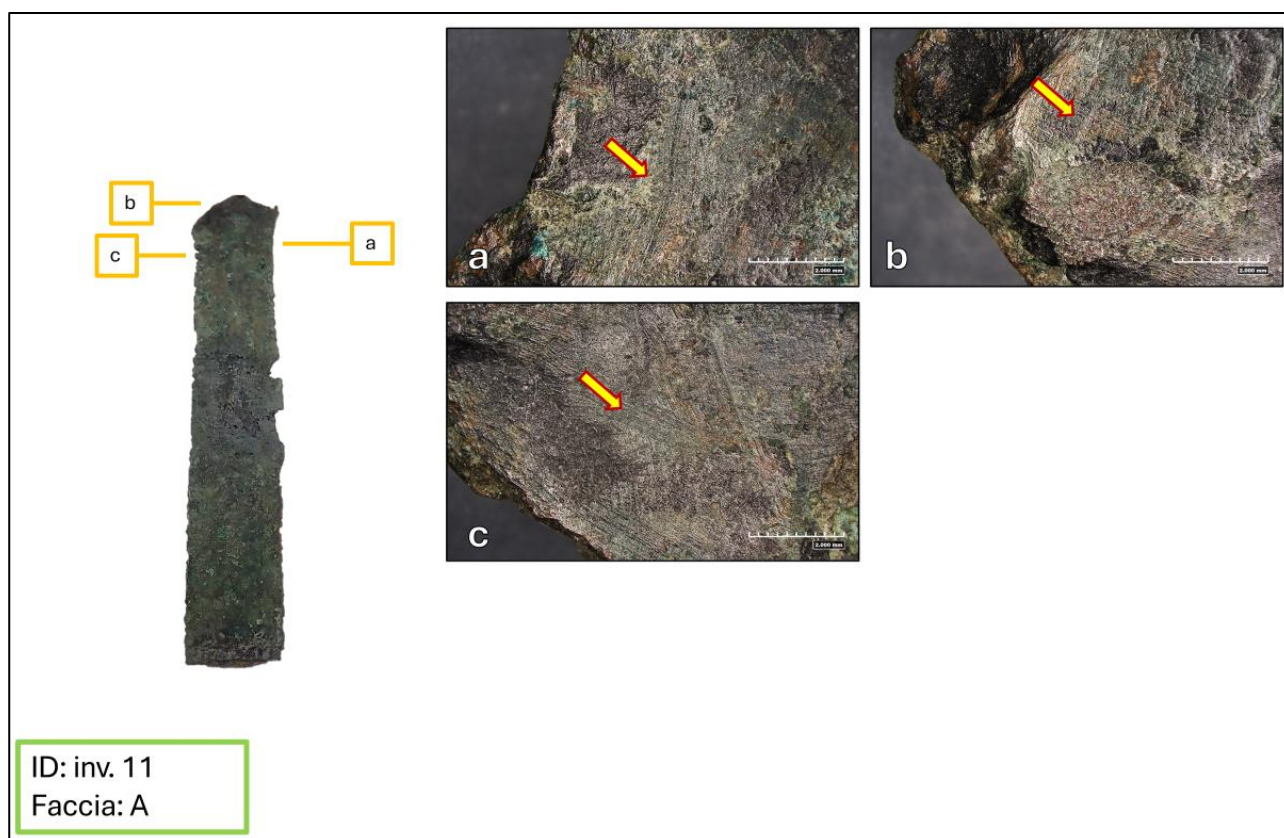


Fig. 150 Lama inv. 11 faccia A

La lama si presenta danneggiata con una piegatura nella parte centrale. Sono evidenti molti distacchi lungo i margini e le estremità risultano fratturate. Sono visibili molti *grinding marks* in bande monodirezionali che si intersecano in varie angolazioni (fig. 150 a, b, c).

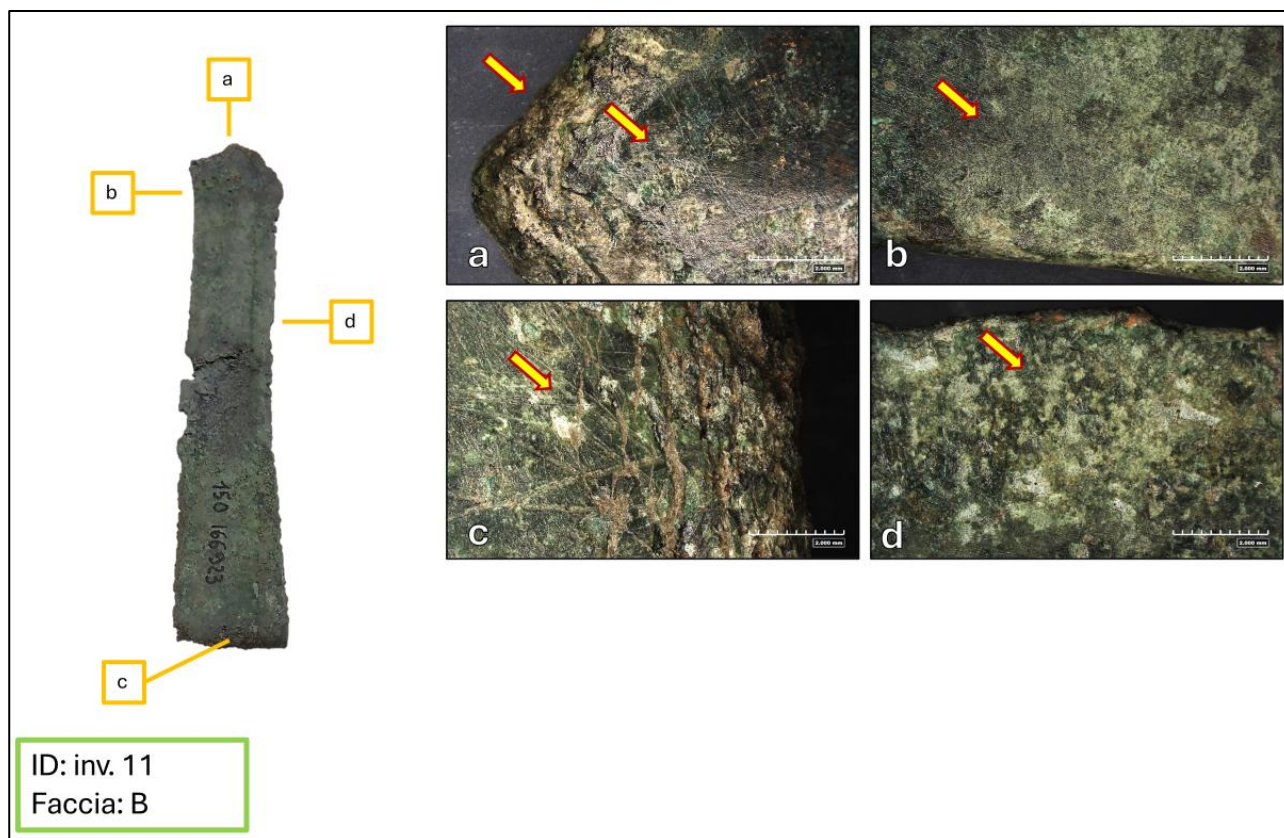


Fig. 151 Lama inv. 11 faccia B

La lama si presenta danneggiata con una piegatura nella parte centrale. Sono visibili molti *grinding marks* in bande monodirezionali che si intersecano in varie angolazioni (fig. 151 a, b, c). Le estremità risultano fratturate (fig. 151 a, c) e sono evidenti molti distacchi lungo i margini (fig. 151 d).

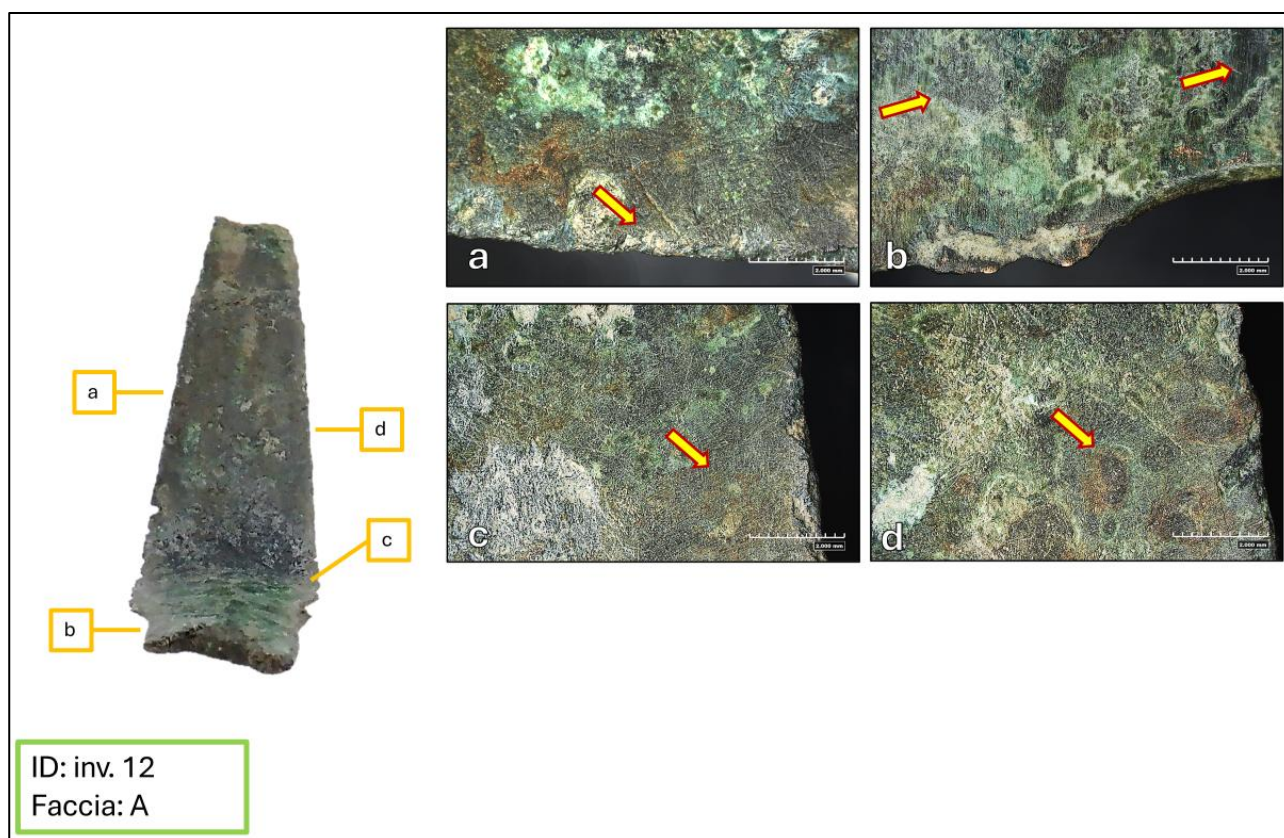


Fig. 152 Pugnale inv. 12 faccia A

Il pugnale presenta una vistosa piegatura a metà della lama e delle fratture alle estremità associate a piegature. Sono visibili dei *grinding marks* multidirezionali e disordinati sulla maggior parte della superficie (fig. 152 a, c, d) e alcune bande compatte di strie monodirezionali (fig. 152 b).

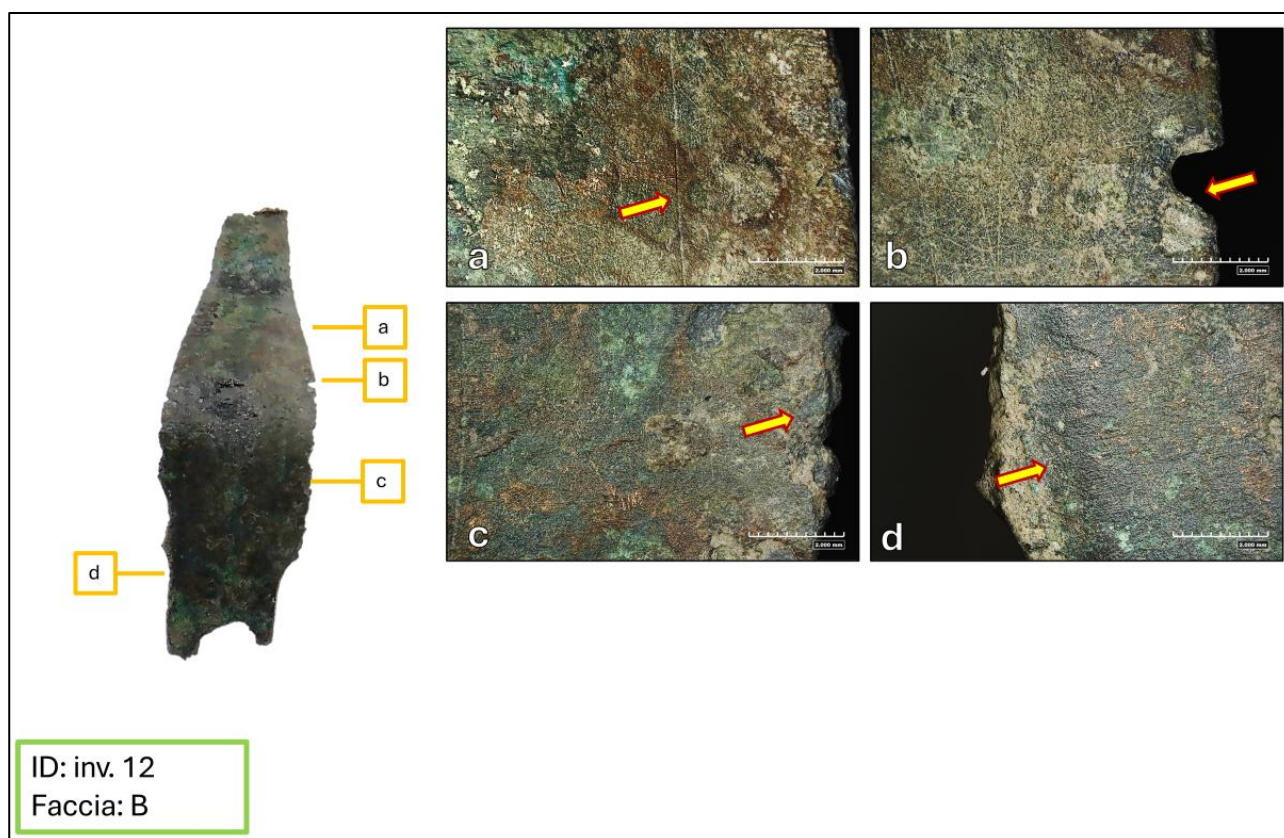


Fig. 153 Pugnale inv. 12 faccia B

Il pugnale presenta una vistosa piegatura a metà della lama e delle fratture alle estremità associate a piegature. Sono visibili dei *grinding marks* multidirezionali e disordinati sulla maggior parte della superficie (fig. 153 a) e alcune bande compatte di strie monodirezionali (fig. 153 d). Si nota la presenza di un *notch* (fig. 153 b) e di alcune piccole fratture lungo i margini (fig. 153 c).

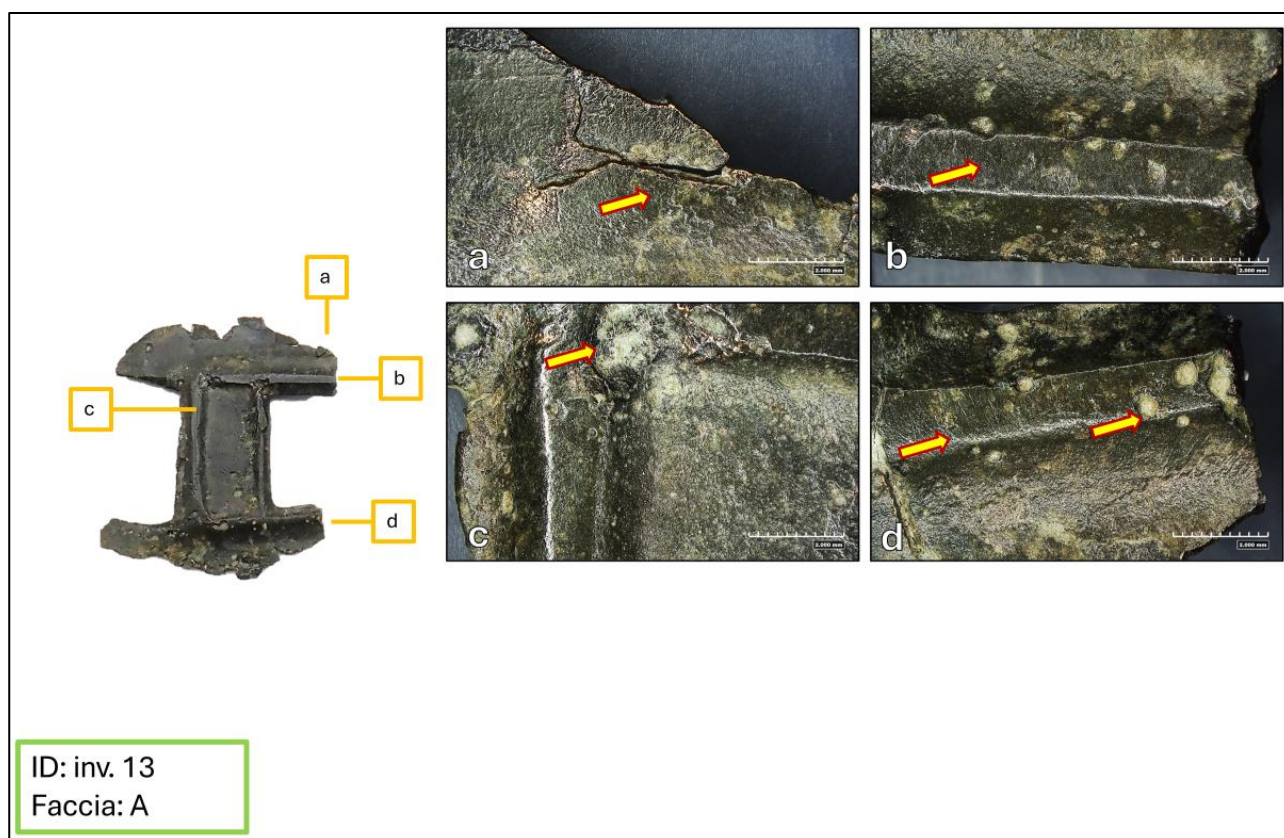


Fig. 154 Ornamento inv. 13 faccia A

L'ornamento presenta delle *fissures* (fig. 154 a) e dei possibili *hammer marks* identificati dalla superficie regolare e lucente (fig. 154 b). Sono evidenti su tutto il reperto tracce di *pitting* (fig. 154 c, d) e delle sottili strie in bande monodirezionali (fig. 154 d). Si notano molte fratture alle estremità.



Fig. 155 Ornamento inv. 13 faccia B

Sono evidenti su tutto il reperto tracce di *pitting* (fig. 155 a, b, c) e delle sottili strie in bande monodirezionali (fig. 154 b). Si notano molte fratture alle estremità.

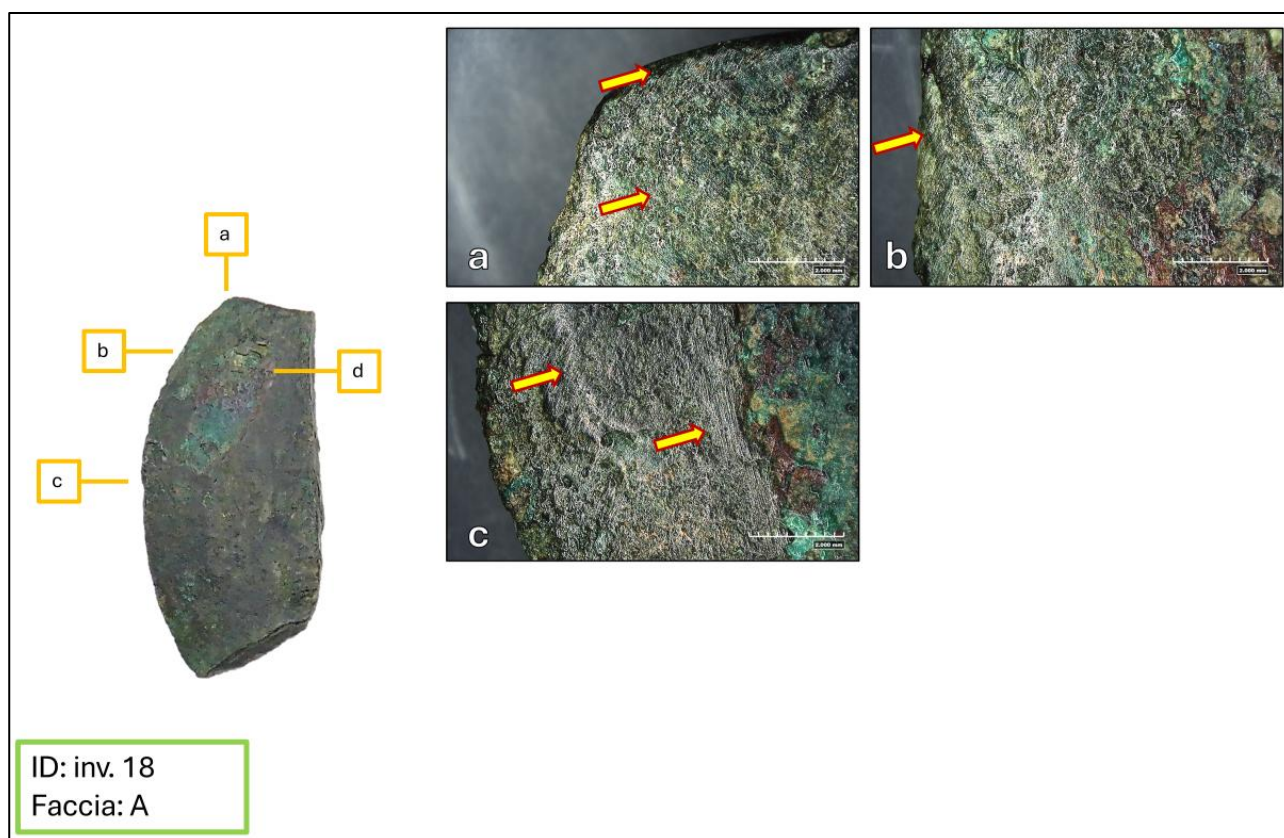


Fig. 156 Ascia inv. 18

Il reperto consiste nella lama frantumata di un'ascia. Sono visibili molti *grinding marks* le cui strie formano bande compatte multidirezionali che si intersecano (fig. 156 a, b, c). La superficie è molto corrosa e scabra.

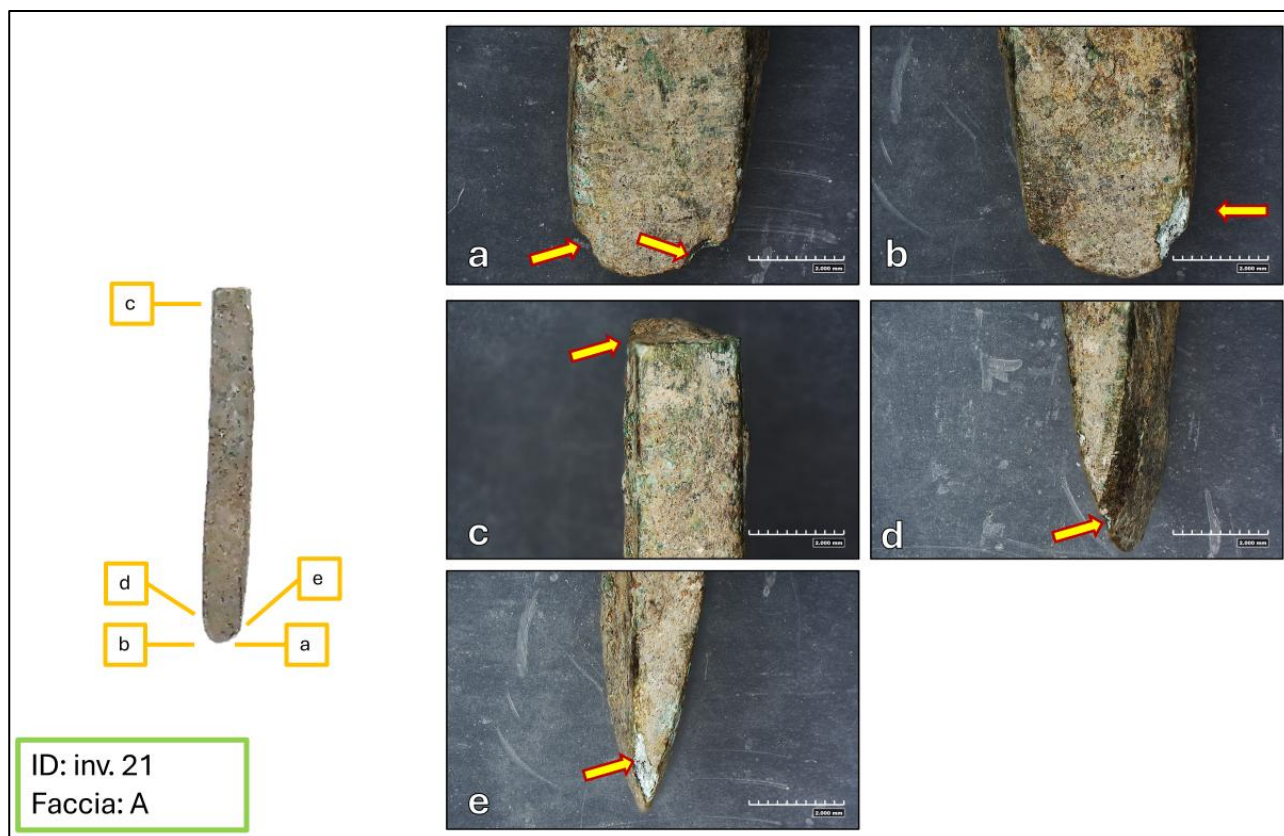


Fig. 157 Scalpellino inv. 21

Il reperto presenta uno strato di corrosione molto coprente e sono visibili sole delle evidenti fratture (fig. 157 a, b, c, d, e).

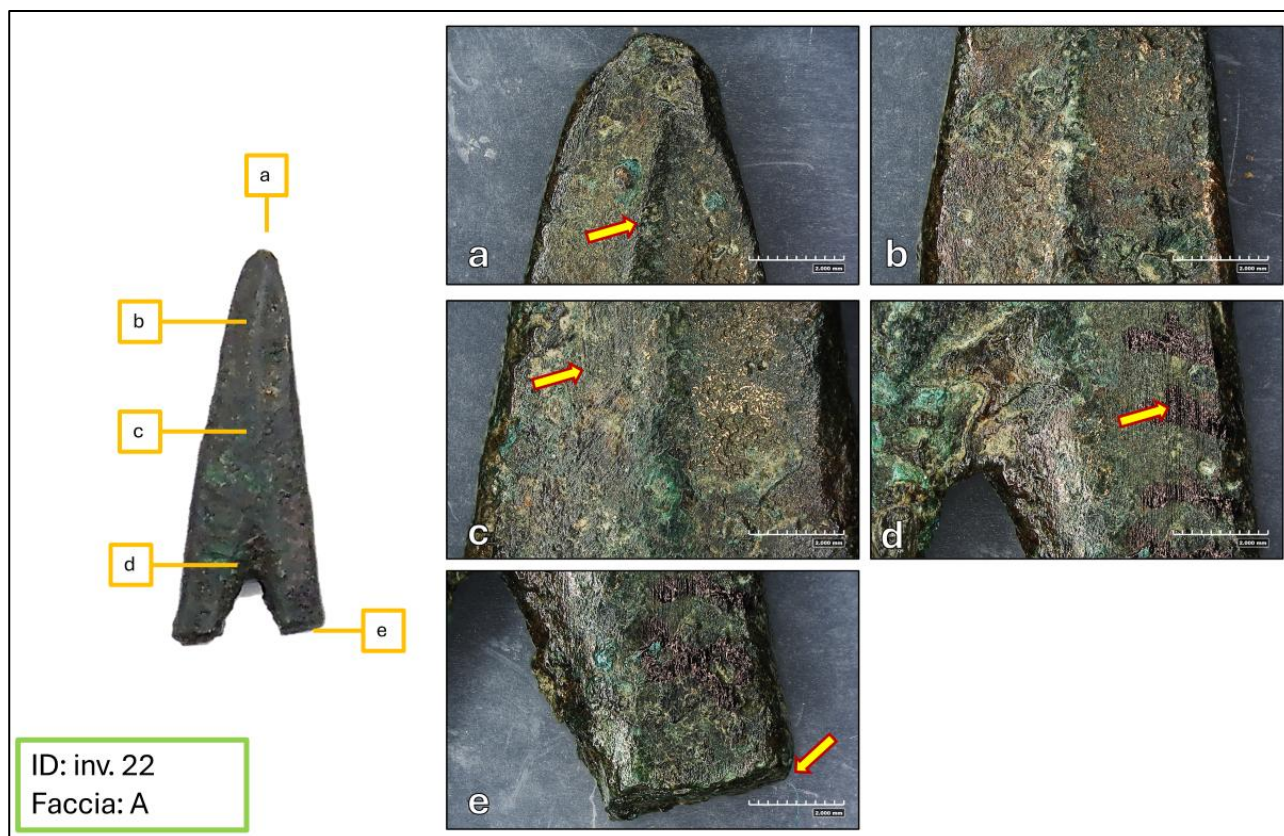


Fig. 158 Frammento inv. 22

Questo frammento, plausibilmente parte di un codolo spezzato sopra il foro, presenta alcune strie di abrasione (fig. 158 a, c, d), una superficie molto scabra e non rifinita (fig. 158 b) e delle fratture molto nette alla base (fig. 158 e).

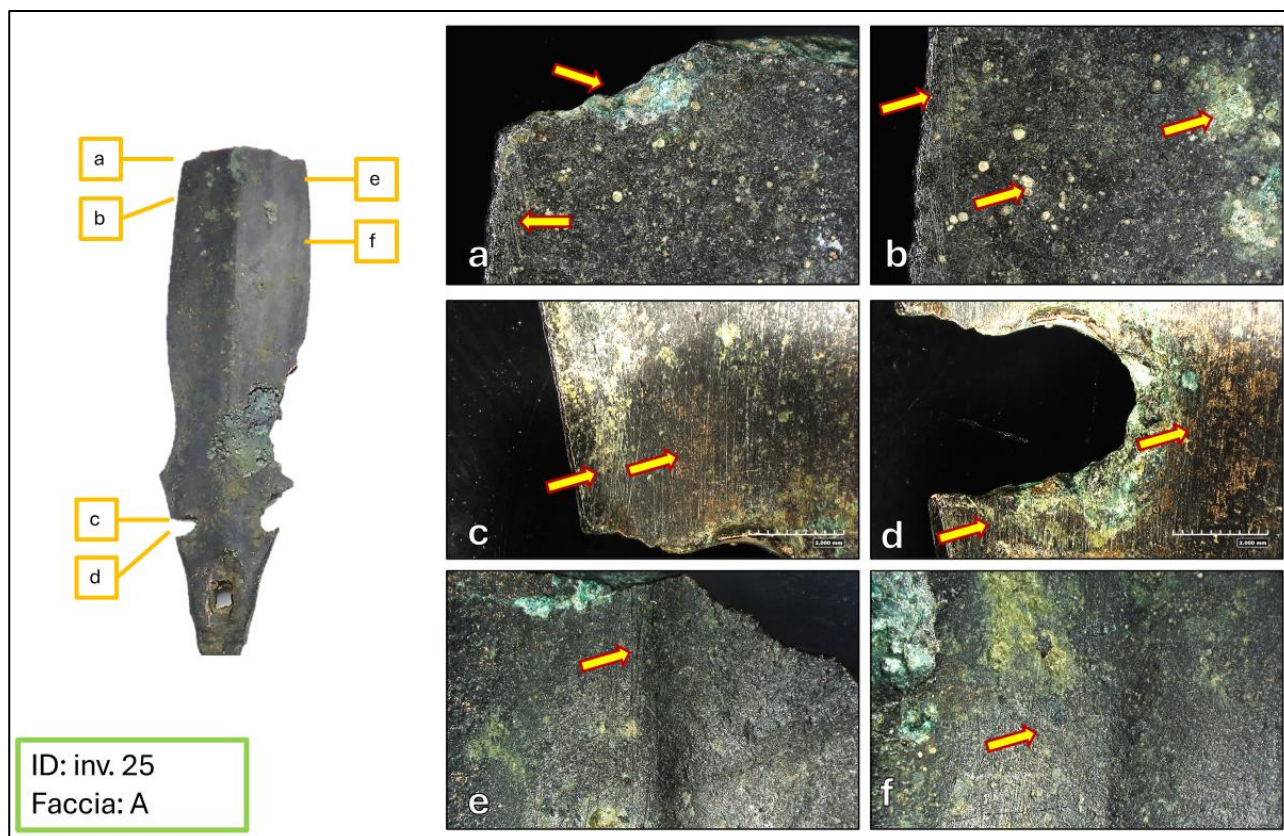


Fig. 159 Pugnale inv. 25 faccia A

Il pugnale presenta dei *grinding marks* su tutta la superficie, caratterizzati da corte strie diagonali sui margini taglienti (fig. 159 a, b, c) e da strie longitudinali sul corpo (fig. 159 c, d, e, f). La punta è mancante e si osserva una grande frattura (fig. 159 a). Sono presenti delle tracce di *pitting* (fig. 159 b). Lungo i margini taglienti è presente una linea lucida caratterizzata da una concavità osservabile dal vivo e di difficile resa fotografica, molto probabilmente *hammer marks*.



Fig. 160 Pugnale inv. 25 faccia B

Il pugnale presenta dei *grinding marks* su tutta la superficie, caratterizzati da strie longitudinali sul corpo (fig. 160 a) e alcune piccole strie corte attorno al foro (fig. 160 b). Sono presenti delle tracce di *pitting* (fig. 160 c).

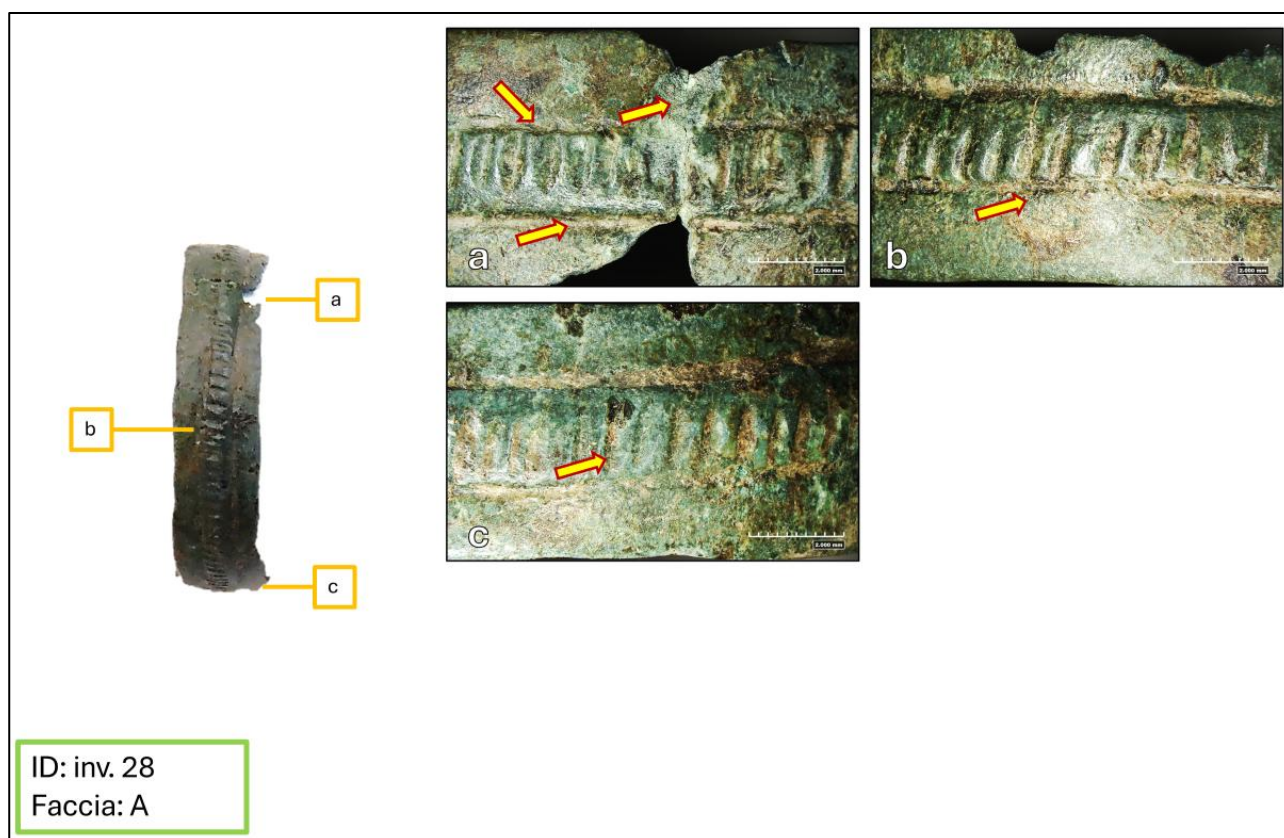


Fig. 161 Anello inv. 28

L'anello, oltre alla piegatura che determina la sua morfologia, presenta delle evidenti incisioni decorative (fig. 161 a, b, c). Sono presenti anche delle fratture lungo i bordi e in corrispondenza della giunzione (fig. 161 a).

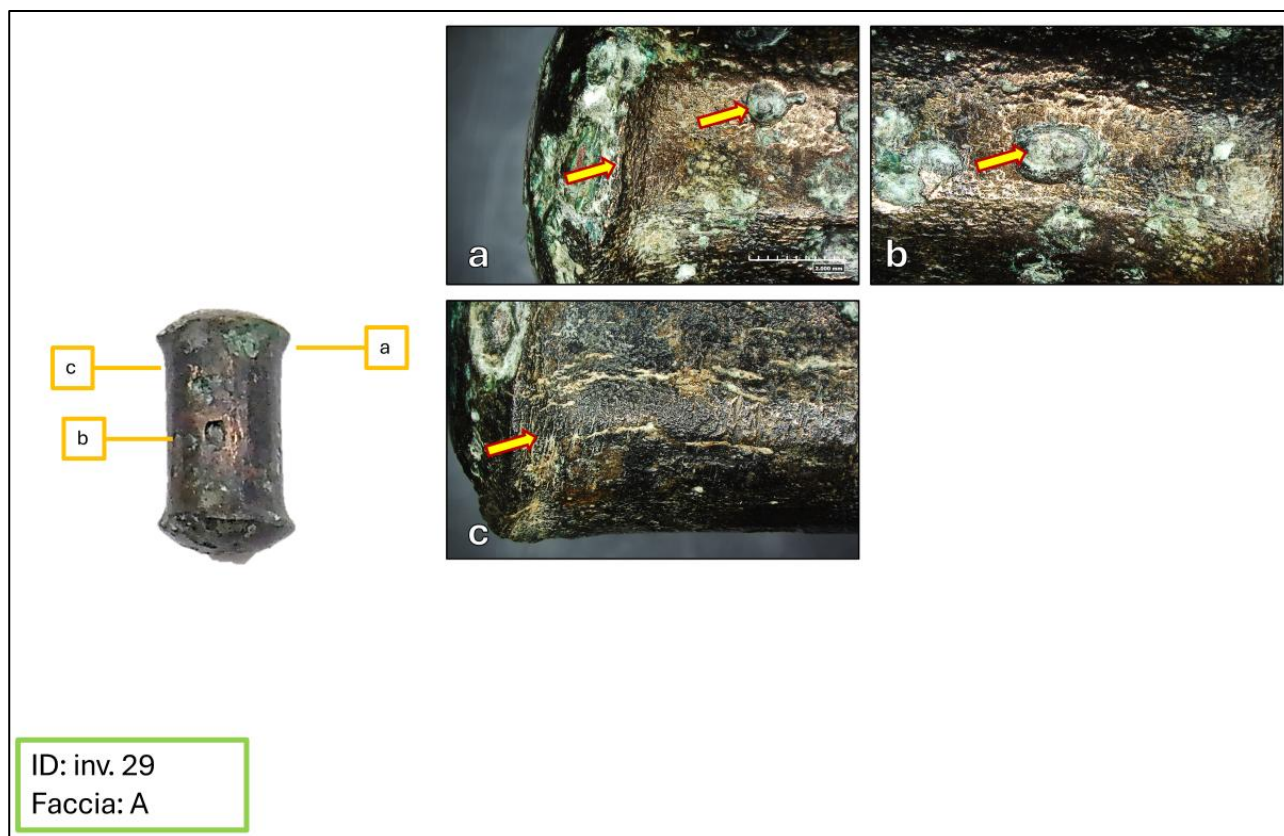


Fig. 162 Ribattino inv. 29

Il ribattino presenta delle compressioni in prossimità delle estremità, generate verosimilmente dalla martellatura (fig. 162 a, c). Sono presenti *grinding marks* molto sottili in bande multidirezionali vicino la compressione dell'estremità (fig. 160 c) e delle tracce evidenti di *pitting* molto profondo (fig. 162 b).

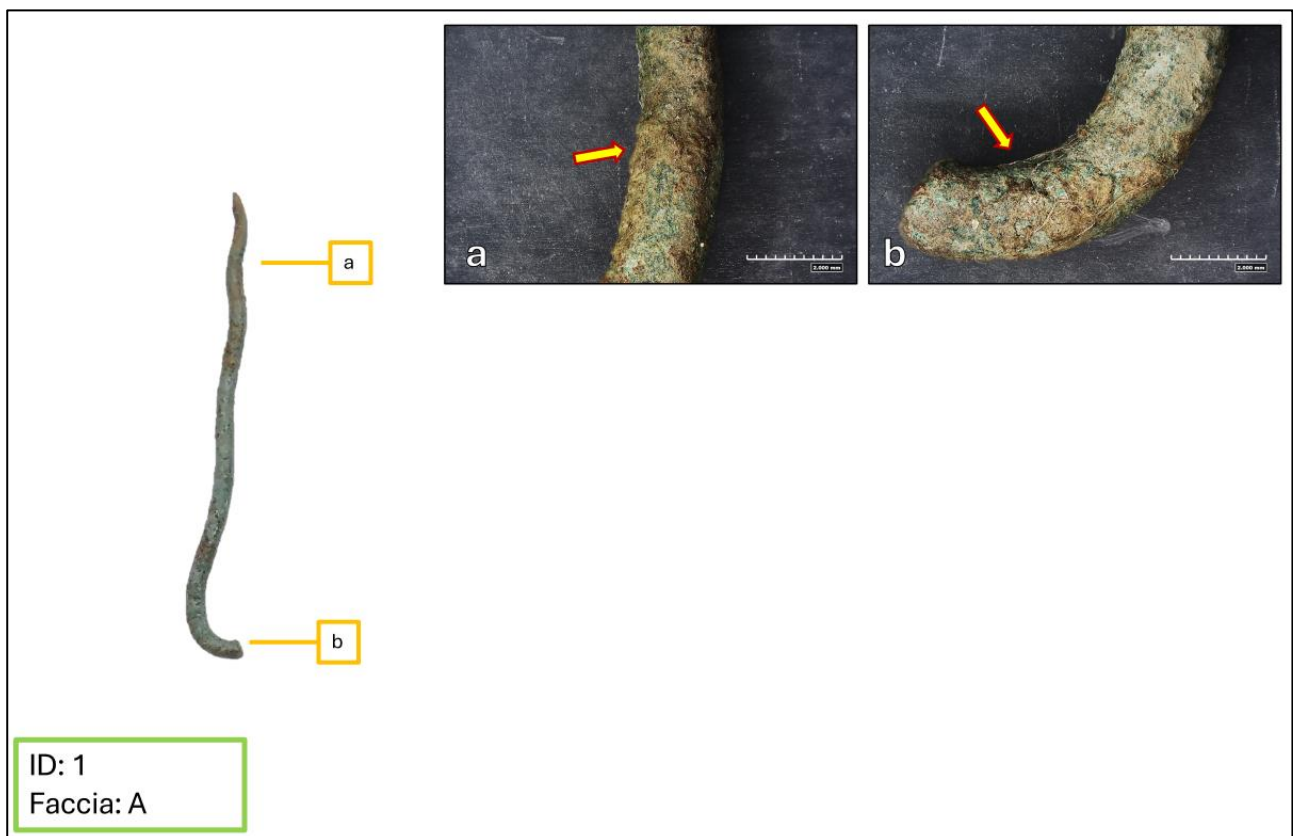


Fig. 163 Frammento di fibula 1

Su questo reperto sono visibili solo le evidenti piegature lungo tutto il fusto (fig. 163 a) e la frattura dove verosimilmente doveva trovarsi la giunzione con la piegatura (fig. 163 b).

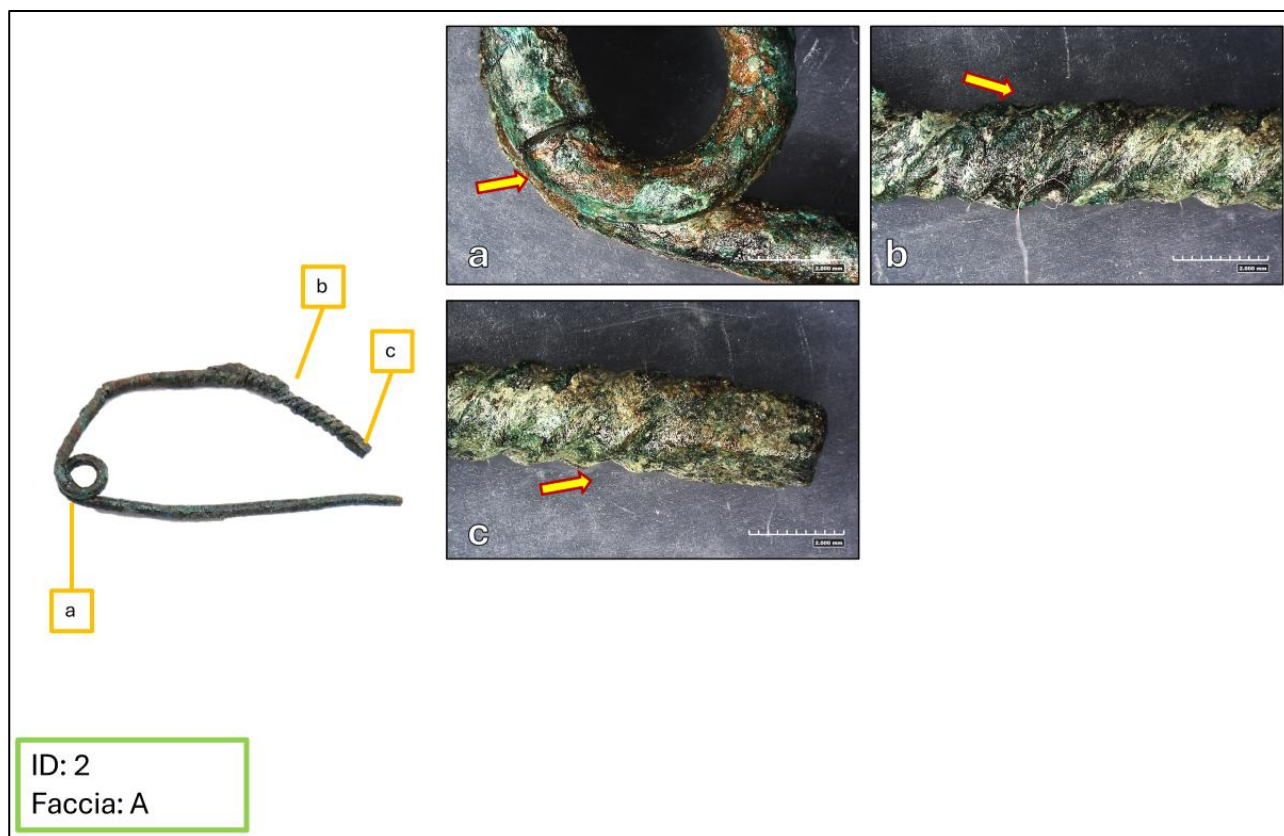


Fig. 164 Fibula 2

La fibula presenta una piegatura multipla (fig. 164 a) e delle evidenti torciture (fig. 164 b, c). La superficie è molto corrosa e coprente. La staffa è mancante.

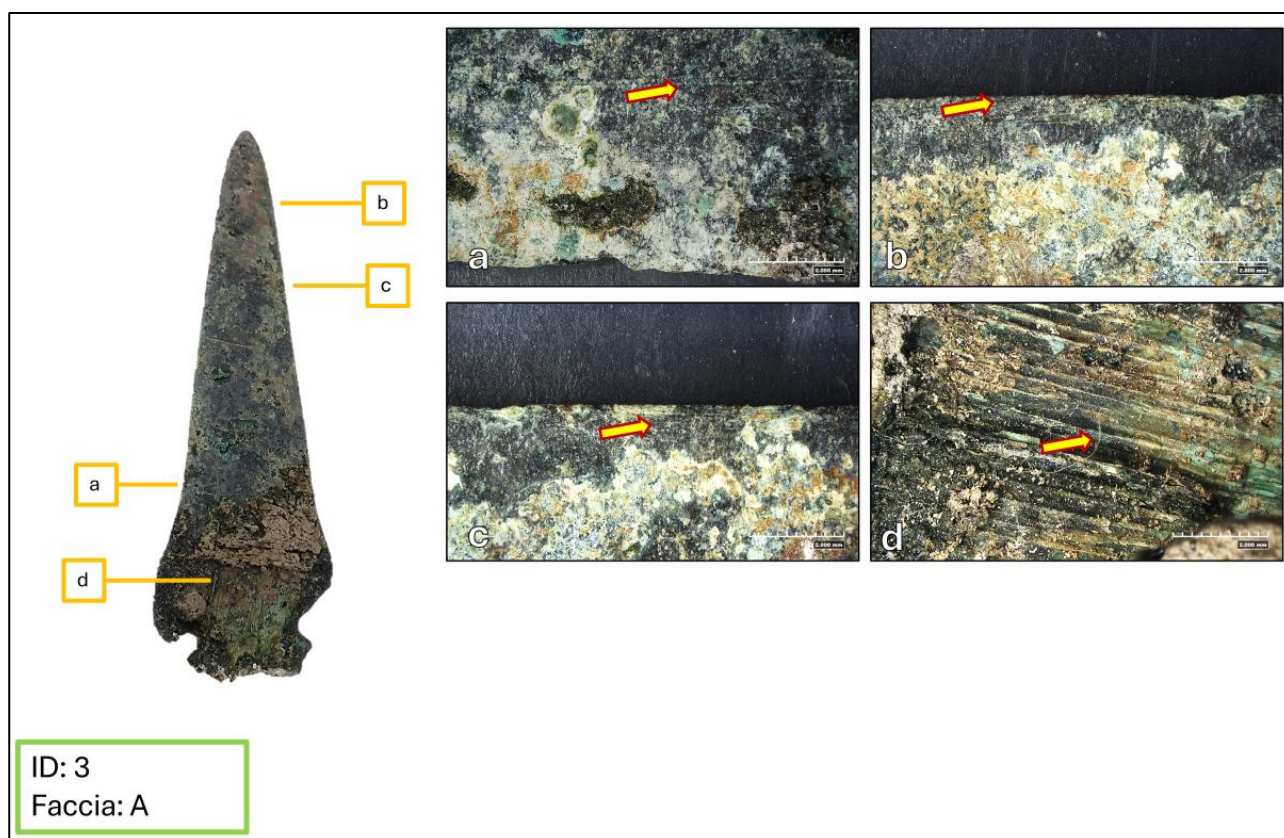


Fig. 165 Pugnale 3 faccia A

Il pugnale presenta una superficie molto corrosa su cui è possibile intravedere alcune strie lungo i margini taglienti (fig. 165 a, b, c). Sono presenti dei residui, probabilmente pertinenti all'immanicatura (fig. 165 d).



Fig. 166 Pugnale 3 faccia B

Sono visibili, in corrispondenza della punta, delle tracce di *pitting* (fig. 166 a) e delle sottili strie multidirezionali (fig. 166 b).

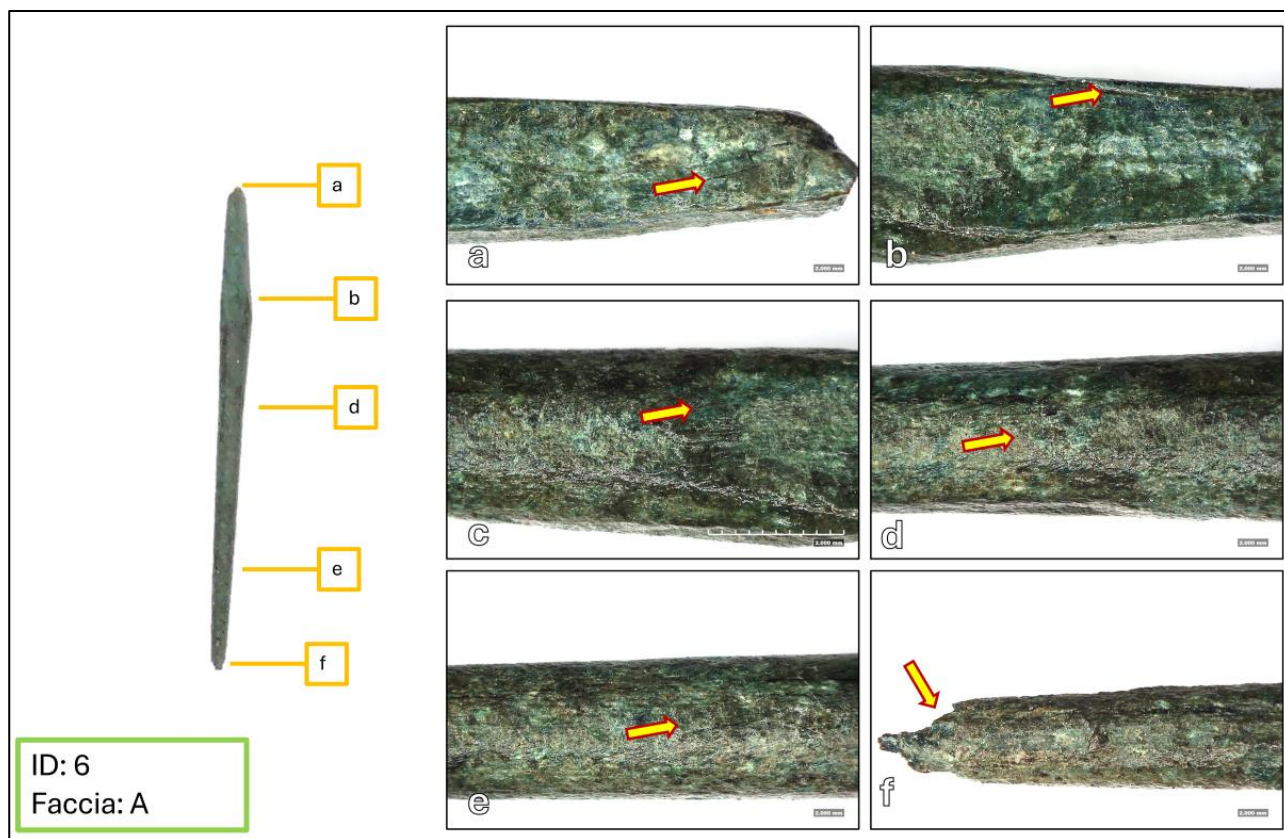


Fig. 167 Lesina 6

La lesina presenta delle piccole *fissures* in corrispondenza del codolo (fig. 167 a, b) e molte strie longitudinali distribuite su tutta la superficie (fig. 167 c, d, e). La punta è danneggiata dalla corrosione (fig. 167 f).

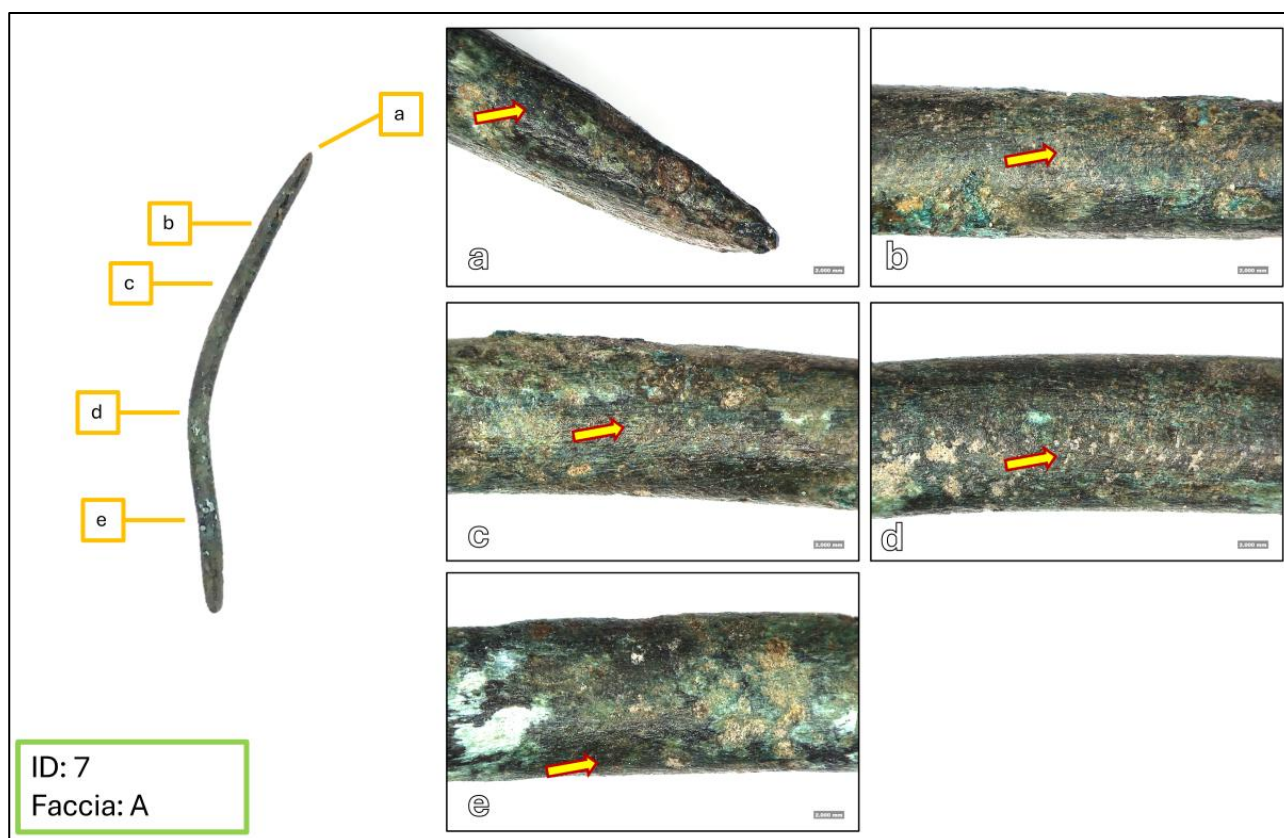


Fig. 168 Punteruolo 7

Il punteruolo presenta una vistosa piegatura nella parte mediana e l'intera superficie è coperta di strie longitudinali (fig. 168 a, b, c, d, e),



Fig. 169 Spillone 8

Lo spillone presenta una piegatura incompleta per la formazione della capocchia e risulta fratturato lungo il fusto. La superficie è molto corrosa e le uniche tracce visibili sono dei *grinding marks* diagonali lungo il fusto (fig. 169 a, b).

6.5 Le tracce sperimentali

Inesperti-Intermedi

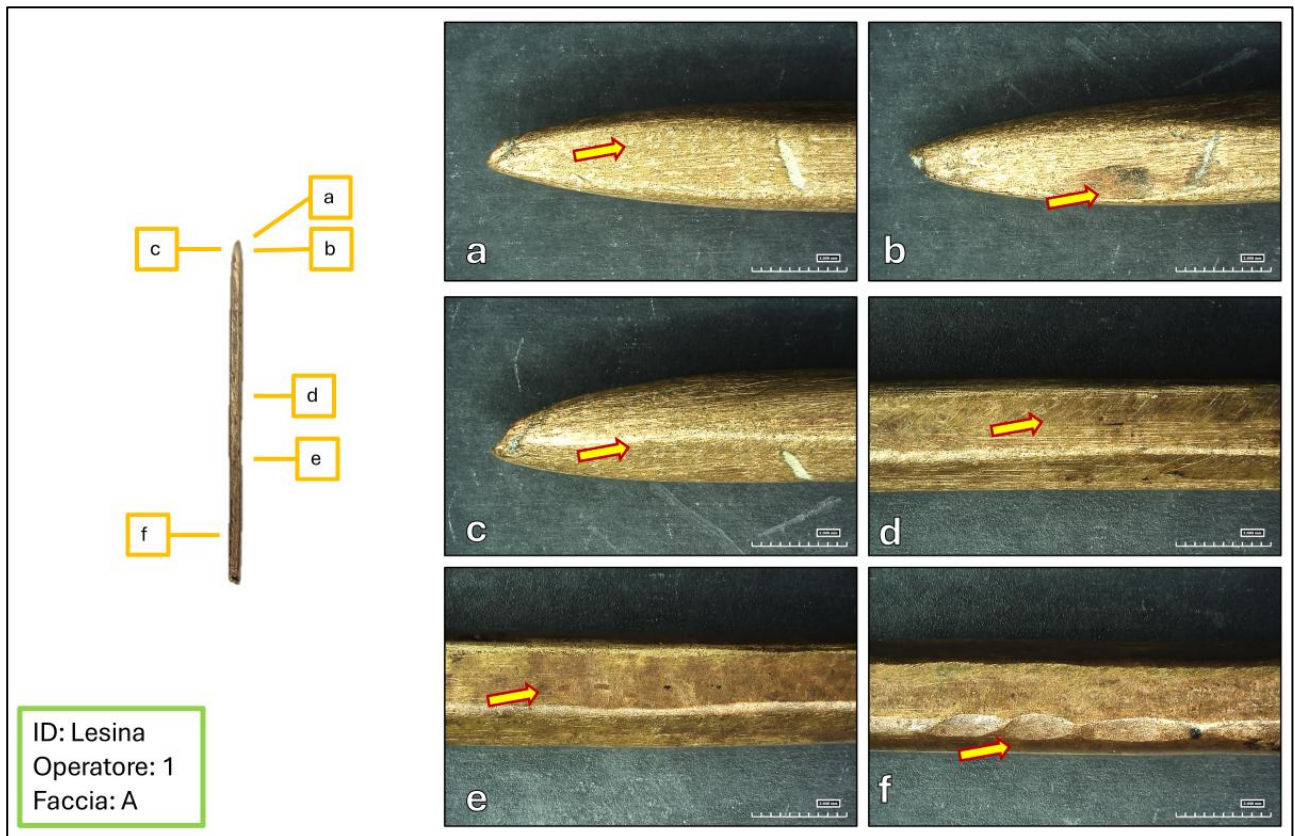


Fig. 170 Lesina sperimentale

Sulla lesina sono osservabili dei *grinding marks* longitudinali distribuiti su tutta la superficie (fig. 170 a, b, c, d, e) delle strie oblique (fig. 170 d) e degli *hammer marks* molto evidenti dalla superficie lucida e la contorni della concavità ben definiti (fig. 170 b, f).

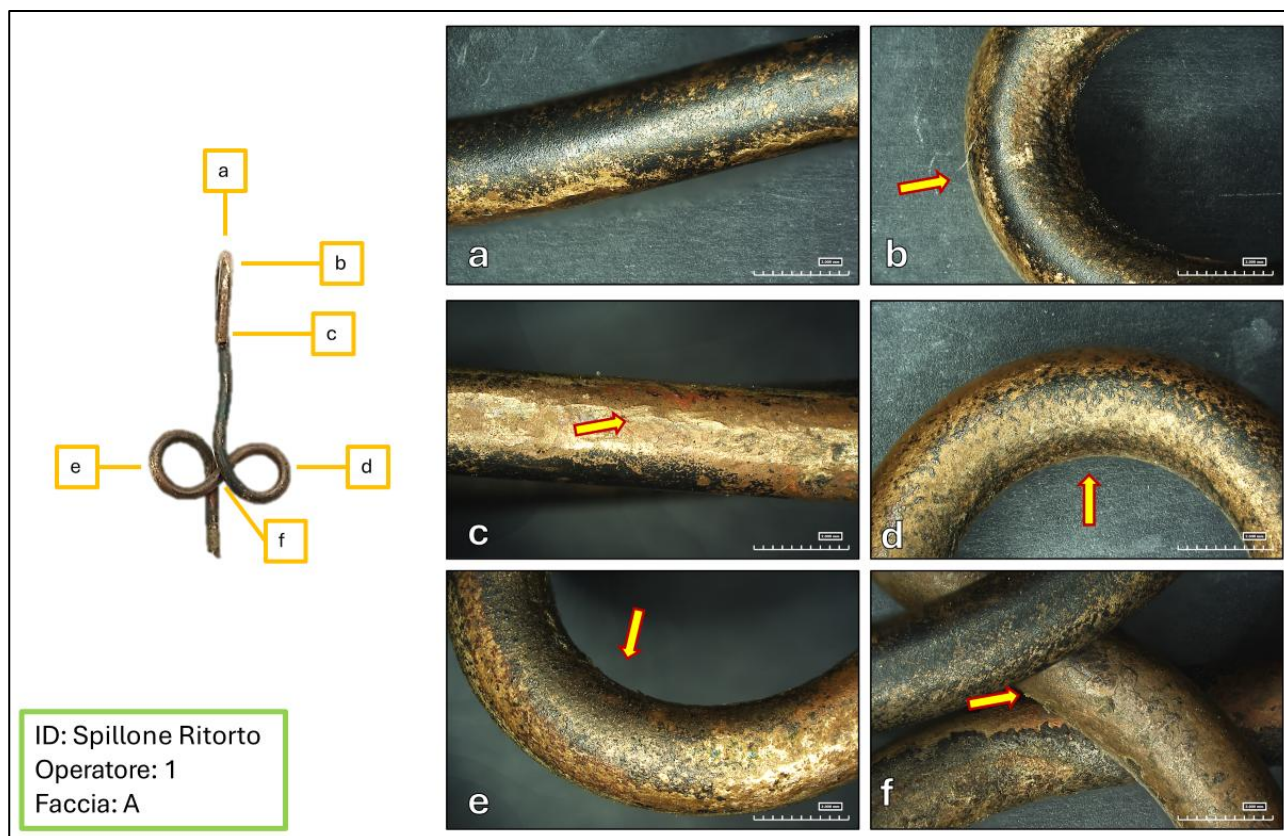


Fig. 171 Spillone ritorto sperimentale

Sullo spillone sono ben visibili le tracce lasciate dal *bending* (fig. 171 a, b, d, e, f) e delle tracce di martellatura (fig. 171 c).

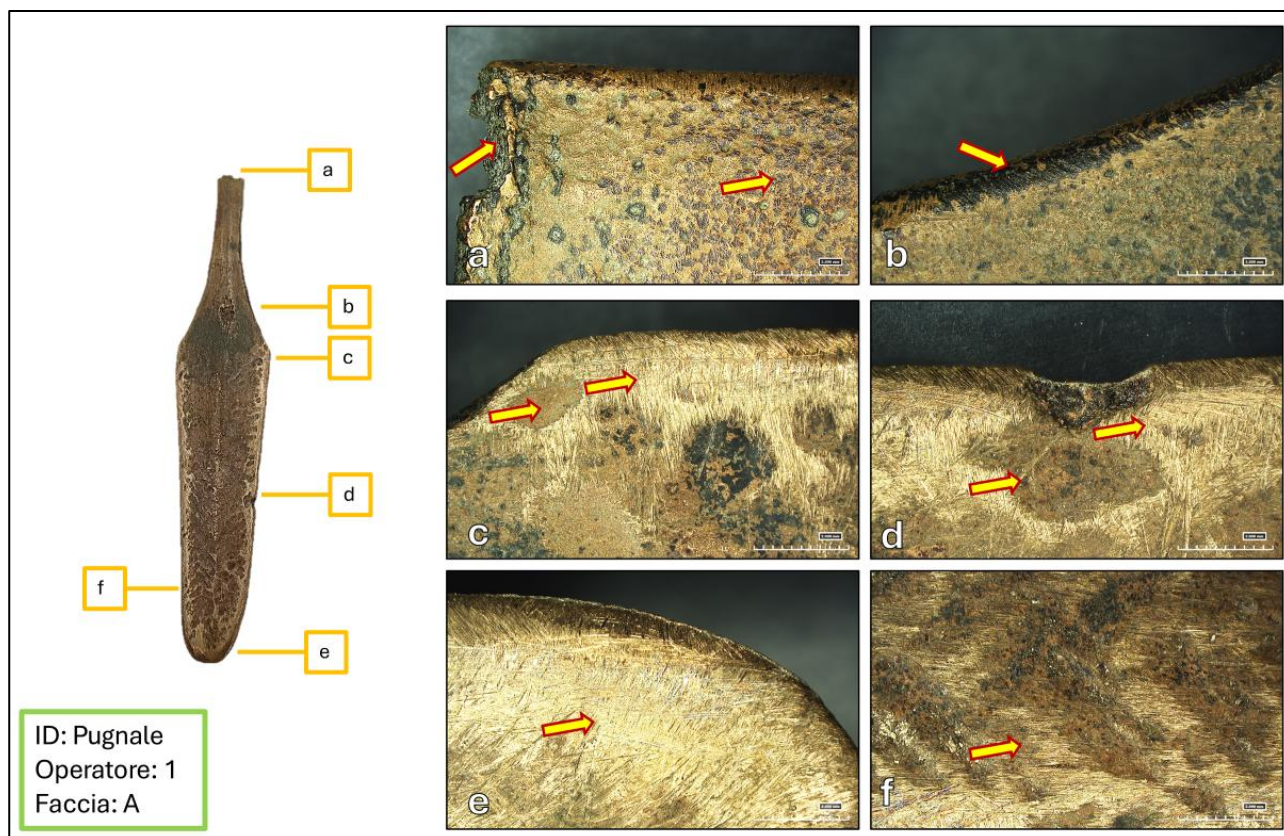


Fig. 172 Pugnale sperimentale faccia A

Su questo pugnale si può osservare una frattura sul codolo, legata alla rimozione del cono di fusione e del *pitting* (fig. 172 a). Sono ben visibili le concavità lasciate dagli *hammer marks* su cui si sovrappongono dei *grinding marks* (fig. 172 c, d, f) e dei *grinding marks* per uniformare il profilo del codolo (fig. 172 b) e della punta (fig. 172 e).

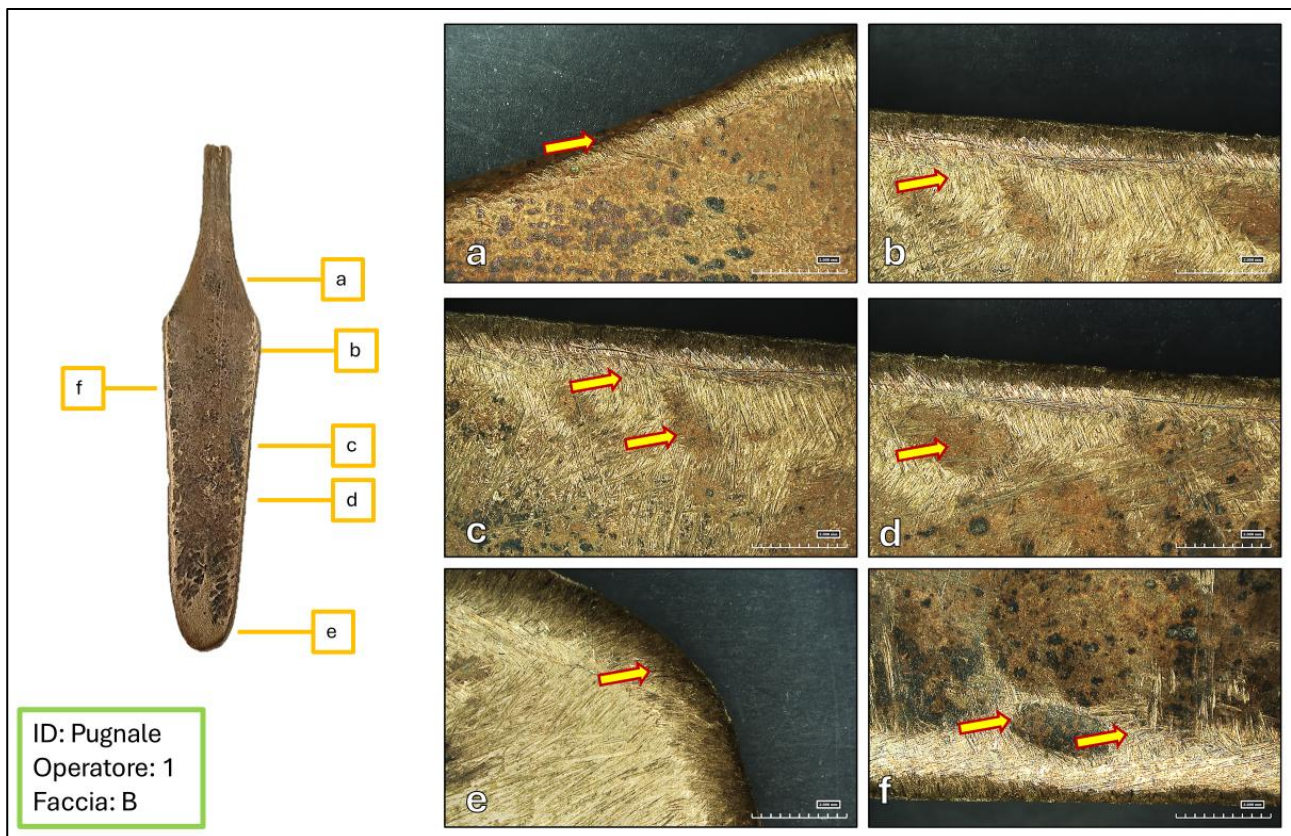


Fig. 173 Pugnale sperimentale faccia B

Sono visibili dei *grinding marks* per uniformare il profilo del codolo (fig. 173 a) e della punta (fig. 173 e) e del *pitting* (fig. 173 a). Sono ben visibili le concavità lasciate dagli *hammer marks* su cui si sovrappongono dei *grinding marks* (fig. 172 b, c, d, f).

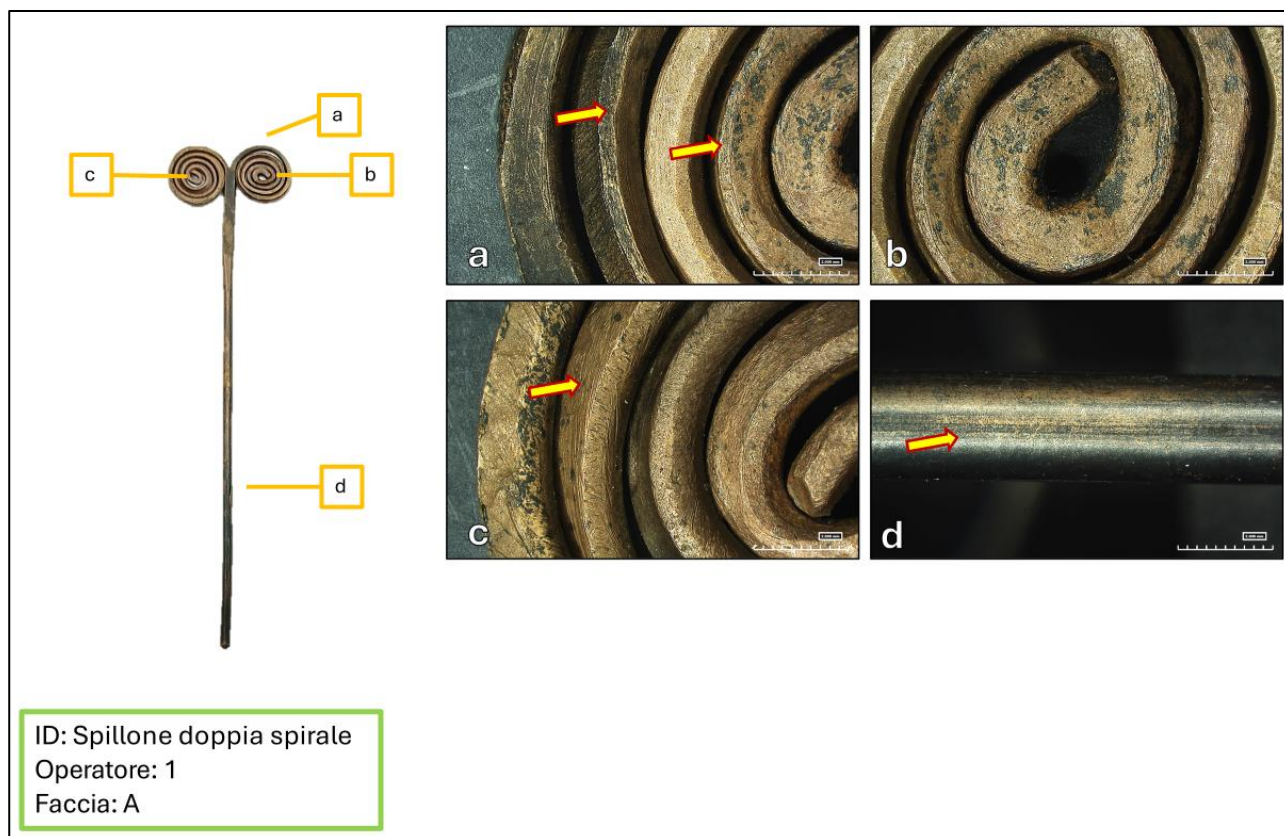


Fig. 174 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sullo spillone son ben visibili le deformazioni avvenute con il *bending* per formare le spirali (fig. 174 a, b, c) dei *grinding marks* sulle asticelle (fig. 174 a, b, c) e sul fusto (fig. 174 d).

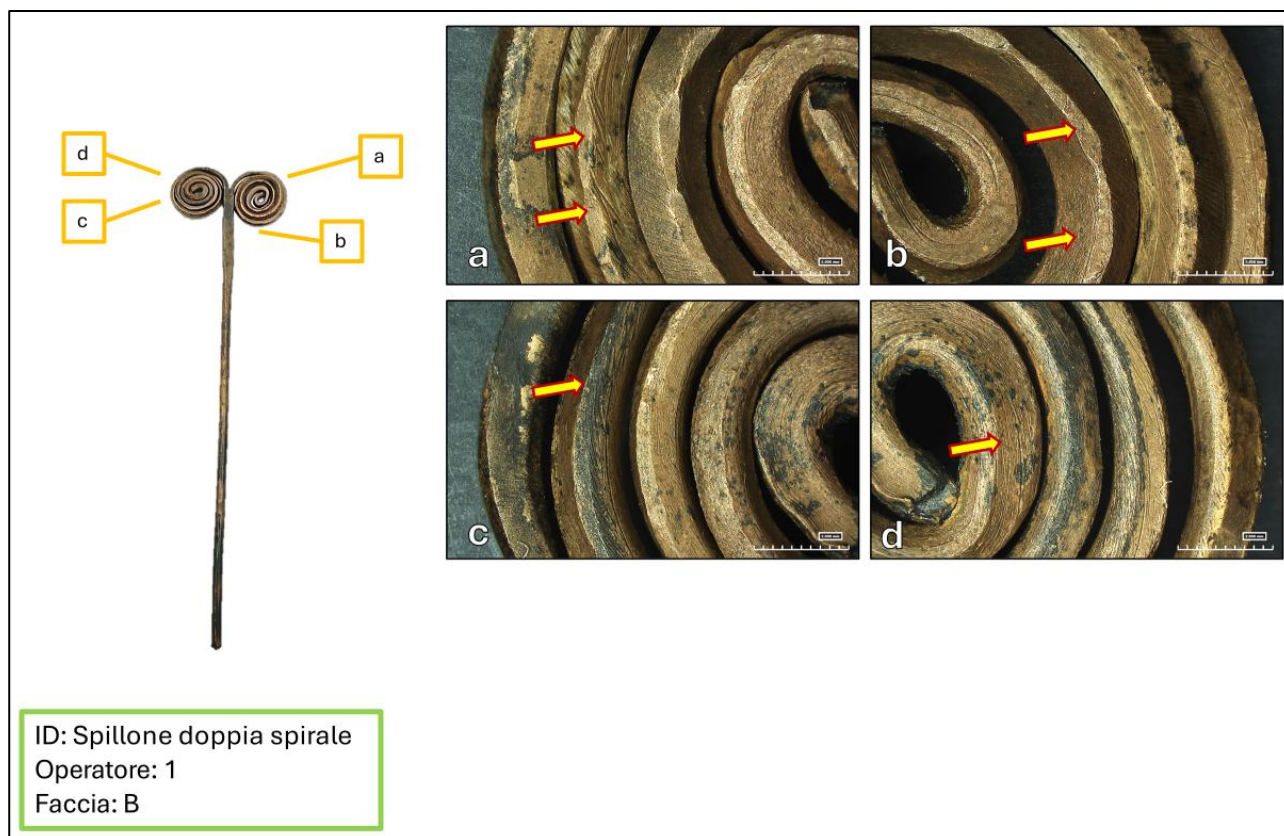


Fig.175 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sullo spillone son ben visibili le deformazioni avvenute con il *bending* per formare le spirali (fig. 175 a, b, c) dei *grinding marks* sulle asticelle (fig. 175 a, b, c, d) e degli *hammer marks* (fig. 174 a, b, c).

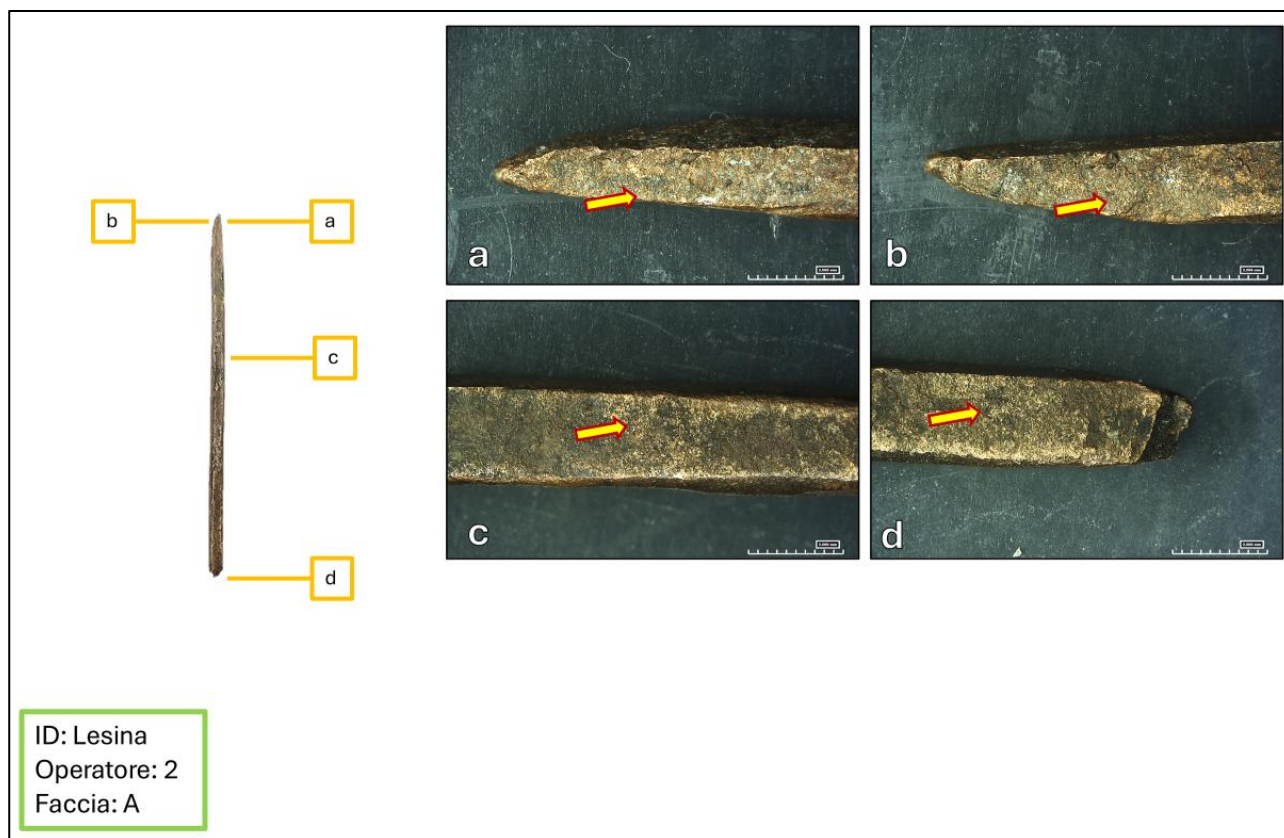


Fig. 176 Lesina sperimentale

Sulla lesina sono osservabili dei degli *hammer marks* generati con percussore litico e incudine litica (fig. 176 a, b, c, d).

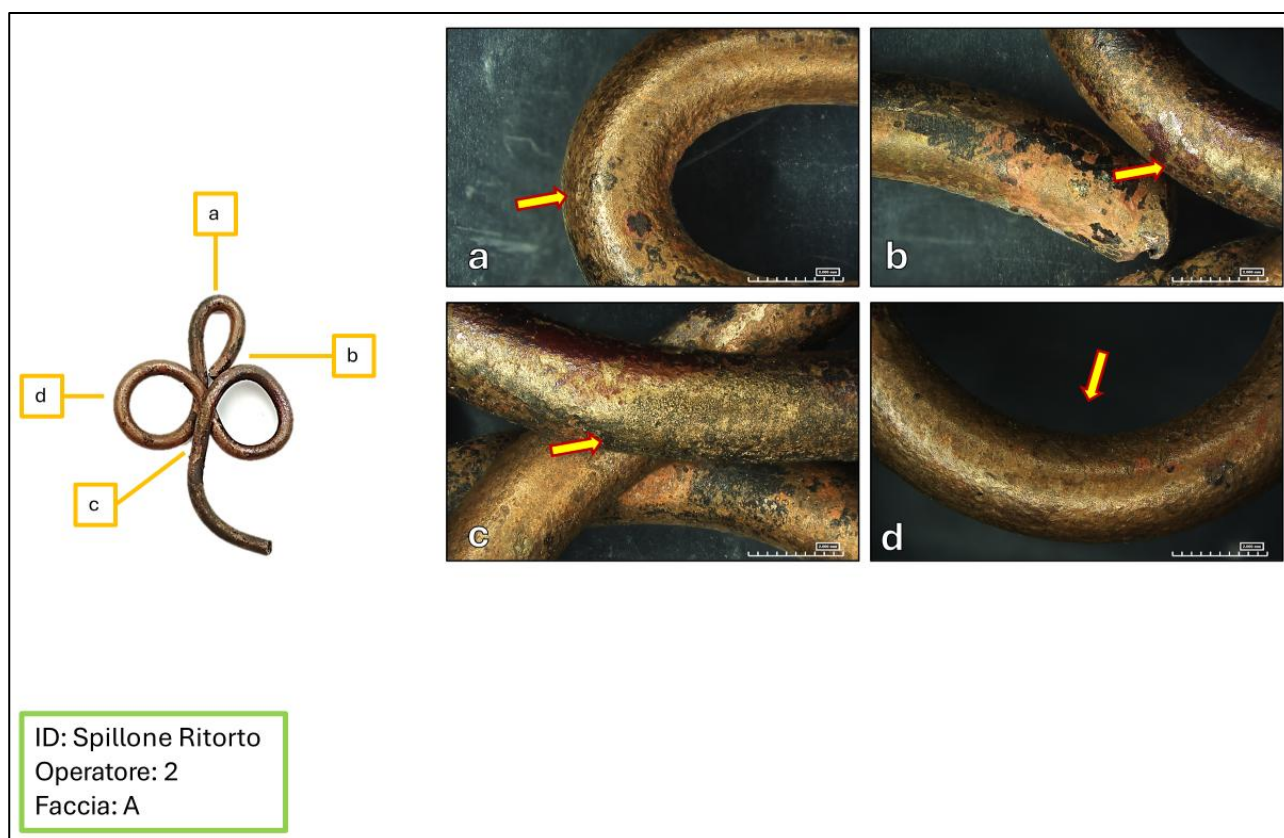


Fig. 177 Spillone ritorto sperimentale

Sullo spillone sono ben visibili le tracce lasciate dal *bending* (fig. 171 a, b, c, d).

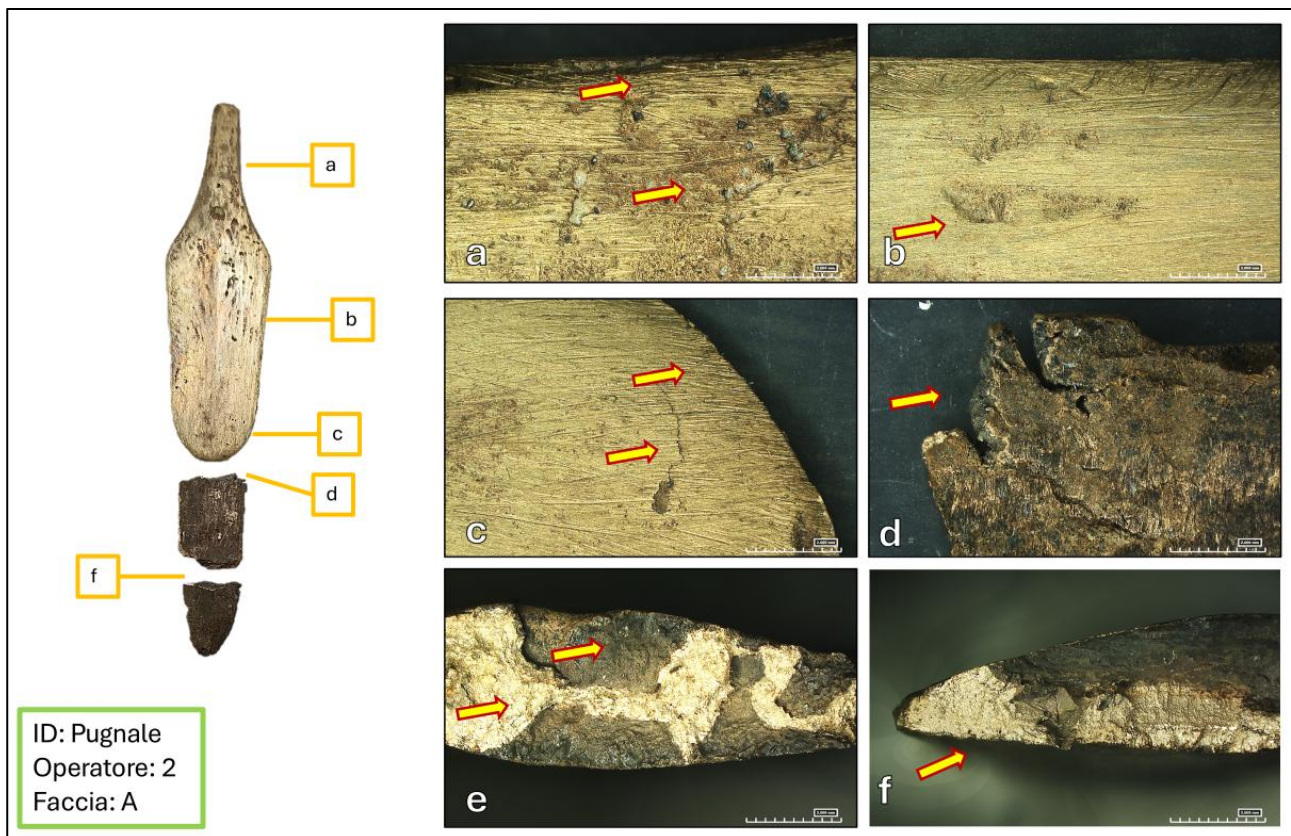


Fig. 178 Pugnale sperimentale faccia A

Sono visibili dei *grinding marks* (fig. 178 a, b, c) e del *pitting* (fig. 177 a). Sono ben visibili le concavità lasciate dagli *hammer marks* su cui si sovrappongono dei *grinding marks* (fig. 177 b). Si nota una *fissure* in prossimità della punta (fig. 178 c) e delle evidenti fratture che hanno causato la rottura della punta in più sezioni (fig. 178 d, e, f).

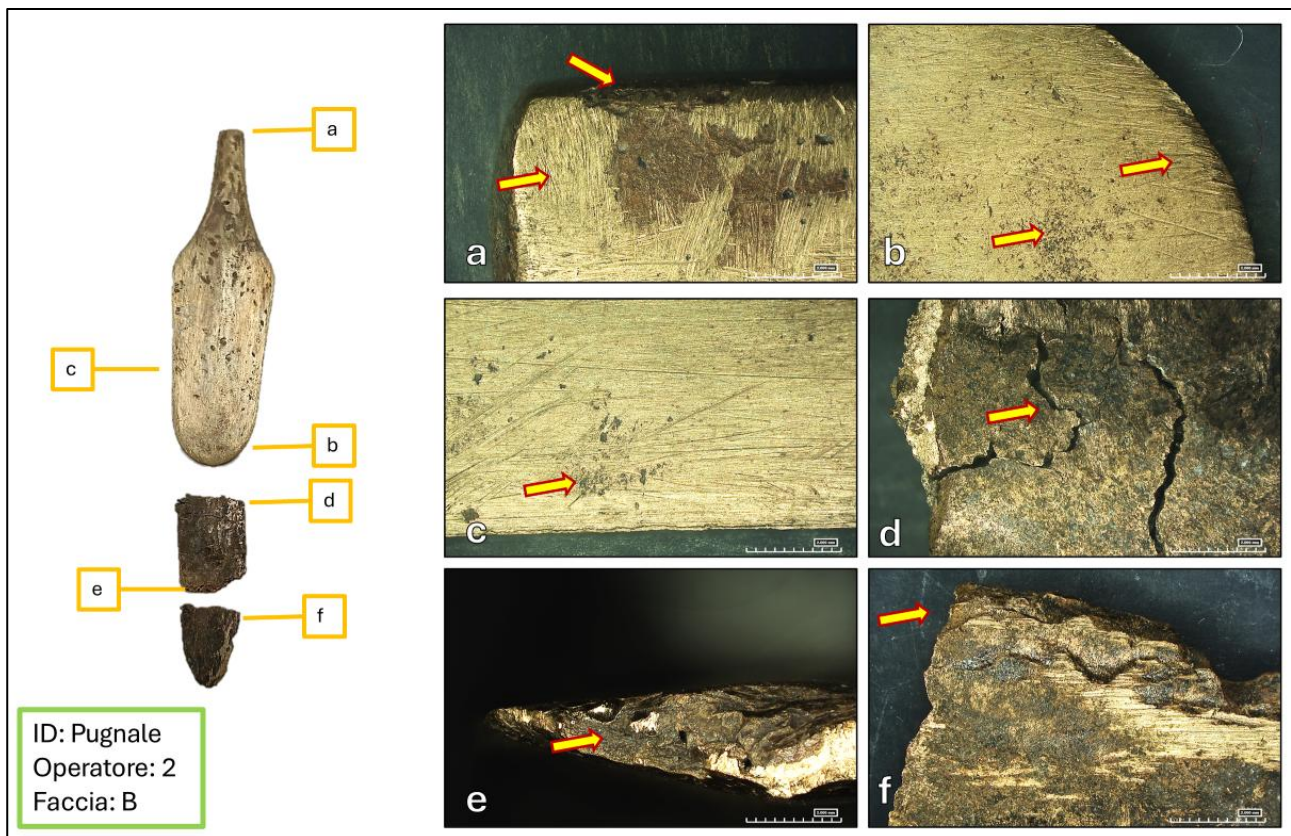


Fig. 179 Pugnale sperimentale faccia B

Sono visibili dei *grinding marks* (fig. 179 a, b, c) e del *pitting* (fig. 179 b, c). Si osservano delle evidenti fratture che hanno causato la rottura della punta in più sezioni (fig. 179 d, e, f).

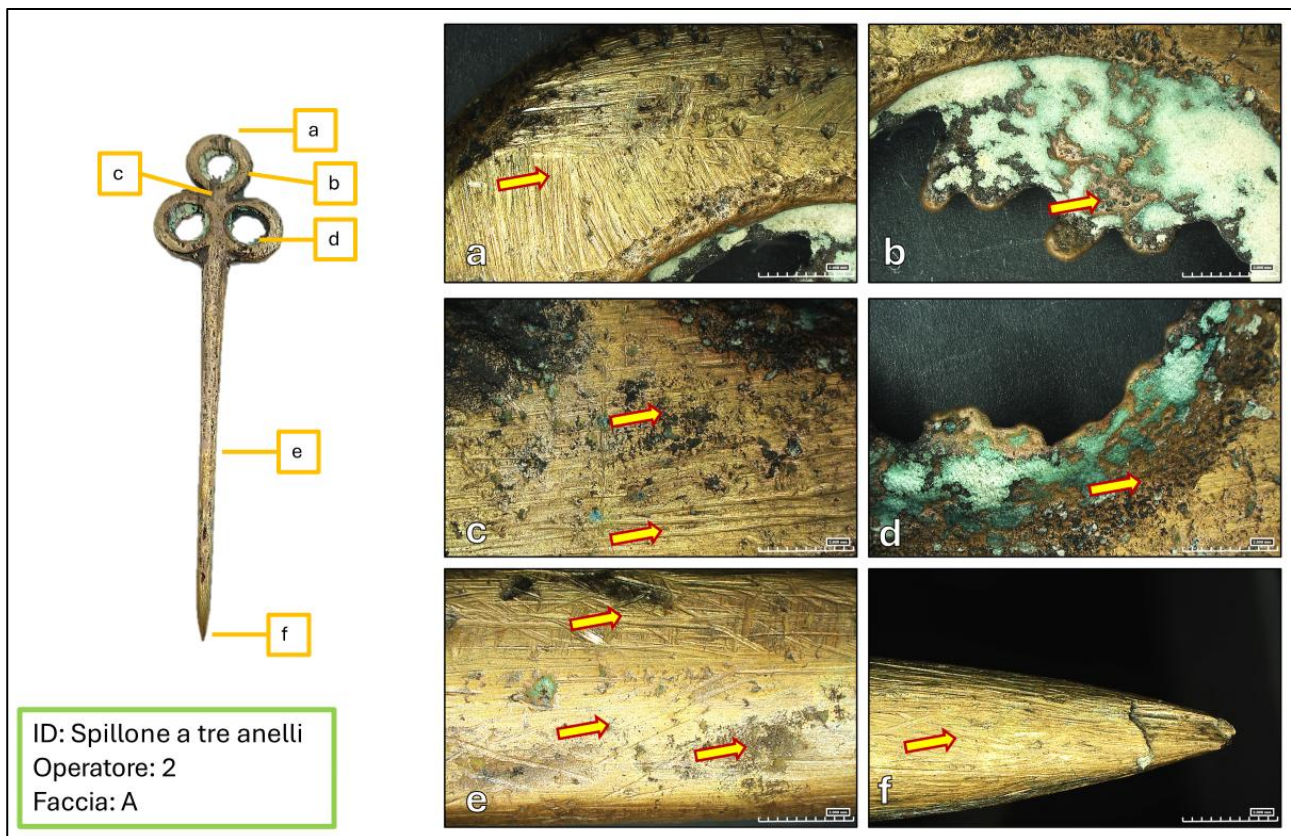


Fig. 180 Spillone a tre anelli sperimentale

Lo spillone presenta molti *grinding marks* che si intersecano (fig. 180 a) dalle varie dimensioni (fig. 180 b, e) e longitudinali (fig. 180 f). Si notano tracce di *pitting* (fig. 180 b, c, d, e).

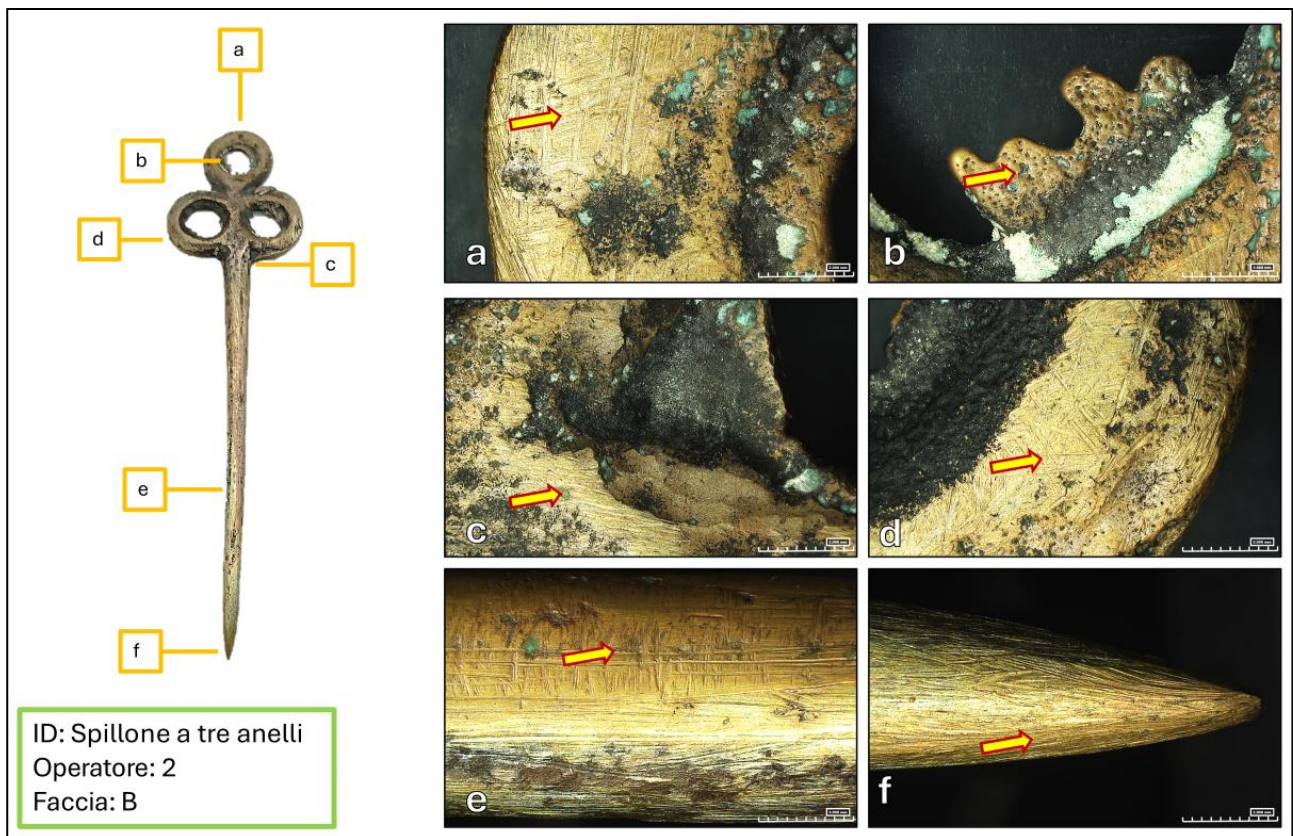


Fig. 181 Spillone a tre anelli sperimentale faccia B

Lo spillone presenta molti *grinding marks* che si intersecano (fig. 181 a, d, e) dalle varie dimensioni (fig. 181 c, e) e longitudinali (fig. 181 f). Si notano tracce di *pitting* (fig. 181 b, c).

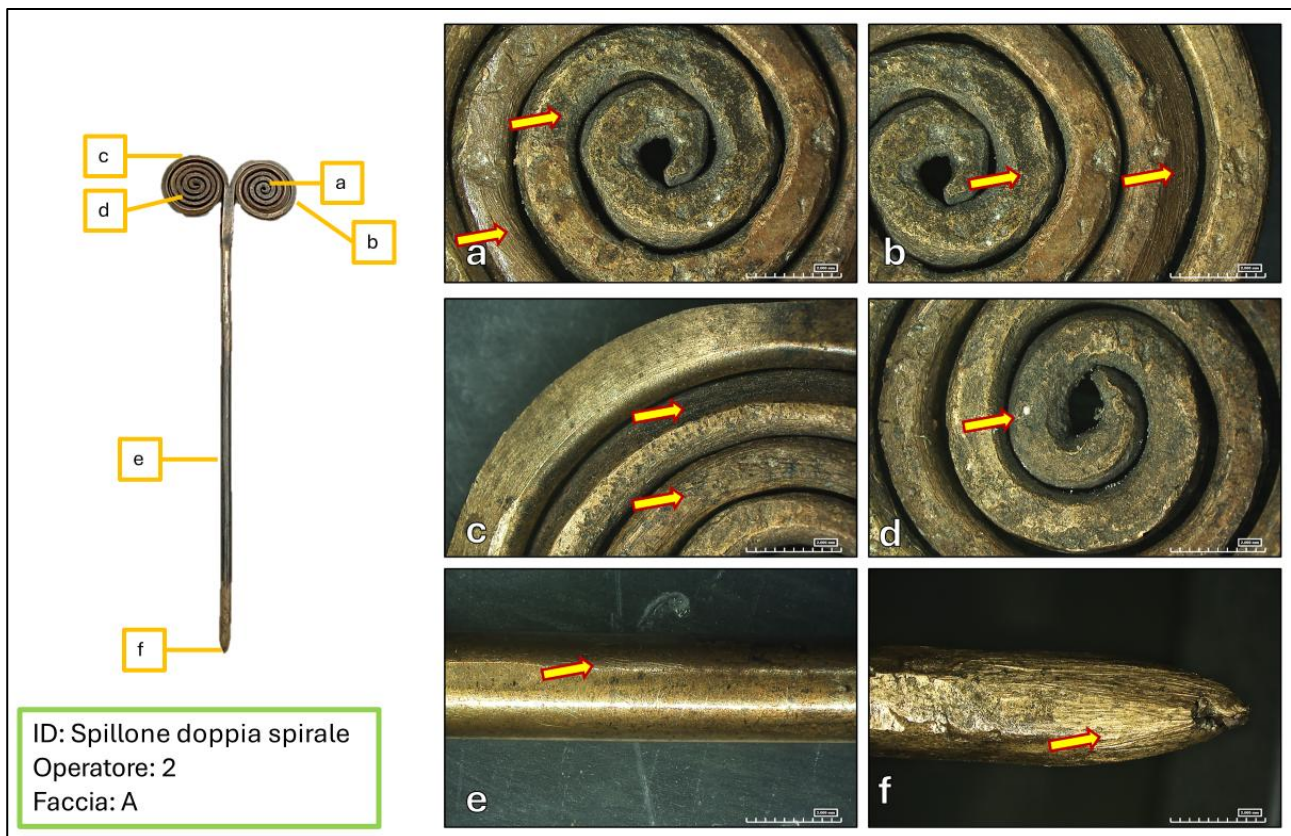


Fig. 183 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e gli *hammer marks* prodotti con strumentario litico associati a dei *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 183 a, b, c, d). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 183 e, f).

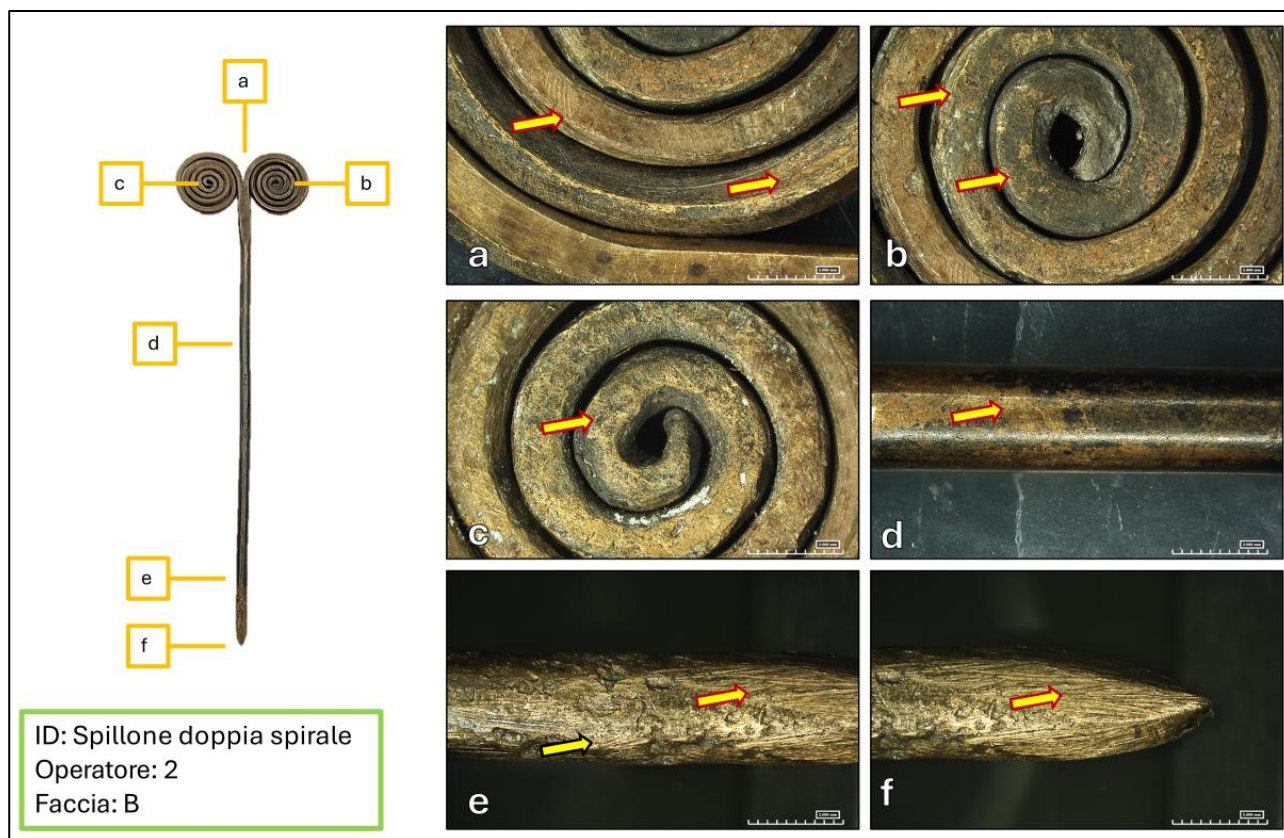


Fig. 184 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e gli *hammer marks* prodotti con strumentario litico associati a dei *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 184 a, b, c). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 184 d, e, f) e degli *hammer marks* sul fusto (fig. 184 e).

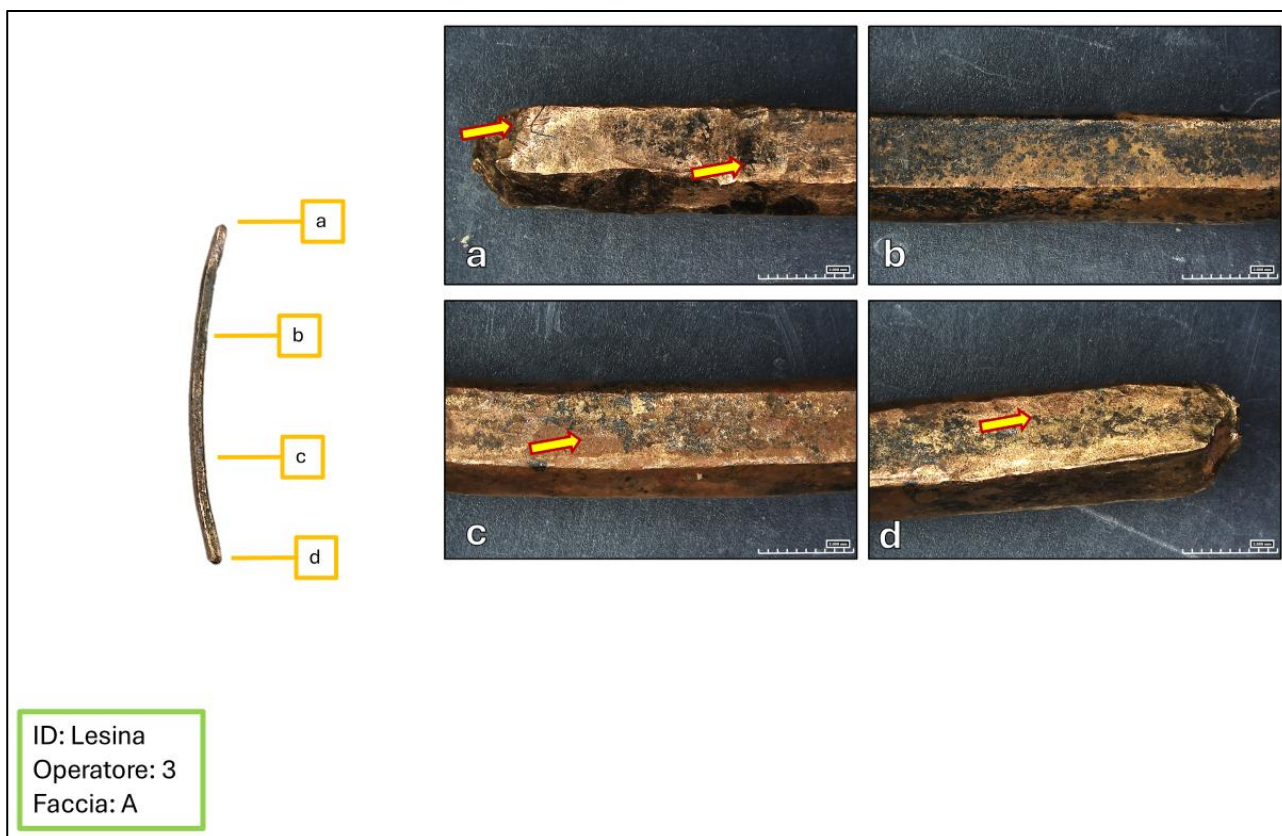


Fig. 185 Lesina sperimentale

Sulla lesina è ben visibile un *bending* dell'intero strumento a cui sono associati molti *hammer marks* (fig. 185 a, b, c, d).

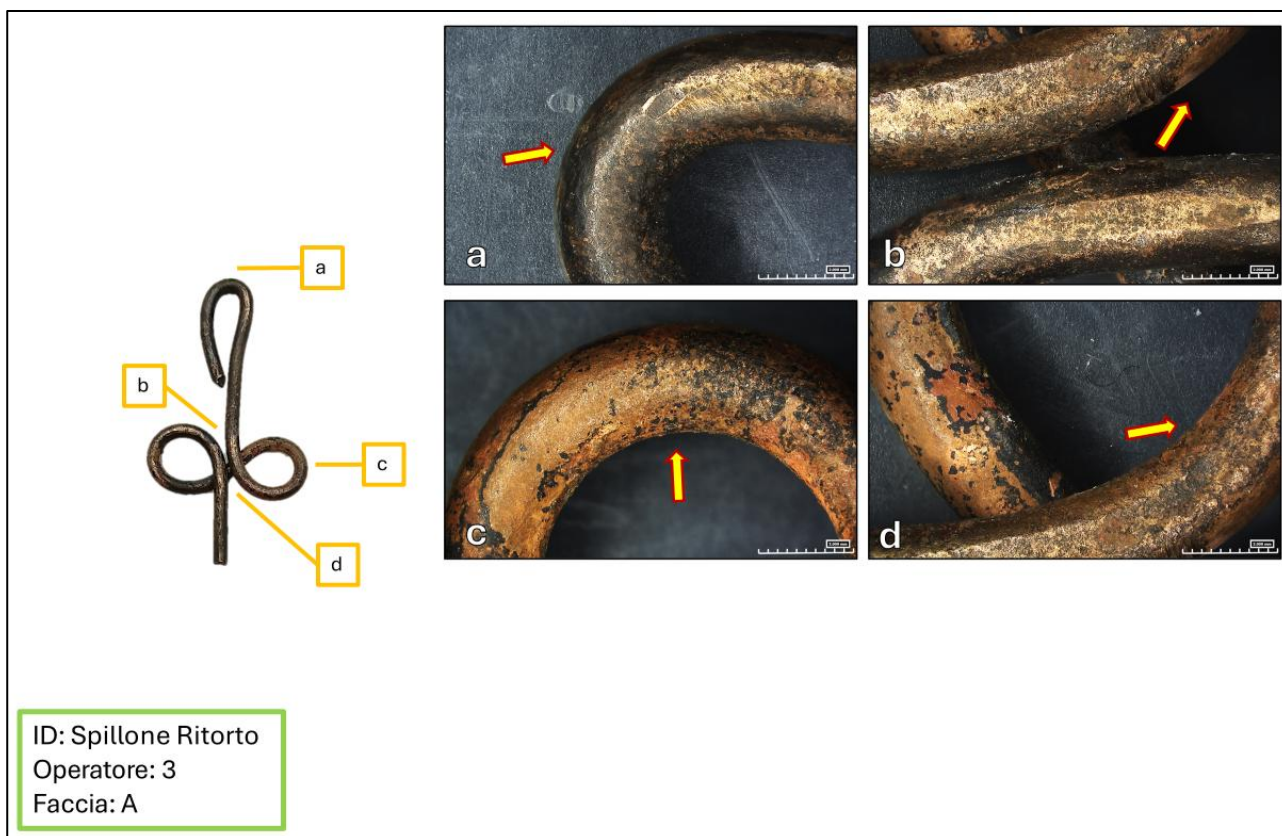


Fig. 186 Spillone ritorto sperimentale

Sullo spillone sono ben visibili le tracce lasciate dal *bending* (fig. 186 a, b, c, d).

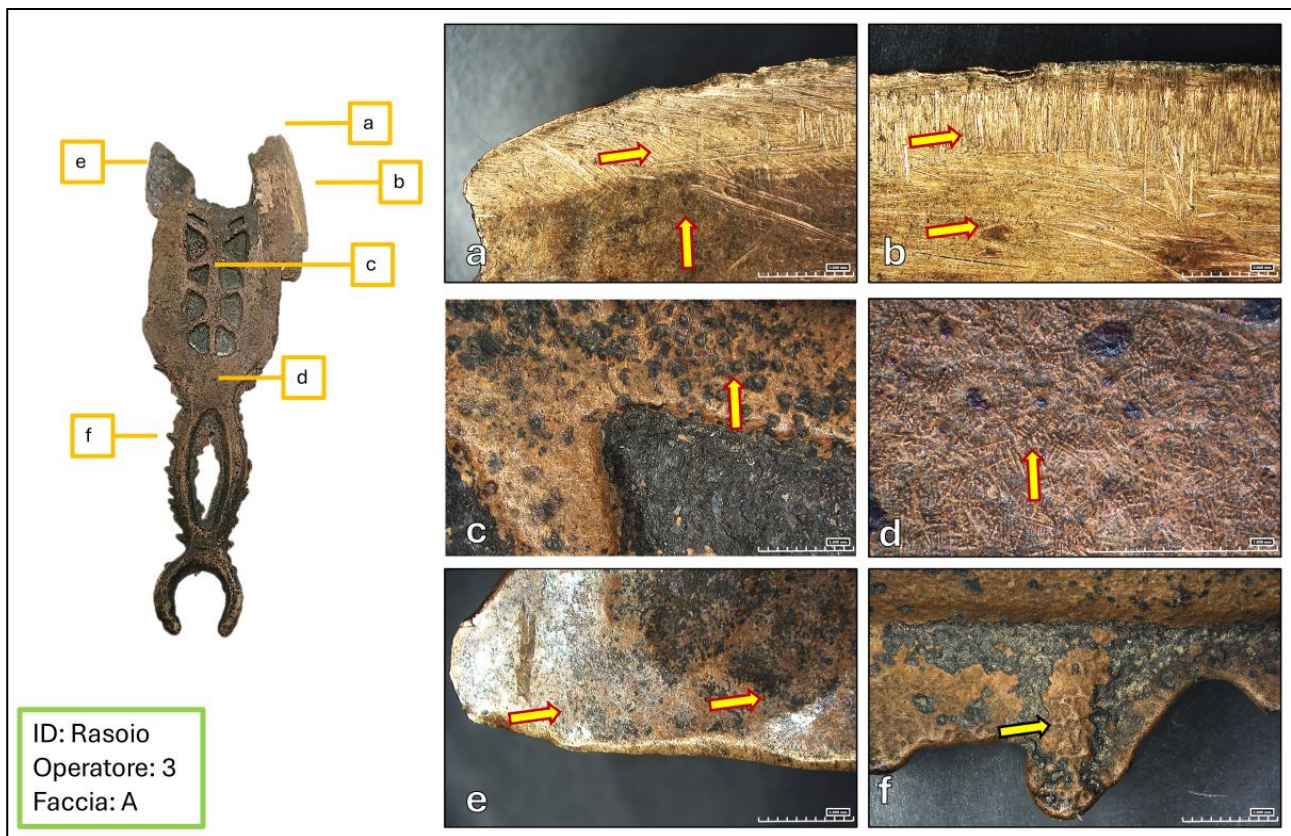


Fig. 187 Rasoio sperimentale faccia A

Sul rasoio si possono osservare i cambi di direzione del gesto che ha generato i *grinding marks* (fig. 187 a, b) molte tracce di *pitting* lasciate dalla forma di fusione (fig. 187 c, f) delle increspature probabilmente dovute al raffreddamento in acqua dopo la ricottura, con conseguente *shrinking*, ma per interpretare questa traccia occorrerebbero ulteriori sperimentazioni (fig. 187 d). Si notano degli *hammer marks* lasciati dallo strumentario in bronzo (fig. 187 e).

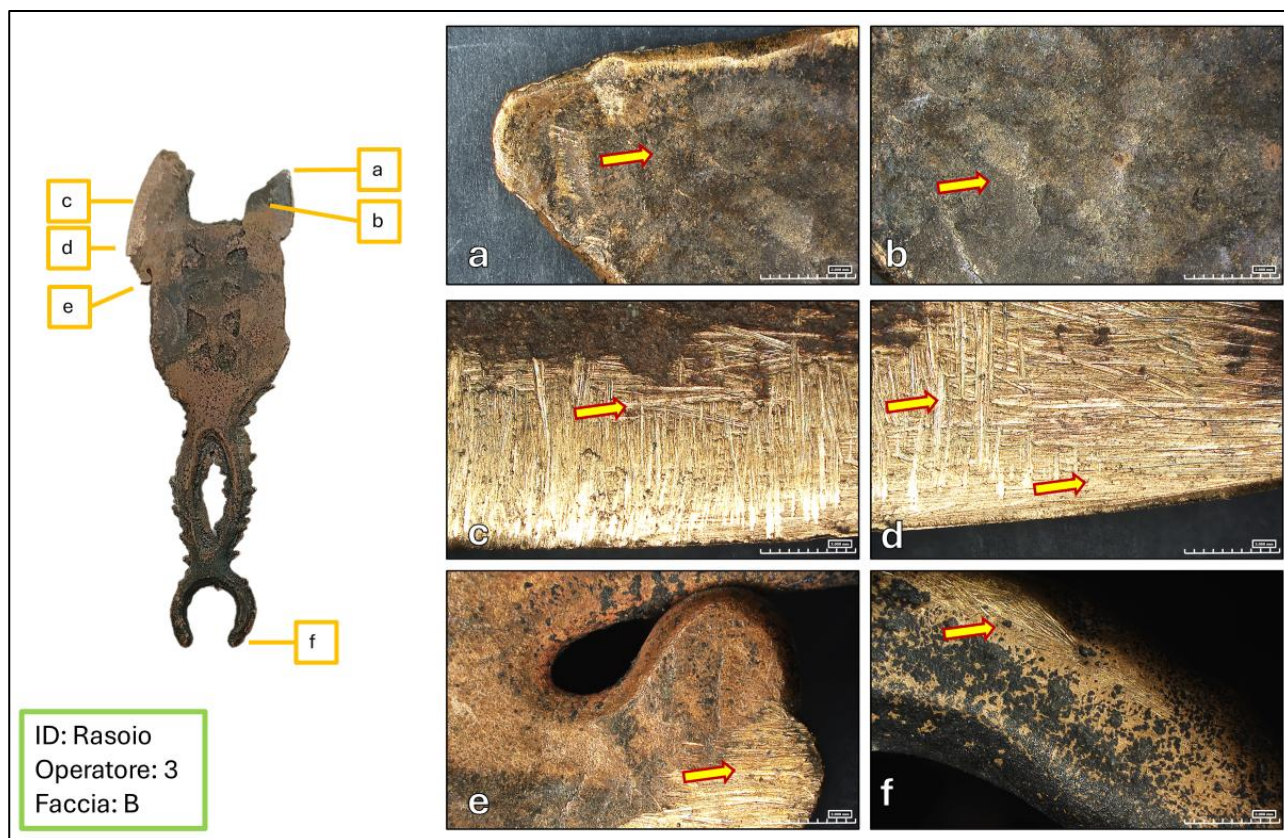


Fig. 188 rasoio sperimentale faccia B

Sul rasoio si notano degli *hammer marks* lasciati dallo strumentario in bronzo (fig. 188 a, b). Si possono osservare i cambi di direzione del gesto che ha generato i *grinding marks* (fig. 188 c, d, e, f).

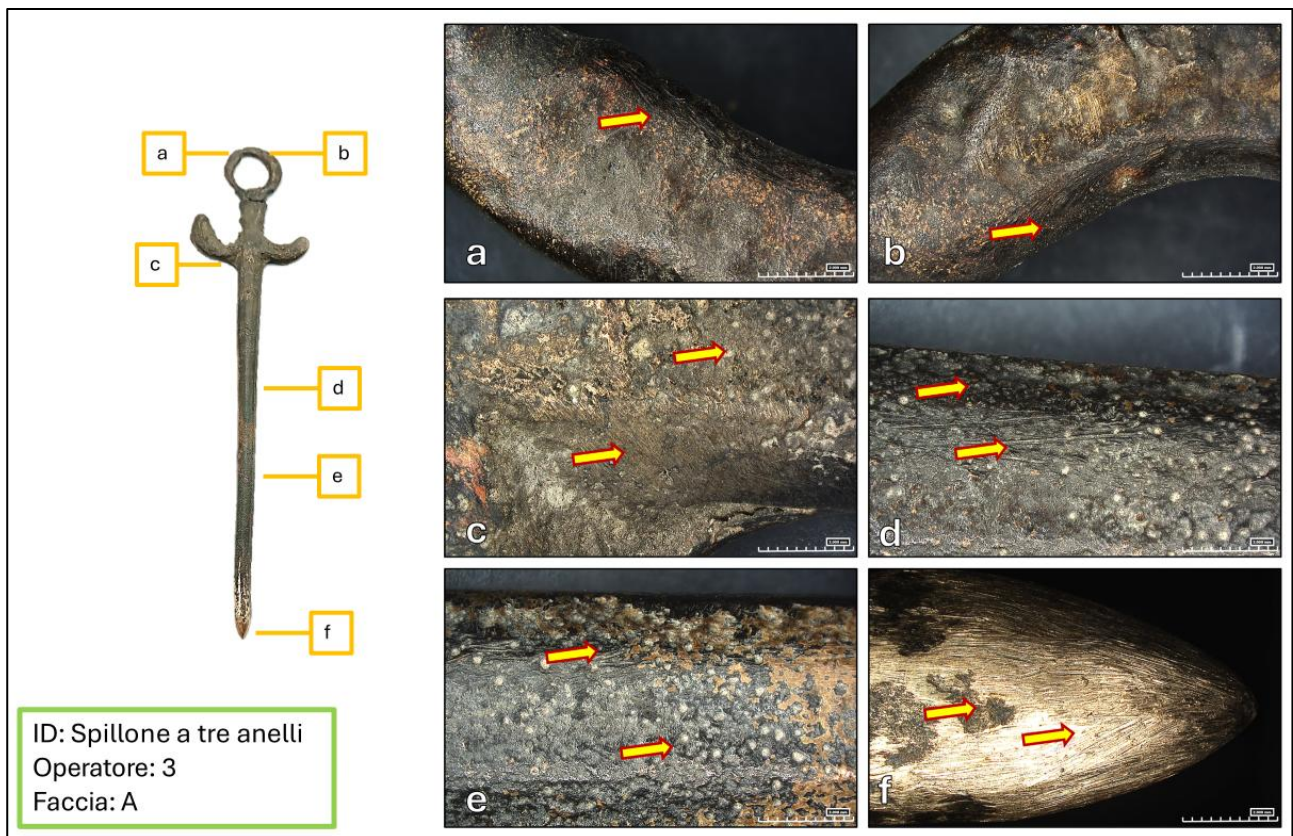


Fig. 189 Spillone a tre anelli sperimentale faccia A

Lo spillone presenta una colorazione bruna a causa degli ossidi formatisi durante la ricottura. Si possono notare delle sottili strie all'interno dell'anello (fig. 189 a, b) e delle strie longitudinali associate a del *pitting* (fig. 189 c, d, e, f).

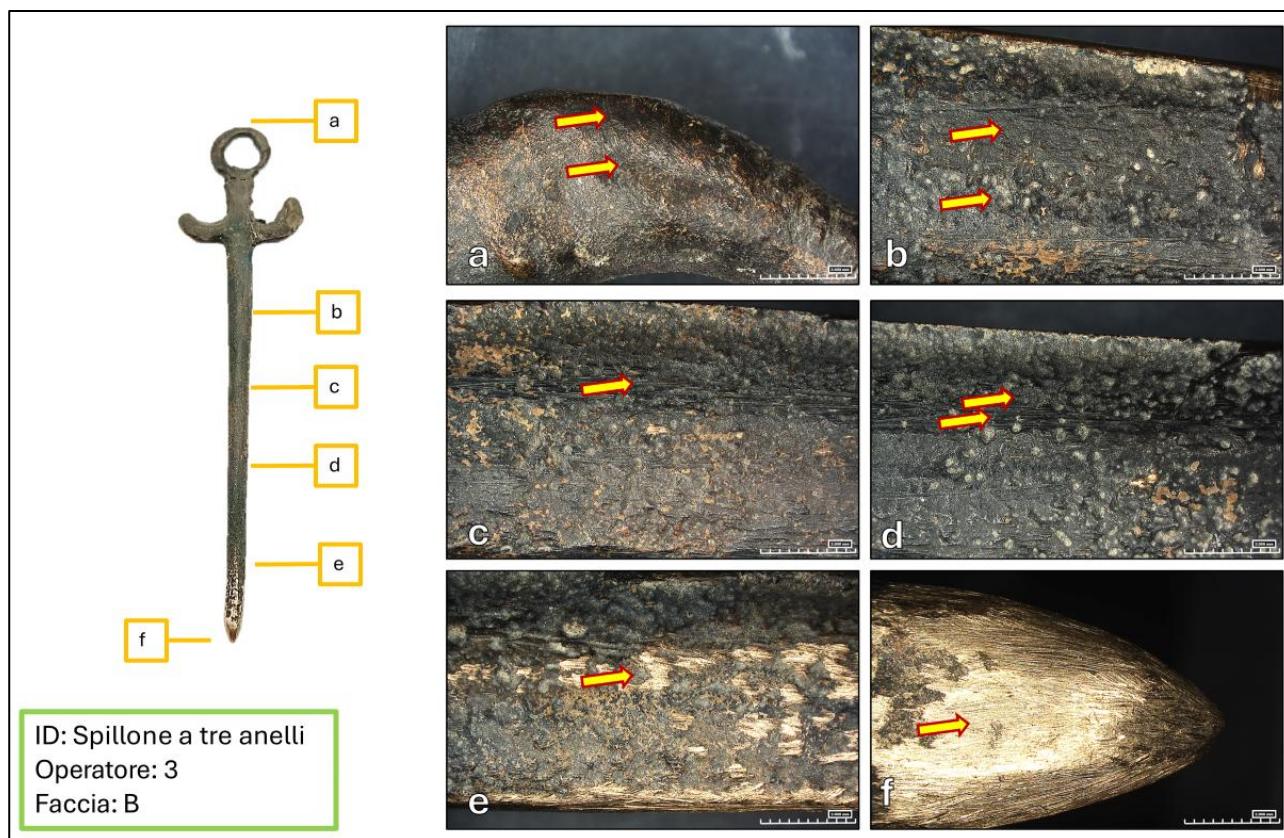


Fig. 190 Spillone a tre anelli sperimentale faccia B

Lo spillone presenta una colorazione bruna a causa degli ossidi formatisi durante la ricottura. Si possono notare delle sottili strie sull'anello (fig. 190 a) e delle strie longitudinali associate a del *pitting* (fig. 190 b, c, d, e, f).

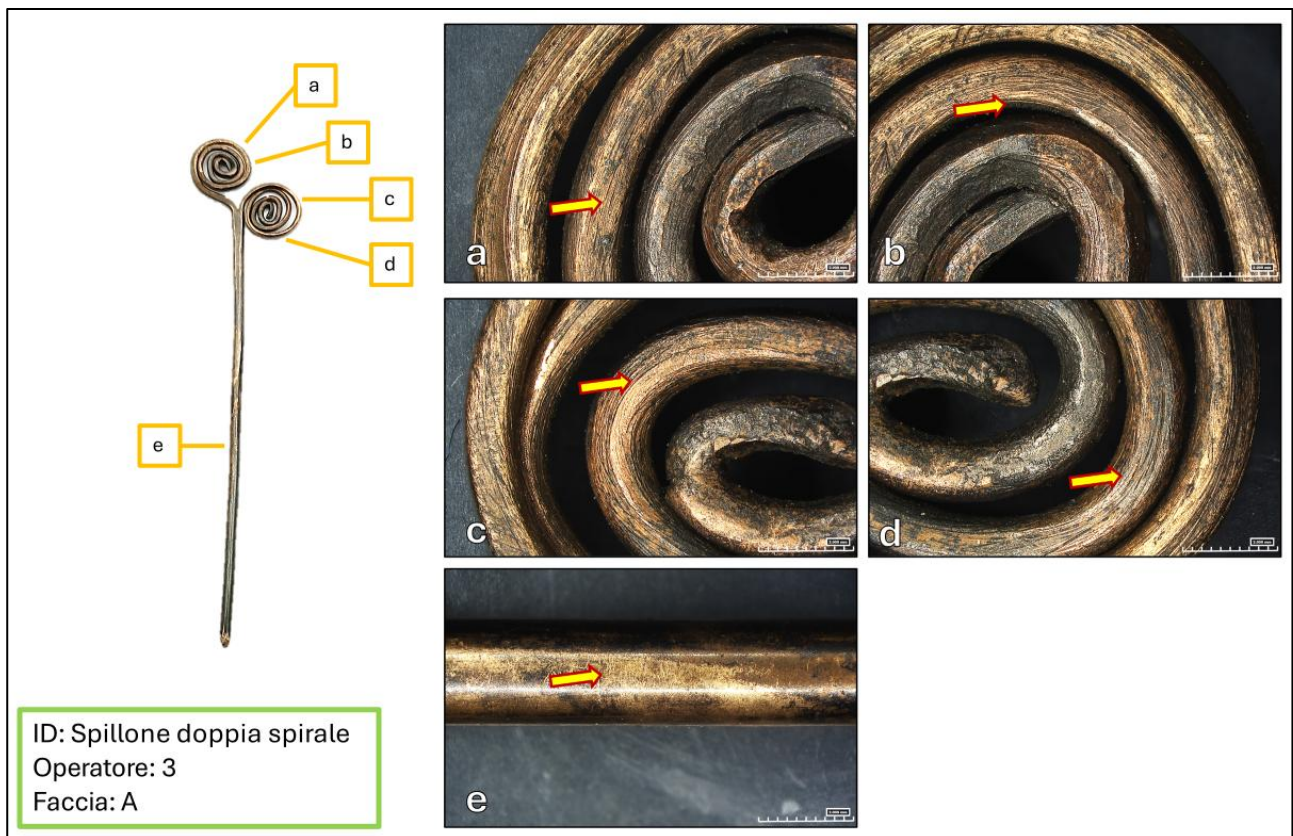


Fig. 191 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 191 a, b, c, d). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto (fig. 191 e).

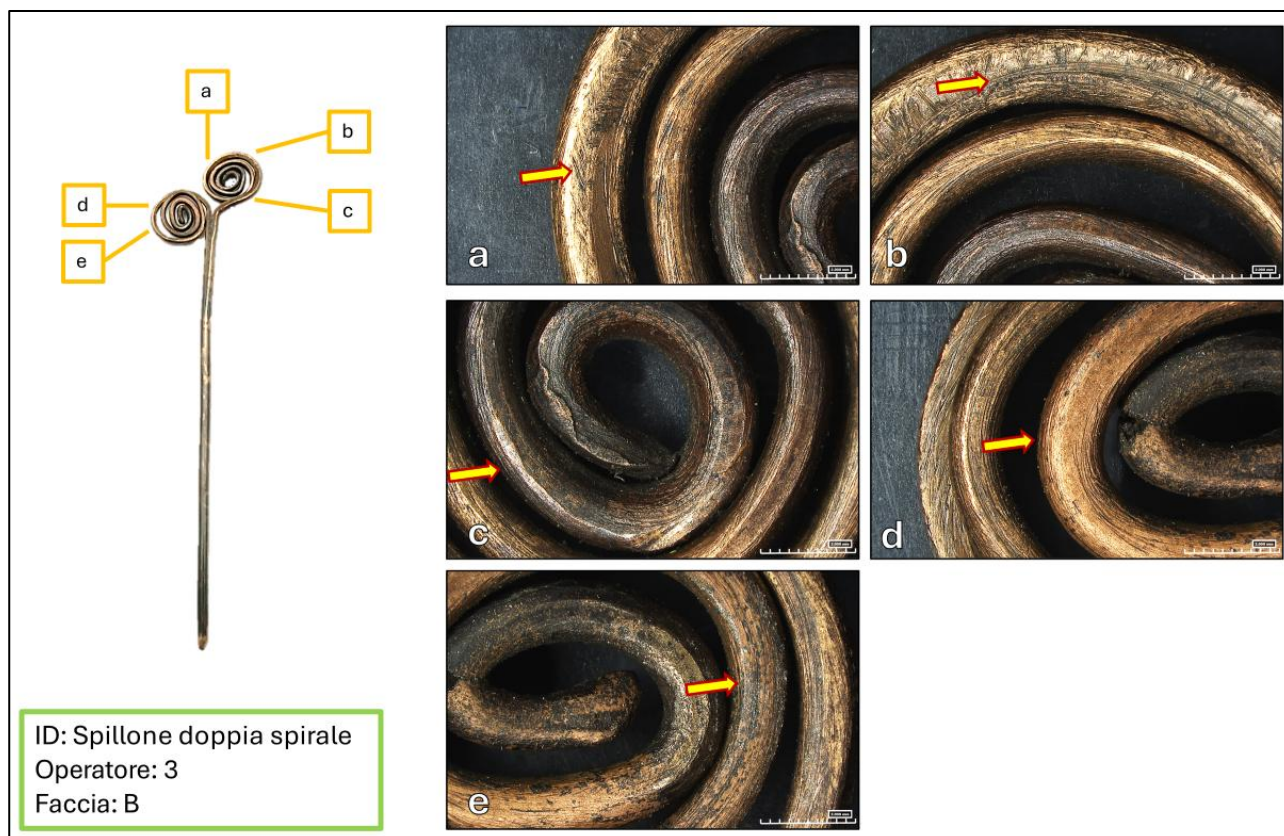


Fig. 192 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 192 a, b, c, d) e una piccola compressione forse causata da un colpo di percussore (fig. 192 c). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto (fig. 192 e).

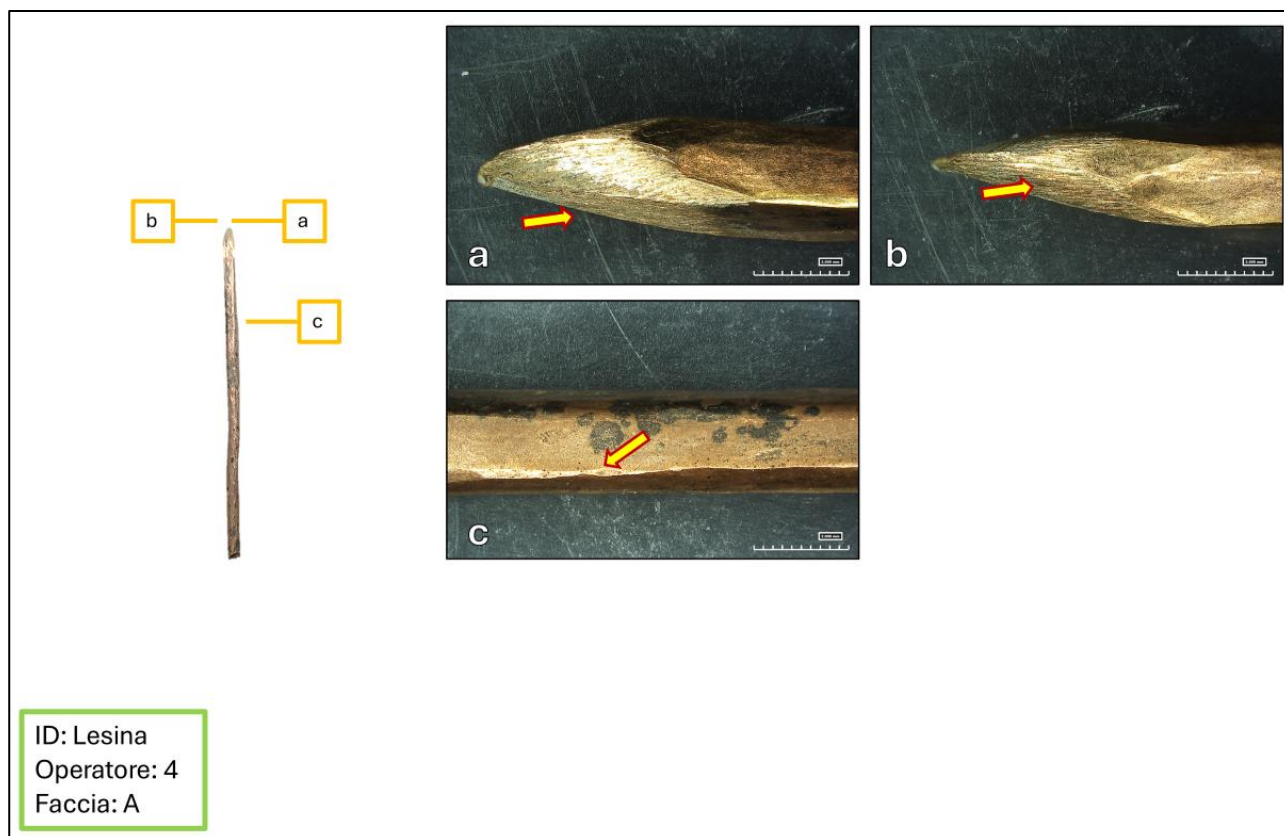


Fig. 193 Lesina sperimentale

Sulla lesina sono osservabili dei *grinding marks* longitudinali distribuiti sulla punta (fig. 193 a, b) e degli *hammer marks* dalla superficie lucida e la contorni della concavità ben definiti (fig. 193 c).

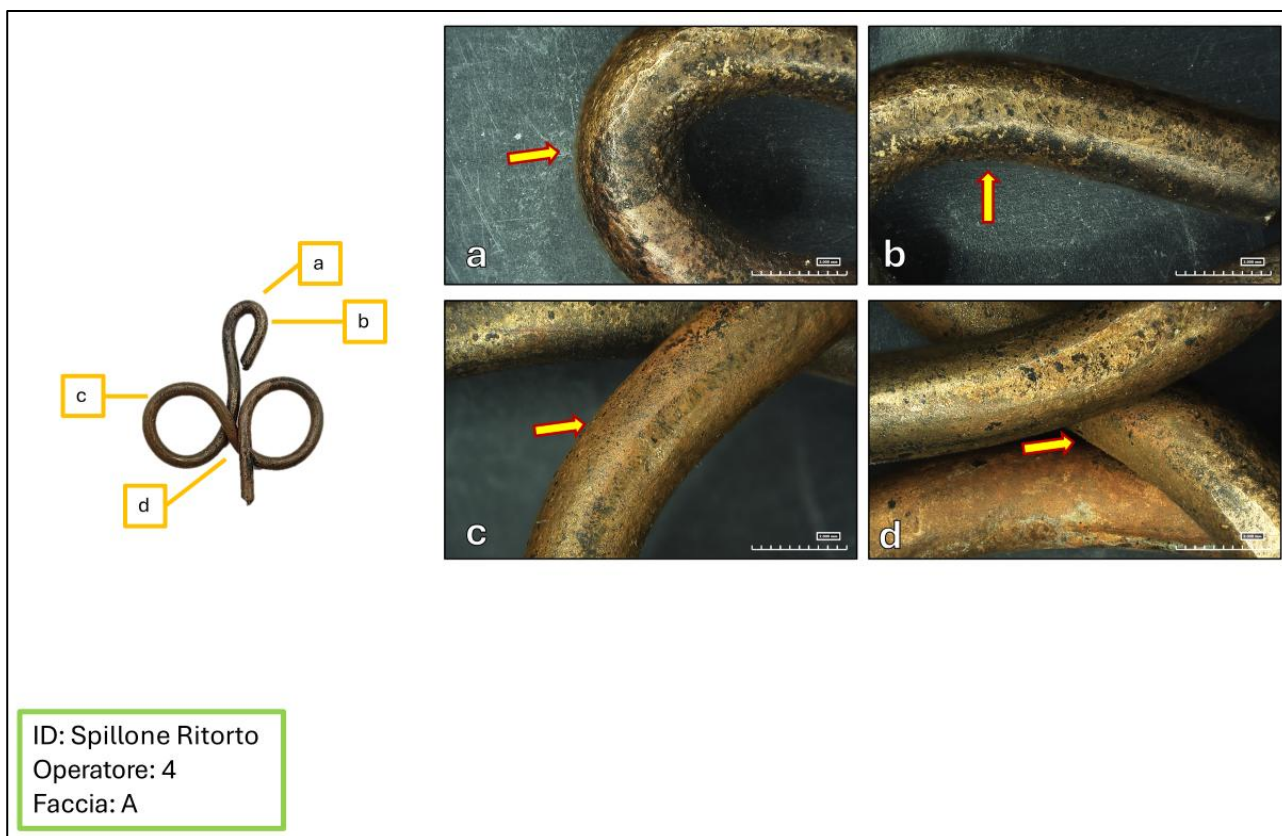


Fig. 194 Spillone ritorto sperimentale

Sullo spillone sono ben visibili le tracce lasciate dal *bending* (fig. 194 a, b, c, d).

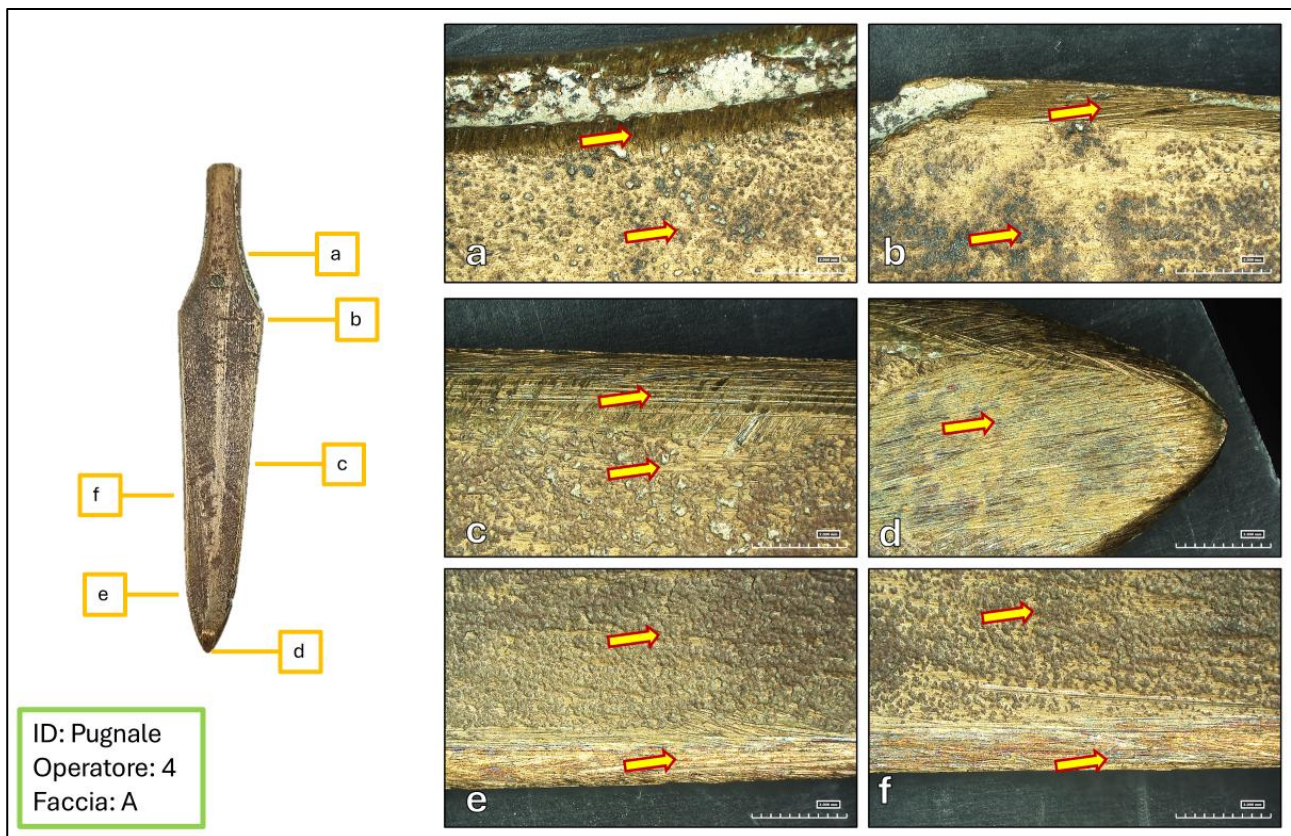


Fig. 195 Pugnale sperimentale faccia A

Sul pugnale si possono osservare dei *grinding marks* obliqui sul codolo (fig. 195 a) e longitudinali che si intersecano con altri obliqui sui margini taglienti e sulla punta, associati a *pitting* (fig. 195 b, c, d, e, f).

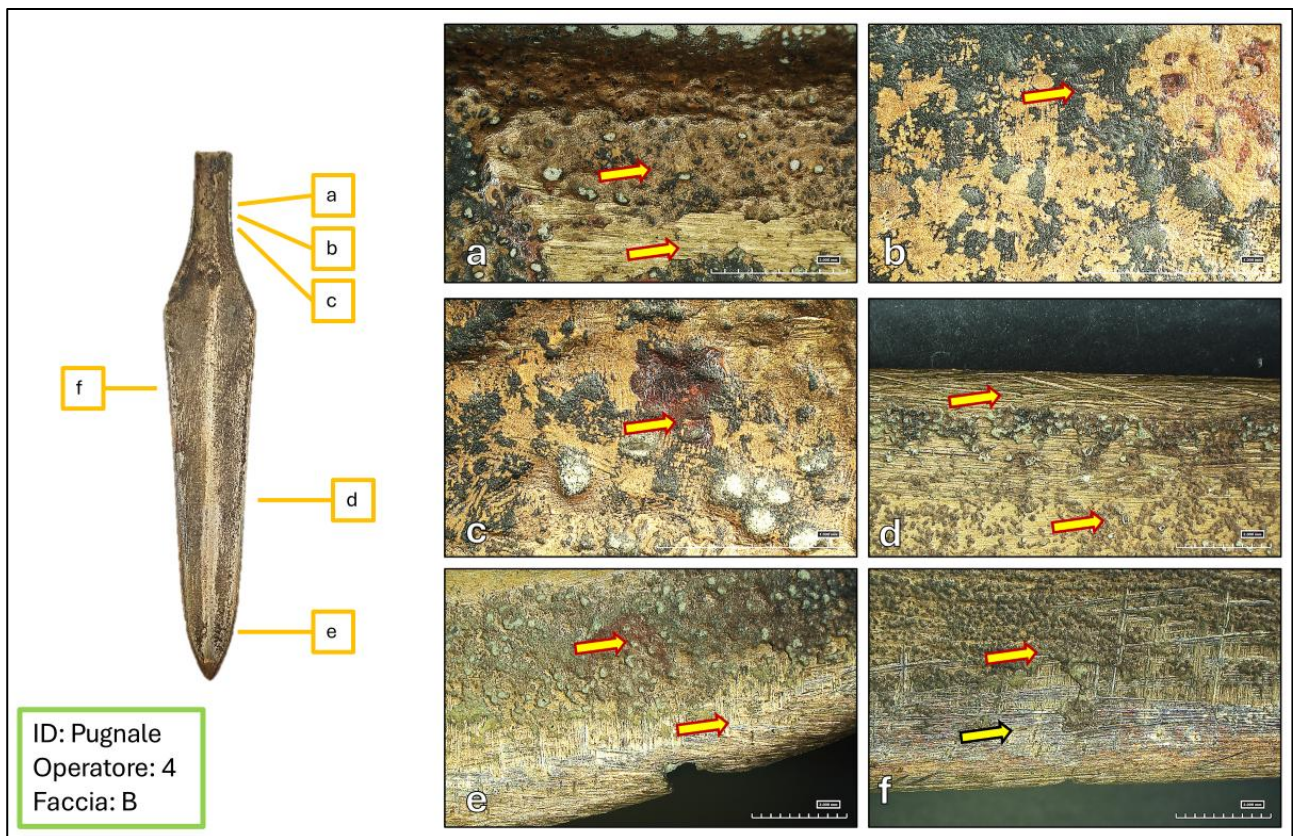


Fig. 196 Pugnale sperimentale faccia B

Si notano tracce di *pitting* lasciato dalla forma di fusione e non oblitterato dall'abrasione (fig. 196 a, b, c) su cui si sovrappongono delle strie longitudinali intersecate con strie oblique (fig. 196 d, e, f).

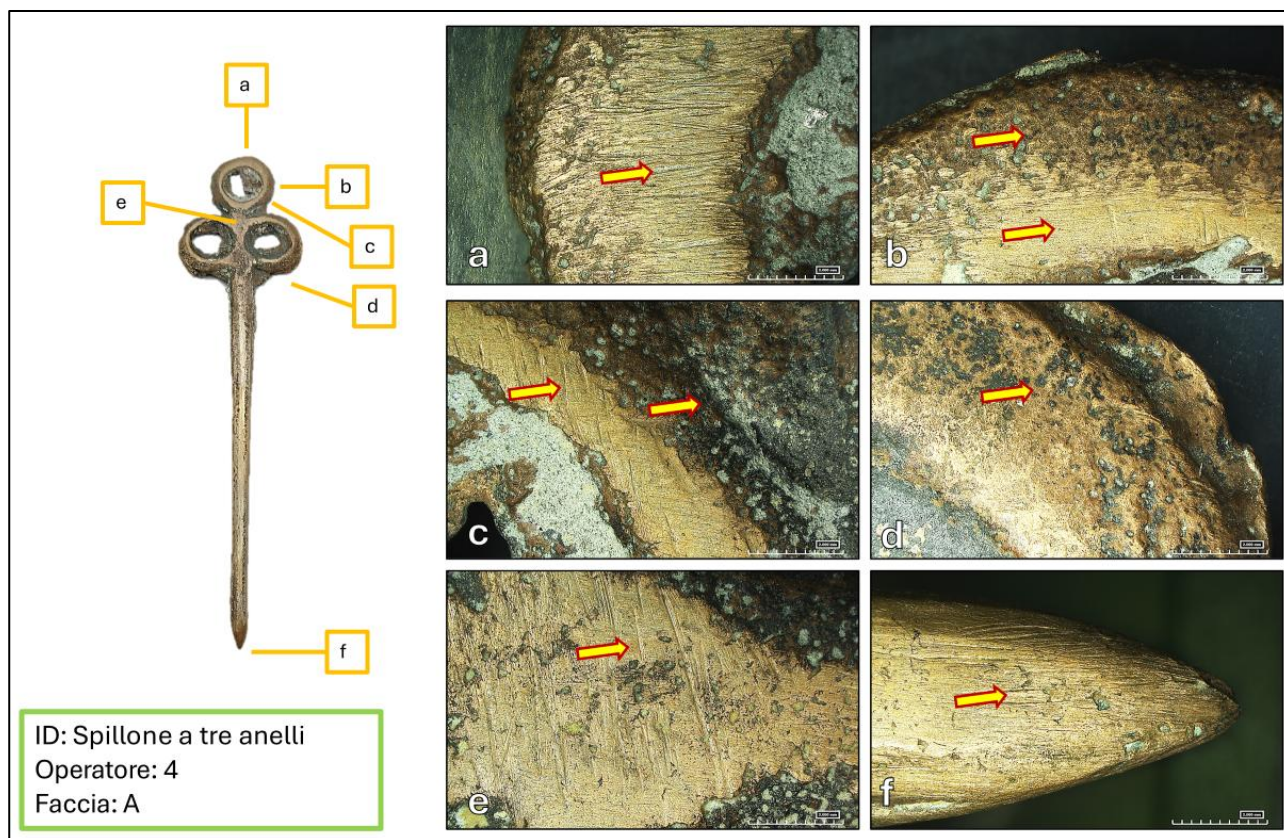


Fig. 197 Spillone a tre anelli sperimentale faccia A

Lo spillone presenta molti *grinding marks* longitudinali sull'anello e sulla punta (fig.197 a, f) molti di questi sono sbiaditi da altre strie molto più sottili (fig. 197 c, e). Si notano tracce di *pitting* (fig. 197 b, c, d, e).

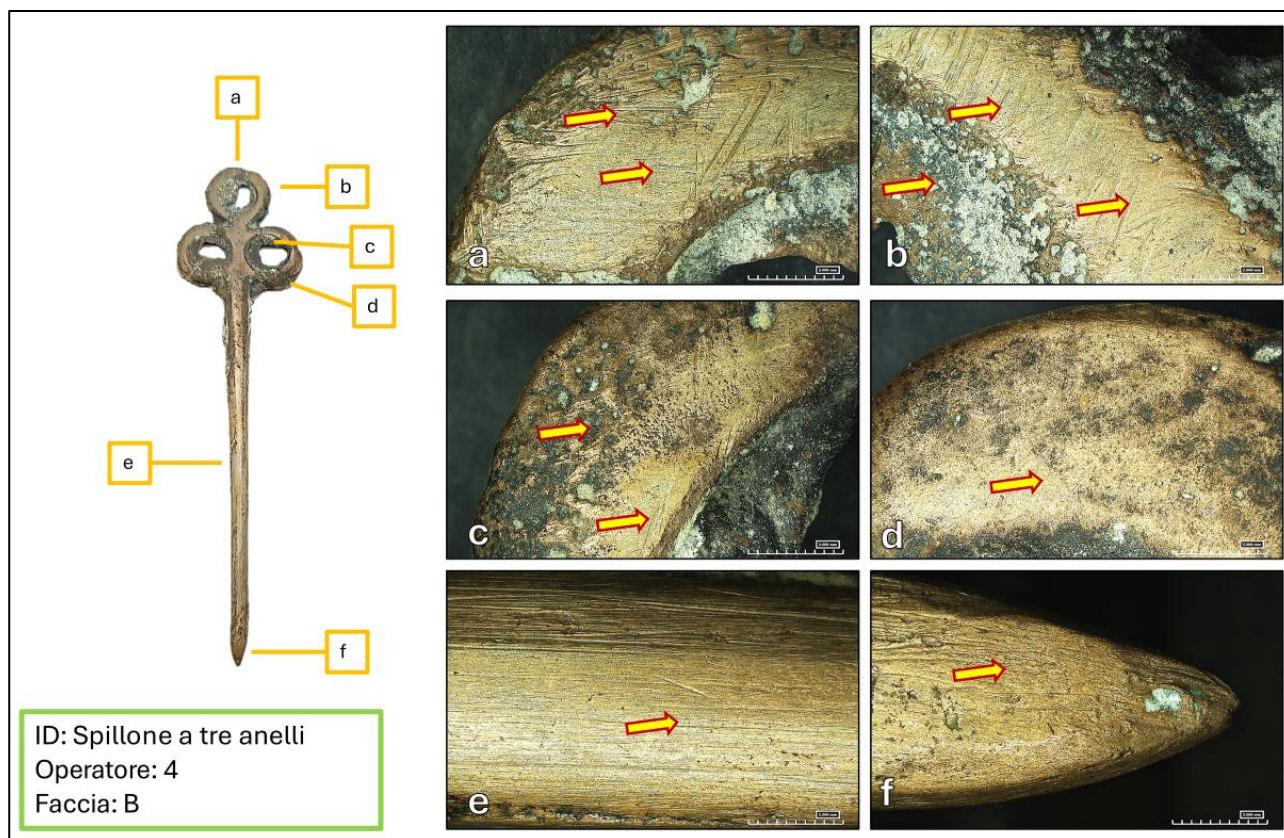


Fig. 198 Spillone a tre anelli sperimentale faccia B

Lo spillone presenta molti *grinding marks* longitudinali sull'anello, sul fusto e sulla punta (fig.198 a, e, f) molti di questi sono sbiaditi da altre strie molto più sottili (fig. 198 b). Si notano tracce di *pitting* (fig. 198 b, c, d).

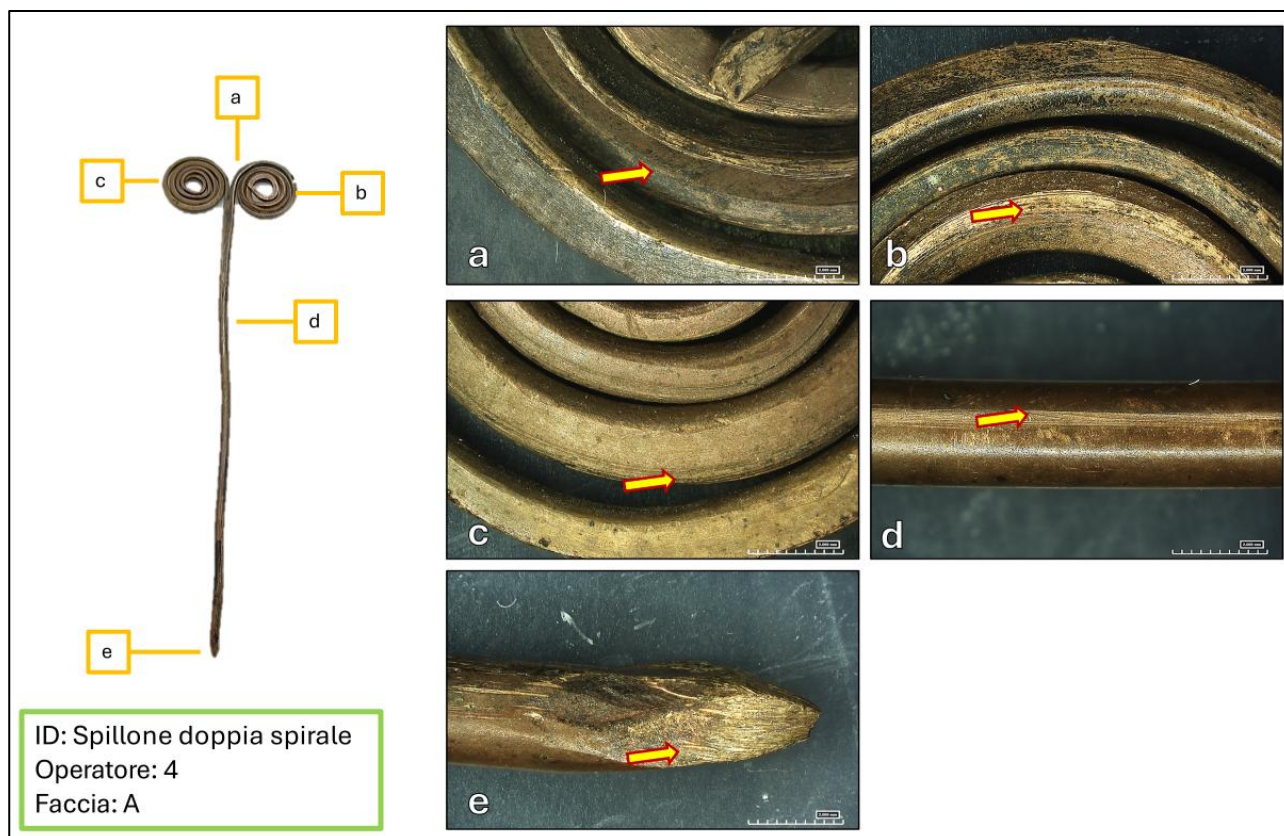


Fig. 199 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 199 a, b, c). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 199 d, e).

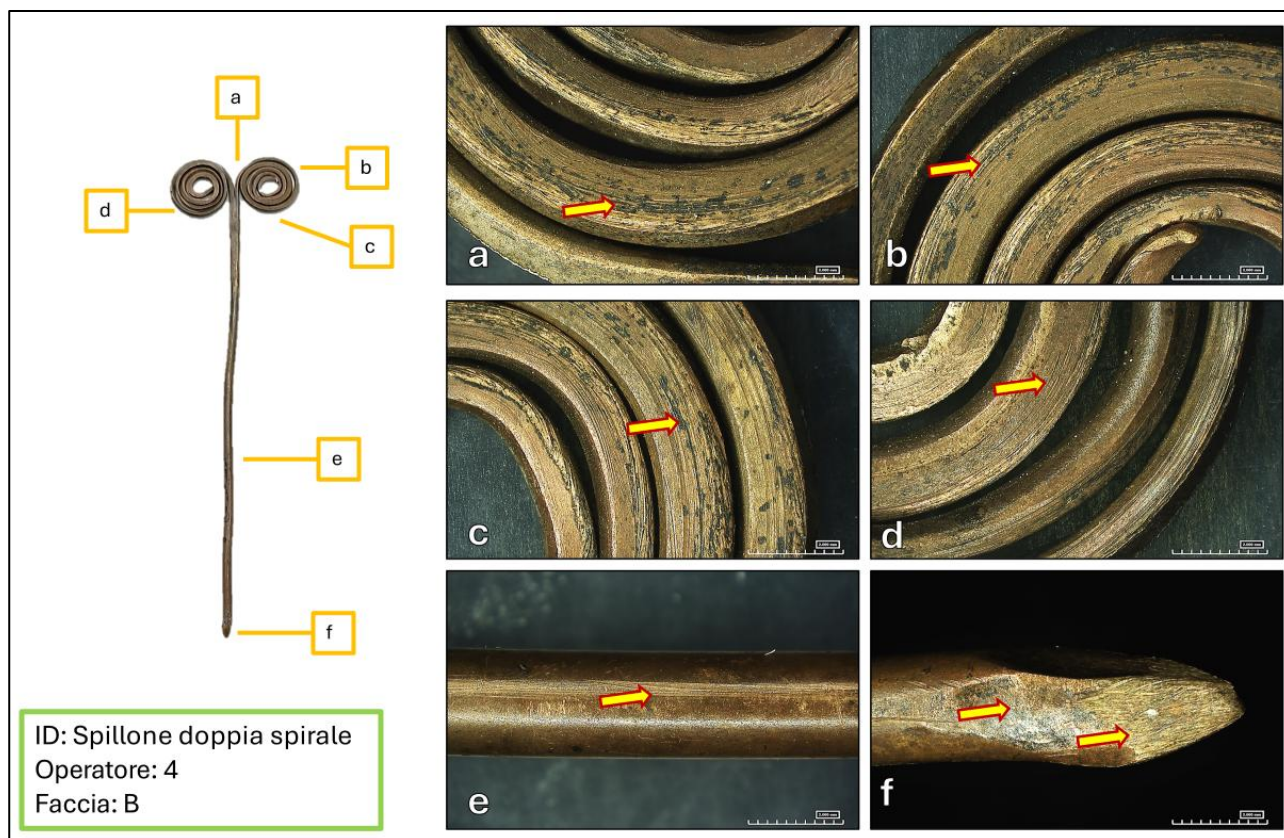


Fig. 200 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 200 a, b, c, d). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 199 e, f). Su quest'ultima si notano dei piccoli *hammer marks* (fig. 200 f).

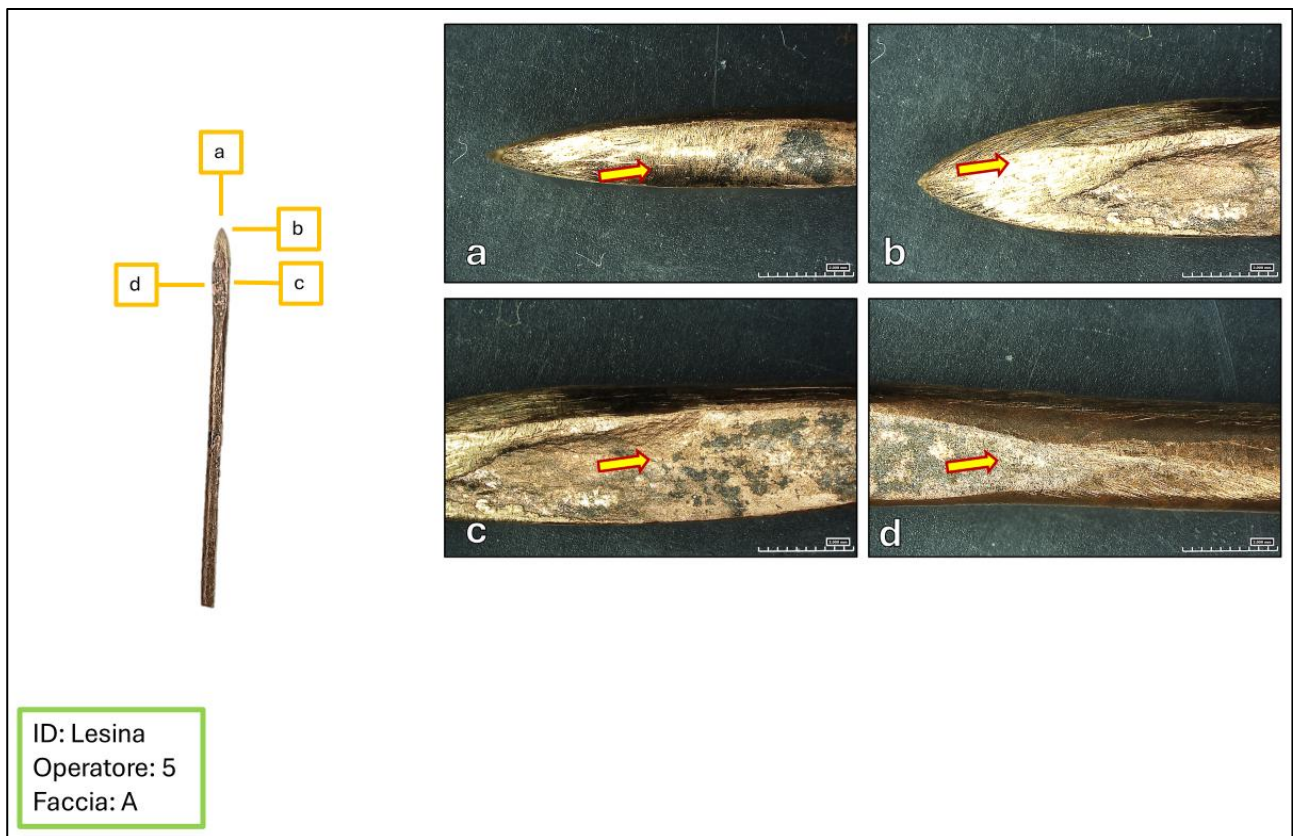


Fig. 201 Lesina sperimentale

Sulla lesina sono osservabili dei *grinding marks* obliqui sulla punta (fig. 201 a, b) e degli *hammer marks* sul fusto caratterizzati compressioni laterali e aree concave (fig. 201 c, d).

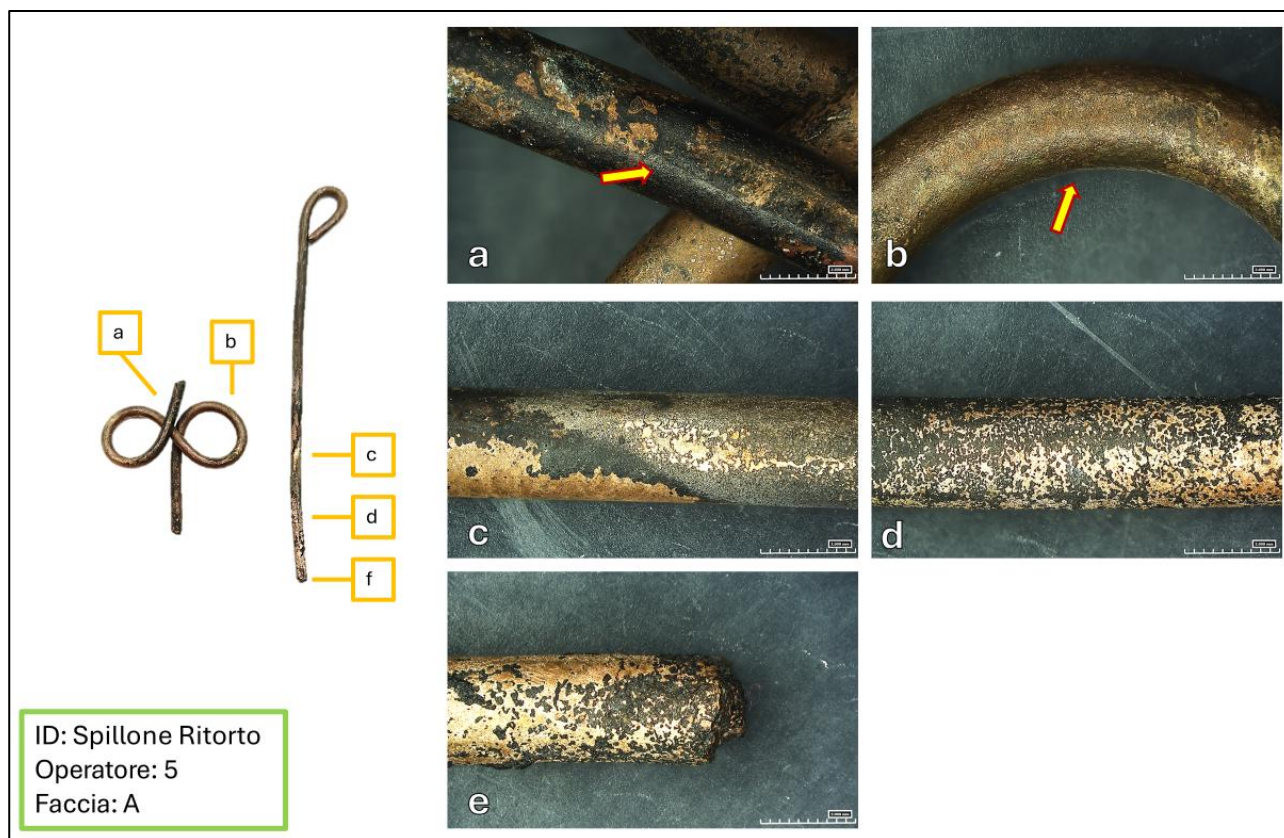


Fig. 202 Spillone ritorto sperimentale

Sullo spillone sono ben visibili le tracce lasciate dal *bending* (fig. 202 a, b) e delle alterazioni causate da una temperatura troppo alta durante la ricottura che ha causato la rottura del fusto (fig. 202 c, d).

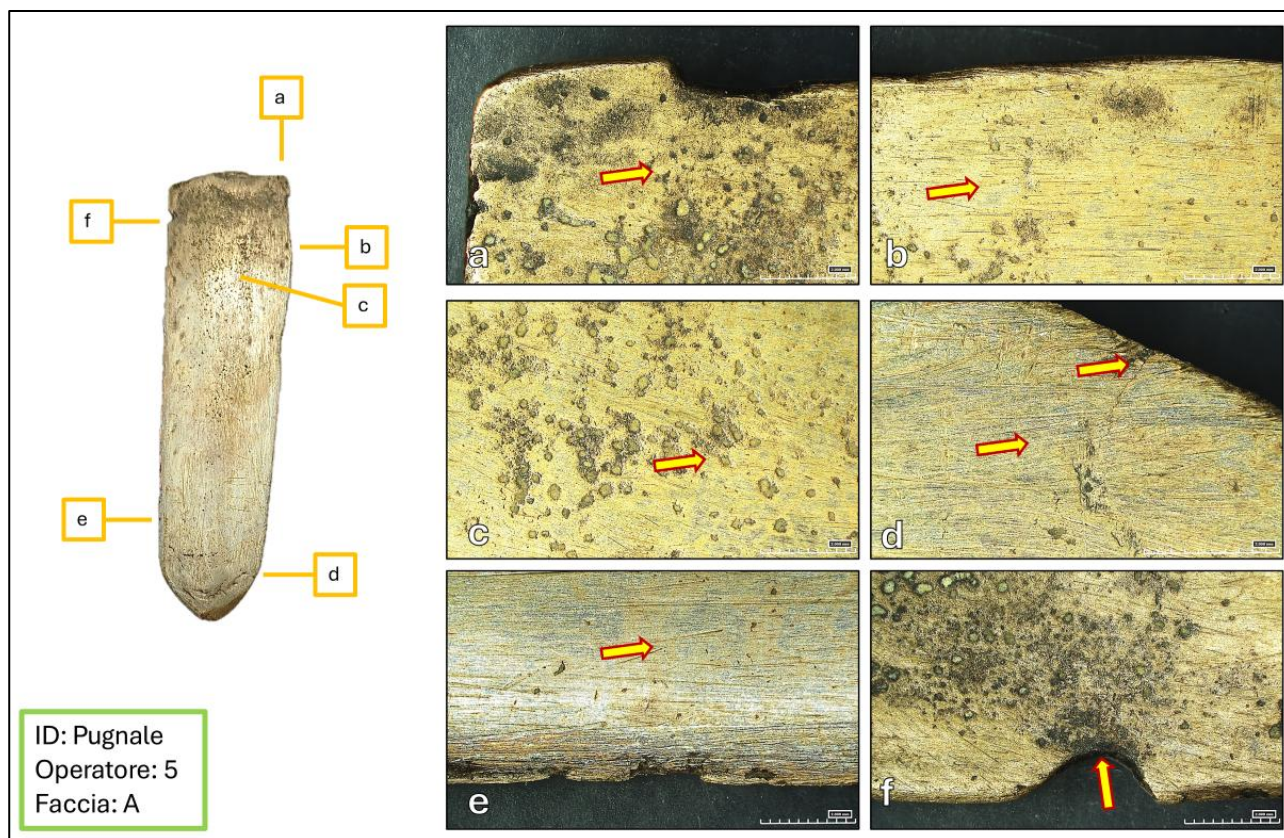


Fig. 203 Pugnale sperimentale faccia A

Sul pugnale si osservano molte tracce di *pitting* (fig. 203 a, c), *grinding marks* molto sottili che coprono e obliterano parzialmente le strie più profonde (fig. 203 b, d, e). Si osserva la presenza di una *fissure* in corrispondenza del margine tagliente (fig. 203 d). Si nota un *notch* ma non è chiara la sua origine, potrebbe essere un distacco di materiale causato da una bolla d'aria presente nella lega, poi smussata dall'abrasione (fig. 203 f).

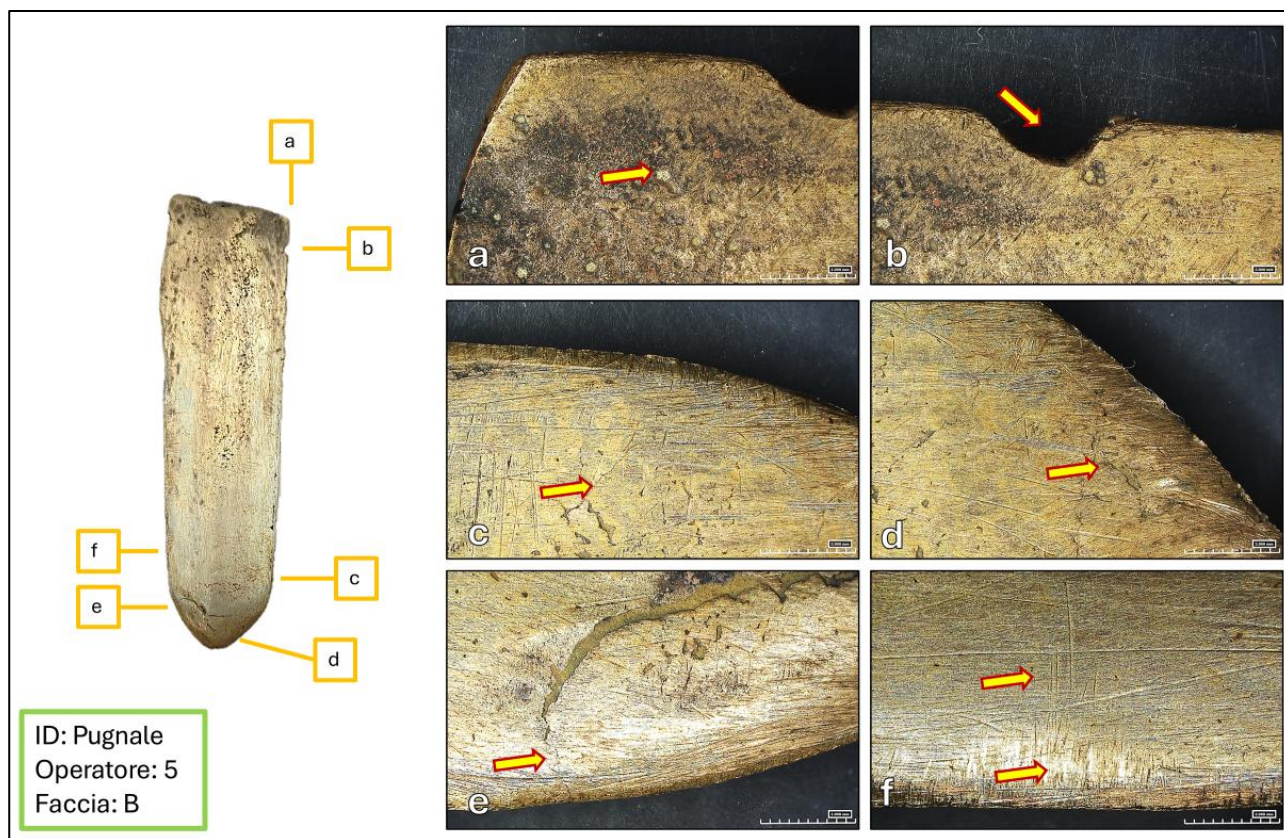


Fig. 204 Pugnale sperimentale faccia B

Sul pugnale si osservano molte tracce di *pitting* (fig. 204 a). Si nota un *notch* (fig. 204 b) *grinding marks* molto sottili che coprono e obliterano parzialmente le strie più profonde (fig. 204 c, d, e, f). Si osserva la presenza di *fissures* in corrispondenza del margine tagliente (fig. 204 c, d, e).

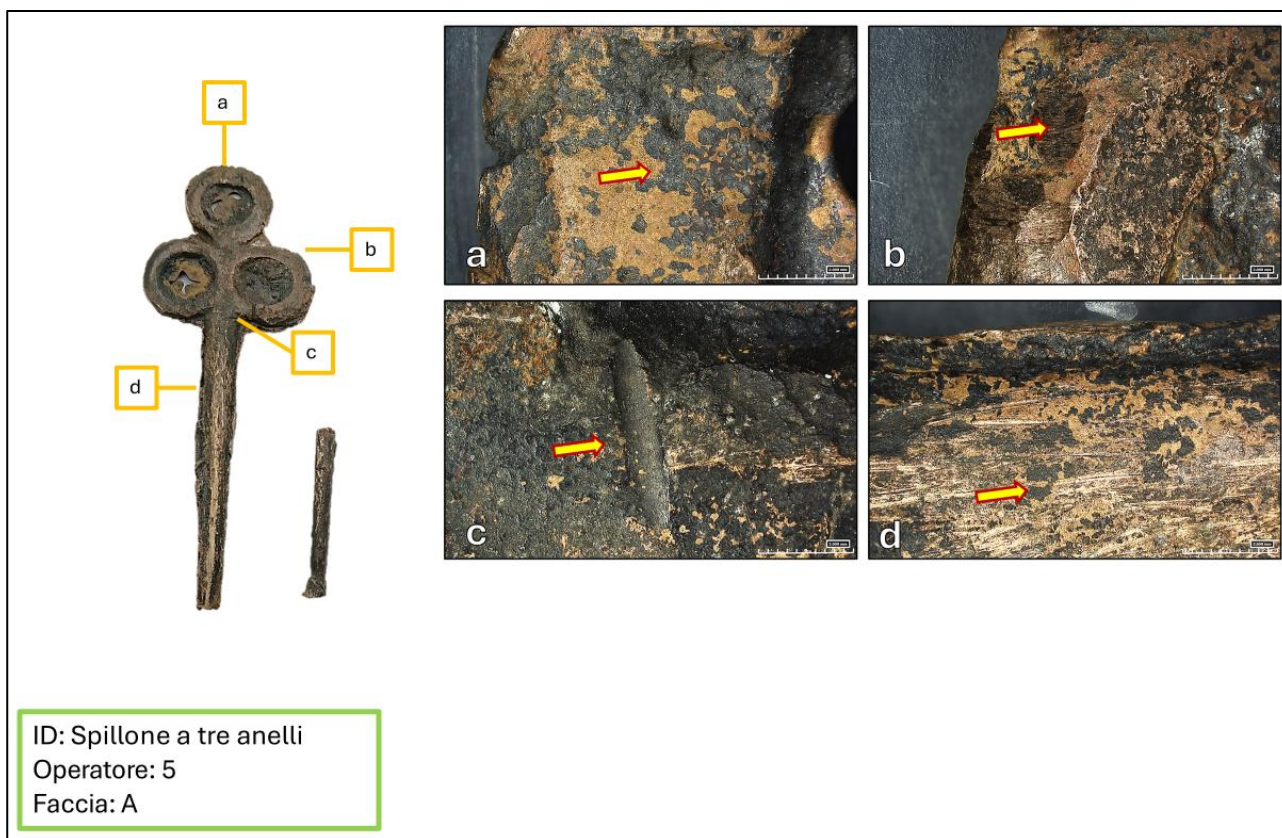


Fig. 205 Spillone a tre anelli sperimentale faccia A

Lo spillone presenta una superficie bruna causata dalla ricottura (fig. 205 a). Si notano alcune tracce di *incision* incompleto (fig. 205 b, c) e delle strie corte longitudinali (fig. 205 d).

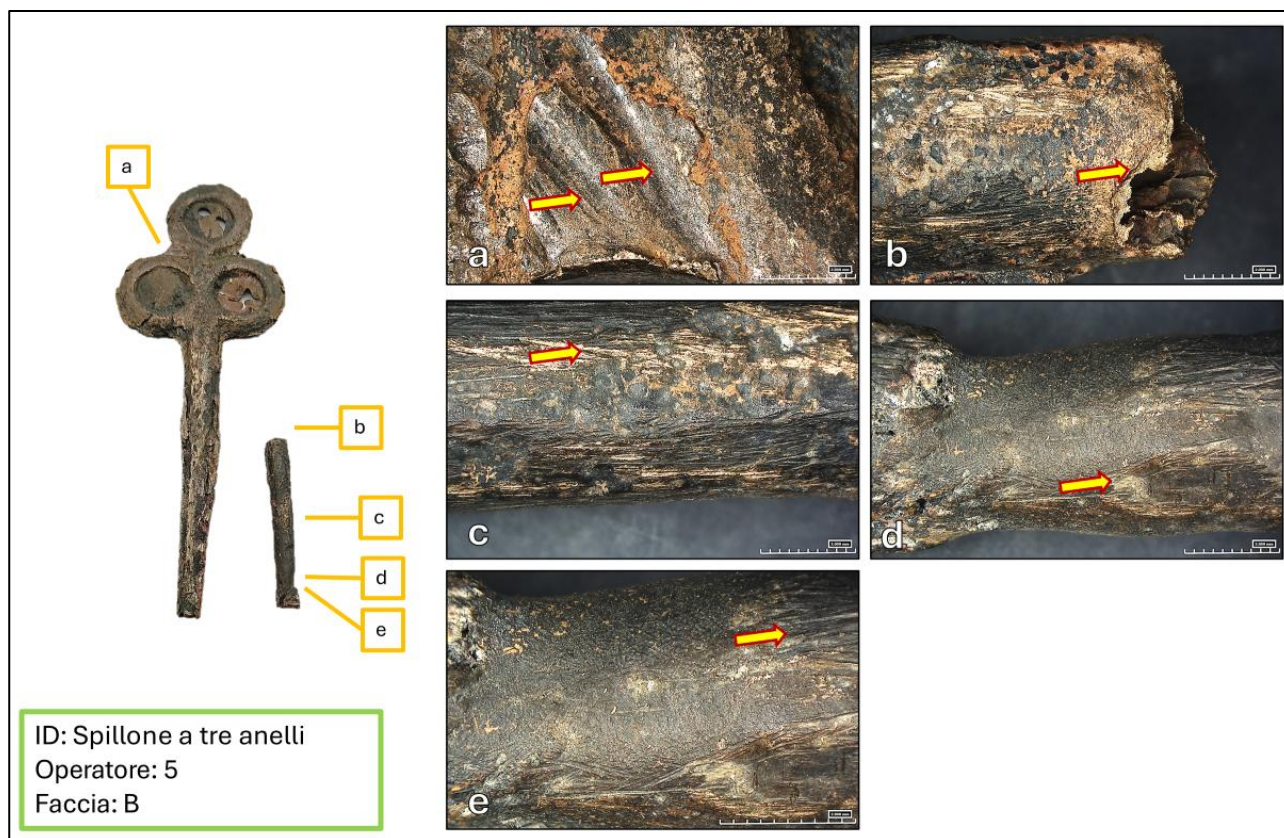


Fig. 206 Spillone a tre anelli sperimentale faccia B

Lo spillone alcune tracce di *incision* incompleto (fig. 206 a), una vistosa *fracture* (fig. 206 b) e delle strie corte longitudinali (fig. 206 c, d, e).

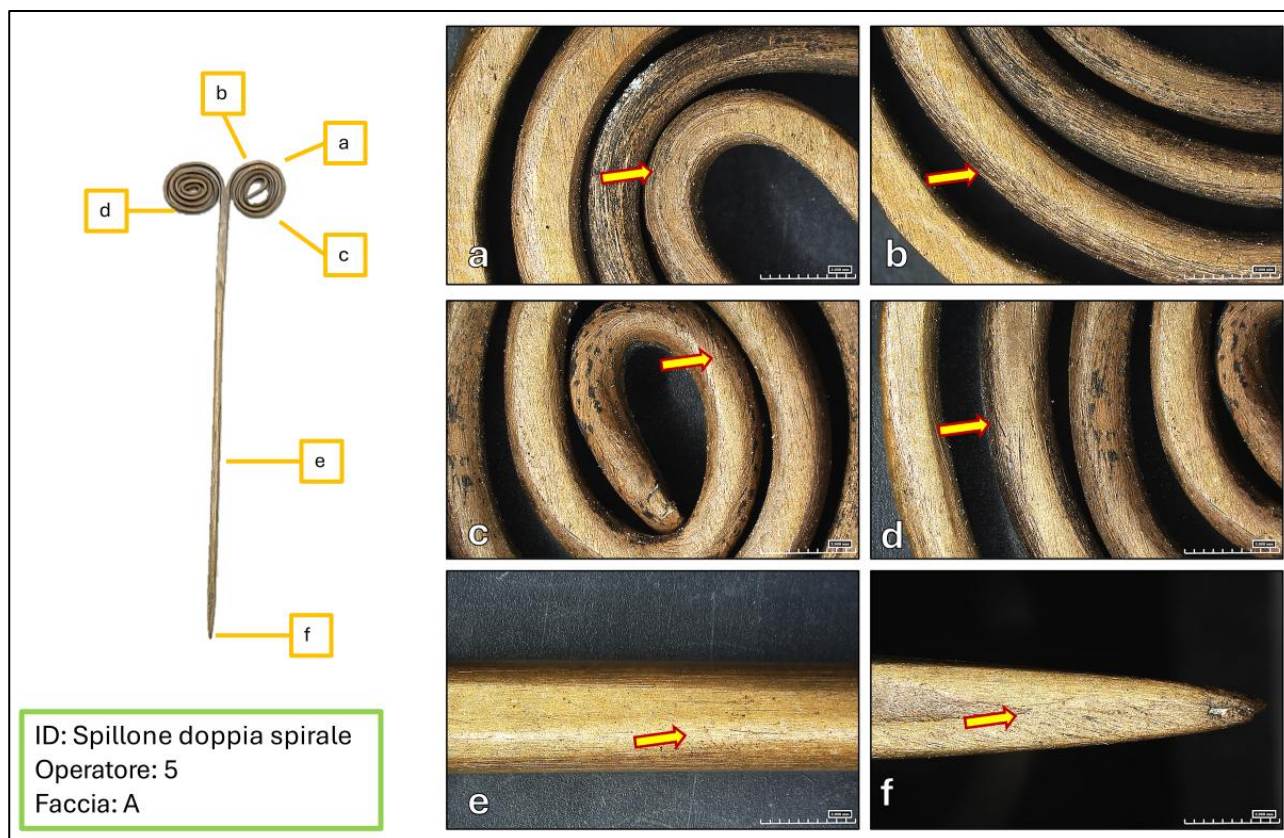


Fig. 207 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 207 a, b, c, d). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 207 e, f).

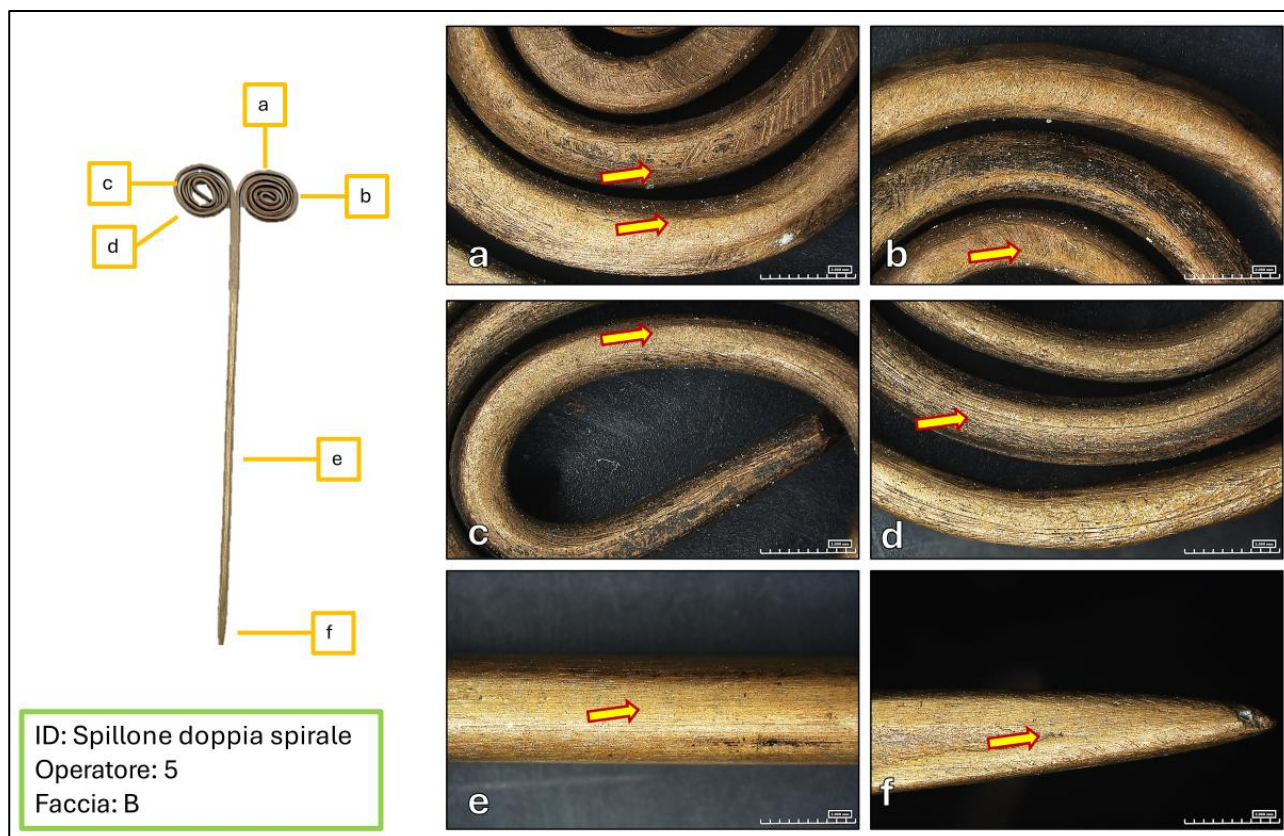


Fig. 208 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 208 a, b, c, d). Sono presenti delle strie longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 208 e, f).

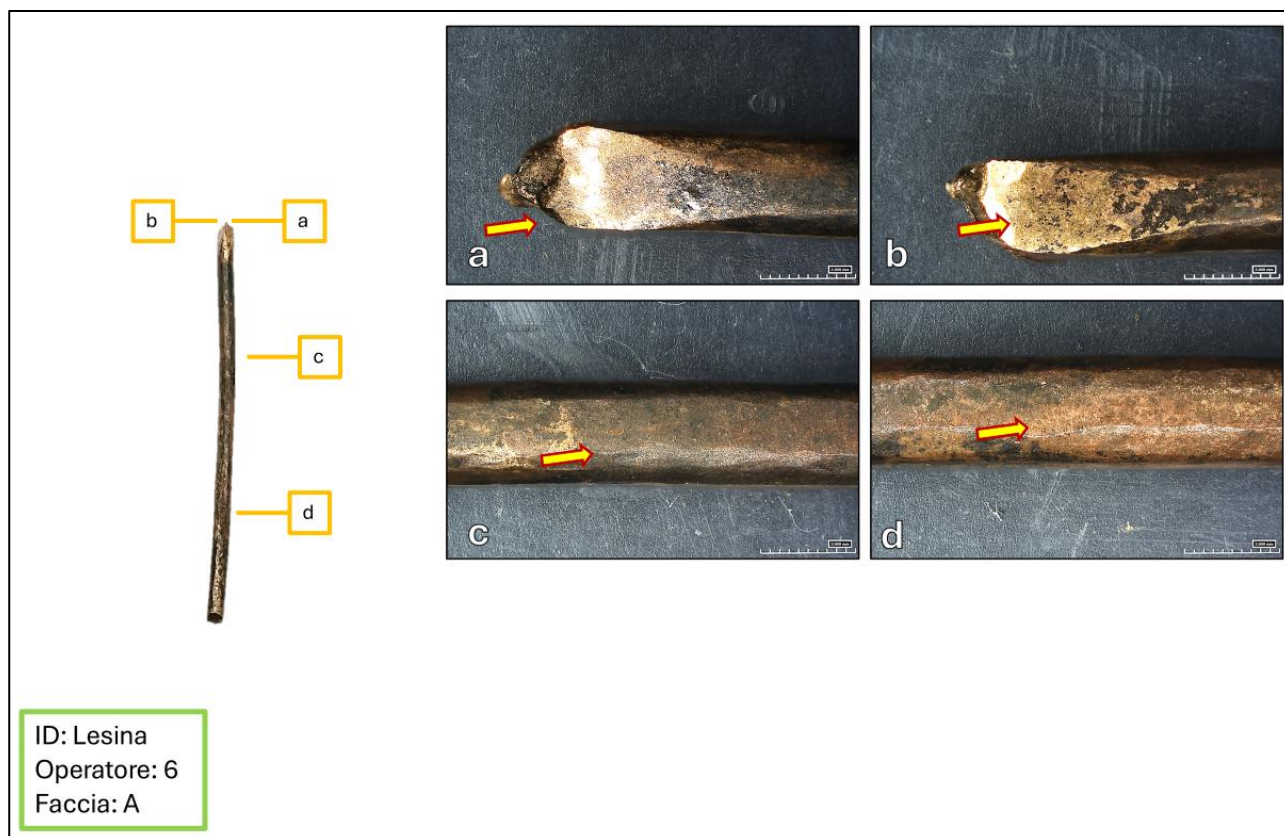


Fig. 209 Lesina sperimentale

Sulla lesina sono osservabili degli *hammer marks* sulla punta (fig. 209 a, b) fusto caratterizzato compressioni laterali e aree concave (fig. 209 c, d).

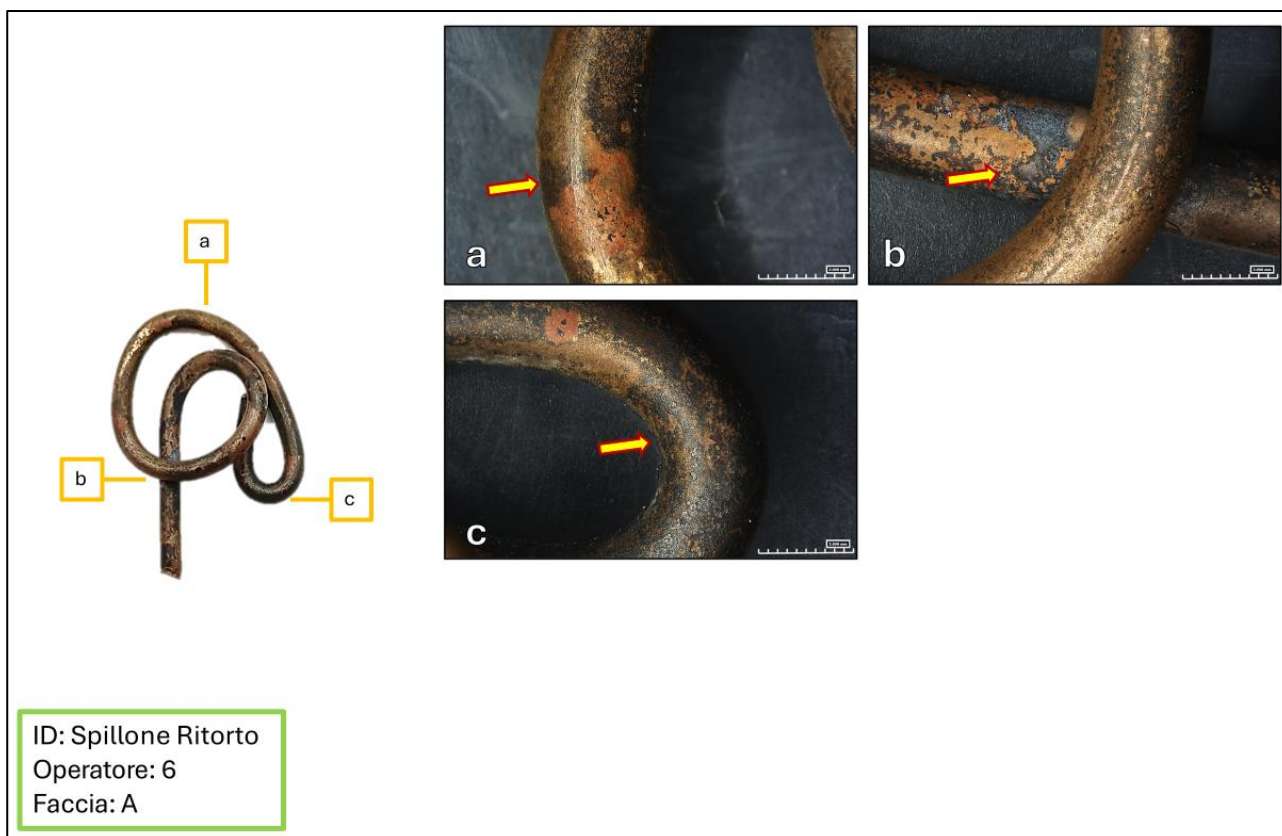


Fig. 210 Spillone ritorto sperimentale

Sullo spillone sono ben visibili le tracce lasciate dal *bending* (fig. 210 a, b, c)

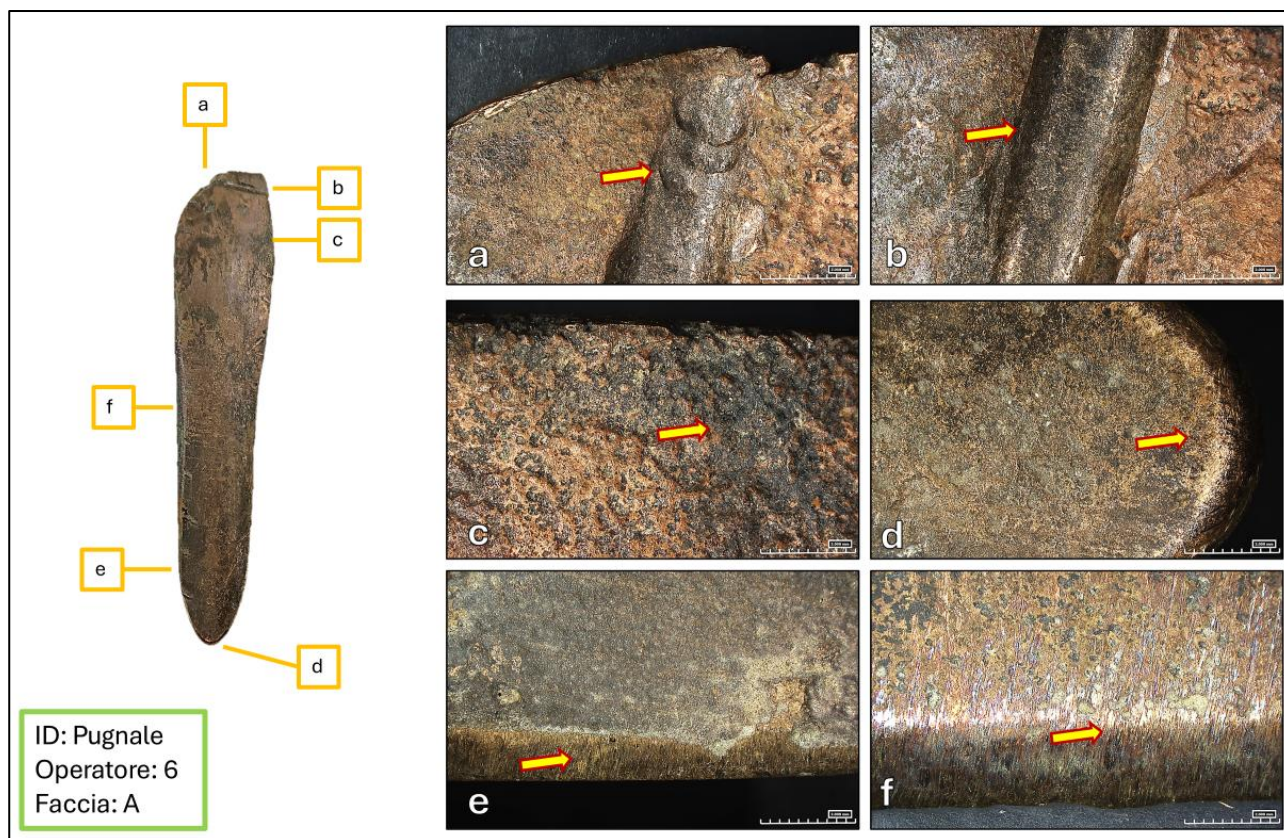


Fig. 211 Pugnale sperimentale faccia A

Sul pugnale sono visibili delle tracce di *incision* incompleto (fig. 211 a, b) delle tracce di *pitting* (fig. 211 c) e dei *grinding marks* con andamento in bande oblique (fig. 211 d, e, f).

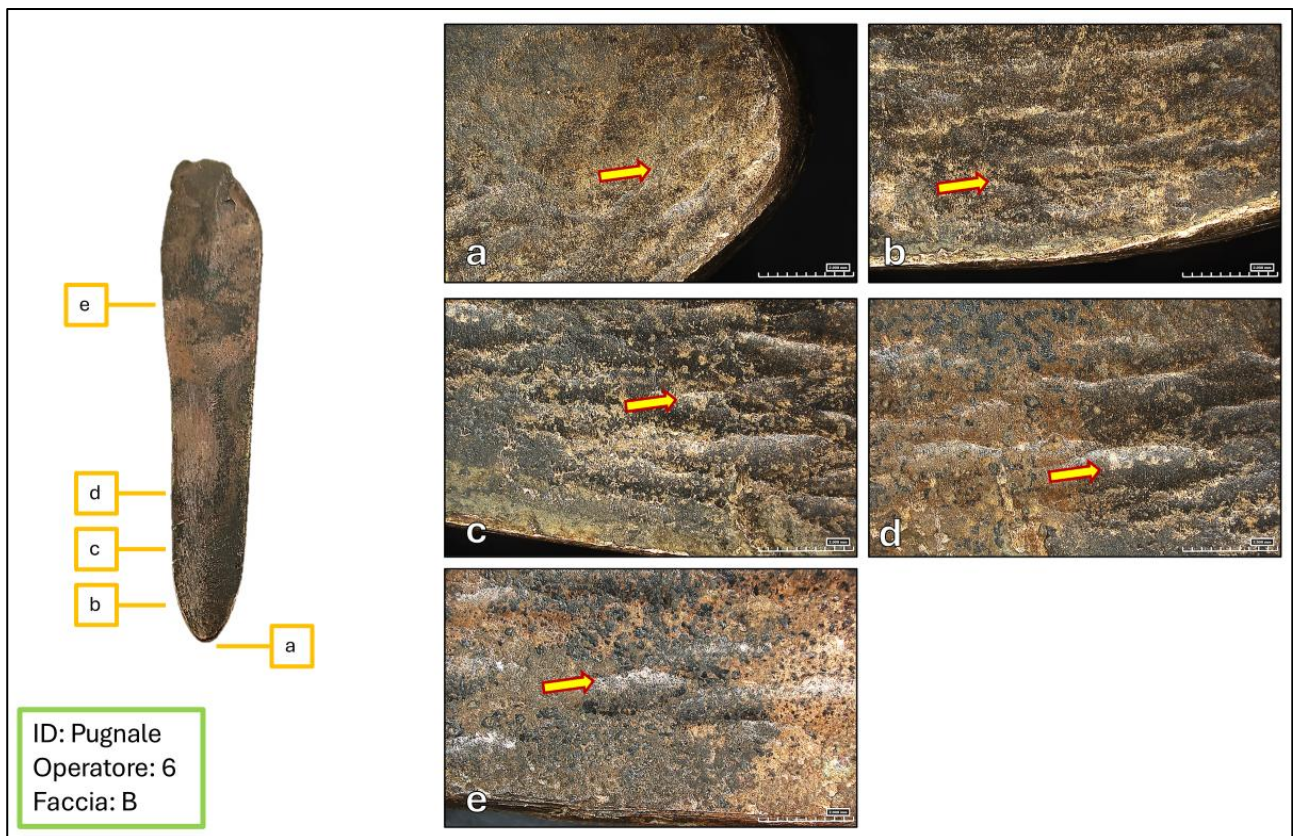


Fig. 212 Pugnale sperimentale faccia B

Su questo lato de pugnale sono molto visibili le concavità lasciate dagli *hammer marks* (fig. 212 a, b, c, d, e).

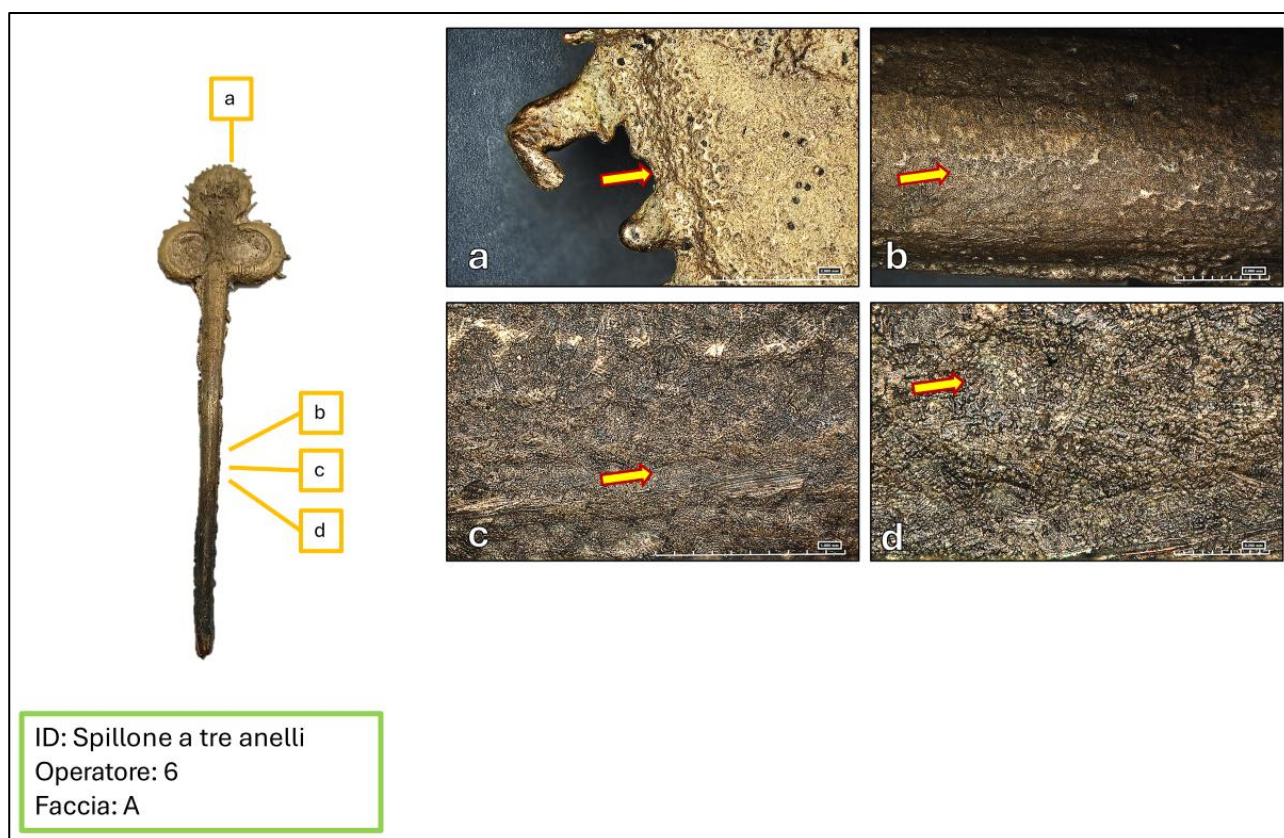


Fig. 213 Spillone a tre anelli sperimentale faccia A

Lo spillone presenta solo tracce relative al *pitting* (fig. 213 a, b, c, d).

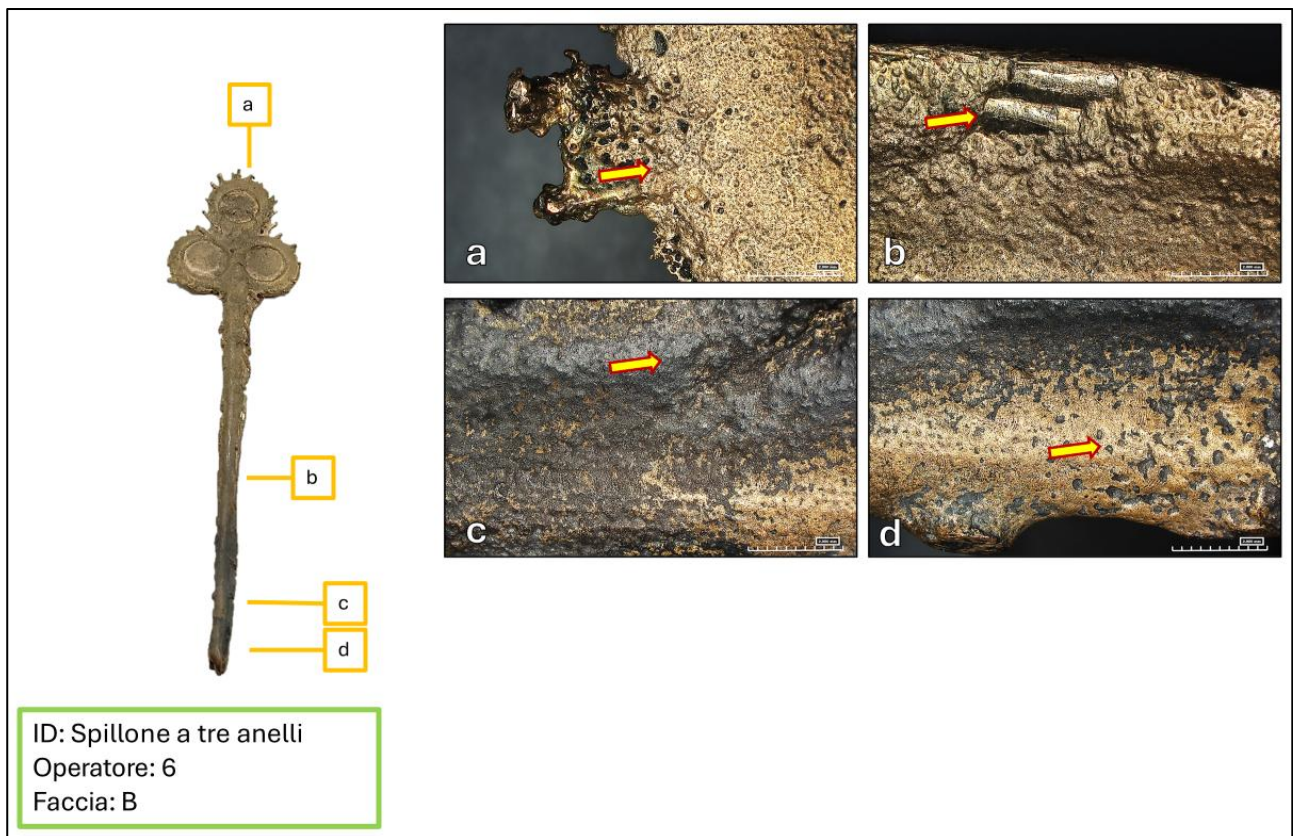


Fig. 214 Spillone a tre anelli sperimentale faccia B

Sono visibili tracce relative al *pitting* (fig. 214 a, c, d) e una traccia di *incision* incompleto (fig. 214 b).

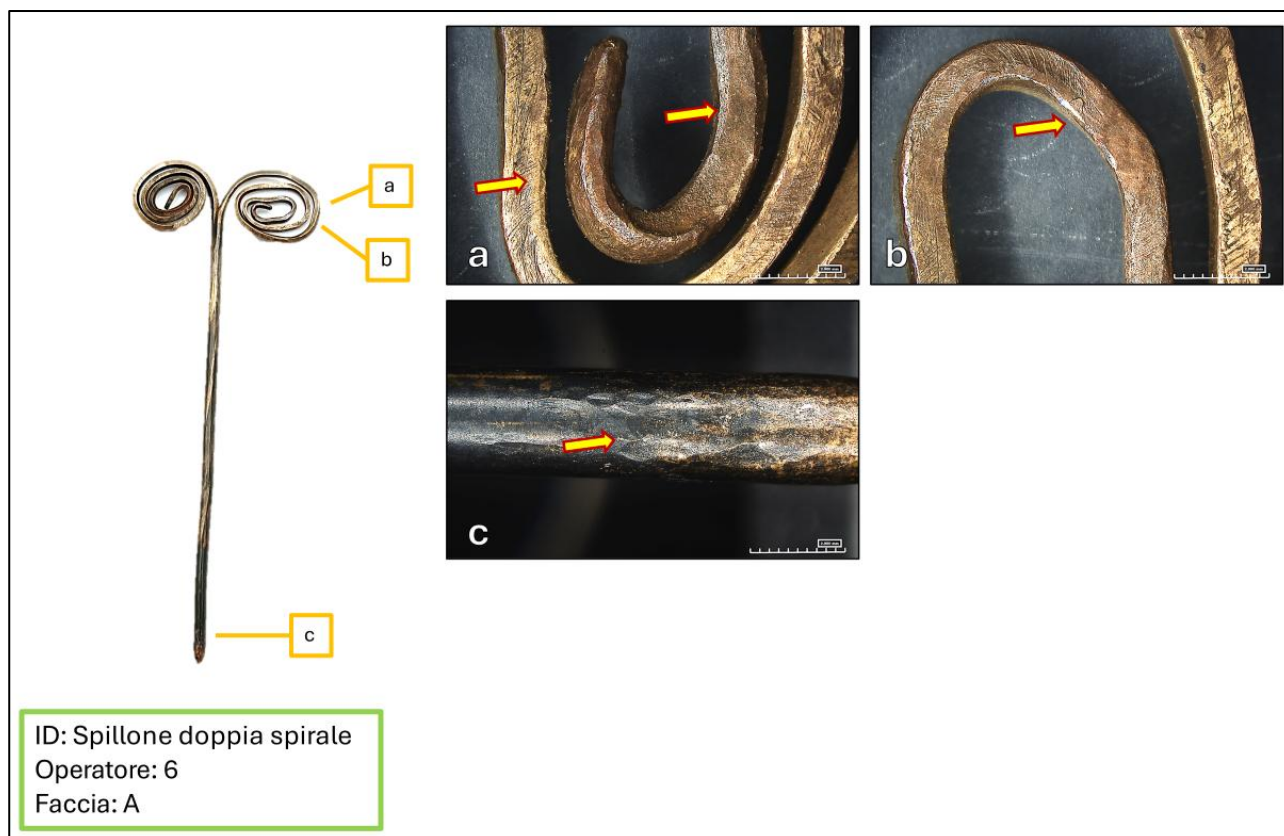


Fig. 215 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 215 a, b). Sono presenti degli *hammer marks* sul fusto (fig. 215 c).

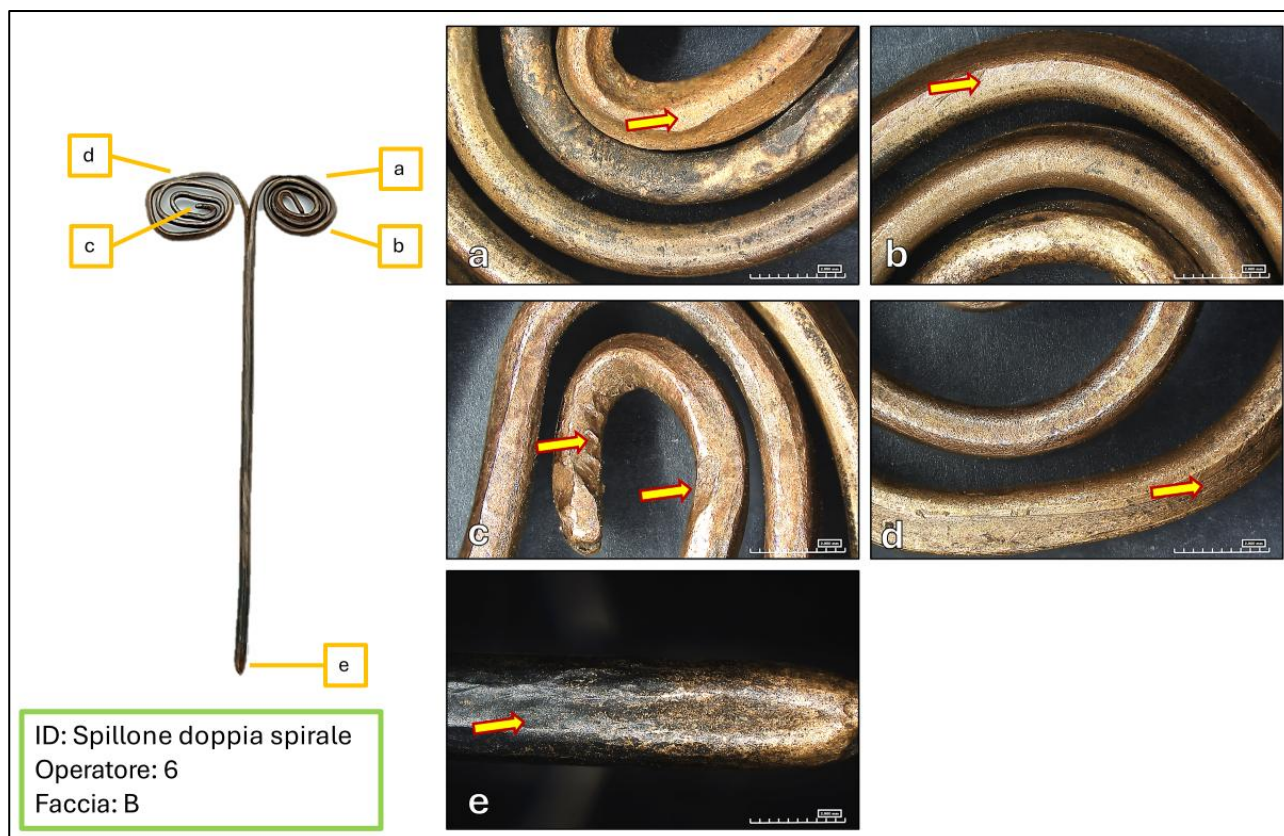


Fig. 216 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 216 a, b, c, d). Sono presenti degli *hammer marks* sul fusto in prossimità della punta (fig. 216 e).

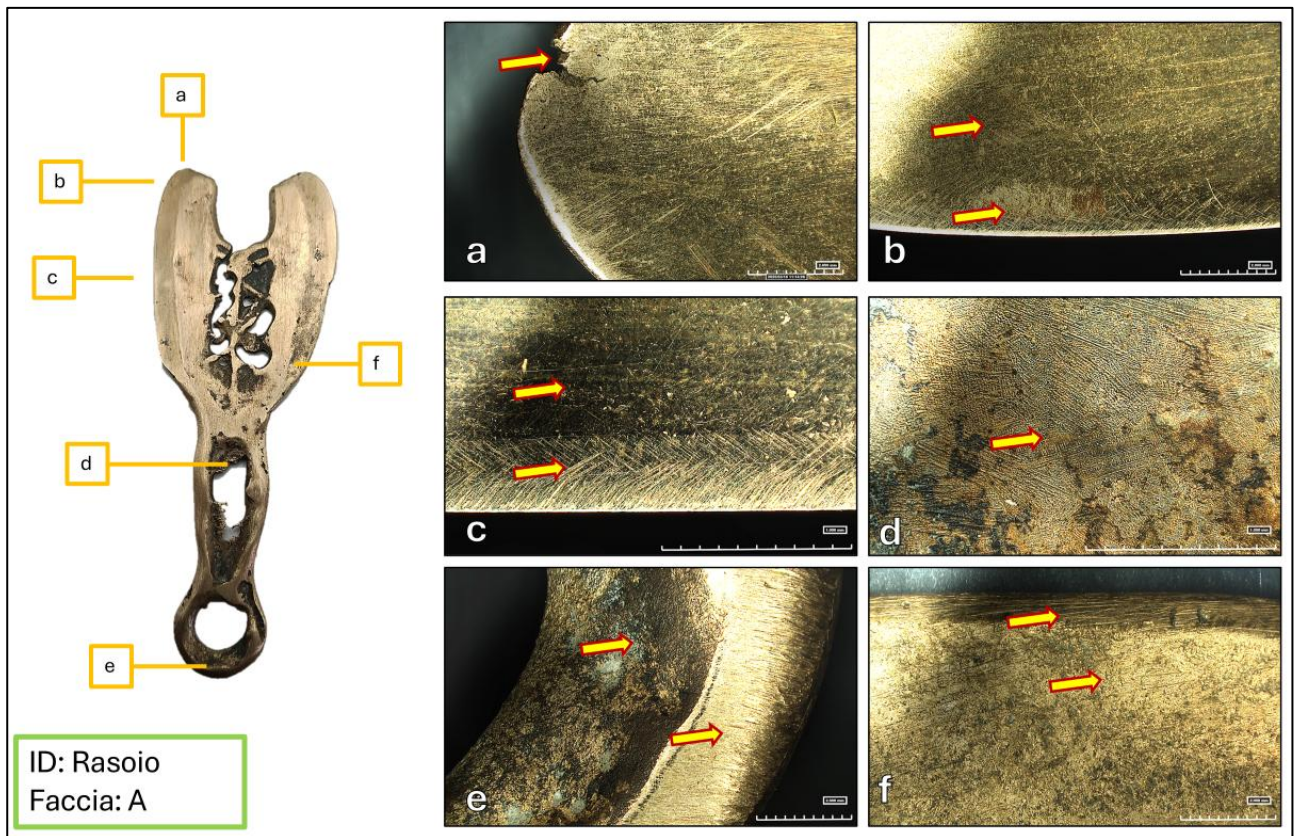


Fig. 217 Rasoio sperimentale faccia A

Sul rasoio si può osservare la presenza di una *fissure* in corrispondenza della punta della lama (fig. 217 a). Gli *hammer marks* ottenuti da strumenti in bronzo sono visibili come delle aree lucide dove le strie sembra deformate, in contrasto con i *grinding marks* obliqui che vi si sovrappongono (fig. 217 b, c). Gli *hammer marks* realizzati con strumenti litici risultano più scabri (fig. 217 f). Si notano molte strie di abrasione (fig. 217 a, b, c, d, e, f).

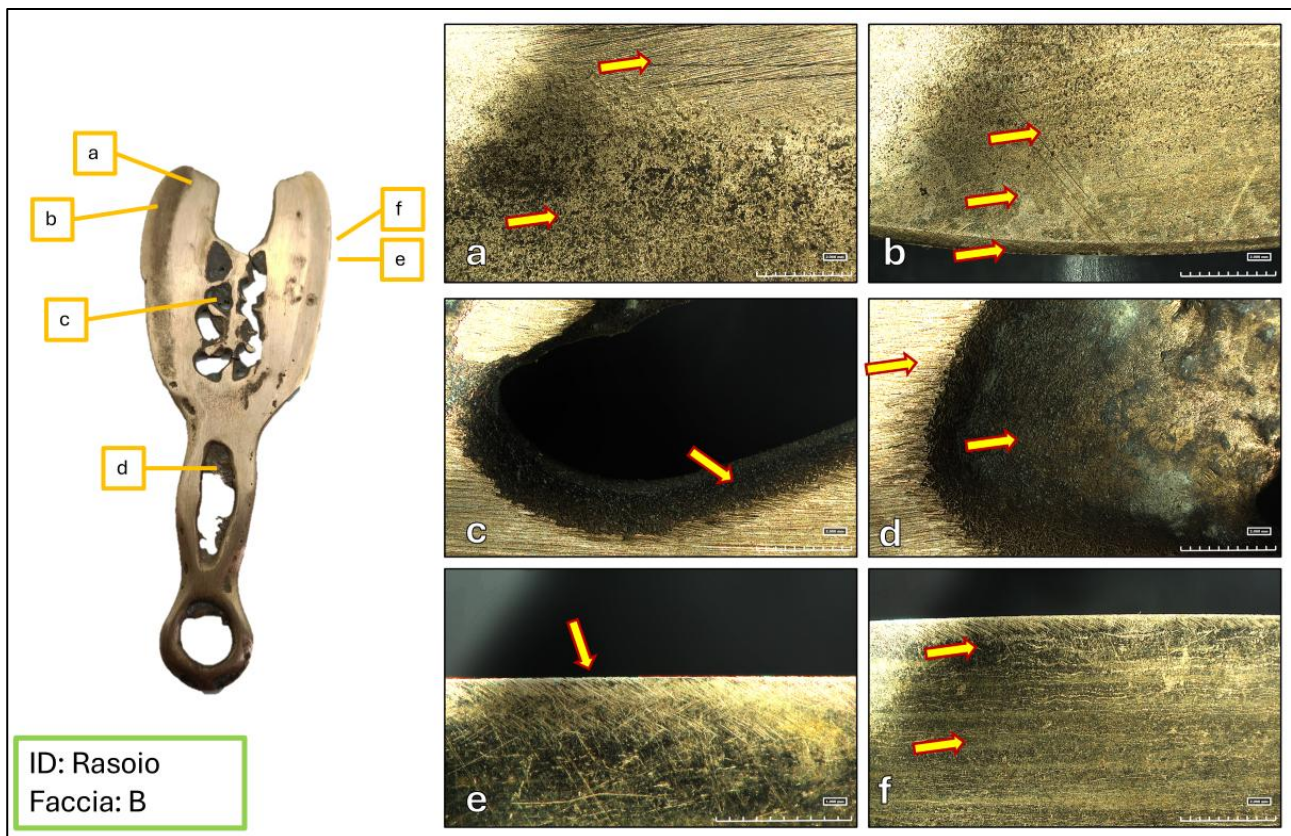


Fig. 218 Rasoio sperimentale faccia B

Sul rasoio si può osservare la presenza di *hammer marks* ottenuti con strumenti litici risultano più scabri (fig. 218 a) rispetto a quelli ottenuti da strumenti in bronzo, visibili come delle aree lucide dove le strie sembra deformate, in contrasto con i *grinding marks* obliqui che vi si sovrappongono (fig. 218 e, f). Si nota la sovrapposizione di strie di affilatura oblique sui margini (fig. 218 b, e, f). Sono presenti delle aree con del *pitting* (fig. 218 c, d).

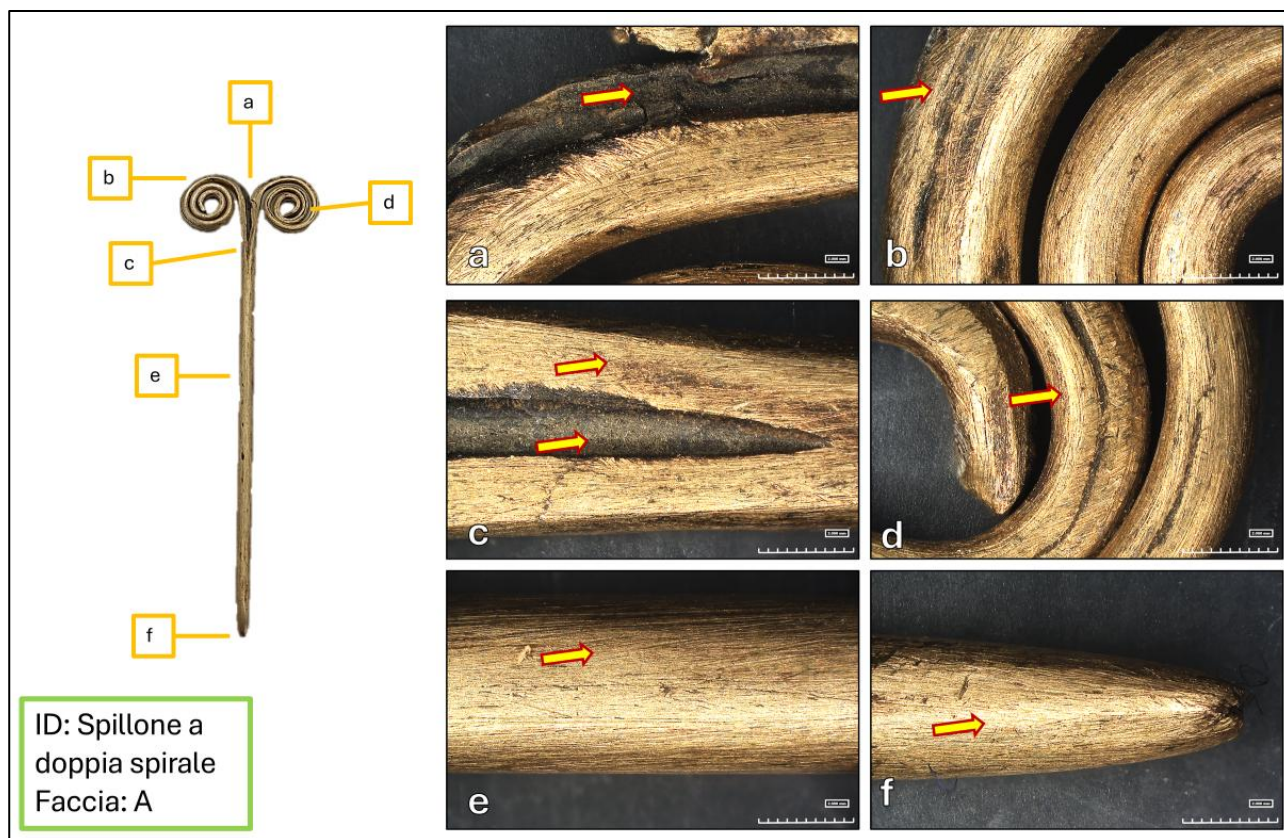


Fig. 219 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 219 b, d). Sono presenti delle tracce di *incision* alla giunzione delle spirali dove si intravede una *fracture* (fig. 219 a, c). Si notano dei *grinding marks* longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 219 e, f).

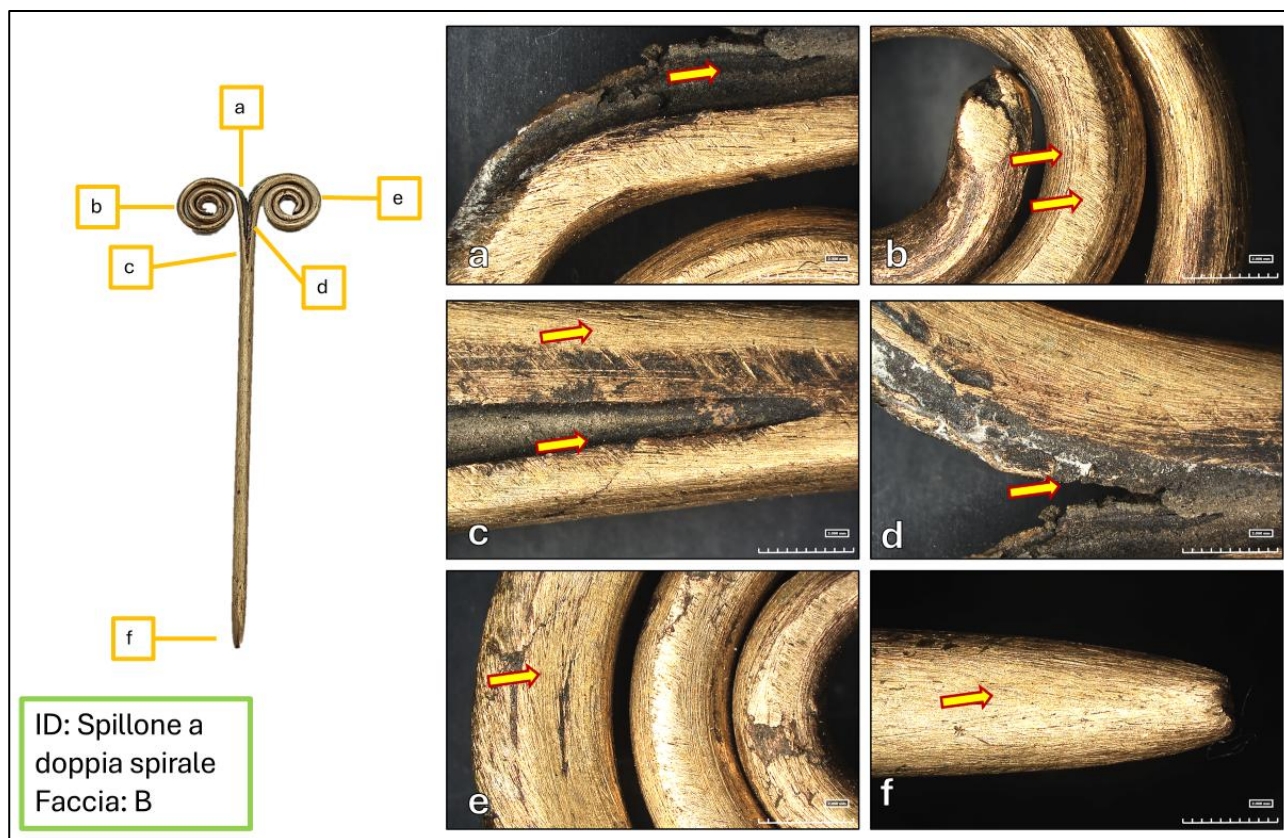


Fig. 220 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 220 b, e). Sono presenti delle tracce di *incision* alla giunzione delle spirali dove si intravede una *fracture* (fig. 220 a, c, d). Si notano dei *grinding marks* longitudinali sulla punta (fig. 220 f).

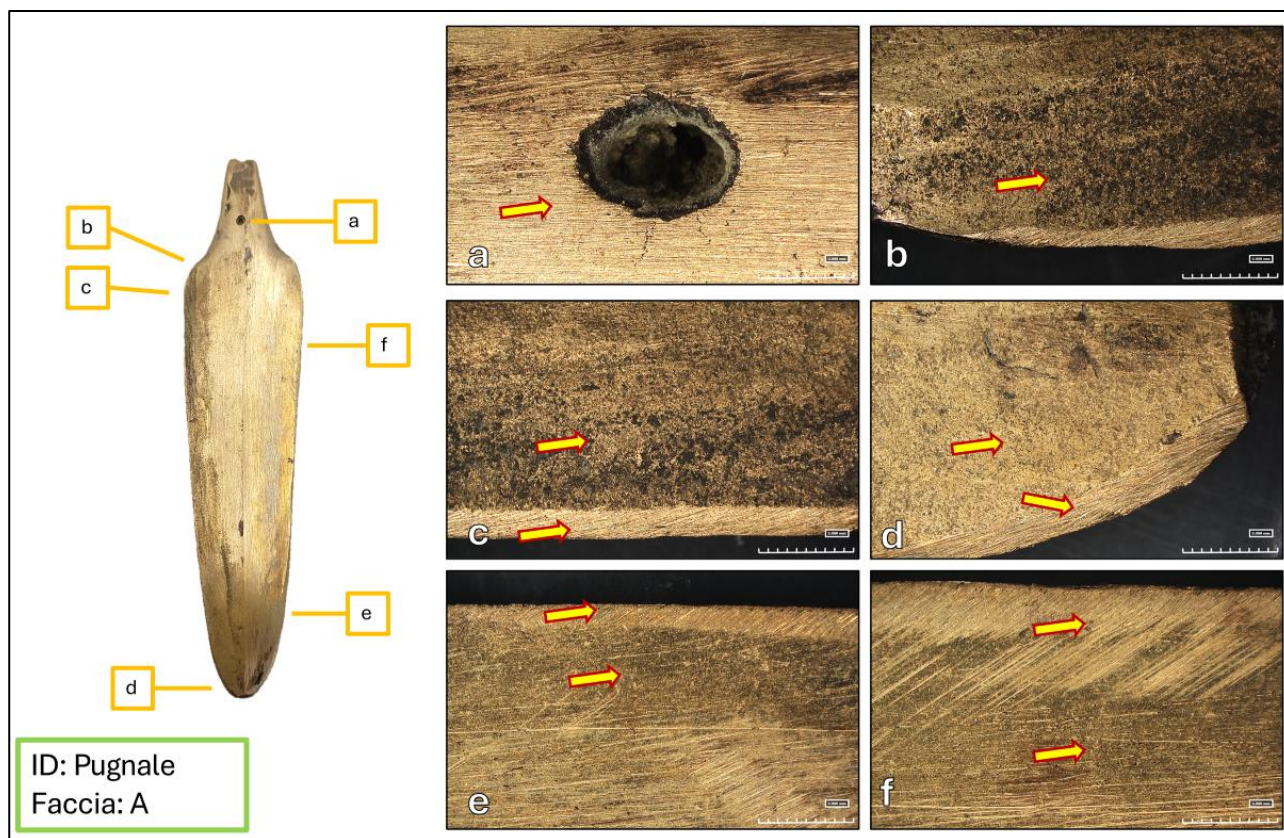


Fig. 221 Pugnale sperimentale faccia A

Il pugnale presenta degli evidenti *grinding marks* costituiti da strie longitudinali (fig. 221 a) e strie oblique in prossimità del margine tagliente (fig. 221 c, d, e, f). Si possono osservare degli *hammer marks* ottenuti con un martello in bronzo su incudine litica e si può notare come siano scabri (fig. 221 b, c, d) rispetto a quelli ottenuti con martello e incudine in bronzo, i quali appaiono più uniformi, lisci e lucenti (fig. 221 e, f)

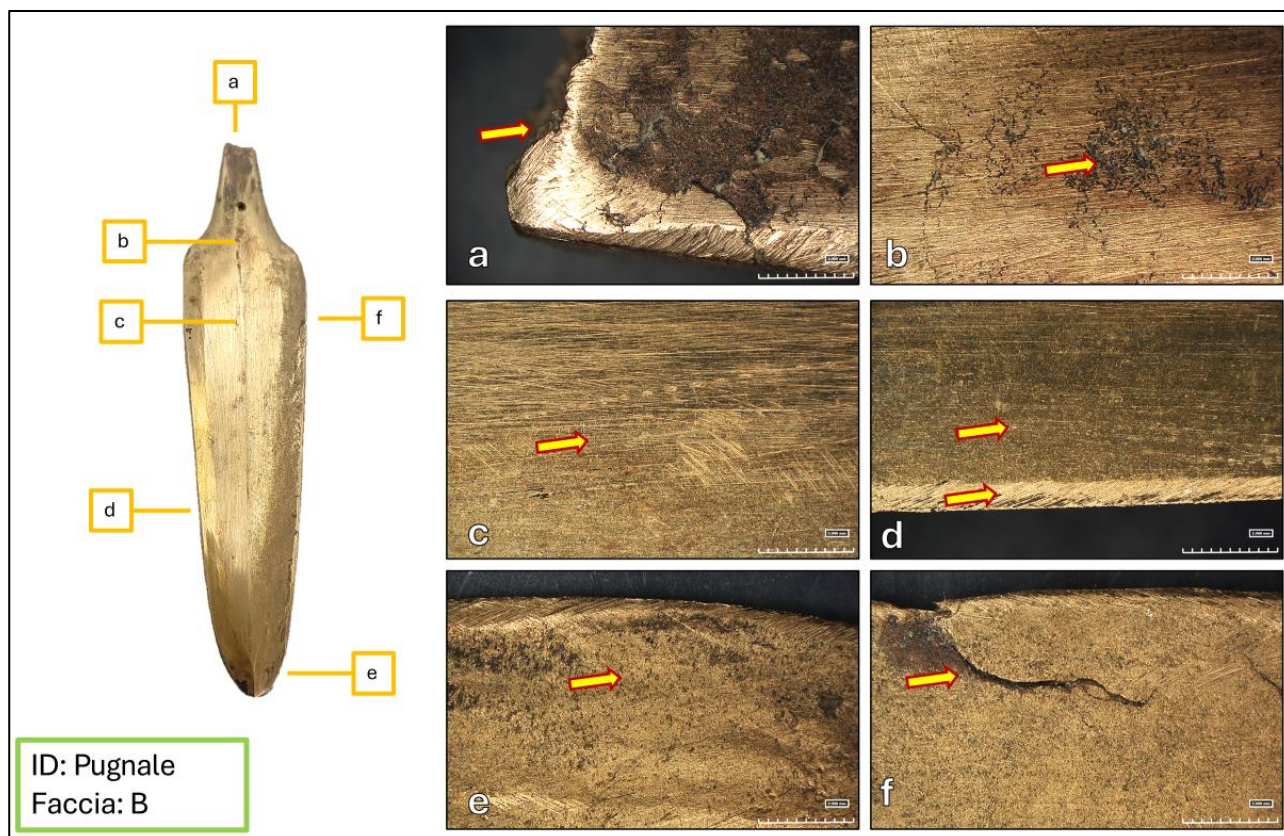


Fig. 222 Pugnale sperimentale faccia B

Sul pugnale è presente una *fracture* in corrispondenza del codolo (fig. 222 a). Si osservano delle tracce di *pitting* (fig. 222 b), strie di abrasione longitudinali (fig. 222 c) e di affilatura oblique (fig. 222 d). Sono presenti degli *hammer marks* ottenuti con un martello in bronzo su incudine in bronzo (fig. 222 d) e con martello in bronzo e incudine litica (fig. 222 e). Si nota la presenza di una *fissure* (fig. 222 f).

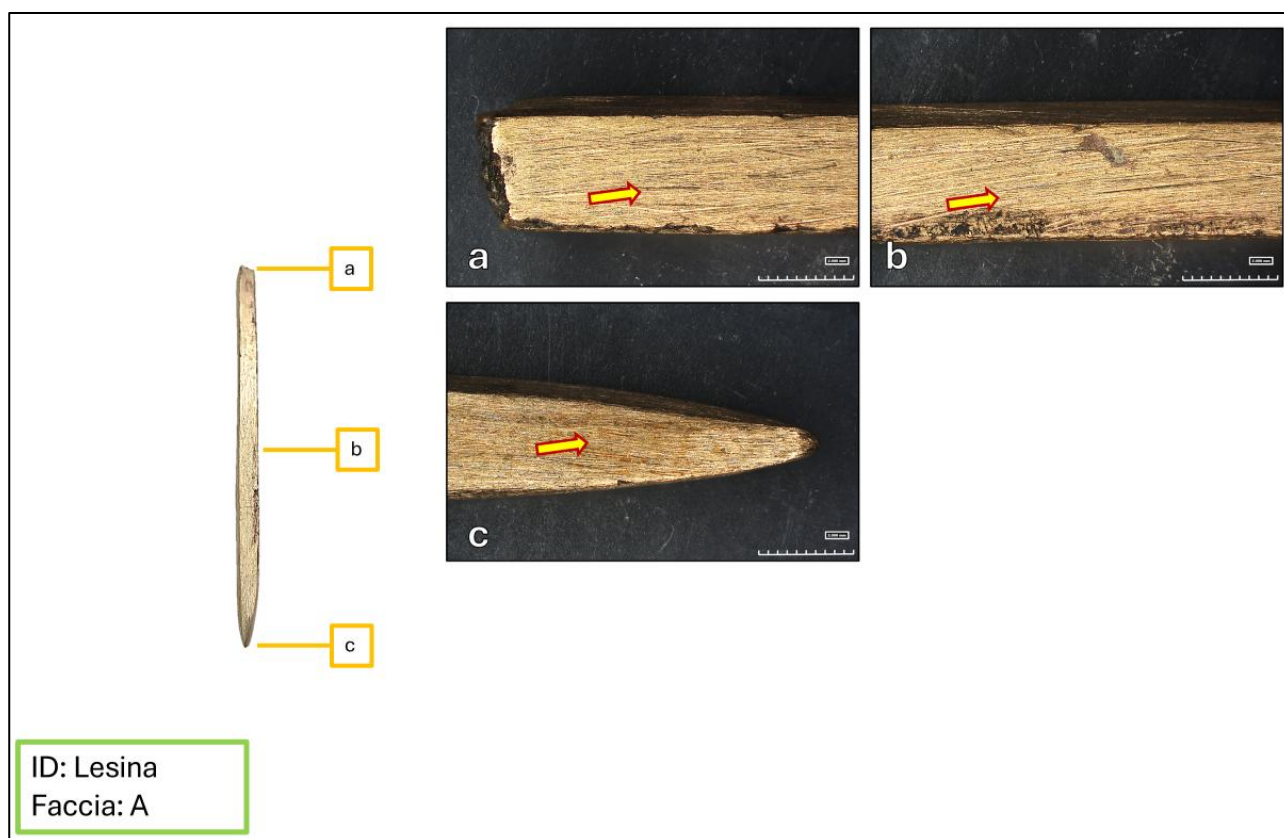


Fig. 223 Lesina sperimentale

La lesina è caratterizzata dalla presenza di *grinding marks* longitudinali su tutta la superficie (fig. 223 a, b, c).

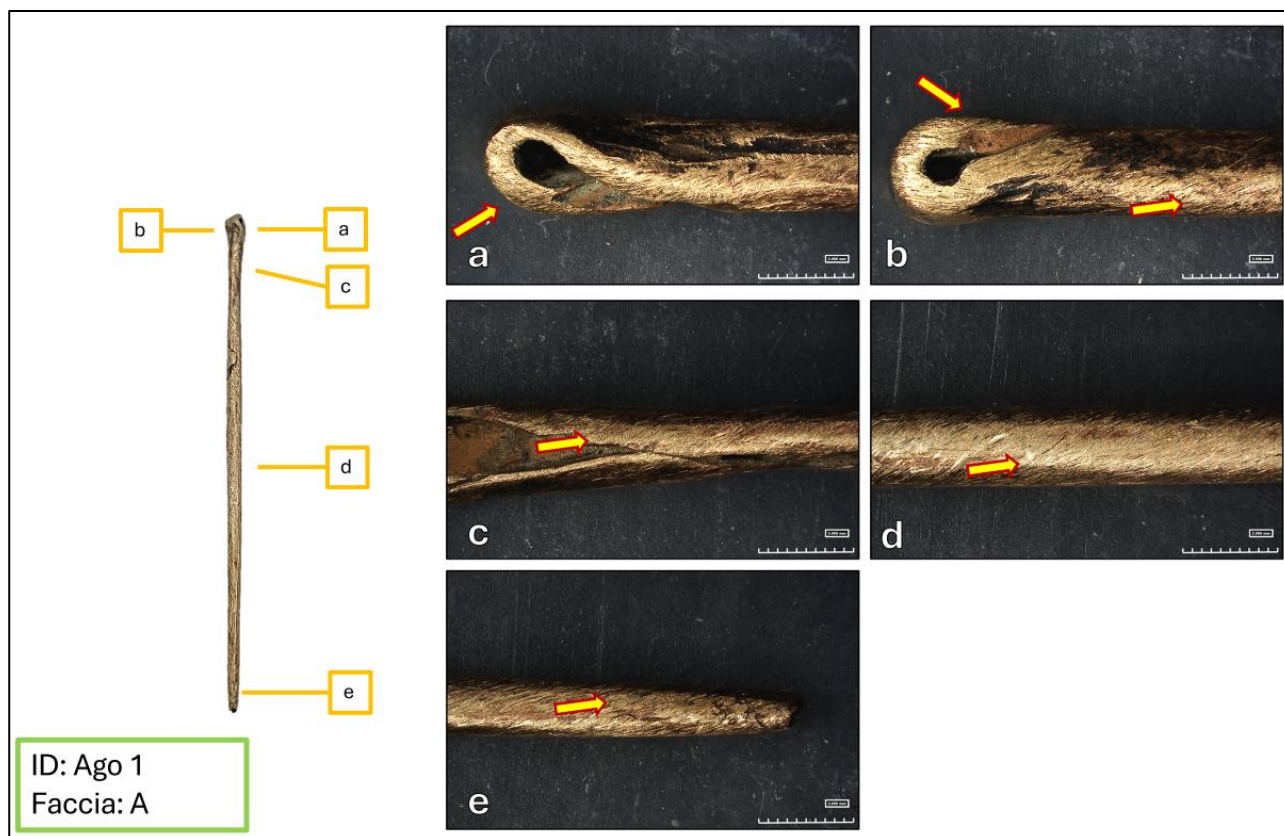


Fig. 224 Ago sperimentale 1

L'ago è caratterizzato dalla presenza di un evidente *bending* volto alla formazione della cruna (fig. 224 a, b). L'intera superficie è coperta di *grinding marks* obliqui (fig. 224 a, b, c, d, e).

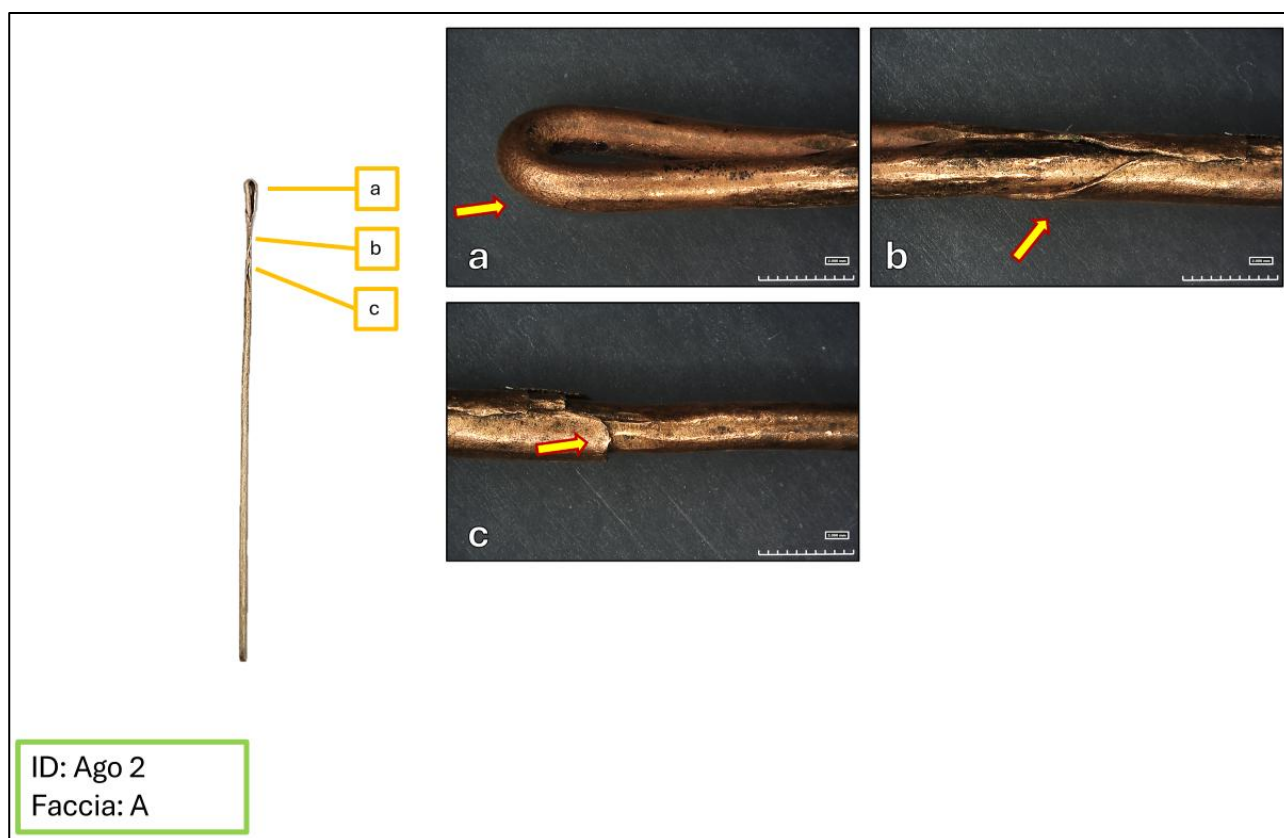


Fig. 225 Ago sperimentale 2

L'ago è caratterizzato dalla presenza di un evidente *bending* volto alla formazione della cruna (fig. 225 a) e dalla presenza di *hammer marks* per la chiusura della cruna (fig. 22 b, c).

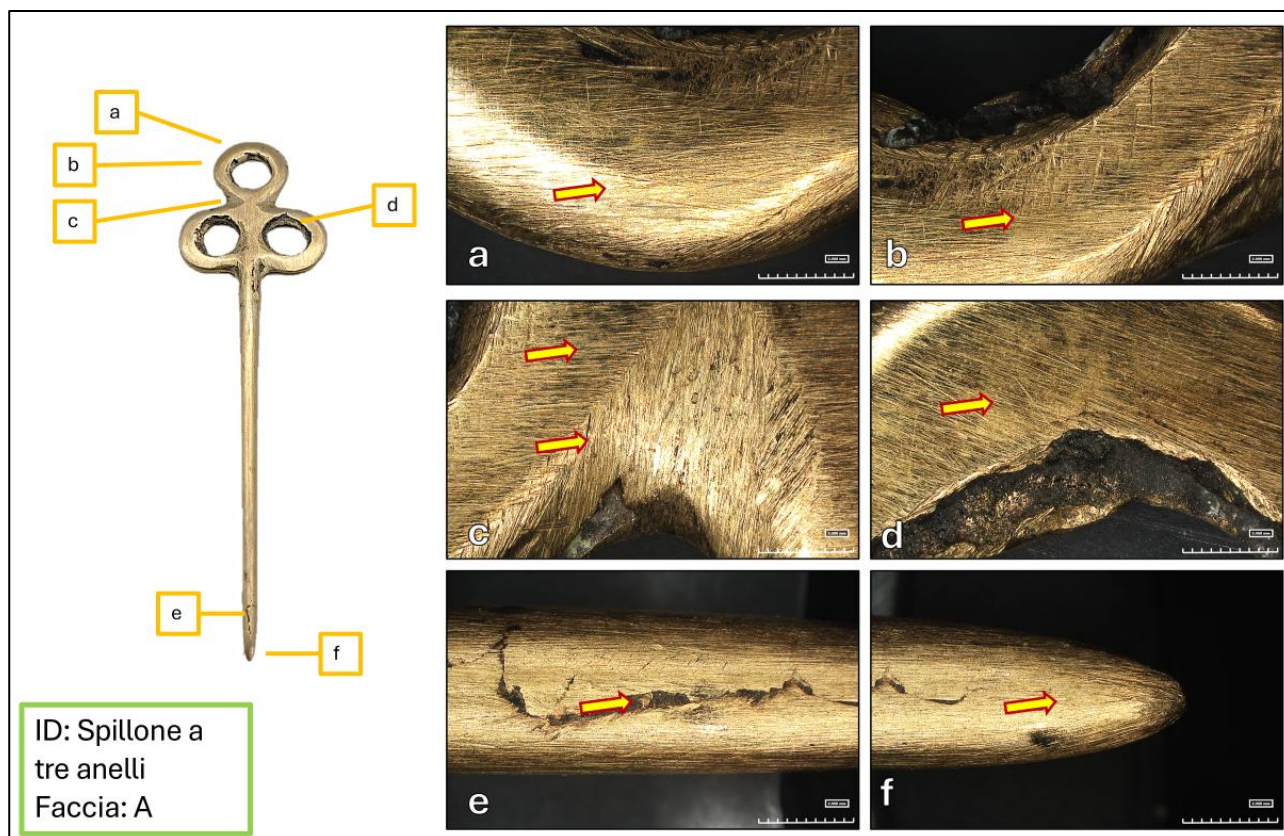


Fig. 226 Spillone a tre anelli sperimentale faccia A

Lo spillone è caratterizzato dalla presenza di *grinding marks* su tutta la sua superficie. Si osservano strie diagonali sugli anelli (fig. 226 a, b, d), bande di strie con direzioni diverse in base al cambio di gesto (fig. 226 c) e strie longitudinali associate a una *fissure* sul fusto e sulla punta (fig. 226 e, f).

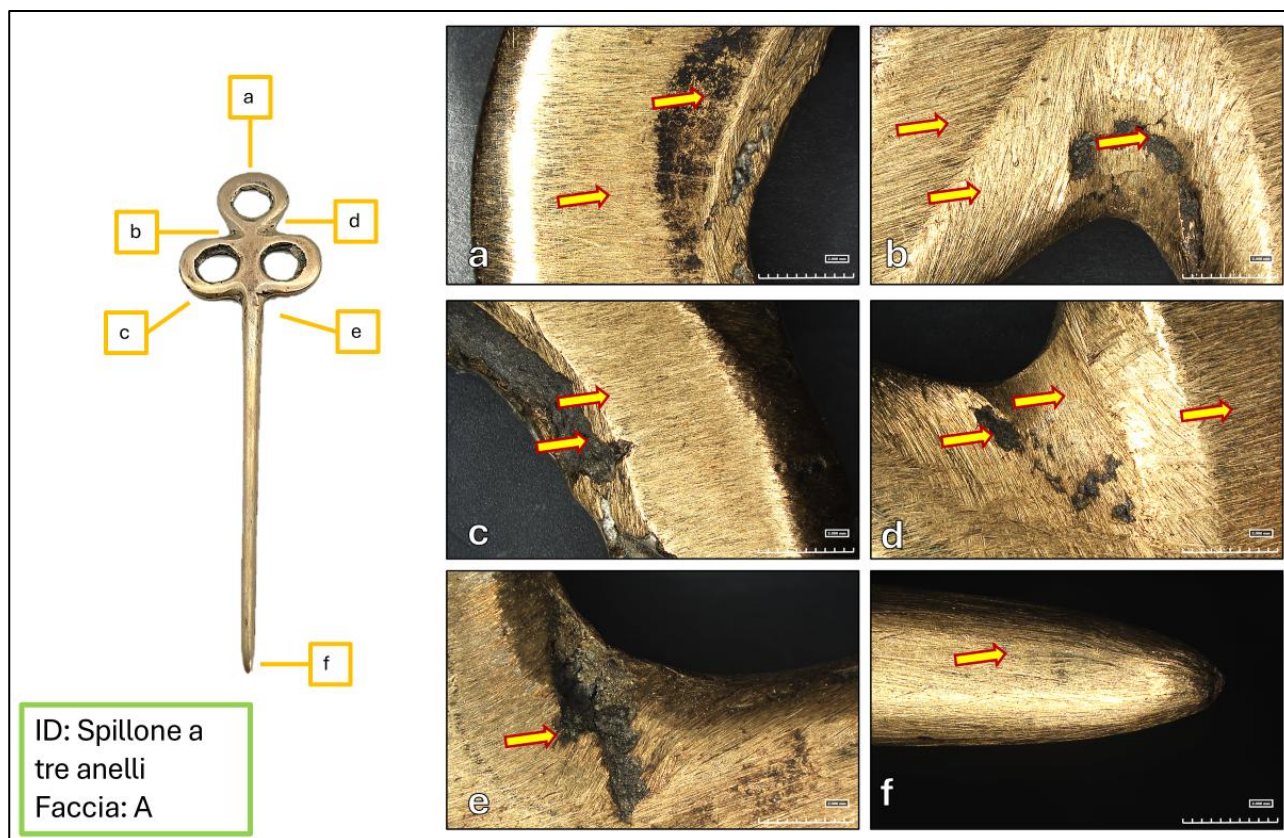


Fig. 227 Spillone a tre anelli sperimentale faccia B

Lo spillone è caratterizzato dalla presenza di *grinding marks* su tutta la sua superficie. Si osservano strie diagonali sugli anelli (fig. 227 a, c), bande di strie con direzioni diverse in base al cambio di gesto (fig. 227 b, d, e) e strie longitudinali sulla punta (fig. 227 f). Sono presenti tracce di *pitting* (fig. 227 a, b, c, d, e).

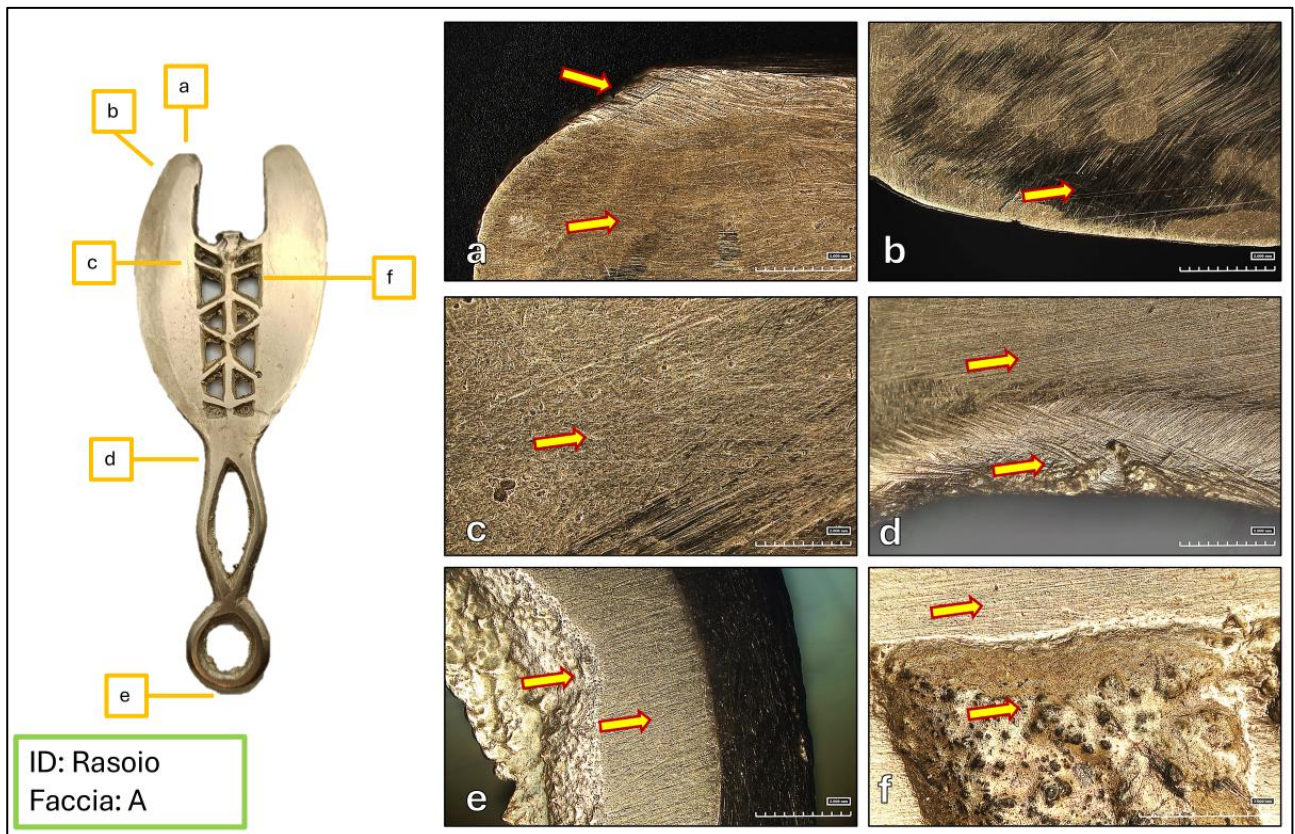


Fig. 228 Rasoio sperimentale faccia A

Sul rasoio si può osservare la presenza *hammer marks* ottenuti da strumenti in bronzo sono visibili come delle aree in contrasto con i *grinding marks* obliqui che vi si sovrappongono (fig. 228 a, b). Si notano molte strie di abrasione (fig. 228 a, b, c, d, e, f). Oblique e corte in corrispondenza dei margini (fig. 228 a, b) longitudinali e compatte sul corpo e sull'anello (fig. 228 d, e). Sono presenti tracce di *pitting* (fig. d, e, f).

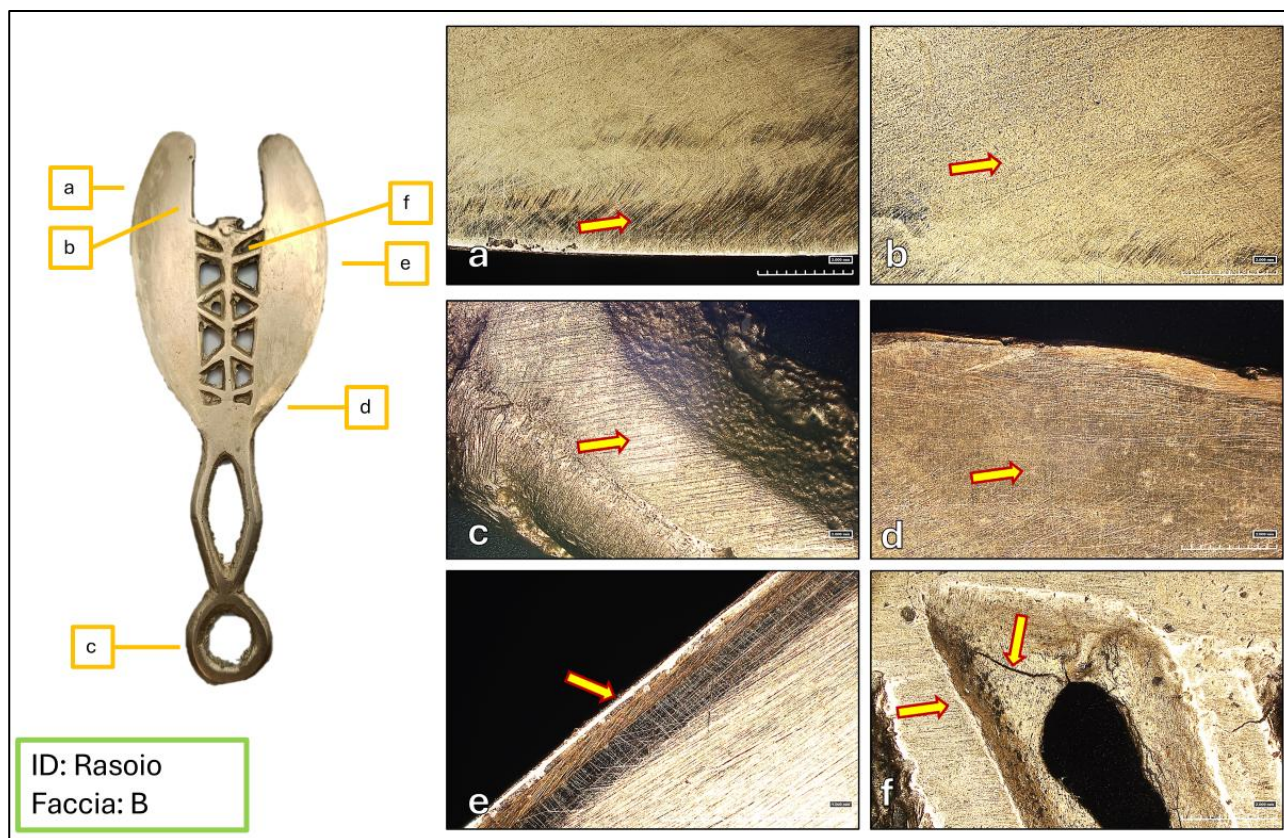


Fig. 229 rasoio sperimentale faccia B

Sul rasoio si può osservare la presenza *grinding marks* corti e obliqui in corrispondenza del margine (fig. 229 a, e). Si notano molte strie di abrasione (fig. 229 a, b, c, d, e, f). longitudinali e compatte sul corpo e sull'anello (fig. 229 b, c). Sono presenti tracce di *pitting* (fig. f) e si nota la presenza di una *fissure* in corrispondenza della bava di fusione della finestratura (fig. 229 f).

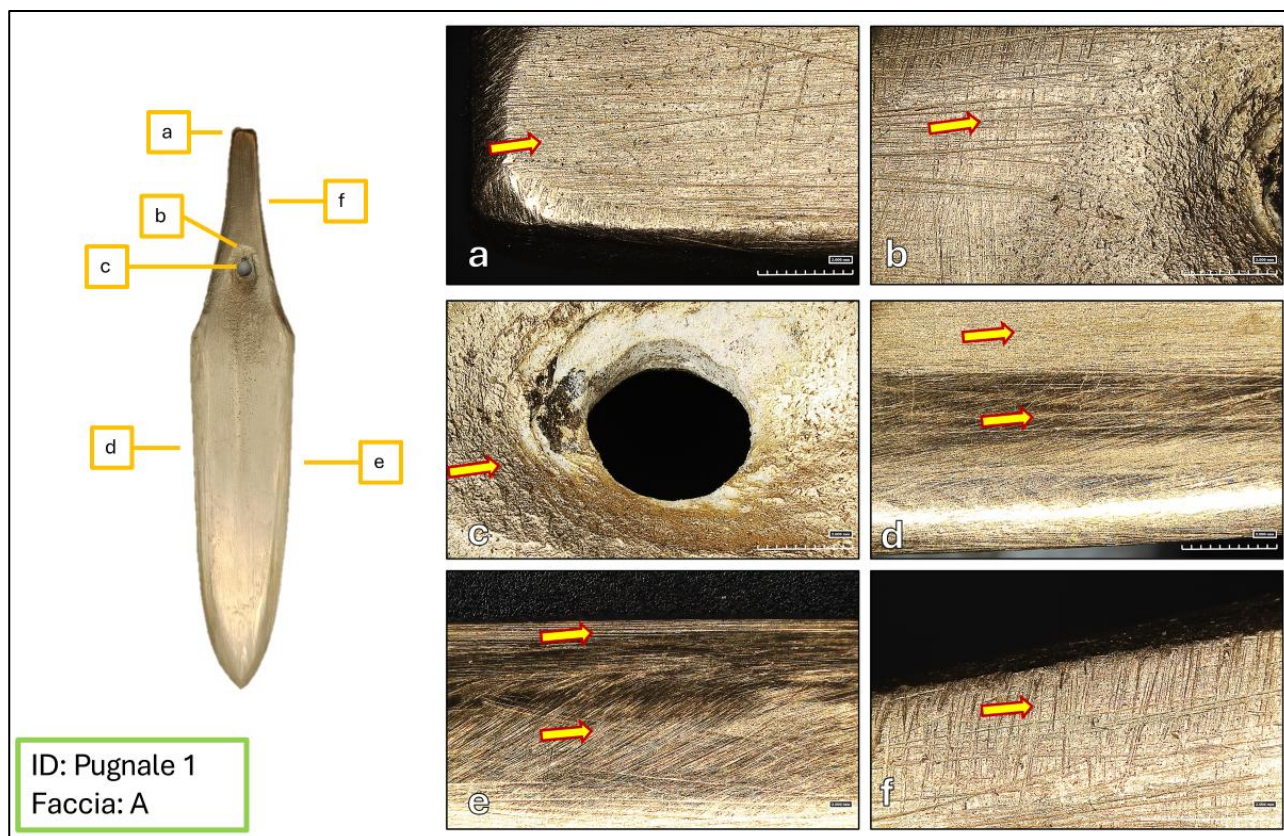


Fig. 230 Pugnale a codolo sperimentale faccia A

Il pugnale presenta degli evidenti *grinding marks* costituiti da strie longitudinali (fig. 230 a, b, d, e) e strie oblique sul codolo (fig. 230 a, b) e in prossimità del margine tagliente (fig. 230 d, e, f). Si possono osservare delle tracce di *pitting* in prossimità del foro (fig. 230 c).

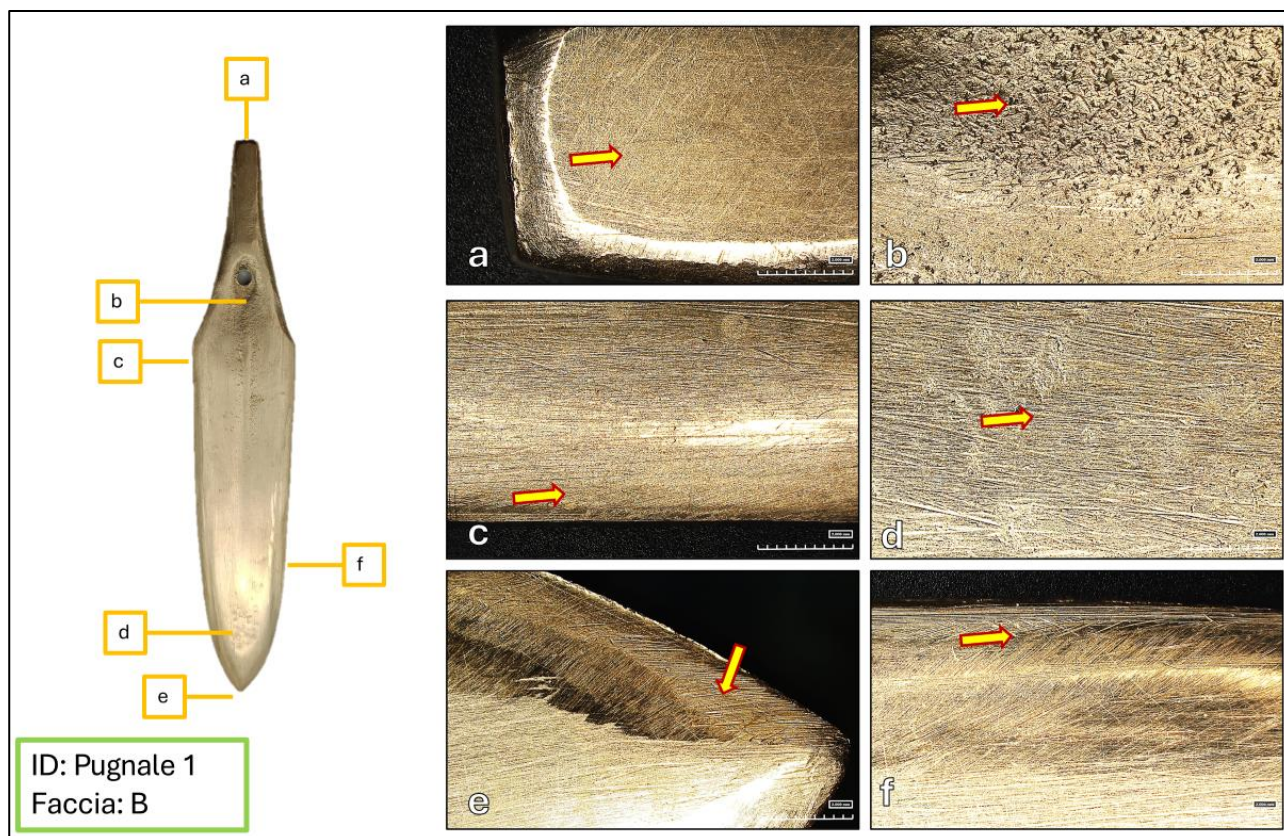


Fig. 231 Pugnale a codolo sperimentale faccia B

Il pugnale presenta degli evidenti *grinding marks* costituiti da strie oblique sul codolo (fig. 231 a) e sui margini taglienti (fig. 231 e, f) longitudinali sul corpo centrale (fig. 231 c, d) Si possono osservare delle tracce di *pitting* in prossimità del foro (fig. 231 b).

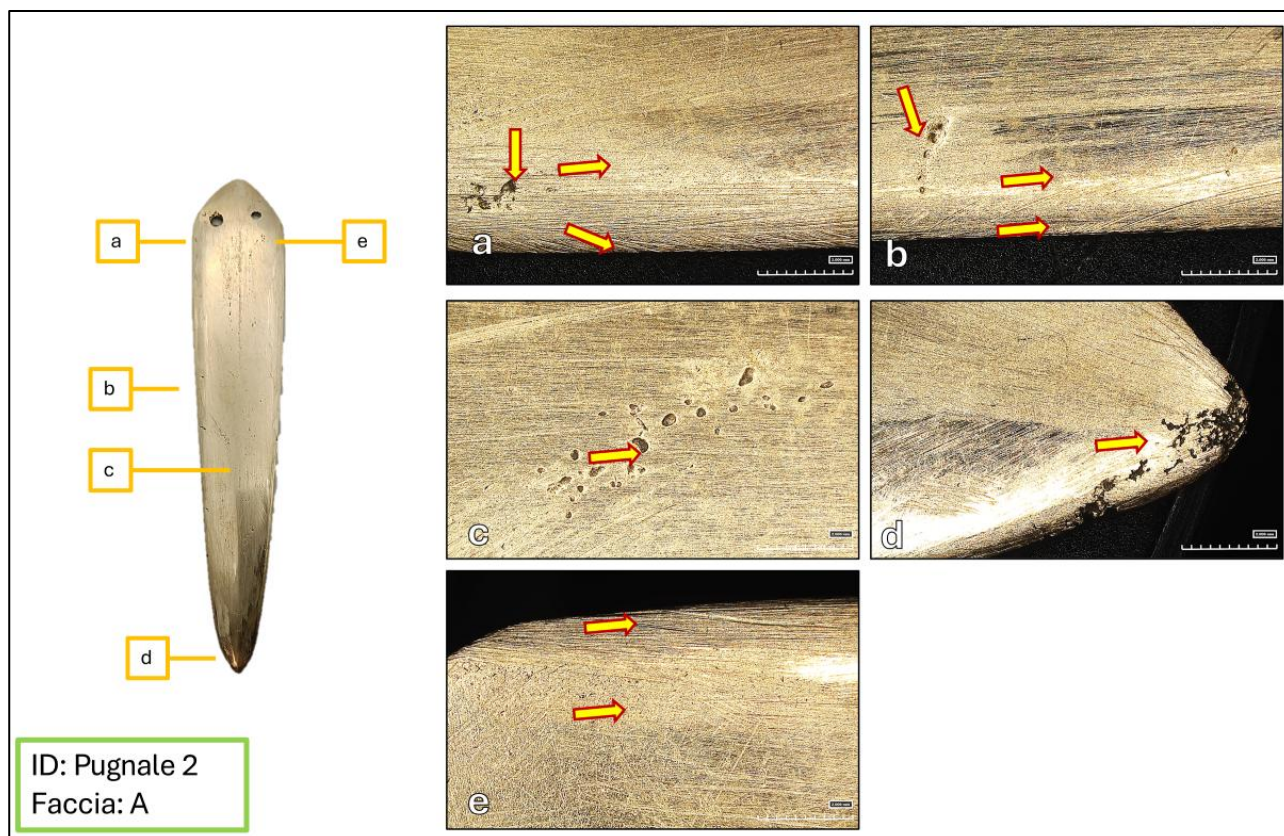


Fig. 232 Pugnale a base semplice sperimentale faccia A

Il pugnale presenta degli evidenti *grinding marks* costituiti da strie oblique sui margini taglienti (fig. 232 a, b, e) e longitudinali sul corpo centrale (fig. 232 a, b, e). Sono presenti molte tracce di *pitting* (fig. 232 a, b, c, d).

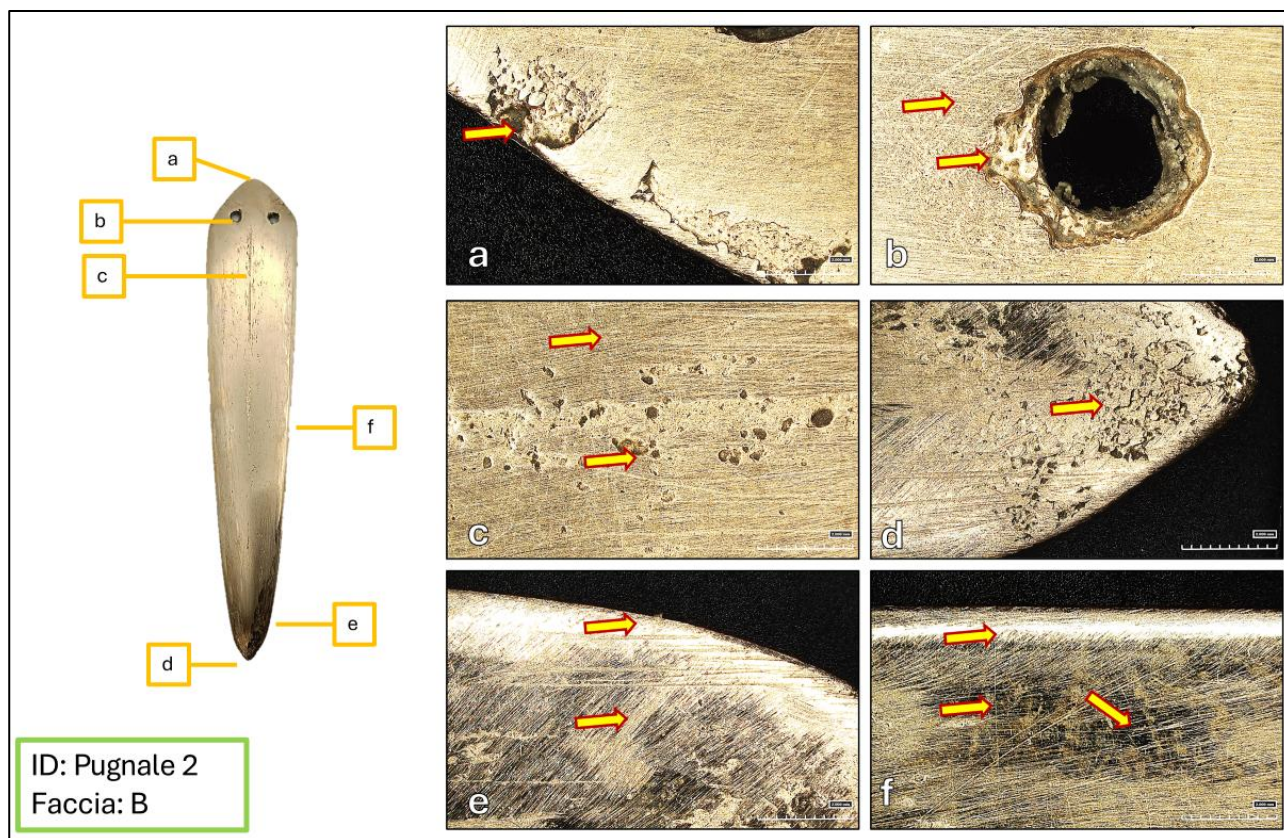


Fig. 233 Pugnale a base semplice sperimentale faccia B

Il pugnale presenta molte tracce di *pitting* (fig. 233 a, b, c, d) e degli evidenti *grinding marks* costituiti da strie oblique sui margini taglienti (fig. 233 e, f) e longitudinali sul corpo centrale (fig. 233 b, c, e). Sono presenti degli *hammer marks* molto lucidi lungo i margini taglienti (fig. 233 f).

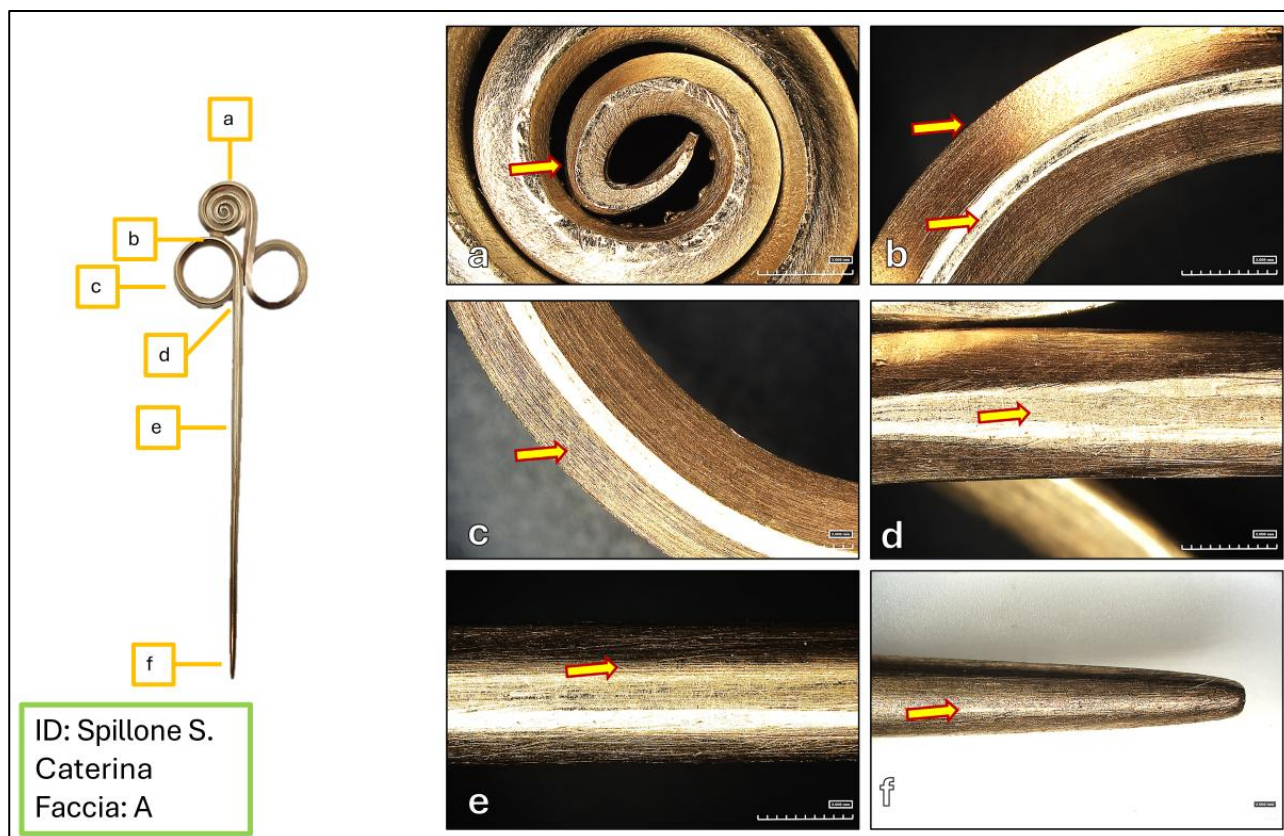


Fig. 234 Spillone ritorto sperimentale faccia A

Sullo spillone si possono osservare dei *grinding marks* molto sottili longitudinali, sulla spirale (fig. 234 a), sugli anelli (fig. 234 b, c), sul fusto (fig. 234 d, e) e sulla punta (fig. 234 f). Si notano gli evidenti *bending* per ottenere la spirale (fig. 234 a), e gli anelli (fig. 234 b, c).

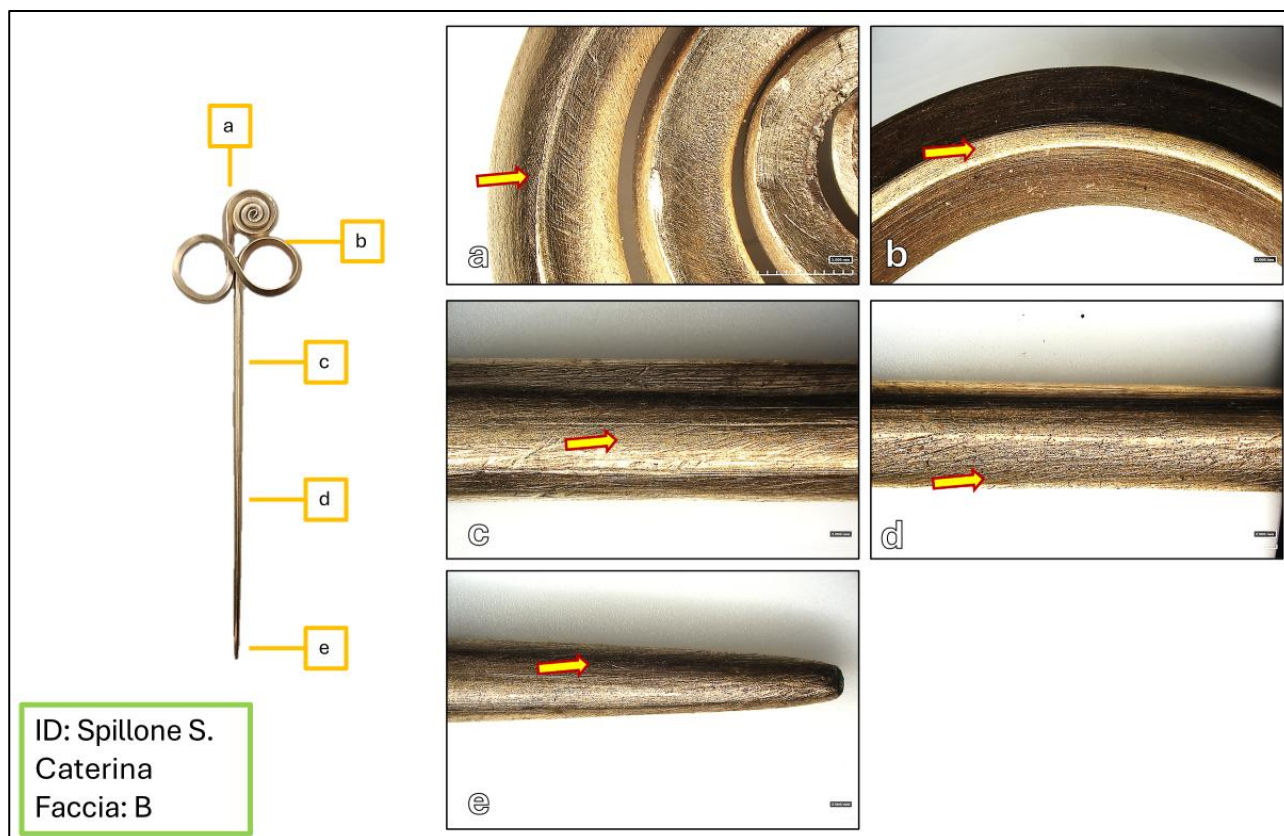


Fig. 235 Spillone ritorto sperimentale faccia B

Sullo spillone si possono osservare dei *grinding marks* molto sottili longitudinali, sulla spirale (fig. 235 a), sugli anelli (fig. 235 b), sul fusto (fig. 235 c, d) e sulla punta (fig. 235 e). Si notano gli evidenti *bending* per ottenere la spirale (fig. 235 a), e gli anelli (fig. 235 b). Sono presenti delle strie oblique sulle volute della spirale (fig. 235 a).

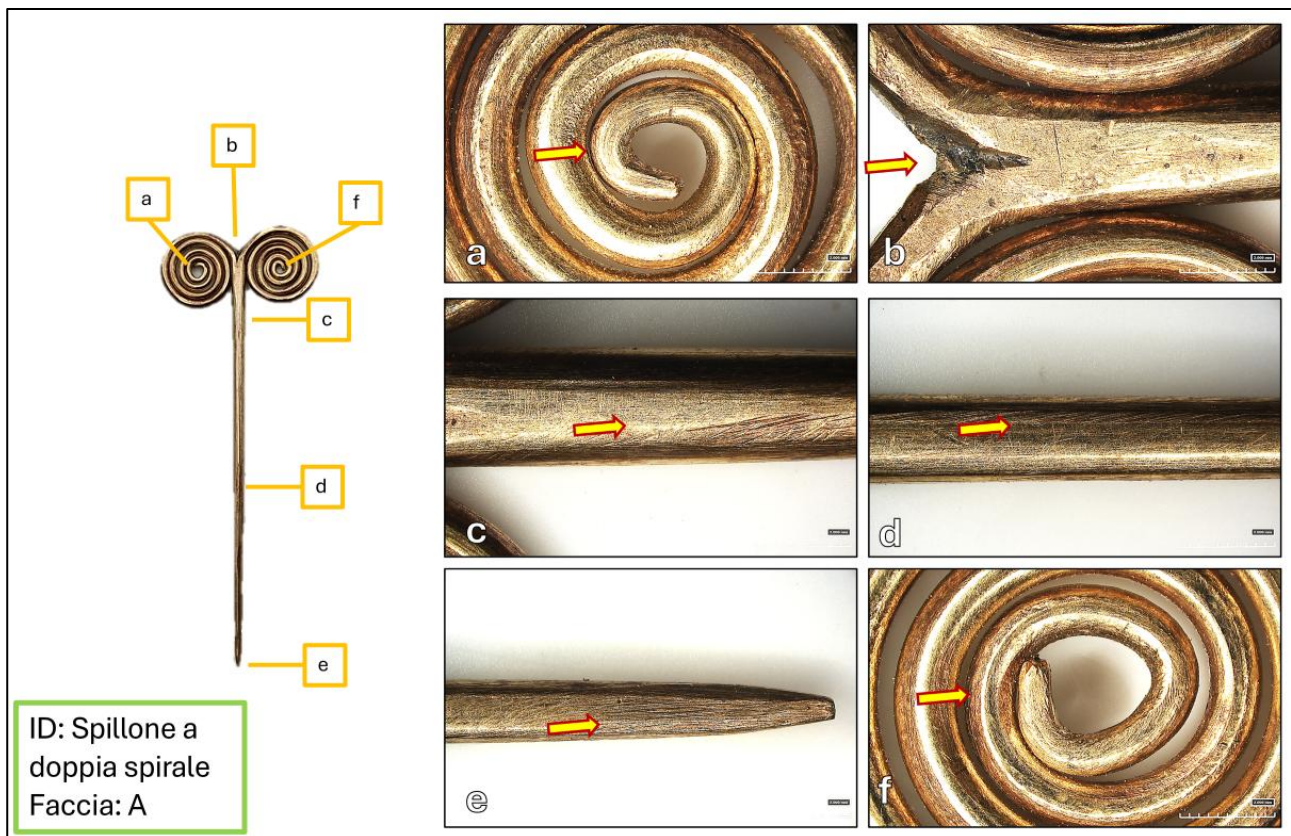


Fig. 236 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia A

Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 236 a, f). Sono presenti delle tracce di *incision* alla giunzione delle spirali dove si intravede una *fracture* (fig. 236 b). Si notano dei *grinding marks* longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 236 c, d, e).

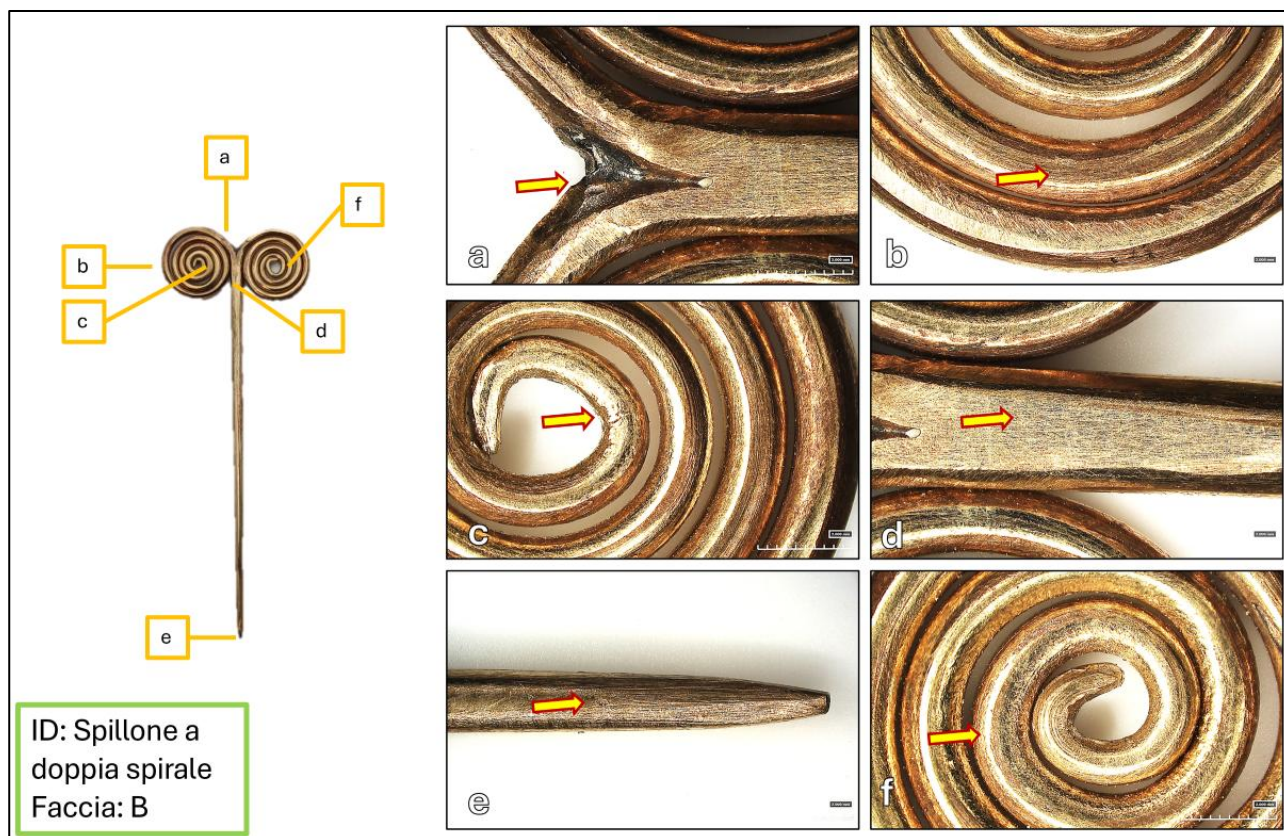


Fig. 237 Spillone a doppia spirale sperimentale faccia B

Sono presenti delle tracce di *incision* alla giunzione delle spirali dove si intravede una *fracture* (fig. 237 a). Sulle spirali sono ben visibili i *bending* e i *grinding marks* che seguono la direzione della piegatura (fig. 237 b, c, g). Si notano dei *grinding marks* longitudinali sul fusto e sulla punta (fig. 237 d, e).

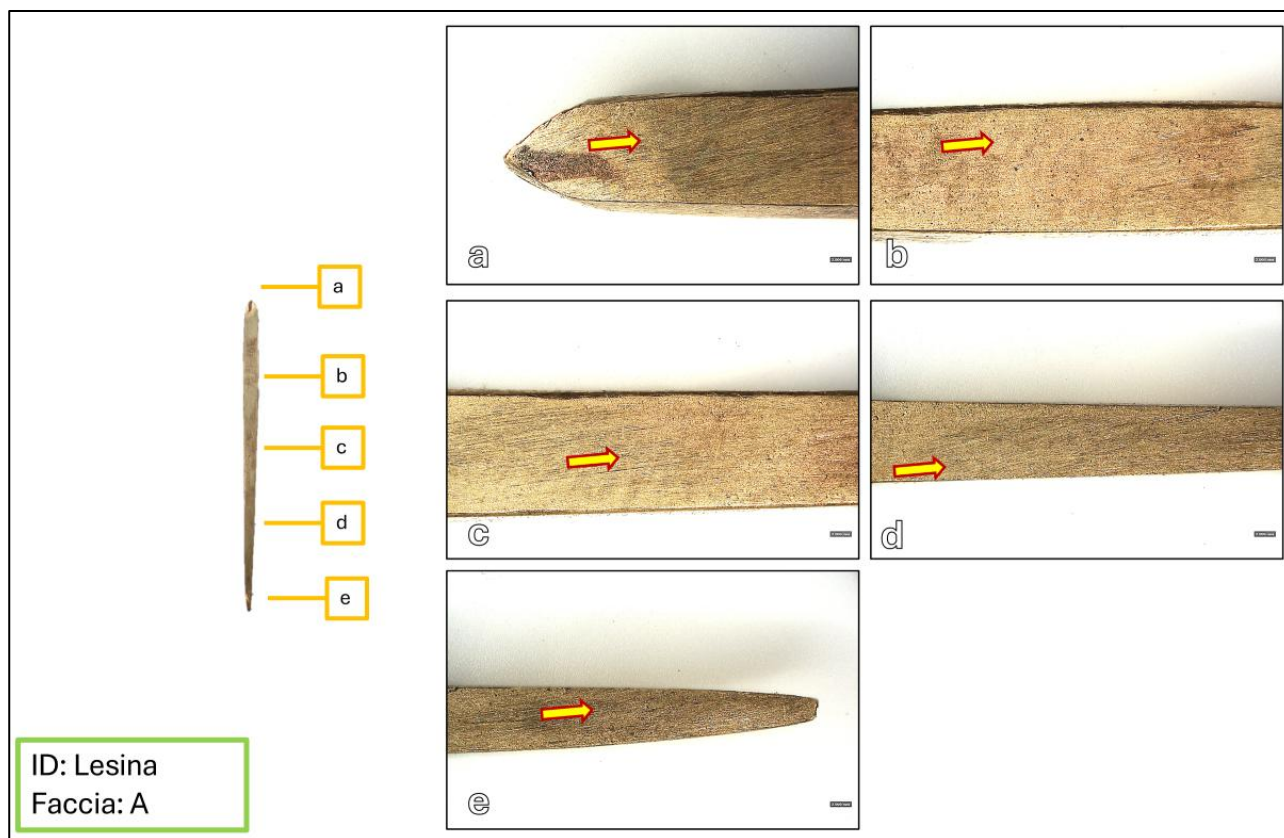


Fig. 238 Lesina sperimentale

La lesina è caratterizzata dalla presenza di *grinding marks* longitudinali su tutta la superficie (fig. 238 a, b, c, d, e).

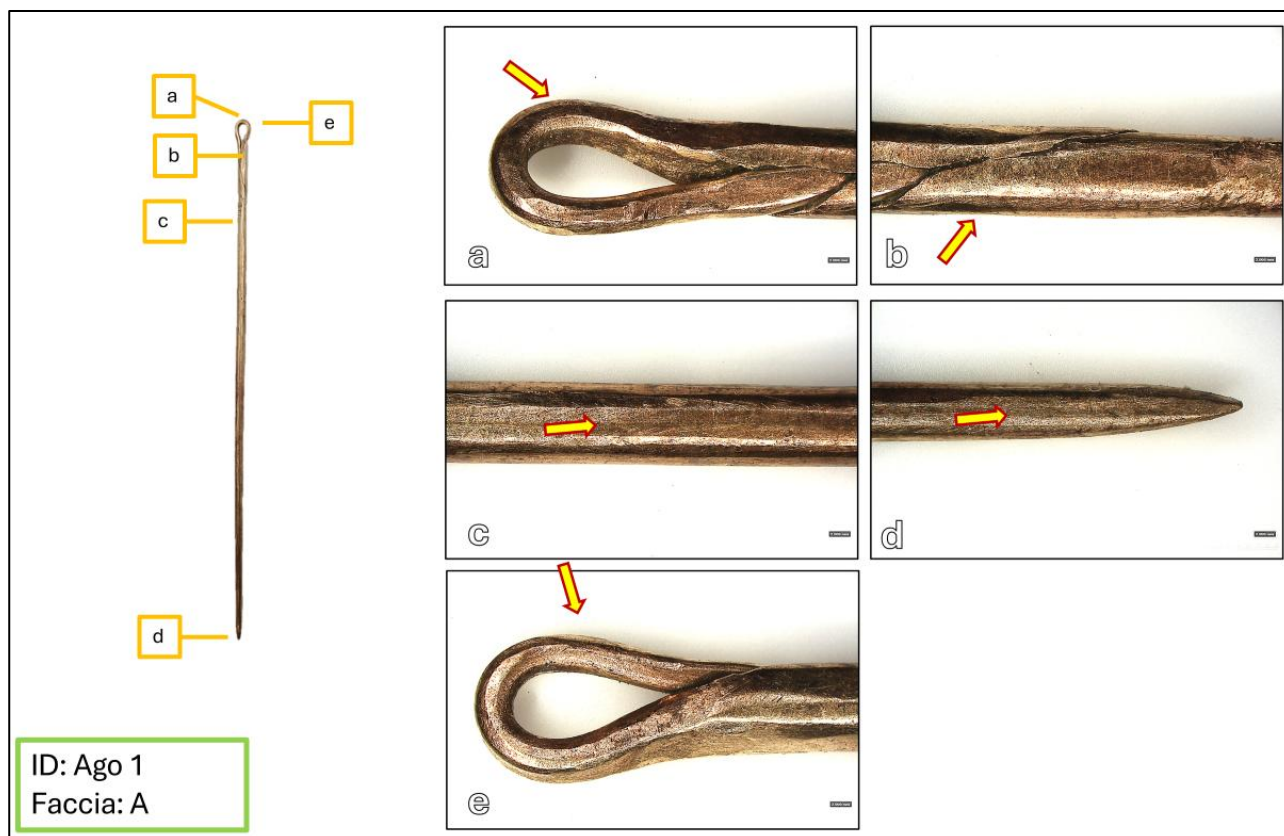


Fig. 239 Ago sperimentale 1

Sull'ago si possono osservare gli evidenti *bending* per formare la cruna (fig. 239 a, e). Si notano degli *hammer marks* sia sul piatto della cruna (fig. 239 a, e) sia sul fusto (fig. 239 b, c). Sono presenti delle sottilissime strie di abrasione sulla punta (fig. 239 d).

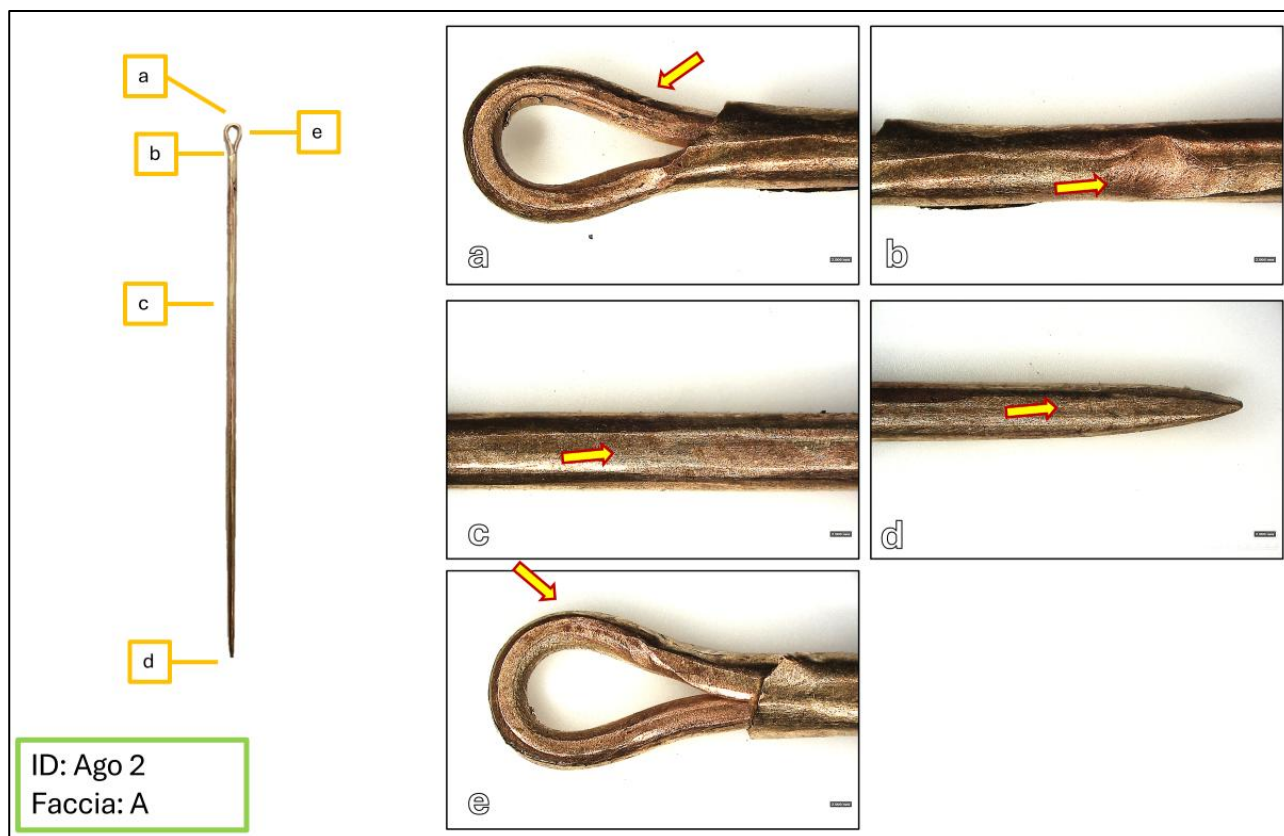


Fig. 240 Ago sperimentale 2

Sull'ago si possono osservare gli evidenti *bending* per formare la cruna (fig. 240 a, e). Si notano degli *hammer marks* sia sul piatto della cruna (fig. 240 a, e) sia sul fusto (fig. 240 b, c). Sono presenti delle sottilissime strie di abrasione sulla punta (fig. 240 d).

6.6 Comparazione delle tracce sperimentali con le tracce archeologiche

Di seguito si propone una trattazione e una comparazione tra le tracce sperimentali riprodotte dai vari gruppi e le tracce archeologiche osservate sui reperti provenienti dai tre siti terramaricoli oggetto di indagine. Sono state selezionate solo le tracce più evidenti ed esplicative, benché i confronti possano estendersi a tutta la collezione di repliche e ai reperti. In questo studio non sono state incluse le tracce d'uso e post-deposizionali poiché non sono state svolte attività di sperimentazione per poter effettuare una comparazione.

Hammermarks

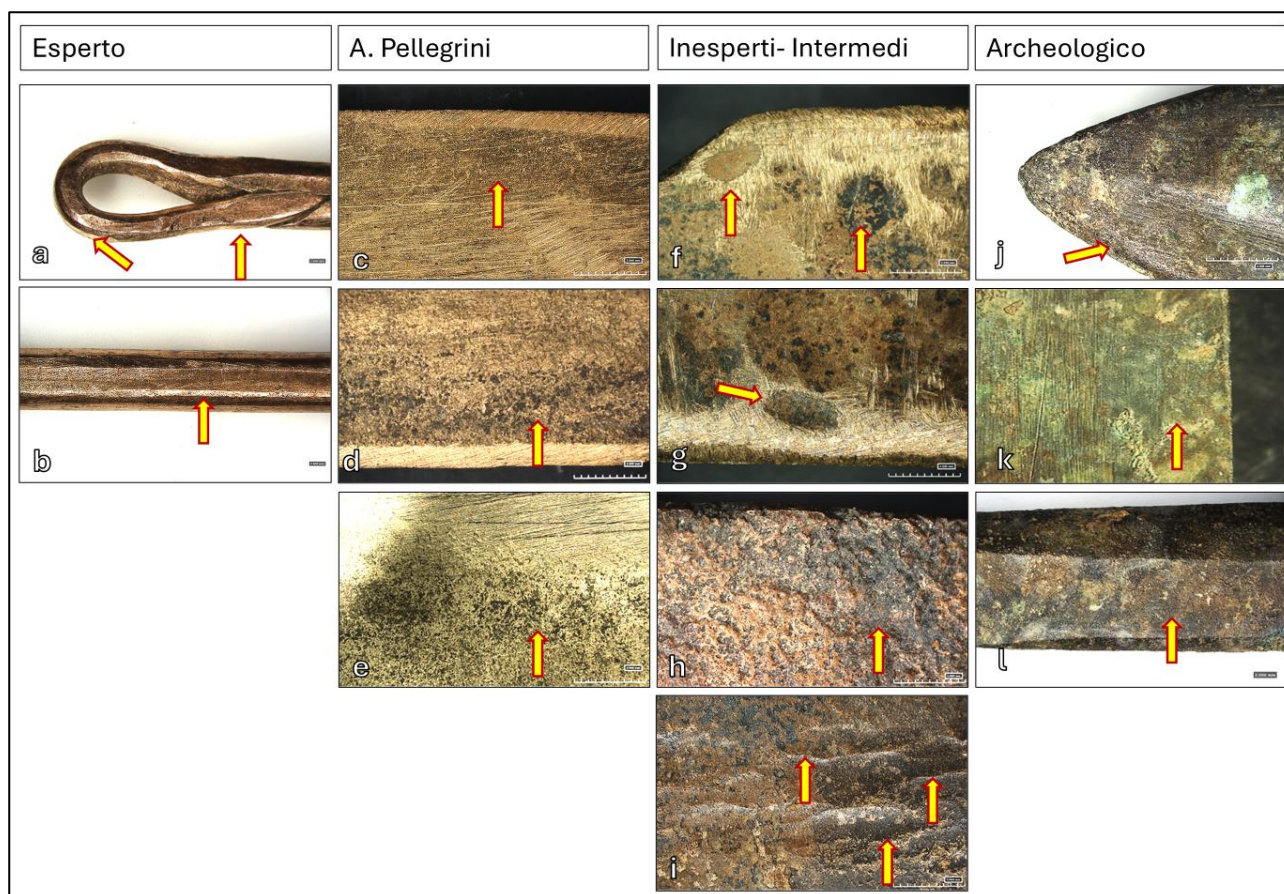


Fig. 241 Comparazione degli hammer marks

Gli *hammermarks* prodotti dall'esperto sono risultati visibili solo sulla piegatura della cruna dell'ago (fig. 241 a) e da un appiattimento del fusto immediatamente sotto la cruna (fig. 241 b). Sono caratterizzati da delle piccole concavità e appiattimenti. Per la produzione è stato impiegato dello strumentario in bronzo e le tracce risultano lisce e ben definite. Non sono state individuate altre tracce identificabili come *hammer marks* sul resto delle repliche dell'esperto, probabilmente in ragione della catena operativa adottata nella produzione che ha previsto una lunga fase di abrasione e la conseguente oblitterazione delle tracce di martellatura.

Le tracce lasciate sulle repliche di chi scrive sono caratterizzate da una superficie omogenea che si sovrappone alle strie di abrasione e, in seguito, vi si sovrappongono delle strie di affilatura in corrispondenza del margine, in questo caso del pugnale. Si può osservare una netta differenza tra le tracce di martellatura ottenute da strumentario in bronzo (fig. 241 c) e le tracce lasciate dal martello in bronzo e l'incudine litica (fig. 241 d, e) sono caratterizzate da una superficie più scabra e opaca, causata dalla granulometria della pietra.

Le tracce di martellatura del gruppo inesperti-intermedi risultano molto evidenti e ben si possono osservare le concavità lasciate dal battente del martello in bronzo (fig. 241 f, g, i) evidenziate dai segni di abrasione che ne delineano il perimetro. Le tracce lasciate dallo strumentario litico (fig. 241 h) sono molto scabre e opache, non si riesce a delineare l'area precisa del colpo, come nelle immagini precedenti, ma si può notare come la rugosità delle pietre impiegate abbia lasciato dei chiari segni puntinati.

Le tracce di martellatura nel campione archeologico sono abbastanza evidenti ma difficili da evidenziare in fotografia. Infatti, la maggior parte di queste sono osservabili solo dal vivo ad occhio nudo e inclinando l'oggetto sotto una fonte di luce che mette in risalto la forma della concavità e in alcuni casi, anche l'aspetto più lucido rispetto al corpo centrale dell'oggetto ricoperto di strie di abrasione.

Nel caso dalla prima immagine (fig. 241 j) si può notare un accenno di ombra lasciato dalla concavità formata dalla martellatura, mentre nell'immagine seguente (fig. 241 k) si può apprezzare meglio il diradarsi delle strie man mano che si procede verso il margine. Nell'immagine seguente (fig. 241 l) si nota lo spigolo netto. Questo è stato interpretato come segno di martellatura poiché sono assenti strie di abrasione che possano giustificare la precisione del bordo e in base al confronto con una traccia simile prodotta sull'ago (fig. 241 b).

Dal confronto tra le tracce sperimentali e quelle archeologiche si può osservare come le tracce prodotte dal gruppo di inesperti-intermedi non abbiano alcuna somiglianza con il campione archeologico. Risultano invece simili per composizione e morfologia le tracce prodotte dall'artigiano esperto, in particolare le tracce sul fusto dello spillone (fig. 241 b), con quelle osservate sulla lesina (fig. 241 l).

Anche le tracce prodotte da chi scrive con lo strumentario litico non trovano confronti con le tracce archeologiche, ma si evidenzia una somiglianza tra le tracce prodotte con lo strumentario in bronzo (fig. 241 c) e le tracce di martellatura osservate sul pugnale di Pragatto Pra-264 (fig. 241 k).

Da questo confronto sembra evidente come le tracce di martellatura prodotte da artigiani con un livello di specializzazione basso o intermedio non siano comparabili con i reperti, suggerendo la possibilità che questa fase della lavorazione, in particolare quando interessa la funzionalizzazione delle lame o la rifinitura di oggetti molto complessi da realizzare, fosse affidata ad artigiani con un buon livello di controllo di questa tecnica e una esperienza maggiore.

Fissures

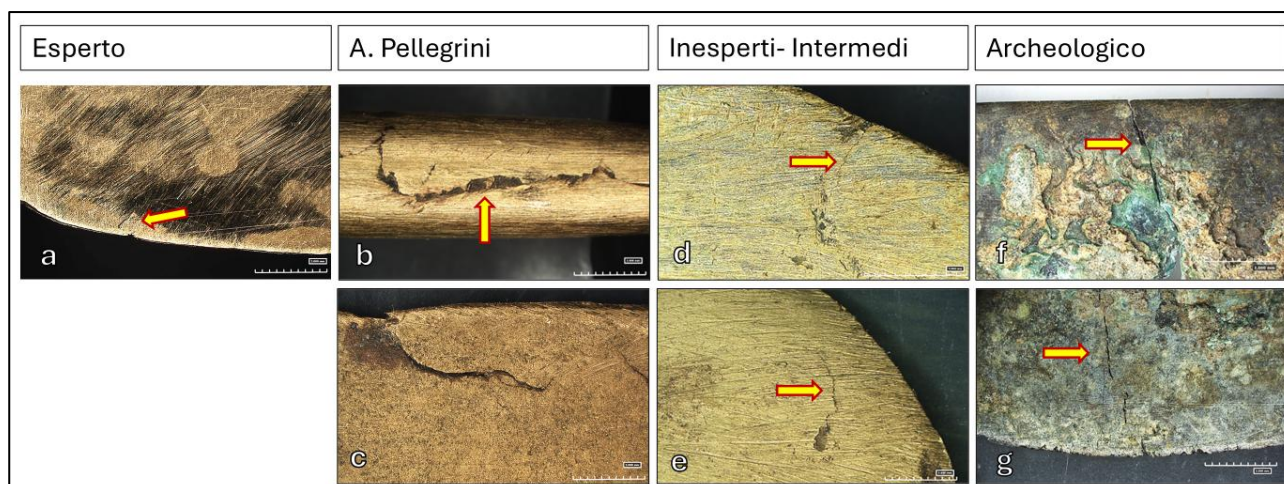


Fig. 242 Comparazione delle fissures

Le *fissures* state osservate in corrispondenza del margine tagliente del rasoio (fig. 242 a) prodotto dall'artigiano esperto, in seguito alle operazioni di incrudimento. La traccia si presenta come una sottile fessurazione che parte dal bordo del manufatto e si estende verso l'interno.

La stessa traccia è stata osservata sulle repliche prodotte da chi scrive in corrispondenza del fusto della replica dello spillone a tre anelli (fig. 242 b) e del pugnale (fig. 242 c). È plausibile che la prima si sia formata in seguito al distacco delle bave di fusione mentre quella sul margine tagliente del pugnale ha un'origine analoga a quella della fessurazione osservata sul rasoio dell'esperto.

Per il gruppo di sperimentatori inesperti-intermedi, questa traccia è stata osservata solo in corrispondenza del margine tagliente e della punta dei pugnali (fig. 242 d, e).

Nel campione archeologico questa è una traccia abbastanza rara e si concentra nella maggior parte dei casi in corrispondenza del margine tagliente degli oggetti (fig. 242 f, g).

Questa traccia è accidentale e si forma, come osservato sperimentalmente, in seguito ad una intensa attività di martellatura che crea degli stress interni alla lega. Le *fissures* possono essere comuni a tutti i livelli di specializzazione e comparire anche su un oggetto prodotto da un artigiano esperto.

Fractures

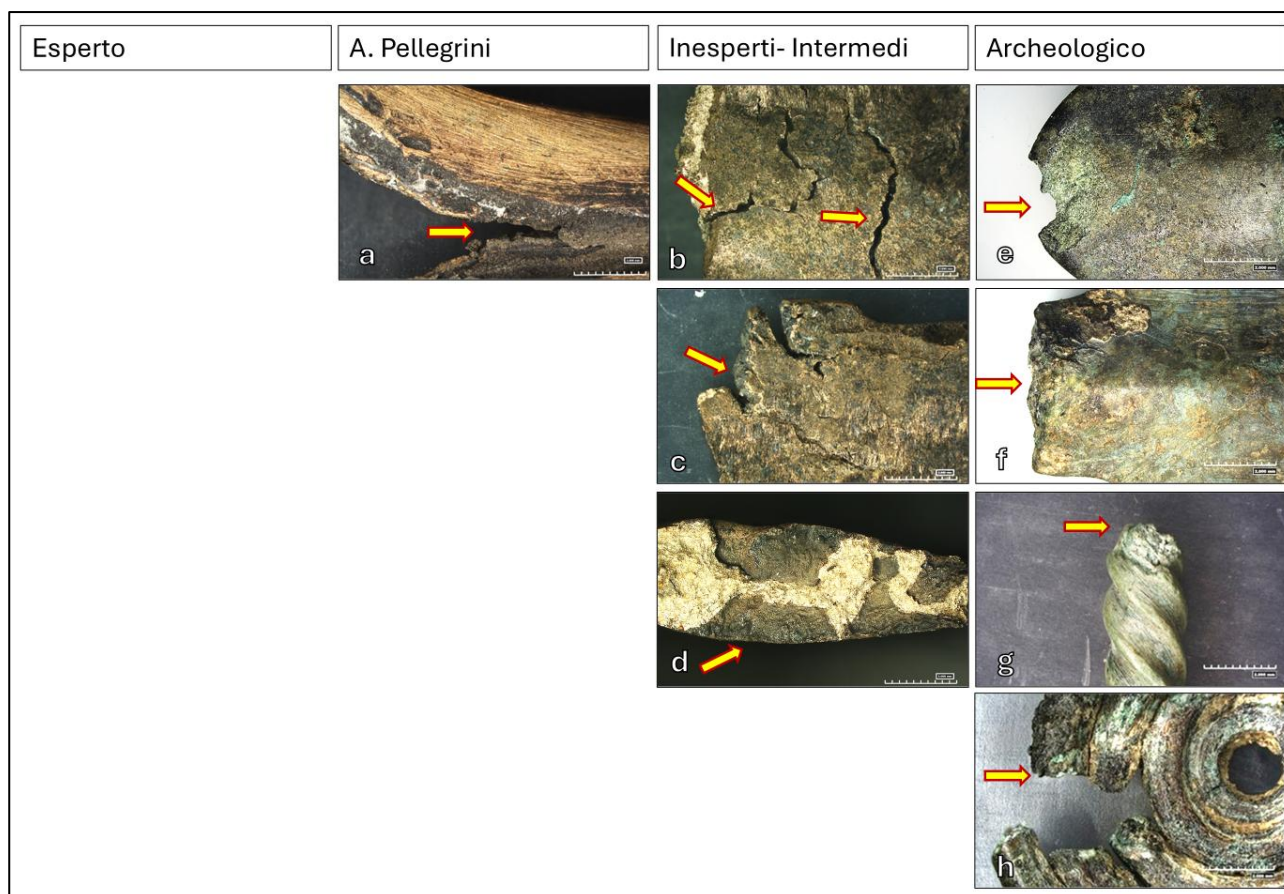


Fig. 243 Comparazione delle fractures

Le *fractures* sono, come le *fissures*, delle tracce accidentali e non sono state individuate sulle repliche prodotte dall'artigiano esperto.

Si è riscontrata la presenza di questa traccia in corrispondenza dello spillone a doppia spirale fabbricato da chi scrive (fig. 243 a) ed è stata causata dal taglio effettuato con lo scalpello in bronzo per ottenere le estremità delle spirali.

Anche sulle repliche prodotte dal gruppo di inesperti-intermedi risulta essere una traccia piuttosto rara, ma si è osservata in corrispondenza della punta e della parte mediana del pugnale fabbricato da Op.2 (fig. 243 b, c, d) in seguito ad un'intensa attività di martellatura e in corrispondenza di un punto debole all'interno della lega (fig. 243 d) in cui si possono osservare dei vuoti causati da bolle d'aria rimaste all'interno della gettata durante la colatura nella matrice.

Nel record archeologico questa traccia è molto diffusa ma è difficile determinare se questa sia causata da un incidente di fabbricazione, da un utilizzo intenso (fig. 243 e, f) o da eventi post-deposizionali che favoriscono lo sviluppo della corrosione e il distacco di parti di materiale (fig. 243 g, h).

Questa traccia sembra più comune nel gruppo degli sperimentatori inesperti-intermedi, ma non sembra improbabile che in presenza di un difetto interno della lega, e invisibile dall'esterno, possa apparire anche nel lavoro di artigiani con un livello di specializzazione maggiore.

Grinding marks



Fig. 244 Comparazione dei grinding marks

I *grinding marks* sono tra le tracce più comuni e diffuse sia nel record archeologico sia sulle repliche sperimentali. La loro dimensione, profondità e direzione cambiano sensibilmente in base al tipo di abrasivo e al gesto impiegato.

L'artigiano esperto ha prodotto una grande quantità e varietà di strie, come nel caso del codolo del pugnale (fig. 244 a) su cui si può osservare l'intersezione di lunghe strie sottili; o come nel caso del margine tagliente del rasoio (fig. 244 b) dove queste cambiano direzione, con andamento perpendicolare rispetto al filo e in contrasto con le strie longitudinali che attraversano il corpo del manufatto. Le strie possono formare delle bande molto compatte con vari tipi di andamento, spesso dettato dal punto da abrader e al gesto impiegato, come nel caso dell'anello del rasoio (fig. 244 c) dove le strie sono compatte e diagonali, senza intersezioni. Il gesto cambia quando si devono raggiungere

punti ostici, come l'interno dell'anello del rasoio (fig. 244 d) dove l'artigiano ha cambiato più volte direzione, creando delle strie che si incrociano diagonalmente.

L'area da abradere incide molto sulla direzione del gesto, come nel caso dello spillone a tre anelli prodotto da chi scrive (fig. 244 e) dove si può osservare il cambio di direzione tra la superficie dello spillone e l'area di giunzione con l'anello. Le strie assumono spesso un andamento longitudinale e compatto quando l'oggetto ha una forma allungata, favorendo un gesto ad andamento longitudinale che genera delle strie molto compatte e lunghe (fig. 244 f). Le strie possono sovrapporsi e intersecarsi, in particolare in prossimità di aree funzionali, come le lame (fig. 244 g) dove il gesto di abrasione prevede l'alternanza della direzione, generando delle strie corte e incrociate o con una direzione differente dalle strie distribuite sul resto dell'oggetto (fig. 244 h).

Le tracce lasciate dal gruppo di inesperti-intermedi tendono ad essere leggermente più casuali e disordinate nella distribuzione, indicando in alcuni casi un'incertezza sul gesto tecnico da svolgere o della granulometria della pietra da usare, come nel caso del pugnale (fig. 244 i) o dello spillone a tre anelli (fig. 244 j) dove si possono osservare delle profonde strie che si intersecano perpendicolarmente. Questa incertezza, però, può dipendere da molti fattori, come la mancanza di un'esperienza pregressa nel maneggiare determinati strumenti o una predisposizione personale. Infatti, le tracce lasciate da altri sperimentatori del gruppo inesperti-intermedi, appaiono più ordinate, con una direzione precisa e costante, similmente alle tracce dell'artigiano esperto.

I *grinding marks* osservati sui reperti archeologici sono generalmente molto ordinati, anche con alcune eccezioni come nel caso del frammento di falcetto SRP- Inv.4 su cui si osservano strie molto disordinate e con profondità diverse, ma per la maggior parte dei casi risultano formare delle bande di strie compatte (fig. 244 m, n), con sovrapposizioni caratterizzate da gesti direzionati ad angolazioni costanti (fig. 244 o). Non mancano esempi di gesti più irregolari in corrispondenza di punti ostici da abradere, come per l'anello degli spilloni a tre anelli (fig. 244 p).

È difficile determinare il grado di specializzazione basandosi solo sulla distribuzione dei *grinding marks* anche perché dal punto di vista morfologico sono dissimili solo per la distribuzione e la profondità ma non sono del tutto diversi dalle tracce archeologiche, anche da quelle osservate su oggetti morfologicamente complessi come gli spilloni. Si può dunque affermare che è plausibile che le operazioni di abrasione e lucidatura potessero essere un'attività svolta anche da individui con un grado di specializzazione non elevato e che l'apprendimento di questa tecnica non dovesse richiedere una formazione particolarmente lunga o complessa.

Incision-Decoration

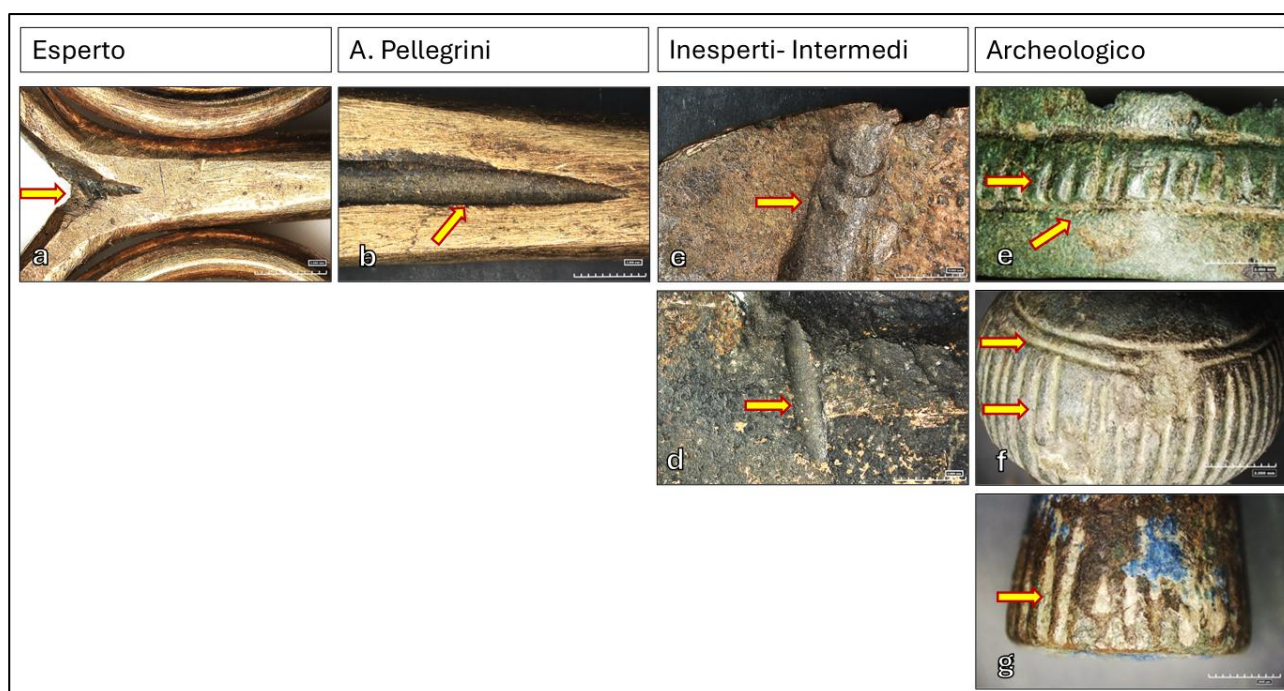


Fig. 245 Comparazione delle incision-decorations

Dal punto di vista morfologico le *incisions* sono assimilabili alle *decorations* poiché la tecnica e gli strumenti sono simili per realizzare entrambe. Infatti, le decorazioni sono incisioni caratterizzate da pattern più o meno complessi, il cui scopo è quello di aggiungere un elemento visivo al manufatto.

Le incisioni prodotte dall'artigiano esperto osservate sulle repliche sono limitate a quella praticata per separare le estremità dello spillone a doppia spirale, di cui si conserva il segno lasciato dallo scalpello in bronzo alla base delle spirali (fig. 245 a) ed è analoga a quella lasciata da chi scrive sulla replica del medesimo oggetto (fig. 245 b) caratterizzata da un segno più lungo e profondo.

Le tracce di incisione lasciate dal gruppo di inesperti-intermedi si presentano come tentativi di taglio di materiale in eccesso, come registrato durante le sperimentazioni (fig. 245 c, d), il fondo della traccia è piuttosto arrotondato e i margini sono netti.

Le *incisions* archeologiche sono tutte riconducibili a incisioni il cui scopo è unicamente decorativo; infatti, sono state osservate su un anello e sulle capocchie di spilloni (fig. 245 e, f, g).

Le tracce presentano differenze tra archeologico e sperimentale poiché le tracce sperimentali, pur essendo morfologicamente simili, hanno lo scopo di tagliare e separare il materiale, mentre le tracce archeologiche sono ordinate in pattern ripetuti con lo scopo di decorare l'oggetto. Inoltre, le tracce archeologiche sono molto più sottili e realizzate con uno strumento dal margine più acuminato rispetto alle repliche. Dal punto di vista della specializzazione, si ritiene che per determinare il grado di abilità necessaria per realizzare delle decorazioni sia necessaria una sperimentazione mirata, ma per quanto riguarda le incisioni non sembrano emergere differenze tra le singole tracce archeologiche e le sperimentali, se non la dimensione dello strumento impiegato per produrle.

Pitting

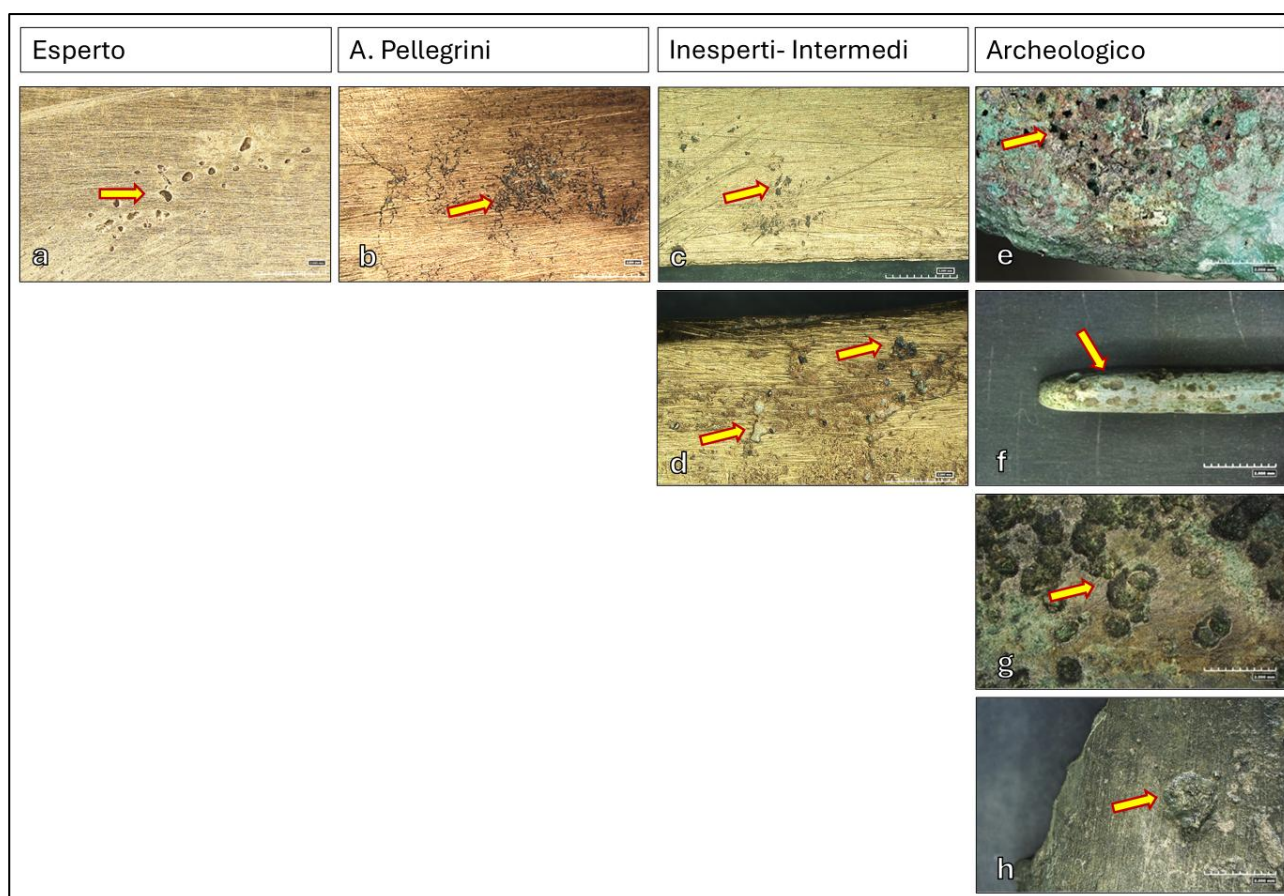


Fig. 246 Comparazione del pitting

Il *pitting* è una traccia caratterizzata da dei “vuoti” sulla superficie del bronzo formati in fase di colatura ed è stata osservata solo su una piccola porzione del pugnale a base semplice fabbricato dall’artigiano esperto (fig. 246 a) e sul pugnale a codolo realizzato da chi scrive (fig. 246 b).

Le repliche fornite al gruppo degli sperimentatori sono state fabbricate da chi scrive e anche queste presentano alcune tracce di *pitting*, in particolare sui pugnali (fig. 246 c, d) e nonostante le lunghe lavorazioni post-fusione, sono rimaste visibili.

I reperti presentano alcune tracce di *pitting* come nel caso del cono di fusione SRP-65.1 (fig. 246 e) sul quale si osservano dei vuoti circolari causati dai gas in uscita dalla matrice. Altre attestazioni di questa traccia sono difficili da interpretare poiché potrebbero essere causate dai processi di fabbricazione come nei casi precedenti ma anche essere frutto di un’intensa corrosione (fig. 246 f, g). Altri casi di difficile interpretazione sono quelli simili al frammento SRP-6.2 (fig. 246 h) in cui la presenza di questa traccia potrebbe essere causata anche da una disomogeneità presente sulle pareti della matrice.

Risulta complesso interpretare questa traccia in funzione di una valutazione circa i livelli di specializzazione poiché questa traccia si forma durante il lavoro del fonditore e, in base alla profondità,

non sempre è possibile rimuoverla con le catene operative post-fusione, a prescindere dall'abilità dell'artigiano.

Bending



Fig. 247 Comparazione dei bending

Il *bending* è una traccia generata da una piegatura volontaria per conferire una specifica forma all'oggetto. Si può osservare come l'artigiano esperto abbia eseguito questa deformazione plastica in maniera molto precisa per formare la spirale dello spillone (fig. 247 a). Questa traccia è stata generata anche per formare la cruna delle repliche degli aghi e in questi casi (fig. 247 b, c) si osservano dei segni di martellatura volta alla deformazione del bronzo. Un altro esempio di *bending* è quello pertinente alle volute dello spillone ritorto e caratterizzate da una marcata sezione sub-esagonale (fig. 247d). In generale si può osservare come il lavoro dell'esperto sia caratterizzato da curve molto omogenee e morfologie ben definite.

Questa traccia è stata prodotta anche sulle repliche di chi scrive e se nella prima immagine si può osservare una morfologia simile alla traccia dell'esperto (fig. 247 e) benché la superficie si presenti meno lucida e con tracce di ossido causate dalla ricottura praticata prima della lucidatura e della piegatura. Molto differente è la forma della cruna del primo ago (fig. 247 f) dove si osserva una piegatura

approssimativa, differente da quella dell'esperto e anche dalla seconda replica di ago (fig. 247 g) dove, dopo alcuni tentativi, la piegatura è molto più omogenea.

Questa traccia risulta molto eterogenea nel gruppo di inesperti-intermedi. Infatti, in alcuni casi, come per lo spillone a doppia spirale di Op.2 (fig. 247 h) la piegatura è omogenea e la spirale risulta perfettamente definita, seppure la superficie le bronzo sia scabra e opaca, con tracce di ossidi causati dalla ricottura. Anche per gli spilloni ritorti, gli sperimentatori hanno eseguito delle volute molto precise e definite (fig. 247 i), ma in alcuni casi, seppure la traccia risulti chiara, la morfologia generale dell'oggetto non è altrettanto precisa. In altri casi ancora, la traccia risulta incerta con molte deformazioni, causate da ripetute piegature multidirezionali per aprire la spirale ed eseguire nuovamente la piegatura finale. La traccia risulta disomogenea e il risultato finale è caratterizzato da molte deformazioni (fig. 247 j, k).

I *bending* presenti sui reperti, nella maggior parte dei casi sugli spilloni, sono caratterizzati generalmente da una omogeneità delle curve e la morfologia generale sembra precisa, senza deformazioni e deviazioni, come nel caso delle repliche (fig. 247 j, k). Le spirali degli spilloni, benché fratturate, risultano essere precise e simmetriche (fig. 247 l) come per la piegatura della fibula VAL-2 (fig. 247 m). Sono molto precise le piegature degli aghi di Pragatto PRA-1884 e sono caratterizzate da una somiglianza sia nell'esecuzione sia nella forma e potrebbero suggerire un caso di standardizzazione nella produzione (fig. 247 n). Alcune piegature risultano più semplici ma comunque sono caratterizzate da una omogeneità nella curva (fig. 247 o).

Dal confronto tra repliche e reperti si può osservare come i livelli di specializzazione più alti tendano a somigliare maggiormente ai reperti ma con alcune differenze per quanto riguarda la piegatura della cruna degli aghi. Questa, infatti, si è rivelata una delle lavorazioni più complesse a causa delle dimensioni molto ridotte del filo e per la difficoltà intrinseca della tecnica. Anche sulle repliche degli esperti si possono notare difformità rispetto ai reperti, che invece mostrano un alto grado di somiglianza tra loro e una grande precisione nell'esecuzione della piegatura.

Le spirali degli spilloni degli esperti sono molto simili a quelle archeologiche, ma il dato interessante è quello riguardante alcuni sperimentatori inesperti-intermedi: si nota, infatti, che le differenze maggiori si manifestano tra i vari sperimentatori, alcuni dei quali riescono a produrre delle piegature del tutto simili a quelle degli esperti e a quelle archeologiche, pur differendo per quanto riguarda la finitura superficiale del metallo, mentre altri hanno modificato più volte la spirale con piegature ripetute in varie direzioni, ottenendo un risultato non comparabile con i reperti. Altre piegature più semplici invece, come quelle per gli spilloni ritorti, sono morfologicamente molto simili ai reperti, ma se si osserva la forma generale dell'oggetto si nota come ci siano delle discrepanze.

Sembra dunque che questa tecnica possa essere alla portata anche di artigiani con un livello di specializzazione intermedio. Infatti, se messi a conoscenza delle tecniche di ricottura per aumentare

la malleabilità del bronzo, sono in grado di produrre delle piegature del tutto simili a quelle presenti sui reperti, rendendo così molte classi di materiali archeologici interpretabili come possibile opera di artigiani con un livello di specializzazione medio-alto.

Conclusioni

Sperimentazione, Tracce e Specializzazione

Lo studio traceologico svolto sui reperti dei siti di Pragatto, Santa Rosa di Poviglio e San Michele di Valestra ha permesso di individuare delle tracce macroscopiche e mesoscopiche diagnostiche che hanno consentito di formulare delle ipotesi circa la specializzazione metallurgica nel contesto delle Terramare.

Lo studio traceologico ha portato all'individuazione delle tracce associate a caratteristiche morfologiche dei reperti che rendono ipoteticamente alcune categorie di oggetti più complesse da produrre rispetto ad altre. La presenza di alcune tracce e della loro distribuzione sull'oggetto può evidenziare un livello di specializzazione e di conoscenza delle caratteristiche fisiche del metallo, senza i quali non sarebbe possibile produrre il manufatto. Un esempio può essere la presenza di *hammer marks* sui margini taglienti di un pugnale: se il metallurgo non padroneggia le tecniche di *hammering* e *annealing*, date le caratteristiche fisiche della lega di bronzo, non sarebbe possibile produrre l'oggetto; o si assisterebbe alla formazione di altre tracce, definite nel testo "accidentali" come le *fissures*, le quali indicano la presenza di un eccessivo stress all'interno della struttura dendritica della lega. Lo stesso si può affermare per i *bending*: se il metallurgo non ha maturato una conoscenza sufficiente delle caratteristiche del bronzo, la piegatura potrebbe risultare disomogenea o si potrebbe incorrere, anche in questo caso, nella rottura dell'oggetto. Nei casi citati, la forma del manufatto, può testimoniare la conoscenza da parte del metallurgo delle proprietà del bronzo e delle tecniche necessarie per poter ottenere una specifica forma e le tracce sono la testimonianza delle tecniche applicate per poter raggiungere la forma finale. Da questo processo si può ipotizzare il livello di abilità e di specializzazione dell'artigiano.

Altre tracce, invece, come i *grinding marks*, sono delle tracce che si formano in seguito all'uso di una tecnica che altera solo la superficie del bronzo e il rischio di danneggiare irrimediabilmente il manufatto è molto basso. Inoltre, sono quantitativamente le tracce più diffuse e sono comuni ad una maggiore quantità di tipi di oggetti. La tecnica e gli strumenti che generano questa traccia non prevedono la necessità di una conoscenza elevata riguardo alle caratteristiche fisiche del bronzo, rendendo questa traccia associabile a uno spettro più ampio di livelli di specializzazione. La differenza tra livelli di specializzazione, in associazione ai *grinding marks*, può essere inferita in base alla distribuzione di questi sul manufatto.

In seguito al preliminare studio traceologico di tutti i reperti, sono state formulate le ipotesi secondo cui non tutti gli oggetti richiedono il medesimo livello di conoscenza metallurgica e di abilità manuale e che alcune tracce di lavorazione costituiscano un indicatore diretto del livello di specializzazione dell'artigiano. Si è proceduto con una ulteriore visione delle tracce per selezionare i

reperiti con le tracce maggiormente conservate. Sono stati progettati dei protocolli sperimentali basati sulle evidenze archeologiche, formando dei gruppi di sperimentatori rappresentativi dei diversi livelli di specializzazione. Lo scopo della sperimentazione è stato quello di verificare le ipotesi di lavoro mediante la produzione di repliche sperimentali con metodi, modalità e strumenti comparabili dal punto di vista archeologico con il contesto di riferimento del progetto. La sperimentazione ha permesso di disporre di una collezione di confronto traceologica rappresentativa dei diversi livelli di specializzazione. Il passo successivo ha previsto la comparazione dei dati sperimentali con le tracce presenti sui reperti in modo da evidenziare analogie e differenze tra i materiali

Dal confronto tra tracce archeologiche e sperimentali è stato possibile evidenziare che tracce come *hammer marks* e *grinding marks*, in base alla loro distribuzione sul manufatto, possono suggerire una abilità maggiore nel gesto tecnico.

Altre tracce, possono indicare una conoscenza tecnica inferiore, come le *fractures* e le *fissures*, ma non sempre sono determinanti, poiché possono ricorrere anche nel lavoro degli esperti, seppur con minore frequenza. Nonostante l'abilità, può capitare che un oggetto si rompa per dei difetti interni non visibili come delle bolle d'aria o delle disomogeneità nella lega.

Si ritiene sia utile, circa il discorso sulla specializzazione in metallurgia, separare gli aspetti che concorrono alla produzione di un manufatto. Non si è tenuto conto, in questa sede, della produzione primaria del metallo, partendo dai minerali, poiché esula gli scopi del presente progetto e inoltre, questa fase presuppone un *know-how* specifico per la pratica dello *smelting* e non risulta completamente attinente a quello necessario per le successive fasi di lavorazione. Sono state considerate invece le fasi che prevedono la fusione, seppur non riprodotte dagli inesperti-intermedi, poiché in questa fase è già possibile individuare il prodotto di un metallurgo esperto. La morfologia del getto influisce nella catena operativa delle lavorazioni post-fusione e, come discusso con gli sperimentatori e con l'artigiano esperto nel capitolo riguardante le sperimentazioni, il livello di specializzazione e l'abilità del fonditore influiscono sulla difficoltà della lavorazione successiva.

Le tracce ancora visibili sui reperti, sono pertinenti alle fasi di rifinitura, quindi dall'estrazione dalla matrice fino al prodotto finito. In questa fase è possibile individuare le tracce identificative dei diversi livelli di specializzazione, poiché è in questo momento che si formano gli *hammer marks*, i *grinding marks*, i *bending* ed eventualmente *fissures* e *fractures*.

Sarebbe opportuno parlare di specializzazione metallurgica separando il lavoro del fonditore da quello del metallurgo che svolge le lavorazioni post-fusione. Non perché queste due fasi non potessero essere svolte in passato da un'unica persona: infatti, è plausibile che, nella realtà del contesto terramaricolo, il fonditore fosse anche autore di tutte le fasi successive ma, considerando quanto ricavato dalle sperimentazioni, si ritiene che per affrontare il discorso sulla specializzazione sia

necessario distinguere questi due momenti caratterizzati da *know-how*, gestualità e strumentazione differenti.

È plausibile che il lavoro fosse suddiviso tra più agenti con livelli di specializzazione differenti in cooperazione tra loro. È possibile svolgere le lavorazioni in autonomia, in particolare quelle legate alla fusione, come fatto da chi scrive e dal dott. Alberto Rossi, ma è opinione dello scrivente che una collaborazione tra più persone sia verosimile, anche in considerazione della possibile presenza di apprendisti e aiutanti.

La fusione presuppone un *know-how* molto specifico e ampio, che comprende la produzione delle matrici di vario tipo, siano esse in pietra, in argilla o in sabbia. Il fonditore deve necessariamente disporre di ceramiche tecniche per poter fondere e colare il metallo fuso e deve essere in grado di gestire il flusso d'aria che regola la temperatura della forgia. La qualità del lavoro del fonditore determina in maniera sostanziale il tipo di catena operativa che dovrà svolgere chi rifinisce l'oggetto. Se infatti, il fonditore utilizzasse una matrice dalla superficie scabra, dal profilo irregolare e dalle facce non combacianti, nel caso delle bivalvi, le operazioni post-fusione dovranno prevedere una lunga serie di correzioni per poter rifinire l'oggetto; mentre un prodotto colato con precisione in una matrice che riproduce i minimi dettagli desiderati, rende il lavoro successivo molto più agevole.

Un esempio di ciò può essere la finestratura del rasoio o il foro degli anelli degli spilloni. In questo caso, in particolare per i dettagli sopramenzionati, la precisione e l'abilità del fonditore determinano non solo la complessità della catena operativa, ma in alcuni casi anche la possibilità di rifinire l'oggetto, come nel caso della replica dello spillone a tre anelli rifinita da Op.6, la quale aveva il foro dell'anello pieno. Un altro esempio può essere lo spessore dei pugnali. Infatti, i pugnali archeologici sono generalmente molto sottili e molto acuminati in corrispondenza del margine tagliente. Una fusione precisa rende molto più semplici le operazioni di rifinitura e diminuisce le fasi della catena operativa, poiché sarà necessario meno tempo per uniformare la superficie mediante abrasione e minori cicli di martellatura e ricottura per modellare la concavità del filo tagliente.

In alcuni casi l'abilità del fonditore è evidente, come per il rasoio, per gli spilloni e in particolare quelli aventi un piccolo foro alla base della capocchia, ma anche per molti tipi di pugnali. In altri casi, invece, l'abilità del fonditore non è prontamente individuabile sia per la semplicità della morfologia dell'oggetto, come per le lesine, ma anche per le condizioni generali di conservazione, in particolare per oggetti fortemente corrosi o frammentati.

Il secondo momento della produzione metallurgica, ovvero quello che prevede le lavorazioni post fusione, determina la formazione delle tracce tecnologiche che sono state analizzate nel corso di questa ricerca.

Infatti, la forma finale del prodotto e la sua funzionalizzazione, sia esso un utensile o un ornamento, è determinata dall'abilità del metallurgo che pratica le operazioni post-fusione.

In questo caso, la precisione della martellatura, la direzione e i pattern dei *grinding marks*, l'assenza di fratture, possono indicare un certo grado di conoscenza tecnica e abilità manuale.

Risulta difficile valutare il livello di specializzazione basandosi solo sulle tracce e sulla tipologia del manufatto. Infatti, la complessità della morfologia influisce sulle catene operative e di conseguenza sul tipo di tracce generate durante la lavorazione: ovvero, morfologicamente, uno spillone è più complesso e ricco di dettagli, come volute e decorazioni, rispetto ad una lesina, che invece presenta una morfologia meno complessa. Si potrebbe dunque pensare che sia necessario un livello di specializzazione maggiore per produrre uno spillone e minore per produrre una lesina. In parte ciò è vero ed è stato dimostrato durante la sperimentazione: le catene operative sono generalmente più articolate quando il manufatto presenta molti elementi caratterizzanti, come le volute ritorte. Ma non bisogna cedere a semplificazioni e valutare il grado di specializzazione unicamente in base alle tracce e alla morfologia: infatti, alcuni oggetti la cui forma è apparentemente semplice poiché composta da pochi elementi costitutivi, come gli aghi, potrebbe trarre in inganno circa la valutazione della specializzazione necessaria per poterli produrre, se si considerano le difficoltà tecniche e la necessità di una approfondita conoscenza metallurgica per poter essere prodotti, come dimostrato durante le sperimentazioni.

Vi è inoltre il problema del riconoscimento delle tracce d'uso e della rifunzionalizzazione avvenuta in antichità. Un manufatto, in particolare un utensile o un'arma, sono soggetti a molte sollecitazioni durante la loro vita funzionale e questo comporta il formarsi di tracce d'uso che, per essere correttamente interpretate, necessitano di protocolli sperimentali specifici. Molte tracce tecnologiche che si possono trovare sui reperti possono essere dovute a riparazioni e rifunzionalizzazioni avvenute durante la vita funzionale, ed è possibile che l'utilizzatore che ha riparato lo strumento non fosse lo stesso che lo ha prodotto, agendo quindi in base ad un livello di specializzazione differente. Un esempio possono essere un falchetto o un pugnale, i quali, in seguito ad un uso intenso possono aver perso l'affilatura o, nel caso peggiore, risultare in un margine d'uso fortemente danneggiato. L'utilizzatore, qualora non fosse avvezzo al gesto per riaffilare la lama o non disponesse della strumentazione necessaria, o in ultimo non è interessato ad un tipo di affilatura precisa, potrebbe sistemare il filo in maniera approssimativa, sovrapponendo così delle strie disordinate, di varia lunghezza e dalla varia direzione, alle strie compatte e longitudinali prodotte dal metallurgo, ad esempio come quelle presenti sul pugnale PRA-264.

Per quanto riguarda i gradi di specializzazione si può affermare che la prima fase di produzione, ovvero la fusione, la colata e tutti i processi preparatori, debbano essere svolti da una figura esperta che conosca profondamente dal punto di vista teorico e pratico le caratteristiche del bronzo e le tecniche necessarie alla sua manipolazione. Senza queste conoscenze è improbabile che un inesperto

possa riuscire a fabbricare oggetti, anche morfologicamente semplici, senza la guida o la supervisione di un esperto.

Per quanto riguarda le fasi di lavorazione post-fusione, invece, qualora si disponesse di un oggetto già qualitativamente ben realizzato da un esperto fonditore, come dimostrato dalle sperimentazioni, è plausibile che alcune fasi della lavorazione potessero essere svolte anche da individui con livelli di specializzazione e abilità minori.

Naturalmente, il tipo di oggetto da fabbricare incide molto sulla catena operativa e sul grado di specializzazione necessario. Dalle sperimentazioni si è notato come, dopo una rapida formazione sulle caratteristiche fisiche e meccaniche del bronzo e avendo a disposizione degli strumenti appropriati, anche degli inesperti possono fabbricare determinati oggetti con un buon grado di similitudine con i reperti. In particolare, si fa riferimento alle lesine e agli spilloni ritorti. Questi oggetti, infatti, sono realizzati partendo da un supporto filiforme e le azioni necessarie alla lavorazione sono alla portata di un inesperto. Anche per oggetti apparentemente più complessi, come gli spilloni a doppia spirale, se il supporto è correttamente realizzato da un esperto, le tecniche necessarie alla piegatura delle spirali possono essere messe in atto anche da un inesperto. I risultati sono eterogenei anche tra gli inesperti che, in base a una naturale predisposizione ai lavori manuali, possono fabbricare delle repliche simili agli esperti come nel caso dello spillone a doppia spirale di Op.2 o essere completamente differenti anche dal record archeologico, come per Op.6.

Alcuni oggetti, invece, richiedono una consolidata abilità manuale e una conoscenza delle caratteristiche del bronzo, come i rasoi e i pugnali, ma per estensione anche tutti gli oggetti che hanno una lama che deve essere incrudita e affilata, come le spade, i giavellotti e le cuspidi di freccia. Anche se assistiti da un esperto e guidati nelle varie fasi della catena operativa, queste categorie di manufatti hanno mostrato una grande differenza tra le tracce sperimentali e quelle osservate sui reperti. In particolare, si fa riferimento agli *hammer marks* che sui reperti sono identificabili in corrispondenza dei margini taglienti e riconoscibili per la morfologia concava della lama e caratterizzata da un certo grado di lucidità rispetto alle aree coperte da un fitto pattern di *grinding marks*. Queste tracce di martellatura sono simili ai reperti solo sulle repliche realizzate dall'artigiano esperto e da chi scrive. La precisione del colpo di martello e il controllo della deformazione plastica della lega sono state apprese nel corso di anni di pratica da parte di entrambi e, nonostante ciò, le tracce non risultano ancora omogenee come quelle osservate sui bronzi archeologici, in particolare sui bronzi PRA-264, PRA-1518, PRA-1584, PRA-1707, PRA-1774, PRA-2144, SRP-Inv.3, SRP-Inv.25.

Si ritiene dunque che, le fasi di funzionalizzazione e di rifinitura di questo tipo di oggetti dovesse necessariamente essere svolta da una figura esperta in grado di padroneggiare l'uso di incudine e martello per conferire alla lama una morfologia regolare, con un margine ben definito e mantenendo costante l'angolazione della sezione.

Queste caratteristiche non sono state osservate su nessuna replica fabbricata dagli inesperti-intermedi. La differenza maggiore dal punto di vista delle tracce si osserva su quegli strumenti, in particolare i pugnali, che sono stati martellati utilizzando dello strumentario litico. La superficie risulta scabra e granulosa, diversamente da quanto si può osservare sui bronzi archeologici.

Anche sulle repliche di chi scrive sono state martellate delle aree, in particolare del pugnale e del rasoio, utilizzando un'incudine litica ma anche in questo caso, seppur le tracce risultino generalmente più regolari, non somigliano completamente alle tracce di martellatura individuate sui bronzi archeologici. È opportuno specificare, tuttavia, che la granulometria della pietra utilizzata come incudine, ma eventualmente anche come percussore, influisce profondamente sulle condizioni superficiali del bronzo; quindi, non è possibile escludere categoricamente la possibilità dell'uso di strumenti in pietra con una granulometria differente rispetto a quella impiegata nelle sperimentazioni, soprattutto tenendo in considerazione l'evidenza archeologica dell'uso di questi strumenti nelle Terramare (Iaia 2015).

I *grinding marks* sono le tracce più comuni sia nel record archeologico sia sulle repliche. Dalle repliche del gruppo di inesperti-intermedi si può notare come, nonostante alcune differenze con i reperti per la direzione delle strie, siano abbastanza simili. La maggior parte di queste sono longitudinali e in corrispondenza dei margini taglienti dei pugnali o della punta degli spilloni, divengono più disordinate. Questo indica un cambio di gestualità riscontrato anche su alcuni bronzi archeologici, in particolare in prossimità di angoli, come il margine tagliente del rasoio o dei pugnali, ma anche degli spilloni a tre anelli. È difficile determinare il grado di specializzazione basandosi solo sulla distribuzione dei *grinding marks* anche perché dal punto di vista morfologico sono simili in tutte le repliche, a prescindere dal grado di specializzazione. Si può dunque affermare che è plausibile che le operazioni di abrasione e lucidatura potessero essere un'attività svolta anche da individui con un grado di specializzazione non elevato.

Le tracce di *fissure* e *fracture* sono accidentali ma non necessariamente possono essere ascritte all'opera di un metallurgo più o meno esperto. Infatti, anche sui bronzi interpretati come opera di un esperto, possono essere individuate delle *fissures*, come sul rasoio PRA-1774 o sul pugnale PRA-2041, in corrispondenza delle aree incrudite, analogamente a quelle sviluppatesi sul rasoio sperimentale fabbricato da chi scrive. Inoltre, come menzionato precedentemente, queste tracce possono svilupparsi in base a delle caratteristiche interne alla lega e non visibili ad occhio nudo. In questa circostanza, potrebbe capitare anche ad un metallurgo esperto di incorrere in un difetto della lega che si frattura durante la lavorazione.

Le tracce di *bending* sono molto interessanti dal punto di vista della specializzazione metallurgica poiché, se non si è a conoscenza della tecnica dell'*annealing* per rendere il bronzo malleabile, è impossibile riuscire a ottenere delle piegature precise senza il rischio di spezzare

l'oggetto. Un ruolo fondamentale in questo caso è ricoperto dalla percentuale di stagno della lega, che può rendere più o meno agevole la piegatura. La conoscenza di queste caratteristiche permette all'artigiano di effettuare delle piegature complesse senza rischiare di rompere l'oggetto. Durante la sperimentazione è stato interessante notare come, dopo aver appreso queste nozioni, gli sperimentatori inesperti-intermedi siano riusciti a produrre delle piegature comparabili con quelle archeologiche. Alcune repliche sono risultate meno simili a causa della riapertura delle volute e alla successiva ripiegatura come nel caso di Op.6, ma altre sono risultate precise al primo tentativo come per Op.2. Si può affermare dunque che, qualora si disponesse di una preforma o un filo metallico già pronto per essere lavorato, e avendo conoscenza dell'*annealing*, anche un artigiano non esperto potrebbe produrre degli oggetti piegando il metallo per ottenere la forma finale. Va considerato che il gruppo di sperimentatori inesperti-intermedi non ha avuto modo di fare molti tentativi prima di fabbricare la replica, ma si ritiene che con un breve periodo di formazione, anche un inesperto potrebbe produrre degli oggetti in questo modo. Dal punto di vista archeologico, quindi, sembra plausibile che gli spilloni ritorti ottenuti da filo potessero essere prodotti anche da artigiano con un grado di specializzazione non molto elevato.

Il quadro diviene più complesso se l'artigiano dovesse produrre anche il filo da cui poi ottenere il manufatto. La produzione del filo metallico è risultata molto complicata anche durante le sperimentazioni dello scrivente, incorrendo in numerosi fallimenti e fratture. Si può affermare dunque che il filo metallico può essere prodotto da un artigiano esperto che conosca le tecniche necessarie e abbia maturato un'abilità sufficiente a realizzare questo prodotto molto complesso e caratterizzato da un'elevata fragilità.

Analogamente, si può estendere questo ragionamento alla produzione degli aghi i quali, date le loro dimensioni ridotte sono risultati molto complessi da realizzare anche per chi scrive e per l'artigiano esperto. La produzione del filo e la piegatura della cruna hanno richiesto molti tentativi e i risultati non sembrano ancora comparabili con gli aghi di Pragatto PRA-1884. Questi aghi sono caratterizzati da un elevato grado di standardizzazione nella produzione della cruna e morfologicamente risultano molto più precisi rispetto alle repliche.

In conclusione, sulla base dei dati raccolti durante questa ricerca, è possibile affermare che per interpretare le combinazioni di tracce indicative della specializzazione si deve procedere contemporaneamente su più livelli, effettuando lo studio delle tracce congiuntamente all'applicazione di un rigoroso protocollo sperimentale.

Nell'ambito dell'archeometallurgia è necessario, se non fondamentale, studiare le tracce considerando la morfologia dell'oggetto, poiché una stessa traccia potrebbe essere analoga su manufatti dalla diversa complessità di produzione o in aree differenti. Ad esempio, delle strie possono variare considerevolmente di significato in base al punto dell'oggetto in cui si trovano e in base al tipo:

delle strie corte con andamento obliquo possono avere un significato tecnologico specifico se si trovano sul tagliente di un pugnale e cambiare completamente significato se si trovano sul codolo; o ancora, se la stessa traccia si trova sulla capocchia di uno spillone non ricoprirà il significato di strie di affilatura, ma di strie di lucidatura, pur essendo lo stesso tipo di traccia. Il gesto che la produce sarà lo stesso ma il significato tecnologico di quelle strie è legato all'oggetto.

Dai dati ottenuti dalle sperimentazioni e dallo studio e dal confronto traceologico si può suggerire che gli oggetti che potevano essere fabbricati da artigiani inesperti-intermedi nei contesti archeologici studiati sono le lesine e gli spilloni ritorti, qualora disponessero di un filo già pronto.

I pugnali, rasoi, giavellotti e spade sono oggetti che possono essere fabbricati solo da esperti ma lucidati da inesperti-intermedi. Gli spilloni ottenuti da fusione, come gli spilloni a tre anelli, possono essere prodotti da esperti ma rifiniti da inesperti-intermedi. Gli aghi, considerando i dati ottenuti dalla sperimentazione e dalle tracce osservate sui reperti, possono essere prodotti solo da esperti.

Discussione sulla metallurgia nelle Terramare e la specializzazione dei siti

Nel panorama archeologico delle Terramare, dove la metallurgia, assieme a molte altre attività produttive, assume una portata nella produzione senza eguali per fattura e mole di produzione nella penisola italiana, dove alcuni siti sembrano essere specializzati nella produzione settoriale di alcune tipologie, mentre altri siti risultano essere principalmente utilizzatori (Cardarelli 2015) appare plausibile l'esistenza di figure altamente specializzate nella produzione metallurgica, ma anche della presenza di livelli intermedi, verosimilmente apprendisti o artigiani specializzati nella produzione di determinati tipi di oggetti non necessariamente destinati alle élites ma per soddisfare le esigenze di altre compagini sociali. Come si è dimostrato sperimentalmente, le catene operative possono variare notevolmente in base al tipo di oggetto fabbricato e le conoscenze tecniche devono essere adattate alle caratteristiche costruttive del prodotto. La metallurgia prevede una conoscenza molto ampia di molti fattori che concorrono alla fabbricazione di un manufatto e sembra plausibile che, in un contesto come quello delle Terramare, dove il bronzo non era destinato a soddisfare unicamente le necessità delle élite con ricchi ornamenti e armi, ma era diffuso tra le diverse compagini sociali con utensili (Cardarelli 2015), potessero coesistere figure con diversi livelli di specializzazione, dedite alla produzione di specifici tipi di manufatti in bronzo.

L'apprendimento delle tecniche di metallurgia e la trasmissione dei "segreti" del bronzo sono un argomento complesso da documentare per periodi antichi come la preistoria e la protostoria. Tuttavia, le evidenze archeologiche dei siti terramaricoli delineano uno scenario complesso, dove è documentata la presenza di aree di lavorazione all'interno dei siti, come a Beneceto - Forno del Gallo e Montale (Bianchi 2018). Questi siti hanno al loro interno delle aree di lavorazione dei metalli e sono

attestate in buona parte dei siti delle attrezzature connesse a questa attività come buche di fusione, accumuli di carbone, forme di fusione, strumentario ceramico e litico per le attività di colatura e lavorazione post-fusione, oggetti non finiti e scorie.

Nel caso di Forno del Gallo la produzione avveniva in un'area all'interno dell'insediamento ma separata dalle abitazioni e dalle altre attività. Questo è un dato interessante se si ragiona sulle modalità di trasferimento della conoscenza metallurgica. Infatti, potrebbe trattarsi di un insegnamento riservato solo ad alcuni membri selezionati della società e non fosse una conoscenza a disposizione della comunità, nonostante il bronzo fosse un materiale che permeava tutte le compagini sociali terramaricole.

Si nota, sempre a Forno del Gallo come la strutturazione è ben evidente nella fase di insediamento pertinente al Bronzo Recente 1, quando degli strumenti per fusione e gettata sono associati ad aree da fuoco protette. Un dato interessante, inoltre è che, secondo le ricostruzioni proposte da Bianchi (2018) l'attività di rifinitura poteva essere svolta in un'altra area, ipoteticamente quella identificata come magazzino dove sono irrilevanti gli scarti in metallo e mancano i frammenti di crogiolo (Bianchi 2018).

Questa suddivisione delle aree di lavorazione poteva comportare una precisa scelta nelle divisione delle attività, dove in un'area lavoravano i metallurghi specializzati nella fusione, in un'altra quelli specializzati nella rifinitura.

Tuttavia, non si può escludere anche una necessità pratica di divisione degli spazi di lavoro. Curiosamente, durante le sperimentazioni presso il Villaggio Preistorico di Monte d'Oro, gli sperimentatori hanno preferito svolgere alcune fasi del lavoro in aree separate, in ragione delle condizioni di luminosità ambientale e per la presenza del fumo prodotto dalla forgia. Infatti, per le operazioni di ricottura si è preferito lavorare in un ambiente buio per osservare i colori dell'incandescenza del bronzo e stabilirne la temperatura; mentre altre operazioni, soprattutto quelle relative alla rifinitura e a lavori di precisione, è sembrato più vantaggioso lavorare alla luce del sole.

Risulta complesso trovare una interpretazione univoca sulle modalità in cui la conoscenza veniva trasferita; se questa fosse impartita a individui selezionati o se poteva essere acquisita anche solo con la visione delle attività svolte in aree comuni; ma non si possono del tutto escludere delle motivazioni legate alle necessità pratiche nella scelta di determinate aree di lavorazione.

A S. Rosa di Poviglio, per le fasi di insediamento ascrivibili al Bronzo Recente 1, sembra che l'attività metallurgica avesse una portata e un'organizzazione nettamente minore rispetto a Beneceto - Forno del Gallo: le attestazioni di lavorazione dei metalli sono limitate a piccoli crogioli e forme di fusione adatti alla fabbricazione di oggetti di modeste dimensioni, come gli spilloni. Ciò ha portato ad ipotizzare una produzione specializzata e settoriale (Bianchi 2018). Infatti, dallo studio dei materiali, seppur una porzione rispetto all'effettivo numero di reperti scavati a S. Rosa di Poviglio, si può notare

come si tratti per la maggior parte di oggetti piccoli caratterizzati da una sottigliezza spesso millimetrica. Questo potrebbe essere un indicatore di specializzazione nella produzione di specifici tipi di oggetti.

Quando si affronta, però, il discorso della produzione metallurgica nelle Terramare, occorre ricordare che molti dei materiali rinvenuti nel sito potevano essere oggetto di scambio e non necessariamente produzioni locali. Nel caso di S. Rosa di Poviglio, la presenza di aree con piccoli crogioli e forme di fusione può comunque indicare un sito produttore.

Nell'ambito terramaricolo, infatti, sembra che non tutti i siti fossero sede di attività metallurgica ed è stata ipotizzata una suddivisione tra: siti produttori in cui erano svolte le attività relative alla produzione; siti nei quali si producevano determinate categorie di oggetti di uso quotidiano e ornamenti; infine, siti utilizzatori (Cardarelli 2015).

Nel caso di Pragatto, ad esempio, è attestata la presenza di molti reperti in bronzo, alcuni dei quali anche di grandi dimensioni come la spada, o di fattura molto complessa come il rasoio, il giavellotto e molti pugnali. Tuttavia, a Pragatto non sono state tuttora rinvenute, nella porzione di abitato indagata, aree riconosciute come sede di attività metallurgica, nonostante la presenza di un frammento di ugello, di due forme di fusione adibite alla produzione di barre e pugnali e concentrazioni di elementi in bronzo frammentati. Questi elementi sembrano suggerire una possibile produzione metallurgica locale.

Il sito di S. Michele di Valestra, invece, ha restituito una quantità esigua di manufatti in bronzo, nonostante la longevità del sito, il quale ha avuto una frequentazione ininterrotta, fino al Bronzo Finale, con continuità verso l'Età del Ferro, superando il periodo del collasso del sistema terramaricolo (Cardarelli 2009). Nel sito non sono state individuate evidenze di attività metallurgica.

Dal punto di vista della specializzazione si può affermare che in base allo studio delle tracce al confronto traceologico con le tracce sperimentali, i bronzi di Pragatto, di S. Rosa di Poviglio e alcuni reperti di S. Michele di Valestra possano verosimilmente essere una produzione svolta da maestranze con un livello di specializzazione elevato. Seppure molti reperti siano caratterizzati da morfologie semplici e le tracce nel campione archeologico sono eterogenee, non si sono riscontrate tracce tipiche del lavoro di un artigiano inesperto. Dal confronto delle tracce e dai dati ottenuti dai gruppi di sperimentazione, sembra che il livello di specializzazione più comune sia medio-alto, con esempi di grande maestria assieme a reperti caratterizzati da una fattura non raffinata, seppur funzionale.

La mancata rappresentazione del lavoro degli artigiani inesperti potrebbe avere diverse spiegazioni. I lavori ritenuti non soddisfacenti per essere messi in circolazione potrebbero essere stati frammentati e rifiutati. Come si nota a S. Rosa di Poviglio dove SRP-inv. 11 e SRP-inv. 12 presentano delle piegature multiple sulla lama, diverse da tutto il campione di reperti, come se fossero state defunzionalizzate appositamente. Un'altra spiegazione potrebbe essere il graduale apprendimento

delle tecniche, via via sempre più complesse, partendo da oggetti di fattura semplice, per poi accedere a manufatti dalla catena operativa più complessa una volta consolidate le basi. Sembra inoltre probabile che nella fase di apprendimento, un inesperto non svolgesse le lavorazioni in autonomia, ma fosse da subito seguito da una figura più esperta che lo guidava e correggeva durante le varie fasi di produzione.

Considerazioni finali

La metodologia applicata nel presente progetto ha consentito di formulare delle inferenze sul tema della specializzazione metallurgica e individuare delle caratteristiche traceologiche nei manufatti che possono indicare il lavoro di un artigiano con un determinato livello di specializzazione, conoscenze e abilità. La presenza di correlazioni tra gruppi di tracce e livello di specializzazione ha portato alla valutazione circa la possibile esistenza di una suddivisione interna all'apparato produttivo metallurgico terramaricolo, in funzione della fase di lavorazione, della classe di oggetti prodotta e dell'esperienza dell'artigiano; benché si ravvisi la necessità di un ampliamento nella portata dell'indagine anche ad altri siti per disporre di un quantità di dati maggiore al fine di formulare delle valutazioni di carattere generale sulla specializzazione metallurgica terramaricola.

Il lavoro svolto ha fornito un contributo allo studio delle tracce in funzione dell'individuazione di diversi livelli di specializzazione dei processi produttivi legati alla metallurgia, evidenziando quelle che sono le peculiarità della produzione metallurgica partendo dallo studio dei materiali archeologici. L'impiego di protocolli sperimentali controllati e contestuali ha permesso di formulare inferenze solide sulle modalità di formazione delle tracce, consentendo al tempo stesso di valutare il grado di specializzazione necessario nella fabbricazione di specifici oggetti, evidenziando come alcune tracce sono associabili al *know how* e alle *skills* di metallurghi altamente specializzati.

La metodologia proposta per l'indagine sulle tracce tecnologiche può ampliarsi anche allo studio di altri tipi di tracce, come le tracce d'uso e quelle post-deposizionali, comuni sui reperti in bronzo; e può essere estesa non solo ad altre Terramare, ma ai siti dell'Età del Bronzo in generale, contribuendo allo studio e al dibattito sullo sviluppo del fenomeno della metallurgia osservabile anche in contesti archeologici europei accomunati dalla produzione su larga scala e specializzata.

Tuttavia, la ricerca presenta anche alcuni limiti. Il riconoscimento delle tracce tecnologiche, d'uso e post-deposizionali può essere complesso, soprattutto a causa di processi di corrosione o di interventi di restauro che possono alterare la superficie dei reperti, di conseguenze riducendo di molto il campione di reperti adatti ad essere inseriti in uno studio ampio. Inoltre, la metodologia adottata, pur essendo rigorosa, comporta tempi di analisi molto lunghi: lo studio traceologico richiede un'osservazione approfondita e un confronto costante non solo con le tracce già edite in letteratura, ma anche con dati sperimentali appositamente prodotti per valutare le ipotesi interpretative. Inoltre, le

sperimentazioni necessitano di molte fasi operative e possono richiedere tempi molto lunghi sia per l'apprendimento delle tecniche sia per la messa in atto dei protocolli sperimentali.

In prospettiva futura, sarà fondamentale ampliare il repertorio di tracce riconosciute, così da arricchire il dibattito sulla specializzazione metallurgica e affinare le interpretazioni di natura tecnologica e funzionale dei manufatti in bronzo. È auspicabile estendere le indagini ad altri siti terramaricoli e ai loro materiali, per approfondire la conoscenza dei processi produttivi e individuare eventuali aree di specializzazione. Infine, incrementare il numero di sperimentazioni e di gruppi coinvolti potrà fornire nuovi dati comparativi, contribuendo a una comprensione ancora più articolata delle pratiche metallurgiche e delle dinamiche di specializzazione nel contesto delle comunità protostoriche.

Bibliografia

- Arnold, D. 1987. *Ecology and Ceramic Production in an Andean Community*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Arnold, J., and Munns A. 1994. "Independent or Attached Specialization: The Organization of Shell Bead Production in California." *Journal of Field Archaeology* 21: 473–489.
- Artioli, G., et al. 2017. "Long-Distance Connections in the Copper Age: New Evidence from the Alpine Iceman's Copper Axe." *PLoS ONE* 12(7).
- Ascher, R. 1961. "Experimental Archeology." *American Anthropologist*: 793–816.
- Balista, C., F. Bondovalli, A. Cardarelli, D. Labate, C. Mazzoni, and G. Steffè. 2008. "Dati Preliminari sullo Scavo della Terramara di Gaggio di Castelfranco Emilia (Modena)." In *Archeologia ad Alta Velocità*, edited by M. Bernabò Brea and R. Valloni, 87–112. Borgo S. Lorenzo: 2008.
- Barber, E. 1991. *Prehistoric Textiles: The Development of Cloth in the Neolithic and Bronze Ages with Special Reference to the Aegean*. Princeton: Princeton University Press.
- Barbieri, M. 2021. "Spilloni del Bronzo Medio e Recente in Pianura Padana Centrale e nelle Aree Limitrofe: Aspetti Tecnologici, del Costume e della Circolazione." *OCNUS* 29: 9–40.
- Bass, G., D. A. Frey, and C. Pulak. 1984. "A Late Bronze Age Shipwreck at Kas, Turkey." *I/NA* 13(4): 271–279.
- Bayley, J., D. Dungworth, and S. Paynter. 2001. *Archaeometallurgy*.
- Bayman, J.N. 1999. "Craft Economies in the North American Southwest." *Journal of Archaeological Research* 7(3): 249–299.
- Beck, A. S. 2011. "Working in the Borderland of Experimental Archaeology: On Theoretical Perspectives in Recent Experimental Work." In *Experimental Archaeology – Between Enlightenment and Experience*, edited by B. Petersson and L. E. Narmo, 167–194. Lund: Lund University, *Acta Archaeologica Lundensia Series in 8*(62).
- Bellodi, L., M. Bertolani, U. Grazioli, A. Manicardi, and A. Rossi. 1979. *L'insediamento Preistorico di San Michele di Valestra*. Formigine.

- Berger, D., G. Brüggmann, E. Pernicka, B. Nessel, C. Frank, and J. Marahrens. 2017. "Bronze Age Tin - Geological Sources, Production, and Distribution of Tin in Bronze Age Eurasia." International Workshop, Reiss Engelhorn Museums, Mannheim, Germany, March 14–16.
- Bernabò Brea, M., M. Cremaschi, and C. Pizzi. 2002. "Le Strutture Abitative del Villaggio Grande, Fase su Palafitta della Terramara di S. Rosa di Poviglio (RE)." In *Analisi Informatizzata e Trattamento Dati delle Strutture di Abitato di Età Preistorica e Protostorica in Italia*, edited by C. Peretto, 271–286. Firenze.
- Bernabò Brea, M., A. Cardarelli, and M. Cremaschi. 1997. *Le Terramare: La Più Antica Civiltà Padana*. Modena: Electa.
- Bernabò Brea, M., A. Cardarelli, and M. Cremaschi. 2018. "L'Emilia tra Antica e Recente Età del Bronzo." *Preistoria e Protostoria dell'Emilia-Romagna II*: 9–32.
- Bettelli, M., A. Cardarelli, and I. Damiani. 2018. "Le Ultime Terramare e la Penisola: Circolazione di Modelli o Diaspora?" In *L'Emilia tra Antica e Recente Età del Bronzo*, edited by M. Bernabò Brea, 26–31 ottobre 2010, vol. II. Firenze: Studi di Preistoria e Protostoria.
- Bianchi, P. A. E. 2018. "Metallurgia e Spazi Produttivi nel Bronzo Recente in Emilia: I Casi di Beneceto e Poviglio." In *L'Emilia tra Antica e Recente Età del Bronzo*, edited by M. Bernabò Brea, 26–31 ottobre 2010, vol. II. Firenze: Studi di Preistoria e Protostoria.
- Bianco Peroni, V. 1994. *I Pugnali nell'Italia Continentale (Prähistorische Bronzefunde, VI, 10)*. München.
- Binggeli, Markus. 2011. "Spearheads and Swords – The Making of Bronze Objects." In *Bronze Age Warfare: Manufacture and Use of Weaponry*, edited by Marion Uckelmann and Marianne Mödinger, 11–21. Oxford: Archaeopress.
- Bronzoni, L. 1997. "S. Michele di Valestra (RE)." In *Le Terramare: La Più Antica Civiltà Padana*, edited by
- Brumfiel, E. M., and T. K. Earle, eds. 1987. *Specialization, Exchange, and Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Budd, P., and T. Taylor. 1995. "The Faerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic versus Science in the Interpretation of Prehistoric Metal-making." *World Archaeology* 27: 133–143. doi: 10.1080/00438243.1995.9980297.

- Budden, S. 2008. "Skill Amongst the Sherds: Understanding the Role of Skill in the Early to Late Middle Bronze Age in Hungary." In *Breaking the Mould: Challenging the Past through Pottery*, edited by I. Berg, 1–17. Oxford: Archaeopress.
- Cardarelli, A. 1997. "Terramare: l'organizzazione sociale e politica delle comunità." In *Terramare*, 653–660.
- Cardarelli, A. 2009. "The Collapse of the Terramare Culture and Growth of New Economic and Social Systems during the Late Bronze Age in Italy." In *Le ragioni del cambiamento/Reasons for Change*, a cura di A. Cardarelli, A. Cazzella, M. Frangipane, e R. Peroni, 449–520. *Scienze dell'Antichità* 15.
- Cardarelli, A. 2014. *La Necropoli della Terramara di Casinalbo*, voll. 1–2. Firenze.
- Cardarelli, A. 2015. "Different Forms of Social Inequality in the Bronze Age of Italy." *Origini* XXXVIII, 2: 151–200.
- Cardarelli, A., M. Cattani, D. Labate, R. Mussati, e C. Zanasi. 2003. "Redù, Pilastro." In *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena*, vol. I, Pianura, 107–110. Borgo S. Lorenzo: 2003.
- Cardarelli, A., e D. Labate. 2004. "L'area archeologica – Lo scavo." In *Parco Archeologico e Museo all'aperto della Terramara di Montale*, a cura di A. Cardarelli, 50–61. Modena: 2004.
- Cardarelli, A., M. Pacciarelli, e P. Pallante. 2004. "Pesi e bilance nell'età del bronzo italiana: quadro generale e nuovi dati." In *Metodi e approcci archeologici: l'industria e il commercio nell'Italia antica*, a cura di E. C. De Sena e H. Dessales, 80–88. Oxford: BAR, Int. Ser. 1262.
- Cardarelli, A. 2009. "The Collapse of the Terramare Culture and Growth of New Economic and Social Systems during the Late Bronze Age in Italy." *Scienze dell'Antichità* 15: 449–520.
- Caricola, I., A. Charles, J. Tirillò, et al. 2022. "Organic Residue Analysis Reveals the Function of Bronze Age Metal Daggers." *Scientific Reports* 12(1): 6101. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09983-3>.
- Cattani, M. 2009. "L'ansa cilindro-retta come indicatore delle interazioni culturali nel Bronzo Recente." *IpoTESI di Preistoria* 2, 1: 250–254.

- Cavazzuti, C., e M. Barbieri. 2014. "Stone Moulds from Terramare (Northern Italy): Analytical Approach and Experimental Reproduction." *EXARC Online Journal* 2014 (1). <https://exarc.net/ark:/88735/10145>.
- Charlton, T., D. N., e C. C. 1991. "Aztec Craft Production and Specialization: Archaeological Evidence from the City-State of Otumba, Mexico." *World Archaeology* 23(1): 98–114.
- Childe, V. G. 1956. *Man Makes Himself*. 3rd ed. Bradford-on-Avon: Moonraker Press.
- Clark, J. E. 1997. "Prismatic Blademaking, Craftsmanship, and Production: An Analysis of Obsidian Refuse from Ojo de Agua, Chiapas, Mexico." *Ancient Mesoamerica* 8: 137–159.
- Clark, J. E., e W. Parry. 1990. "Craft Specialization and Cultural Complexity." *Research in Economic Anthropology* 12: 289–346.
- Clark, J. E. 1995. "Craft Specialization as an Archaeological Category." *Research in Economic Anthropology* 14: 267–294.
- Clark, J. E., e M. Blake. 1994. "The Power of Prestige: Competitive Generosity and the Emergence of Rank Societies in Lowland Mesoamerica." In *Factional Competition and Political Development in the New World*, a cura di E. M. Brumfiel e J. W. Fox, 17–30. Cambridge: Cambridge University Press.
- Coles, J. 1979. *Experimental Archaeology*. London: Academic Press.
- Costin, C. L. 1996. "Craft Production and Mobilization Strategies in the Inka Empire." In *Craft Specialization and Social Evolution: In Memory of V. Gordon Childe*, a cura di B. Wailes, 211–225. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum.
- Costin, C. L. 2005. "Craft Production." In *Handbook of Methods in Archaeology*. AltaMira Press.
- Costin, C. L., e R. P. Wright, a cura di. 1998. *Craft and Social Identity (Archaeological Papers of the American Anthropological Association 8)*. Arlington (VA): American Anthropological Association.
- Costin, C. L. 1991. "Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production." *Archaeological Method and Theory* 3: 1–56.
- Costin, C. L. 2001. "Craft Production Systems." In *Archaeology at the Millennium: A Sourcebook*, a cura di G. M. Feinman e T. D. Price, 273–327. New York: Kluwer Academic/Plenum.

- Costin, C. L. 2005. "Craft Production." In H. D. G. Maschner e C. Chippindale, eds., *Handbook of Archaeological Methods*, 1034–1107. Walnut Creek (CA): AltaMira.
- Costin, C., e M. Hagstrum. 1995. "Standardization, Labor Investment, Skill, and the Organization of Ceramic Production in Late Prehispanic Peru." *American Antiquity* 60: 619–639.
- Craddock, B. 1990. "The Experimental Hafting of Stone Mining Hammers." In *Early Mining in the British Isles*, a cura di P. Crew e S. Crew, 58–59. Snowdonia: Plas Tan y S3wlch.
- Cremaschi, M. 1997. "Il Sito d'Altura di S. Michele di Valestra (RE)." In *Le Terramare, la più antica civiltà padana*, 285–286. Milano: Electa.
- Cremaschi, M., A. Mutti, G. Baratti, et al. 2016. "La Terramara Santa Rosa di Poviglio: Strutture tra Villaggio Piccolo e Villaggio Grande. Nuovi Dati dallo Scavo 2015." *Fasti Online (FOLD&R)* 349: 1–13.
- Cremaschi, M., A. Mutti, M. Bernabò Brea, L. Salvadei, e C. Ottomano. 2012. "L'area Sepolcrale della Terramara S. Rosa di Poviglio (RE): Contesto, Materiali, Riti." *Rivista di Scienze Preistoriche* LXII. <https://doi.org/10.1400/206938>.
- Cremaschi, M., e C. Pizzi. 2021. *Terramara Santa Rosa di Poviglio: Le Strutture Idrauliche al Margine del Villaggio Grande (Scavi 1998–2011)*. Origines 35. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- Crew, P. 1991. "The Experimental Production of Prehistoric Bar Iron." *Historical Metallurgy* 25(1): 21–36.
- Cross, J. R. 1993. "Craft Specialization in Nonstratified Societies." *Research in Economic Anthropology* 14: 61–84.
- Curet, Antonio. 1993. "Regional Studies and Ceramic Production Areas: An Example from La Mixtequilla, Veracruz, Mexico." *Journal of Field Archaeology* 20: 427–440.
- Damiani, I. 1997. "La Ceramica Appenninica e Subappenninica come Modelli ed Elementi di Scambio." In *Terramare*, 621–627.
- Darmark, K. 2010. "Measuring Skill in the Production of Bifacial Pressure Flaked Points: A Multivariate Approach Using the Flip-Test." *Journal of Archaeological Science* 37: 2308–2315. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.04.004>.

- De Marinis, R. C. 1997. "Il ripostiglio di Castione dei Marchesi (Parma)." *Archeologia dell'Emilia-Romagna* I/1: 9–20. Firenze.
- Di Renzoni, A. 2006. "L'evoluzione del sistema insediativo delle terramare: alcuni casi di studio." In *Studi di protostoria in onore di Renato Peroni, a cura di Autori Vari*, 471–484. Firenze: 2006.
- Di Renzoni, A. 2007. *Il Bronzo Medio e Recente nel Bolognese e in Romagna: aspetti culturali e dinamiche del popolamento umano. Tesi di dottorato in Archeologia (Preistoria), ciclo XVIII. Università Sapienza, Roma.*
- De Marinis, R. C. 1997. "Il ripostiglio di Castione dei Marchesi (Parma)." *Archeologia dell'Emilia-Romagna* I/1: 9–20. Firenze.
- Dieck, S., O. Michael, M. Wilke, et al. 2024. "Archaeometallurgical Investigation of the Nebra Sky Disc." *Scientific Reports* 14 (1): 28868. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80545-5>.
- Dillian, C. 2019. "Early Efforts in Experimental Archaeology: Examples from Evans, Pitt-Rivers, and Abbott." *EXARC Journal* I. <https://exarc.net/ark:/88735/10394>.
- Dolfini, A. 2011. "The Function of Chalcolithic Metalwork in Italy: An Assessment Based on Use-Wear Analysis." *Journal of Archaeological Science* 38 (5): 1037–49. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.11.025>.
- Dolfini, A. 2013. "The Emergence of Metallurgy in the Central Mediterranean Region: A New Model." *European Journal of Archaeology*.
- Dolfini, A. 2014. Early Metallurgy in the Central Mediterranean. In B. W. Roberts, C. P. Thornton (eds.), *Archaeometallurgy in Global Perspective*, DOI 10.1007/978-1-4614-9017-3_18
- Dolfini, A., e R. J. Crellin. 2016. "Metalwork Wear Analysis: The Loss of Innocence." *Journal of Archaeological Science* 66 (febbraio): 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.12.005>.
- Earle, T. K. 1977. "A Reappraisal of Redistribution: Complex Hawaiian Chiefdoms." In *Exchange Systems in Prehistory*, a cura di Timothy K. Earle e Jon E. Ericson, 213–231. New York: Academic Press.
- Earle, T. K. 1987. "Specialization and the Production of Wealth: Hawaiian Chiefdoms and the Inka Empire." In *Specialization, Exchange, and Complex Societies*, a cura di Elizabeth Brumfiel e Timothy Earle, 64–75. Cambridge: Cambridge University Press.

Elam, C. F. 1932. *Inst. Metals* 48: 97.

Evans, R. K. 1978. "Early Craft Specialization: An Example from the Balkan Chalcolithic." In *Social Archaeology: Beyond Subsistence and Dating*, a cura di Charles L. Redman, Mary Jane Berman, Edward V. Curtin e altri, 113–129. New York: Academic Press.

Flores, J. R. 2012. *Experimental Archaeology: An Ethnography of Its Perceived Value and Impact in Archaeological Research*. University of Exeter.

Giardino, C. 1998. *I Metalli nel Mondo Antico: Introduzione all'Archeometallurgia*. Manuali Laterza 105. Laterza.

Giot, P. R., e Y. Lulzac. 1998. "Datation à l'Age du Bronze d'une Ex-ploitation de Cassitérite dans le Finistère." *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 95: 589–601.

Gowland, W. 1912. "Copper and Its Alloys in Early Times." *Journal of the Institute of Metals* 4: 4–41.

Gozzadini, G. 1881. *Il Sepolcreto di Crespellano nel Bolognese*. Bologna.

Grimal, N. 2021. *Storia dell'Antico Egitto*. 16^a ed. Trad. di G. Scandone Matthiae. Roma: GLF Editori Laterza.

Gutiérrez Sáez, C., e I. Martín Lerma. 2015. "Traceology on Metal: Use-Wear Marks on Copper-Based Tools and Weapons." In *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, a cura di J. Marreiros, J. Gibaja e N. Bicho, 171–188. New York: Springer.

Hansen, S. 2013. "Innovative Metals: Copper, Gold, and Silver in the Black Sea Region and the Carpathian Basin During the 5th and 4th Millennium BC." In *Metal Matters: Innovative Technologies and Social Change in Prehistory and Antiquity*, a cura di S. Burmeister, S. Hansen, M. Kunst e N. M. Müller Scheessel, 137–170. Rahden/Westfalen: Verlag Marie Leidorf GmbH.

Hayden, B. 1995. "Pathways to Power: Principles for Creating Socioeconomic Inequalities." In *Foundations of Social Inequality*, a cura di T. Douglas Price e Gary M. Feinman, 15–86. New York: Plenum Press.

Heeb, J., e B. S. Ottaway. 2014. "Experimental Archaeometallurgy." In *Archaeometallurgy in Global Perspective*, a cura di B. W. Roberts e C. P. Thornton. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9017-3_8.

Helms, M. W. 1993. *Craft and the Kingly Ideal: Art, Trade, and Power*. Austin: University of Texas Press.

- Herdits, H., J. Keen, e M. Steinberger. 1995. "Wie kommt das Zinn in the Bronze? Ein Beitrag zur experimentellen Archäologie." *Archäologie Österreichs* 6: 78–85.
- Hermann, R., A. Dolfini, R. J. Crellin, Q. Wang, e M. Uckelmann. 2020. "Bronze Age Swordsmanship: New Insights from Experiments and Wear Analysis." *Journal of Archaeological Method and Theory* 27 (4): 1040–1083. <https://doi.org/10.1007/s10816-020-09451-0>.
- Hicks, F. 1987. "First Steps towards a Market-Integrated Economy in Aztec Mexico." In *Early State Dynamics*, a cura di Henry J. M. Claessen, 91–107. Amsterdam: E. J. Brill.
- Hodgkinson, A. K., e C. L. Tvetmarken, a c. di. 2020. *Approaches to the Analysis of Production Activity at Archaeological Sites*. Oxford: Archaeopress.
- Horn, C., e I. C. C. von Holstein. 2017. "Dents in Our Confidence: The Interaction of Damage and Material Properties in Interpreting Use-Wear on Copper-Alloy Weaponry." *Journal of Archaeological Science* 81 (maggio): 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.04.002>.
- Horn, C. 2013. "Weapons, Fighters and Combat: Spears and Swords in Early Bronze Age Scandinavia." *Danish Journal of Archaeology* 2 (1): 20–44.
- Iaia, C. 2013. *Smiths and Smithing in Bronze Age 'Terramare'*.
- Iaia, C. 2015. *Ricerche sugli Strumenti da Metallurgo nella Protostoria dell'Italia Settentrionale: Gli Utensili a Percussione*. Padusa, L.
- Jantzen, D., U. Brinker, J. Orschiedt, J. Heinemeier, J. Piek, K. Hauenstein, J. Krüger, G. Lidke, H. Lübke, R. Lampe, S. Lorenz, M. Schult, e T. Terberger. 2011. "A Bronze Age Battlefield? Weapons and Trauma in the Tollense Valley, North-Eastern Germany." *Antiquity* 85: 417–433. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00067843>.
- Keeley, L. H. 1980. *Experimental Determination of Stone Tool Uses: A Microwear Analysis*. Prehistoric Archeology and Ecology. Chicago: University of Chicago Press.
- Kucera, M. 2004. "Das Experiment in der Archäologie." In *Experimentelle Archäologie in Europa, Bilanz 2004*, a cura di M. Fansa. Oldenburg: Isensee Verlag.
- Kuijpers, M. H. G. 2017. *An Archaeology of Skill: Metalworking Skill and Material Specialization in Early Bronze Age Central Europe*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315196022>.

- Kuijpers, M. H. G. 2018. "The Bronze Age, a World of Specialists? Metalworking from the Perspective of Skill and Material Specialization." *European Journal of Archaeology* 21 (4): 550–571. <https://doi.org/10.1017/ear.2017.59>.
- Lago, G., M. Cianfoni, F. Scacchetti, L. Pellegrini, e A. La Torre. 2023. "Breaking Sickles for Shaping Money. Testing the Accuracy of Weight-Based Fragmentation." *Journal of Archaeological Science: Reports* 49 (giugno): 103968. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103968>.
- Lechtman, H. 1996. "Arsenic Bronze: Dirty Copper or Chosen Alloy? A View from the Americas." *Journal of Field Archaeology* 23: 477–514.
- Lemorini, C. 2025. *Che cos'è l'archeologia sperimentale*. Le Bussole 719. Roma: Carocci.
- Liverani, M. 1998. *Uruk: la prima città*. Roma: Laterza.
- Maddin, R., Muhly, J.D., Stech, T., 1999. Early metalworking at Çayönü. In: Hauptmann, A., Pernicka, E., Rehren, Th., Yalçın, Ü. (Eds.), *The Beginnings of Metallurgy*. Deutsches Bergbau-Museum, Bochum, pp. 37–44.
- Mahé-Le Carlier, C., Y. Lulzac, e P. R. Giot. 2001. "Étude des Déchets de Réduction Provenant de Deux Sites d'Exploitation d'Étain Armoricaïn de l'Age du Bronze et du Moyen Age." *Révue Archéologique de l'Ouest* 18: 45–56.
- Mathieu, J. R. 2002. *Experimental Archaeology: Replicating Past Objects, Behaviors, and Processes*. BAR 1035. Oxford: Archaeopress.
- Matthiae, P. 2005. *Prima lezione di archeologia orientale*. Universale Laterza 859. Roma: GLF Ed. Laterza.
- Mercuri, A. M., C. A. Accorsi, M. Bandini Mazzanti, G. Bosi, G. Trevisan, A. Cardarelli, D. Labate, L. Olmi, e P. Torri. 2006. "Cereal Fields from the Middle-Recent Bronze Age, as Found in the Terramara di Montale, in the Po Plain (Emilia Romagna – Northern Italy) Based on Pollen, Seeds/Fruits and Microcharcoals." In *The Archaeology of Crop Fields and Gardens*, a cura di J. P. Morel, J. Tresserras Juan, e J. C. Matamala, 251–270. Bari: Edizioni.
- Miari, M., P. Boccuccia, M. Barbieri, G. Bosi, M. Carra, M. Cremaschi, A. Curci, A. De Angelis, R. Gabusi, e C. Lemorini. 2019. "Gli Scavi alla Terramara di Pragatto (BO): Dai Primi Dati al Progetto di Ricerca." In *Le Quistioni Nostre Paleontologiche Più Importanti... Trent'Anni di Tutela e Ricerca Preistorica in Emilia Occidentale*, 229–239. Bologna: Archeotravo Cooperativa Sociale.

- Mills, B. J., e P. L. Crown, eds. 1995. *Ceramic Production in the American Southwest*. Tucson: University of Arizona Press.
- Molloy, B. 2011. "Use-Wear Analysis and Use-Patterns of Bronze Age Swords." In *Warfare in Bronze Age Europe: Manufacture and Use of Weaponry*, a cura di M. Uckelmann e M. Mödinger, 67–84. Oxford: Archaeopress.
- Molloy, B. 2019. "Crafting Prehistoric Bronze Tools and Weapons: Experimental and Experiential Perspectives." In *Experimental Archaeology: Making, Understanding, Story-Telling. Proceedings of a Workshop in Experimental Archaeology 2019*, 15–26.
- Morgan, L. H. 1978 [1877]. *Ancient Society*. New York: Labor News.
- Morico, G. 1997. "Il Sepolcreto di Pragatto (BO)." In *Terramare 1997*, 696–697.
- Muhly, J. D. 1985. "Sources of Tin and the Beginnings of Bronze Metallurgy." *Journal of American Archaeology* 89 (2): 275–291.
- Nørgaard, H. W. 2018. *Bronze Age Metalwork: Techniques and Traditions in the Nordic Bronze Age 1500–1100 BC*. Oxford: Archaeopress.
- O’Flaherty, R., M. D. Gilchrist, e T. Cowie. 2011. "Ceremonial or Deadly Serious? New Insight into the Function of Irish Early Bronze Age Halberds." In *Bronze Age Warfare: Manufacture and Use of Weaponry*, a cura di M. Uckelmann e M. Mödinger, 39–52. BAR International Series 2255. Oxford: Archaeopress.
- Ottaway, B. S., e B. W. Roberts. 2008. "The Emergence of Metallurgy." In *Prehistoric Europe: Theory and Practice*, a cura di A. Jones, 193–225. London: Blackwell.
- Pernicka, E., J. Lutz, e T. Stöllner. 2016. "Bronze Age Copper Produced at Mitterberg, Austria, and Its Distribution." *Archaeologia Austriaca* 100: 19–55.
- Peroni, R. 1996. *L’Italia alle soglie della storia*. Vol. 558. Roma: Laterza.
- Pigeot, N. 1990. "Technical and Social Actors: Flintknapping Specialists at Magdalenian Etioilles." *Archaeological Review from Cambridge* 9: 126–141.
- Pollard, A., e P. Bray. 2013. "Chemical and Isotopic Studies of Ancient Metals." In *Archaeometallurgy in Global Perspective: Methods and Syntheses*, 217–238. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9017-3_10.

- Pool, C. 1992. "Integrating Ceramic Production and Distribution." In *Ceramic Production and Distribution: An Integrated Approach*, a cura di G. J. Bey e C. A. Pool, 275–313. Boulder, CO: Westview Press.
- Radivojević, M., Rehren, T., Pernicka, E., Šljivar, D., Brauns, M., Borić, D. 2010. "On the origins of extractive metallurgy: new evidence from Europe." *Journal of archaeological science* 37, no. 11 (2010): 2775-2787.
- Radivojević, M., Rehren, T., Kuzmanović-Cvetković, J., Jovanović, M. and Northover, J.P., 2013. Tainted ores and the rise of tin bronzes in Eurasia, c. 6500 years ago. *Antiquity*, 87(338), pp.1030-1045.
- Radivojević, M., B. W. Roberts, E. Pernicka, et al. 2019. "The Provenance, Use, and Circulation of Metals in the European Bronze Age: The State of Debate." *Journal of Archaeological Research* 27: 131–185. <https://doi.org/10.1007/s10814-018-9123-9>
- Rasmussen, M. 2001. *Experiments in Archaeology: A View from Lejre, an "Old" Experimental Centre*. <https://doi.org/10.5169/SEALS-169603>.
- Rehren, T., Radivojevic, M. and Roberts, B.W., (eds.) 2021. *The Rise of Metallurgy in Eurasia: Evolution, organisation and consumption of early metal in the Balkans*. Archaeopress.
- Rey, B. C. 2015. "David Dungworth and Roger C. P. Doonan, Eds., *Accidental and Experimental Archaeometallurgy* (HMS Occasional Publication 7, London: The Historical Metallurgy Society, 2013)." *European Journal of Archaeology* 18 (3): 533–536. <https://doi.org/10.1179/1461957115Z.0000000000135>.
- Rice, P. 1981. "Evolution of Specialized Pottery Production: A Trial Model." *Current Anthropology* 22 (3): 219–240.
- Rice, P. 1991a. "Specialization, Standardization, and Diversity: A Retrospective." In *The Ceramic Legacy of Anna O. Shepard*, a cura di R. Bishop e F. W. Lange, 257–279. Niwot, CO: University of Colorado Press.
- Robbiola, L., J.-M. Blengino, e C. Fiaud. 1998. "Morphology and Mechanisms of Formation of Natural Patinas on Archaeological Cu–Sn Alloys." *Corrosion Science* 40 (12): 2083–2111. [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(98\)00096-1](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(98)00096-1).
- Roberts, B. W. Thornton C. P. (eds.), 2014. *Archaeometallurgy in Global Perspective*, Springer. DOI 10.1007/978- 1-4614-9017-3_18

- Rostoker, W., e J. R. Dvorak. 1991. "Some Experiments in Co-Smoking to Copper Alloys." *Archaeomaterials* 5: 5–20.
- Rovira, S., I. Montero Ruiz, e M. Renzi. 2009. "Experimental Co-Smoking to Copper-Tin Alloys." In *Studies in Honour of Barbara S. Ottaway*, 407–414.
- Sáez, C. G., e I. M. Lerma. 2015. "Traceology on Metal: Use-Wear Marks on Copper-Based Tools and Weapons." In *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, 171–188. New York: Springer.
- Salter, C. J. 1997. "A Note on the Tin Slags from Caerloggas Down, Cornwall and the Upper Merrival Blowing-House, Devon." In *Prehistoric Extractive Metallurgy in Cornwall*, a cura di P. Budd e D. Gale, 45–50. Truro: Cornwall Archaeological Unit.
- Salzani, L. 2005. *La Necropoli dell'Età del Bronzo all'Olmo di Nogara. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Sezione Scienze dell'Uomo* 8. Verona.
- Scott, D. 1991. *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.
- Semenov, S. A. 1970. *Prehistoric Technology: An Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*. London: Cory, Adams & Mackay.
- Service, E. 1962. *Primitive Social Organization*. New York: Random House.
- Sofaer, J. R. 2010. "Technology and Craft." In *Organizing Bronze Age Societies: The Mediterranean, Central Europe, and Scandinavia Compared*, a cura di T. Earle e K. Kristiansen, 185–217. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sullivan, A. P. 1988. "Prehistoric Southwestern Ceramic Manufacture: The Limitations of Current Evidence." *American Antiquity* 53: 23–35.
- Tirabassi, J. 1979. *Catasto Archeologico della Provincia di Reggio Emilia: 4. I Siti dell'Età del Bronzo*. Reggio Emilia: Comune di Reggio Emilia.
- Tylecote, R. F. 1962. *Metallurgy in Archaeology: A Prehistory of Metallurgy in the British Isles*. London: Edward Arnold.
- Tylecote, R. F. 1987. *The Early History of Metallurgy in Europe*. London & New York: Longman.

Tylecote, R. F., E. Photos, e B. Earl. 1989. "The Composition of Tin Slags from the South-West of England." *World Archaeology* 20: 434–445.

Tylecote, R. F. 1992. *A History of Metallurgy*. 2nd ed. London: The Institute of Materials.

Wailes, B., ed. 1996. *Craft Specialization and Social Evolution: In Memory of V. Gordon Childe*. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum.

Wells, E. C. 2020. "Archaeometry: Definition." In *Encyclopedia of Global Archaeology*, a cura di C. Smith. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30018-0_360.

White, J. C., e V. Pigott. 1996. "From Community Craft to Regional Specialization: Intensification of Copper Production in Pre-State Thailand." In *Craft Specialization and Social Evolution: In Memory of V. Gordon Childe*, a cura di B. Wailes, 151–175. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare la Prof.ssa Cristina Lemorini per avermi guidato sin dai primi anni di Università nello studio e nella pratica dell'Archeologia Sperimentale, coinvolgendomi in innumerevoli attività che hanno sempre arricchito il mio bagaglio culturale e alimentato la mia curiosità e sete di conoscenza.

Un ringraziamento va ai revisori di questo lavoro per aver letto la tesi e avermi dato spunti di miglioramento puntuali che mi hanno permesso di migliorarla e presentarla nella sua veste attuale.

Uno speciale ed affettuoso ringraziamento va ad Elena Focaracci che mi ha supportato in ogni momento e in ogni situazione, già dalla stesura della tesi magistrale fino a questo importante traguardo. La sua presenza e i continui incoraggiamenti mi hanno sempre spinto oltre quelli che credevo fossero i miei limiti.

Vorrei ringraziare Alberto Rossi che ha messo a disposizione le sue ampie conoscenze nel campo della metallurgia, rendendo possibile la realizzazione di questo progetto.

Ringrazio inoltre Alessio Peruzzi, Antonio Fiore, Claudia Demontis, Jacopo Romano e Samuele Graziani, che con il loro entusiasmo e partecipazione hanno reso possibile e indimenticabile lo svolgimento delle attività di archeologia sperimentale.

Vorrei ringraziare Emanuele Crognaletti per aver partecipato alle sperimentazioni con entusiasmo e curiosità mettendo a disposizione le capanne del Villaggio Preistorico di Monte d'Oro.