Rivista di Scienze Preistoriche – LXXVI – 2026 – Supplemento on line – pp. 1-5

RIVISTA DI SCIENZE PREISTORICHE

ISTITUTO ITALIANO
DI PREISTORIA
E PROTOSTORIA

https://www.iipp.it/rivista-di-scienze-preistoriche/



Gaia Pignocchi [1, *]

Le punte d'osso a taglio obliquo e base troncata nel quadro dell'Eneolitico e dell'età del Bronzo in Italia

Supplementary data

[1] Scuola di Scienze e Tecnologie – Corso di Laurea in Tecnologie Innovative per i Beni Culturali – Università di Camerino; email: gaia.pignocchi@unicam.it

TIPO	N. SITO	SITO	CONTESTO	SPECIFICHE	GRUPPO/AREA	Lung.	BIBLIOGRAFIA	FIGURE
1	1	Alba	tomba	via Teodoro Bubbio	Piemonte	8,1	Chiarenza e Venturino Gambari 2013, fig. 6	4.6
1	16	Attiggio	abitato	str. 6	area marchigiana	8,3	inedita	6.11
1	16	Attiggio	abitato	str. 4	area marchigiana	8,3	inedita	6.12
1	7	Buca delle Fate di Cardoso	grotta		facies Vecchiano	12,9	Cremonesi 1985, fig. 1.9	5.2
1	7	Buca delle Fate di Cardoso	grotta		facies Vecchiano	5	Cremonesi 1985, fig. 1.7	5.3
1	2	Camerano	tomba	tomba 46	area marchigiana	10,9	Baroni-Recchia-Silvestrini 2006, fig. 3.3	3.1
1	2	Camerano	tomba	tomba 46	area marchigiana	11,3	Baroni-Recchia-Silvestrini 2006, fig. 3.4	3.2
1	2	Camerano	tomba	tomba 46	area marchigiana	10,1	Baroni-Recchia-Silvestrini 2006, fig. 3.9	3.3
1	2	Camerano	tomba	tomba 46	area marchigiana	10	Baroni-Recchia-Silvestrini 2006, fig. 3.10	3.4
1	2	Camerano	tomba	tomba 46	area marchigiana	10,3	Baroni-Recchia-Silvestrini 2006, fig. 3.11	3.5
1	2	Camerano	tomba	tomba 17	area marchigiana	11,6	Baroni-Recchia-Silvestrini 2006, fig. 3.14	3.6
1	2	Camerano	tomba	tomba 21	area marchigiana	6,4	Pignocchi e Dalla Longa 2022, fig. 1	3.7
1	5	Casale del Dolce	tomba	tomba 1, ind. F	facies laziale Conelle	13	Fiore e Tagliacozzo 2000, fig. 4.1	4.1
1	5	Casale del Dolce	tomba	tomba 1, ind. F	facies laziale Conelle	12,8	Fiore e Tagliacozzo 2000, fig. 4.2	4.2

Tab. 1 – Elenco delle punte d'osso a taglio obliquo suddivise per sito. I numeri in grassetto indicano la lunghezza delle punte integre (segue).

List of oblique cut bone points organized by site. Numbers in bold indicate the length of the intact specimens (continued).

TIPO	N. SITO	SITO	CONTESTO	SPECIFICHE	GRUPPO/AREA	Lung.	BIBLIOGRAFIA	FIGURE
1	5	Casale del Dolce	tomba	tomba 1, ind. F	facies laziale Conelle	12	Fiore e Tagliacozzo 2000, fig. 4.3	4.3
1	5	Casale del Dolce	tomba	tomba 1, ind. A	facies laziale Conelle	10,6	Fiore e Tagliacozzo 2000, fig. 4.4	4.4
1	5	Casale del Dolce	tomba	tomba 1, ind. B	facies laziale Conelle	7,2	Fiore e Tagliacozzo 2000, fig. 4.5	4.5
1	23	Casinalbo	abitato		area terramaricola	9	Provenzano 2001	8.2
2	21	Cattolica	abitato		Bronzo antico	10,9	Miari e Valli 2022: fig. 102	7.6
1	6	Caverna delle Arene Candide	grotta	str. 3-4	Liguria	8,3	Maggi-Starnini-Voytek 1997, fig. 32.8	4.7
1	6	Caverna delle Arene Candide	grotta	str. 6	Liguria	3	Bernabò Brea 1956, tav. XLIIId	4.8
1	6	Caverna delle Arene Candide	grotta	scavi 1883-1887	Liguria	10,7	Morelli 1901, tav. LXII.6	4.9
1	6	Caverna delle Arene Candide	grotta	scavi 1883-1887	Liguria	11,7	Morelli 1901, tav. LXII.7	4.10
1	6	Caverna delle Arene Candide	grotta	scavi 1883-1887	Liguria	7,6	Morelli 1901, tav. LXII.8	4.11
1	6	Caverna delle Arene Candide	grotta	scavi 1883-1887	Liguria	8,6	Morelli 1901, tav. LXII.5	4.12
1	15	Conelle	abitato	fase D	area marchigiana	8,1	Cristiani e Fiecchi 2003, tav. 1.6	6.10
2	15	Conelle	abitato	fase C	area marchigiana	8,5	Cristiani e Fiecchi 2003, tav. 4.5	7.4
1	3	Fontenoce	tomba	tomba 8	area marchigiana	13,2	Silvestrini e Pignocchi 1997, fig. 9.4	3.8
1	3	Fontenoce	tomba	tomba 8	area marchigiana	12,9	Silvestrini e Pignocchi 1997, fig. 9.3	3.9
1	3	Fontenoce	tomba	tomba 8	area marchigiana	12,2	Silvestrini e Pignocchi 1997, fig. 9.5	3.10
2	3	Fontenoce	tomba	tomba 14	area marchigiana	8	inedita	7.2
2	3	Fontenoce	tomba	tomba 14	area marchigiana	8	Silvestrini e Pignocchi 2000, fig. 9.6	7.3
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE H4 tg. 9	area grossetana	8,4	Vigliardi 2002, fig. 48.2	5.5
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE tg. 9	area grossetana	8,1	Vigliardi 2002, fig. 48.3	5.6
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE tg. 9	area grossetana	7,5	Vigliardi 2002, fig. 48.4	5.7
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE tg. 8/9	area grossetana	7,1	Vigliardi 2002, fig. 48.6	5.8
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE tg. 7	area grossetana	5,2	Vigliardi 2002, fig. 48.7	5.9
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE tg. 5	area grossetana	4,1	Vigliardi 2002, fig. 48.5	5.10
1	11	Grotta del Fontino	grotta	NE tg. 4 (deposito superiore)	area grossetana	10,4	Vigliardi 2002, fig. 48.8	5.11
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO II livello (zona sepoltura)	area grossetana	7,1	Vigliardi 2002, fig. 49.3	5.12
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO IV livello (zona sepoltura)	area grossetana	8,9	Vigliardi 2002, fig. 49.2	5.13
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO rimosso	area grossetana	11,3	Vigliardi 2002, fig. 49.4	5.14
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO rimosso	area grossetana	5,9	Vigliardi 2002, fig. 49.6	5.15
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO rimosso	area grossetana	7,5	Vigliardi 2002, fig. 49.7	5.16

Tab. 1 – Elenco delle punte d'osso a taglio obliquo suddivise per sito. I numeri in grassetto indicano la lunghezza delle punte integre (segue).

List of oblique cut bone points organized by site. Numbers in bold indicate the length of the intact specimens (continued).

TIPO	N. SITO	SITO	CONTESTO	SPECIFICHE	GRUPPO/AREA	Lung.	BIBLIOGRAFIA	FIGURE
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO rimosso	area grossetana	6,9	Vigliardi 2002, fig. 49.5	5.17
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO rimosso	area grossetana	3,6	Vigliardi 2002, fig. 49.8	5.18
1	11	Grotta del Fontino	grotta	SO rimosso	area grossetana	4,8	Vigliardi 2002, fig. 49.9	5.19
1	9	Grotta del Leone	grotta		facies Vecchiano	7,5	D'Eugenio 1990, fig. 16.3	5.1
1	13	Grotta dello Scoglietto	grotta		area grossetana	13,4	Ceccanti, Cocchi 1978, fig. 10.2	6.6
1	13	Grotta dello Scoglietto	grotta		area grossetana	9,5	Ceccanti, Cocchi 1978, fig. 10.3	6.7
1	13	Grotta dello Scoglietto	grotta		area grossetana	10,3	Cavanna 2007, fig. 15.5	6.8
1	13	Grotta dello Scoglietto	grotta		area grossetana	6,5	Cavanna 2007, fig. 15.4	6.9
1	14	Grotta di Sassi Neri	grotta		area grossetana	13	Negroni Catacchio 1981	5.4
4	10	Grotta Prato	grotta		area grossetana	7,4	Grifoni Cremonesi 1990, fig. 1	7.17
1	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	9,8	Cremonesi 2001, fig. 47.5	6.1
1	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	9,3	Cremonesi 2001, fig. 47.4	6.2
1	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	8,7	Cremonesi 2001, fig. 47.2	6.3
1	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	8,5	Cremonesi 2001, fig. 47.8	6.4
1	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	7,3	Cremonesi 2001, fig. 47.7	6.5
2	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	7,7	Cremonesi 2001, fig. 47.3	7.8
2	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	6,9	Cremonesi 2001, fig. 47.6	7.9
2	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	7,2	Cremonesi 2001, fig. 47.9	7.10
3	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	4,1	Cremonesi 2001, fig. 47.10	7.11
3	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	6,2	Cremonesi 2001, fig. 48.1	7.12
3	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	6	Cremonesi 2001, fig. 48.2	7.13
3	12	Grotta San Giuseppe	grotta		area grossetana	6	Cremonesi 2001, fig. 48.3	7.14
1	18	Le Coste	abitato		area abruzzese	7	Radi 2000, fig. 6.4	6.13
1	18	Le Coste	abitato		area abruzzese	6,9	Radi 2000, fig. 6.5	6.14
1	24	Montale	abitato		area terramaricola	7,7	Provenzano 2001	8.3
1	24	Montale	abitato		area terramaricola	7,6	Provenzano 2001	8.4
1	24	Montale	abitato		area terramaricola	6,1	Provenzano 2001	8.5
2	19	Osteria del Curato	abitato	US 4 tg. III	facies laziale Ortucchio 1	6,2	Anzidei e Carboni 2020, p. 699, fig. 2.5.551.12	7.5
1	22	Parma	abitato		area terramaricola	8,6	Provenzano 2001	8.1
1	20	Sa Osa	abitato	fossa O	Sardegna-Ozieri II	6,4	Gargani 2017	6.15
3	17	San Severino Marche	tomba?		area marchigiana	5,3	inedita	7.15
2	4	Selvicciola	tomba	tomba 15	area nucleare rinaldoniana	10,1	Fiore-Petitti-Tagliacozzo 2015, fig. 1	7.1
3	4	Selvicciola	tomba	tomba 14	area nucleare rinaldoniana	3,4	Fiore-Petitti-Tagliacozzo 2015, fig. 1	7.16
2	8	Spacco dell'Assassina	grotta		facies Vecchiano	6,7	Cocchi Genick 1985, fig. 4.10	7.7

Tab. 1 – Elenco delle punte d'osso a taglio obliquo suddivise per sito. I numeri in grassetto indicano la lunghezza delle punte integre (segue).

List of oblique cut bone points organized by site. Numbers in bold indicate the length of the intact specimens (continued).

TIPO	SITO	SPECIFICHE	^{14}C BP	CAL BC 2 σ	GRUPPO/AREA	BIBLIOGRAFIA
2	Fontenoce-area Guzzini	tomba 14 ind. sup.	4897±40 (LTL-166A)	3777-3632 (94,9%) 3549-3545 (0,6%)	area marchigiana	Cazzella e Silvestrini 2005
1	Camerano	tomba 21	4800±70 (ind. IV) (Ua-21088)	3708-3669 (4,6%) 3661-3491 (74,8%) 3466-3374 (16,0%)	area marchigiana	Cazzella e Silvestrini 2005
			4660±60 (ind. II) (Ua-21087)	3632-3552 (11,0%) 3541-3339 (84,1%) 3205-3199 (0,4%)		
1	Fontenoce-area Guzzini	tomba 8	4692±31 (OxA-18283)	3617-3614 (0,5%) 3608-3586 (3,6%) 3530-3371 (91,3%)	area marchigiana	Dolfini-Aranguren-Silvestrini 2011
1	Conelle	abitato fase D	4620±75 (Rome-193)	3626-3561 (5,6%) 3535-3264 (70%) 3246-3101 (19,9%)	area marchigiana	Cazzella e Moscoloni 1999
			4550±70 (Rome-191)	3512-3427 (9,9%) 3408-3398 (0,55) 3383-3023 (85%)		
			4500±70 (Rome-192)	3482-3479 (0,2%) 3371-3007 (90,9%) 2989-2930 (4,4%)		
			4490±70 (Rome-195)	3368-3007 (90,2%) 2988-2930 (5,3%)		
1	Le Coste	abitato	4535±65 (Rome-775)	3496-3439 (4,8%) 3379-3020 (90,6%)	area abruzzese	Radi 2000
1	Grotta del Fontino	SO IV livello (sepoltura del c.d. fanciullo)	4500±50 (Beta-153574)	3364-3075 (89,5%) 3065-3026 (5,9%)	area grossetana	Vigliardi 2002
1	Grotta dello Scoglietto	strato 4 base	4486±45 (str. 4 base) (LTL-14285A)	3357-3074 (88,0%) 3066-3026 (7,4%)	area grossetana	Pirosa 2017
1	Alba	tomba via Teodoro Bubbio	4450±156 (OZ-E785)	3625-3578 (1,3%) 3568-3564 (0,1%) 3533-2849 (90,7%) 2811-2745 (2,3%) 2729-2696 (1,0%)	Piemonte	Chiarenza e Venturino Gambari 2013
1	Caverna delle Arene Candide	str. 3-4	4430±60 (str. 2) (Beta-66550/CAMS-9418)	3337-3211 (28,8%) 3194-2917 (66,6%)	Liguria	Maggi 1997
1	Grotta dello Scoglietto	E47 focolare 1	4422±45 (LTL-14286A)	3331-3216 (23,7%) 3188-3151 (5,7%) 3132-2916 (66,1%)	area grossetana	Pirosa 2017

Tab.2 – Date radiocarboniche disponibili per i contesti con punte d'osso a taglio obliquo. Le date sono state calibrate con il software OxCal v.4.4.4 (Bronk Ramsey C. 2021) (segue).

Radiocarbon dates available for contexts with oblique-cut bone points. Dates were calibrated using software OxCal v.4.4.4 (Bronk Ramsey C. 2021). (continued).

TIPO	SITO	SPECIFICHE	^{14}C BP	CAL BC 2 σ	GRUPPO/AREA	BIBLIOGRAFIA
2	Conelle	abitato fase C	4390±70 (Rome-185)	3335-3213 (19,6%) 3191-3146 (5,8%) 3141-2894 (70,1%)	area marchigiana	Cazzella e Moscoloni 1999
			4320±70 (Rome-187)	3327-3228 (5,7%) 3183-3156 (1,2%) 3111-2851 (82,3%) 2809-2747 (4,7%) 2726-2698 (1,5%)		
			4310±70 (Rome-186)	3322-3237 (4,1%) 3177-3160 (0,6%) 3106-2846 (80,7%) 2812-2742 (6,9%) 2731-2675 (3,2%)		
3	Selvicciola	tomba 14	4337±94 (ind. H.B) (OZC-174)	3346-2848 (87,8%) 2811-2744 (5,2) 2730-2694 (2,1%) 2685-2678 (0,3%)	area nucleare rinaldoniana	Conti-Persiani-Petitti 1997
1	Caverna delle Arene Candide	str. 6	4320±80 (str. 5H) (Beta-48682)	3331-3216 (8,5%) 3188-3151 (2,1%) 3132-2847 (75,6%) 2812-2743 (6,3%) 2730-2693 (2,5%) 2688-2676 (0,5%)	Liguria	Maggi 1997
2	Selvicciola	tomba 15	4194±42 (ind. H. 29) (OZC-175)	2897-2662 (92,3%) 2653-2632 (3,2%)	area nucleare rinaldoniana	Conti-Persiani-Petitti 1997
2	Osteria del Curato	abitato US 4 tg. III	4000±45 (US221) (LTL-1412A) 3992±40 (US2362) (LTL-987A) 3989±55 (tomba 5) (LTL-972A)	2632-2402 (92,0%) 2624-2350 (95,4%) 2637-2337 (91,4%)	facies laziale Ortucchio 1	Carboni e Anzidei 2013
1	Grotta del Fontino	NE tg. 5	4100±100 (tg. 5) (Gif-7469)	2908-2452 (94,1%) 2421-2406 (0,5%) 2376-2352 (0,9%)	area grossetana	Skeates 1994
			3970±90 (settore A5-A7)	2859-2806 (3,9%) 2753-2721 (1,8%) 2702-2202 (89,7%)		
3	Selvicciola	tomba 14	3704±54 (ind. H.A) (OZC-173)	2282-2251 (3.7%) 2231-2220 (0,8%) 2210-1943 (91%)	area nucleare rinaldoniana	Conti-Persiani-Petitti 1997

Tab.2 – Date radiocarboniche disponibili per i contesti con punte d'osso a taglio obliquo. Le date sono state calibrate con il software OxCal v.4.4.4 (Bronk Ramsey C. 2021).

Radiocarbon dates available for contexts with oblique-cut bone points. Dates were calibrated using software OxCal v.4.4.4 (Bronk Ramsey C. 2021).

Rivista di Scienze Preistoriche – LXXVI – 2026 – Supplemento on line – pp. 6-34

RIVISTA DI SCIENZE PREISTORICHE

ISTITUTO ITALIANO
DI PREISTORIA
E PROTOSTORIA

https://www.iipp.it/rivista-di-scienze-preistoriche/



Mauro Fiorentini [1, *]

Riproduzione e utilizzo di due punte d'osso a taglio obliquo a base troncata

Supplementary data

[1] Antropologo, archeologo sperimentale, promotore del gruppo "MF Riproduzioni Storiche – 2007"; email: mauro-fiorentini@tiscali.it

Abstract – Reproduction and use of two Oblique-cut bone points with a truncated base – The aim of this study is to investigate the manufacturing process of Eneolithic oblique-cut bone points and to evaluate their effectiveness as piercing weapons. To achieve this, two experimental replicas were produced: one featuring a long bevel and the second a short bevel. Both specimens were tested on leather targets to collect significant data regarding their functional efficiency. The points were manufactured using an experimental toolset consistent with the archaeological record of the period under study. The equipment included a retouched flint blade used as a saw to section the bone, a sharp flint flake utilized as a wedge, and two lithic percussors (a larger flint hammerstone and a smaller sandstone one, the latter employed for high-precision work on smaller fragments). Finally, a sandstone slab was utilized both as an anvil and as an abrasive surface to sharpen the points.
The first point was hafted onto a wooden shaft fashioned with a stone hammer-axe, and the binding was secured using an adhesive compound of beeswax, resin, and ash. Running water was subsequently used to clean the bone elements of any remaining organic residue. The second point was hafted onto an arrow shaft and shot with a bow against leather targets.
The manufacturing process required approximately two hours of work per bone point. Use-wear analysis following the impact tests revealed no significant damage to the points, which successfully pierced the leather targets with minimal resistance in both trials. Regarding the first specimen, the wooden shaft fractured during the third impact, suggesting that a thicker hafting element would be required. The second specimen fractured along with the arrow shaft during the second trial.
In conclusion, it can be argued that such points could have been effectively employed for hunting, making their exclusive interpretation as symbolic items uncertain. Furthermore, the differences observed in length and, more importantly, in the morphology of the oblique cuts (i.e., short versus long bevels) may be attributed to the continuous resharpening of the tips, a process consistent with prolonged and repeated use over time.
Optical microscopy analysis of the bone point replicas aims to document, in high resolution, the anthropogenic diagnostic traces left by both manufacturing processes and experimental use.

Parole chiave: Eneolitico, punte d'osso a taglio obliquo, archeologia sperimentale, riproduzione, uso.

Keywords: Eneolithic, oblique-cut bone points, experimental archaeology, replication, use.

OPEN ACCESS (CC BY-NC-ND 4.0)
Attribuzione - Non commerciale
Non opere derivate 4.0 Internazionale

1. INTRODUZIONE

Riprodurre le punte in osso a taglio obliquo a base troncata dell'Eneolitico italiano è fondamentale per verificare le tecniche di fabbricazione e ricostruire la catena operativa, sperimentando l'uso di procedimenti diversi, ma soprattutto è utile per tentare di comprendere la funzione di questi manufatti e testare la loro efficacia e robustezza.

Il presente lavoro si divide in due sezioni: dapprima la ricostruzione di due punte d'osso a taglio obliquo a base troncata, e successivamente il loro utilizzo come armi con azione perforante, sia a mano che da getto. Lo studio archeosperimentale si conclude con un'analisi al microscopio ottico condotta sulle repliche sperimentali, per identificare e documentare le tracce antropiche lasciate sia dalle fasi di lavorazione sia dall'utilizzo pratico dei manufatti.

Lo scopo della ricostruzione è illustrare le fasi di lavorazione dei manufatti (catena operativa), condotte con l'ausilio di strumenti litici appositamente costruiti, con l'obbiettivo primario di valutare il tempo necessario a realizzarli. Altri obbiettivi sono tentare di identificare i vari momenti del processo produttivo, in particolare verificare la fattibilità di ottenere le punte attraverso la tecnica di percussione, e fornire indizi utili a riconoscere le fasi della catena operativa durante le analisi dei reperti archeologici. Per questi motivi si è scelto di utilizzare esclusivamente utensili in pietra per lavorare l'osso, in modo da poter integrare e confrontare tali osservazioni con i risultati pubblicati in letteratura relativamente all'impiego di strumenti litici o metallici per realizzare punte ossee (Cristiani e Alhaique 2005).

L'obiettivo finale è principalmente quello di formulare delle ipotesi sul loro eventuale utilizzo pratico come armi, oltre a verificarne la robustezza e, in subordine, avanzare ipotesi sulla loro concreta efficacia, nel tentativo di fornire un contributo preliminare allo studio di questa specifica tipologia di punte in osso che possa integrare quanto già edito (Pétillon-Plisson-Cattelain 2016: 48, tav. 4.1).

Le tecniche utilizzate nella catena operativa sperimentale per la produzione dei due manufatti in osso sono state le seguenti:

Estrazione del supporto (*Débitage*)

- Incisione con uno strumento in selce (per creare solchi profondi)
- Fratturazione controllata (per il distacco di porzioni di osso con la tecnica del taglio o della percussione sfruttando i solchi praticati)
- Percussione (per l'asportazione di porzioni di osso)
- Modellamento della forma (*Façonnage*)
- Abrasione (per dare forma appuntita sfregando la punta contro una pietra abrasiva come l'arenaria)
- Levigatura (per la rifinitura finale con abrasivi a grana molto fine)

2. RICOSTRUZIONE ED UTILIZZO DI UNA PUNTA D'OSSO A TAGLIO OBLIQUO CORTO COME PUNTA DI FRECCIA

La fase preliminare per la ricostruzione sperimentale della punta d'osso ha previsto la selezione da un macellaio di una tibia di pecora (*Ovis aries*) della lunghezza di 18 cm. Il supporto osseo è stato sottoposto a scarnitura manuale per l'asportazione dei tessuti molli residui (muscoli e tendini) e successivamente al lavaggio in acqua corrente (fig. 1). Dal punto di vista anatomico, la tibia è un osso lungo situato nella parte mediana degli arti posteriori, tra il femore e il metatarso e in un ovicaprino adulto ha una lunghezza variabile da 17 a 27,5 cm. La sezione trasversale è sub-ellittica o triangolare in corrispondenza della parte superiore (epifisi prossimale) e tende ad appiattirsi verso l'estremità inferiore (epifisi distale); sulla faccia anteriore dell'estremità prossimale è inoltre visibile una cresta per l'inserzione muscolare, non molto pronunciata, che si assottiglia gradualmente verso la diafisi (la parte centrale dell'osso) (fig. 2).

I manufatti impiegati nelle varie fasi di lavorazione per la produzione della punta sono stati una lama di selce, utilizzata come un seghetto sull'osso, per asportare le epifisi con un taglio trasversale e per creare l'incisione obliqua sulla porzione distale della punta, un percussore di arenaria e un secondo percussore più pesante in selce per realizzare il taglio obliquo e per completare il distacco delle epifisi: infine una lastra in arenaria con funzione di incudine per regolarizzare tramite abrasione i margini del taglio obliquo della punta (fig. 3).



Fig. 1

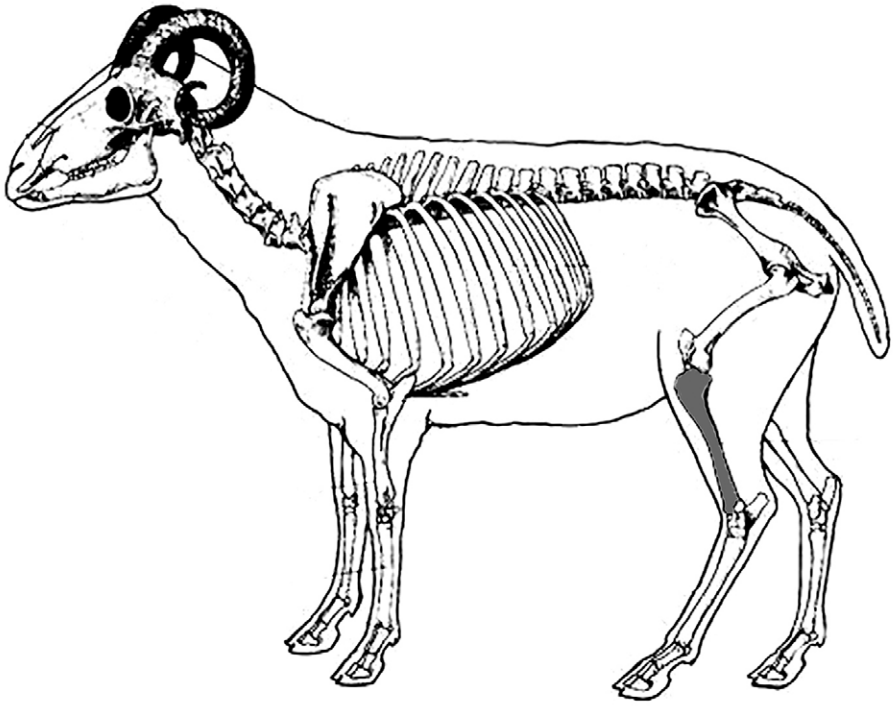


Fig. 2

Fig. 1 – Tibia di pecora utilizzata per la replica sperimentale.
Sheep tibia used for the experimental replica.
Fig. 2 – Scheletro di pecora con evidenziata la tibia.
Sheep skeleton with the tibia highlighted.

La lama è stata utilizzata per incidere l'epifisi distale della tibia realizzando un taglio parziale, azione che ha lasciato sull'osso dei solchi evidenti con sezione a V (fig. 4). Una volta ottenuti i solchi abbastanza profondi, la tibia è stata appoggiata obliquamente sulla base in arenaria e tramite percussione con il manufatto in selce all'altezza della scanalatura, dopo un solo colpo, è stato praticato l'immediato distacco dell'epifisi (fig. 5). La frattura ha un andamento netto, benché sia da rilevare il distacco di una piccola scheggia d'osso rimasta aderente all'epifisi, lasciando la relativa lacuna sul bordo della diafisi. I margini fratturati della tibia, dai bordi piuttosto netti ma irregolari e solcati da numerose striature lasciate dalla lama in selce (fig. 6), sono stati livellati e pareggiati per abrasione sulla lastra in arenaria (fig. 7). Completata la rifinitura dell'estremità distale, l'epifisi prossimale è stata rimossa seguendo la stessa procedura: incisione con lama di selce (fig. 8) e distacco dell'epifisi per percussione sulla lastra d'arenaria (fig. 9). L'asportazione delle due epifisi ha richiesto circa un'ora di lavoro, al termine del quale la lama in selce non presentava tracce evidenti di logorio meccanico, ma solamente residui organici lasciati dalle azioni di incisione sull'osso. L'efficacia della lastra litica come supporto passivo concorda con precedenti ricerche sperimentali già descritte (Marinelli-Moncel-Lemorini 2024).

La rimozione dell'epifisi prossimale ha consentito di avere un appoggio più stabile della diafisi tibiale, in modo da praticare l'incisione per realizzare il taglio obliquo distale della punta (fig. 10). Seguendo lo stesso procedimento sopra descritto, in un primo tempo sono state prodotte profonde incisioni perimetrali sull'osso con la lama in selce e quindi è stata praticata una percussione diretta con il percussore in selce (fig. 11), ottenendo una frattura perfettamente obliqua. La fase successiva ha previsto lo svuotamento del canale midollare, condotto con l'aiuto di un bastoncino e con acqua corrente (figg. 12-13). Si è quindi proceduto a creare una grossolana punta mediante il distacco obliquo di due porzioni ossee tramite l'uso combinato della lama in selce e del percussore in arenaria (figg. 14-16). L'asportazione della seconda porzione d'osso non è stata uniforme, determinando il distacco accidentale di una piccola scheggia ossea in corrispondenza del margine obliquo destro della tibia (fig. 16, cerchiato in rosso).

Successivamente la lastra in arenaria è stata bagnata per eseguire la regolarizzazione della punta ossea tramite abrasione, operazione che, grazie alle proprietà della pietra, ha permesso di rendere acuminata la punta e di rettificare la lacuna causata dal distacco della scheggia succitata.

La punta così ottenuta, della lunghezza totale di circa 11,5 centimetri e con un taglio obliquo di 3 cm, rientra nel secondo tipo identificato (Pignocchi *infra*), caratterizzato dallo sbieco corto (figg. 17-21).

La catena operativa, dall'estrazione del supporto osseo grezzo fino al manufatto finito, ha richiesto un tempo complessivo di due ore. Le varie azioni hanno lasciato come tracce visibili sugli strumenti litici utilizzati un solco profondo sulla porzione della lastra in arenaria, prodotto dal prolungato sfregamento dell'osso per renderlo appuntito, ed evidenze di residui di materiale organico sul margine tagliente della lama in selce dovute alle operazioni di incisione dell'osso.

Una volta ottenuta la punta, sono stati sfruttati alcuni campioni di pelle disponibili e un arco in legno precedentemente realizzato per sottoporla ad alcuni test funzionali finalizzati a testarne l'efficacia come punta di freccia.

L'obbiettivo primario consisteva nel verificare la fattibilità e la validità di questo tipo di impiego. Gli obiettivi secondari erano di verificare l'ipotesi secondo la quale la base della punta in osso potrebbe essere stata segata perpendicolarmente ai suoi lati lunghi intenzionalmente, per fornire una base d'appoggio solida e regolare contro cui far combaciare il legno dell'asta e registrare eventuali segni di degrado sulla punta stessa dovuti al suo utilizzo balistico.

L'arco sperimentale utilizzato è in legno di tasso di sette anni di età (fig. 22). È lungo 170 centimetri e ha una potenza di 55 libbre (circa 25 kg), con un allungo di 28 pollici. L'arco è classificabile nel tipo dritto asimmetrico (Loi e Brizzi 2002), e rientrerebbe nella categoria degli archi semplici, costituiti monomaterici definita da Cattelain (1997: 220). La scelta di quest'arco è legata al tipo di legno, che è lo stesso dell'arco rinvenuto accanto all'uomo del Similaun, ancora in fase di lavorazione (lunghezza 182 cm). Per quanto riguarda la potenza dell'arco di Ötzi vi sono stime discordanti: Vittorio e Alice Brizzi (2012) ipotizzano un sistema d'arma ad alto impatto con un arco capace di produrre una tensione di 38-45



Fig. 3

Fig. 3 – Manufatti in pietra impiegati nelle varie fasi di lavorazione.
Ston tools used in the various stages of production.

chilogrammi, pari a 83,7-99,2 libbre; Fleckinger ha proposto una replica con potenza di 61,6 libbre (28 kg) a 28 pollici. Infine, secondo le analisi di Casseyas, la corda di ricambio rinvenuta nella faretra della mummia avrebbe potuto armare un arco di circa 29 libbre (13,25 kg)[1]. Alcune repliche sperimentali hanno dimostrato come l'arco di Ötzi consentisse di colpire a morte senza difficoltà animali e uomini fino a una distanza di 30-50 metri[2].

La freccia utilizzata nel presente test è composta da un'asta lignea di 1 cm di diametro dotata di

[1] http://corporazione.blogspot.com/2009/01/archeologia-sperimentale-sulla-presunta.html, URL consultato il 13/09/2026

[2] https://www.iceman.it/it/oetzi/equipaggiamento, URL consultato il 13/09/2026

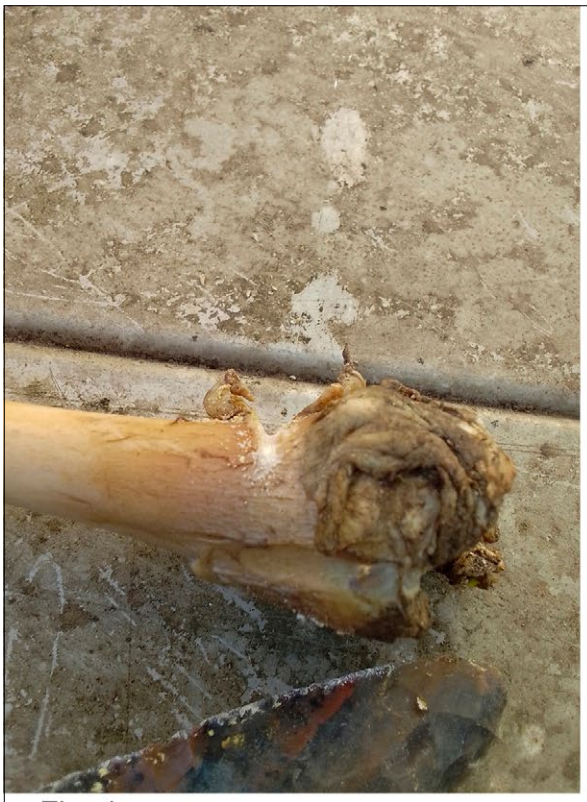


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Fig. 4 – Incisione in corrispondenza dell'epifisi distale della tibia.
Incision located at the distal epiphysis of the tibia.
Fig. 5 – Distacco dell'epifisi distale con il percussore in selce.
Detachment of the distal epiphysis using a flint percussion tool.
Fig. 6 – I bordi irregolari dopo il distacco dell'epifisi.
Irregular edges remaining after the removal of the epiphysis.
Fig. 7 – I bordi regolarizzati tramite levigatura sulla lastra di arenaria.
Edges smoothed by abrading on a sandstone slab.



Fig. 8



Fig. 9

Fig. 8 – Incisione dell'epifisi prossimale.
Incision of the proximal epiphysis.
Fig. 9 – Distacco dell'epifisi prossimale con il percussore in selce.
Detachment of the proximal epiphysis using a flint percussion tool.



Fig. 10



Fig. 11

Fig. 10 – Incisione obliqua per la creazione della punta.
Oblique incision to form the tip.
Fig. 11 – Distacco per percussione per la creazione del taglio obliquo.
Detachment by percussion to create the oblique bevel.

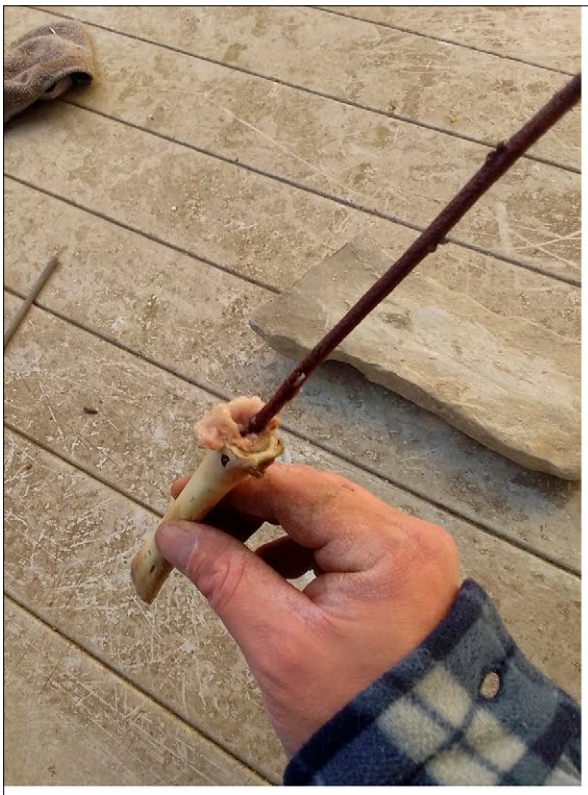


Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

Fig. 12 – La tibia viene svuotata del midollo.
Extraction of the marrow from the tibia.
Fig. 13 – La tibia svuotata del midollo.
The tibia cleared of marrow.
Fig. 14 – Creazione dei bordi della punta tramite incisione e percussione.
Shaping the edges of the tip through incision and percussion.



Fig. 15



Fig. 16

Fig. 15 – Creazione dei bordi della punta tramite incisione e percussione.
Shaping the edges of the tip through incision and percussion.
Fig. 16 – Rimozione di una piccola scheggia d'osso dal bordo della punta.
Removal of a small bone splinter from the edge of the point.



Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19



Fig. 20

Figg. 17-20 – La punta finita dopo la levigatura sulla lastra di arenaria.
The finished point following abrasion on the sandstone slab.



Fig. 21 – Esemplificazione dei procedimenti messi in atto per la creazione delle punte a taglio obliquo a base troncata.

Schematic representation of the blank segments detached to produce oblique cut bone points with a truncated base.

una cocca di 4 mm e di un impennaggio in penne di uccello fissate con collante e filo di lino (figg. 22-24). L'asta lignea è lunga 75 cm (29,5 pollici) e raggiunge 85 cm con l'innesto della punta d'osso. Queste dimensioni la rendono simile alla freccia trovata integra nella faretra di Ötzi (Brizzi e Brizzi 2012: 8-9). La punta in osso ricostruita ha una base di forma irregolarmente rettangolare, di dimensioni superiori al diametro del supporto ligneo. Per poterla inserire è stato necessario levigare l'estremità dell'asta lignea in maniera che aderisse alle pareti interne dell'immanicatura della punta fino a una profondità di 6 cm.

L'asta è stata forzata nell'innesto dell'osso fino al punto in cui l'attrito le ha impedito di scorrere ulteriormente; il punto di arresto è stato evidenziato tramite una marcatura lineare sul legno. Montata la punta, si può notare che la base



Fig. 22 – L'arco in tasso carico, visto di profilo, e la freccia utilizzata.

View of the drawn yew bow and the arrow utilized during the experimental trials.

sporge lateralmente rispetto all'asta di alcuni millimetri (fig. 23). Tale evidenza sembrerebbe confutare l'ipotesi precedentemente formulata, secondo la quale la base della punta ossea fosse destinata a combaciare sull'asta lignea. La sporgenza osservata potrebbe essere una scelta tecnica, in modo da rendere difficoltoso se non impossibile l'estrazione della punta dalla carne del bersaglio una volta che fosse penetrata a fondo.

Per i test di impatto balistico sono stati impiegati quattro supporti in pelle con caratteristiche differenti, siglati da P-1 a P-4:

P-1 è un lembo di pelle di vitello di colore nero all'interno e tinto di blu scuro all'esterno, piuttosto morbido e flessibile, spesso circa 1 mm.
P-2 è un foglio di pelle di vitello di colore grigio-verde, anch'esso flessibile ma più rigido di P-1 e spesso meno di 2 mm.
P-3 è un vello bianco di pecora, morbido e plastico.
P-4 è un foglio di cuoio di toro, piuttosto robusto e scarsamente flessibile, spesso 4 mm.

Il bersaglio è composto da alcuni strati di cartone celeste fissati l'uno sull'altro, posizionati su un cavalletto di legno. Tale struttura costituisce il nucleo interno del bersaglio sul quale saranno applicate le pelli durante le successive sessioni di tiro.

L'esperimento ha avuto inizio fissando il campione di pelle P-1 al bersaglio, contro il quale è stato effettuato un tiro da circa 10 metri di distanza. La punta ha perforato la pelle senza difficoltà, penetrando con forza anche nel nucleo di cartone per una profondità 4,3 cm (figg. 25-26). Per effetto del contraccolpo meccanico, l'asta lignea, fissata alla punta per sola pressione, si è allentata, senza però sfilarsi (fig. 26). Tale risultato permette di formulare l'ipotesi che in un reale contesto di caccia, l'asta lignea avrebbe potuto sfilarsi agevolmente consentendo di essere recuperata integra da parte del cacciatore. Al contrario la punta sarebbe rimasta conficcata nei tessuti dell'animale e, per il fatto di essere internamente cava, avrebbe costituito un canale aperto tra gli organi interni e l'esterno, contribuendo al dissanguamento della preda. Simili ipotesi sono state formulate in passato in merito a specifiche armature in selce (Brizzi e Brizzi 2012: 11, nota 1).

Estratta la punta dal bersaglio, non si evidenziano particolari segni di usura sull'osso. Solo l'estremità distale, più sottile, mostra due minuscole lacune da impatto, che non pregiudicano i margini del fendente. Minimi residui di pelle sono stati riscontrati lungo i margini del taglio obliquo (fig. 27).

Fissata nuovamente la punta d'osso sull'asta lignea, è stato effettuato un secondo lancio dalla medesima distanza di 10 m contro il bersaglio sul quale è stato posizionato il campione di pelle P-2.

Anche in questo caso la punta ha forato la pelle senza difficoltà, penetrando nel bersaglio per 4 cm (fig. 28). Tuttavia l'impatto ha causato il cedimento strutturale sia della punta sia dell'asta di legno: nel momento in cui la corsa della freccia è stata bruscamente frenata dal bersaglio, l'asta lignea ha agito come un cuneo contro le pareti interne della punta in osso, causandone la rottura in quattro frammenti. Per effetto del contraccolpo la punta si è frantumata fino all'estremità dell'asta lignea, preservandosi integra nella porzione distale, mentre l'asta di legno si è spezzata obliquamente per una lunghezza di 9 cm, con la porzione terminale rimasta saldamente infissa all'interno del frammento distale residuo della punta d'osso (fig. 29).

L'analisi macroscopica del manufatto non ha evidenziato danni evidenti al margine tagliente dell'apice rispetto a quanto notato al primo tiro (fig. 30). Tuttavia l'estremità distale mostra una lacuna da impatto del tutto comparabile con i risultati documentati in altri esprimenti (Pétillon, Plisson, Cattelain 2016: 50, fig. 4.1). Inoltre il foro di penetrazione sul campione di pelle P-2 risulta di dimensioni maggiori e più definito rispetto a quello riscontrato su P-1.

Sebbene l'estremità prossimale della punta in osso sia distrutta, il manufatto è potenzialmente riutilizzabile: la rimozione dei frammenti residui consentirebbe di ottenere una punta lunga circa 4 cm, caratterizzata da un innesto molto corto e da un taglio obliquo proporzionalmente lungo rispetto alla lunghezza complessiva. La punta così ottenuta richiamerebbe uno degli esemplari della Grotta San Giuseppe e la punta rotta in corrispondenza dell'immanicatura cilindrica di San Severino Marche (Pignocchi *infra*, fig. 7.12,15).

Al momento si è scelto di non procedere al reimpiego sperimentale della punta, preferendo la conservazione dei frammenti per eventuali futuri confronti con repliche moderne e con esemplari antichi.



Fig. 23

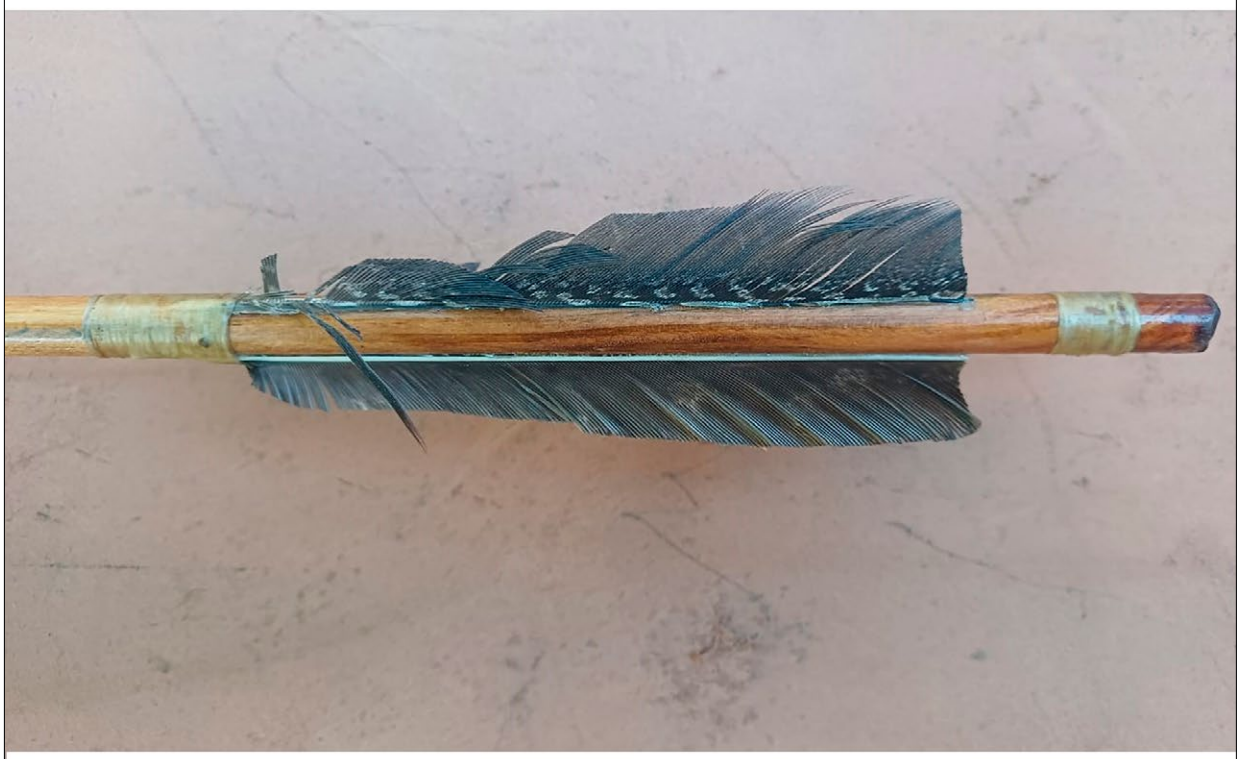


Fig. 24

Fig. 23 – Vista ravvicinata della punta in osso a taglio obliquo sulla freccia sperimentale
Close-up view of the oblique-cut bone point on the experimental arrow.
Fig. 24 – Vista ravvicinata dell'impennatura della freccia.
Close-up view of the arrow fletching.



Fig. 25



Fig. 26

Fig. 25 – Risultato del tiro contro P-1.
Impact test results on target P-1.
Fig. 26 – Dettaglio della penetrazione della punta in P-1.
Detail of the bone point penetration into target P-1.

La rottura della punta non ha consentito di proseguire i test d'impatto sui campioni P-3 e P-4 e neppure di sperimentare l'armatura in osso su aste da lancia o da giavellotto per verificarne la funzionalità come arma da getto manuale. Tuttavia, i dati raccolti consentono di formulare alcune ipotesi preliminari.

Sebbene l'impiego delle punte a taglio obliquo come punte di freccia risulti tecnicamente funzionale, la dinamica che ha portato alla frammentazione della punta dopo soli due lanci sconsiglia di armare la freccia come nell'esperimento, ovvero innestando l'armatura ossea con una base sporgente rispetto al diametro del fusto ligneo.

Per scongiurare questo genere di danni, la sperimentazione suggerisce che l'estremità prossimale della punta debba combaciare con una base appositamente preparata sull'asta lignea, come già ipotizzato in precedenza (fig. 31). Sembra necessario creare una sorta di "piano di battuta" sull'asta lignea in grado di arrestare la sua corsa nel momento in cui la punta in osso si arresti bruscamente una volta penetrata nel bersaglio. Tale accorgimento permetterebbe di distribuire l'energia cinetica residua lungo tutto il perimetro della base ossea anziché concentrarla contro le pareti interne, agendo, quindi, come detto, alla stregua di un "cuneo", il che porta alla frantumazione dell'armatura in osso.

Questa considerazione potrebbe valere anche nel caso in cui la punta in osso fosse impiegata per armare lance o giavellotti. Sembra quindi di poter scartare l'ipotesi precedentemente formulata secondo cui la sporgenza laterale dell'innesto osseo della punta sull'asta in legno fosse funzionale ad ostacolare l'estrazione dell'arma dai tessuti della preda.

La freccia è riuscita a penetrare per 4,3 cm nel primo test e per 4 cm nel secondo. A titolo di confronto, la freccia che uccise l'Uomo del Similaun riuscì a penetrare per 5 cm nei vestiti e nei tessuti muscolari della spalla sinistra prima di conficcarsi nella scapola, mentre la relativa asta lignea, spezzatasi o estratta intenzionalmente, non è stata rinvenuta sul posto. Questo, tuttavia, non necessariamente indica una minore capacità di penetrazione delle punte ossee a taglio obliquo, come quella qui riprodotta. Nel caso di Ötzi, infatti, non si conoscono né la potenza dell'arco da cui venne scagliata la freccia, né la distanza di tiro. Non si può inoltre escludere una differenziazione funzionale tra le punte in osso a taglio obliquo e le cuspidi in selce.



Fig. 27 – Lo stato della punta dopo l'impatto con P-1.
State of the bone projectile point after impact with target P-1.

Per la valutazione circa l'efficacia e lo specifico uso delle punte ossee a taglio obliquo quali elementi per freccia sono necessari, pertanto, ulteriori repliche sperimentali e cicli di tiro dedicati.

Per quanto riguarda il degrado di queste armature in osso, la frantumazione al secondo utilizzo costituisce un dato che non può essere ignorato. Al contempo l'assenza di macroscopici segni di usura nella parte attiva apicale della freccia, ne suggerisce la potenziale efficacia come arma da getto una volta immanicata correttamente.

3. RICOSTRUZIONE ED UTILIZZO DI UNA PUNTA D'OSSO A TAGLIO OBLIQUO LUNGO COME PUNTA DI LANCIA

Per la ricostruzione della seconda punta a taglio obliquo lungo sono stati utilizzati gli stessi manufatti litici e i procedimenti sperimentali messi in atto per la prima punta, a partire dalla



Fig. 28

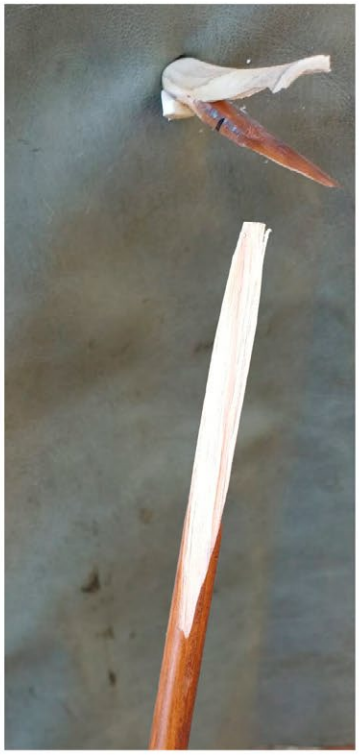


Fig. 29



Fig. 30

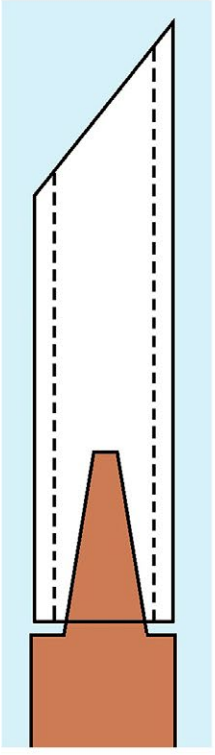


Fig. 31

Fig. 28 – La punta infissa in P-2, con l'innesto frammentato a causa dell'impatto.
The bone point embedded in target P-2, showing a fragmented hafting section caused by the impact.
Fig. 29 – L'asta della freccia spezzata a seguito dell'impatto contro P-2.
Post-experimental arrow shaft fractured upon impact with P-2.
Fig. 30 – Lo stato della punta dopo l'impatto con P-2.
State of the bone projectile point after impact with target P-2.
Fig. 31 – Sistema di inserimento del fusto cilindrico della punta all'asta di legno.
Hafting method displaying the insertion of the cylindrical bone point base onto the wooden shaft.



Fig. 32



Fig. 33

Fig. 32 – Solco visibile sulla lastra in arenaria a seguito dello sfregamento della punta.
Visible groove formed on the sandstone slab during the grinding of the bone point.
Fig. 33 – Tracce visibili di abrasione sulla lastra in arenaria a seguito delle azioni ripetute di sfregamento.
Visible abrasion traces on the sandstone slab resulting from repeated grinding actions.

creazione del supporto attraverso l'incisione, la fratturazione controllata e la percussione. Dopo la segmentazione trasversale delle epifisi, si è proceduto a configurare la parte attiva della punta. La diafisi ottenuta è stata incisa obliquamente a una estremità con la lama in selce, realizzando un solco abbastanza profondo su entrambi i lati della tibia. Successivamente l'elemento osseo è stato posato su una lastra in arenaria; nel solco di incisione è stata inserita una robusta lamella in selce non ritoccata, percossa con un percussore di arenaria fino a causare la frattura obliqua controllata dell'osso lungo la linea prestabilita. Il semilavorato osseo così ottenuto, già molto simile al prodotto finito, è stato rifinito tramite abrasione sulla lastra di arenaria precedentemente usata come incudine (figg. 32-33) fino a rettificare e pareggiare i margini e affilare il taglio obliquo, ottenendo così l'estremità appuntita con apice ogivale arrotondato.

I tempi di lavorazione del manufatto in osso finito, circa sei ore a partire dall'asportazione dell'epifisi, consentono di stimare una catena operativa volta a una produzione relativamente rapida di questo tipo di oggetti, sicuramente ancora più efficiente se si tiene conto delle competenze tecniche e della familiarità delle comunità eneolitiche con questa materia prima.

La seconda punta ha una lunghezza di 6,5 cm, una larghezza massima di 1,4 cm e uno spessore delle pareti ossee di 2-3 mm. La sezione trasversale risulta variabile in base alla conformazione anatomica dell'osso: rettangolare alla base, diventa progressivamente sub-circolare verso l'apice.

Sulla punta finita si possono notare alcune tracce di lavorazione (fig. 34). A livello macroscopico sono evidenti i segni lasciati dalla frattura indotta per ottenere il taglio obliquo. Alla base dello stacco si nota infatti una lacuna dai margini



Fig. 34



Fig. 35



Fig. 36

Fig. 34 – Tracce di lavorazione sulla punta.
Manufacturing traces on the bone point (chipping and striations).
Fig. 35 – Scheggiatura dai bordi frastagliati e piuttosto irregolari alla base del taglio obliquo ottenuto tramite percussione.
Chipping with jagged and irregular edges at the base of the oblique cut obtained by percussion.
Fig. 36 – Striature all'apice della punta prodotte dallo sfregamento dell'osso contro l'arenaria.
Striations located on the point tip resulting from abrasive wear against the sandstone slab.



Fig. 37



Fig. 38

Fig. 37 – La punta d'osso perfora il cuoio.
The bone point piercing the leather substrate during the experimental trial.
Fig. 38 – L'asticciola lignea spezzatasi dopo il terzo colpo con la punta d'osso integra dopo aver penetrato il cuoio.
Wooden shaft fractured after the third shot, shown alongside the intact bone point after successfully penetrating the leather.

frastagliati e irregolari, riconducibile al distacco per percussione diretta (fig. 35, evidenziato in rosso). Sulla superficie interna dell'apice, inoltre, si notano numerose piccole striature parallele prodotte dall'azione abrasiva sull'arenaria (fig. 36, evidenziate in rosso). Al contrario, i margini laterali della punta non mostrano striature visibili, apparendo lucide e ben levigate, sebbene anche queste siano state sfregate sull'arenaria per la regolarizzazione della punta acuminata.

Ottenuta la punta in osso, si è proceduto alla realizzazione dell'asta lignea. È stato scelto un ramoscello di nocciolo (*Corylus avellana*), tagliato dall'albero mediante la replica di un'ascia-martello e in seguito sfrondato con gli stessi strumenti silicei usati per la lavorazione della punta.

Un'estremità è stata assottigliata per inserirla a forza nel fusto cavo della punta ossea. Assemblati i due elementi, pur ipotizzando la possibilità di un incastro puramente meccanico tra le due parti, il fissaggio è avvenuto con l'applicazione di un collante composto da una miscela di cera d'api, resina di pino e polvere di carbone[3]. Il composto è stato amalgamato all'interno di un piccolo contenitore ceramico posto in prossimità di un fuoco: il calore riflesso ha sciolto la cera e la resina, che si sono amalgamate con la polvere di carbone. Probabili residui di collante sono visibili sulla punta della tomba 8 di Fontenoce-area Guzzini (Cristiani 2005: 1.5) e tracce di sostanze adesive sono state rinvenute su alcune cuspidi in selce della medesima necropoli (Silvestrini e Pignocchi 1997; Cristiani 2005). Mastici di origine vegetale per il fissaggio degli impennaggi e delle punte in selce trovano inoltre riscontro nelle frecce conservate nella faretra di Ötzi (Brizzi e Brizzi 2012).

La fase successiva ha previsto la simulazione d'uso dell'arma così ottenuta per valutarne l'efficacia tecno-funzionale. Il test è stato eseguito su un lembo di pelle di vitello, morbida e flessibile, dello spessore di 2 mm. L'obiettivo primario era la verifica della robustezza della punta in osso, mentre il secondario era la valutazione delle sue potenzialità offensive e di penetrazione.

La pelle è stata fissata a una morsa da banco e mantenuta tesa manualmente. Impugnando l'asticella di legno con la mano libera, è stato sferrato un colpo contro il bersaglio, che al primo impatto è stato solamente scalfito dalla punta ossea, ma non perforato. Il secondo colpo ha permesso che la punta d'osso forasse la pelle, penetrandovi per poco meno di 2 cm. Nel momento in cui la punta ha toccato il bersaglio è stata riscontrata una sensibile resistenza assiale, annullata incrementando la spinta lineare del braccio finché la punta non è riuscita a perforare la superficie elastica della pelle (fig. 37). Il terzo colpo sferrato ha causato la rottura dell'asticciola lignea a circa 20 cm dalla punta e il distacco del mastice di fissaggio (fig. 38).

L'esperimento così condotto ha permesso di formulare alcune considerazioni.

Innanzi tutto sembrerebbe confermata la robustezza della punta ossea: non solo non si notano differenze sostanziali o danneggiamenti di alcun tipo da un'analisi comparativa *pre-* e *post-use*. In questo caso anche l'innesto cilindrico non ha subito danni. Il fatto che sia stato necessario esercitare una spinta suppletiva per ottenere che la punta perforasse la pelle può essere ricondotto a vari fattori, come ad esempio un'incompleta o errata affilatura dei margini attivi della punta stessa o l'eccessiva tensione della pelle sulla morsa che ha contrastato eccessivamente l'energia cinetica dell'impatto. Tale rimbalzo della punta potrebbe forse non verificarsi nel caso in cui l'arma fosse scagliata contro il tessuto cutaneo meno teso di un animale.

È rilevante notare che analoghi esperimenti di perforazione del pellame effettuati mediante pressione manuale diretta con punte ossee hanno documentato una notevole resistenza dei supporti ossei a fronte di decine di azioni consecutive, pur registrando fenomeni di abrasione e isolati eventi di rottura (Bradfield e Brand 2015).

Il cedimento dell'asticciola di legno è probabilmente riconducibile ad almeno due fattori: l'utilizzo di un legno con un grado non ottimale di stagionatura e l'impiego scorretto non conforme alle sue proprietà. Per quanto riguarda il tipo di legno utilizzato, il nocciolo (*Corylus avellana*) è stato ampiamente impiegato nel corso dei secoli per le aste delle frecce grazie alle sue elevate proprietà di elasticità e resistenza, che riducono il rischio di frattura immediata rispetto a essenze lignee più rigide. Sebbene un'asta di nocciolo garantisca resistenza nel tiro tradizionale, può co-

[3] È noto che l'uso di mastici (resine naturali o catrami complessi come la pece di betulla) è documentato sin dal tardo Pleistocene Medio (Rots 2016).

munque spezzarsi a seguito di un impatto laterale violento contro superfici rigide o a causa del diverso grado di umidità del legno, stagionato o fresco, come nel nostro caso.

L'inconveniente potrebbe essere riconducibile al fatto che l'esperimento si è svolto nel mese di febbraio, periodo adatto per raccogliere i polloni di nocciolo, ma non idoneo al loro utilizzo immediato. La fibra, infatti, era ancora verde, non adeguatamente stagionata, il che ne ha compromesso la resistenza meccanica.

Relativamente all'impiego errato dell'asta, è probabile che il cedimento non si sarebbe verificato qualora l'arma fosse stata utilizzata come arma da getto (giavellotto) piuttosto che da stoccata manuale (lancia). Adoperandola come lancia, la pressione della forza muscolare impressa dell'utilizzatore unita alle sollecitazioni e alle forze laterali, oltre alla scarsa stagionatura del legno, ha causato la rottura dell'asta quando per la seconda volta la punta è stata spinta con forza contro la pelle. Se fosse stata scagliata come giavellotto, la penetrazione sarebbe stata favorita dall'energia cinetica oltre che dal peso stesso della punta e dalla sua affilatura.

Si può dedurre che questo specifico tipo di punte in osso fosse utilizzato preferibilmente per armare un giavellotto piuttosto che una lancia. L'asta di una lancia richiede infatti un diametro adeguato a sopportare la spinta di chi la brandisce contro il bersaglio, mentre il fusto di un giavellotto, in quanto arma da getto, può avere un diametro più sottile essendo soggetto a minori sollecitazioni meccaniche al momento dell'impatto.

Prospettive di ricerca future prevedono la replica sperimentale di punte di lunghezza maggiore e con apice più appuntito e l'impiego di aste in essenze lignee opportunamente selezionate e stagionate, caratterizzate da diametri più consistenti, al fine di vagliare i modelli interpretativi qui proposti.

4. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI

La replica sperimentale delle due punte in osso ha consentito di formulare alcune osservazioni per quanto riguarda le tecniche e gli strumenti utilizzati. Dal punto di vista funzionale si è visto che una lama in selce a ritocco semplice o piatto risulta particolarmente efficace, per segare l'osso. Inoltre, la presenza di una dentellatura grossolana consente di incidere l'osso piuttosto velocemente. Infine l'uso di una lastra di arenaria come base di appoggio (incudine) durante la percussione diretta dell'osso, si è rivelato un accorgimento valido per ottenere il taglio obliquo e per non disperdere la forza dell'urto. Le tecniche descritte (sezionamento mediante taglio trasversale e percussione finalizzata ad ottenere la frattura obliqua), già ipotizzate da vari autori (Cristiani 2005; Cristiani e Alhaique 2005; Fiore-Petitti-Tagliacozzo 2015), trovano conferma sperimentale su questo genere di manufatti. È stato verificato, inoltre, che è possibile ottenere il medesimo risultato colpendo l'osso direttamente con il percussore in corrispondenza dell'incisione obliqua, senza frapporvi la lamella di selce in funzione di cuneo. È stato osservato, infatti, che quanto più l'incisione è profonda, tanto più netta sarà la frattura ottenuta a seguito della percussione.

Le operazioni di rifinitura e affilatura tramite abrasione su arenaria sono state piuttosto rapide, nell'ordine di poche decine di minuti. Ne risultano due considerazioni: l'investimento temporale maggiore risiede nella fase di incisione preliminare del supporto osseo, mentre molto più facili e rapidi risultano, all'occorrenza, la riaffilatura e il ripristino funzionale di una cuspide smussata dall'uso.

L'analisi macroscopica ha permesso di registrare gli effetti dell'usura sugli strumenti utilizzati. Per quanto riguarda la lama in selce, il margine tagliente non sembra essere stato intaccato in modo significativo dall'azione di taglio ripetuto per incidere l'osso, che invece ha lasciato residui organici sulla parte attiva del manufatto. Questo dipende dalla durezza della selce (7 nella scala di Mohs), una roccia formata da silice microcristallina estremamente compatta, ad altissima resistenza.

La lastra di arenaria (durezza 6-7), la cui resistenza complessiva è molto inferiore rispetto alla selce a causa della sua porosità, mostra solchi irregolari nei punti di attrito con la punta d'osso durante la fase dell'affilatura. Se ne deduce che simili tracce di usura su reperti archeologici possano costituire un indicatore diagnostico per suggerire la medesima funzione.

Sulla superficie della punta finita si riscontrano alcune tracce residue prodotte sia dal distacco tramite percussione, sia dall'abrasione dell'osso

sull'arenaria, ma solamente sul lato interno della punta, mentre le superfici laterali non mostrano striature visibili ad occhio nudo.

Allo stato attuale delle repliche sperimentali condotte non sembra di poter identificare un motivo tecnico che possa giustificare la scelta di produrre una punta a sbieco lungo piuttosto che una a sbieco corto. La lavorazione ha seguito le medesime fasi per entrambe; si ipotizza pertanto che la scelta di praticare uno sbieco lungo o uno corto potesse dipendere da fattori legati al supporto (quali la lunghezza originaria dell'osso, la sua morfologia o la sua integrità iniziale) e da necessità funzionali legate alle modalità d'uso.

Tuttavia, forse più realisticamente, lo sbieco corto potrebbe essere il risultato della riaffilatura di una punta originariamente a sbieco lungo utilizzata più o meno intensivamente. Tale considerazione trova riscontro nel fatto che, mediamente, gli esemplari a sbieco corto hanno una lunghezza totale inferiore rispetto a quelli a sbieco lungo (Pignocchi *infra*).

Nell'esperimento è stato dimostrato come l'abrasione del supporto osseo sulla pietra arenaria cancelli le tracce di taglio lasciate dagli strumenti litici. L'esame macroscopico della frattura obliqua non mostra comunque tracce delle tecniche utilizzate sia per la realizzazione del supporto sia per la sua successiva modellazione e, eventualmente, riaffilatura.

Tuttavia, poiché entrambi i tipi sono risultati sostanzialmente equivalenti in termini di robustezza e penetrazione, allo stato attuale delle evidenze sembra ragionevole supporre che ripetuti interventi di riaffilatura di una punta a sbieco lungo determinino un progressivo accorciamento del taglio obliquo, fino ad ottenere uno sbieco corto.

Relativamente all'impiego con l'arco come punta da getto, essa è riuscita a penetrare per 4 cm in entrambi i test effettuati e l'inconveniente della sua rottura al secondo impatto sembra dipendere da un errore di immanicatura piuttosto che a un cedimento intrinseco della materia ossea. Il margine attivo della punta scagliata con l'arco non mostra particolari segni di deterioramento, confermando la sua efficacia come arma da getto.

Quanto all'impiego come lancia, mentre la punta in osso è rimasta integra dopo i tre tentativi balistici, la rottura dell'asta lignea, forse troppo sottile, è dovuta alla forza muscolare inflitta nell'impatto contro la pelle del bersaglio. Tale esperimento sembrerebbe ulteriormente confermare la robustezza della punta ossea anche come arma manesca, non avendo subito alcun tipo di danneggiamento né all'apice né in corrispondenza dell'innesto cilindrico.

5. ANALISI AL MICROSCOPIO

5.1 Introduzione

Le analisi al microscopio[4] sulle repliche delle punte d'osso hanno lo scopo di evidenziare nel dettaglio le tracce antropiche lasciate dalle azioni di manifattura e di utilizzo dei manufatti in sede sperimentale.

L'analisi consente di identificare e mappare i macro-segni di manifattura lasciati dai manufatti litici utilizzati e le fratture macroscopiche derivanti dall'impatto o dalla pressione durante l'uso.

5.2 Punta di freccia in osso a taglio obliquo corto

Superficie dorsale – Sulla superficie dorsale del manufatto non si evidenziano tracce di lavorazione o di uso, ma solamente le striature corticali naturali della superficie ossea.

Estremità distale – L'estremità distale della punta mostra l'apice troncato da una frattura trasversale ad andamento sinuoso. La lacuna è imputabile all'impatto frontale contro il bersaglio dell'estremità appuntita della punta in osso nella fase di utilizzo con l'arco (fig. 39).

Margine dello sbieco – Sul margine dello sbieco si evidenziano i residui cromatici, visibili anche a occhio nudo, derivanti dal contatto con la pelle di colore blu posizionata sulla porzione esterna del bersaglio (fig. 40). Sono inoltre visibili micro-fibre che potrebbero essere residui della componente cartacea che costituiva il nucleo del bersaglio, o della pelle stessa (fig. 41), residui rinvenuti anche nelle punte delle frecce del Similaun (Brizzi e Brizzi 2012).

Margine laterale – Sul margine laterale si evidenziano infine due scalfitture parallele,

[4] Le analisi sono state condotte utilizzando un microscopio binoculare da dissezione Zeiss modello Stemi DV4 dal geologo Alessandro Montanari direttore dell'Osservatorio Geologico di Coldigioco (Apiro-MC), che si ringrazia.



Fig. 39

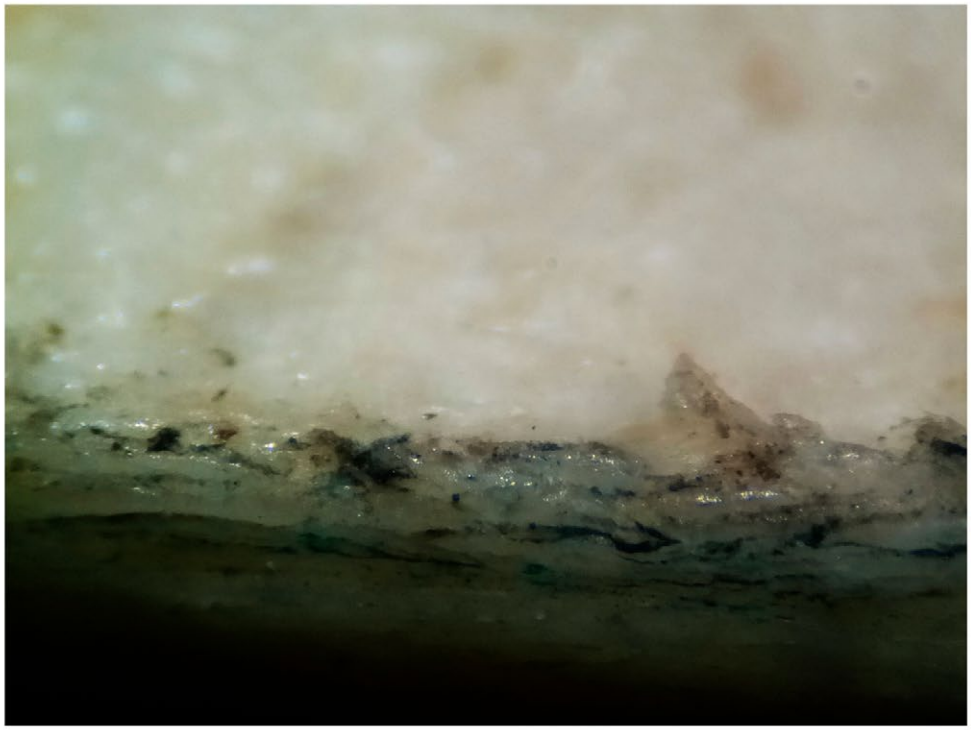


Fig. 40

Fig. 39 –L'apice della punta troncato a seguito dell'impatto frontale contro il bersaglio.
Tip of the point with an impact fracture resulting from frontal impact against the target.
Fig. 40 – Residui cromatici del bersaglio sul margine dello sbieco.
Chromatic target residues identified on the bevel margin.

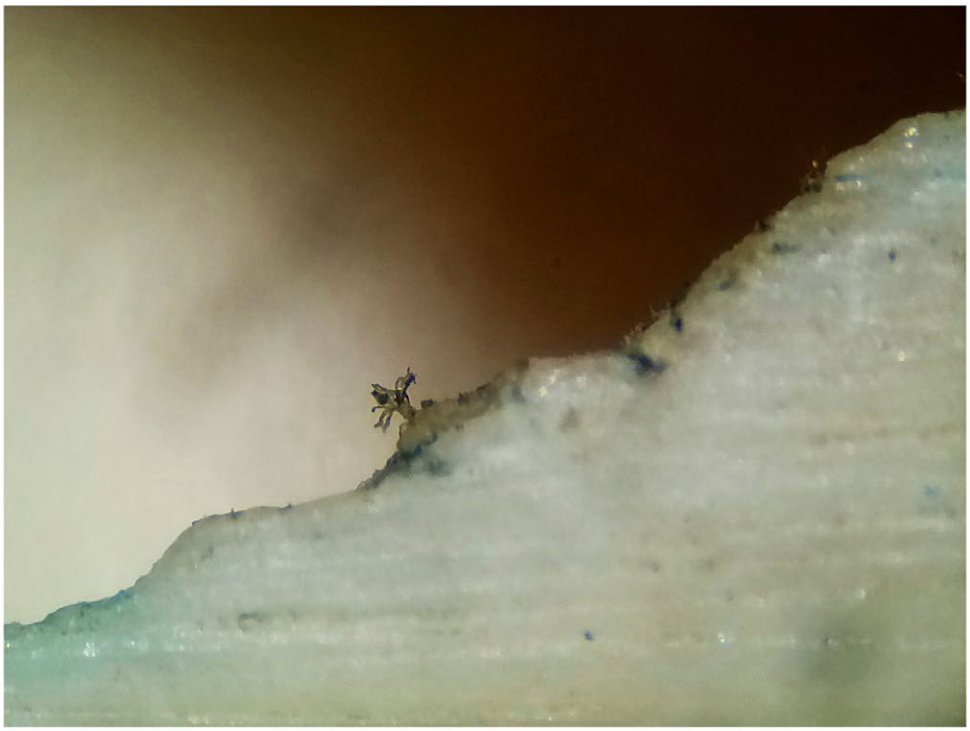


Fig. 41



Fig. 42

Fig. 41 – Micro-fibre residue del bersaglio sul margine dello sbieco.
Residual target micro-fibers located on the bevel margin.
Fig. 42 –Scalfitture parallele imputabili a segni di lavorazione del manufatto sperimentale.
Parallel striations on the experimental replica, attributable to manufacturing marks.



Fig. 43

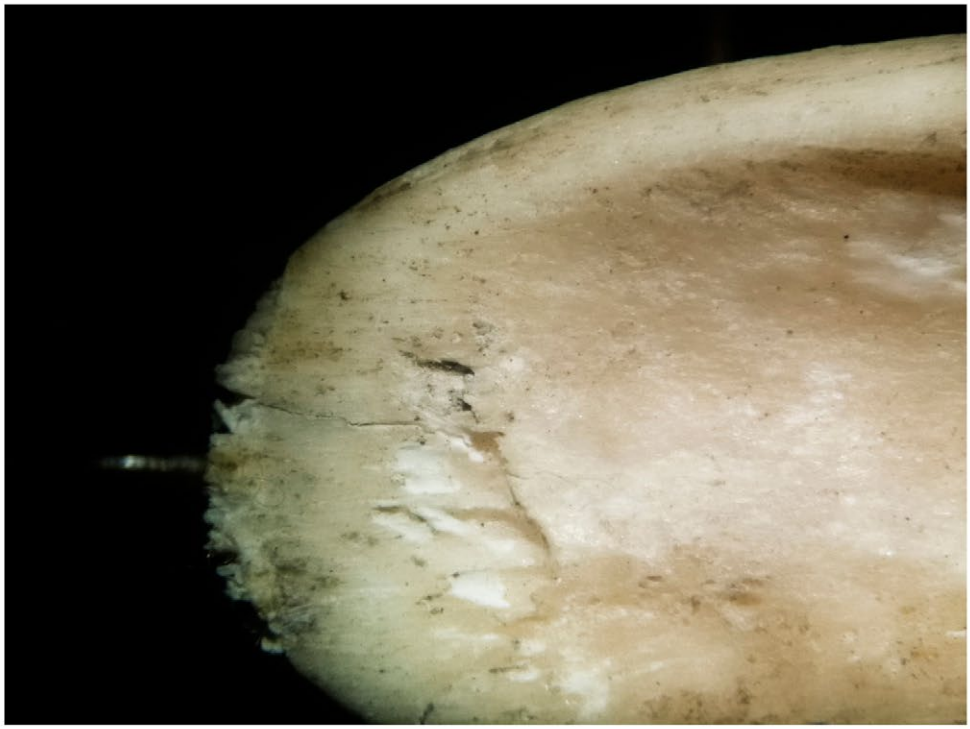


Fig. 44

Fig. 43 – Incisioni lineari di origine naturale sulla superficie dell'osso.
Linear incisions of natural origin on the bone cortical surface.
Fig. 44 – Area di abrasione localizzata sulla superficie interna dell'apice della punta.
Abrasion area located on the inner surface of the point tip.



Fig. 45

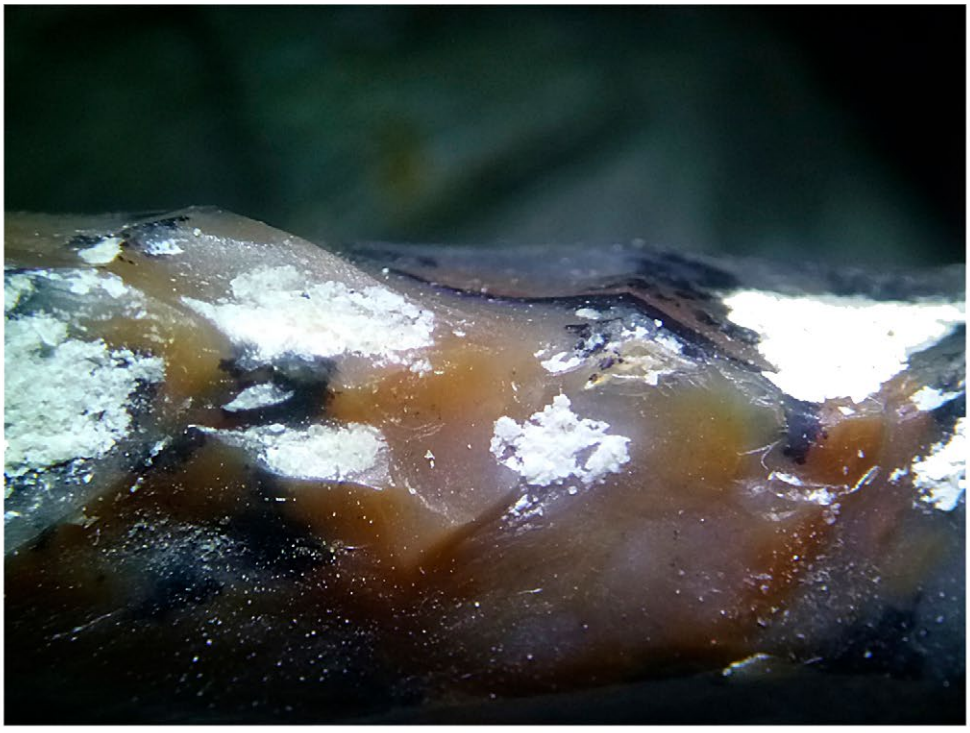


Fig. 46

Fig. 45 – Distacco accidentale di una scheggia durante la fase di lavorazione per percussione diretta.
Accidental flake scar produced during direct percussion manufacturing.
Fig. 46 – Residui di polvere d'osso sui margini taglienti del manufatto in selce.
Bone powder residues identified on the cutting edges of the flint artifact.

parzialmente compatibili con le tracce recenti di lavorazione per la replica sperimentale del manufatto in considerazione dell'aspetto fresco dei solchi, cromaticamente differenti dalla superficie corticale dell'osso (fig. 42).

5.3 Punta di lancia in osso a taglio obliquo lungo

Superficie dorsale – Sulla superficie dorsale non si evidenziano tracce di lavorazione o di uso, ma solamente le striature naturali della superficie ossea. Due brevi incisioni lineari e un solco più allungato sono anch'esse imputabili a segni naturali dell'osso in quanto cromaticamente affini alla superficie esterna corticale (fig. 43).
Estremità distale – In corrispondenza della superficie interna all'estremità distale della punta (apice) si osserva un'area di abrasione, già evidenziata a livello macroscopico, dove sono visibili asportazioni di materia e micro-fratture fresche ad andamento longitudinale, riconducibili all'azione di sfregamento del manufatto sull'arenaria (fig. 44). L'azione di raschiamento e frizione ha lasciato micro-solchi orientati nella direzione del movimento, visibili anche a occhio nudo. L'orientamento dei micro distacchi (micro-schegge) indica la direzione in senso longitudinale del movimento sulla superficie ruvida della lastra di arenaria.

Il margine dell'apice si presenta abraso e sfrangiato con evidenza di microscopici residui piliferi.

La morfologia irregolare del margine attivo è da attribuire all'utilizzo a secco della lastra di arenaria durante l'operazione meccanica di modellamento per sfregamento del manufatto, durante la fase terminale della catena operativa sperimentale di produzione, escludendo pertanto una causa di natura funzionale.

Al contrario i residui di peli sono riconducibili all'impatto con le pelli di vitello utilizzate come superficie del bersaglio, e pertanto sono una chiara traccia dell'uso funzionale della punta, tenendo conto che il margine irregolare dell'osso ha favorito l'inclusione e la ritenzione dei residui piliferi.

Tali evidenze dimostrano la robustezza della punta ossea che non mostra alcun segno di danneggiamento o fratture da impatto sull'estremità apicale attiva.
Parte prossimale dello sbieco – In corrispondenza della parte prossimale dello sbieco obliquo la foto al microscopio evidenzia ulteriormente la negatività del distacco accidentale da scheggiatura prodottasi durante la fase di lavorazione per percussione diretta del taglio (fig. 45).
Margini laterali – Nessuna striatura è visibile sui margini laterali della punta, lucidi e ben levigati, sebbene anche questi siano stati sfregati sull'arenaria per la regolarizzazione della punta.

5.4 Manufatto in selce (strumento di lavorazione)

Sui margini taglienti del manufatto in selce sono ben evidenti micro-incrostazioni biancastre all'interno dei negativi dei ritocchi (fig. 46). Tali tracce sono identificabili come residui e polvere d'osso lasciati dalla lavorazione della materia dura animale nella fase di incisione dell'osso. Durante l'azione di incisione o raschiamento, il contatto tra il margine tagliente della selce e la materia ossea determina un'usura abrasiva reciproca, maggiore a carico dell'osso. La polvere d'osso prodotta dal movimento meccanico viene pressata nelle concavità del ritocco, conservandosi solo parzialmente a causa dei successivi processi post-deposizionali.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bradfield J., Brand T. (2015) – Results of utilitarian and accidental breakage experiments on bone points, *Archaeological and Anthropological Sciences* 7 (1), 27-38. https://doi.org/10.1007/s12520-013-0136-5

Brizzi V., Brizzi A. (2012) – About Iceman's Arrowhead, *ACOTW Arrowhead Collecting On The Web* n. 6, vol. IV, pp. 3-12.

Cattelain P. (1997) – Hunting during the Upper Paleolithic: Bow, Spearthrower, or Both?, in Knecht H. ed. – *Projectile Technology. Interdisciplinary Contributions to Archaeology*, Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1851-2_9

Cristiani E. (2005) – Corredi funerari in osso dalle necropoli eneolitiche di Fontenoce-area Guzzini (Macerata) e Camerano – loc. S. Giovanni (Ancona). L'apporto dell'analisi funzionale, in *Preistoria e Protostoria delle Marche,* Atti della XXXIV Riunione Scientifica. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria: 944-948.

Cristiani E., Alhaique F. (2005) – Selce o metallo? Approccio tecno-funzionale dell'industria in materia dura animale presso Conelle di Arcevia (Ancona), in *Preistoria e Protostoria delle Marche,* Atti della XXXIV Riunione Scientifica. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria: 939-943.

Desmond A., Cartwright I., Allen R. (2012) – Documenting Functional Use-Wear on Bone Tools: An RTI Approach, *Journal of Computer Application in Archaeology* 4,1, pp. 214–229. https://doi.org/10.5334/jcaa.80

FIORE I., PETITTI P., TAGLIACOZZO A. (2015) – Analisi tipologica e tecnologica delle 'punte sbieche' in osso dalla necropoli eneolitica di Selvicciola, Ischia di Castro (Viterbo), in THUN HOHENSTEIN U., CANGEMI M., FIORE I., DE GROSSI MAZZORIN J. eds. – *Atti del 7° Convegno Nazionale di Archeozoologia*, Ferrara, Rovigo 2012, Museologia Scientifica e Naturalistica volume 11 n. 2, Annali dell'Università degli Studi di Ferrara: 57-62.

FLECKINGER A. (2005) – *Otzi, der Mann aus dem Eis*, Vienna-Bolzano.

LOI C., BRIZZI V., Uso dell'arco nella Preistoria europea, poster del Convegno di Archeologia Sperimentale *Catene operative dell'arco preistorico*, Fiavè, 30 agosto – 1 settembre 2002.

MARINELLI F., MONCEL M-H., LEMORINI C. (2024) – The use of bones as tools in Late Lower Paleolithic of Central Italy, *Scientific Reports* 14, 11666 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-024-62612-z

PÉTILLON J-M., PLISSON H., CATTELAIN P. (2016) – Thirty Years of Experimental Research on the Breakage Patterns of Stone Age Osseous Points. Overview, Methodological Problems and Current Perspectives", in Iovita R., Sano K. (eds) – *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*, Dordrecht: Springer, pp. 47-63.

ROTS V. (2016) – Projectiles and Hafting Technology, in Iovita R., Sano K. (eds) – *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*, Dordrecht: Springer, pp. 167-185.

SILVESTRINI M., PIGNOCCHI G. (1997) – La necropoli eneolitica di Fontenoce di Recanati: lo scavo 1992, *Rivista di Scienze Preistoriche* XLVIII: 309-366.

http://corporazione.blogspot.com/2009/01/archeologia-sperimentale-sulla-presunta.html

https://www.iceman.it/it/oetzi/equipaggiamento