

Il relitto tardo-antico di Scauri a Pantelleria



Unione Europea



Programma Operativo Regionale
2000-2006

*a cura di
Sebastiano Tusa
Stefano Zangara
Roberto La Rocca*

2009 Regione Siciliana

Assessorato dei Beni Culturali, Ambientali e Pubblica Istruzione
Dipartimento dei Beni Culturali e Ambientali, dell'Educazione Permanente e dell'Architettura e
dell'Arte Contemporanea

Area - Soprintendenza del Mare

Servizio II - Beni Archeologici

Unità Operativa II - Tecnica per la progettazione delle ricerche in alto fondale, la progettazione di
itinerari culturali subacquei e coordinamento sicurezza nei cantieri di lavoro

È vietata la riproduzione, sia del testo che delle immagini, senza la preventiva autorizzazione scritta.
Edizione gratuita fuori commercio, esente IVA D.P.R. 26/10/1972 (esente da bolli di accompagnamento D.P.R. 6/10/1978 n. 627).
Vietata la vendita. Tutti i diritti riservati.

Area - Soprintendenza del Mare

Il relitto tardo-antico di Scauri a Pantelleria / a cura di Roberto La Rocca,
Sebastiano Tusa, Stefano Zangara. - Palermo : Regione siciliana, Assessorato
dei beni culturali, ambientali e della pubblica istruzione. Dipartimento dei
beni culturali ambientali, dell'educazione permanente e dell'architettura e
dell'arte contemporanea, 2009.

ISBN 978-88-6164-101-3

1. Archeologia subacquea - Pantelleria. 2. Navi romane - Pantelleria -
Sec. 5.

I. La Rocca, Roberto. II. Tusa, Sebastiano. III. Zangara, Stefano.

937.8 CDD-21 SBN Pal0219753

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© 2009 Regione Siciliana

ANALISI PRE-RESTAURO E CONSERVAZIONE DEI REPERTI LIGNEI DELLA NAVE MERCANTILE TARDO-ROMANA DI SCAURI (PANTELLERIA)

Marco Marchesini*, Silvia Marvelli*, Marianna Martone*, Mariavittoria Schiano di Cola*

Introduzione

Nella campagna subacquea 2008, durante le fasi di scavo nella baia di Scauri, sono stati rinvenuti numerosi reperti lignei appartenenti ad un'imbarcazione tardo-romana che si sono conservati sui fondali marini grazie ad un ambiente anaerobico e quindi favorevole al mantenimento della struttura del legno. Si tratta principalmente di elementi o di parti strutturali pertinenti all'imbarcazione stessa. Considerando l'importanza del ritrovamento e il discreto stato di conservazione dei reperti, è stato programmato il restauro dei materiali lignei rinvenuti per permetterne la loro successiva musealizzazione. Il presente lavoro si occupa delle analisi pre-restauro effettuate per individuare lo stato di degrado del legno e la conseguente metodologia di restauro da utilizzare (Giachi, G., 2004, Mc Connachie, G., Eaton, R., Jones, M., 2008, Marchesini, M., Marvelli, S., Monaco, R., 2006).

Recupero dei reperti lignei

Considerando la fragilità e la deperibilità del materiale, dal momento che il degrado delle componenti del legno (cellulosa e lignina) ne aveva ormai gravemente compromesso la resistenza meccanica, il recupero dai fondali marini dei reperti lignei è stato condotto con estrema cautela da un'esperta equipe di archeologi subacquei. Una volta giunti in superficie, tutti i reperti sono stati subito immersi in vasche temporanee di acqua marina avvolti in teloni di plastica affinché i manufatti potessero conservare la loro umidità e fossero adeguatamente protetti dai raggi ultravioletti. La repentina perdita d'acqua avrebbe infatti potuto procurare irrimediabili fessurazioni e spaccature del tessuto xilologico, nonché deformazioni strutturali compromettendo irreparabilmente le successive fasi di restauro.

Una volta terminate le operazioni di recupero, i reperti di medie e piccole dimensioni sono stati collocati in contenitori in PVC per garantire una protezione adeguata durante il trasporto e al contempo per consentire il loro mantenimento in acqua fino all'arrivo presso il nostro laboratorio. Per i reperti di notevoli dimensioni è stata impiegata una barella appositamente realizzata e confacente alle caratteristiche dei manufatti in modo da consentire un trasporto più sicuro ed agevole.

Conservazione in vasche temporanee e fasi di desalinizzazione

Per centinaia di anni i reperti dell'imbarcazione sono stati immersi nei fondali marini, e quindi, prima di procedere alle fasi di restauro, è stato necessario attuare una serie di operazioni finalizzate alla desalinizzazione. Tale procedura, svolta presso il nostro laboratorio, ha previsto l'immersione dei reperti in vasche temporanee nelle quali è stata aggiunta e giornalmente cambiata acqua dolce demineralizzata. Questa operazione è stata ripetuta per circa 10 giorni; poi si è proceduto ad un ricambio di acqua dolce demineralizzata 1 volta alla settimana, in modo tale da consentire la lenta e progressiva

asportazione dei sali minerali dai reperti. In questa fase è stato aggiunto un prodotto antimicotico utile a bloccare la formazione di microrganismi.

Le vasche di conservazione temporanea sono state allestite in un ambiente buio e a temperatura controllata per proteggere i reperti dai raggi ultravioletti e per evitare l'eventuale formazione di microrganismi.

Il processo di desalinizzazione ha richiesto tempi abbastanza lunghi, circa 10-12 mesi. Questa lunga permanenza in acqua dolce demineralizzata ha consentito al legno il completo rilascio del sale di cui era stato impregnato per centinaia di anni nei fondali della baia di Scauri.

Analisi specialistiche sui reperti

Durante le prime fasi di desalinizzazione sono state effettuate diverse osservazioni/analisi preliminari, fra cui il rilevamento della forma e delle dimensioni dei reperti, l'identificazione della specie legnosa, la caratterizzazione fisica con determinazione della densità basale (Db), della perdita di sostanza legnosa (LWS = Loss of Wood Substance), del contenuto massimo percentuale d'acqua (MWC = Maximum Water Content), dei ritiri dimensionali dovuti all'essiccazione ed, infine, è stata valutata la caratterizzazione del degrado biologico.

Le analisi, essendo in alcuni casi distruttive, sono state condotte prelevando da ogni reperto un piccolo sub-campione senza danneggiare il manufatto ligneo.

DOCUMENTAZIONE E OSSERVAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI REPERTI

I reperti sono stati sottoposti ad un primo esame morfologico inerente forma, dimensioni, peso, colore e caratterizzazione tecnologica; questi dati preliminari hanno permesso di fornire una prima valutazione sommaria sullo stato di conservazione dei reperti. Per ogni manufatto è stata individuata la parte di pianta da cui è stato prelevato il legno utilizzato per la sua costruzione. Tutti questi dati sono stati riportati su apposite schede in uso presso il nostro laboratorio (fig. 1), in cui viene riprodotto anche il disegno del reperto e stilato un elenco di foto correlate alla scheda.

ANALISI XILOGICHE

Su tutti i reperti sono state condotte analisi xilologiche specialistiche per identificare la specie legnosa di provenienza e il degrado biologico dovuto a microrganismi (Capretti C., Giordano C., Marchioni N., 2006; Kim & Singh 2000, Hedges J.I., Cowie G.L., Ertel J.R., 1985). Per ogni manufatto è stato prelevato un frammento di legno da cui sono state preparate le tre sezioni fondamentali (trasversale, longitudinale radiale e longitudinale tangenziale) necessarie all'identificazione del legno.

Le 3 sezioni sottili sono poi state osservate al microscopio ottico con ingrandimenti compresi tra 40 e 400 (fig. 2) e determinate comparandole con l'ausilio di atlanti di riferimento (Abbate Eldmann, M.L., De Luca, L., Lazzeri, S., 1994; Giordano, G., 1981; Greguss, P., 1955; Greguss, P., 1959; Grosser, P., 1977; Jacquot, C., 1955; Jacquot, C., Trenard, Y., Dirol, D., 1973; Nardi Berti, R., 2006; Schweingruber, F.H., Baas, P., 1990) nonché di chiavi xilologiche e immagini per il riconoscimento delle diverse specie legnose in aggiunta alle collezioni di confronto presenti presso il Laboratorio Archeoambientale del C.A.A. G. Nicoli.

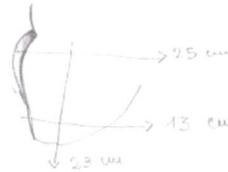
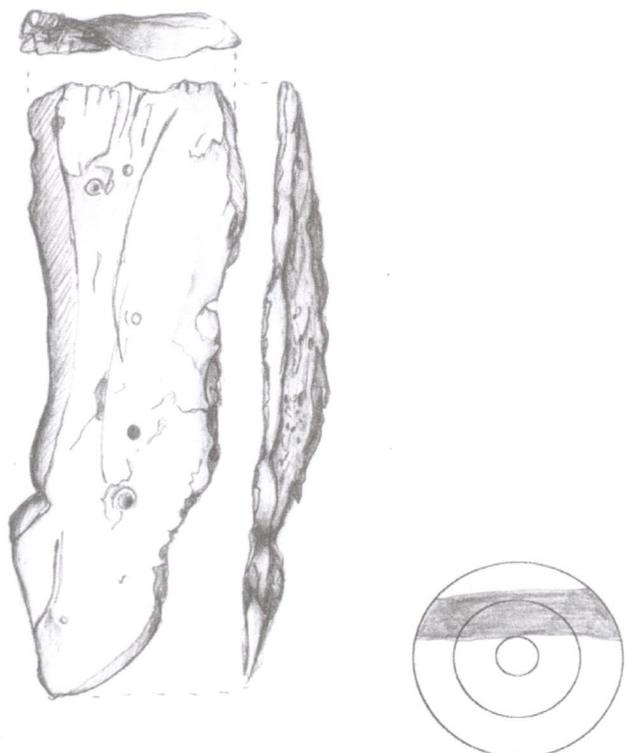
 Laboratorio Archeoambientale Centro Agricoltura Ambiente			Microscopio
SITO PANTELLERIA	Commessa n°	Data 31/10/08	Analista TAZZANAS
Campione	US 16230	Stato di conservazione BUONO	
Tipologia materiale			
FOTO: 100-4204 100-4202 100-4203 100-4204 100-4205 100-4206 100-4207	APIRE BASSO APPUNTITO		TIPOLOGIA <i>Manico a les</i>
			LUNGHEZZA <i>146 cm</i>
			LARGHEZZA <i>35 cm</i>
			DIAM. Magg. <i>28 cm</i>
			DIAM. min. <i>12 cm</i>
			SPESSORE <i>10-12 cm</i>
			CORTECCIA <i>NO</i>
			LAVORAZIONI <i>SI</i>
			CHIUSURA
			ETA'
			

Fig. 1
 Scheda per Analisi Xilo-Antracologiche in uso presso il laboratorio Archeo-ambientale del C.A.A. Giorgio Nicoli, San Giovanni in Persiceto (BO)



Fig. 2
Determinazione dei reperti xilologici al microscopio ottico e particolare della sezione trasversale *Ulmus* (40x)

CARATTERIZZAZIONE FISICA

Per valutare in modo analitico lo stato di degrado fisico dei manufatti da sottoporre a restauro si è proceduto alla caratterizzazione fisico-meccanica di ogni reperto. In particolare sono stati determinati il volume di ciascun frammento al massimo contenuto di acqua (V_g), il peso da imbibito (M_i) ed il peso da essiccato (M_o). Questi valori sono poi stati utilizzati per ottenere:

- *determinazione della perdita di sostanza legnosa (LWS)* ricavata dal rapporto tra il risultato della differenza tra la densità basale da letteratura (D_{bl}) e la densità basale del reperto diviso la densità basale da letteratura (D_b) x 100 [$LWS = (D_{bl} - D_b) / D_{bl} * 100$];
- *determinazione del contenuto massimo percentuale d'acqua (MWC)* ottenuto dal rapporto tra il risultato della differenza fra il peso imbibito (M_i) e il peso essiccato (M_o) diviso il peso del campione essiccato (M_o) x 100 [$MWC = (M_i - M_o) / M_o * 100$];
- *determinazione del volume al massimo contenuto di acqua (V_g)*: per determinare il volume al massimo contenuto di acqua si è proceduto immergendo il sub-campione in un volume d'acqua noto all'interno di una provetta graduata. Una volta immerso, il sub-campione ha causato uno spostamento di volume di acqua pari al suo volume, per cui dalla differenza del livello dell'acqua prima e dopo l'immersione, è stato possibile ottenere il volume del sub-campione in cm^3 .
- *determinazione del peso imbibito (M_i)*: dopo aver determinato il volume, si è proceduto con la determinazione del peso del sub-campione imbibito. Per questa operazione sono stati utilizzati come supporti dei piccoli contenitori di carta stagnola, materiale stabile a contatto sia con i materiali umidi che con le alte temperature. Ciascun contenitore è stato siglato con il nome del sito e il numero del sub-campione e poi pesato su bilancia digitale prima vuoto e successivamente con il rispettivo reperto all'interno. In apposite schede sono stati riportati i dati relativi alle tare e al peso lordo, dalla differenza dei due si è ottenuto il peso netto imbibito.
- *determinazione del peso essiccato (M_o)*: una volta pesati, i sub-campioni sono stati collocati in stufa termostata per 24 h. La temperatura è stata innalzata gradualmente fino a raggiungere i 100 °C. Una volta essiccati, sono stati estratti dalla stufa e ripesati sulla bilancia digitale. Anche in questo caso, per ottenere il peso del frammento essiccato, è stato necessario calcolare il peso netto.

I risultati delle analisi xilologiche e fisiche sono stati riportati su supporto informatico e sono confluiti in Tab. 1. Questi dati sono poi stati utilizzati per calcolare la densità basale, il massimo contenuto percentuale d'acqua e la perdita di sostanza del legno.

CARATTERIZZAZIONE DEL DEGRADO BIOLOGICO

Per l'individuazione di organismi xilofagi e di agenti biologici che attaccano il legno quali batteri, funghi, ecc., si è proceduto con l'osservazione macro- e microscopica delle superfici di tutti i reperti, confrontando poi i dati visivi con quelli riportati nella letteratura di riferimento (Liotta 1991). In particolare sono stati osservati la quantità media dei fori in superficie, il diametro, la profondità, il percorso all'interno del reperto, il tipo, la consistenza e colorazione delle infestazioni. Tutti i campioni prelevati, sia in superficie che in profondità, presentavano segni lasciati da organismi consistenti in fori, gallerie calcaree e macchie biancastre.

Risultati

FORMA E DIMENSIONE DEI REPERTI

I reperti analizzati hanno generalmente forma allungata e sono di medie dimensioni. I reperti di maggiori dimensioni sono due e precisamente: reperto n. 16913 (lunghezza 281 cm, larghezza 21 - 24 cm, spessore 6 - 8 cm) e reperto n. 16930 (lunghezza 114 cm, larghezza 29 - 36 cm, spessore 10 - 12 cm). Tutti gli altri reperti hanno una lunghezza inferiore ad 1 m e, in particolare, compresa fra 10 e 70 cm e una larghezza che oscilla da 5 a 25 cm, mentre lo spessore da 2 a 7 cm.

DATI SULLA DETERMINAZIONE XILOLOGICA

Sono stati analizzati complessivamente 22 reperti, di cui 13 appartenenti a piante mediterranee sempreverdi e, in particolare, 10 elementi della barca sono stati ricavati da legno di Querce sempreverdi (7 da *Quercus ilex* e 3 da *Quercus* sezione *suber*, 2 da *Olea europaea* e 1 da *Pinus halepensis*). Gli altri elementi appartengono a Latifoglie Decidue (3 a *Ulmus* cf. *minor*, 2 a *Fraxinus oxycarpa*, 1 a *Fraxinus excelsior*, 1 ad *Acer* cf. *pseudoplatanus* e 1 a *Rosaceae* indiff.) e a Conifere (1 a *Picea excelsa*).

I vasi, in particolare quelli primaverili di maggiori dimensioni, in alcuni reperti presentavano deformazioni abbastanza significative. A livello microscopico le pareti dei reperti presentavano in numerosi punti tracce di attacchi di agenti biotici che hanno compromesso la stabilità del legno.

TIPOLOGIA E STATO DEL DEGRADO FISICO

I dati ottenuti dalla determinazione della densità basale, dal massimo contenuto percentuale d'acqua e dalla perdita di sostanza del legno sono stati calcolati sui reperti ritenuti più significativi (vedi Tab. 1; figg. 2 e 3). I valori di riferimento per la densità basale da letteratura (Db) sono stati tratti da Giordano (1981). I valori della densità basale sono molto bassi e oscillano da 0,16 a 0,28 gr/cm³, i valori della densità basale da letteratura hanno un range compreso fra 0,5 - 1 gr/cm³. La riduzione risulta minore per le Conifere (50%), mentre è molto più forte per le Angiosperme sia sempreverdi che a foglia decidua (60-80%).

La perdita di sostanza del legno rispecchia l'andamento della densità basale e si attesta sul 54% per Abete rosso e Pino d'Aleppo, mentre supera il 73% per le Angiosperme; in particolare, per le Latifoglie Decidue, è compreso fra 59% e 73% (Acer 59%, Frassino 63% e Olmo 71 - 73%). Per le Latifoglie sempreverdi oscilla fra 73% e 85%. Valori particolarmente alti e superiori all'85% sono indicati per *Quercus* sez. *suber* e *Quercus ilex*, mentre *Olea europaea* raggiunge il 76%.

Il contenuto massimo di percentuale d'acqua è molto elevato per tutti i reperti, indipendentemente dal tipo di legno utilizzato per la costruzione dell'imbarcazione ed è compreso fra il 150% e il 550%. Valori compresi fra 200% e 400% sono raggiunti da reperti di Frassino, Acero e da Querce sempreverdi, percentuali superiori al 400% da reperti di Abete, Pino, Olivo e Querce sempreverdi. Dal confronto dei valori riportati da De Jong riguardo la classe di deterioramento dei legni in base al contenuto percentuale di acqua, si evince che i reperti analizzati rientrano nella I e II classe, la classe I corrisponde a un degrado elevato e la classe II a un degrado medio, per cui lo stato di conservazione dei reperti può considerarsi da medio a molto deteriorato.



Fig. 3
Fasi del peso del sub-campione imbibito

Nave tardo-romana di Scauri - Pantelleria

N° campione	Analisi xilologica	Volume del massimo contenuto di acqua (V_g)	Peso imbibito (M_j)	Peso essiccato (M_0)	Densità basale (D_b)	Perdita di sostanza legnosa (LWS)	Contenuto massimo percentuale d'acqua (MWC)	Densità basale in letteratura (D_M)
		ml=cm	gr	gr	gr/cm ³	%	%	gr/cm ³
16913/1	<i>Fraxinus oxycarpa</i>	0,4	0,46	0,11	0,28	63,33	318,18	0,75
16913/5		0,7	0,62	0,19	0,27	63,81	226,32	0,75
16918	<i>Quercus ilex</i>	0,7	0,65	0,1	0,14	84,80	550,00	0,94
16922	<i>Picea excelsa</i>	0,6	0,74	0,12	0,20	54,55	516,67	0,44
16930	<i>Quercus ilex</i>	0,8	0,55	0,11	0,14	85,37	400,00	0,94
16953	<i>Quercus sez. suber</i>	0,4	0,21	0,07	0,18	81,58	200,00	0,95
22029	<i>Olea europaea</i>	0,4	0,48	0,09	0,23	75,81	433,33	0,93
27022	<i>Quercus sez. suber</i>	0,6	0,48	0,05	0,08	91,23	860,00	0,95
27023/1	<i>Ulmus cf. minor</i>	0,8	0,87	0,15	0,19	71,15	480,00	0,65
27023/2		0,5	0,52	0,09	0,18	72,31	477,78	0,65
27023/3		0,8	0,89	0,14	0,18	73,08	535,71	0,65
27026	<i>Acer cf. pseudoplatanus</i>	0,3	0,31	0,08	0,27	58,97	287,50	0,65
27030	<i>Quercus ilex</i>	0,4	0,35	0,1	0,24	74,47	250,00	0,94
27032		0,8	0,74	0,2	0,25	73,40	270,00	0,94
27032/1		1,0	0,81	0,25	0,25	73,40	224,00	0,94
27032/2		<i>Quercus sez. suber</i>	0,8	0,73	0,13	0,16	82,89	461,54
29000a	<i>Pinus halepensis</i>	0,4	0,67	0,12	0,30	53,85	458,33	0,65
29000b	<i>Quercus ilex</i>	1,2	1,18	0,26	0,22	76,95	353,85	0,94

Tab. 1

Parametri per la valutazione fisica del degrado dei reperti lignei



Fig. 4

Sub-campioni in stufa termostata per la determinazione del peso essiccato

DEGRADO BIOLOGICO

Dall'esame macro- e microscopico effettuato su tutti i reperti è risultato che i legni e la loro porosità sono mediamente alterati dalla presenza di molluschi marini, sia di Tereidini che di crostacei come la *Limnoria* e la *Chelura*. Tuttavia, l'attacco delle Tereidini è stato più intenso; ciò è principalmente dovuto all'ambiente in cui erano deposti i legni che risulta molto favorevole all'attività di questi organismi.

Le Tereidini sono molluschi bivalvi perforatori di legni vivi e costruzioni lignee sommerse, scafi, tronchi, palafitte e manufatti. Vi sono diverse specie che variano a seconda del tipo di mare: nel Mediterraneo si trovano *Teredo navalis*, *Teredo pedicellatus*, *T. utriculus*, *T. norvegica*, *Bankia minima*, nell'Atlantico *Teredo malleolus*, *Teredo megotara*, *Bankia bipennata*. Queste specie scavano gallerie nel legno e le rivestono di tubi calcarei all'interno dei quali alloggia il mollusco. La perforazione del substrato avviene grazie al movimento delle valve dentellate che, sospinte dal piede, producono l'effetto di una raspa. Questi animali fanno sporgere una struttura tubiforme, detta sifone, all'ingresso delle gallerie al fine di regolare gli scambi gassosi ed integrare la nutrizione con una variabile componente planctonica. Le Tereidini si riproducono attraverso

larve che vengono prodotte nella tasca branchiale della femmina o direttamente dalla fecondazione di uova libere planctoniche. Le larve così prodotte si fissano al legno e iniziano la perforazione producendo un piccolo foro. La perforazione, dopo una breve fase longitudinale, si sviluppa lungo sezioni trasversali. Dato che il foro d'entrata rimane delle stesse dimensioni, un legno colonizzato dalle Teredini può apparire esternamente quasi integro o con minime perforazioni risultando, al contrario, internamente pesantemente degradato. Le caratteristiche ambientali influenzano nettamente le capacità di sopravvivenza e sviluppo di questi animali. Temperatura e salinità sono i fattori che condizionano primariamente le Teredini, che possono vivere e riprodursi esclusivamente all'interno di precisi range di questi fattori; tuttavia i valori ottimali di temperatura e salinità sono sensibilmente diversi da specie a specie, motivo per cui prediligono habitat talvolta sensibilmente diversi. Questo è il motivo principale per cui pali della stessa specie e dello stesso spessore possono presentare durata molto diversa (anche dieci volte inferiore) in acque dolci o fortemente dissalate o anossiche rispetto a quelli collocati in ambienti di laguna aperta o affini alle aree marine. La *Teredo navalis* trova limite alla sua diffusione nel Mediterraneo meridionale (15 °C - 25 °C), mentre la *Teredo pedicellatus* interrompe la sua attività a temperature estive elevate. L'illuminazione è un altro importante fattore: infatti se è forte, non è gradita alle larve delle Teredini che, invece, prediligono la penombra e l'acqua salata. Esse agiscono da livelli di alta e bassa marea e possono arrivare fino a profondità notevoli (anche 2.000 m di profondità).

Per quanto riguarda la classe dei crostacei, il genere *Limnoria* (ordine degli Isopodi) è quello che provoca maggiori danni al legno sommerso in mare. Le perforazioni normalmente si aggirano tra 2 e 3 mm di diametro e non si addentrano nel legno perpendicolarmente alla superficie esterna per più di 12-15 mm; tuttavia essi, aiutati dal moto ondoso, possono distruggere rapidamente pali e altri legni sommersi. Le *Limnoria* esplicano la loro azione perforante servendosi delle mandibole e spesso sono associate alla presenza di funghi marini. Esse trovano condizioni di sviluppo meno favorevoli nelle acque limpide piuttosto che in quelle inquinate dei porti. Associato alla *Limnoria* si trova spesso la *Chelura terebrans*, crostaceo che scava gallerie più grandi di quelle della *Limnoria*, ma i danni da essa provocati risultano generalmente non molto meno gravi.

Conclusioni

Il presente lavoro riporta gli studi e le analisi pre-restauro effettuate su 22 reperti lignei provenienti dall'imbarcazione tardo-romana rinvenuta nella baia di Sauri a Pantelleria, al fine di individuare la metodologia di restauro più appropriata da utilizzare.

Gli elementi strutturali dell'imbarcazione hanno dimensioni medio-piccole: la lunghezza varia da 10 a 281 cm, la larghezza da 5 a 36 cm e lo spessore da 2 a 12 cm.

Le analisi xilologiche effettuate sui 22 reperti hanno evidenziato che il legno più utilizzato è quello delle Querce sempreverdi e, in particolare, del Leccio, e delle Latifoglie Decidue con Olmo, Frassini e Acero. Alcuni reperti appartengono a Conifere (Pino d'Aleppo e Abete rosso). La maggior parte di questi legni, come Frassino e Olmo, ha una porosità di tipo eterogeneo con pori di dimensioni maggiori nelle fasi primaverili e molto più piccoli nel periodo estivo-autunnale.

Da 19 reperti è stato prelevato un sub-campione ligneo su cui condurre analisi specialistiche per determinare lo stato fisico e il degrado del legno e, in particolare, sono stati valutati i seguenti parametri: densità basale, massimo contenuto percentuale d'acqua e perdita di sostanza del legno per meglio caratterizzare lo stato di degrado.

La densità basale oscilla da 0,16 a 0,30 gr/cm³ e risulta particolarmente bassa nelle Angiosperme. La perdita di sostanza del legno è elevata in tutti i reperti ed è compresa fra 54% e 91%; anche in questo caso i valori più elevati sono raggiunti dalle specie mediterranee sempreverdi ad eccezione del Pino d'Aleppo che, insieme all'Abete rosso, con il 55% ha registrato la minor perdita in legno. La percentuale massima d'acqua è compresa fra 150% e 550% ed è indipendente dal tipo di legno.

Lo stato di degrado dei reperti in base ai dati riportati in letteratura (Macchioni 2003; D'Urbano 1989) e in riferimento ai valori della tabella di De Jong, risulta medio per la maggior parte dei reperti e per alcuni di essi elevato in seguito ad un intenso attacco di Teredini che, in alcuni casi, ha compromesso la stabilità del reperto. I legni e la loro porosità sono infatti mediamente alterati dalla presenza di Teredini il cui attacco, in alcuni casi molto intenso, è stato favorito da un ambiente salmastro particolarmente favorevole all'attività di questi organismi.

Dagli studi effettuati, considerando le caratteristiche morfologiche e il degrado fisico dei reperti, risulta che essi possono essere comunque sottoposti a trattamenti di restauro. L'insieme di tutti questi dati, unitamente alle considerazioni effettuate, ha permesso di delineare la metodica più congrua per il procedimento conservativo da attuare e di poter valutare in seguito le conseguenze e il tipo di modificazioni dimensionali e strutturali che interesseranno inevitabilmente i reperti.

Considerando quindi, il tipo di legno, lo stato di conservazione, le dimensioni dei vasi di ciascun tessuto legnoso (comprese tra 30 e 500 μ) e la stabilità dei procedimenti di restauro più diffusi risulta che il metodo di consolidamento migliore da adottare è sicuramente quello che utilizza il PEG.

Prima di essere trattati con il glicole polietilenico, i reperti estratti dalle vasche di conservazione temporanea dovranno essere nuovamente lavati con acqua demineralizzata. I singoli elementi saranno poi collocati in vasche termoriscaldiate ed immersi in una soluzione di acqua demineralizzata e di polietilenglicole. Data la dimensione dei vasi delle specie dei reperti analizzati e la presenza di fori lasciati dalle Teredini è comunque consigliabile partire per i trattamenti di restauro utilizzando il PEG con peso molecolare ridotto e poi sempre maggiore, in modo che possa riempire cavità di varie dimensioni e fungere al tempo stesso da sostegno della struttura legnosa.

Per consentire l'evaporazione dell'acqua e l'assorbimento del consolidante sarà opportuno aumentarne gradualmente, nell'arco di 12 mesi, la concentrazione e il grado di temperatura dai 30 °C ai 60-70 °C. Una volta terminato il trattamento, i manufatti dovranno essere poi estratti dalle vasche ancora molto caldi in modo che, con l'ausilio di un getto d'acqua, anch'esso caldo, sia possibile eliminare il PEG in eccesso e lasciare asciugare i reperti successivamente a temperatura ambiente.

L'assemblaggio dei reperti frammentati sarà effettuato mediante un composto a base di cere e terre naturali. Durante questa fase il reperto potrà essere nuovamente sottoposto ad analisi di laboratorio che consentiranno di valutare il grado di penetrazione del

consolidante mediante le operazioni di misura/pesatura. In questo modo sarà così possibile registrare le eventuali deformazioni e le diminuzioni di peso degli oggetti. Tutte queste operazioni sopra descritte saranno realizzate sui reperti nei prossimi mesi presso il nostro laboratorio.

Note

* Marco Marchesini, Professore di Palinologia e Paleobotanica presso l'Università degli studi di Ferrara e Archeobotanico, Laboratorio di Palinologia - Laboratorio Archeoambientale - C.A.A. G. Nicoli, e-mail: mmarchesini@caa.it

° Silvia Marvelli, Archeobotanica, Laboratorio di Palinologia - Laboratorio Archeoambientale - C.A.A. G. Nicoli, e-mail: smarvelli@caa.it

▪ Marianna Martone, Collaboratrice, Laboratorio di Palinologia - Laboratorio Archeoambientale - C.A.A. G. Nicoli.

▪ Mariavittoria Schiano Di Cola, Collaboratrice, Laboratorio di Palinologia - Laboratorio Archeoambientale - C.A.A.

Bibliografia

Abbate Eldmann, M.L., De Luca, L., Lazzeri, S., "Atlante anatomico degli alberi ed arbusti della macchia mediterranea", Firenze, 1994.

Capretti, C., Giordano, C., Macchioni, N., "Importanza della caratterizzazione morfologica e fisica nello studio del degrado del legno archeologico sommerso", in La diagnostica e la conservazione di manufatti lignei, Marsala, 9-11 Dicembre 2005, Atti del Convegno, Firenze, 2006.

D'Urbano, S., Meucci, C., Nugari, M.P., Priori, G.F., "Valutazione del degrado biologico e chimico di legni archeologici in ambiente marino", in Il restauro del legno, vol. I, atti del 2° Congresso Nazionale del Restauro del Legno, Firenze, 8-22 novembre 1989, pp. 121-127.

Giachi, G., "Studio e conservazione dei manufatti archeologici in legno", in Manufatti archeologici, Studio e conservazione, Firenze, 2004, pp. 11-29.

Giordano, G., "Tecnologia del legno", vol. I, Torino, 1981.

Greguss, P., "Identification of living Gymnosperms on the basis of xylotomy", Budapest, 1955.

Greguss, P., "Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher", Budapest, 1959.

Grosser, P., "Die Hölzer Mitteleuropas", Berlin, 1977.

Hedges, J.I., Cowie, G.L., Ertel, J.R., "Degradation of carbohydrates and lignin in buried woods", in Geochimica et Cosmochimica Acta, n. 49, 1985, pp. 701-711.

Jacquot, C., "Atlas d'anatomie des bois des Conifères", Paris, 1955.

Jacquot, C., Trenard, Y., Dirol, D., "Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes", voll. I-II, Paris, 1973.

Kim, Y.S., Singh, A.P., "Micromorphological characteristics of wood biodegradation in wet environments: a review", in International Association Wood Anatomists Journal, 21 (2), 2000, pp. 135-155.

Liotta, G., "Gli insetti e i danni del legno. Problemi di restauro", Firenze, 1991.

Macchioni, N., "Physical characteristics of the wood from the excavations of the ancient port of Pisa", in Journal of Cultural Heritage, n. 4, 2003, pp. 85-89.

Marchesini, M., Marvelli, S., Monaco, R., "Le analisi pre - e post-restauro effettuate sui reperti lignei della palizzata rinvenuta nel castrum altomedievale di Sant'Agata Bolognese (Bologna)", in La Diagnostica e la conservazione di Manufatti Lignei, Marsala 9-11 Dicembre 2005, Atti del Convegno, Firenze, 2006.

McConnachie, G., Eaton, R., Jones, M., "A re-evaluation of the use of maximum moisture content data for assessing the condition of waterlogged archaeological wood", in e-Preservation Science, n. 5, Slovenia, 2008, pp. 29-35.

Nardi Berti, R., "La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego", vol. II, Firenze, 2006.

Schweingruber, F.H., Baas P., "Anatomy of european woods", Bern und Stuttgart, 1990.