

L'indagine diagnostica per il restauro: il caso del Modello ligneo della Chiesa di S. Maria della Consolazione in Todi

A. DE SANTIS¹, A. LO MONACO¹, E. MATTEI¹,
C. PELOSI², M. SANTANCINI²

¹ Università degli Studi della Tuscia, Facoltà di Agraria, via San Camillo de Lellis, 01100 Viterbo

² Università degli Studi della Tuscia, Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali, Largo dell'Università, 01100 Viterbo

Riassunto

Il *Modello di Santa Maria della Consolazione* in Todi è un manufatto ligneo policromo del quale non si hanno notizie certe dell'autore né delle vicende storiche che lo hanno interessato, tranne un ampio riferimento alla costruzione dell'omonima chiesa (1508-1607). In occasione del restauro del *Modello*, condotto nella prima metà del 2007, il supporto dell'indagine diagnostica ha contribuito all'attuazione di una metodologia scientifica all'intervento conservativo e ha fornito ulteriori dati per uno studio storico-artistico e filologico dell'opera. Oggetto di indagine sono stati i pigmenti, i leganti e i materiali di restauro delle parti dipinte del modello e le componenti lignee che costituiscono il manufatto. Le analisi, condotte su microcampioni prelevati durante lo smontaggio del modello, sono state: caratterizzazione dei pigmenti tramite microscopio polarizzatore e spettroscopia micro-Raman; studio dei leganti tramite spettrometria FTIR e micro-FTIR; esame delle sezioni lucide dei campioni prelevati dalle superfici dipinte tramite microscopio polarizzatore in luce riflessa con illuminazione al tungsteno e in fluorescenza UV; caratterizzazione delle specie legnose tramite studio al microscopio ottico delle sezioni sottili ricavate dai campioni nelle diverse direzioni anatomiche.

Parole chiave: legno, microscopia, FTIR, restauro.

Abstract

The wooden polychrome *Model of the Church of S. Maria della Consolazione* in Todi is a artefact whose author and historical events are not completely known except for a wide reference to the construction period of the church (1508-1607). During the restoration, carried out in the first half of 2007, some diagnostic analyses were performed in order to study and characterize the materials, the techniques and the conservation state of the model and to provide a valid help for the restoration itself. The pigments, binders, restoration materials and the different wooden parts were examined. The samples were taken off during the disassembly of the model and they were analyzed by means of a polarizing microscope. The chemical analyses were carried out by means of micro-Raman spectrometer and by means of FTIR and micro-FTIR spectrophotometry. The cross, radial and tangential thin sections of the wooden samples were examined under an optical microscope.

Keywords: wood, microscopy, FTIR, restoration.

Introduzione

Il *Modello* ligneo della *Chiesa di Santa Maria della Consolazione*, attualmente conservato presso la *Sala Affrescata del Museo Pinacoteca* a Todi, rappresenta un'importante documentazione storica sulla metodologia costruttiva architettonica del Rinascimento (Figura 1a).

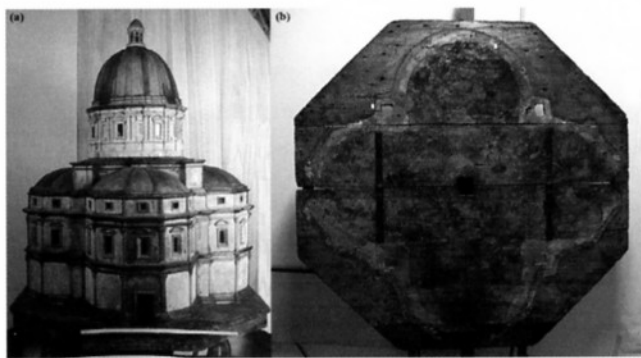


Figura 1 – Immagini del *Modello* (a) e della base (b).

I modelli, infatti, servivano come oggetto di studio, suscettibili nel tempo ad innovazioni e modifiche (Piga, 1996). Nonostante il gran numero di documenti che espongono dettagliatamente la storia dell'omonima chiesa eretta tra il novembre del 1508 e l'aprile del 1607 (Zänker, 1971), ancora oggi non è stato possibile determinare il periodo di manifattura del *Modello*, la maestranza che lo ha eseguito, nonché la funzione ad esso attribuita, vista l'esigua quantità di testimonianze. La prima notizia riferibile con certezza al *Modello* risale, infatti, al 1620, anno in cui una delegazione della Compagnia di Santa Maria della Consolazione lo trasportò a Roma per avere consiglio circa la risoluzione di problemi di stabilità e d'infiltrazioni che interessavano la chiesa (Conti, 2004). La delegazione fu ricevuta dagli architetti della Fabbrica di San Pietro, tra i quali si ricorda Carlo Materno. Nel 1660 il *Modello* fu nuovamente portato a Roma a causa del perdurare degli inconvenienti nell'edificio in Todi. Questa volta fu l'architetto Borromini a ricevere la delegazione interessandosi alla questione (Zander, 1991). Da questo periodo in poi, non sono state reperite informazioni determinanti sulla storia conservativa del modello fino a quando nel 1978 venne effettuato e documentato un intervento di restauro (Martelli e Rughini, 1979).

Il *Modello*, di dimensioni 120 cm × 120 cm × 150 cm, è composto dall'assemblaggio di cinque parti distinte, unite tra loro da un sistema a incastro o appoggio che originariamente ne permetteva lo smontaggio e quindi il trasporto più agevole. Partendo dal basso si osserva il basamento di geometria ottagonale con lato di circa 50 cm, composto di due parti unite sul retro da due staffe metalliche (Figura 1b). Sul basamento è presente il vero disegno architettonico con la rappresentazione della chiesa a pianta centrale a croce greca.

Il disegno sul basamento è realizzato a matita e poi ripassato ad inchiostro nelle parti definitive; infine, è stato steso un colore azzurro con lo scopo di creare uno stacco cromatico dal colore del supporto, permettendo l'immediata e unitaria comprensione della tipologia costruttiva. Ai fianchi del presbiterio sono disegnate due porte che si ritrovano anche nell'attuale assetto della Chiesa. Sulla base è presente anche una scala metrica in palmi romani e alcune iscrizioni. Oltre agli incassi relativi ai 4 pilastri, contrassegnati con lettere incise in sequenza antioraria a partire dal pilastro a nord-est (A, B, C e D), è presente un foro rettangolare al centro che poteva servire da incastro per un'asta con la funzione di sorreggere il *Modello*.

Sul basamento poggia il corpo centrale composto dai quattro absidi, i rispettivi pilastri e i catini absidali. In questa parte del manufatto si trova una ricca varietà di elementi che riconduce agli interventi che il manufatto ha subito nel tempo: pigmentazioni anomale rispetto alla stesura originale bianca, che ripropone il colore della Chiesa in pietra; parti realizzate con specie legnose diverse rispetto a quelle originali e con modalità di lavorazione differenti, in particolare negli elementi in aggetto come le cornici delle finestre e le lesene; iscrizioni poco leggibili ad occhio nudo.

Al di sopra del corpo centrale si colloca il tamburo, su cui è poggiata la cupola centrale. Infine, si può osservare l'elemento più piccolo, la lanterna, ricavata da un unico blocco ligneo.

Lo stato di conservazione, caratterizzato da un degrado diffuso su tutta l'opera, da una disomogeneità estetica dovuta ai diversi materiali presenti e da un degrado biologico che interessava sia porzioni lignee originali che di ripristino, ha reso necessario un intervento, che il restauratore ha ritenuto fondamentale impostare su criteri scientifici, basati quindi non esclusivamente sulla propria esperienza personale, certamente notevole, ma anche sui risultati che emergevano dalle indagini diagnostiche eseguite prima e durante l'intervento stesso.

Materiali e metodi

Le analisi di laboratorio sono state condotte su un totale di 18 campioni, di cui 11 prelevati da parti lignee e 7 dalla superficie del *Modello*; i campioni lignei sono stati contrassegnati con numeri mentre quelli di pigmenti e frammenti policromi con lettere maiuscole. Per l'individuazione delle specie legnose il campionamento è stato condotto in modo tale da rendere il prelievo funzionale agli esami di laboratorio ma rispettoso dell'opera, intervenendo all'interno del modello o in zone non in vista e privilegiando fratture preesistenti e distacchi parziali. Trattandosi di un manufatto formato da più parti assemblate, è stato campionato il maggior numero degli elementi costitutivi. Nella fase di scelta dei punti si è evitato di intervenire su componenti che avessero analogie evidenti con quelli già campionati (osservazioni macroscopiche, svolte anche con l'ausilio di lente con ingrandimento 8×).

Tutti i prelievi sono stati numerati, mappati e fotografati per documentare

le modalità di esecuzione (UNI 11118, 2004). Per l'esame delle sezioni sottili ottenute nelle tre direzioni anatomiche dai frammenti lignei è stato utilizzato un microscopio Polyvar corredato da videocamera digitale PIXeLINK. Per l'identificazione del *taxon* si è fatto riferimento a chiavi dicotomiche riportate in bibliografia (Giordano, 1981; Nardi Berti, 1979; Schweigruber, 1982).

Per lo studio dei pigmenti e delle sezioni lucide dei campioni prelevati dalle superfici del *Modello* è stato utilizzato un microscopio polarizzatore (MP) Zeiss Axioskop con telecamera digitale Zeiss AxioCam; l'osservazione è stata condotta sia con lampada al tungsteno che a luce UV tramite lampada a vapori di mercurio. Le sezioni lucide, inoltre, sono state sottoposte a colorazioni istochimiche con *Amido Black* e *Oil Red*, per l'individuazione dei leganti organici (Ciofi-Luzzato et al., 1974; Gay, 1976; Johnson et al., 1971). La caratterizzazione dei pigmenti è stata effettuata sulla base del confronto con dati di letteratura (Eastaugh et al., 2004).

L'analisi DRIFT FTIR è stata condotta con uno spettrometro Nicolet Avatar 360 con detector DTGS operando in riflettanza diffusa; per la micro-FTIR è stato utilizzato un microscopio IR Centaurus con detector MCT. Gli spettri ottenuti, riportati come riflettanza percentuale in funzione del numero d'onda in cm^{-1} , sono stati letti e confrontati con banche dati di laboratorio e con dati presenti in bibliografia (Derrick et al., 1999).

La strumentazione usata per la spettroscopia micro-Raman è costituita da un sistema Labram (Dilor) equipaggiato di un laser He-Ne di lunghezza d'onda pari a 632,8 nm. La luce incidente sul campione è stata focalizzata da un microscopio 100× su un'area delle dimensioni di qualche micrometro.

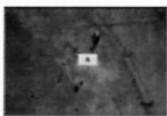
Anche per la lettura e l'interpretazione degli spettri Raman si è tenuto conto di archivi di laboratorio nonché di banche dati presenti in letteratura (Burgio et al., 2001).

Risultati e discussione

Analisi della policromia del Modello

Nella Tabella 1 si riportano le foto dei punti di prelievo con le sigle utilizzate per i campioni, la relativa descrizione, le analisi condotte e l'identificazione dei materiali.

Tabella 1 – Dati riassuntivi delle analisi della policromia del *Modello*.

PUNTI DI PRELIEVO	DESCRIZIONE	ANALISI EFFETTUATE	IDENTIFICAZIONE DEI MATERIALI
	microframmento prelevato sulla base del <i>Modello</i> in corrispondenza della decorazione azzurra	MP, FTIR e micro-FTIR	carbonato di calcio, indaco, ematite, sostanze proteiche, gesso in tracce, tracce di una resina acrilica
	frammento prelevato sulla cupola in corrispondenza di una stuccatura	FTIR	gesso, sostanze proteiche, tracce di carbonato di calcio, tracce di una resina acrilica
	microframmento prelevato sulla cupola in corrispondenza della fessurazione con stuccatura (vicino campione B)	MP, FTIR e micro-FTIR	blu oltremare artificiale, gesso, carbonato di calcio, sostanze proteiche, nero carbone, resina acrilica
	frammento con decorazione rossa prelevato nella parte interna del <i>Modello</i>	MP, micro-Raman	ematite e sostanze proteiche
	microframmento prelevato in corrispondenza di una cornice alla base del corpo centrale a destra del pilastro D	MP, colorazioni istochimiche, micro-Raman	carbonato di calcio, sostanze proteiche
	microframmento prelevato dalla facciata principale del <i>Modello</i> , con colorazione grigia	MP, FTIR, micro-FTIR, micro-Raman	carbonato di calcio, nero carbone, sostanze proteiche, tracce di una lacca rossa, residui di cera e di una resina acrilica
	microframmento con colorazione verde su una zona del corpo centrale del <i>Modello</i> adiacente la facciata principale	MP, FTIR, micro-FTIR, micro-Raman	blu di Prussia, giallo di cromo, carbonato di calcio, sostanze proteiche, resina acrilica

L'indaco, riscontrato nel campione A, è stato evidenziato dalle caratteristiche ottiche, in particolare: struttura amorfa, grani azzurri scuri non birifrangenti,

dispersione nel legante. Il carbonato di calcio, oltre che per le caratteristiche ottiche (cristalli micritici, birifrangenti con colori di interferenza), è stato identificato dalle bande caratteristiche dell'infrarosso (2961, 2871, 2512, 1793, 1424 e 875 cm^{-1}). Sono presenti anche alcuni cristalli di ematite (picchi IR a 550 e 480 cm^{-1}). L'analisi FTIR ha evidenziato altre sostanze in particolare: tracce di gesso (banda larga a 2100-2200 cm^{-1} , picchi a 1627, 1106, 673 e 596 cm^{-1}), sostanze organiche di tipo proteico (2926, 1656, 1546, 1461, 1320 cm^{-1}) e una resina acrilica (probabilmente il Paraloid B72 impiegato nel restauro del 1978), caratterizzata dallo stiramento del legame C=O del gruppo estereo a 1730 cm^{-1} . La resina acrilica è stata riscontrata in quasi tutti i campioni esaminati.

L'analisi della sezione lucida del campione A evidenzia che la pellicola pittorica è stesa direttamente sul legno senza alcuna preparazione (Figura 2).

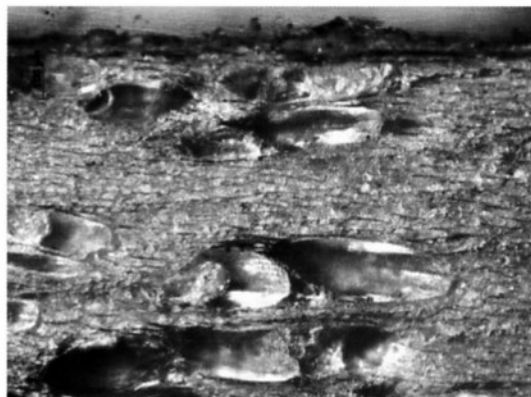


Figura 2 – Sezione lucida del campione A.

I campioni B e C sono costituiti prevalentemente da gesso (picchi IR a 3552, 3401, 2237, 2126, 1684, 1621, 1112, 671, 598 cm^{-1}) e sostanze proteiche (picchi IR a 2924, 1541, 1455 e 1379 cm^{-1}), materiali impiegati per la realizzazione della stuccatura in corrispondenza della grossa fessurazione che interessa proprio questa porzione del *Modello*. In questo punto la reintegrazione pittorica è stata eseguita con oltremare artificiale, identificato dall'osservazione con microscopio polarizzatore, mescolato con nero carbone, per ottenere l'effetto plumbeo della copertura della chiesa. L'oltremare artificiale presenta struttura cristallina ma non birifrangente, particelle di dimensioni molto piccole (pochi micron) e regolari. Il nero carbone mostra grani amorfi di forma irregolare, spesso a scaglie, di dimensione media pari a 30 μm .

Il campione D, prelevato in corrispondenza di un elemento ligneo che costituisce la struttura dell'arco absidale, presenta una stesura di pigmento rosso utilizzata come fondo per la realizzazione di finti mattoni. La presenza di questa stesura pittorica nella parte interna del manufatto risulta anomala in quanto è localizzata esclusivamente in questa zona. La stesura pittorica non ha carattere estetico ma fa presupporre che sia stata effettuata con un preciso scopo funzionale, cioè quello di indicare l'impostazione architettonica della Chiesa vera e propria, ma non è stato accertato il momento della messa in opera che può essere sia contemporanea alla realizzazione originale del modello ligneo o appartenente ad una rivisitazione cronologicamente successiva.

L'analisi FTIR ha permesso di riscontrare la presenza di materiale organico di tipo proteico (picchi principali nell'IR a 2927, 1656, 1546, 1461, 1327, 1233, 1062 cm^{-1}), di ematite (picchi IR a 530-550 e 473 cm^{-1}) e di tracce di carbonato di calcio (picchi IR misurati a 2957, 2859, 2513, 1797, 1424, 877 cm^{-1}). L'ematite è stata confermata dall'analisi micro-Raman, picchi a: 223(s), 290(s), 407(m), 609(m), 671(m) e 1313(m) cm^{-1} . Considerando i materiali riscontrati nella zona rossa si potrebbe ipotizzare trattarsi di una stesura originale, contestuale a quella della base e a quella bianca che interessa tutto il *Modello*.

L'analisi stratigrafica del campione E (Figura 3) mostra che il bianco della stesura del *Modello* è stato applicato sul legno senza alcuna preparazione, come evidenziato anche nel campione A, facendo dedurre che, in entrambi i casi, si tratta di stesure originali. Il colore bianco è ottenuto con carbonato di calcio, riconosciuto sia tramite analisi con MP che micro-Raman, picchi a 282 (vw) e 1087(vs) cm^{-1} .

La presenza di proteine invecchiate, nello strato pittorico, è stata messa in evidenza dalla colorazione istochimica delle sezioni lucide con *Amido Black*. La risposta negativa con *Oil Red*, invece, esclude la presenza di oli e grassi.

Una delle zone più interessanti e problematiche per l'intervento di restauro è risultata quella corrispondente alla facciata principale della chiesa interessata da una superficie grigia molto abrasa applicata su un elemento ligneo non originale. La sezione stratigrafica di un microframmento prelevato dalla zona grigia (campione F) ha messo in evidenza la presenza, oltre a un pigmento nero mescolato al carbonato di calcio, di tracce di una lacca rossa e di una sostanza trasparente con intensa fluorescenza gialla che è stata associata alla presenza di una cera, probabile residuo di precedenti interventi di pulitura.

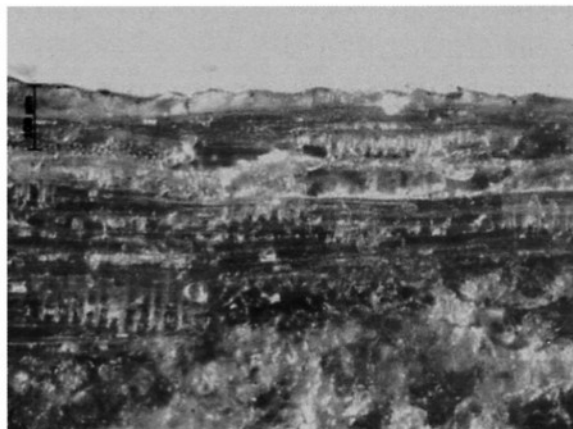


Figura 3 – Sezione lucida del campione E.

Il pigmento nero, dall'analisi micro-Raman, è risultato costituito da nero carbone riconoscibile per la presenza di due bande larghe a 1320 e 1560 cm^{-1} caratteristiche dei pigmenti neri a base di carbonio elementare. L'analisi FTIR ha messo in evidenza la presenza di carbonato di calcio, sostanze proteiche e di una resina acrilica. La presenza di materiali non compatibili con le parti considerate originali del *Modello*, ha portato alla scelta di rimuovere questa superficie abrasa e lasciare l'elemento ligneo, tra l'altro non originale, a vista rendendolo così uniforme con altre parti del *Modello* già sostituite in precedenti interventi.

Un altro punto interessante e problematico per il restauro è risultato quello corrispondente a zone di colore verde (campione G), irregolari e localizzate in una parte del *Modello* adiacente la facciata principale, di difficile collocazione storica. L'analisi micro-Raman ha permesso di determinare la composizione della stesura verde, costituita da carbonato di calcio, picchi a $282(\text{vw})$ e $1087(\text{vs})\text{ cm}^{-1}$; blu di Prussia, picchi a $282(\text{vw})$, $538(\text{vw})$, $2098(\text{w})$ e $2158(\text{vs})\text{ cm}^{-1}$; giallo di cromo, picchi a $336(\text{w})$, $367(\text{m})$, $384(\text{w})$ e $844(\text{vs})\text{ cm}^{-1}$, pigmenti che, a partire dal 1800 circa, venivano spesso utilizzati in miscela per ottenere il verde (Figura 4).

La presenza di questi pigmenti ha permesso di escludere l'ipotesi che potesse trattarsi di un intervento del 1660 volto a mettere in evidenza parti degradate del *Modello*. La difficile contestualizzazione storica di questo intervento e la sua natura molto frammentaria hanno portato alla scelta di rimuoverlo dalla superficie del *Modello*.

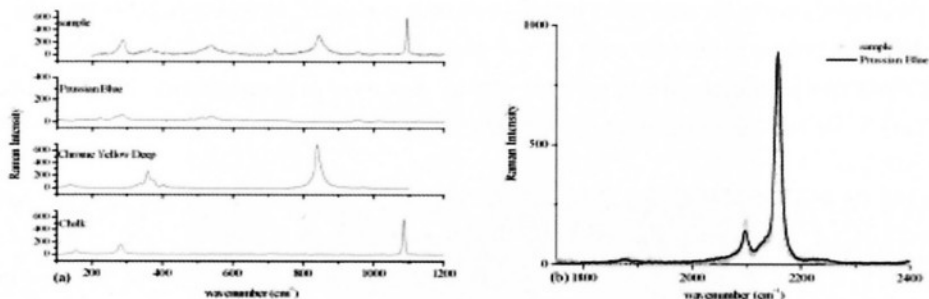


Figura 4 - Spettri Raman dei pigmenti del campione G.

Analisi delle specie legnose.

Nella Tabella 2 sono riportati i risultati delle indagini anatomiche sui campioni lignei. Tutti i campionamenti sono stati eseguiti l'8 febbraio 2007, tranne il n.11, realizzato il 24 aprile 2007.

Tabella 2 – Dati riassuntivi delle indagini anatomiche sui campioni lignei.

CODICE CAMPIONE	LOCALIZZAZIONE	ORIGINE	IDENTIFICAZIONE SPECIE LEGNOSA
1	Base, incasso denominato "B"	Originale	<i>Populus</i> sp.
2	Retro della base, tavola di reintegrazione	Aggiunta	<i>Populus</i> sp.
3	Retro della base, tavola di reintegrazione	Aggiunta	<i>Populus</i> sp.
4	Interno del corpo centrale, facciata principale	Originale	<i>Populus</i> sp.
5	Interno corpo centrale, punto di appoggio est	Originale	<i>Populus</i> sp.
6	Corpo centrale, punto d'appoggio pilastro "D"	Originale	<i>Populus</i> sp.
7	Arco absidale dipinto	Originale	<i>Populus</i> sp.
8	Arco absidale non dipinto	Originale	<i>Populus</i> sp.
9	Corpo centrale, retro della cornice "A"	Aggiunta	<i>Pinus</i> sp.
10	Corpo centrale, retro della cornice "C"	Aggiunta	<i>Populus</i> sp.
11	Interno della corona della cupola	Aggiunta	<i>Pinus</i> sp.

Il pioppo (*Populus* sp., Figura 5) è la specie con il legno della quale sono stati predisposti gli elementi originali del modello. Alcuni inserimenti, non documentati, effettuati in passato sul tavolato del basamento, che ne avevano modificato il funzionamento, sono stati realizzati con la medesima specie.

Gli interventi di restauro più recenti sul modello vero e proprio sembrano caratterizzati da impiego di legno del genere *Pinus* (Figura 6).

Alcuni elementi, prevalentemente in pioppo, presentavano un evidente attacco entomatico pregresso (Figura 7).

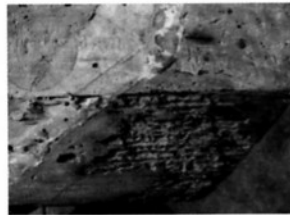
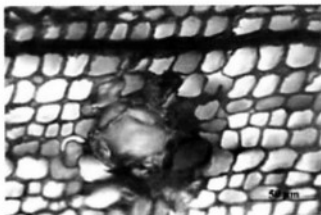
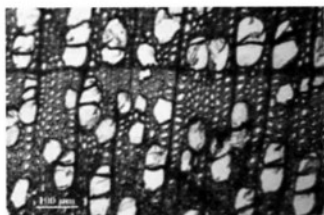


Figura 5 - Sezione trasversale del campione n.4 (*Populus* sp.).

Figura 6 - Sezione trasversale del campione n.9 (*Pinus* sp.).

Figura 7 - Particolare della base del *Modello* in cui si evidenzia l'attacco biologico.

Considerazioni conclusive

In conclusione, si vuole rilevare come in questo lavoro la scelta dei metodi analitici sia stata concordata sulla base delle varie fasi del restauro e, quindi, finalizzata alla risoluzione delle problematiche che emergevano durante lo smontaggio, la pulitura e la reintegrazione del *Modello*. L'indagine diagnostica, finalizzata alla conoscenza dei materiali che costituiscono il manufatto, è stata richiesta e guidata dal restauratore, in base alla necessità di ottenere informazioni sulle principali caratteristiche qualitative dei pigmenti e dei leganti utilizzati e sulle specie legnose impiegate. È stato così possibile effettuare e documentare l'intervento in maniera scientifica, evitando di ricorrere ad un approccio diagnostico dei materiali basato esclusivamente sull'esperienza, come spesso accade ancora oggi nel mondo del restauro, talvolta fonte di imprecisioni. Il risultato principale è stato quello di sviluppare un percorso analitico che arrivasse a determinare la natura dei pigmenti e delle specie legnose nelle zone del manufatto ritenute di particolare interesse e, per quanto possibile, ottenere informazioni sulla natura dei leganti, affrontando comunque tutte le problematiche essenziali ai fini del restauro, in funzione delle esigenze e dei tempi stabiliti dall'avanzamento dell'intervento che si è necessariamente svolto in tempi molto stretti.

Ringraziamenti e annotazioni

Gli autori desiderano ricordare il prof. Alberto De Santis scomparso il 2 agosto 2008, prima di aver visto la stesura definitiva di questo lavoro.

Un ringraziamento particolare va a Roberto Saccuman per averci coinvolto con attenzione e intelligenza nel lavoro di progettazione ed esecuzione del restauro del *Modello*, per quanto riguarda l'approccio diagnostico.

Si specifica che il lavoro è stato svolto con i fondi per la Ricerca Scientifica d'Ateneo di Claudia Pelosi e Angela Lo Monaco.

Il lavoro è stato svolto in parti uguali dagli autori.

Riferimenti bibliografici

- Burgio L., Clark R.J.H., 2001, *Library of FT-Raman spectra of pigments, minerals, pigment media and varnishes, and supplement to existing library of Raman spectra of pigments with visible excitation*, Spectrochimica Acta Part A, 57, 1471-1489.
- Ciofi-Luzzato A., Conti L., 1974, *Improved Histochemical Techniques for the Study of Binding Media in Old Paintings – A preliminary Approach*, Science Tool, The LKB Instrument Journal, 21 (2-3), 23-25.
- Conti L., 2004, *Santa Maria della Consolazione in Todi: gli interventi di restauro architettonico dal 1611 ad oggi*, Tesi di laurea inedita in Conservazione dei Beni Culturali a.a. 2003-2004, Viterbo, Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali, relatore Arch Stefano Gizzi, 194 pp.
- Derrick M.R., Stulik S., Landry J.M., 1999, *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 235 pp.
- Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R., 2004, *Pigment Compendium - Optical Microscopy of Historical Pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 416 pp.
- Gay M.C., 1976, *Application of the staining method to cross-sections in the study of the media of various italian paintings of the fourteenth and fifteenth centuries*, in "Conservation and restoration of pictorial art", Norman S. (ed.); Smith, Perry (ed.), Butterworths, London, 78-87.
- Giordano G., 1981, *Tecnologia del legno*, Torino, UTET, 1, 1256 pp.

- Johnson M., Packard E., 1971, *Methods Used for the Identification of Binding Media in Italian Paintings of the Fifteenth and Sixteenth Centuries*, Studies in Conservation, 16, 145-164.
- Martelli I., Rughini J. (a cura di), 1979, *Mostra di restauri: Todi, Sala del Consiglio*, 14-30 aprile 1979, Tipografia Tiberina, Todi, 60 pp.
- Nardi Berti R., 1979, *La struttura anatomica del legno e il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego*, Contributi scientifico-pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno, XXIV, Firenze, C.N.R. Istituto del legno, 155 pp.
- Piga C., 1996, *Storia dei modelli: dal tempio di Salomone alla realtà virtuale*, ISMES, Seriate, 228 pp.
- Schweigruber F.H., 1982, *Mikroskopische Holz-anatomie*, Teuren, EAFV Kommissionsverlag, 226 pp.
- UNI 11118, 2004, *Manufatti lignei, Criteri per l'identificazione delle specie legnose*, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, 3 pp.
- Zander M.O., 1991, *Il modello in legno*, in "Il tempio della Consolazione" a cura di A. Bruschi, E. Bentivoglio e M. Berardi, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, 134-141.
- Zänker J., 1971, *Die Wallfahrtskirche Santa Maria della Consolazione in Todi*, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 280 pp.