

# L'ARCHEOLOGO SUBACQUEO

Quadrimestrale di archeologia subacquea e navale

Anno XIV, n. 1-2 (55-56, numero doppio), Gennaio - Agosto 2013

Sped. in abb. post. 70% - Autorizz. Filiale di Bari

*Salvore/Savudrija. Il molotanturale meridionale*

**Archeologia dei paesaggi costieri in Istria:  
il porto di Salvore/Savudrija**

**Le calzature dal relitto Mercurio**

**Protezione e impermeabilizzazione degli scafi**

**La Barca sublime dei Savoia**

**Paesaggi d'acqua nella Laguna di Marano**

**Il museo della Navigazione Antica di Magonza**



# La protezione e l'impermeabilizzazione degli scafi dall'Antichità al Medioevo

Per la conoscenza e lo studio dei processi costruttivi navali del mondo antico è di fondamentale importanza l'analisi dei metodi di protezione, impermeabilizzazione e sigillatura degli scafi lignei. Con questi termini si intendono le tecniche utilizzate per rivestire le carene delle imbarcazioni, al fine di rendere stagno lo scafo e di proteggere le fibre del legno dall'usura dell'acqua e degli organismi xilofagi. In particolare, *protezione* indica uno strato esterno rispetto alla carena, fasciame "sacrificale" o lamine metalliche, mentre *impermeabilizzazione* è riferito all'impregnazione del legno con pece, resine o pitture, le quali, oltre a proteggerlo dalla *teredo navalis*, mantenevano l'opera viva pulita dalla vegetazione, che influiva sulla velocità dell'imbarcazione; *sigillatura* designa il calafataggio e l'inserimento di materiale resinoso all'interno dei comenti, per la tenuta stagna dello scafo.

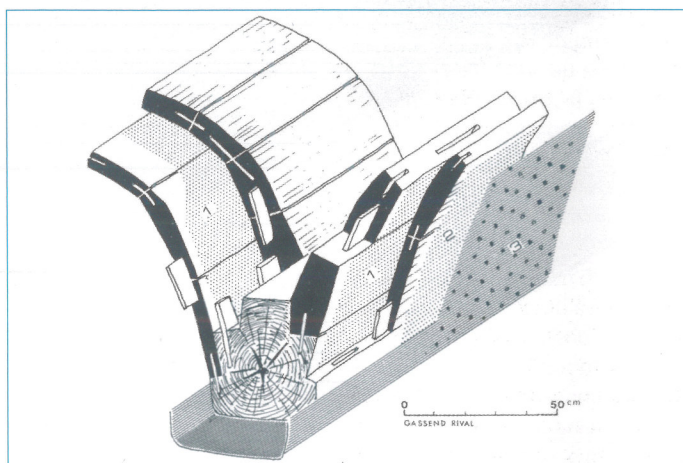
La necessità di difendere il legno dal degrado biologico prodotto dagli organismi xilofagi ha spinto i costruttori navali a sperimentare tecniche diverse in base ai mate-

riali a disposizione e alle caratteristiche nautiche dell'imbarcazione, che variano secondo l'epoca. Pece e resine rappresentarono una caratteristica costante della cantieristica navale per creare uno strato protettivo per il legno. In ambito mediterraneo, le imbarcazioni più antiche, nel primo Millennio, già utilizzavano lo spalmato di pece, tecnica mantenuta fino all'Età Moderna. Sono invece cambiate nel tempo le tecniche costruttive delle imbarcazioni, su guscio con mortase e tenoni e su scheletro, con diversi esiti sulla sigillatura e sulla protezione dello scafo. Rispetto al gran numero di relitti rinvenuti, gli studi sulle tecniche di rivestimento delle imbarcazioni sono esigui. Le

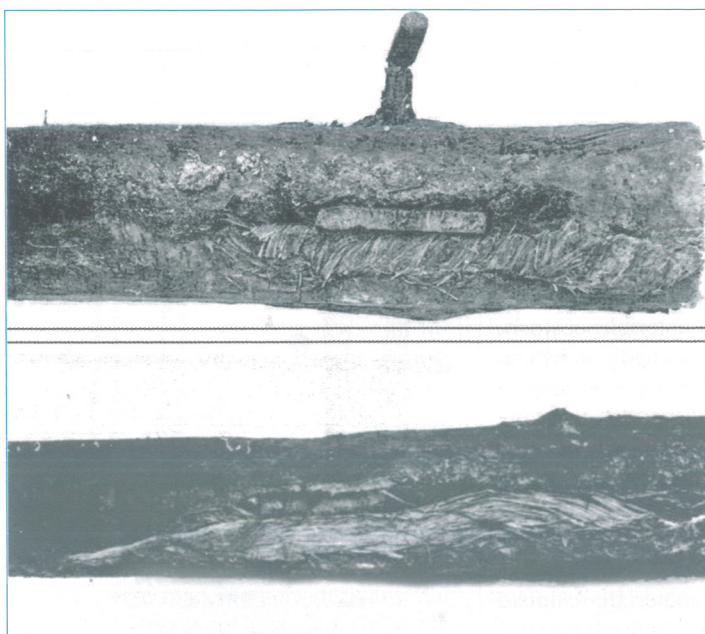
pubblicazioni e i rapporti di scavo spesso non esaminano i possibili segni di lamine metalliche o di calafataggio, ai quali invece, in questo ambito di ricerca,

dovrebbe essere devoluta particolare attenzione, per individuarne le caratteristiche tecniche e le modalità di lavorazione del materiale (resina liquida, resina cotta, pece vegetale o minerale), in modo da tentare delle ipotesi sull'evoluzione del calafataggio.

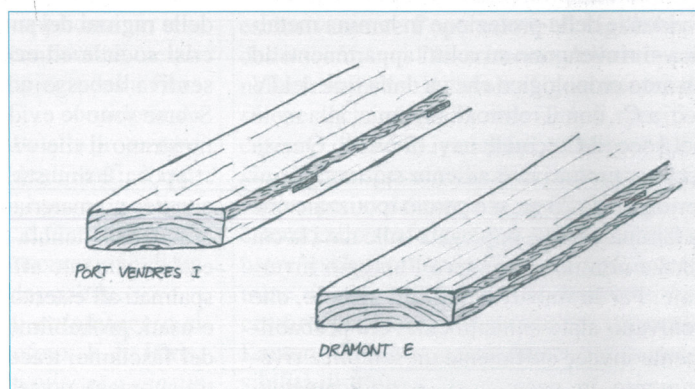
In età romana, si usava la tecnica di protezione, ripresa poi nel Rinascimento, del rivestimento in lamine di piombo. La pece non veniva utilizzata esclusivamente nella sua forma liquida come strato protettivo del legno, ma era sfruttata per impregnare uno strato vegetale o un tessuto di lana interposto tra il legno e le lamine metalliche, che



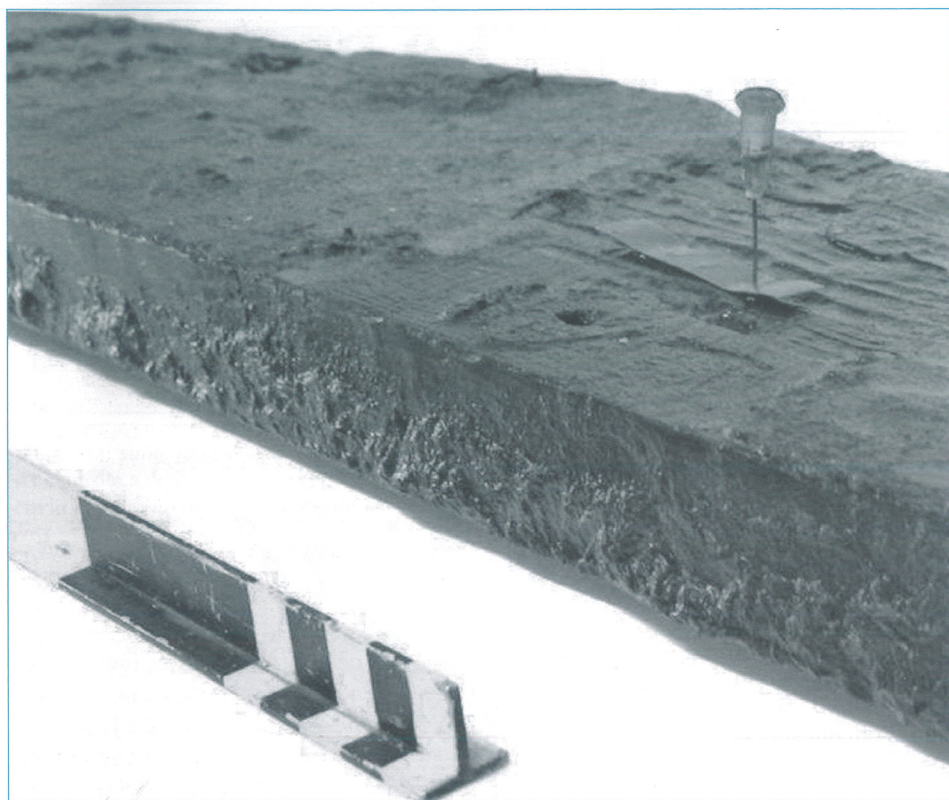
Schema ricostruttivo del rivestimento in lamina di piombo del relitto *Madrague de Giens*.



A sinistra: Sezioni di tavole con porzione di calafataggio dal relitto di Port Vendres I.  
A destra: Assonometria del calafataggio dei relitti di Port Vendres I e Dramont E.







Particolare del calafataggio sullo spessore della tavola del relitto Dor 2001/1.

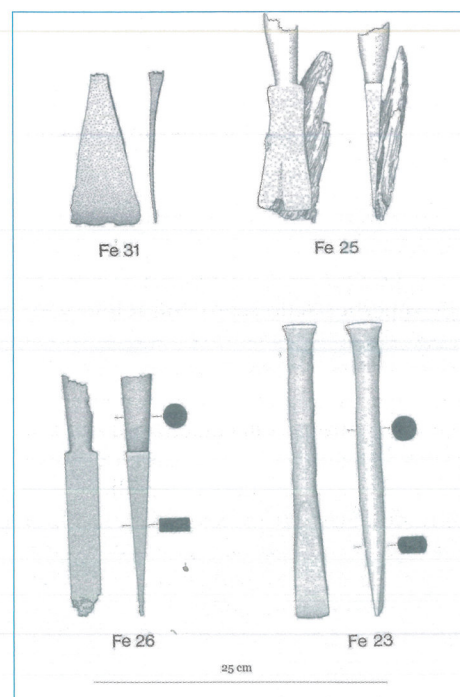
serviva come impermeabilizzante e come ulteriore protezione del legno. Patrice Pomey ha analizzato il metodo di impermeabilizzazione dello scafo della Madrague de Giens: una tela di lana finemente tessuta, impeciata, era fissata con puntine metalliche ed incollata a caldo con cera e resina; i larghi lembi di tela impregnata mantenevano, al momento del rinvenimento, l'elasticità originale. Questa era una caratteristica indispensabile dello strato protettivo e del calafataggio: la deformabilità e la flessuosità delle fibre impeciata dovevano poter accompagnare i movimenti delle tavole di fasciame senza fessurarsi, per non compromettere la tenuta stagna. Evidenze della protezione in lamina metallica si rinvennero su relitti appartenenti ad un arco cronologico che va dalla fine del IV sec. a.C., con il relitto di Kyrenia, alla metà del I sec. d.C., con le navi di Nemi. Questa tecnica protettiva è assente sui navigli inferiori ai 20-25 m; si è perciò ipotizzato che la lamina venisse impiegata sulle navi la cui stazza non ne consentiva l'alaggio invernale. Per le imbarcazioni più piccole, che venivano alate annualmente, era probabilmente invece sufficiente un semplice rivestimento in pece: così, periodicamente, veniva rimossa la pece consumata, si controllava lo stato del fasciame e si rinnovava a caldo lo spalmo.

Il relitto di Kyrenia costituisce tuttavia un'eccezione: lo scafo di 15 m era ricoperto con una lamina metallica; diversamente dagli altri scafi, tuttavia, il rivestimento venne applicato in un secondo tempo, dopo una lunga fase di vita dell'imbarcazione in cui i corsi di fasciame e il legno sacrificale subirono un deterioramento tale da non permettere una manutenzione diversa. Tra la lamina di piombo e il fasciame sacrificale si trova uno strato di foglie d'agave, impregnate e resinose con pece di colore rosso-marrone.

Al termine del II sec. d.C. non si trovano più testimonianze del rivestimento in lamina di piombo; si può supporre che una delle ragioni del suo abbandono sia stata la crisi sociale ed economica, che non consentiva accesso ad un materiale costoso. Scarse sono le evidenze archeologiche che mostrano il metodo di protezione di quest'epoca: è rimasta l'impermeabilizzazione con pece o materiale resinoso. Ci si chiede quindi se la tenuta stagna dello scafo fosse esclusivamente affidata a questi materiali, spalmati all'esterno e all'interno dello scafo e usati, probabilmente densi, nelle fessure del fasciame; tracce di materiale resinoso tra i comenti potrebbero perciò essere considerate, nonostante la non-continuità e l'assenza delle fibre vegetali, come un'anticipazione del calafataggio medievale.

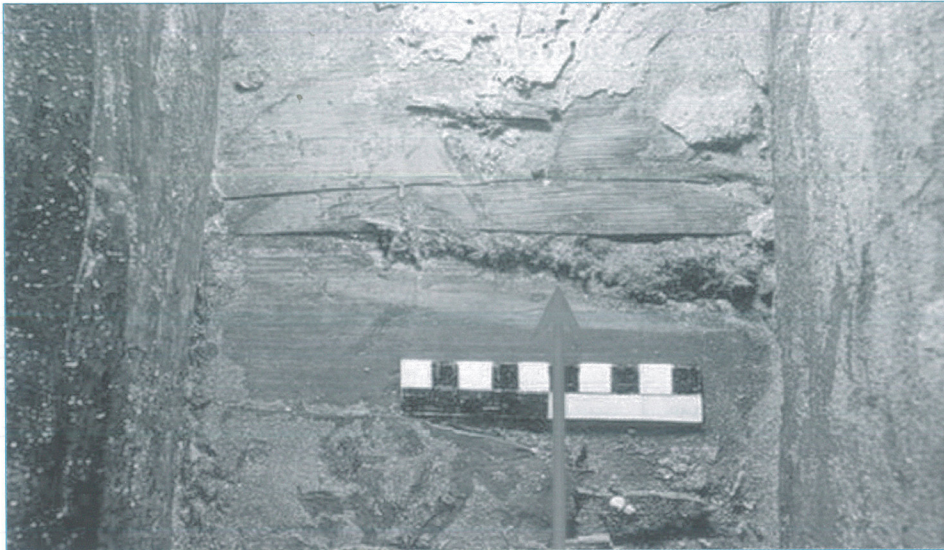
L'economicità dell'utilizzo di pece e fibre vegetali e le caratteristiche costruttive delle imbarcazioni, in cui si riscontra il progressivo distanziamento dei tenoni, porta all'uso di una tecnica di sigillatura mediante fibre vegetali impeciata, che si affermerà sempre di più fino a diventare un vero e proprio calafataggio con la costruzione su scheletro. Il materiale adoperato era disponibile localmente, era più semplice da lavorare e possedeva caratteristiche tecniche eccellenti, poiché, con l'aggiunta della pece, le fibre organiche non si deterioravano in acqua e resistevano all'attacco da parte di microrganismi, mantenendo elasticità e capacità sigillanti per anni. Si utilizzavano fibre vegetali, maggiormente canapa, lino e cotone, ma anche sparto e erba medica detta alfa-alfa, foglie di agave, alghe di mare, papiro e muschio e fibre animali, come crine e lana.

L'imbarcazione più antica con tracce di calafataggio è il relitto Port Vendres 1, datato tra il IV e il V sec. d.C. È costruito ancora con giunzioni a mortasa e tenone, ma con una maglia più diradata rispetto alle età precedenti. In alcuni corsi di fasciame, nei quali si sono ipotizzate tavole di riparazione, nonostante l'impiego dei tenoni si trovano resti di fibra vegetale all'interno della fessura rispetto alla linea dei tenoni. Caratteristica simile si troverà nel relitto di Dramont E, datato al IV sec. d.C., il cui esame ha confermato la presenza su tutto lo scafo, sia interno che esterno, del calafa-



Ferri da calafato dal relitto di Yassi Ada del VII secolo d.C.





Tracce di calafataggio dal relitto *Tantura B*.

taggio; questo non era continuo lungo tutto il comento, ma solo in caso di fessurazioni. Questi due rinvenimenti mostrano una tecnica di calafataggio simile a quella medievale e compatibile con la presenza dei tenoni, in modo che non si andasse a sforzare questi ultimi, rendendo allo stesso tempo stagno lo scafo.

I relitti della laguna di Tantara, sulla costa israeliana, recentemente rinvenuti, mostrano come nella costruzione "alternata" del VI sec. d.C., soprattutto nel Mediterraneo orientale, il calafataggio fosse divenuto una tecnica comune: il relitto di Dor 2001-1, databile al VI sec. d.C., presenta, lungo tutto lo spessore delle tavole di fasciame, tracce di fibre vegetali. Lo scafo veniva calafatato dopo che le tavole erano inchiodate alle ordinate, e successivamente ricoperto con un strato di resina. Altri relitti della laguna di Dor, denominati Tantara (A, B, E, F), presentano tracce di calafataggio all'interno dei comenti delle tavole, a complemento del tipico spalmo di pece o di resina sulle superfici dello scafo. Sul relitto Tantara A (fine V - inizio VI sec. d.C.), è stato rinvenuto uno strato di resina giallastra sulla superficie interna delle tavole di fasciame, mentre un'impeccatura più scura si trova sulle giunture tra ordinate e fasciame e nei fori di inserimento dei chiodi.

Sul relitto F (inizio VII sec. d.C.), lo strato di resina è presente anche sulla murata esterna, mentre, internamente, è solo sulla superficie superiore delle ordinate. Sono evidenti, in alcune zone superficiali delle tavole, diverse macchie nere derivanti dal trattamento a fuoco del legno, riferibile alle operazioni di manutenzione e carenaggio – in cui la pece veniva riscaldata, bruciata ed eliminata per la stesura dello strato di pece

nuovo - e non alle operazioni di piegatura del legno, poiché i segni delle bruciature si troverebbero esclusivamente nei punti di curvatura maggiore della tavola.

Nei relitti denominati Tantara B ed E, datati tra il 680 e l'800 d.C. sono presenti alcune fratture tra le tavole, di grosso spessore e di forma triangolare, che sono state riempite con un calafataggio in fibra vegetale e resina; per tali scafi si può effettuare un confronto con quanto si riscontra sul relitto F, poiché il calafataggio era impiegato, oltre che nelle riparazioni, anche in molti dei comenti tra le tavole.

È evidente, in quest'area, la piena consapevolezza di una costruzione alternata in fase avanzata, che si avvicinava maggiormente alla successiva costruzione su scheletro e ne utilizzava già le tecniche protettive. Solo dal IX sec., però, si hanno tracce di un uso cospicuo e omogeneo del calafataggio su tutto lo scafo; metodo protettivo dello scafo ligneo che resta in uso fino all'epoca rinascimentale, quando, riprendendo in sostanza le tecniche antiche, in aggiunta al calafataggio si inizia ad applicare un tessuto impecciato rivestito con lamine metalliche. Considerando l'impiego della fibra vegetale nel IV-V sec. d.C., e considerando la scarsa attenzione prestata alla protezione e impermeabilizzazione degli scafi, è ipotizzabile che l'assenza di tracce di calafataggio fino al IX sec. d.C. sia dovuta solamente alla ridotta conservazione di un materiale estremamente deperibile.

Un'ottima definizione di *calafataggio* si trova in P.-M.-J. de Bonnefoux, F.-E. Pâris, *Dictionnaire de marine à voiles et à vapeur* (Paris, 1847-1856): «Remplir, boucher les joints des bordages d'un navire avec des cordons d'étope ou autre matière sembla-

ble, afin de leur faire occuper tous les vides et fermer tout accès à l'eau. Ces cordons d'étope sont chassés ou enfoncés avec force, à coups répétés de maillet sur des ciseaux à calfat qui introduisent les cordons; on place plusieurs cordons l'un par-dessus l'autre, pour remplir la profondeur entière des joints [...]. On termine l'opération en couvrant l'étope de brai, ce qui l'empêche d'être pourrie par l'eau». Secondo questa descrizione, il calafataggio dovrebbe essere effettuato solo sulle imbarcazioni prive di giunzioni a mortasa e tenone. Potendo, quindi, affermare che il calafataggio sia indispensabile nella costruzione su scheletro per la tenuta stagna dello scafo, si può ipotizzare che lo stesso procedimento venisse utilizzato anche in quegli scafi a costruzione alternata o mista, poiché anche qui risulta necessario l'inserimento della stoppa nelle porzioni di tavola in cui non sono presenti i tenoni. Non vi sono tracce di calafataggio, invece, nei relitti costruiti su guscio, dove l'ampio utilizzo dei tenoni ne avrebbe impedito l'immissione. Si iniziò, infatti, ad impiegare le fibre vegetali tra i comenti in concomitanza con il lento e progressivo abbandono della tecnica a mortase e tenoni. Il termine "calafataggio" (*calafatage* o *caulking*) è inappropriato per descrivere esclusivamente il semplice spalmo di pece sul legno per impregnarlo e proteggerlo; esso implicava che questo venisse sempre ricoperto di pece liquida, ma il solo utilizzo di quest'ultima non giustifica l'uso generico del termine, ma comporta l'impiego di termini quale spalmo o rivestimento (*revetement* o *coating*). Lucien Basch ha sostenuto che il termine *driven caulking*, utilizzato da Richard Steffy nella descrizione del relitto di Yassi Ada del VII secolo, risulti ridondante, poiché il calafataggio, per poter essere definito tale, doveva essere forzato all'interno dei comenti, rendendo quindi inutile l'aggiunta del termine *driven*. La critica portata da Basch è sicuramente corretta, poiché è indiscutibile che con il termine *caulking* si debba interpretare esclusivamente l'operazione di sigillatura dello scafo, con l'inserimento della stoppa nelle fessure tra le tavole. Ugualmente, si ritiene anche giusta la necessità di specificazione di Steffy, poiché il termine *caulking* è stato spesso utilizzato, erroneamente, anche per descrivere lo spalmo di pece esterno allo scafo, per il quale si dovrebbe usare esclusivamente *coating*; con il termine *driven*, enfatizzando la forzatura necessaria per inserire la stoppa nei comenti, l'autore distingue le due azioni, senza possibilità di fraintendimento.

Il confronto con i metodi moderni mostra che il calafataggio dovesse essere rinnovato spesso, pena la compromissione della te-



nuta stagna; la sua deperibilità ha determinato l'assenza di informazioni su di esso, ma non può costituire indizio del suo mancato utilizzo. Come ha messo in evidenza anche Carlo Beltrame, il ritrovamento di strumenti per il calafataggio a bordo della

nave bizantina di Yassi Ada (VII sec. d.C.) è indizio evidente dell'impiego di un metodo protettivo simile al calafataggio; probabilmente, su questo scafo, la fibra vegetale non era presente in ampie quantità e si è dissolta completamente; un processo

analogo potrebbe essersi verificato su altri relitti in cui non sono stati trovati resti di pece o calafataggio, ma la cui tecnica costruttiva ne avrebbe obbligato l'impiego. Nonostante la scarsa attenzione prestata sinora a questo aspetto e l'effimerità dei resti archeologici, si può affermare che una tecnica di sigillatura, uno strato di pece corposa e densa all'interno dei comenti, venisse impiegata prima del medioevo: un'anticipazione del calafataggio. Una più attenta documentazione dei relitti, che comprenda anche campionature di pece e di fibre vegetali per le analisi chimiche, consentirebbe in futuro di chiarire meglio le tecniche di protezione, impermeabilizzazione e sigillatura. È questo un aspetto tecnico determinante per lo studio della costruzione navale antica, sul quale potrebbero venire informazioni anche dall'archeologia sperimentale.

E.C.

	A GUSCIO			MISTA		A SCHELETRO
	NAVI CUCITE	MORTASA E TENONI	MORTASA E TENONI E LAMINA DI PIOMBO E	MORTASA E TENONI E	SU MADIERI E	
fine VII a.C.	Mazarron					
inizio VI a.C.	Isola del Giglio Bodrum		ALCUNI MADIERI INCHIODATI DOPO PRIME TAVOLE DI FASCIAME	ALCUNI MADIERI INCHIODATI PRIMA DEL FASCIAME	TUTTI MADIERI INCHIODATI PRIMA DEL FASCIAME	ORDINATA COMPLETA INCHIODATA PRIMA DEL FASCIAME
seconda metà VI	Bon Porté Cala Santi Vicenc	Cesar Gran Ribaud F Place JulesVerne 7 e 9				
fine VI a.C.	Gela 1					
V a.C.			Porticello			
	RIVESTIMENTO INTERNO ED ESTERNO IN PECE					
IV a.C.		Ma'agan Michael Gela 2	Kyrenia			
		CUCITURA SU RUOTE E/O RIPARAZIONI				
III a.C.	Ljubljana		Marsala			
II a.C.		Chretienne C	Gran Congloue			
metà I sec a.C.			Madrague de Giens (3)			
I d.C.	Comacchio Zaton - Nin Corte Cavanella Fiume Stella		Nemi			
			TESSUTO IMPECIATO TRA STRATI			
II d.C.		Grado Sant Gervais 3 (interno) Laurons 2 (interno)				
III sec d.C.	Lido Venezia Canale Anfora Aquileia			Borsa di Marsiglia		
				Helopolis 1 Monaco Comacchio County Hall	CALAFATAGGIO	
IV d.C.	Pag			Pointe de la Luque B (interno) Yassi Ada 2 (interno) Dramont F		
IV - V d.C.			Fiumicino 1 e 2 (esterno)	Port Vendres I Dramont E	CALAFATAGGIO PER RIPARAZIONE	
V d.C.					Teodorico (esterno)	
VI d.C.					Tantura A Dor 2001.1 Port Beirbau II Yenikapi 22	
VI - VII d.C.				Dor D		
VII d.C.	Gervia			Saint Gervais 2 Yassi Ada 1 Pantano Longarini D Pisa Yenikapi 29	ALCUNI TENONI SENZA CAVIGLIE	
VIII d.C.					Tantura F	
VIII - IX d.C.					Tantura E Yenikapi 15 Yenikapi 17	
IX d.C.					Tantura B Bozburun	
IX - X d.C.					Yenikapi 12-14-24	
X d.C.					Agay Bataguier Plane 3	
X - XI d.C.					Yenikapi 1-5-13-18 Yenikapi 3-6-7-8-9	CAVIGLIE TRASVERSALI
XI d.C.					Serce Limani	
XIII d.C.					Cala Culp VI	
XIV d.C.					San Marco Boccatama	

Tabella cronologica delle tecniche di protezione degli scafi.

## BIBLIOGRAFIA

L. Basch, *Note sur le calfatage: la chose et le mot*, in *Archaeonautica* 6, 1986, pp. 187-198.

G.F. Bass, H. Frederick, F.H. Van Doorninck, *Yassi Ada volume I. A seventh century byzantine shipwreck*, Texas A&M University Press, College Station 1982.

C. Beltrame, *Introduzione all'archeologia marittima del Mediterraneo. Navi, merci e porti dall'antichità all'età moderna*, Roma 2012.

E. Black, *Fibers and textiles used in the construction of the ship's hulls*, in H. Tzalas (a cura di), *Tropis V. 5th International symposium on ship construction in antiquity*, (Nauplia 1993) Athens 1999, pp. 53-64.

B. Liou, *L'épave romaine de l'Anse Gerbal a Port-Vendres*, in *Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, Juillet-October 1974, pp. 414-433.

C. Santamaria, *L'épave Dramont E à Saint-Raphael (V siècle ap. J.-C.)*, in *Archaeonautica* 13, 1995, pp. 11-25, 127-198.

J.R. Steffy, *The Kyrenia ship: an interim report on its hull construction*, in *American Journal of Archaeology* 89, 1985, pp. 71-101.

A. Tchernia, P. Pomey, A. Hesnard, *L'épave romaine de la Madrague de Giens*, Suppl. 34 à *Gallia*, ed. CNRS, Paris 1978.