

**VI CONVEGNO NAZIONALE DI
ARCHEOLOGIA SUBACQUEA
XVI RASSEGNA INTERNAZIONALE DI
GIARDINI NAXOS**

10 - 12 OTTOBRE 2019 PALAZZO CIAMPOLI - TAORMINA



Indice

Capitolo 1.

STUDIO SCIENTIFICO RADIOLOGICO CON TCMS E LENTI OTTICHE DIGITALI DELLA MORFOLOGIA E DEI DEPOSITI SUL FASCIAME DELLA NAVE PUNICA DEL MUSEO LILIBEO DI MARSALA (TP)

ASSOCIAZIONE CULTURALE GRUPPOARTE16

RESPONSABILI: GIOVANNI TAORMINA - FRANCO FAZZIO

Partner:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO - DI.BI.MED SEZIONE DI SCIENZE RADIOLOGICHE

DIRETTORE: MASSIMO MIDIRI

STUDIO E SVILUPPO FORMULATI NANOTECNOLOGICI:

4WARD360-Heritage Preservation Lab

Capitolo 2.

STUDIO SCIENTIFICO RADIOLOGICO E LENTI OTTICHE DIGITALI DELLA MORFOLOGIA E DEI DEPOSITI SUL FASCIAME DELLA NAVE TARDO ROMANA DI MARAUSA - MUSEO LILIBEO DI MARSALA (TP)

Progetto:

ASSOCIAZIONE CULTURALE GRUPPOARTE16 – 4WARD360/HERITAGE PRESERCATION LAB

RESPONSABILI: GIOVANNI TAORMINA - FRANCO FAZZIO – SABRINA ZUCCALA‘

partner:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO - DI.BI.MED SEZIONE DI SCIENZE RADIOLOGICHE

DIRETTORE - MASSIMO MIDIRI

STUDIO E SVILUPPO DELLE FORMULAZIONI :

4WARD360-HERITAGE PRESERVATION LAB

Capitolo 3

STUDIO PER L'APPLICAZIONE DELLE NANOTECNOLOGIE PER LA STABILIZZAZIONE DELLA NAVE TARDO ROMANA DI MARAUSA – SABRINA ZUCCALA‘ – 4WARD360

Progetto:

ASSOCIAZIONE CULTURALE GRUPPOARTE16

- 4WARD360/HERITAGE PRESERCATION LAB - SVILUPPO E APPLICAZIONE NANOTECNOLOGIE

Responsabili: GIOVANNI TAORMINA - FRANCO FAZZIO – SABRINA ZUCCALA‘

STUDIO SCIENTIFICO DELLA MORFOLOGIA E DEI DEPOSITI SUL FASCIAME DELLA NAVE PUNICA DEL MUSEO LILIBEO DI MARSALA

GIOVANNI TAORMINA - FRANCO FAZZIO - ASSOCIAZIONE CULTURALE GRUPPOARTE16

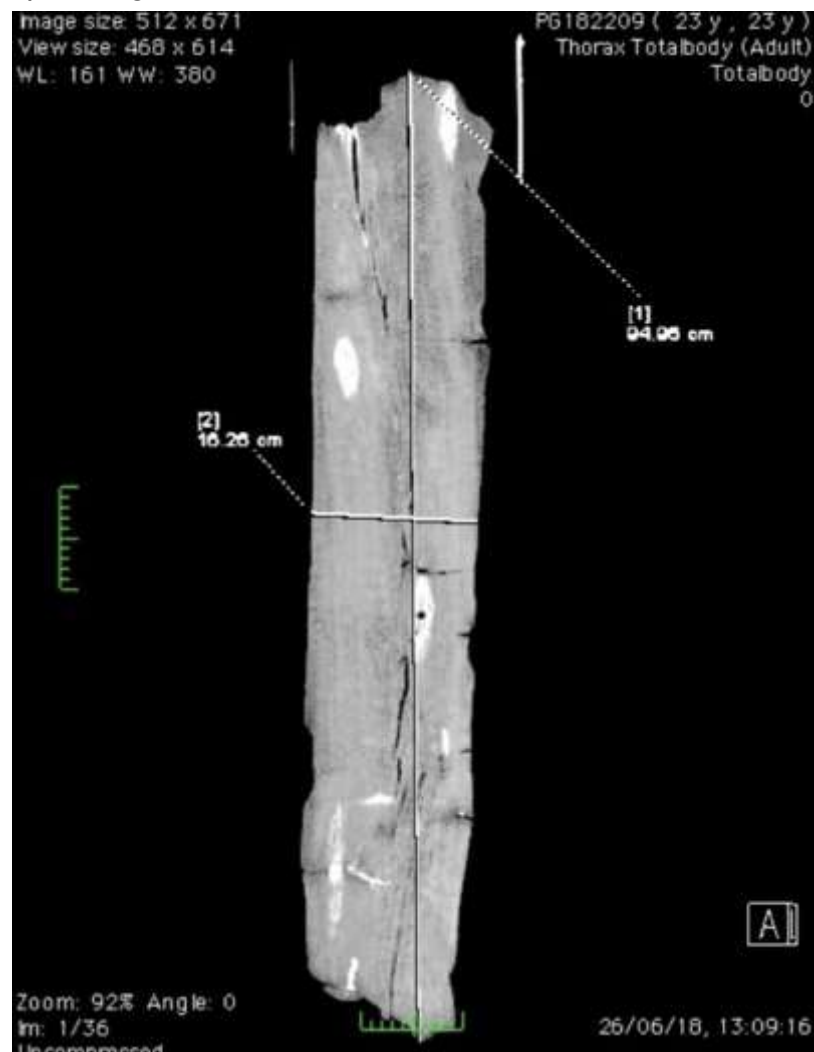
PARTNER: UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO - DI.BI.MED SEZIONE DI SCIENZE RADIOLOGICHE - DIRETTORE - MASSIMO MIDIRI

Lo studio e l'applicazione delle nanotecnologie, su di un campione scelto dal fasciame della nave romana di Marausa, ha richiesto un'indagine scientifica accurata e scrupolosa al fine di ottenere tutte le informazioni necessarie sullo stato del reperto ligneo e per constatare la porosità ed eventuali depositi che avrebbero potuto influire negativamente sulla buona riuscita dei test applicativi, di conseguenza si è proceduto, in accordo con la Soprintendenza del Mare e dell'Assessore Tusa, ad estendere le analisi conoscitive sullo stato di conservazione e morfologiche anche per alcune sezioni del fasciame della nave Punica conservata all'interno del Museo Baglio Anselmi Lilibeo di Marsala. Le prime fasi di studio conoscitive ed indagini sono state eseguite con dispositivi ottici come il microscopio digitale e lettori ottici vari in modo da potere acquisire più dati possibili sullo stato e sulla natura del legno, che dopo essere stato imprigionato nei fondali marini per millenni una volta recuperati, sono stati trattati in un centro specializzato per il recupero di navi provenienti da scoperte subacquee, di Salerno. Quindi, premettiamo che il nostro studio non ha la pretesa di sostituirsi al fondamentale lavoro svolto dagli esperti di Salerno, ma ha lo scopo di promuovere un percorso di studio e di ricerca che ci consentano di acquisire più informazioni e dati da mettere nella disponibilità del comitato scientifico composto da esperti provenienti dal mondo della conservazione, della chimica, della scienza, dell'archeologia subacquea e del trattamento nanotecnologico. Conclusa la fase esplorativa ottica di è deciso, su consiglio dei tecnici del GruppoArte16 di eseguire una accurata serie di indagini scientifiche di imaging ad alta specializzazione e per farlo ci si è avvalsi di strumenti radiografici di ultima generazione come la scansione TC che è stata eseguita, dall'équipe del Prof. Massimo Midiri, dell'Università degli Studi di Palermo e di quelli della Soprintendenza del Mare della Regione siciliana e con autorizzazione speciale concessa dal

l'assessore dei beni culturali e dell'identità siciliana, Sebastiano Tusa. La scansione TC è stata eseguita mediante tomografo computerizzato Somatom Definition AS + (Siemens Healthcare, The Netherlands) a 128 strati. Parametri di Scansione: Kv :120 mA: 330. Spessore di strato: 0,6 mm. Pitch: 1. Matrice: 512x512 pixel FOV: 30x30 cm. Acquisizione cranio-caudale. Sono state effettuate Ricostruzioni Multi Planari (MPR), Maximum Intensity Projection (MIP) e Volume Rendering (VR).

Reperti lignei nave punica - Reperto N°1

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 95 cm, L



16,2 cm, P 3,1 cm (Fig. 1).

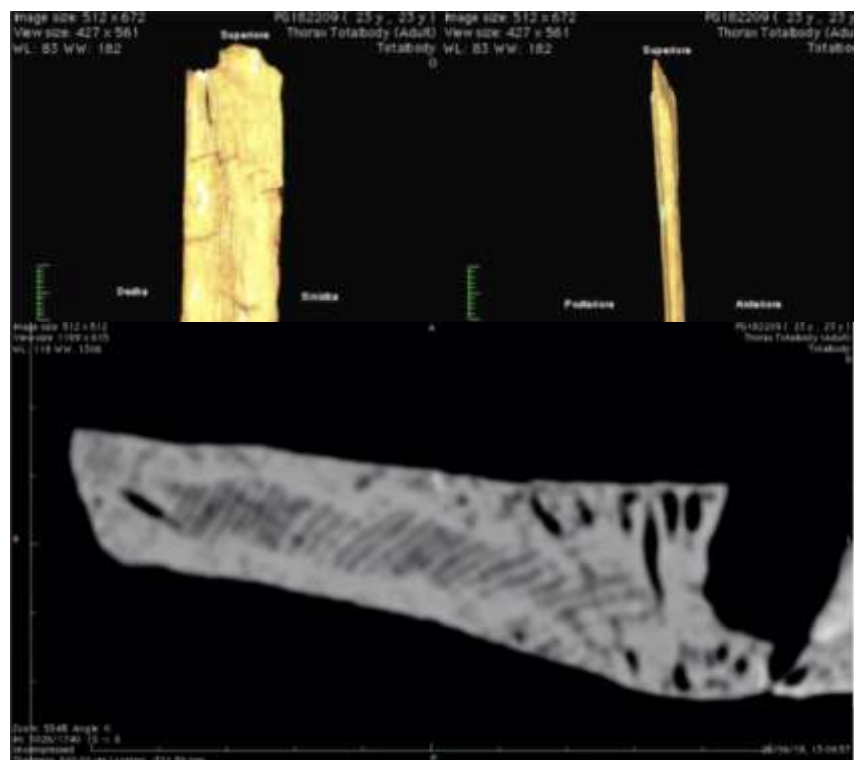


Fig 3: reperto 1, stratificazione lignea.

L'orientamento dei piani è stato assegnato in base al verso di acquisizione degli strati (Fig. 2).

Il reperto è composto da un unico pezzo di legno; risulta riconoscibile la stratificazione lignea dalla quale si evince che la tavola è stata ricavata dalla porzione del durame più vicina al midollo di un unico tronco (Fig 3).

Si rilevano multiple e radiali interruzioni della struttura lignea come da verosimile slargamento dei raggi midollari. Non sono riconoscibili nodosità. Sono state effettuate, su due strati, in modo casuale, 10 misurazioni della densità del legno che in media risulta essere di 73,5 Unità di Hounsfield (aria: -1000 HU: 0 HU; legno compatto: >1000

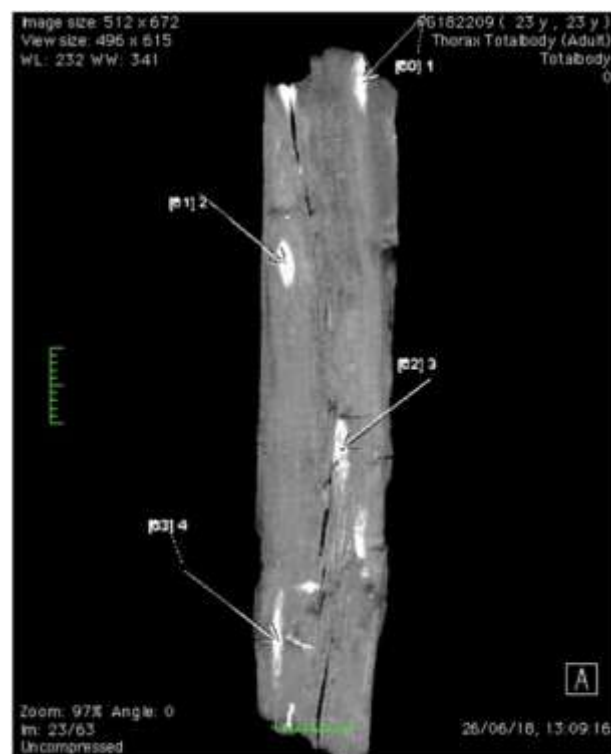


Fig 4: reperto 1, fori.

HU). Si rilevano lungo tutta la superficie, quattro fori cilindrici che attraversano tutto lo spessore del reperto; il loro diametro è compreso tra 8 e 10 mm circa; la loro posizione risulta essere alternata sui lati destro e sinistro, con una distanza l'uno dall'altro, compresa tra i 23 e i 29 centimetri (Fig. 4) All'interno dei fori 1, 2 e 4 si rileva la presenza di materiale con elevata densità (dens. max 1600 HU circa) di verosimile natura minerale, non potendo comunque escludere la presenza di residui metallici (Fig.

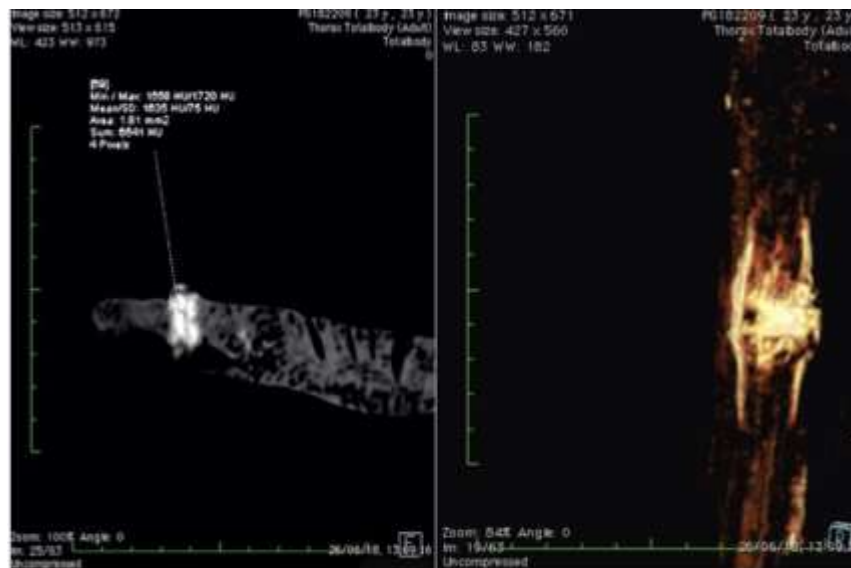


Fig 5: reperto 1, residui all'interno dei fori: misura di densità e VR.

5).

Sulla superficie lignea d'entrambe le facce, in corrispondenza dei fori sopradescritti, si rileva quota di materiale iperdenso esteso per circa 7 cm, non caratterizzabile alla metodica (ossidi metallici? altro?). (Fig. 6).

Chiodo metallico a testa tonda, di fattura risalente all'epoca punica, che attraversa tutto lo spessore del reperto fissando sulla sua superficie un'etichetta cartacea, si rileva nella regione mediana del terzo inferiore della tavola lignea. In corrispondenza della sezione sinistra del terzo inferiore si rileva cavità tubulari forme, interamente contenuta nello spessore del reperto. Tale cavità è in comunicazione con la superficie del legno mediante piccolo foro del diametro di 5 mm, visibile sulla faccia posteriore del reperto in sede inferiore sinistra; presenta lunghezza di 19 cm circa e diametro crescente fino a raggiungere 1,5 cm nella porzione più distale; presenta decorso irregolare, lievemente serpiginoso, e risulta parzialmente occupata da materiale ad elevata densità

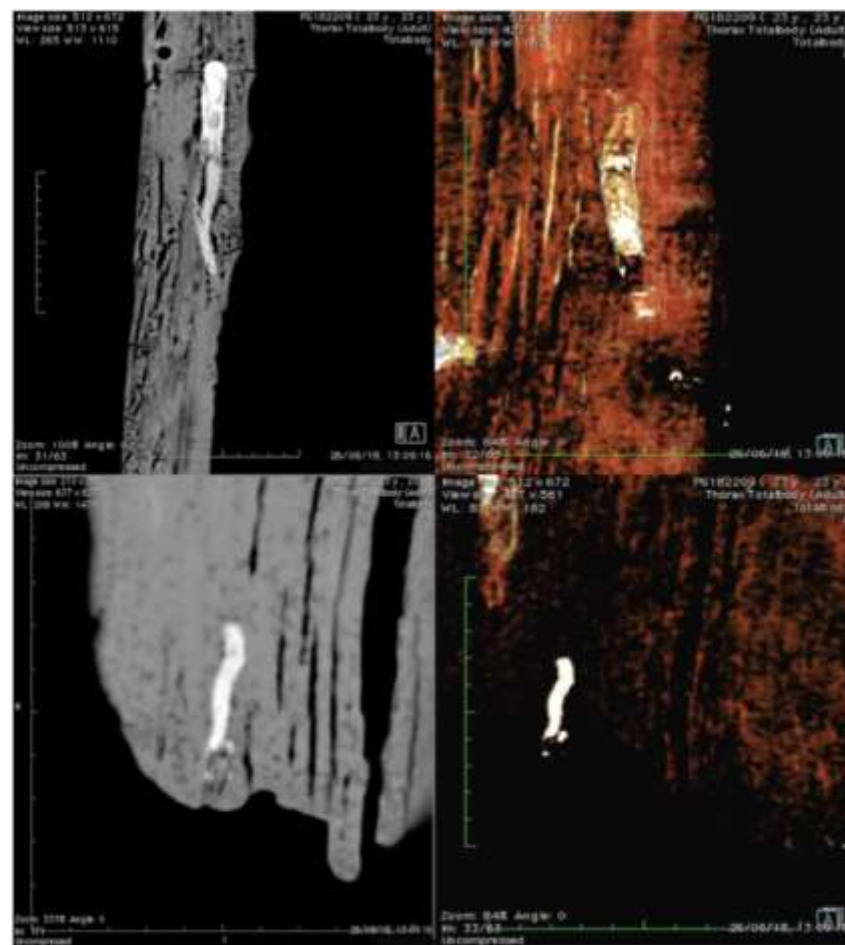


Fig 7: reperto 1: cavità tubulariformi.

(750 HU).

Reperto N°2

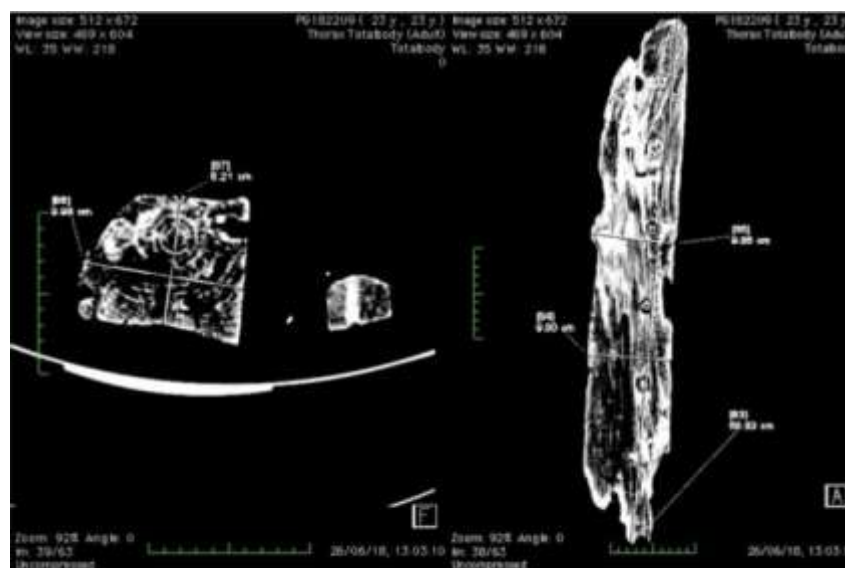


Fig. 8: reperto 2, misure.



Fig. 9: reperto 2, orientamento.

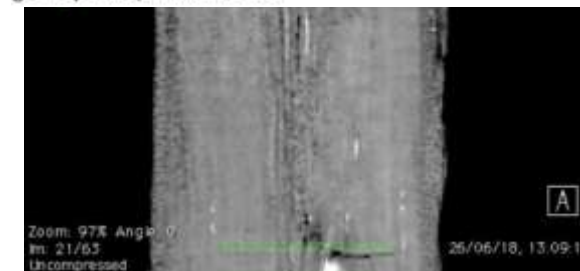


Fig 6: reperto 1, materiale iperdenso sulla superficie lignea in corrispondenza dei fori.

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 58,8 cm, L 10 cm, P 8,2 cm (Fig. 8).

L'orientamento dei piani è stato assegnato in base al verso di acquisizione degli strati (Fig.9).

Il reperto è composto da un unico pezzo di legno; risulta riconoscibile la stratificazione lignea dalla quale si evince che l'elemento è stato ricavato dal durame e dalla zona midollare di un unico tronco.

Sono riconoscibili 7 nodosità che non mostrano soluzioni di continuo con la struttura lignea circostante (verosimilmente nodi vivi). Si rilevano multiple e radiali interruzioni della struttura lignea come da verosimile slargamento dei raggi midollari e qualche cavità tubulari forme serpiginosa del diametro di 4 mm circa (simile a tarlatura?). Sono state effettuate, su due strati, in modo casuale, 11 misurazioni della densità del legno che in media risulta essere di 28,4 Unità di Hounsfield.

Si rilevano 6 fori cilindrici che attraversano il reperto in senso antero-posteriore per tutto il suo spessore, il loro diametro è di 13 mm, la distanza che li separa è compresa tra gli 8 e i 9 cm circa, sono disposti in modo parallelo eccetto il foro n°1 che risulta lievemente obliquo (Fig 10).

Il contenuto dei fori sopradescritti mostra densità compatibile con residui minerali e materiale ligneo.

A circa 18 cm dal margine superiore del reperto e a 4 cm dal margine sinistro si rileva chiodo metallico a testa tonda (densità 3000 HU circa), quest'ultima presenta margini irregolari (forma di "quadrifoglio" possibile deformazione causata dalla forgiatura e dalla imprimitura arrecata per

l'ancoraggio del fasciame) ed è visibile sul lato posteriore

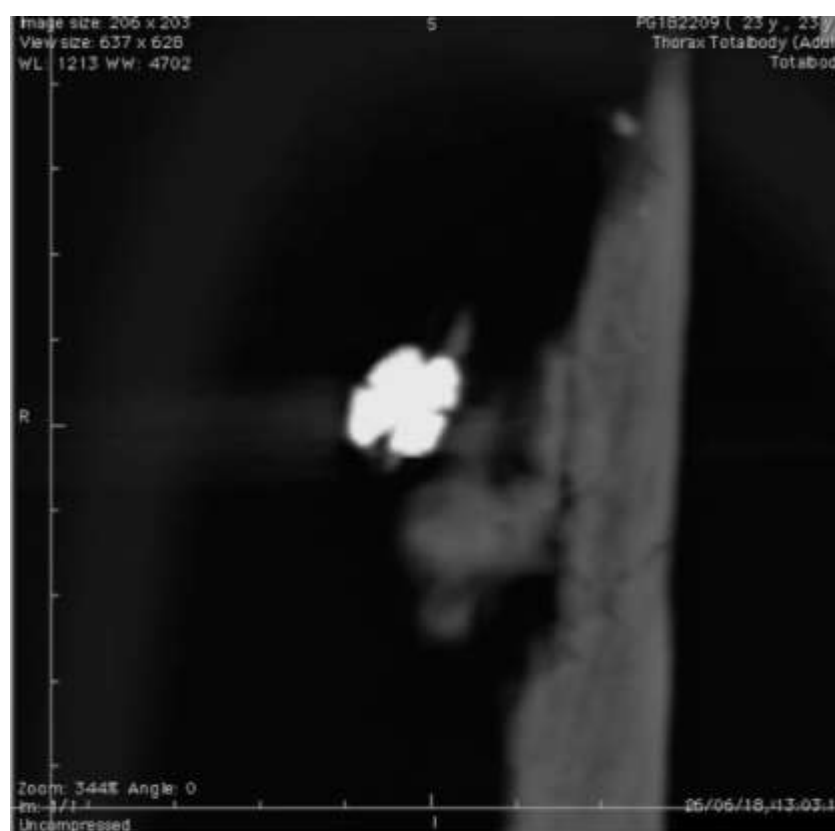


Fig. 11: reperto 2, testa di chiodo metallico.

del reperto (Fig. 11).

Il chiodo ha una lunghezza di 6,9 cm e un diametro massimo di 1,2 cm circa; tra la testa e il corpo si apprezza rima di frattura pressoché completa. L'elemento metallico sopradescritto non attraversa a tutto spessore il reperto ligneo e presenta decorso obliquo postero-anteriore, e da

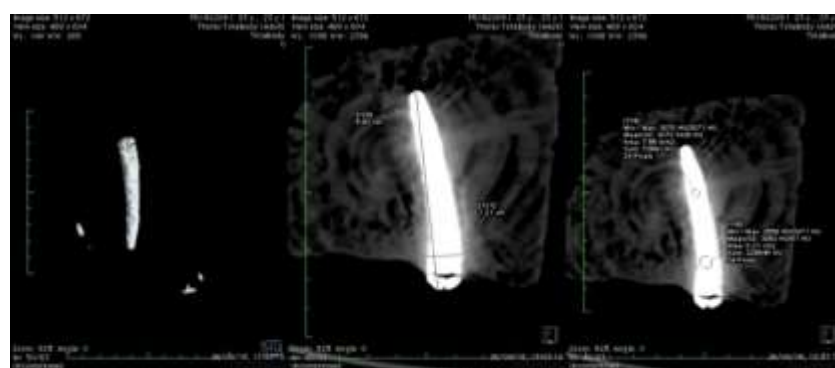


Fig. 12: reperto 2, chiodo metallico, VR, dimensioni e densità.



Fig. 10: reperto 2, fori cilindrici.

sinistra a destra (Fig. 12).

A circa 4,5 cm cranialmente e a destra, con testa sulla faccia anteriore del reperto, si rileva altro chiodo metallico (densità 2700 HU circa) della lunghezza di 4 cm circa e diametro di 5 mm; la testa e la metà prossimale di tale elemento metallico presentano marcati segni di degrado, non potendosi più riconoscere la loro forma originaria; tale elemento non attraversa a tutto spessore il reperto ligneo e presenta decorso obliquo antero-posteriore, caudo-craniale e da sinistra a destra (Fig.13).

A circa 10 cm dal margine inferiore si rilevano i residui di un ulteriore elemento metallico (densità 1700-2000 HU), verosimilmente un chiodo, della lunghezza di 5 cm circa e diametro di 5 mm circa, che mostra marcati segni di degrado risultando mal riconoscibile; tale reperto mostra decorso obliquo antero-posteriore, cranio-caudale e da destra a sinistra.

Reperto N° 3

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 18,8 cm, L 3,9 cm, P 3,5 cm.

L'orientamento dei piani è stato assegnato in base al verso di acquisizione degli strati, (Fig. 14).

Il reperto è composto da due pezzi di legno; non risulta riconoscibile la stratificazione lignea. Non sono riconoscibili nodosità. Sono state effettuate, in modo casuale, 6 misurazioni della densità del legno che in media risulta essere di 16,6 Unità di Hounsfield. Nella porzione centrale del reperto si rileva cavità con aspetto di parallelepipedo delle dimensioni di H 60 mm, L 8 mm, P 38



Fig. 15: reperito 3, tenone e mortasa, misure.

mm circa, con elemento ligneo al suo interno dello spessore di 3 mm circa (mortasa e tenone?) (Fig. 15-16).

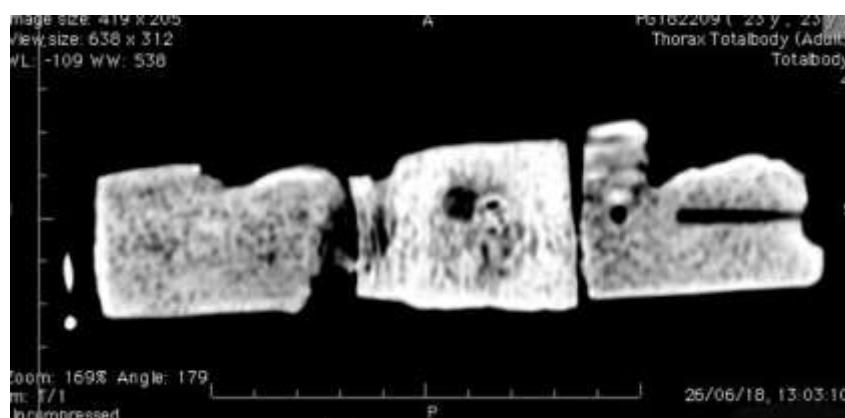


Fig. 16: reperito 3, tenone e mortasa, fori.



Fig. 17: reperito 3, elemento metallico, misura di densità.

La cavità e l'elemento al suo interno sono attraversati da foro cilindrico del diametro di 10 mm circa che attraversa tutto lo spessore del reperto, e mostra contenuto verosimilmente ligneo. Sul verosimile tenone si osserva



Fig. 18: reperito 3, fori.

Fig. 14: reperito 3, orientamento.

ulteriore foro cilindrico adiacente al sopradescritto e parzialmente sovrapposto ad esso (Fig. 16).

Sulla faccia destra del reperto, a circa 6 cm dal margine superiore, si rileva elemento metallico (chiodo?) con densità 2300 HU circa, della lunghezza di 1,3 cm circa e diametro di 3,7 mm circa, che risulta essere cavo nella porzione prossimale; tale elemento è infisso sulla porzione di legno soprastante la mortasa sopradescritta senza comunque raggiungerla (Fig.17).

Sulla faccia superiore e sulla faccia destra (a 4 cm circa dal margine superiore) si rilevano due fori cilindrici sostanzialmente perpendicolari ma non comunicanti, a margini molto regolari con diametro di 4 mm circa e lunghezza rispettivamente di 2,9 cm e 3,3 cm (Fig. 18).

Conclusioni:

“È la prima volta in Italia che viene effettuata una investigazione scientifica così approfondita su reperti lignei di navi rimaste per secoli nei fondali marini – spiega il prof. Massimo Midiri - che viene eseguita per poi giungere ad una ipotesi di intervento conservativo con le nanotecnologie che ha provveduto a sviluppare in funzione di questo contesto la 4WORD360-nanotecnology. Gli esami eseguiti con la TCMS (Tomografia Computerizzata Multistrato), basati sull'erogazione di un fascio di radiazioni ionizzanti (raggi “X”) hanno consentito di ottenere immagini particolarmente dettagliate di aree specifiche delle sezioni del legno. Le immagini ottenute sono state ricostruite e rielaborate in modelli tridimensionali e/o su piani diversi da quello dell'acquisizione (sezioni coronali, ecc.). Per poter ricavare informazioni dettagliate di specifiche aree del fasciame è stato necessario rivalutare il volume da più angoli, così come riportato. Grazie a questa tecnica le sezioni lignee esaminate sono state virtualmente “affettate” in molti strati sub-millimetrici che, rielaborati dal

calcolatore, hanno fornito immagini tridimensionali e indicazioni sulla natura della struttura interna del legno esaminato, così di fatto consentendo di avere un quadro chiaro dell'anima del fasciame" che all'esame ottico degli esperti sembrava fosse stato attaccato da vari agenti biologici che l'esame ha potuto scongiurare in quanto gli inestetismi visibili sulla parte esterna dello scafo sono semplicemente delle reazioni chimiche delle piccole lamelle di ottone conficcate nel substrato del fasciame e

che, probabilmente, causa microclima da vita alla manifestazione di solfati che si sprigionano dalle piccole lamelle e dalle teste dei chiodi in ottone. (Queste indagini hanno scongiurato la presenza di spore biologiche e, quindi, un pericolo per la struttura del fasciame della nave punica, tuttavia che va monitorato onde scongiurare un acutizzarsi del problema che va studiato attraverso una analisi chimica di laboratorio approfondita e per questo abbiamo provveduto a contattare diversi specialisti).

STUDIO SCIENTIFICO DELLA MORFOLOGIA E DEI DEPOSITI SUL FASCIAME DELLA NAVE DI EPOCA TARDO ROMANO DI MARAUSA

GIOVANNI TAORMINA - FRANCO FAZZIO - ASSOCIAZIONE CULTURALE GRUPPOARTE16 PARTNER: UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO - DI.BI.MED SEZIONE DI SCIENZE RADIOLOGICHE - DIRETTORE - MASSIMO MIDIRI

Relitto nave di Marausa

Risale al IV secolo dopo Cristo il relitto navale, ritrovato nei fondali di Marausa.

La Nave romana di Marausa è il relitto di una nave oneraria romana del III secolo d.C. recuperato a 150 metri dalla costa del Trapanese, appunto Marausa. Il relitto della nave romana del III/IV secolo d.C., naufragata in un fondale di poco più di due metri, nei pressi dell'estuario del fiume Birgi, una frazione del comune di Trapani. Il reperto sottomarino rappresenta uno dei reperti navali più interessanti dell'epoca in quanto si presenta in quasi tutta la sua totalità. L'operazione di recupero è stata completata nel 2011 dalla Soprintendenza del Mare della Regione siciliana che affidò il restauro alla società "Legni e Segni della Memoria" di Salerno. Si tratta di una nave da carico ben conservata, lunga circa 27 metri e larga 9 metri, ed è il più grande relitto dell'epoca mai tirato fuori nei nostri mari, affondato nei bassi fondali, probabilmente durante una manovra di ingresso sbagliata che ne causò l'affondamento.

Sono stati portati alla luce il doppio paramezzale centrale, l'aggancio dei madieri e si è potuta ipotizzare la struttura del pagliolato, costituito da tavole sfalsate a gradino. Le ordinate in legno di frassino erano, pertanto,

inframmezzate tra il fasciame esterno in abete e il pagliolato. Nel 2019 sono state completate le fasi di assemblaggio della nave romana i cui 600 pezzi rinvenuti da Tony Di Bono e Dario D'Amico sono oggi apprezzabili presso il Museo Baglio Anselmi di Marsala, dove oggi viene illustrata, oltre alla storia nautica della nave da guerra punica, la storia nautica e commerciale delle navi romane che hanno solcato il Mediterraneo.

Dal 12 al 26 giugno del 2018, dopo un laborioso e lungo recupero da parte dei laboratori di Salerno, esperti in recuperi archeologici sottomarini, per la prima volta su alcuni reperti costituiti dal fasciame della nave romana, sono state applicate, come per la nave punica, una serie di indagini esplorative al fine di comprendere bene la struttura interna, la morfologia, la lavorazione delle mortase, se all'interno dell'anima del fasciame vi fossero incubati residui rilasciati dallo stazionamento in mare per un periodo lungo 1700 anni e infine comprendere bene le tecniche di lavorazione di tutte quelle parti non visibili e, una volta acquisite tutte le informazioni necessarie, sottoporre ad alcuni test con nanotecnologie, sviluppate dai laboratori della **4Ward360-Heritage Preservation Lab**, un campione del fasciame della nave che è stato analizzato. La formulazione appositamente studiata per il relitto di Marausa completamente bio in nanotecnologia, come sveleremo più dettagliatamente in seguito, sono delle soluzioni innovative utili a stabilizzare il reperto archeologico nel tempo. Così come spiegato nel capitolo introduttivo precederete queste operazioni non sono in

competizione con l'immane lavoro portato avanti dai laboratori di Salerno ed hanno la facoltà di raccogliere una serie di informazioni da trasmettere agli esperti e studiosi.

Analisi reperti lignei Nave Romana

Le scansioni TC sui reperti è stata eseguita mediante tomografo computerizzato Somatom Definition As+ (Siemens Healthcare, The Netherlands) a 128 strati. Parametri di Scansione: Kv: 120 mA. 330. Spessore di strato: 0,6 mm Pitch: 1. Matrice: 512x512 pixel. FOV:



Fig. 3



Fig. 1

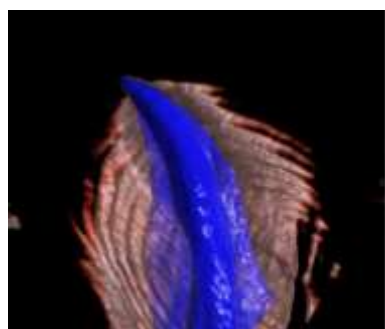
30x30 cm. Acquisizione Sono state effettuate ricostruzioni MPR, MIP e VR.

Per tutti i reperti l'orientamento dei piani è stato assegnato, arbitrariamente, in base al verso di acquisizione degli strati.

Reperto N°1 (Fig. 1)

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 160 cm, L 13 cm, P 15 cm.

Il reperto appare composto da una trave, dov'è possibile riconoscibile la stratificazione lignea che dimostra come sia stato ottenuto dal midollo e da una porzione di durame di un unico tronco.



Si rilevano, maggiormente evidenti ai due estremi, multiple e radiali interruzioni della struttura lignea come da verosimile slargamento dei raggi midollari.

Sono riconoscibili lungo l'intera estensione del reperto 10 fori cilindrici del DT di 2 cm, che lo attraversano per l'intero spessore; all'interno di alcuni di essi sono presenti delle formazioni cilindriche, delle dimensioni massime di 14 mm, e di medesima densità del legno circostante, riferibili a tasselli di legno.

Sono riconoscibili tre formazioni a densità metallica, riferibili a chiodi, a base ovalare (21 x 19 mm) e corpo affusolato (lunghezza di 10 cm) con decorso lievemente incurvato, il cui aspetto complessivo ricorda grossolanamente quello di una lama ricurva (Fig. 2).

Il legno circostante tali chiodi appare a densità aumentata (300 H.U.), in parte a causa della presenza di artefatti di indurimento del fascio fotonico, e in parte a causa di fenomeni di mineralizzazione dovuti alla dispersione di ossido di ferro.

Ad una valutazione densitometrica il reperto appare costituito principalmente da legno con densità compresa tra -300 e -500 H.U.; si evidenzia una lieve ma significativa differenza di densità tra il legno interno e gli strati più superficiali del reperto (-400 Vs -150 H.U.), tale dato può essere riconducibile, a parere dello scrivente, a particolari metodiche di lavorazione del legno o alternativamente

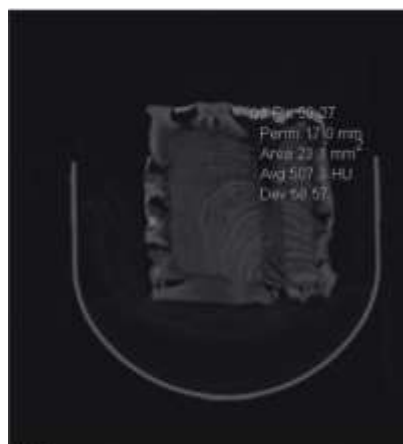


Fig. 4

alle condizioni di giacitura (Fig.3).

Sono riconoscibili in più punti della superficie esterna del reperto quote di materiale ad alta densità non metallica (600 H.U.), tale ritrovamento può essere riconducibile alla presenza di un rivestimento (Fig. 4).

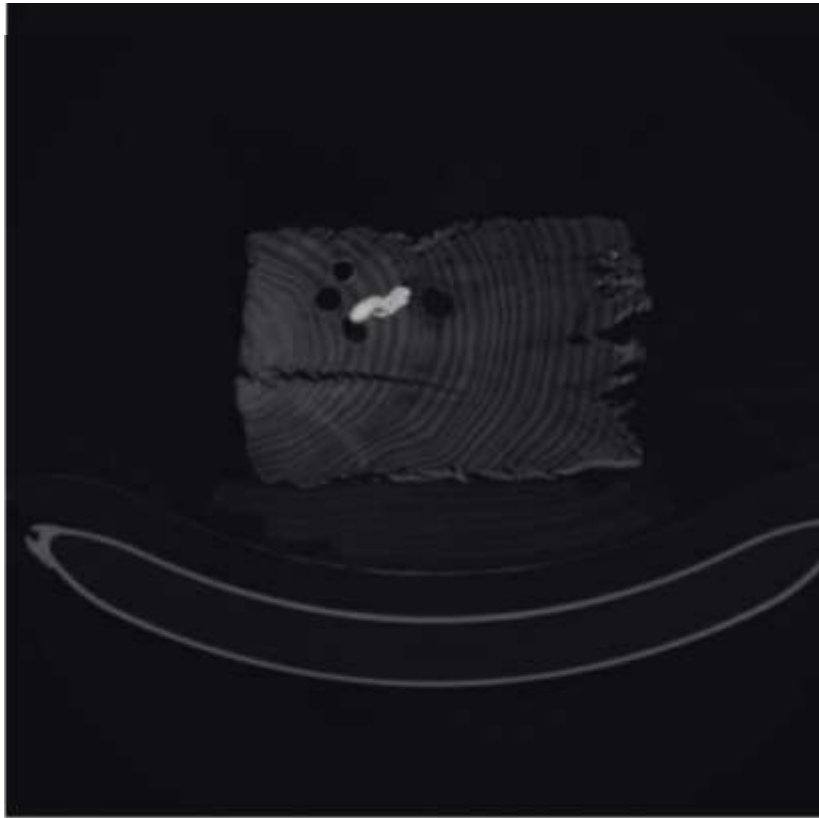


Fig. 7

Reperto N°2 (Fig. 5)

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 50 cm, L 11 cm, P 12 cm circa.

Il reperto appare composto da un tronco, parzialmente squadrato nella sua parte più craniale e a morfologia ovalare nei restanti due terzi caudali, dove è possibile riconoscere la stratificazione lignea che dimostra come l'asse sia stato ottenuto dal midollo e dal durame di un unico tronco.

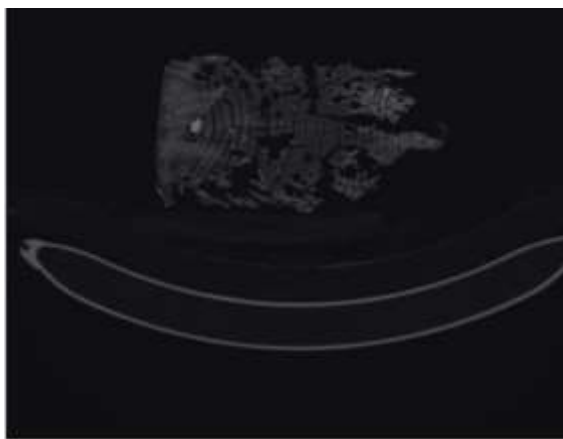


Fig. 6

Ad una valutazione densitometrica il reperto appare costituito principalmente da legno con densità compresa tra -300 e -500 H.U., e nel contesto delle porzioni superficiali sono riconoscibili multipli residui a densità metallica.

Internamente sono apprezzabili alcune aree di aumentata densità come da fenomeni di mineralizzazione lignea.

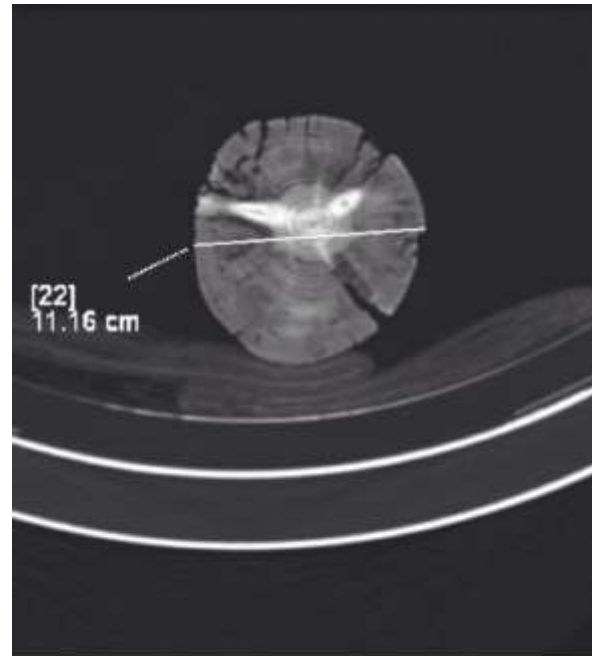


Fig. 5

Reperto N°3 (Fig. 6)

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 38 cm, L22cm, P 13 cm circa.

Il reperto appare composto da una trave, dove è possibile riconoscere la stratificazione lignea che dimostra come sia ottenuto dal durame di un unico tronco.

Nella sua porzione craniale la trave si presenta con multiple erosioni, verosimilmente dovute agli agenti naturali, tra le quali si riconoscono alcune formazioni tubulariformi del DT di 1,4 cm, a decorso serpiginoso (Fig. 7), parzialmente ripiene di materiale ad alta densità (700 H.U.) di non univoca interpretazione (tarlature?).

Nel terzo medio è riconoscibile un chiodo a densità metallica con morfologia ovalare (DTdi2,6cm,DL14 cm) e decorso rettilineo; nel legno circostante è evidenziabile incremento della densità come da deposizione di ossido di ferro.



Fig. 9

Ad una valutazione densitometrica il reperto appare costituito principalmente da legno con densità compresa tra -300 e -500 H.U., nel contesto delle porzioni superficiali sono riconoscibili multipli residui a densità metallica.

Reperto N°4 (Fig. 8)

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 22,5 cm, L37cm, P3,5 cm circa.

Il reperto appare composto da un'asse, dove è possibile riconoscere la stratificazione lignea che dimostra come sia stata ottenuta dal durame di un unico tronco.

Il reperto presenta multiple cavità, di natura antropica, ad aspetto rettangolare dello spessore di 8 mm, riferibili a mortase, alcune delle quali presentano alcuni fori che le attraversano trasversalmente.

Ad una valutazione densitometrica il reperto appare costituito principalmente da legno con densità compresa tra -300 e -500 H.U., nel contesto sono apprezzabili alcune aree di aumentata densità come da fenomeni di mineralizzazione lignea.

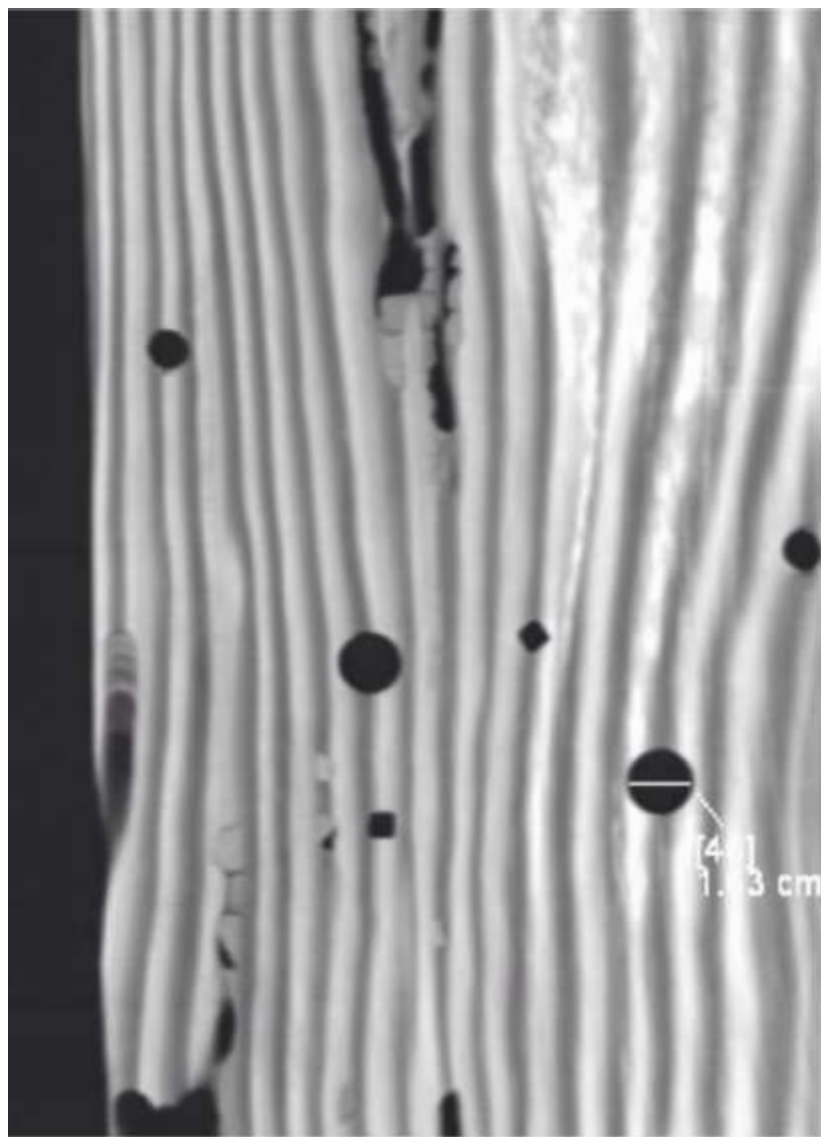
Reperto N°5 (Fig. 9)

Reperto ligneo delle dimensioni massime di H 158 cm, L 21 cm, P 2,8 cm.

Il reperto appare composta da un'asse, dov'è possibile riconoscere la stratificazione lignea che dimostra come sia stata ottenuta dal durame di un unico tronco.

Il reperto presenta sedici cavità, di natura antropica e riferibili a mortase, con aspetto rettangolare e margini arrotondati; tali cavità si presentano delle medesime dimensioni (H.

10,3 cm, L 7,7 cm, spessore di 8 mm) regolarmente disposte e distanziate in entrambi i margini del reperto. Coesistono multipli fori che attraversano l'asse in senso antero-posteriore delle dimensioni comprese tra 7 mm e 1,6 cm (Fig. 10). Ad una valutazione densitometrica il reperto appare costituito principalmente da legno con densità compresa tra -300 e -500 H.U., nel contesto sono apprezzabili alcune aree di aumentata densità come da



fenomeni di mineralizzazione lignea.



Fig. 8

Conclusioni

Il lavoro di indagini svolto presso la Sezione di Scienze Radiologiche del Di.Bi.Med dell'Università di Palermo, con la TCMS (Tomografia Computerizzata Multistrato), esami su reperti lignei, provenienti dal museo del Mare di Marsala, della nave romana del IV secolo a.c. e di una nave punica del III secolo a.C. Ci hanno consentito di avere dei risultati importanti e per la verifica sullo stato della materia organica che dopo il ripescaggio ed il trattamento a Salerno aveva subito degli choc comprensibili per via del dislocamento e dei trattamenti.

Gli esami sono stati eseguiti dall'equipe del professore Massimo Midiri alla presenza degli esperti del GruppoArte16 coordinato da Giovanni Taormina, che ha sviluppato l'idea di approfondimento mediante la diagnostica i cui risultati sono stati illustrati analiticamente in questa relazione e il professore Franco Fazio, laureato presso l'istituto dell'ISCR di Roma e che hanno fornito dettagli fondamentali per la ricerca applicata ai reperti esaminati. Il 26 di giugno durante la fase di esplorazione con la tcms era presente anche l'Assessore ai Beni Culturali della Regione Siciliana, Sebastiano Tusa, che ha concesso il permesso per il prelievo ed il trasporto degli elementi esaminati sotto la supervisione dell'architetto Enrico Lercara della soprintendenza del Mare.

Le indagini hanno consentito di verificare i tagli regolari delle mortase con cui si univano i fasciami da un unico tronco - nave romana - la componente metallica presente e non visibile sulla superficie del legno, e la presenza di materiale metallico disperso lungo il percorso dei chiodi frutto dell'ossidazione degli stessi - elementi riscontrati nella nave punica.

Le informazioni fornite da queste analisi saranno ulteriormente approfondite dai radiologi dell'equipe del professore Midiri, e quindi utilizzate dal GruppoArte16 al fine di procedere all'applicazione sullo stesso fasciame ligneo di un sistema innovativo con le nanotecnologie, sviluppato e prodotto dalla 4ward360 che dispone di un apposito brevetto, e che il GruppoArte16 ha già testato con ottimi risultati su un piccolo campione della nave Romana. A seguito degli esami radiologici odierni sarà cura del GruppoArte16 fornire ulteriori supporti scientifici per gli interventi volti alla conservazione dei reperti lignei marini.

Dichiarazione rilasciata dall'assessore prof. Sebastiano Tusa: "il percorso di ricerca che è stato intrapreso mirato all'individuazione di nuovi ed efficaci protocolli di conservazione di una classe di materiali di provenienza marina particolarmente delicati è un'operazione di alto valore scientifico e, pertanto, mi complimento con gli esperti del GruppoArte16 che stanno operando attraverso un percorso progettuale dal valore scientifico assoluto che si arricchisce attraverso l'apporto del dipartimento di scienze delle radiologie dell'Università degli Studi di Palermo", **IN ALTRA OCCASIONE ASSESSORE SI COMPLIMENTO' PER LO STUDIO E L'IMPEGNO CHE SABRINA ZUCCALA' HA PORTATO A TERMINE.**



L'impiego di nanotecnologie per il recupero e la conservazione dei beni archeologici sommersi

La moderna scienza della conservazione ha sentito forte la necessità di cambiare e affidarsi in maniera sempre più importante alla scienza per ottenere un migliore risultato nell'ambito della ricerca per la stabilizzazione dei beni culturali, soprattutto dopo le inondazioni che hanno devastato Firenze nel 1966. La tragica circostanza ha imposto alla ricerca una propulsione che ha portato gli organi preposti a un investimento mirato e trovare nuove metodologie per ripristinare e conservare l'immenso patrimonio culturale fortemente danneggiato dall'alluvione attraverso lo sviluppo i due filoni principali: la caratterizzazione analitica dei materiali che costituiscono le opere, la caratterizzazione della tecniche utilizzata dagli artisti, e le reazioni chimiche coinvolte nel loro degrado e, pertanto è stato necessario dare nuovo impulso a una ricerca di nuovi metodi scientifici da applicare alla

STUDIO SCIENTIFICO PER L'APPLICAZIONE DELLE NANOTECNOLOGIE E LA STABILIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA DI MARAUSA - MUSEO LIBRARIO



ANCO FAZZIO - GRUPPOARTE16
SCALA' - 4WARD360
NANOTECNOLOGIE - 4WARD360

proprio a comprendere bene cosa si potesse ancora incubare all'interno del legno.

Ogni legno ha delle caratteristiche organiche diverse, ad esempio un insetto xilofago non attacca tutti i tipi di legno poiché lo xilofago che si alimenta di un certo tipo di enzima non lo trova nel legno di conifera come in quello del legno di conifera e viceversa. Esistono diversi tipi di legno, ognuno con una caratteristica diversa le une dalle altre (per compattezza, peso specifico, comportamento nel tempo o nelle diverse condizioni climatiche) e anche la velocità con cui si manifesta il degrado è differente per le diverse tipologie di legno, ma l'elemento comune al processo di degrado anche per il legno è l'umidità che crea i meccanismi di decadimento del materiale (fessurazioni e spaccature ed infine l'infradiciamento della struttura lignea)

La nanotecnologia applicata al legno assolve un compito indispensabile in quanto, va a creare una nanostruttura di particelle di fatto creando uno schermo protettivo invisibile riuscendo a impedire che umidità, polveri sottili e altri elementi dell'ambiente circostante riescano ad avere una azione degradante nei confronti della struttura organica che posta in ambienti fruita da migliaia di persone, queste apportano anche una notevole contaminazione all'aria che viene assorbita da questi legni. Se pensiamo alle muffe queste sono microparticelle che si muovono in ogni ambiente e si attivano in circostanze favorevoli, mentre le spore dei funghi possono essere trasportate dagli abiti dei fruitori che provenendo dall'esterno possono raccogliercle trasportate dal vento. Le nanotecnologie svolgono l'attività di schermanti sulle superfici lignee senza alterarne le caratteristiche del manufatto, né l'aspetto o la traspirabilità, elemento fondamentale. Le loro proprietà idro e olio repellenti, creano una protezione invisibile in scala nanometrica che agisce respingendo i contaminanti impedendo loro di entrare in contatto con la struttura lignea trattata.

conservazione e stabilizzazione dei materiali che costituiscono il nostro patrimonio culturale sempre più soggetto ad attacchi di vario genere, infatti negli ultimi trent'anni hanno visto la scienza ritagliarsi uno spazio notevole nel campo dello studio della conservazione. Le scienze delle nanotecnologie hanno fornito metodi affidabili per una durevole e, per quanto possibile, compatibile conservazione. Il legno, la materia che al centro delle nostre analisi, è un materiale organico che mantiene molte delle sue caratteristiche anche quando questo viene espianato, quindi, la sua durata è strettamente legata alle condizioni ambientali in cui viene mantenuto: si gonfia con l'umidità e il calore, mentre in inverno, ritirandosi produce delle crepe. Situazioni avverse possono inoltre favorire l'attacco di funghi, muffe o insetti e portare ad un deterioramento che compromette non solo l'aspetto estetico ma anche la sopravvivenza dello stesso legno, tanto più quando ci troviamo davanti a reperti archeologici provenienti dai fondali marini che hanno subito lo stress dovuto alle condizioni in cui questo ha giaciuto per migliaia di anni e adesso deve convivere in un ambiente diverso dallo stato liquido in cui ha giaciuto, un ambiente ricco di sale marino e vari tipi di agenti organici e biologici. Pertanto, le fasi di studio eseguite da un team di esperti qualificati sono servite

Descrizione dell'intervento



Si tratta di un “progetto pilota” su proposta del coordinatore del GruppoArte16, Giovanni Taormina, che con l'assessore Sebastiano Tusa ed al restauratore Franco Fazio, intervennero con un contributo al convegno **Istituzionale** sulla nanotecnologia, organizzato da Sabrina Zuccala' Amministratore di 4ward360, evento dedicato solo ed esclusivamnete al futuro delle superfici lignee con i nano materiali (nanotecnologia) in cui hanno partecipato studiosi e università presso il Palazzo della Luce di Torino.

Essendo il primo intervento applicativo eseguito in Italia per il trattamento Protettivo/Conservativo Nanotecnologico di un elemento ligneo (il campione trattato ha le dimensioni di circa 60cm di lunghezza e 30cm di diametro) sul fasciame di reperti archeologici come la Nave Romana del IV sec. d.C. rinvenuta a Marausa (TP) ed oggi conservata presso il Museo Baglio Anselmi di Marsala (TP), si è voluto costituire un comitato di esperti di livello internazionale per quanto riguarda la conservazione.



Esame delle Caratteristiche del formulato

Presa consapevolezza del formulato dal nome “4wd-wood” e accertati che consente di offrire un innovativo trattamento nanotecnologico non filmogeno con base etilene (tecnologia SiO₂) che crea una protezione invisibile sulle superfici del campione della nave da trattata durante i test, si è iniziata la fase ultima con l'integrazione delle tecniche conservative nanotecnologiche.



Proprietà dei prodotti per la conservazione

Affinché un trattamento di consolidamento e/o protezione, oltre che efficiente, risulti anche adeguato, affidabile e stabile nel tempo è di fondamentale importanza che i prodotti consolidanti e protettivi presentino una serie di criteri e proprietà specifiche, correlate sia alla fase di applicazione, sia al successivo comportamento dell'agente consolidante e/o protettivo nel tempo.

In linea generica, durante gli interventi è fondamentale utilizzare dei prodotti che mantengano le caratteristiche del bene culturale inalterate, e che siano removibili al fine di salvaguardare la funzione originaria dell'opera.

Con tale intento, la NorMal 20/85 ("Interventi conservativi, valutazione preventiva"), indica i principali requisiti :

- compatibilità tra il materiale originale e il prodotto;
- impermeabilità all'acqua liquida (idrorepellenza);
- permeabilità all'acqua in fase di vapore;
- assenza di influenza sulle proprietà ottiche del materiale;
- facile applicabilità e facilità di penetrazione nel sistema capillare del materiale;
- reversibilità o rimovibilità, quando il prodotto ha perduto la sua efficacia;
- stabilità agli agenti chimici; in particolare nei riguardi degli inquinanti acidi dell'atmosfera;
- stabilità chimica all'invecchiamento; in particolare alle radiazioni luminose (intesa come stabilità intrinseca del prodotto e non in

relazione alle capacità di reagire con il substrato);

- durata del potere protettivo e l'idrofobicità;
- capacità di impregnazione; buone capacità adesive e capacità di aderire al supporto;

Grazie alle sue eccellenti proprietà del formulato 4wd-wood, abbiamo potuto comprendere la elevata, diremmo totale, capacità di respingere acqua e contaminanti esterni (sporco, oli, grasso, polvere) di fatto impedendo loro di aderire alla fibra di cellulosa. Constatato l'alto valore protettivo, altro dato fondamentale, e visto che non modifica l'aspetto e la consistenza del legno, che resiste alle alte temperature e, quindi, risulta essere stabile ai raggi U.V. ed I.R., si è passati alla fase applicativa che si è eseguita con un nebulizzatore e delle maschere protettive per gli operatori che hanno proceduto al rilascio delle nanotecnologie. L'applicazione è risultata essere estremamente semplice e con tempi di asciugatura molto veloce.

Eseguita la fase del test applicativo si è valutata la loro reversibilità, che avviene in modo semplice e senza l'utilizzo di sostanze corrosive o di mezzi meccanici abrasivi. Per rimuovere il trattamento basta applicare a pennello una soluzione a base di etanolo e dopo una breve attesa di qualche minuto si è potuto rimuovere la sostanza chimica integrata in quanto l'etanolo ha la funzione di scollegare le microparticelle che compongono le sostanze nanotecnologiche.

Si è potuto constatare altresì che malgrado le nanomaterie svolgano un eccellente lavoro idrorepellente, hanno la capacità di non modificare la traspirabilità del materiale organico trattato, ancora in maniera sorprendente non si sono riscontrate modifiche estetiche del manufatto che si presentava opaco e senza quegli spessori che di solito creano le sovrapposizioni protettive tradizionali. Accertate le proprietà sopra descritte e verificate le qualità delle integrazioni nanotecnologiche che in oltre svolgono un importante ruolo nella protezione dall'aggressione biologica (muffe, funghi e altri agenti biologici), si potrà fare affidamento anche per quei processi di variazione cromatica del legno, che sono la conseguenza di una



esplosione prolungata alla luce naturale.

La scheda del prodotto fornita dalla 4Ward360 garantisce la durata di 25 anni.

Le nostre analisi ottiche hanno potuto verificare la struttura protettiva creata sulla superficie lignea che una volta protetta è stata sottoposta a un ciclo di studi e test approfonditi rispondendo positivamente a tutte le aspettative del team preposto.

