

DIZIONARIO  
DELLE SCIENZE  
E DELLE TECNICHE  
DI GRECIA E ROMA

A CURA DI

PAOLA RADICI COLACE, SILVIO M. MEDAGLIA,  
LIVIO ROSSETTI, SERGIO SCONOCCHIA

DIRETTO DA

PAOLA RADICI COLACE

· I ·

A - L



PISA · ROMA

FABRIZIO SERRA EDITORE

MMX

studioso moderno a ricostruire il bagaglio delle nostre conoscenze sulle motivazioni che hanno condotto gli antichi a costruire o ad orientare un monumento (o addirittura un intero insieme di monumenti) in un modo piuttosto che in un altro, evidenziando così precise e dettagliate conoscenze matematiche ed astronomiche, che l'assenza di testimonianze scritte ci ha spesso indotto a considerare come inesistenti al tempo stesso della loro costruzione.

BIBLIOGRAFIA. AVENI-ROMANO 2000; BELMONTE-HOSKIN 2002; DEL MONTI-LANCIANO 1990; DINSMOOR; LIRITZIS-VASSILIOU 2006; MAGINI 2001; MAGINI 1997; MAGLI 2005; MAGLI 2007; MAGLI 2008; MICKELSON HIGBIE 2005; NISSEN 1896; PENROSE 1893; SCULLY 1962.

MAURO FRANCAVIGLIA  
MARCELLA GIULIA LORENZI  
GIULIO MAGLI

**Archeologia subacquea. 1. Le potenzialità.** – Le scoperte dell'a. subacquea hanno contribuito in maniera fondamentale alla conoscenza delle navi e della marineria antica le quali, prima dell'avvento di questa disciplina, erano note solo dalle fonti scritte e iconografiche, ossia immagini di navi rappresentate su monumenti e manufatti antichi. Tali testimonianze presentano però dei limiti a cui l'archeologia può fare fronte. Le fonti scritte, ad esempio, sono estremamente avarie di informazioni sulla tecnica costruttiva mentre quelle iconografiche sono molto importanti per la conoscenza dell'opera morta delle navi, ossia delle sovrastrutture emergenti dall'acqua, ma non certo per quella dell'opera viva, che peraltro è la parte più interessante da un punto di vista tecnico. Va tenuto presente comunque che la conoscenza delle navi antiche deve moltissimo anche allo studio di imbarcazioni scoperte non sott'acqua bensì in aree interrate. Negli ultimi anni, ma non solo, si sono susseguite numerose scoperte di navi antiche all'interno di bacini portuali insabbiati quali quello fluviale di San Rossore a Pisa e quelli litoranei di Napoli, Olbia, Marsiglia e Istanbul. A differenza dei fondali marini, nei quali i relitti si conservano quasi sempre solo nell'opera viva, le terre umide delle aree portuali interrate o delle coste sopravanzate permettono spesso la conservazione anche dell'opera morta e quindi di buona parte degli scafi. Solo per fare degli esempi, dal porto

interrato di Olbia sono venuti alla luce alberi e remi-timone di navi romane ed altre attrezzature che costituiscono documenti quasi unici per la conoscenza delle parti sovrastrutturali degli scafi antichi. Dal porto di San Rossore, di Napoli e dai rami fluviali interrati di Mainz e Oberstimm in Germania sono venute alla luce le uniche imbarcazioni militari a remi romane. Prima di questi ritrovamenti la conoscenza della tecnica della voga in età romana e l'aspetto delle imbarcazioni a remi romane si erano basati solo su studi iconografici. L'unico ritrovamento marino di imbarcazione militare a remi antica proviene infatti dalla spiaggia di Marsala. Si tratta di uno spezzone di prua e di una sezione di poppa di imbarcazioni di età punica interpretate, non senza però fondati dubbi, come militari. Il resto dei rinvenimenti subacquei è costituito da naviglio mercantile. Rara eccezione, sia per il contesto di rinvenimento, un lago, sia per l'impiego, quale villa-galleggiante dell'imperatore Caligola, sono le navi di Nemi.

**2. La storia degli studi.** – La storia dell'a. subacquea nasce proprio con i tentativi di recupero, già nel Rinascimento, dei due poderosi battelli di Nemi. Le esplorazioni delle navi sono proseguite nell'Ottocento, inizialmente per scopi antiquari poi scientifici, fino ad arrivare al faraonico progetto di recupero, ottenuto attraverso l'abbassamento del livello del lago, compiuto negli anni Trenta del secolo scorso, scandendo così le tappe fondamentali della nascita della disciplina. Ma è con l'invenzione dell'autorespiratore ad aria che le scoperte navali subacquee si sono moltiplicate esponenzialmente rispetto alle segnalazioni di pescatori di spugne e di palombari. Inizialmente le esplorazioni di relitti antichi vennero condotte da semplici sommozzatori che raccoglievano informazioni da trasmettere all'archeologo in superficie; poi, nel 1960, George Bass, un ricercatore della Pennsylvania University, consapevole dei limiti di una direzione dei lavori a distanza, scese sul fondale di Capo Chelidonia in Turchia per condurre le operazioni di documentazione di un relitto di nave dell'età del Bronzo divenendo il primo archeologo subacqueo. Da quel momento l'archeologo Bass, su segnalazione dei pescatori di spugne turchi, sarà autore di alcune tra le più importanti scoperte dell'archeologia subacquea scavando e studiando alcuni tra i più

interessanti relitti dell'antichità e del medioevo. Negli anni Sessanta e Settanta comunque si sono susseguite numerose scoperte di relitti antichi anche nel resto del Mediterraneo specialmente in Spagna, Francia ed Italia. A differenza delle scoperte di Bass, quelle spagnole ed italiane però hanno privilegiato lo studio del carico penalizzando quello dello scafo tanto che rari sono gli studi esaustivi di navi antiche nel nostro paese. Sicuramente meglio è andata in Francia, dove più consolidata è la tradizione di studi sulla costruzione navale e quindi anche dei resti di scafi che sono stati protetti per secoli dai carichi non deperibili di anfore, lingotti ed elementi litici. Lo studio del francese Patrice Pomey e dell'esperto navale del team di George Bass, Richard Steffy, ha permesso, in meno di trenta anni, di arrivare ad un buon livello di conoscenza della costruzione navale antica sia greca sia romana. Molto più indietro, specialmente per la scarsità di dati archeologici, è invece la conoscenza della costruzione navale anteriore all'età arcaica e di quella posteriore alla caduta dell'Impero romano.

3. *La questione dello sviluppo della tecnica costruttiva.* – La costruzione navale antica, a differenza di quella medievale e moderna, è basata su una concezione a guscio in cui la forma della nave non veniva definita da progetti grafici bensì era ottenuta direttamente durante la messa in opera degli elementi strutturali. Infatti, una volta posata sul cantiere la chiglia e le ruote di prua e di poppa, ossia le proiezioni verticali curve delle due estremità della chiglia, si impostava l'involucro esterno del fasciame collegando una tavola con l'altra e disponendola 'a paro', ovvero bordo contro bordo, così da formare una sorta di guscio. Solo in un secondo momento all'interno del guscio venivano inchiodate le ordinate, ossia le costole. Strutturalmente quindi la nave presentava un guscio di fasciame 'autoportante', che le ordinate potevano andare solo a irrobustire. La forma era definita, oltre che dalla linea determinata dalla chiglia e dalle ruote, dalla posa delle tavole. Di recente si sta valutando la possibilità che la sequenza progressiva della posa delle tavole potesse essere guidata dall'impiego di sagome mobili predeterminate (BELTRAME-BONDIOLI 2006). Successivamente, nel Mediterraneo, questa concezione lascerà il posto, anche se in maniera definitiva solo nel grande naviglio, alla concezione su scheletro

che è poi quella moderna. Questa concezione prevede, in sequenza, la posa su chiglia e ruote delle ordinate complete sulle quali poi viene inchiodato il fasciame esterno. La struttura portante quindi non è più il fasciame, ma sono le ordinate su cui il fasciame va applicato. Dal punto di vista progettuale, ossia della definizione del profilo curvilineo dello scafo, questa concezione prevede la conoscenza esatta della forma della sezione maestra centrale prima dell'avvio della costruzione, la quale svolgerà la funzione di disegno 'sorgente' per permettere la tracciatura della maggior parte delle altre rimanenti ordinate. Mentre nella concezione pura su scheletro il fasciame non necessita di alcun collegamento tra le tavole, che anzi lasciano delle fessure che devono essere colmate con la tecnica del calafataggio, ossia del riempimento degli interstizi con stoppa impeciata, nella concezione su guscio le tavole devono essere unite solidamente tra loro per mezzo o della tecnica della cucitura o della tecnica delle mortase e dei tenoni. La cucitura consiste nell'unione del bordo di una tavola con l'altra per mezzo di sottili cime fatte passare attraverso fori praticati lungo i bordi. La tecnica ebbe largo impiego in età arcaica mentre in età romana è stata riconosciuta esclusivamente nell'area alto-adriatica. La tecnica a mortase e tenoni consiste nell'unione delle tavole per mezzo di tenoni, ossia linguette di legno, infilati dentro mortase, ossia fessure praticate lungo i bordi delle tavole. I tenoni sono poi bloccati nelle mortase mediante l'impiego di caviglie in legno. Entrambe le tecniche non prevedevano un calafataggio in quanto esso avrebbe danneggiato le giunzioni. I due sistemi erano noti nel Mediterraneo già agli Egizi. La tecnica a mortase e tenoni ebbe però il sopravvento in età classica a causa presumibilmente della maggiore robustezza e durata rispetto alla tecnica a cucitura. Per il collegamento delle ordinate al fasciame si utilizzavano sia chiodi in metallo, sia caviglie in legno, sia legature vegetali. La questione maggiormente dibattuta tra gli studiosi di costruzione navale antica è la cronologia, le cause e la modalità di transizione da una concezione all'altra. Quest'ultima è stata indubbiamente molto lenta e graduale ed è iniziata presumibilmente già nella prima età imperiale (BELTRAME-BONDIOLI 2006) o comunque non più tardi dell'età altomedievale (POMEY-RIETH 2005) e si è conclusa solo nel

XIII secolo (BELTRAME-BONDIOLI 2006). Tracce evidenti di questo momento di passaggio dello sviluppo tecnico sugli scafi è l'allentamento progressivo dello spazio tra tenone e tenone, la perdita della caviglia di bloccaggio del tenone nella mortasa e l'immobilizzazione del madie-re, ossia dell'elemento più basso dell'ordinata, sulla chiglia per mezzo di un grosso chiodo.

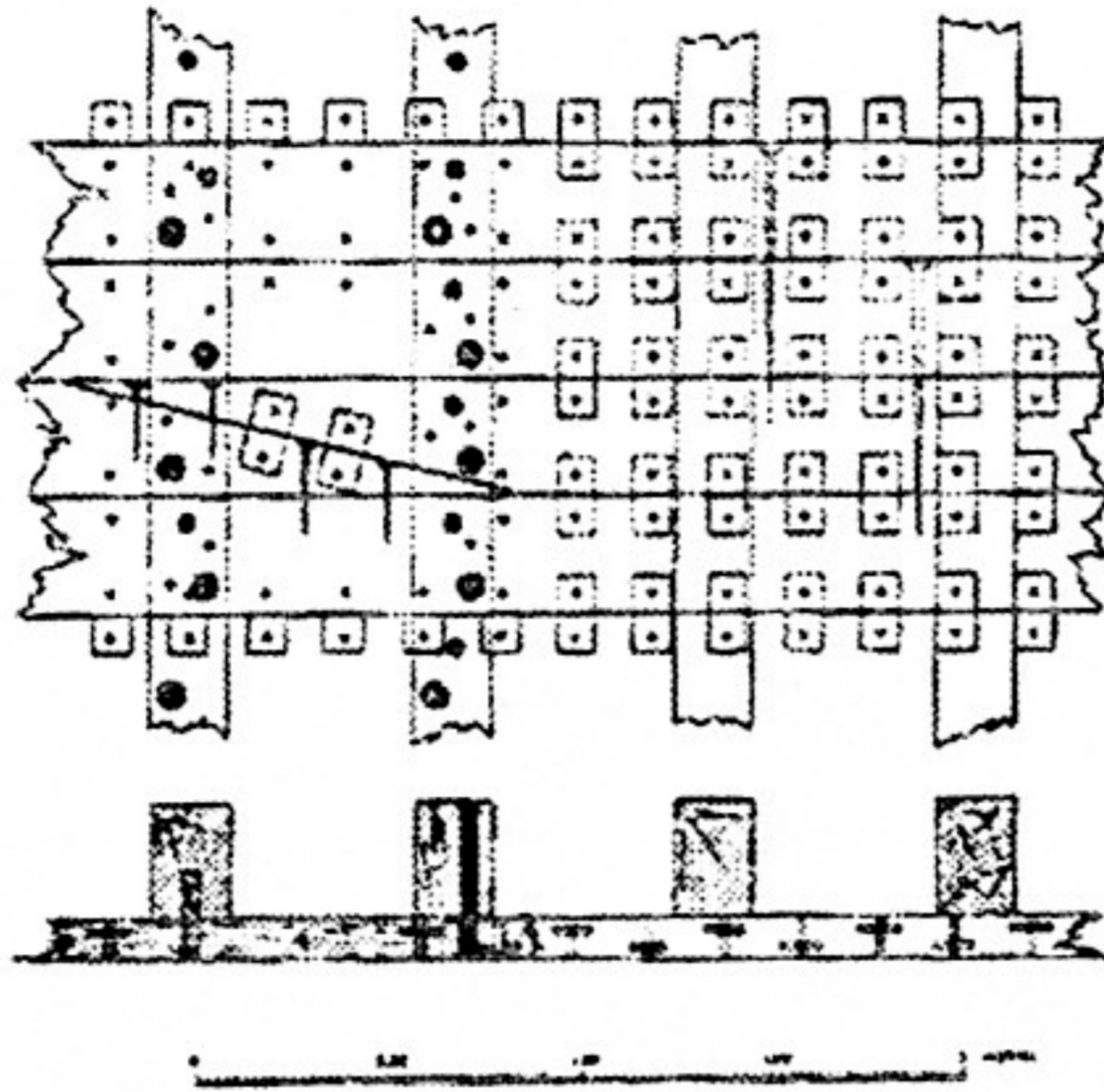


FIG. 1. La giunzione, come praticata dalla carpenteria navale antica, fra le tavole ('corsi') del fasciame, e fra queste e le coste dello scafo: a destra il sistema a 'mortasa e tenone', a sinistra la giunzione mediante chiodature tra fasciame e coste.

4. *Dimensioni e forme.* – L'a. subacquea, oltre ad imbarcazioni lunghe tra i 15 e i 25 metri, ha restituito relitti di navi anche di notevoli dimensioni. Grazie ad esse, sappiamo infatti che onerarie lunghe 40 metri, di circa 300/400 tonnellate, circolavano in età tardo-repubblicana (relitti di Albenga e di Madrague de Giens) nel Mediterraneo; il recente rinvenimento di una nave di circa 100 tonnellate nelle acque dell'isola di Alonessos in Grecia ha dimostrato comunque che, a differenza di quanto si credeva prima, navi di notevole stazza venivano costruite già in età classica. I profili di carena delle navi da carico erano prevalentemente tondeggianti ma già in età classica (relitti di Gela 2 e di Ma'agan Michael) compaiono raffinate sezioni stellate ossia a collo di bottiglia.

5. *Elementi costruttivi.* – Chiglia e ruote, come oggi, costituivano la spina dorsale della nave. I numerosi relitti analizzati hanno permesso di apprezzare l'abilità e la fantasia dei *fabri navales* antichi nell'intagliare le giunzioni di bloccag-

gio della ruota di prua e di poppa sulla chiglia. Il sistema, detto a paella a dente, presenta infatti numerose varianti. All'interno dello scafo, al centro, era appoggiato ed incastrato sopra i madieri il paramezzale, ossia una grossa trave in cui erano ricavate delle cavità per alloggiare i piedi degli alberi e i puntelli per il sostegno del ponte. A fianco del paramezzale erano posti gli elementi del fasciame interno che consistevano in tavole necessarie per permettere di posare il carico all'interno dello scafo. Il fasciame esterno poteva presentare tavole più spesse, chiamate cinte, che avevano la duplice funzione di irrobustimento dello scafo e di protezione dal contatto con le banchine portuali. La coperta era costituita da tavole posate su spesse travi, dette bagli; questi erano incastrati sulle fiancate ed erano disposti trasversalmente all'asse longitudinale. Il baglio aveva anche la funzione di tenere assieme le murate dello scafo e ammortizzare così le spinte esterne esercitate dalla pressione dell'acqua. I carpentieri antichi utilizzavano moltissime essenze legnose mediterranee e molti relitti presentano una singolare estrema eterogeneità nell'impiego delle piante. Molto apprezzato, specialmente per la realizzazione delle ordinate, ossia degli elementi curvi, fu ovviamente la rovere. Per il fasciame esterno si utilizzava molto il pino e l'olmo mentre per quello interno poteva andare anche il meno nobile abete. Caviglie e tenoni erano spesso realizzati con legni più duri quale l'olivo. Lo studio delle essenze legnose e delle caratteristiche del legno (dendrocronologia) fornisce informazioni preziose all'archeologo per conoscere le ragioni delle scelte dei *fabri navales*, la data di costruzione della nave ed il luogo di costruzione. Quest'ultimo dato raramente è ottenibile attraverso lo studio del carico e sta permettendo di individuare delle tradizioni costruttive regionali. L'età ellenistica (relitto di Kyrenia) ci ha restituito la prima evidenza di rivestimento protettivo dello scafo dalla *teredo navalis* in metallo. Si trattava di lamine di piombo inchiodate sul fasciame che scomparirono improvvisamente nel II secolo per ricomparire solo nel Rinascimento. Già in età greca comunque lo scafo veniva spalmato abbondantemente con pece sia all'interno sia all'esterno a scopo protettivo.

6. *L'attrezzatura.* – Il governo della nave era assicurato da due timoni laterali ben riconoscibili nelle raffigurazioni navali ma testimoniati

anche dai rari reperti di Nemi e Olbia. Le vele erano movimentate da manovre fisse e mobili testimoniate da bigotte, borelli e bozzelli ad una o più vie che si rinvennero spesso nei relitti e nei fondali portuali. L'acqua accumulata nel fondo della sentina poteva essere espulsa per mezzo di una pompa a bindolo mossa da manovelle. Si trattava di una cima dotata di dischetti in legno che, scorrendo all'interno di un tubo sempre di legno, permetteva il recupero dell'acqua e il suo riversamento in una vaschetta in piombo collocata sulla coperta e dotata di ombrinali di scarico. Le numerose ancora rinvenute isolate oppure in associazione con i relitti ci hanno permesso di ricostruire l'evoluzione tecnologica di questo importante attrezzo. In età greca esse erano costruite in legno, erano dotate di una o due marre, ossia punte, e di un ceppo di appesantimento in pietra. In età romana il ceppo litico venne soppiantato da uno in piombo. In età imperiale poi l'ancora in legno e piombo venne sostituita da quella completamente in ferro con ceppo mobile simile all'ancora 'ammiragliato' moderna. Questo tipo di ancora, pur mutando la forma delle marre (prima a croce, poi tonde e poi a T e quindi, nel medioevo, ad Y), rimarrà in uso per secoli.

BIBLIOGRAFIA. BELTRAME 2002a; BELTRAME-BONDIOLI 2006; GIANFROTTA-POMEY 1981; MARISCALCO 1998; POMEY-RIETH 2005; STEFFY 1994.

CARLO BELTRAME

**Archigene.** 1. *La vita.* – Figlio del medico Filippo e discepolo di Agatino, Archigene proviene da Apamea, in Siria, ma in seguito vive e opera a Roma nell'età di Traiano (98-117 d.C.), dove diventa un medico famoso.<sup>[1]</sup> Condivide le posizioni della scuola pneumatica (che introduce rispetto ai quattro umori della medicina ippocratica lo πνεῦμα) pur appartenendo alla scuola eclettica (→MEDICINA); la base della sua terapeutica è il mantenimento dell'armonia, combattendo gli otto cattivi temperamenti (δυσκρασίαι).

2. *Le opere.* – Da fonti indirette sappiamo che Archigene interviene in molti ambiti della medicina, come dimostrano alcuni titoli delle sue opere giunti a noi attraverso Galeno: *Sull'utilità dell'olio di castoreo*, *Dei medicamenti distribuiti secondo il genere*, *Della sintomatologia delle febbri*, *Sintesi degli interventi chirurgici*, *Sintomi delle*

*malattie acute e croniche*, *Strumenti terapeutici delle malattie acute e croniche*. La pubblicazione dei frammenti di Archigene (BRESCIA 1955) scoperti in un testo di Paolo Egineta all'interno di un manoscritto Vaticano Palatino (Vat. Pal. gr. 199) hanno permesso di ampliare l'edizione di Archigene curata da Ilberg.

NOTE. [1] Vd. Iuv. 6, 236; 13, 98; 14, 252. La fortuna di Archigene è vasta anche nei secoli successivi: Alessandro di Tralle ne tesse l'elogio definendolo 'divino'.

BIBLIOGRAFIA. BRESCIA 1955; KUDLIEN 1964b; MAZZINI 1997, 61-62; NUTTON 1996l; WELLMANN 1895a; WELLMANN 1895b.

FRANCESCO RAGNI

**Archimede** [287-212 a.C.]. 1. *Dati biografici.* – A. è universalmente noto come il più grande matematico dell'antichità classica. Molte sono le notizie che le fonti ci tramandano sulla sua vita, ma non tutte si basano su un'effettiva veridicità storica; è il caso dell'aneddoto riportato da Plutarco,<sup>[1]</sup> secondo cui A. sarebbe stato solito tracciare figure geometriche sugli unguenti spalmatigli addosso durante il bagno, o l'episodio riferito da Vitruvio,<sup>[2]</sup> relativo all'occasione in cui accidentalmente A. scoprì il principio sull'immersione dei corpi solidi nei liquidi che va tutt'oggi sotto il suo nome. Secondo le fonti, A. sarebbe stato ucciso all'età di settantacinque anni durante la conquista romana di Siracusa.<sup>[3]</sup> Sulle sue origini siracusane la tradizione è concorde, ma mentre Cicerone farebbe un velato riferimento alle origini umili dello scienziato,<sup>[4]</sup> secondo Plutarco<sup>[5]</sup> la sua famiglia sarebbe stata legata al re Gerone II di Siracusa. Secondo la tradizione, A. soggiornò per un periodo ad Alessandria,<sup>[6]</sup> dove intrattenne rapporti con gli scienziati più importanti del suo tempo, in particolare con il geografo Eratostene di Cirene, a cui dedicò lo scritto che va sotto il titolo di *Methodus*, con l'astronomo Conone di Samo e con l'allievo di quest'ultimo, Dositeo di Pelusio, cui dedicò almeno tre delle sue opere (*De sphaera et cylindro*, *De conoidibus et sphaeroidibus*, *De lineis spiralibus*). Le fonti attribuiscono ad A. meriti nel campo dell'ingegneria meccanica; avrebbe organizzato la costruzione della grande nave *Syracusia*<sup>[7]</sup> ordinata da Gerone. Ad A. è attribuita l'invenzione della *coclea* o vite archimedeo, nota anche come vite idraulica o vite senza fine, un conge-