

Consiglio Nazionale delle Ricerche

*Istituto per la Valorizzazione del
Legno e delle Specie Arboree*

**GRUPPO
INTERDISCIPLINARE**

**“Diagnostica e conservazione
del patrimonio culturale ligneo”**



Diagnostica e conservazione del patrimonio culturale ligneo

Personale coinvolto

Nicola Macchioni (diagnostica, coord.) – Laureato in Scienze Forestali – Dottore di Ricerca in Scienze del Legno - Ricercatore del CNR dal 1994 – Si occupa di diagnostica e coordina il gruppo "Diagnostica e conservazione del patrimonio culturale ligneo" IVALSA.

Ottaviano Allegretti (relazioni legno-ambiente) – Laureato in Scienze Forestali – Dottore di Ricerca in Scienze del Legno – Ricercatore CNR dal 1998 – Si occupa di caratterizzazione dei rapporti legno - acqua nei manufatti lignei.

Mauro Bernabei (datazioni dendrocronologiche) – Laureato in Scienze Forestali – Dottore di Ricerca in Scienze del Legno - Ricercatore CNR dal 2005 – Si occupa di anatomia del legno e dendrocronologia.

Jarno Bontadi (datazioni dendrocronologiche) – Laureato in Scienze Forestali – Dottorando di Ricerca in Ecologia- Assegnista di Ricerca – Si occupa di anatomia del legno e dendrocronologia.

Michele Brunetti (diagnostica su strutture) – Laureato in Scienze Forestali -- Ricercatore del CNR dal 2001 – Si occupa di caratterizzazione fisico-meccanica del legno.

Chiara Capretti (legno archeologico) – Laureata in Scienze Forestali – Dottore di Ricerca in Scienze del Legno – Si occupa di caratterizzazione del legno archeologico.

Luigi Fiorentino (caratterizzazione chimica) – Diploma di Perito Chimico – Tecnico al CNR dal 2002 – Si occupa di analisi chimiche quantitative su legno.

Simona Lazzeri (anatomia del legno) – Diploma di Perito Agrario – Tecnico al CNR dal 1988 - Si occupa di riconoscimento delle specie legnose.

Sabrina Palanti (biodegradamento) - Laureata in Chimica e Tecnologie Farmaceutiche – Dottore di ricerca in Scienze Ambientali- Specializzazione post laurea in Scienza per la Conservazione dei Beni Culturali – Ricercatore CNR dal 2001 – Si occupa di biodegradamento e preservazione del legno.

Benedetto Pizzo (caratterizzazione chimica) – Laureato in Ingegneria Chimica – Dottore di Ricerca in Tecnologie Chimiche e dei Nuovi Materiali – Ricercatore CNR dal 2001 – Si occupa di caratterizzazione chimica del legno e dei materiali per il restauro.

Lorena Sozzi (anatomia del legno) – Laureata in Scienze Forestali – Tecnico al CNR dal 2006 – Si occupa di riconoscimento delle specie legnose.

Introduzione

L'attività svolta nell'ambito dei Beni Culturali dall'IVALSA è finalizzata principalmente allo studio dello stato di conservazione del materiale costituente i manufatti - siano essi un dipinto su tavola, il soffitto di una chiesa o una nave romana - attraverso la caratterizzazione della materia prima, il legno.

Tutte le attività svolte seguono quanto previsto dalla norma quadro sull'analisi dei manufatti lignei, la UNI 11161:05.

Ciò comporta prima di tutto il **riconoscimento anatomico** dei vari elementi lignei: per fare ciò l'Istituto preleva campioni di dimensioni minime nel rispetto dell'integrità dell'opera e li prepara adeguatamente per essere osservati con i microscopi ottici ed elettronici presenti nel Laboratorio di Anatomia (in accordo con la norma UNI 11118:04). Tramite l'identificazione è possibile conoscere il gruppo di specie o la specie di appartenenza, ottenendo così informazioni riguardo alle caratteristiche tecnologiche del materiale costituente il manufatto.

Dalla determinazione delle specie derivano inoltre importanti informazioni riguardo l'impiego delle differenti specie legnose, che nel passato venivano selezionate in base a numerose considerazioni, tra le quali la disponibilità del materiale e l'effetto estetico che ne poteva derivare.

Nel caso di strutture complesse in legno come chiese o palazzi storici, l'Istituto porta avanti un'importante attività di **diagnostica sugli elementi lignei strutturali**, attraverso l'impiego di tecniche non distruttive - indagine visuale e uso di trapano resistografico in dotazione presso il Laboratorio di Caratterizzazione fisico-meccanica - in accordo con la norma UNI 11119:04.

Questo tipo di diagnosi consente di ottenere dati sulle caratteristiche meccaniche attuali di ciascun elemento che compone la struttura.



Fig.1. Attacco da insetti in atto su elementi di un coro ligneo

Sulle strutture in opera è molto frequente l'osservazione di attacchi biotici (da insetti e/o funghi) sul legno. **La valutazione del degrado dovuto a insetti** è effettuata mediante l'osservazione diretta e mediante stereomicroscopio dei segni lasciati sul manufatto (Fig. 1). Questo permette di identificare l'agente del degrado per l'eradicazione dell'attacco nel caso sia ancora attivo e i trattamenti di prevenzione per preservare il manufatto dopo il risanamento. Deve essere accertato lo stato dell'attacco (pregresso o ancora attivo); in secondo luogo è effettuata l'identificazione della specie mediante analisi dei fori di sfarfallamento e delle gallerie (forma, diametro), del rosone e di altri reperti trovati (larve, insetti adulti).

La valutazione del degrado dovuto a funghi è sempre associato allo studio delle condizioni ambientali in cui si trova il manufatto. Anche in questo caso l'identificazione del degrado (tipo di carie fungina) permette di trovare la soluzione più adeguata al risanamento del manufatto stesso.

L'attività di ricerca e consulenza del Gruppo Interdisciplinare può avvalersi delle **tecniche di datazione del materiale** di cui i manufatti sono composti attraverso **la metodologia dendrocronologica** presso il Laboratorio di Dendrocronologia che opera secondo la norma UNI 11141:05.



Fig 2. Esempio di lettura dendrocronologica non invasiva.

Il Laboratorio dispone delle più avanzate tecnologie per la misura degli anelli in situ e in maniera non distruttiva (Fig. 2). Datazioni sono state effettuate su strutture architettoniche (Palazzo Reale di Napoli, Cattedrale di Nicosia, Castel Malosco...), dipinti su tavola (Crocifissione di Carlo Pozzi, Madonna con Bambino di Paolo Naurizio,...), antichi strumenti musicali (collezione Cherubini, collezione Pignata,...), sculture (altare di Tonadico, Crocefisso di Sisto Frey,...) e altro (mobili antichi, strutture rupestri...).

Nel campo dell'identificazione delle specie, dell'analisi del degrado e della restituzione dei risultati sono in corso importanti attività su tarsie lignee rinascimentali (Fig. 3) e su arredi barocchi intarsiati.

Nello stesso settore è in corso uno studio sulla statuaria lignea con il fine di identificare il rapporto tra specie legnosa utilizzata, tecniche di esecuzione e resa formale dell'opera. Tale studio ha portato alla realizzazione del software AriSStart con la collaborazione della Fondazione Guglielmo Giordano e delle Università di Perugia e di Roma Tor Vergata.



Fig.3 – Sopra - Una tarsia del complesso della Sacrestia della chiesa di San Pietro a Modena. Sotto - la stessa in falsi colori: a specie uguale corrisponde un colore uguale.

In questo ambito il CNR – IVALSA è tra i soci fondatori della SISTAL (Società Italiana di Storia delle Arti del Legno), Associazione avente lo scopo di sviluppare e valorizzare in Italia gli studi e le ricerche sulla storia della scultura e dell'arredo in legno di età medievale e moderna.

Di notevole importanza è inoltre l'apporto fornito dall'esperienza accumulata all'interno dell'Istituto nella **formulazione delle norme** redatte all'interno della Commissione Tecnica UNI-Normal (Beni culturali).

Studio del degrado del legno archeologico

Un capitolo a parte di notevole importanza riguarda il **legno archeologico** ed in particolare quello imbibito: si tratta di un materiale molto complesso che richiede per la sua caratterizzazione un'indagine diagnostica multidisciplinare tramite il coinvolgimento di diverse competenze e Laboratori presenti all'IVALSA.

La diagnosi nel suo complesso permette di studiare lo stato di conservazione del legno e costituisce un'imprescindibile premessa per la progettazione di qualsiasi eventuale intervento, in quanto è impossibile impostare correttamente un lavoro di restauro e conservazione senza essere in possesso di informazioni dettagliate ed accurate sulle caratteristiche del materiale.

Anche in questo caso il primo passo è quello dell'identificazione della specie legnosa, ma, contemporaneamente ad essa e con i medesimi strumenti del Laboratorio di Anatomia, è possibile studiare lo stato di conservazione degli elementi cellulari ed individuare gli agenti dell'eventuale degrado.

Caratterizzazione morfologica

L'osservazione microscopica si basa sull'impiego di diverse tipologie di strumenti (microscopi ottici a luce trasmessa, elettronici a scansione e trasmissione), attraverso cui si ottengono informazioni qualitative sullo stato di conservazione della struttura legnosa a diversi livelli di dettaglio (Fig. 4).

Talvolta possono essere osservate strutture quasi identiche a quelle del legno recente, mentre in molti casi vengono osservati livelli di degrado molto più accentuati con alterazioni rilevanti della morfologia originaria. Spesso può capitare che le due situazioni si manifestino contemporaneamente in zone diverse di uno stesso elemento.

L'osservazione al microscopio rappresenta quindi un supporto fondamentale per l'identificazione della tipologia di degrado cui è

andata soggetta la parete cellulare e, conseguentemente, degli agenti biotici che l'hanno determinata. Ad esempio, nella Fig. 5 sono presenti chiari segni di un attacco fungino.

Caratterizzazione chimica

Fondamentale nello studio dello stato di conservazione del manufatto archeologico è lo studio della composizione chimica del legno: questo viene realizzato nel Laboratorio di Caratterizzazione chimica (Fig. 6), in grado di analizzare i componenti delle pareti cellulari del legno (olocellulosa, lignina ed estrattivi).

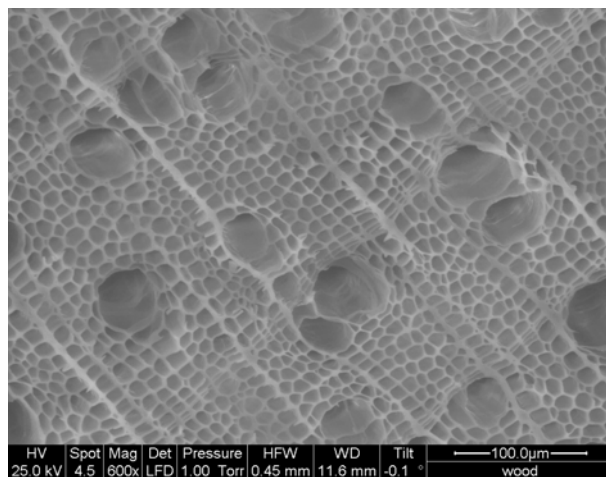


Fig. 4 Esempio di una struttura cellulare di un legno di latifolia (nella fattispecie ontano), in cui sono ben evidenti la disposizione a catenelle radiali dei vasi. Immagine realizzata con il microscopio elettronico a scansione ambientale (ESEM).

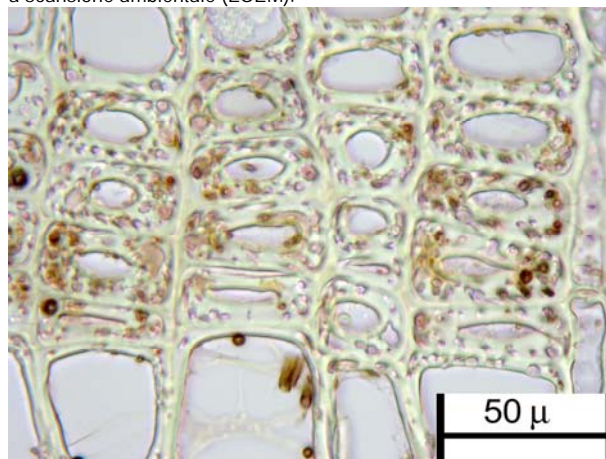


Fig. 5. Esempio di pareti cellulari attaccate dai funghi della carie soffice: in sezione trasversale, sono visibili le cavità (fori rotondeggianti) nello strato S2

La caratterizzazione chimica del legno archeologico consente di determinare l'ammontare re-

siduo delle componenti strutturali della parete cellulare (gli estrattivi, la lignina e la cellulosa).



Fig. 6. Il Laboratorio di Chimica del legno e dei prodotti derivati dell'IVALSA

Caratterizzazione fisica

Anche nel caso del legno archeologico è di grande utilità la strumentazione del Laboratorio di Caratterizzazione fisico-meccanica, che consente di caratterizzare le proprietà fisiche del legno archeologico (MWC, densità basale, etc.).

La caratterizzazione fisica permette di osservare come il degrado abbia modificato importanti proprietà del legno (quali l'anisotropia) ed alterato le relazioni legno-acqua. Essa si ottiene attraverso la misurazione delle densità, dell'umidità del legno - parametro quest'ultimo direttamente correlabile al livello di degrado



Fig.7. Scavo della Stazione della metropolitana di Piazza Municipio a Napoli a cura della Soprintendenza per i beni archeologici di Napoli e Caserta. Veduta dall'alto dei tre relitti rinvenuti e dei pali lignei del molo (foto G. Avallone, Proprietà della Soprintendenza Archeologica delle province di Napoli e Caserta).

del materiale - nonché (se lo stato di conservazione lo permette) dei movimenti igroscopici (ritiri e rigonfiamenti) del legno archeologico. In questo modo si ha spesso la conferma che per molti reperti buona parte della massa legnosa è andata perduta per essere sostituita dall'acqua. L'esperienza dell'IVALSA include lo studio di manufatti lignei provenienti da scavi seguiti in Italia e all'estero. Nel primo gruppo si ricordano lo scavo delle navi antiche di Pisa, quello della Metropolitana di Napoli (Fig. 7), quelli del delta del Po Ferrarese, mentre alcuni esempi all'estero riguardano la Chiesa vichinga di Seydisfjörður ed il monastero di Skriduklaustur in Islanda, gli scavi di Tell es Sultan (Gerico) in Palestina e quelli di Tilmen Höyük in Turchia e il progetto di studio del legno delle sepolture rupestri delle montagne di Longhu (Longhushan) in Cina (Fig. 8). Un legno archeologico imbibito del tutto particolare, sul quale è stato possibile svolgere accurate indagini, proviene dalle palificate lignee di fondazione di numerosi edifici veneziani. Pur trattandosi di materiale relativamente recente e che ancora svolge le funzioni per le quali era stato messo in opera, ciononostante, per le condizioni di conservazione e per le tipologie dei siti di provenienza, può senz'altro essere equiparato al legno archeologico imbibito.



Fig. 8. uno dei sarcofagi monossili recuperati a Longhushan, attualmente esposto al Museo di Nanchang

Studio delle relazioni legno-ambiente

Il peculiare comportamento igroscopico del legno richiede grande cura nello studio dell'ambiente nel quale i manufatti vengono conservati.

Facendo affidamento sulle attrezzature presenti nel laboratorio di essiccazione, l'IVALSA ha sviluppato apparecchiature e metodologie per l'**analisi del comportamento igroscopico e deformativo** di manufatti lignei come, per esempio, dipinti su tavola e sculture lignee.

Nello stesso ambito è in corso lo studio della permeabilità al vapore dei materiali impiegati per la realizzazione degli strati pittorici originali e per gli attuali interventi di consolidamento e restauro.

Queste ricerche consentono di sviluppare e implementare modelli previsionali utili a simulare modificazioni strutturali o climatiche agli oggetti in caso di restauri o di spostamenti per prestiti o ricollocazioni.

Ciò ha permesso di stabilire fruttuose collaborazioni con enti di ricerca e formazione e con istituzioni italiane e straniere depositarie di importanti oggetti lignei.

A tal fine sono state messe a punto alcune specifiche apparecchiature, tra le quali si ricorda la bilancia differenziale ad alta sensibilità, che effettua acquisizioni con altissima risoluzione delle variazioni di peso di lungo periodo.

Attualmente in collaborazione con la Soprintendenza di Trento si stanno seguendo le variazioni di un grande dipinto su tavola in restauro presso il Castello del Buonconsiglio (TN) (Fig.9).



Fig. 9 dipinto su tavola del XVI sec. Retro del dipinto con applicati dispositivi per monitoraggio igroscopico e deformometrico.

Dal punto di vista diagnostico viene effettuato un monitoraggio deformativo dei manufatti lignei: ai fini della comprensione dei comportamenti igromeccanici, si utilizzano sistemi di registrazione delle deformazioni dei supporti di manufatti lignei per lunghi periodi, con impatto visivo nullo e bassissima invasività. Una volta caratterizzati i parametri fisico-meccanici dei manufatti oggetto d'indagine, è possibile impostare analisi sulla loro risposta alle variazioni esterne, attraverso una modellazione FEM dei comportamenti.

Inoltre in collaborazione con l'IBIMET-CNR è in corso di sviluppo una serie di algoritmi per il confronto dei microclimi espositivi e la loro caratterizzazione in funzione della sensibilità dei singoli manufatti.

Diagnostica e conservazione del patrimonio culturale ligneo

Collaborazioni

Cossoch, Accademia delle Scienze Cinese,
Pechino, Cina

School of Conservation, Bournemouth University,
UK

SP TräteK, Stockholm, Sweden

Faculté des Sciences, Université de Rabat, Marocco

Museum of Cultural History, University of Oslo,
Norvegia

Instituto de Investigação Científica Tropical,
Lisboa, Portugal

Direzione Regionale per i Beni Culturali
dell'Emilia Romagna

Soprintendenza Archeologica della Toscana

Soprintendenza per i Beni Storico/Artistici della
Provincia Autonoma di Trento

Soprintendenza per i Beni Librari, Archivistici e
Archeologici della Provincia Autonoma di Trento

La Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici
di Napoli e Pompei

Centro Conservazione e Restauro "La Venaria
Reale"

Centro di Restauro del Legno Bagnato, Cantiere
delle Navi Antiche di Pisa.

Galleria dell'Accademia, Dipartimento degli
Strumenti Musicali, Firenze.

Università di Perugia

Università di Roma Tor Vergata

Università di Urbino

Politecnico di Torino

Università Ca' Foscari, Venezia

Università di Palermo

DIEM, Università di Bologna

CEDAD, Centro di Datazione e Diagnostica
Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione
Università del Salento

Consorzio Restauro PRAGMA, Palermo

CORILA, Venezia

Consorzio Restauro "San Luca", Torino

Per informazioni:

Nicola Macchioni

macchioni@ivalsa.cnr.it

Tel. +39 055 522 5502 / +39 340 688 5371

Fax +39 055 522 5507

Web <http://www.ivalsa.cnr.it>



Realizzazione grafica Leonardo Rescic

© CNR - IVALSA 2009

CNR IVALSA
ISTITUTO PER LA VALORIZZAZIONE
DEL LEGNO E DELLE SPECIE ARBOREE
www.ivalsa.cnr.it
P.IVA 02118311006
C.F. 80054330586

Firenze
Via Madonna del Piano 10
50019 Sesto Fiorentino
T +39 055 52251
F +39 055 522507

Trento
Via Biasi 75
38010 S. Michele all'Adige
T +39 0461 660111
F +39 0461 650045

Grosseto
Via Aurelia 49
58022 Follonica
T +39 056 652356
F +39 056 652356