

Arcosophia

Numero 7

In questo numero

- 1 Giochi e giocattoli
di Vittorio Brizzi
- 2 La via pubblica e privata
nell'India antica
- 6 Un processo di ingegneria
inversa sulla cuspide
in selce di Tabina 1
di Vittorio Brizzi
- 14 Le balestre di corno
a Venezia nel '200
di Alessio Cenni

Giochi e giocattoli

di Vittorio Brizzi

Intitolo così il mio consueto editoriale in omaggio all'opera della Auboyer, qui presentata nella sua parte iniziale. Prima devo però rivolgere un sentito grazie a Ircano Romano che ce l'ha raccomandata e ceduta, ed al suo straordinario (e raffinato) fiuto bibliografico. Les jeux et les jouets (Giochi e giocattoli) è il sottotitolo del volume VI dell'opera dedicata a La vie publique et privée dans l'Inde ancienne, in cui in stile enciclopedico vengono descritte



attitudini sociali e costumi dell'India antica, spesso in forma monografica, dal II secolo a. C. al VII d.C. Giochi e giocattoli come titolo fa sorridere, ma è una sacra ed innegabile verità, per noi. Leggendo l'intricata descrizione delle posizioni (o forme) canonizzate in questa aristocratica disciplina, molto risulta incomprendibile, e moltissimo fa sognare, evocando un immaginario di dei ed eroi. L'India è uno straordinario Paese, mai come oggi moderna-

mente vicino al nostro. La sua storia è intricata e tormentata, ricca di contraddizioni, fascino misterioso ed estremamente legata all'arco e alla sua simbologia. Le bellissime immagini che qui vedrete, di tecnico, ap-

parentemente, hanno ben poco. Ma sul prossimo numero terremo un'analisi più approfondita. L'articolo seguente è una mia ricerca sulla possibile interpretazione balistica di una particolare punta di freccia dell'età del Bronzo, ritrovata nelle terramare di Tabina di Magreta. È particolare e atipica per la sua morfologia, e le conclusioni a cui sono giunto derivano da una esperienza sul campo che dura da molti anni, sia come archeologo sperimentale che come cacciatore con l'arco. Il pezzo di Cenni, di raffinata qualità, mette in evidenza la severa disciplina che regolava la costruzione delle balestre nella Venezia del '200. Si tratta di un contributo eccellente che presenta per la prima volta tesi inedite ed originali. ■

GREENTIME S.p.A.

Via Barberia, 11 - 40123 Bologna

Tel. 051584020 - Fax 051585000

c/c postale: 12229407

Direttore responsabile: Giorgio Pettinà

Caporedattore: Nicola Bucci

Coordinamento: Vittorio Brizzi

Contributi scientifici:

Jill Victoria Brazier, Giovanni Amatuccio

Indirizzo E-mail:

info@arcosophia.net

Stampa: Lipografia Sab Via Ca' Ricchi 1/3

San Lazzaro di Savena - Bologna

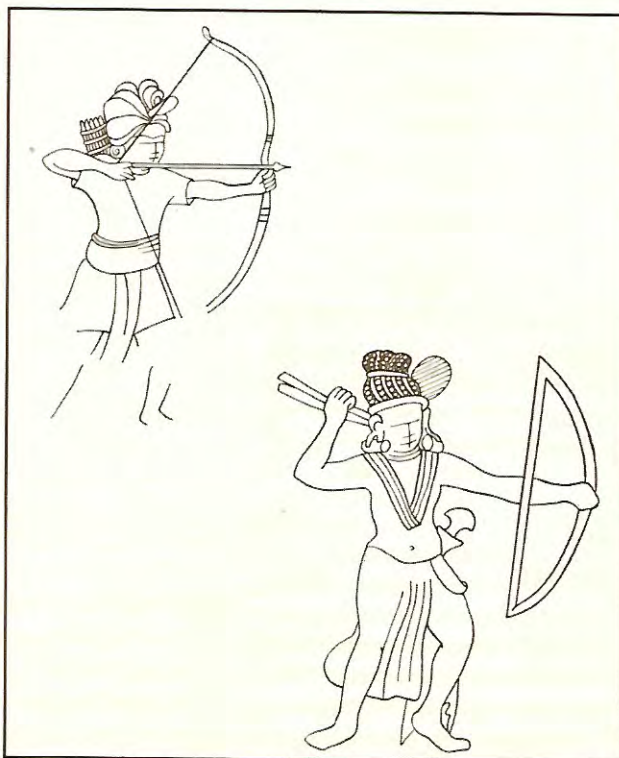
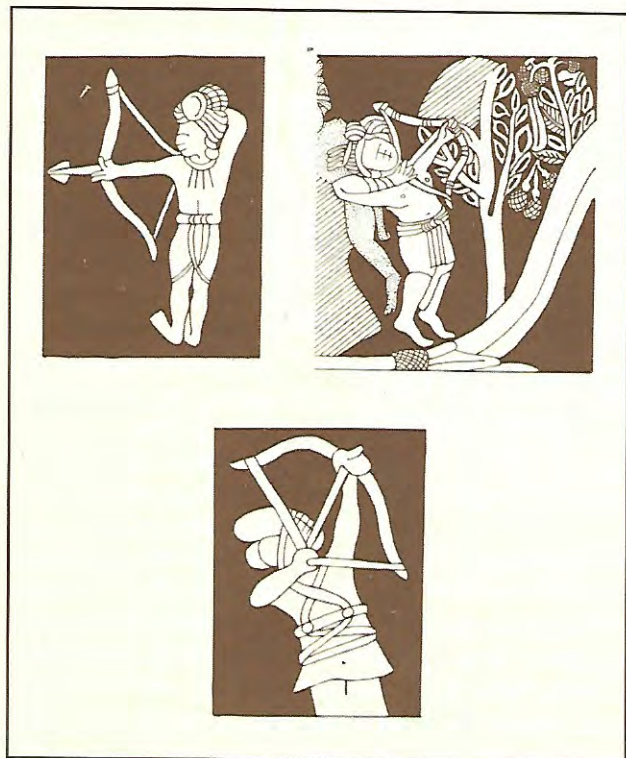
La via pubblica e privata nell'India antica

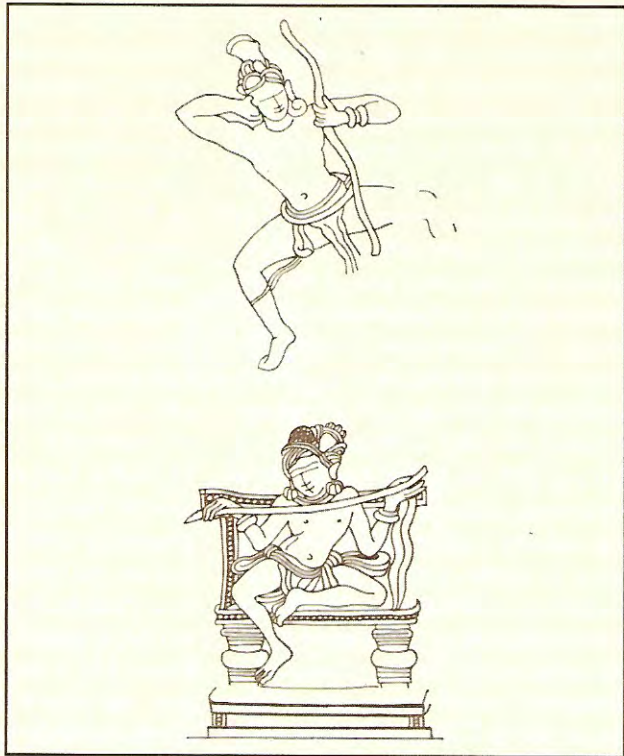
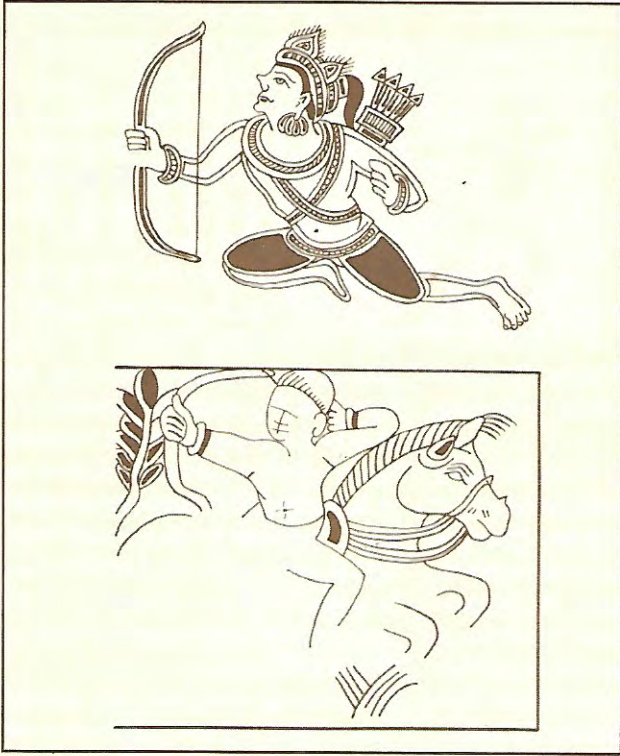
Prima parte

Grazie ad un graditissimo invio di Ircano Romano, pubblichiamo in due parti l'estratto da un'opera di Jeannine Auboyer, studiosa di antichità orientali di fama internazionale. *La vie publique et privée dans l'Inde ancienne (Ile siècle av. J.-C. - VIIIe siècle environ)* è un testo dal fascino indubbio, tratto da una serie di saggi riguardanti la vita, gli usi e i costumi dell'India, a cui diversi autori, oltre alla Auboyer, hanno contribuito. Il sesto di questi volumi è specifico all'uso dell'arco e compendia una serie di immagini molto interessanti tratte da iconografie, rilievi e sculture dal II secolo a.C. al VIII secolo d.C. In questo scritto, affascinante ed intrigante, redatto con uno stile impeccabile, si parla di posizioni o posture arcieristiche e delle relazioni che l'arcieria ha con il

mondo dei miti e degli eroi dell'antica India. Il modo con cui queste posizioni sono descritte, con una cadenza analitica degna quasi del Kamasutra, non comprende assolutamente alcuna giustificazione in sé, da un punto di vista funzionale. Né si parla di archi o frecce (nulla di tecnicamente vicino a noi quindi) e, secondo noi, proprio per questo ricco di fascino. Un'opera da osservare e ascoltare, da sfogliare con curiosità e intrigo. L'Auboyer è una celebrità indiscussa nell'ambito della cultura occidentale sul mondo della vita indiana del secolo scorso. Ha pubblicato diversi saggi¹. Dopo aver studiato alla Scuola del Louvre e alla blasonatissima *Ecole Pratique des Hautes Etudes* di Parigi, nel 1931 ottenne un incarico al Museo Indocinese del Trocadéro, poi dal 1936 al 1942 fu "chargée de mission" al Mu-

seo orientale Guimet di Parigi, e successivamente divenne attachée al Museo Cernuschi di arte orientale; infine fu definitivamente nominata direttrice del Museo Guimet, ed esercitò in questa importante istituzione dal 1965 al 1980. Morì a Parigi nel 1990. Il documento in oggetto è parte di una bibliografia reperibile oggi nelle librerie antiquarie specializzate. Questo fascicolo (VI) è su *Les jeux et les jouets*, che suona come Giochi e giocattoli (pensiamo sinonimi di "passatempo"). L'autrice, nella prefazione, parla del fascicolo V (*armes et outils*)², inerente alla componente materiale del tiro con l'arco, oggi molto raro e su cui non abbiamo ancora messo le mani. Il fascicolo I parla di architettura "*L'architecture civile et religieuse*"³, pubblicato nel 1969, il volume IX sui gioielli⁴ e un altro, ad opera di Isabelle Gobert⁵,





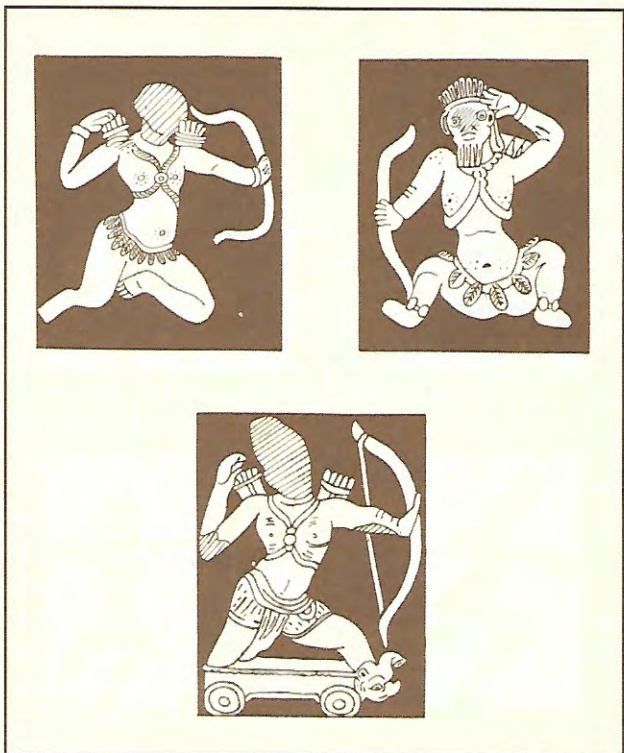
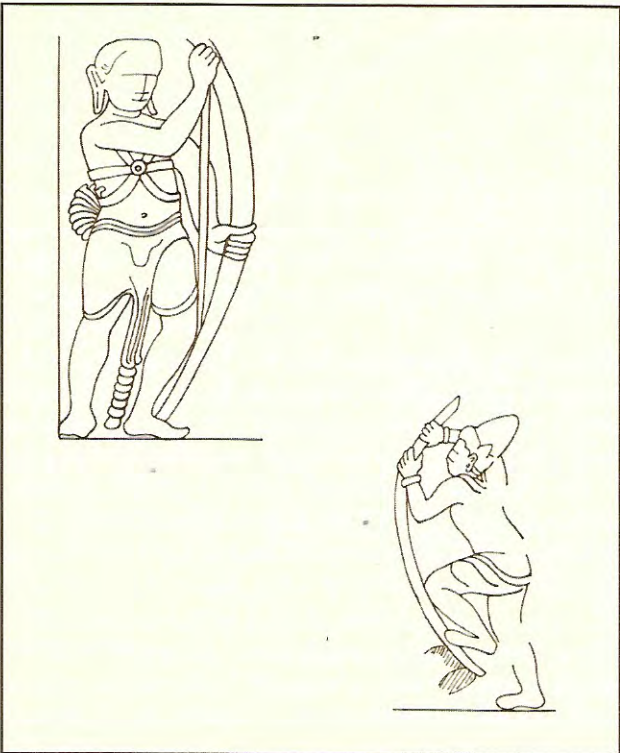
che tratta dell'arte mobiliare. Questo articolo si limiterà alla descrizione sintetica delle forme rappresentate, cercando di dare il più possibile risalto alla loro rappresentazione iconografica. Nel prossimo numero cercheremo di commentarle, attingendo alle fonti che la Auboyer ha riportato nel corso del suo trattato. Ultima premessa, ci scusiamo con i lettori per le

possibili inesattezze della grafia indiana, un po' per la nostra somma ignoranza, un po' per l'oggettiva difficoltà di rappresentare graficamente l'universo della grafia originale.

**L'ARCERIA
E LA SUA FUNZIONE REGALE**

"Riservando lo studio dell'arco per il fascicolo V (armes et outils) qui

vogliamo considerare il suo utilizzo sotto l'aspetto sportivo. L'arco nella storia antica dell'India non ha mai avuto a che fare con il "gioco", ha sempre caratterizzato gli dei, gli eroi e i re⁶². L'arco e la freccia sono sempre stati ravvicinati ai fenomeni terrificanti della natura simboleggiando la verve epica, la vittoria suprema e le imprese ineguagliabili. La scienza



dell'arcieria (*Dhanurveda*; pali: *Dhanuweya*) è inevitabilmente associata all'eroismo e accompagna le imprese degli arcieri leggendari o divini. In definitiva, è lo sport più onorabile di tutti⁷, lo sport aristocratico per eccellenza, *portare l'arco è in verità la forza del nobile*⁸; di conseguenza il tiro con l'arco è sovente menzionato e frequentemente riprodotto. ...*Innanzitutto l'allievo arciere deve apprendere e mantenere le differenti posizioni che gli permetteranno più tardi di colpire i bersagli più difficili, dovrà conoscere le differenti categorie di archi e di frecce, valutare le distanze e curare l'arco e la corda... ecc. Egli si dovrà esercitare a posizionare fermamente i sui piedi al suolo, mantenere la forza sui ginocchi e tenere il suo corpo immobile; dovrà impugnare l'arco senza lasciare alcun intervallo tra le sue dita...*⁹. Le posizioni del corpo sono numerose. *Lagni-purana* (CCXLX, 10-18 ed.M.N Dutt, pag. 895) ne numerava 10 riportate anche da altri testi iconografici:

1) *Samapada*. Il corpo è mantenuto dritto come le caviglie, i polpacci e le cosce serrati. I palmi delle mani e i pollici si toccano. Questa posa è illustrata da un medaglione di Bharhut, rappresentante il Rura-jataka.

2) *Vaiçakha*. Corpo in punta di piedi, le cosce si toccano i piedi distanti 3 vitasti (12 angula= circa 9 pollici inglesi, 23 cm. approssimati) Questa posa raffigurata da Bahrhut, rappresenta asadrç-jataka.

3) *Mandala*. Le cosce attorcigliate come le ali di un cigno, i piedi distanti come 5 vitasti. Questa è probabilmente raffigurata nel bassorilievo proveniente da Amaravati¹⁰ raffiguranti il re Udena (a meno che non si tratti della posizione sthanam n.6).

4) *Ālidha*. La gamba destra flessa, la sinistra mantenuta obliquamente, le ginocchia distanti 4 vitasti. Questa è la posa più frequente, è rappresentata a Pattadakal (tempio di Virupaksa) ed è perfettamente osservata a Giava e la si può trovare in particolare sui rilievi di Barabudur illustranti la storia di Maitra Kaniaka¹¹ (*Āvadana-Çataka* 36).

5) *Prālyalidha*. La gamba sinistra flessa, la destra mantenuta obliqua. Frequente quanto la precedente, la incontriamo in particolare nei rilievi di Pattadakal citato prima e a Kailasa d'Ellora, ecc. Questa è la posa in cui gli artisti indogiavanesi di Barabudur illustrano il Bodhisattva, Siddharta, che partecipa vittoriosamente al tiro con l'arco di Sva-

yamvara con la principessa Gopa¹².

6) *Sthanam*. Gambe divaricate e flesse, i ginocchi distanti 5 angula e l'insieme della posizione non deve eccedere 12 angula in larghezza. Potrebbe essere la posizione che mostra il re Udena a Amaravati, come abbiamo indicato sopra.

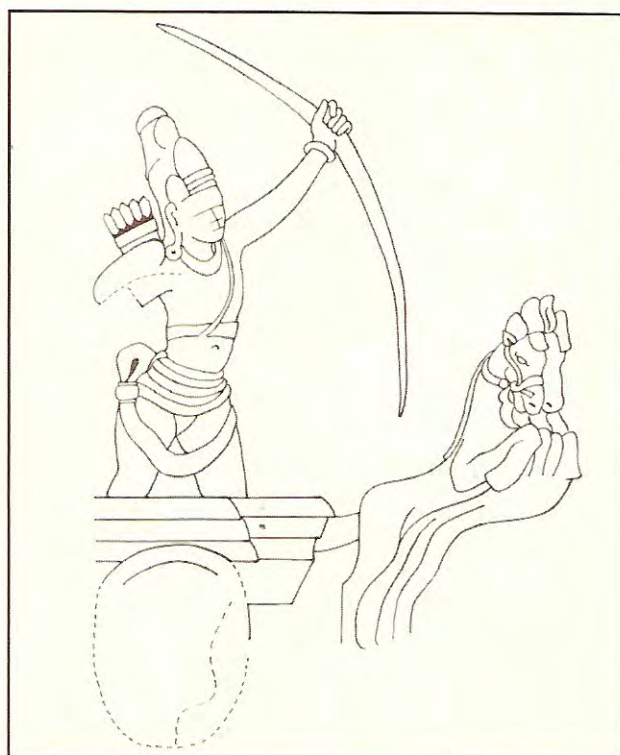
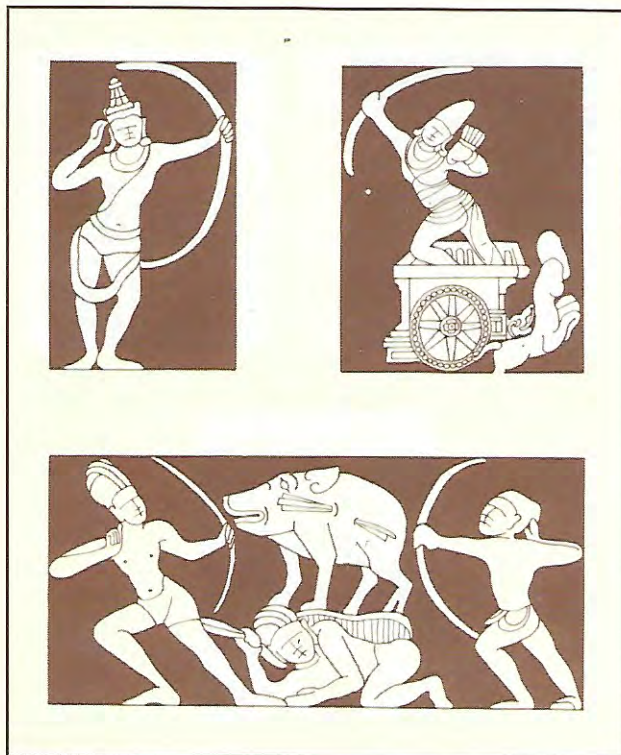
7) *Niçcala*. Talloni ravvicinati, gamba sinistra rigida e la destra mantenuta leggermente flessa. Si vede chiaramente in un bassorilievo del tempio di Papanatha Pattadakal.

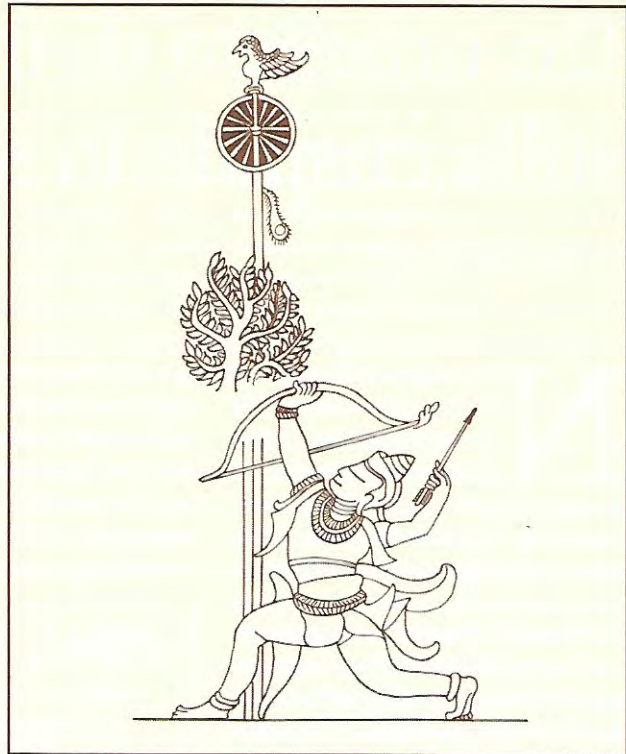
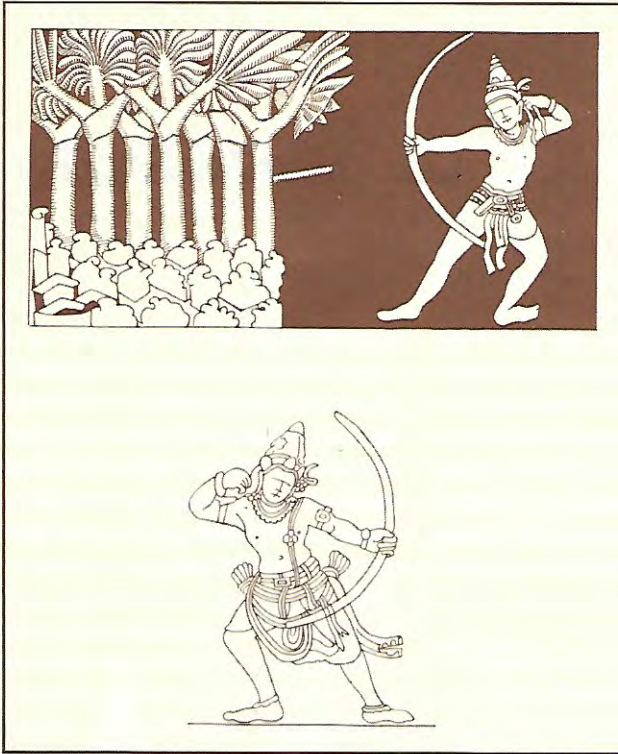
8) *Vikata*. La gamba destra verticale rigida come una canna, la sinistra tesa leggermente obliqua con uno spazio di due piedi tra gli appoggi il tallone sinistro sollevato. L'arciere della caverna di Rani - Gumpha a Udayagiri è senz'altro rappresentato in questa posizione.

9) *Samputa* (sdraiato). Le gambe verso l'alto, le ginocchia flesse e incrociate¹³.

Nonostante non si abbia ancora incontrato questa posizione nell'iconografia, possiamo pensare che l'abile arciere dell'*Asadrça-jataka*¹⁴ l'avrebbe potuta utilizzare quando si fosse steso nella carrozza reale.

10) *Svastica*. Posizione dritta, le gambe completamente tese e rigide, i piedi distanti 16 angula, le punte girate dietro. In ragione di una sim-





metria rigorosa, questa posa non è stata sovente rappresentata nell'iconografia o noi non abbiamo ancora avuto modo di incontrarla e rappresentarla.

L'iconografia non rivela mai vantaggi e svantaggi delle varie posture. Non una descrizione di carattere tecnico, ma una dichiarata ricerca sulla simbologia del sacro in cui arco,

eroe e dio sono elementi contigui. Si possono avvertire delle allegorie che simboleggiano la forza insita nella regalità, ad es. la tensione di un arco da seduti sul trono¹⁵, oppure tendere con le gambe incrociate. Assistiamo anche a delle raffigurazioni di "preliminari": Nagarjunikonda, un uomo dall'aspetto regale che dal trono accarezza il suo arco. Probabilmen-

te questa raffigurazione riguarda il Bodhisattwa Siddhartha che esamina l'arco che utilizzerà al matrimonio di Gopa-Yaçodhara. Generalmente gli arcieri raffigurati incoccano la freccia con la mano destra e impugnano l'arco con la mano sinistra. Pare che l'inverso sia comunemente accettato, anche se è più raramente raffigurato. ■



¹ Tra gli innumerevoli saggi, ricordiamo: *Histoire générale des civilisations* (1952); *L'Orient et la Grèce antique*, (1954); *Arts Et Styles De L'inde* (1951); *Introduction à l'étude de l'art de l'inde* (1965), *La Vie Quotidienne dans l'Inde Ancienne*; *Les arts de l'Asie orientale et de l'extrême-orient* (1964).

² AUBOYER, Jeannine. *La vie publique et privée dans l'Inde ancienne* (IIe siècle av. J.-C. - VIIIe siècle environ). Fascicule VI - Les jeux et les jouets. P., PUF, 1955, in-4, 55 pp.-15 pl. br. et en ff. (d2,2). Publication du Musée Guimet. Recherches et documents d'art et d'Archéologie, tome VI.

³ AUBOYER (Jeannine) et Jean-François ENAULT. *La vie publique et privée dans l'Inde ancienne* (IIe siècle av. J.-C. - VIIIe siècle environ). Fascicule I (Première partie) - L'architecture civile et religieuse. P., PUF, 1969, in-4, 65 pp.-44 pl., br. et en ff. (d2,2).

⁴ AUBOYER, Jeannine. *La vie publique et privée dans l'Inde ancienne* (IIe siècle av. J.-C. - VIIIe siècle environ). Fascicule IX - Les Bijoux' Publication du Musée Guimet. Recherches et documents d'art et d'Archéologie, tome IX.

⁵ GOBERT, ISABELLE. *Le mobilier. La vie publique et privée dans l'Inde ancienne*. IIe siècle avant J.C. - VIIIe siècle environ. Paris, 1976. 146 pp. 80 plts. Cloth. (Publ. du Musée Guimet, Arch. VI).

⁶ Ciò avviene ugualmente per la Cina antica, ove il tiro con l'arco è riservato ai nobili e ai puri. (Granet, *la civilisation chinoise*, pp. 333, 339 e segg.).

⁷ Agni-purāna, CCXLIX, 6-7, ed.M.N Dutt, II, p. 894.

⁸ Kal. Br., V, III,5,30.

⁹ Milindapanha, VII,7,15.

¹⁰ Cfr. Raymonde Linossier, *Une Légende d'Udena à Amaravati*. R.R.A. VI, 2, pl.XXXII.

¹¹ Krom, Barabudur, série 156, pl.LX, n.119 (droite).

¹² Krom, Barabudur, pl.XXXV, 49.

¹³ Secondo Monier Williams, la parola Samputa identificherebbe una forma di vaso emisferico e potrebbe rappresentare questa posizione per associazione di idee.

¹⁴ Trad. Cowell, t.II, n.181, pp.60 e segg.

¹⁵ Salila Vistara, trad. Foucaux, I, p.140.

Un processo di ingegneria inversa sulla cuspidate in selce di Tabina 1

di Vittorio Brizzi ⁽¹⁾

Nell'insieme delle punte di freccia ritrovate nelle terramare padano-venete, la cuspidate di Tabina 1² (proveniente dallo scavo della terramare di Tabina di Magreta - Modena) è di foggia particolare. Per le sue dimensioni fisiche e per la sua morfologia il manufatto rappresenta un esempio di specializzazione atipico nelle culture mediterranee dell'età del Bronzo e può dare informazioni sul possibile sistema balistico in grado di scagliarla. Per la sua massa, le sue dimensioni e la sua forma si può ipotizzare che si tratti di una cuspidate destinata ad una freccia per la caccia, utilizzabile da un arco efficiente e forte.

**DESCRIZIONE
E COMPARAZIONE**

Realizzata in selce della scaglia rossa (probabilmente dei Lessini) presenta una base concava pronunciata, un ritocco bifacciale piatto e coprente con margini denticolati (Fig.1).



Fig.1

Essa risulta fratturata in punta³ e le sue dimensioni sono di 19 mm. nel punto di massima larghezza e 35 mm. di lunghezza. Il suo spessore, nel punto mediano, è di circa 4 mm;

la lunghezza reale doveva essere compresa tra i 46 e i 48 mm. (Fig.2). La concavità della base è molto pronunciata, presenta nei bordi interni un ritocco erto⁴ e i ritocchi laterali, soprattutto nell'interno delle due

in entrambi i profili denticolati. Ogni margine presenta un discreto numero di denti; 10 per il margine destro (il lato più lungo) e 9 per quello più corto. Anche se non è possibile la conferma per la mancanza

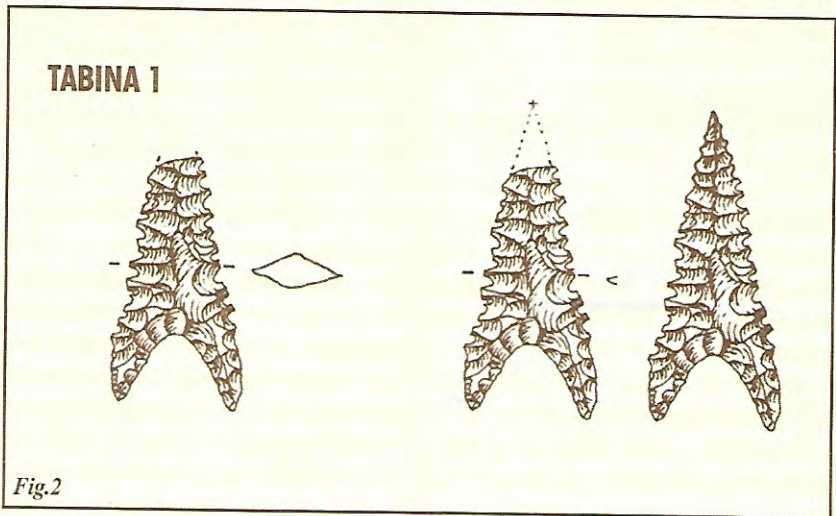


Fig.2

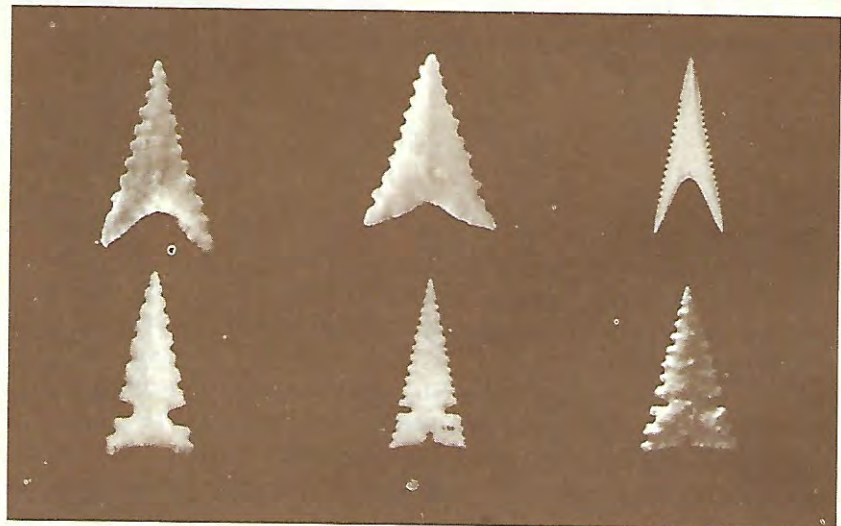


Fig.3. Cuspidate dal sito di Cahokia (Cahokia Mound, Illinois, Usa). La terza (da sinistra in alto) è in osso. Le tre in basso sono Cahokia classiche "side notched". Tutte sono denticolate (serrated points).

spalle, sono molto accurati, denunciando l'uso di un ritoccatore molto sottile e resistente. La simmetria dei ritocchi per pressione è notevole e il ritmo è regolare, come si può notare

del frammento distale, l'andamento delle denticolazioni già tende ad alternarsi in prossimità dell'estremità corrispondente alla rottura: probabilmente un espediente per raggiungere



il vertice con un angolo acuto minore. Conseguenza di ciò, il margine destro probabilmente presenterebbe 14 denti e il sinistro 13. Questi margini denticolati offrono un disegno ben definito, simile ad alcune tipologie di cuspidi paleoamericane come le Pine Tree, le Cahokia tradizionali *side notched* a 2 o 3 scassi, le Spiro Points cerimoniali e ricordano direttamente quelle rinvenute nel sito Cahokia (Morse, Phyllis, 1983, pag. 163., Perino, 1993, pag. 66 & 67) che sembrano ispirarsi alla forma dei denti di squalo⁵ (Fig.3). La punta di Tabina 1, di foggia assolutamente atipica per le culture preistoriche mediterranee, può suggerire alcuni dati importanti e il suo ritrovamento, se confermato da altri analoghi nel medesimo contesto, indurrebbe a ragionamenti specifici riguardanti un aspetto "specializzato" della cultura dell'arco delle terramare, che coinvolge fattori meccanici e balistici. La realizzazione di una cuspidi di questo tipo (Fig.4) è laboriosa. Lo scasso "a gola" e le spalle pronunciate e sottili che la contraddistinguono rendono la lavorazione a rischio di rottura continua. Lo strumento ritoccatore, presumibilmente in palco di cervo, doveva avere du-

supporto non dovrebbe essere superiore ai 3 mm²) è molto difficile da ottenere dal palco, è molto fragile e soprattutto è impossibile da utilizzare senza continua manutenzione. La pressione da esercitare in un ritocco erto come quello evidenziato nella gola della punta di Tabina 1 è tale da rendere pregiudizievole sia la lavorazione in sé sia per lo strumento che per l'integrità del supporto. Questa difficoltà emerge anche nei ritocchi marginali (che vengono effettuati per ottenere la denticolazione). Lo spessore nell'area mediana della cuspidi in prossimità dell'apice della gola è di oltre 4 mm. Il ritocco necessario deve essere quindi esercitato con molta forza e controllo⁶.

**CONSIDERAZIONI MECCANICHE:
RELAZIONI TRA LA PUNTA
E L'ASTA DELLA FRECCIA**

La punta in oggetto, con la base concava, priva di peduncolo centrale e con due spalle vistosamente pronunciate, fa supporre una specifica unione con l'asta che suggerisce un insieme di aspetti costruttivi e funzionali. La giunzione della cuspidi con l'estremità distale dell'asta della freccia dovrebbe avvenire tramite mastice vegetale (ma non ci sono

pendicolare alla venatura del legno per aumentare la resistenza dell'asta all'impatto) e incollate con resina di pino (o resina di altro aghifoglie) mischiata ad altre componenti, normalmente cera (o grasso) e polvere di carbone vegetale, oppure a pece di betulla, ottenuta dalla distillazione a vapore (pirolisi) della corteccia di questo albero. La pece di betulla è comune nelle zone alpine, mentre la resina è documentata e diffusa in altri contesti di pianura o pedecollinari. La mancanza di scassi e peduncoli evidenzia questa scelta ed elimina la possibilità che la cuspidi potesse essere assicurata all'asta della freccia con filamenti di tendine o di fibra vegetale, elementi però presenti quasi sempre nella sezione immediatamente sotto all'inserzione per irrobustire l'interfaccia di unione. Come vedremo, questa scelta ha delle precise ragioni legate alla balistica terminale del proiettile. Sull'asta della freccia possiamo solo formulare delle ipotesi, non essendo stata ritrovata nel contesto alcuna testimonianza in merito. Sulla base delle scarsissime testimonianze nei riscontri archeologici a nostra disposizione e grazie all'etnografia, è noto come le punte di freccia potessero essere immanicate in Pino (*Picea*)⁷, Larice (*Larix decidua*)⁸, Viburno (*Viburnum lantana*)⁹. Ragionevolmente, in questo contesto spaziale, esse potevano essere facilmente ricavate da polloni di nocciolo (*Cornus avellana*), sanguinella (*Cornus sanguinea*) oppure canna palustre (*Phragmites o Arundo*). In ogni caso, visto lo spessore della cuspidi, il diametro nella parte distale dell'asta non doveva essere inferiore a 9 - 10 mm. per questioni di solidità strutturale¹⁰. La differenza "balistica" delle varie essenze per l'asta della freccia verte su parametri fisici, come il peso specifico correlativamente alla frequenza di oscillazione (in termini vaghi, ravvisabile nell'elasticità dell'asta). Aste di massa uguale possono avere resilienza¹¹ diversa, e viceversa. La scelta delle aste e la loro fabbricazione, dedicata ad uno stesso utilizzatore, è quindi un processo molto delicato e specializzato. Non è pos-

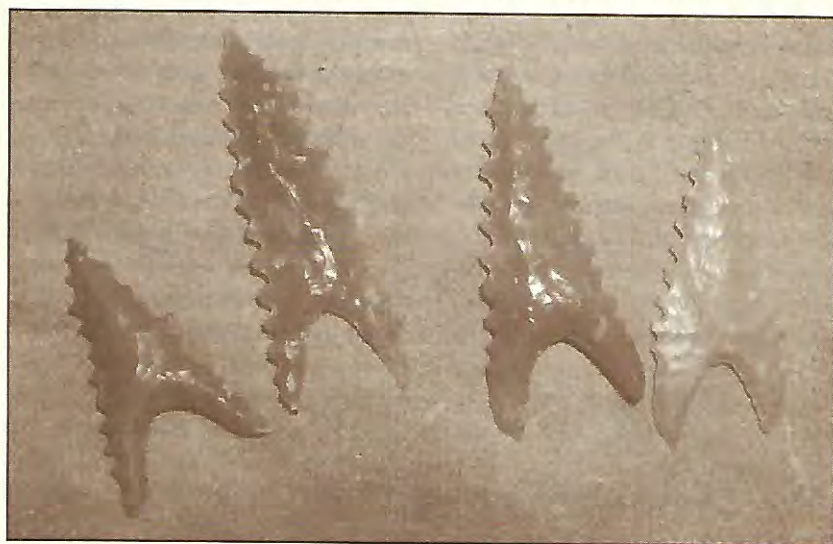


Fig.4. Ricostruzioni.

rezza ed elasticità notevole, soprattutto doveva essere di piccolo spessore. Un ritoccatore a pressione di questo genere (la cui sezione nell'interfaccia di contatto con il bordo del

note analisi sul supporto che denuncino traccia di collante). Come è noto in etnografia, all'asta vengono unite le cuspidi a base concava mediante uno scasso (normalmente per-

sibile ipotizzare un sistema composito di unione tra asta e cuspidi in questo caso specifico (asticella di legno duro su cui viene immanicata la cuspidi che, a sua volta, viene fissata all'asta della freccia in modo non vincolante) anche se il sistema (foreshaft) è noto e documentato sia in contesti archeologici (Spindler, 1993) che etnologici (Hamm, 1996). Questo sistema viene adottato sia estemporaneamente (per riparare un'asta "accorciata") sia come sistema funzionale, per recuperare l'asta e creare contemporaneamente un sistema (balistico terminale) più efficace (la "leva" della cuspidi unita al foreshaft amplifica la sua lesività nella ferita). Normalmente le frecce costituite da asta ed estremità distale mobile hanno cuspidi peduncolate con alette o scassi e sono unite tra loro in modo solido con legamenti di fibra vegetale o animale. La cuspidi di Tabina 1, priva di peduncolo e scassi, sembrerebbe verosimilmente fatta per una giunzione semplice.

CONSIDERAZIONI SULLA BALISTICA INTERNA ED ESTERNA DELLA FRECCIA IMMANICATA

La balistica della cuspidi è ovviamente legata alla balistica dell'intero sistema arco - freccia - bersaglio. Studiando la cuspidi (soprattutto per ciò che riguarda la sua morfologia) le informazioni più interessanti riguardano le inferenze possibili sulla balistica terminale del proiettile, ambito che studia gli effetti dell'impatto sul bersaglio. Essa comprende tutte quelle analisi legate da un lato alla fisica in senso stretto (impatto, penetrazione e analisi della possibile traiettoria interna), e dall'altro lato alla caratterizzazione della lesività del colpo, legata a fattori biologici propri del "bersaglio", che può condurre ad un arresto del bersaglio animato (stopping power) o al suo grave ferimento e alla morte (killing power)¹². Nell'analisi della cuspidi di Tabina 1 è opportuno soffermarci, però, prima sulle altre "balistiche", quella interna (la freccia collegata alla corda mentre riceve la prima accelerazione) e quella esterna, la freccia che lascia la corda dell'arco fino

ad un istante prima dell'impatto (Brizzi, 2005 a). La balistica interna è fondamentalmente lo studio della freccia sollecitata dalla spinta della corda. Nell'istante del rilascio della corda qualsiasi massa collocata al vertice (estremità distale) dell'asta crea un fenomeno molto simile al "carico di punta" di un pilastro sollecitato alla sua sommità da una massa sottoposta alla forza di gravità. La risposta dell'asta è una inflessione più o meno vistosa. Nel 1/50 di secondo in cui il proiettile viene accelerato da 0 a più di 40 mt/sec. le oscillazioni si alternano ad un ritmo legato alla frequenza di vibrazione propria dell'asta. In più, considerando che il piano di scorrimento virtuale¹³ della corda non corrisponde a quello della freccia (in maniera maggiore o minore ciò è dovuto allo spessore dell'arco nella zona dell'impugnatura) queste flessioni si enfatizzano. A complicare ulteriormente le cose abbiamo il fattore "rilascio": non possono essere certo fatte congetture biomeccaniche di alcun genere (su come gli antichi abitatori delle terramare rilasciasero la freccia), ma è sicuro, soprattutto se si considerano i sistemi di rilascio manuale conosciuti in etnografia (Kroeber, 1927), come questi contribuiscano comunque ad aggravare le componenti non assiali della spinta alla freccia, e conseguentemente aumentare l'ampiezza della sua oscillazione. Alla prima vistosa inflessione (il cui ordine di grandezza può essere da 0,8 a 1,5 cm nel

centro della freccia) segue una seconda nel verso opposto sul piano orizzontale, e poi una terza (tutto ciò con la cocca ancora solidale con la corda) e questo fenomeno, noto nella sua globalità come "paradosso dell'arciere", è un fattore critico con il quale bisogna comunque fare i conti per poter indirizzare sempre le frecce in centro al bersaglio. L'oscillazione dell'asta della freccia avviene intorno ai suoi punti nodali (una vibrazione vera e propria) e la sua frequenza ed entità è funzione di vari fattori. Ovviamente quelli principali che entrano in gioco (pur semplificando) sono i parametri dimensionali e strutturali dell'asta: la sua lunghezza, la massa in punta (o meglio: il baricentro dell'asta) la resilienza¹⁴ del legno di cui è costituita e ovviamente all'energia accumulata dall'arco teso e al modo con cui essa si scarica sulla freccia. Nel volo, da un punto di vista dinamico, l'oscillazione si riduce grazie all'impennaggio: sia per la sua massa collocata in coda, sia (e più evidentemente) per la superficie frenante delle penne. Di questi elementi purtroppo abbiamo solo la massa della cuspidi, quindi è vano elaborare ipotesi quantitative sul sistema balistico. Quali sono quindi le informazioni, ameno da un punto di vista qualitativo, che ci può dare l'unico dato (la massa della cuspidi) a disposizione? Partiremo da semplicissime considerazioni. La ricostruzione della cuspidi di Tabina 1 è di 7 grammi di peso. Una freccia, per poter essere utilizzata in modo

Lunghezza freccia (mm.)	Centro geometrico freccia (mm.)	Spostamento baricentro verso la punta (%)
710,00	355,00	16.2
730,00	365,00	14.9
750,00	375,00	13
770,00	385,00	11.8
790,00	395,00	10.0
800,00	400,00	8.9
820,00	410,00	7.1
840,00	420,00	6.5

Tab.1. Variazioni del baricentro statico della freccia (asta di legno pieno, diametro medio 9 mm.; massa della cuspidi 7 grammi).



ottimale a caccia (brevi distanze, alta stabilità in volo) indicativamente dovrebbe avere il baricentro statico¹⁵ spostato in avanti rispetto al centro geometrico della freccia da un minimo del 6 per cento fino al 16 per cento della sua lunghezza (Brizzi, Ferraro, 1991).

Questi valori sono comunque indicativi, ma delimitano un intervallo di parametri fisici propri della freccia che devono essere considerati in una fase preliminare d'analisi. Da questi dati si desume che una freccia immanicata con una cuspidi tipo Tabina 1 potrebbe avere una lunghezza compresa tra i 710 mm. e gli 840 mm. (Tab.1), tenendo sempre presente il limite minimo del diametro, non inferiore ai 9 mm. A questo punto vale la pena soffermarsi su alcune considerazioni biometriche. Se la taglia "media" umana dell'età del Bronzo nella pianura padana - veneta si aggirava sul metro e sessantacinque¹⁶, la lunghezza media delle braccia umane (elemento indicativo per definire di quanto veniva tesa la freccia) poteva permettere trazioni coerenti con le lunghezze di freccia riportate in Tabella 1, nei due estremi indicati. Anche nel caso delle maggiori lunghezze (840 mm.) e utilizzando un'asta più lunga del necessario, la freccia sarebbe risultata comunque ben bilanciata, purché dotata di impennaggio vistoso, atta a servire come proiettile efficace¹⁷. Ragionando sempre in termini qualitativi, e senza alcuna pretesa di rigore, procediamo con le ipotesi. La massa di una freccia simile (consideriamo il range di riferimento indicato in Tabella 1 e il peso dell'impennaggio, mastice, leganti e cuspidi) può variare da 62 a 77 grammi considerando la media dei pesi specifici dei legni stagionati (*Cornus avellana* e *Cornus sanguinea*) e da 48 a 68 grammi considerando il peso specifico della canna palustre (*Phragmites communis*)¹⁸. Ora, dal punto di vista dell'arco che deve accelerare la sua freccia, "masse" di questa portata non sono proprio uno scherzo. Prendendo in esame un arco moderno da caccia¹⁹ con delle frecce di peso simili non si dovrebbero

utilizzare carichi (alla massima trazione dell'arciere) inferiori ai 30 - 35 kg., e questo solo considerando il fattore balistico della "traiettoria"²⁰. In conclusione: una cuspidi come quella di Tabina 1 con ogni probabilità faceva parte di un'attrezzatura "prestante"²¹. E non è solo da questo ragionamento che si può indurre tale affermazione, come si vedrà in seguito.

CONSIDERAZIONI SULLA BALISTICA TERMINALE: LA CUSPIDE E L'IMPATTO CON IL BERSAGLIO

Innanzitutto è opportuno fare qualche premessa di carattere ologico. Come possiamo risolvere il problema forma/funzione nella punta di Tabina 1? In altre parole, possiamo con ragionevole certezza associare questa cuspidi alla pratica venatoria basandosi sulle sue caratteristiche fisiche e morfologiche, oppure no? I ragionamenti a seguire cercheranno di far luce su questo aspetto. I ritrovamenti di punte di freccia delle terramare sono in larga misura costituiti da cuspidi in palco di cervo, con tipologie ricorrenti a sezione quadrata, circolare o romboidale, alcune peduncolate altre no, ma comunque con rapporti lunghezza/larghezza molto elevati. Il più delle volte l'innesto della cuspidi ci suggerisce il diametro dell'asta che la può immanicare e la caratteristica risultante è quella di un proiettile-freccia affusolato, senza profili emergenti dalla sua sagoma. Le cuspidi in bronzo, invece, hanno spalle e alette, come pure alcune in selce, che sembrano copie da queste ultime in bronzo, e altre di dimensioni veramente contenute²². Solo la cuspidi di Tabina 1 si differenzia sostanzialmente, sia per le sue dimensioni che per la sua massa. Le cuspidi in palco, con molta probabilità erano la risposta tattica al sempre più diffuso uso delle protezioni dei guerrieri (Brizzi, 2005 b). La piccola sezione d'urto poteva permettere la penetrazione dei corsetti in cuoio bollito²³ e provocare ingenti danni, in grado di offendere o comunque inibire la risposta offensiva del nemico. La cuspidi in selce (per via della sua maggiore sezione)

avrebbe avuto, a parità di quantità di moto, minori probabilità di penetrare queste difese, anche per la sua fragilità. Quella di bronzo, anche se di uguale sezione, non avrebbe avuto questo problema. Combattere umani e cacciare prede, anche se di grosse dimensioni come il cervo, sono due cose ben diverse, anche da un punto di vista balistico terminale²⁴. Se il profilo della punta è appropriato e la quantità di moto della freccia è sufficiente, la selce si fa strada all'interno del corpo e se incontra tessuti ossei, l'eventualità di una sua frattura non diminuisce la gravità potenziale della ferita. Una cuspidi scheggiata, pur rallentando il suo moto, possiede un taglio "ravvivato" ancor più efficace del bordo ritoccato, con un effetto devastante sui tessuti. Il meccanismo che permette alla freccia di essere risolutiva, in caccia, è basato sul danneggiamento dei vasi sanguigni. La cuspidi litica ha il compito di guidare la freccia all'interno della cavità del corpo del selvatico provocando i maggiori danni (emorragie) possibili. Non così è per il proiettile dell'arma da fuoco, che possedendo velocità anche dieci volte superiori rispetto alla freccia, può contare sul cosiddetto effetto "cavitazione", che sarebbe il danneggiamento degli organi interni dovuti all'onda d'urto che si propaga a seguito della penetrazione. Questa "cavitazione" è in grado di generare shock che possono tramortire e arrestare la preda, oltre che naturalmente ledere gravemente organi vitali. L'effetto di arresto, quindi, è proprio dei proiettili più veloci. La freccia, più lenta, non ha praticamente alcun effetto di arresto, se non sulle piccole prede a cui è possibile inibire la funzionalità degli organi di locomozione. La freccia ha, in compenso, altissimo potere lesivo (killing power) per via delle lesioni interne che procura. Queste lesioni sono naturalmente funzione degli organi vitali attraversati, del grado di "affilatura" dell'elemento tagliente (la cuspidi) e della sua sezione reale d'urto (Brizzi, 2005 a). La cuspidi di Tabina 1 (non prendendo per ora in considerazione i suoi margini denticolati) è prossima

come sagoma alle cuspidi neolitiche e eneolitiche venete e lombarde. Triangolari con la base concava, esse differiscono dalla nostra per dimensione e peso: difficilmente superano i 3 grammi e i 20 mm. di lunghezza. Le piccole cuspidi paleovenete (comunemente diffuse in tutta l'area veronese e vicentina) hanno in comune con la cuspidi di Tabina 1 solo il possibile sistema di giunzione con l'asta, che comunque rappresenta un indicatore importante. Vediamo ora di approfondire questo aspetto. Cosa significa una cuspidi "fermamente" fissata all'asta rispetto ad una semplicemente fissata con mastice? Se ci riferiamo alla balistica terminale, un proiettile con una blanda interfaccia tra asta e cuspidi non può servire ad altro che a permettere un deliberato distacco tra le componenti.

In altre parole, fa sì che la cuspidi rimanga all'interno della ferita, sia nel momento post - impatto che dopo la rimozione della freccia. Nel caso venatorio, la cuspidi incollata con mastice si distacca dall'asta grazie ai movimenti della preda in fuga; questo processo è facilitato dal calore del corpo che permette l'ammorbidimento della colla vegetale. Una cuspidi che permane nella cavità della ferita ne aumenta la gravità, in più, l'asta perduta può essere recuperata dal cacciatore²⁵. Nel caso di utilizzo in combattimento, il tentativo di rimozione provoca la medesima conseguenza, e non permette "al nemico" di riutilizzare immediatamente la freccia per offendere chi l'ha tirata. È indubbio che una cuspidi di selce, con i residui di mastice, permanendo in profondità nella ferita, con il tempo provochi setticemia (anche senza ricorrere al veleno) e soprattutto implichi un certo impegno (e quindi occupazione non offensiva) di altri guerrieri impegnati nel combattimento, che intervengono per aiutare il ferito. Da un punto di vista economico, una valida azione tattica²⁶.

Le piccole dimensioni di queste cuspidi quindi suggeriscono due ipotesi, non necessariamente antitetive: o venivano usati archi di limitata

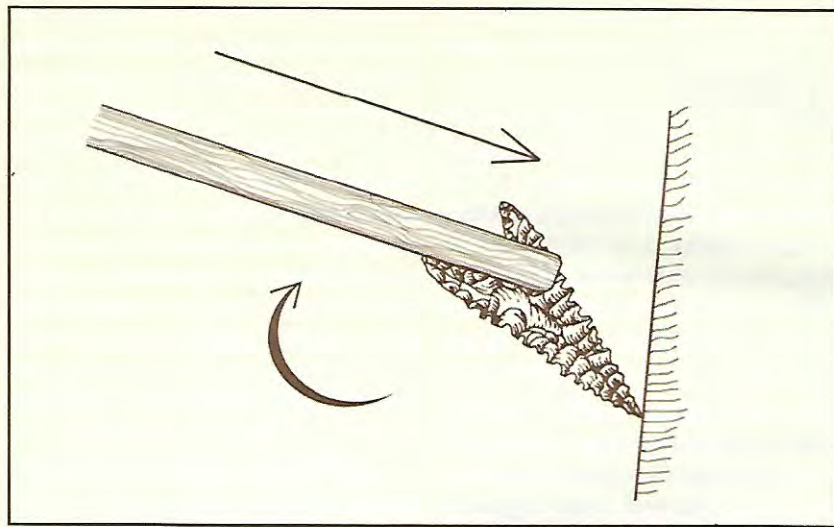


Fig.5. Traiettorie angolate: rotazione all'impatto su bersaglio anelastico di una cuspidi fissata con resina vegetale e non assicurata da fibra vegetale o tendine.

forza e frecce leggere (e quindi le piccole dimensioni della cuspidi permettevano comunque una penetrazione adeguata, sia in caccia che in combattimento) oppure che, indipendentemente dalla forza dell'arco, servissero prevalentemente per il combattimento verso umani "protetti" da superfici resistenti e poco elasti-

che. La piccola cuspidi, a profilo sottile, permetteva di penetrare la protezione e infliggere danni ai tessuti sottostanti.

La cuspidi di Tabina 1 ha in comune con esse solo il profilo (anche se in scala 2,5:1) e le spalle pronunciate suggeriscono che dovesse essere fatta così per "permanere" nella ferita. Certo è che le sue dimensioni la pongono nella categoria dei proiettili pesanti, scagliati da archi forti, per le considerazioni di balistica interna/esterna fatte precedentemente. La successiva considerazione, a sostegno di questa tesi, la suggerisce il suo profilo denticolato. È noto come il profilo del taglio, più lineare è, maggiori garanzie di penetrazione fornisce (Brizzi, Zani, 2003). La denticolatura aumenta l'attrito notevolmente, e quindi la scelta del costruttore deve essere andata incontro ad uno specifico criterio funzionale. Se usata in combattimento, una cuspidi simile sarebbe potuta essere efficace solo su guerrieri privi di protezione (anelastica), a petto nudo o con solo leggere coperture di tessuto. La lunghezza della cuspidi (oltre 45 mm.) e il suo sistema di fissaggio (solo mastice vegetale) in un tiro non perfettamente ortogonale rispetto al bersaglio, protetto con una probabile protezione dura e anelastica, avrebbe causato facili rotazioni della punta in sede o rotture all'impatto (Fig.5). Anche nel caso di un

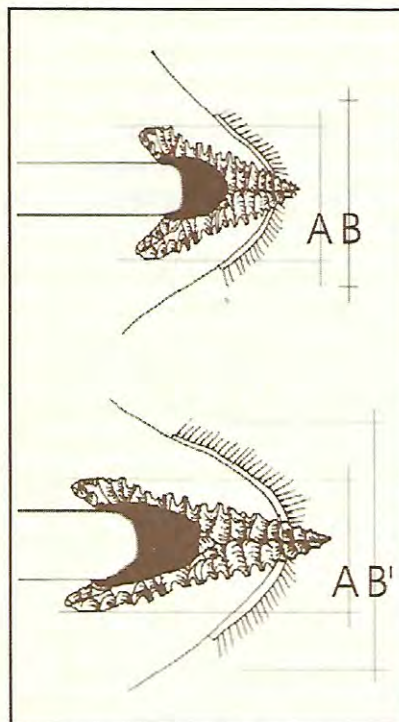


Fig.6. Penetrazione dei tessuti. La cuspidi in basso, grazie al maggior sviluppo della lama, e pur avendo sezione geometrica A uguale a quella in alto, provoca un taglio B' più grande di 1,5 - 2 volte circa di B.



tiro ortogonale alla superficie, la larga sezione e la denticolatura avrebbero ridotto la penetrazione. Nel caso venatorio (impatto con la cotenna di un ungulato) il problema della rotazione è ridotto dalla reazione elastica della pelle ricoperta di pelo, e la denticolatura "aumenta" la superficie della ferita (Fig.6).

Ogni dente, sfruttando le proprietà elastiche dei tessuti trascina con sé una maggiore superficie e il taglio risultante è di 1,5 - 2 volte maggiore della massima sezione geometrica della cuspidè (Brizzi, 2005 a). Ciò che se ne ricava è una emorragia di maggiore entità e quindi una ferita con un potere drenante superiore. Una ottimizzazione balistica terminale possibile solo se la velocità del proiettile moltiplicata per la sua massa è grande²⁷, quindi il sistema propulsivo è "ad alte prestazioni". Ciò può ulteriormente confermare le ipotesi formulate sopra. Un arco in grado di scagliare la freccia im-

manicata con la cuspidè di Tabina 1 che non potesse raggiungere velocità di almeno 50 m/sec. sarebbe stata un'arma inefficiente.

CONCLUSIONI

La cuspidè di Tabina 1, sulla base dei ragionamenti fatti sulla sua morfologia (massa, dimensioni, e profilo denticolato), probabilmente era immanicabile in una freccia la cui massa sarebbe risultata compresa tra 47 e i 77 grammi, ed un diametro nella parte distale di non meno 9 mm. Se ne deduce, orientativamente, un sistema arco - freccia prestante, molto di più di ciò che oggi è definito come tale da chi pratica arcieria sportiva.

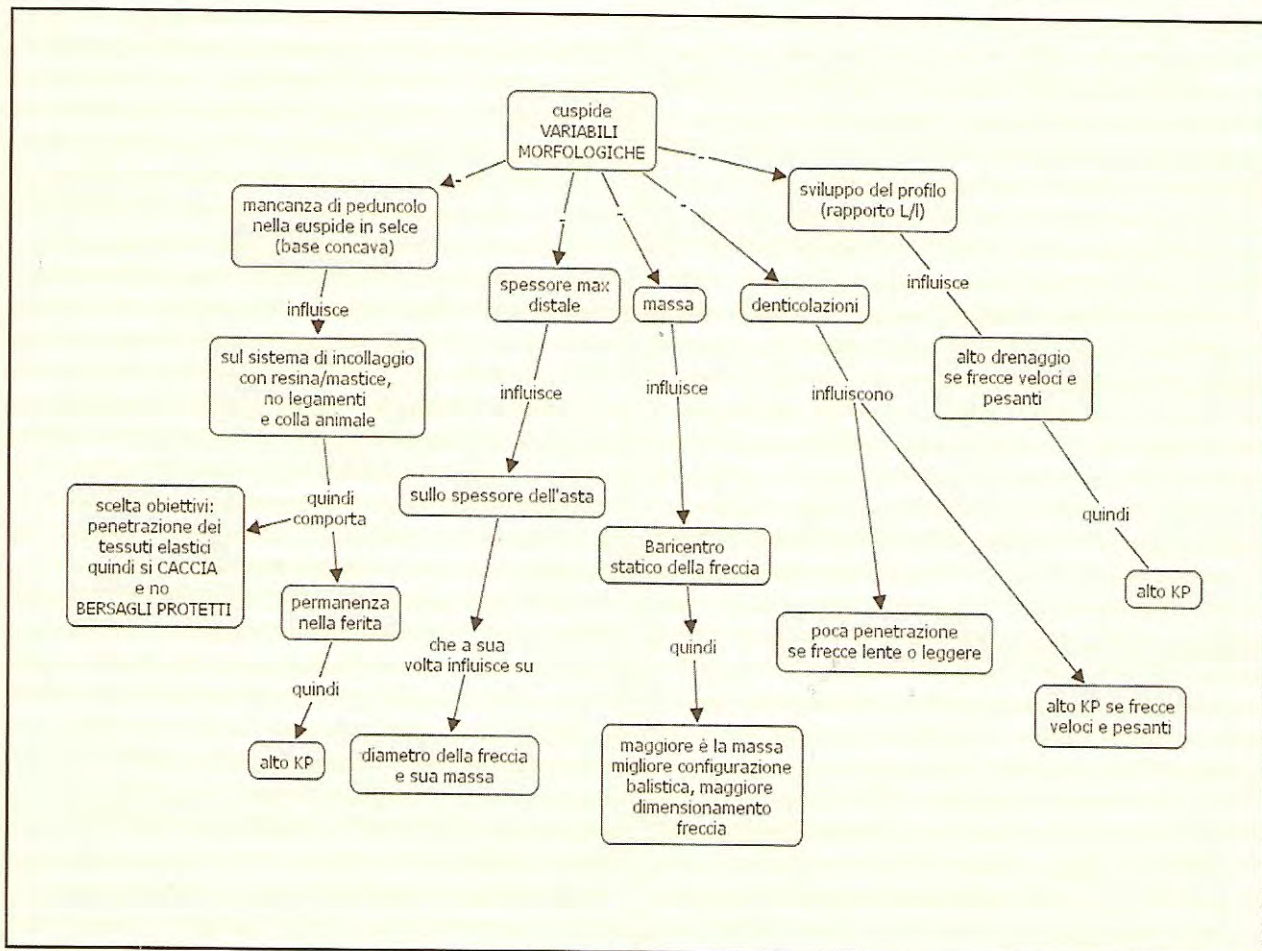
Una freccia di questa massa necessita (per essere efficace) di un sistema propulsivo tale da consentire alte velocità e quindi un carico di trazione senz'altro superiore ai 30 kg. Tali ragionamenti derivano dai fattori balistici interni (dell'ipotetico sistema arco - freccia) ed esterni (traiettorie). Per il rapporto for-

ma/funzione della cuspidè si può ipotizzare una interpretazione venatoria grazie al materiale, al suo profilo, la sua massa e le sue dimensioni.

Questo è verificato anche da considerazioni sperimentali, che forniscono una chiara indicazione di come le protezioni in cuoio/pelle bollita (superfici anelastiche) minimizzino l'efficacia balistica interna di una freccia armata in questa maniera.

Un altro dato a suffragio dell'uso venatorio con attrezzatura "prestante" è la denticolatura, caso unico nel panorama dei reperti delle terramare.

Essa fa supporre una deliberata scelta del costruttore verso un tentativo di enfattizzazione della lesività grazie al sistema di fissaggio possibile della cuspidè sull'asta, su selvaggina di medie - grandi dimensioni, possibile solo con una combinazione arco - freccia in grado di ottenere velocità superiori ai 50 m/sec. ■



BIBLIOGRAFIA

- BRIZZI V., FERRARO E., 1991, *Manuale di Tiro con l'Arco*, FIARC, Milano.
- BRIZZI V., 2005 (a), *Meccanica dell'arco e balistica della frecciá nel cacciatore primitivo*, in: La Catena Operativa dell'Arco Preistorico, atti del convegno di Fiauvé, Ufficio Beni Archeologici, Trento 2006.
- BRIZZI V., 2005 (b), *La cuspidi di freccia come indicatore dell'organizzazione sociale: uno studio sperimentale sulle popolazioni preistoriche della costa ovest degli Stati Uniti*, Arcosophia, Greentime ed., Bologna, n.1 pp. 8 - 13.
- BRIZZI V. ZANI A., 2003, *Il libro del cacciatore con l'arco*, Greentime, Bologna, 2003.
- CORLISS, D.1972, *Neck Width of Projectile Points: an Index to Culture, Continuity and Change*. Idaho State University Museum. #29.
- COSTA J., PELEGRIN J., 2004, *Une production de grandes lames par pression à la fin du Néolithique, dans le nord de la Sardaigne (Contrada, Perfugas)* - Bulletin Société Préhistorique Française, n°4 Tome 101 - année 2004, p. 867-873.
- GONZALEZ, O. 2005, *Archi e Freccie dell'Arco Alpino Italiano*, in: La Catena Operativa dell'Arco Preistorico, atti del convegno di Fiauvé, Ufficio Beni Archeologici, Trento 2006.
- HAMM, J., 1991 *Bows & Arrows of the Native Americans*. Lyons and Burford, New York.
- MELLARS, P.,1993 Archaeology and modern human origins in Europe. Proceedings of The British Academy 82: 1-35.
- MELLARS, P., 1996 Models for the dispersal of anatomically-modern populations across Europe. In L. Cavalli-Sforza & O. Bar-Yosef (eds) The Origins of Modern Man, Proceedings of International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forli, September 1996.
- MORSE D., PHYLLIS F., 1983, *Archaeology of the Central Mississippi Valley*, New world archaeological record, pag. 163.



¹ Dipartimento delle Risorse Naturali e Culturali, Università di Ferrara - Paleoworking Bologna.

² Esposta al Museo Etnologico Archeologico di Modena.

³ Allo stato attuale non è chiaro se la frattura sia da imputare ad un impatto.

⁴ L'unica via per ottenere un disegno basale simile, su un supporto di oltre 4 mm. di spes.

⁵ Pare infatti che nelle Culture Mississippian e Caddoan i "denti di squalo" rappresentassero oggetti di particolare prestigio e venissero spesso riprodotti in selce (Fig.4).

⁶ Anche se non è provato da analisi traceologiche, è possibile che venissero utilizzati ritocchatori in rame, materiale molto più funzionale del palco per i ritocchi. È documentato come il rame fosse stato utilizzato dalle culture paleoamerinde (Culture Hopewell e mesoamericane), in Egitto, Danimarca, Francia, Sardegna e India. Molti strumenti delle terramare classificati come "lesine" e "scalpelli" in rame immanicato dovrebbero essere riesaminati tenendo conto di questa possibile interpretazione (Johnson, 1991; Kashyap, Scinde, 2005; Costa, Pelegrin, 2004; Ritchie, 1980).

⁷ Esempi eloquenti e più antichi in assoluto tra i ritrovamenti archeologici sono i frammenti di freccia rinvenuti a Stellmoor (±11,000 BP), cfr. Insuländer, R., 2000: The bow from Stellmoor, Primitive Archer, vol. 8, iss.4,10-14.; Rust, A. (1943): Die alt-und mittelrteinzeillichen Funde von Stellmoor. Archaeologisches Institut des deutschen Reiches. Neumünster. 242 pp.; Moller, C., 1975, Ein Rentierwirbel mit eigeschossener Feuersteinfeilspeiz aus der Ahrensburger Fundschicht von Stellmoor. Hammaburg NR 2:93-94.

⁸ Le frecce ritrovate a Fiauvé Carera (Età del Bronzo medio) da Perini (1969 - 1976) sono costituite in Larice. cfr. Gonzalez, O. 2006, Archi e Freccie dell'Arco Alpino Italiano, La Catena Operativa dell'Arco Preistorico, atti del convegno di Fiauvé, Ufficio Beni Archeologici, Trento 2006.

⁹ Il corredo di Otzi, l'Uomo dei ghiacci, comprende ben 14 frecce di

Viburno; cfr. Oeggel, k. 1997, Der Mann im Eis: archaeobotanische ergebnisse, Freie universität bozen und Institut für botanik der leopold-fanzens-universität Innsbruck, Innsbruck, Austria; Spindler, K., 1993, Der Mann im Eis, University of Innsbruck, Austria.

¹⁰ Sulle relazioni diametro asta - spessore prossimale delle cuspidi, cfr. Corliss, D.1972, Neck Width of Projectile Points: an Index to Culture, Continuity and Change. Idaho State University Museum. #29; Thomas, D. H., 1978, Arrowheads and Atlatl Darts: How the Stones Got the Shaft. American Antiquity 43:461-472.

¹¹ Non è detto che a parità di sezione di asta di freccia in legno si abbiano le medesime risposte dinamiche di flessibilità sotto la sollecitazione della corda in movimento, e nei momenti successivi di volo. È un problema di resilienza, dal latino "resilire", cioè rimbalzare. Resilienza può essere definita come la capacità che ha il materiale nel "resistere" e reagire ad una brusca sollecitazione. La compattezza delle fibre, la densità e la quantità d'acqua presente nelle stesse (cioè la loro stagionatura) sono tutti fattori che influenzano questa reazione, e possono facilmente variare da asta ad asta, anche della medesima specie, con dimensioni uguali. Essendo un fenomeno eminentemente dinamico, la misura statica della loro capacità di flettersi sotto un carico statico si rivela quindi insufficiente.

¹² Una freccia, anche se ben indirizzata in area vitale sulla grossa selvaggina, non provoca mai la sua morte immediata. Mediamente trascorrono da 30 a 60 minuti prima di poter azzardare il recupero.

¹³ È "virtuale" in quanto il suo pattern è una sinusoide smorzata, per via della rotazione delle dita al rilascio della freccia.

¹⁴ La proprietà che definisce la velocità della "risposta" elastica del legno, vv.note 11.

¹⁵ Il baricentro statico non necessariamente corrisponde a quello dinamico. Quest'ultimo è definito come centro di massa aerodinamico, e tiene in considerazione la superficie frenante dell'impennaggio (il volume d coda) e l'effetto vela della cuspidi. Per le osservazioni sopra



- MOLLER, C., 1975, *Ein Ren-
tierwirbel mit eigeschossener
Feuersteinpfeilspitze aus der Ah-
rensburger Fundschicht von
Stellmoor*. Hammaburg NR
2:93-94.
- JOHNSON E., 1991, *The Origins
of copper in Three Northern Min-
nesota Sites: Pauly, River Point
and Big Rice*, Publications in
Anthropology, University of Min-
nesota, N. 4.
- KASHYAP, A., SHINDE V., 2005,
*Significance of copper residue on
microliths from the Mesolithic site
of Bagor, Rajasthan, India*, Biennial
Conference of the European Asso-
ciation of South Asian Archaeolo-
gists Clore Centre at the British
Museum, Londra 4 - 8 luglio 2005.
- KROEBER, A.L., 1927, *Arrow
release distribution*, University of
California Publication in Ameri-
can Archaeology and Ethnology,
Vol 23, No.4, pp. 283-296 Uni-
versity of California Press, Ber-
keley, California, 1927.
- OEGGL, K. 1997, *Der Mann im
Eis: archaeobotanische ergebnis-
se*, Freie universität bozen und In-
stitut für botanik der leopold-fan-
zens-universität Innsbruck, Inn-
sbruck, Austria.
- PERINO G., 1993, *Cahokia
Brought to Life, An Artifactual
Story of America's Great Monu-
ment*. St. Louis Archeological So-
ciety, pagg. 66 e 67.
- RITCHIE, W. A. 1980, *The Ar-
chaeology of New York State. Revi-
sed edition*. Harbour Hill Books.
Harrison, N.Y.
- INSULANDER, R., 2000, The
bow from Stellmoor, *Primitive Ar-
cher*, vol. 8, iss.4,10-14.
- RUST, A. (1943), Die alt-und mit-
telrteinzeillichen Funde von Stell-
moor. Archaeologisches Institut des
deutschen Reiches. Neumünster.
242 pp.
- SPINDLER, K., 1993, *Der Mann
im Eis*, University of Innsbruck,
Austria.
- THOMAS, D. H., 1978, *Arro-
wheads and Atlatl Darts: How the
Stones Got the Shaft*. American
Antiquity 43:461-472.



riportate, il baricentro dinamico non è pertinente, mentre lo è nello studio della balistica esterna (traiettoria).

¹⁶ Mellars, P., 1993 *Archaeology and modern human origins in Europe*. *Proceedings of The British Academy* 82: 1-35.; Mellars, P., 1996 *Models for the dispersal of anatomically-modern populations across Europe*. In L. Cavalli-Sforza & O. Bar-Yosef (eds) *The Origins of Modern Man*, *Proceedings of International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences*, Forli, September 1996.

¹⁷ Per "efficace" intendiamo le doti di stabilità in volo fondamentali per indirizzare la freccia a bersaglio. In questo caso specifico, la lunghezza in surplus della freccia viene utilizzata per rendere più stabile il volo della freccia e rappresenta un elemento di riserva in caso di rotture. D'altro canto, come è noto in etnografia, molte frecce (soprattutto quelle in canna) venivano allungate con aste in legno duro per permetterne il facile riutilizzo, oltre che fungere da elementi attivi nel campo della balistica interna, e comunque il loro foreshaft non era parte in "trazione".

¹⁸ È bene tener presente che un'asta di canna palustre, per motivi di solidità strutturale, facilmente richiederebbe un prolungamento in legno più duro (foreshaft) all'estremità distale a cui immanicare la cuspid. Il suo diametro doveva essere quindi superiore a 9 mm.

¹⁹ È indubbio che un arco moderno di geometria tradizionale possieda un rendimento dinamico un poco superiore a qualsiasi arco primitivo, ma è solo grazie ai materiali moderni impiegati, non certo alla ottimizzazione della geometria strutturale, che i costruttori d'arco preistorici erano ben in grado di realizzare.

²⁰ Per "fattore traiettoria" intendiamo la classica distanza di tiro utile in caccia, 20 - 25 metri al massimo, senza parabole accentuate, tipiche di frecce con velocità compresa tra i 140 e i 180 metri al secondo.

²¹ Al giorno d'oggi, chi si dedica alla caccia con l'arco con archi di foggia tradizionale, anche se realizzati con materiali moderni (come la fibra di vetro o il carbonio nei flettenti, e corde in kevlar o altri filati in-

stensibili) difficilmente supera i 28 kg. ad allunghi simili a quelli presi in considerazione, anche per la grossa selvaggina.

²² Con l'avvento delle tecnologie del bronzo, inizia il decadimento della lavorazione litica. Se i metallurgi inizialmente si ispirano alle forme litiche, successivamente accade il contrario. Gli specializzati nelle tecnologie della pietra, per mantenere la propria offerta in linea con la domanda emergente, tendono a riprodurre a loro volta le fogge dei manufatti in bronzo, che intanto hanno acquisito un loro carattere. Il caso limite è rappresentato dalle splendide daghe in selce danesi.

²³ Anche se non si hanno prove certe dell'uso di corazzature nelle Civiltà delle terramare, la verosimile protezione in cuoio bollito ha la caratteristica di ripartire su una larga superficie l'energia del colpo, e di conseguenza limitarne i danni. Solo con un proiettile appuntito e a bassa sezione (concentrando su una piccola area l'energia d'impatto) si può pensare ad una probabile penetrazione.

²⁴ Per quanto dura e dotata di pelliccia, la cute di un selvatico di grosse dimensioni può essere lacerata da una punta litica con facilità, anche se la "vitalità" di un selvatico della massa equivalente a quella di un umano è senza dubbio superiore. L'effetto psicologico di una ferita - su un uomo - è elemento da tenere in considerazione, infatti una cuspid a bassa sezione di impatto (come quelle in palco di cervo riscontrabili nelle terramare) ad un cinghiale di 60 kg non sortirebbero nell'immediato alcun effetto.

²⁵ È noto come nell'economia della produzione, realizzare aste di freccia uguali (e che conseguentemente volino nello stesso modo) sia notevolmente più gravoso che non sagomare cuspidi efficaci della stessa massa e morfologia; un processo da 7 a 10 volte più lungo.

²⁶ Anche nel combattimento moderno, si tende ad utilizzare calibri ridotti che feriscano, mettano fuori combattimento e non uccidano, proprio per arrecare maggiori danni "economici" alla fazione avversaria.

²⁷ Massa per velocità è il momento del proiettile. Il "momento" è direttamente collegato alla penetrazione.

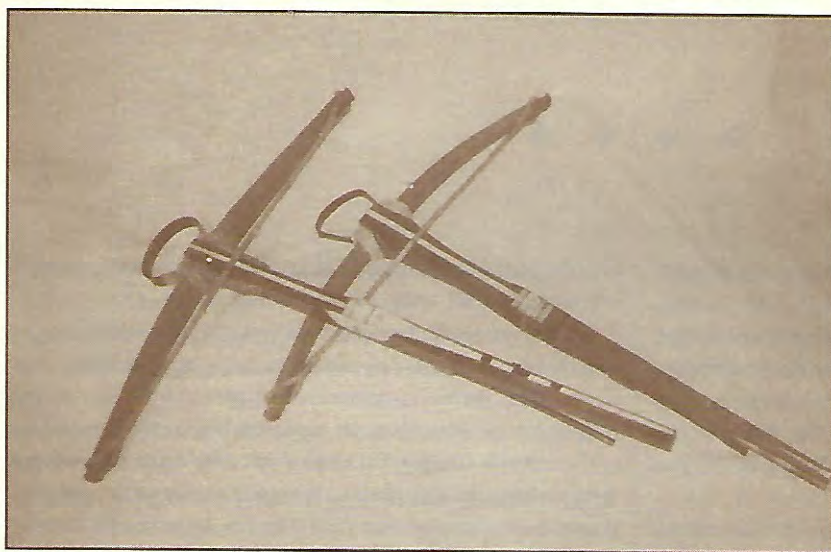
Le balestre di corno a Venezia nel '200

di Alessio Cenni

In seguito alle crociate la balestra divenne un'arma d'importanza strategica in tutta l'Europa occidentale. Quasi ovunque venivano fabbricate balestre con l'arcone di legno, ma al principio del secolo XIII era iniziata anche la pro-

duzione di arconi composti in corno e tendine. Questi ultimi erano più efficienti e meno ingombranti, le loro prestazioni erano perciò molto apprezzate. L'arte dell'arco composto era di origine mediorientale e nel Medioevo l'unico modo in cui una

comunità o un regno poteva acquisire una nuova tecnologia era quello di chiamare dall'estero maestri esperti per produrre ed insegnare l'arte ad apprendisti del luogo. Uno dei centri in cui si sviluppò una fiorente produzione di balestre composte fu Venezia. La corporazione dei "balistari" veneziani aveva una regolamentazione severa, tutelata dallo Stato. Le ottime balestre servivano non solo per armare le galee della Repubblica, ma costituivano una voce importante delle esportazioni, ovviamente solo verso Stati alleati con Venezia. Oggi è sopravvissuto un frammento o meglio un'aggiunta del 1278 allo statuto dei fabbricanti di balestre veneziani. Il testo è scritto in una lingua a metà strada tra il latino e il dialetto veneziano del '200. Usa molti termini tecnici gergali, perfettamente intesi da balestrai e ufficiali veneziani di allora che, invece, noi oggi siamo costretti a interpretare con fatica. Qui di seguito sono tradotti in italiano e sintetizzati i 26 articoli del "Capitolare de Balistaribus" che ci danno uno spaccato non solo delle tecniche ma anche della organizzazione del lavoro e del modo di ragionare dei costruttori di balestre e archi del Medioevo. Abbiamo, inoltre, aggiunto a molti articoli un breve commento interpretativo basato su ricerche ed esperienze personali.



Ipotesi ricostruttive di balestre composite medioevali.



Arcone di corno con profilo riflesso in fase di assemblaggio.

I 26 ARTICOLI DEL "CAPITOLARE DE BALISTARIBUS"

I. Giuro sui Santi Vangeli di Dio di dire onestamente con quale tipo di corno è fatto l'arcone, se di stambecco o di altra bestia. E se saprò che qualche collega non rispetta questo giuramento lo denuncierò alle autorità. (Il corno di stambecco

era stato riconosciuto come eccellente materia prima e ci si preoccupava di disciplinare la produzione per garantire la buona fama delle balestre veneziane e dei loro artigiani).

II. Che ogniuno lavori in buona fede e senza inganni.

III. Non si riparino vecchie balestre se il corno dell'arcone è rotto. In questo caso l'arcone va sostituito del tutto perchè non sarebbe più affidabile.

IV. D'ora in poi è proibito fare arconi in corno di capra salvo per coloro che ne hanno vecchie rimanenze in bottega. (La produzione veneziana si stava orientando sull'alta qualità in corno di stambecco di provenienza alpina).

V. Nessun maestro potrà riparare una balestra bastarda. (Bastarda... ovvero illegittima o mista. Si trattava probabilmente di balestre già rimaneggiate, recanti i marchi di maestri diversi e quindi ormai molto al limite delle garanzie di qualità. Articoli: VI e XII).

VI. Se un maestro accetta di riparare una balestra non sua deve aggiungerci anche il suo marchio e prendersene la responsabilità.

VII. Nessun maestro osi munire le sue balestre con chiavi e staffe da esportazione. (Chiave, manetta di sgancio, e staffa erano le parti in ferro della balestra, il balestraio le acquistava dal fabbro e anche qui c'era una produzione eccellente e una di seconda scelta da non usare per le balestre veneziane).

VIII. Nessun maestro osi munire la balestra con una noce che non abbia il dovuto rinforzo di ferro infisso nella parte di sotto. (La noce era fatta in materiale organico come corno di cervo o legno di bosso, il rinforzo in metallo la salvava dal logorio causato dal contrasto con la chiave di ferro).

IX. Le stecche di corno dell'arcone devono essere curvate con il sapone e non con sola acqua. (L'arcone era composto da stecche di corno incollate fianco a fianco. Dopo averle ta-



Una stecca di corno viene curvata a caldo.

gliate veniva dato loro il giusto profilo curvandole a caldo. Un metodo molto efficace per scaldare il corno senza danneggiarlo consiste nell'immergere le stecche in una pentola colma di una densa soluzione bollente di sapone di Marsiglia. Questa saponata raggiunge bollendo una temperatura più alta della sola acqua, probabilmente vicino ai 150°.



Giunzioni tra le stecche di corno dell'arcone.

Le stecche di corno divengono estremamente duttili con soli due minuti di immersione evitando così i danni di una più lunga bollitura in acqua a 90°-100°).

X. Nessun maestro cambi il colore del tenere di legno per la balestra prima di averne contrattato il prezzo col committente. (Il tenere delle balestre era fatto con legni più o meno pregiati: faggio, acero, ciliegio, noce. Nel corso dell'anno il maestro lavorava i tenieri per averne un certo numero pronti e consentire una scelta).

XI. Non si usi per le balestre altra corda che non sia di spago eccellente, fatto di canapa e non di lino. (Evidentemente alla canapa era riconosciuta una maggiore robustezza o resistenza all'usura, lo spago era acquistato presso cordai specializzati).

XII. Ogni maestro è obbligato ad apporre il suo marchio sulle balestre prodotte, sia sull'arcone che sul tenere.

XIII. Nessun maestro osi legare al tenere un arcone di sezione rotonda senza fissare al detto arco con colla e tendine uno scanellum. (Per assicurarsi che la posizione dell'arco rimanga stabile con l'uso).

XIV. Nessuno osi tendinare un arco-



Prima fase del rinforzo di tendine sul dorso.

ne che non sia di due o tre stecche, né sul dorso né in altri punti, prima di averne contrattato il prezzo col committente. (Gli arconi di maggior pregio erano fatti con due o tre stecche di stambecco, le cui grosse corna sono lunghe circa 90 cm. Quelli fatti con molte stecche più piccole dovevano poter essere esaminati per valutare la perfezione delle giunture prima che il tendine li ricoprissi).

XV. Non si contratti un tenere prima che vi sia praticata la trafitta. (La trafitta è probabilmente il foro in cui passa la corda che lega l'arcone al tenere. Deve essere di misura e in posizione tale da non pregiudicare la robustezza).

XVI. Saranno eletti tra i maestri di questa arte tre supervisori per ispezionare ogni laboratorio almeno una volta al mese e riferire di ogni scorrettezza che verificheranno.

XVII. Questi supervisori imporranno le multe necessarie e dovranno denunciare ogni tentativo di impedire loro l'ispezione in qualsiasi laboratorio di balestraio.

XVIII. Che nessun maestro osi dire male parole o ingiurie a questi supervisori nello svolgimento del loro ufficio.

XIX. Che nessuno, né veneziano né forestiero, osi lavorare all'arte delle

balestre a Venezia senza prima iscriversi, giurare sui regolamenti e indicare il suo proprio marchio di fabbrica. (Ogni costruttore di balestre era obbligato ad assumersi precise



Avvolgimento completo dell'arcone con il tendine.

responsabilità sia verso i colleghi che con le autorità).

XX. Che nessun maestro osi vendere allo stesso acquirente più di due balestre, anche attraverso un pre-

stanome. (L'acquisto di molte di queste armi da parte di un solo individuo era indizio di un traffico illecito o il tentativo di armare una fazione politica).

XXI. Che nessun forestiero giunto a Venezia osi lavorare per più di otto giorni alle balestre senza prima iscriversi all'arte e giurare sui regolamenti. (L'eventuale forestiero doveva essere integrato e porsi sotto la giurisdizione dell'autorità veneziana per preservare i segreti tecnici concernenti la fabbricazione).

XXII. Chi aspira alla qualifica di maestro balestraio deve versare alla corporazione la cifra di ingresso stabilita.

XXIII. Nessun maestro osi portare balestre finite al mercato per venderle. (Era un'altra clausola per tenere sotto controllo il commercio delle balestre. Non dovevano essere assemblate e vendute armi simili al di fuori di committenze prestabilite e legali).

XXIV. Nessun maestro osi lavorare o far lavorare dai suoi apprendisti arconi deteriorati o con scheggiature sollevate sul dorso. (Dato che l'arcone composito era completamente rivestito di tendine e pelle si scoraggiava la tentazione di impiegare corno scadente).

XXV. Ogni maestro deve impegnarsi ad adattare con cura nel tenere la chiave, che sia posizionata adeguatamente nell'alloggio per la noce. (La buona messa a punto del meccanismo garantiva la resistenza all'enorme sforzo e la facilità di scocco della freccia).

XXVI. Che nessun lavoratore di altre arti osi lavorare alle balestre più di otto giorni senza prima iscriversi, giurare e pagare la quota d'ingresso. (L'uso di manodopera non qualificata doveva essere solo occasionale. Ogni singola

corporazione di mestiere poi svolgeva anche funzioni di sindacato, rappresentanza politica e mutuo soccorso tra gli iscritti). ■