

# sintesi di tesi di laurea

Università degli Studi di Firenze - Facoltà di Architettura

**“LE STRUTTURE LIGNEE DEL PATRIMONIO FIORENTINO. RICOGNIZIONE E ANALISI CRITICA”**

Autrice della Tesi: Elisabetta FERRETTI

Relatore: Prof. Arch. Paolo BRANDINELLI - Correlatore: Prof. Ing. Arch. Gennaro TAMPONE

Data di laurea: 26 marzo 2008

*Uno dei compiti più importanti cui gli studiosi di storia delle strutture dovranno dedicarsi nel prossimo futuro è, a giudizio di chi scrive, la definizione del patrimonio di strutture portanti esistenti di legno (così pure per gli altri materiali), presenti in un territorio omogeneo per tradizione costruttiva quale fase intermedia essenziale per allargare la ricerca a territori sempre più ampi.*

*L'assolvimento di tale compito non può essere improvvisato; esso deve seguire i metodi consueti della storia dell'architettura, con preliminari contributi vari ed articolati da parte di specialisti di molteplici competenze e svolgersi con cadenze scandite dalla necessità delle riflessioni critiche.*

*Le prime fasi sono la individuazione delle emergenze più note del territorio indagato seguita dal loro sistematico studio. Ciò consente già di individuare alcuni dei tipi più frequentemente adottati nel contesto in esame e le soluzioni tecniche di maggior rilievo che ad esse si riferiscono; si imposta un inventario.*

*Nelle fasi successive sono individuate altre strutture che, alla luce delle analisi precedenti, sono ritenute notevoli e strutture che recano elementi di passaggio e di innovazione. Inoltre si precisano i termini cronologici di datazione delle strutture già studiate e si ampliano includendo i periodi relativi ai “restauri” subiti e alle trasformazioni: l'inventario assume in tal modo caratteri più estensivi e delineati, arricchendosi di riferimenti con molteplici riscontri.*

*A queste basilari attività segue l'analisi critica delle strutture studiate valutandone il grado di autenticità rispetto alla costruzione iniziale e alle trasformazioni apportate, comparandone peraltro i caratteri; essa permette la definizione di analogie e dissonanze peraltro stabilendo sequenze temporali. Sono inoltre incluse strutture di minore importanza cui fanno seguito quelle di uso corrente che segnano tuttavia la diffusione dei tipi, il perdurare nelle temperie costruttive, le esigenze architettoniche sia in termini costruttivi che formali e spaziali, gli orientamenti dell'attività edilizia, le necessarie volgarizzazioni dai tipi più complessi, la valenza tipologica di alcune strutture ritenute isolate, l'uso dei materiali con le lavorazioni ad essi pertinenti. L'inventario si amplia e inizia ad assumere la forma critica e ragionata del catalogo.*

*Questo, opera aperta per la revisione continua e l'allargamento a nuove elementi, permette la costruzione del repertorio dia- e sincronico dei caratteri costruttivi e delle configurazioni, con interessanti possibilità di specifiche di ricerche orientate all'uso dei differenti materiali in rapporto alla disponibilità ed alle attività commerciali connesse, alle variazioni delle tipologie anche in rapporto alla verifica del tempo in merito alla efficienza, all'evoluzione dei tipi di collegamento, ai consolidamenti ecc.*

*È il percorso seguito nello studio delle strutture portanti di legno di Firenze. Con dissertazioni di laurea finalizzate svolte da Studenti interessati ed intelligenti o per incarico professionale sono stati condotti studi – analisi storiografica e documentale, rilievo e relativa rappresentazione generalmente informatizzata, documentazione della situazione strutturale e delle lesioni, consolidamenti – su tetto e controsoffitto del Salone dei Cinquecento di Giorgio Vasari nonché sulle strutture pure lignee ottocentesche di sostegno del soffitto di Giuseppe Martelli e Domenico Giraldi (Pier Paolo Derinaldis), della Chiesa di San Barnaba (Jan Bigazzi, Daniela Vivarelli), del Salone delle Feste di Palazzo Serristori (Ingrid Feletti, Lida Ravaglia, Giulia Ricottini), della Chiesa di San Marco (Anna Carlomagno, Mario Ferrara), della Chiesa di San Firenze (Lara Faenzi), del Salone delle Feste di Villa Demidoff (Valerio Rao, Nadia Tavella), della Sala di Minerva nell'Accademia di Belle Arti (Gennaro Tampone e Luigi Campa), inoltre tetto della Sala di Scherma nella Fortezza da Basso (Tampone), delle Scuderie di Villa Demidoff (Carla Larenza), del Conventino in Piazza Tasso (Alessandra Chiavaroli, Raffaella Ranieri), tetto con struttura tridimensionale della Chiesa di Sant'Agata di Mugello; solaio tardo cinquecentesco del Palazzo Buontalenti sede del Genio Civile (Tampone), solaio rinascimentale di Palazzo Pazzi, solaio e soffitto della Sala di Carlo VIII nel Palazzo Medici Riccardi (Gennaro Tampone, Francesca Funis, Pietro Copani) ed altri. Questi studi si completavano con altri sulle carpenterie del tetto di San Petronio, Santa Caterina del Sinai, San Niccolò di Nicosia (Sicilia), Palazzo Altieri a Roma, San Gavino a Porto Torres, altri, per allargare l'area dei confronti. In questo intento sono stati realizzati modelli, non a fini di riproduzione ma di studio, delle strutture di legno indagate, organizzati in un corpo omogeneo di Raccolta (Tampone), custodita, promossa ed esposta frequentemente dalla Fondazione Giordano di Perugia, presentata nel Catalogo della Esposizione di Modelli e Rilievi di Strutture di Legno Antiche (Bollettino ingegneri n. 12 - 1999), la Raccolta che comprende le strutture architettoniche lignee inserite nella World List (Tampone, Semplici) inserita come Sezione finale della Terza Mostra Internazionale del Restauro Architettonico presentata a Ferrara nel 2007 e di recente a Roma, il cui Catalogo generale è edito a cura di Marco Dezzi Bardeschi per i tipi di Alinea di Firenze. Per la stessa ragione sono stati studiati, con tesi di laurea finalizzate, le tipologie dei solai lignei da Lucia Bottoni, le volte lignee settecentesche, realizzate con il sistema De l'Orme da Nadia Tavella e Valerio Rao, e l'architettura lignea in Italia e in Germania nel periodo dell'autarchia tra le due guerre con il relativo repertorio, pubblicati in due corposi articoli da Ilaria Gradi nei passati numeri del Bollettino.*

*Limitazioni notevoli allo studio si sono presentate a causa della inaccessibilità ai locali o più spesso alle*

*stesse strutture perché pericolanti o inavvicinabili senza l'ausilio di dispendiosi ponti (carpenterie del tetto delle chiese di Sant'Ambrogio, per esempio) o per altri motivi; per alcune di esse è necessario quindi attendere occasioni propizie.*

*Nel contempo analisi storiografiche compiute direttamente sui documenti originali, alcune datazioni dendrocronologiche fondamentali (quelle sistematiche, verificate con analisi documentale approfondita, condotte da Karin Uetz per la Badia Fiorentina, per esempio), determinazioni anatomiche delle specie adoperate in alcune carpenterie (Laura Edlmann Abbate, Nicola Macchioni, Massimo Mannucci), hanno consentito letture critiche più coerenti e sequenze più corrette.*

*L'acquisizione di un tale complesso di conoscenze ha comunque permesso di affrontare, con la tesi di laurea di Elisabetta Ferretti la cui sintesi è presentata in questo numero del Bollettino, una consistente raccolta di carpenterie del territorio fiorentino, una prima classificazione tipologica, stabilendo inoltre delle sequenze cronologiche, rendendo sistematiche e correlate le notizie più importanti disponibili per ciascun esemplare – data di costruzione, paternità,..., riparazioni, trasformazioni ecc. –, di impostare una prima analisi critica comparata ed esposta in ordine cronologico degli atteggiamenti tenuti dai tecnici per la loro conservazione, stabilire criteri per attuarne la conservazione reintegrativa.*

*Configurandosi in catalogo, i risultati della ricerca di Ferretti si pongono come fondamentale punto d'arrivo intermedio che prelude a ulteriori sviluppi per quanto concerne il numero degli elementi e l'estensione del territorio.*

**Prof. Gennaro TAMPONE**

## **INTRODUZIONE**

Il riconoscimento dell'importanza delle strutture portanti degli edifici antichi, testimonianza preziosa dell'ideazione e dell'inventiva umana e di profondi valori culturali, scientifici e tecnologici, ha fatto sì che da alcuni anni i principi della conservazione dei monumenti e le operazioni di restauro si siano estesi anche all'ossatura portante degli edifici, rendendo necessaria la salvaguardia della loro cultura e della loro autenticità. Le strutture di legno esistenti sono espressione, secondo Tampone, di teorie matematiche e geometriche, materializzazione di concezioni spaziali e formali che sono servite da modello ad altri sistemi costruttivi fondamentali realizzati con materiali diversi. La conservazione di tali strutture, quindi, non si limita al solo intervento di tipo tecnico, ma diventa un processo storico critico che, considerando le peculiarità di ogni esemplare e la sua appartenenza a determinati contesti culturali, cerca di applicare i criteri generali d'intervento al caso specifico.

## **OBBIETTIVI PERSEGUITI**

Obiettivo principale di questo studio è rilevare le caratteristiche essenziali delle strutture lignee appartenenti al patrimonio architettonico fiorentino, attraverso lo studio di alcuni esempi notevoli e maggiormente rappresentativi, e di verificare quali siano le loro condizioni attuali. Ulteriore fondamentale intento è quello di tentare un'analisi critica dei principali interventi documentati effettuati sulle stesse e di valutare i criteri d'intervento adottati su tali sistemi costruttivi, dal passato fino ad oggi, tracciando una sorta di linea evolutiva della cultura della conservazione applicata al caso specifico.

## **METODOLOGIA IMPIEGATA**

Gli obiettivi sono stati perseguiti mediante una scelta preliminare delle strutture quali campioni di studio, selezionate tra i prototipi più significativi e rilevanti, per importanza storica, architettonica e tecnologica, all'interno del patrimonio fiorentino; mediante l'analisi diretta dei sistemi costruttivi considerati; mediante un'indagine storiografica e d'ar-

chivio riguardante tali strutture, che non poteva prescindere da una valutazione storico critica globale dell'edificio e del contesto architettonico di cui i sistemi lignei fanno parte; mediante l'approfondimento, sui trattati di architettura e sulla manualistica, dell'insieme di conoscenze teoriche e pratiche sul legno come materiale da costruzione; infine, mediante l'ascrizione delle singole strutture studiate a specifiche tipologie costruttive, grazie alla quale è stato possibile impostare un'indagine comparativa tra i diversi sistemi costruttivi e analizzarne caratteristiche e differenze tipologiche e strutturali.

In particolare, l'indagine è stata sviluppata da un'analisi generale delle strutture lignee suddivisa per tipologie costruttive all'interno della trattatistica e della manualistica di architettura, dalla quale si è proceduto, con l'ausilio delle informazioni raccolte sulle strutture lignee del patrimonio fiorentino e l'elaborazione di schede monografiche sulle stesse, ad un'indagine particolareggiata e comparativa dei sistemi censiti suddivisa per tipologie costruttive. Nelle schede monografiche l'analisi descrittiva si è focalizzata su alcuni aspetti fondamentali delle strutture di carattere generale e particolare, cercando di fornire un quadro quanto più possibile completo ed esaustivo sulle peculiarità di ognuna e sullo stato di conservazione delle stesse. Infine, è stata effettuata l'analisi critica dei principali interventi sulle strutture considerate, basandosi sui criteri coevi agli interventi e su quelli attuali di conservazione stabiliti dalle Carte del restauro, soprattutto dalla Carta dell'ICOMOS del 1999<sup>1</sup> relativa alla strutture di legno antiche, mettendoli in relazione con interventi notevoli di restauro e consolidamento e con l'enunciazione di norme e principi generali di conservazione; in tal modo si è tentato di mettere in evidenza i criteri d'intervento adottati nelle diverse epoche in territorio fiorentino e di valutare la correttezza, gli errori e le contraddizioni degli stessi.

## **RISULTATI DELL'INDAGINE**

Dallo studio delle strutture lignee presenti nel panorama architettonico fiorentino è emerso come, sin dai tempi più remoti, la cultura edificatoria locale abbia saputo sviluppare tecniche evolute nella

<sup>1</sup> Cfr. ICOMOS, 1999, *Principles for the Preservation of Historic Timber Structures*, in "International Charters for Conservation and Restoration", ICOMOS ed., Paris 2004, pagg. 156-161.

realizzazione delle stesse. È emerso, inoltre, come tale patrimonio sia considerevole ed estremamente vario, per caratteristiche tipologiche e strutturali, e come, anche all'interno di consolidate tradizioni costruttive, questo tenda ad assumere specifiche caratteristiche autoctone. La grande peculiarità dei sistemi strutturali fiorentini è frutto dell'ideazione e della creatività di progettisti ed esecutori che hanno avuto un ruolo determinante nella loro realizzazione, raggiungendo spesso livelli straordinari. Il confronto tra le strutture lignee fiorentine e l'ampia gamma di tipologie strutturali illustrate e descritte dai trattatisti nelle loro opere, inoltre, ha dimostrato come questa si discosti notevolmente dalla realtà in cui i modelli realizzati e le connessioni impiegate si riducono a pochi tipi, pur essendo ogni volta reimpiegati e adattati in maniera diversa. Tale immenso patrimonio di strutture lignee, tuttavia, risulta ancora oggi poco conosciuto e studiato, e meriterebbe di essere ulteriormente analizzato e valorizzato. Con il presente studio si è cercato di dare un contributo a questo approfondimento e di compiere un primo passo verso tale obiettivo.

## ANALISI DELLE STRUTTURE STUDIATE

### a) Coperture

Si tratta in prevalenza di orditure a capriate, la tessitura strutturale che meglio di ogni altra si è dimostrata funzionale e al tempo stesso capace di offrire un sicuro controventamento orizzontale al sistema edilizio. La casistica di coperture a capriate presa in esame abbraccia un lasso di tempo che va dalla metà del XIII secolo all'inizio del XX secolo.

Dallo studio di questi telai di copertura risulta evidente, tranne per rare eccezioni, la preferenza ad utilizzare una tipologia semplice, con ridotta pendenza di falda, tipica delle regioni mediterranee. Per quanto riguarda l'armatura principale della struttura è possibile riscontrare l'impiego preponderante della tipologia di capriata "all'italiana", nelle sue due varianti: quella a catena caricata o "a nodo chiuso", con monaco appoggiato sulla catena, e quella a triangolo indeformabile o "a nodo aperto", in cui il monaco è sollevato dalla catena e la struttura è assimilabile ad un arco a tre cerniere. Sull'armatura principale di copertura poggia quella secondaria che, per tutte le strutture considerate, è caratterizzata da membrature lignee disposte secondo lo schema "alla lombarda", seguendo la definizione di Giordano<sup>2</sup>.

La specie legnosa maggiormente utilizzata è l'abete bianco (*Abies alba*), apprezzato sin dall'antichità per le sue caratteristiche di resistenza e leggerezza, oltre che per le sue grandi dimensioni e per la facile lavorabilità; la scelta di specie legnose diverse all'interno della stessa carpenteria, talvolta, risulta intenzionale e motivata dal differente impegno statico del singolo elemento. L'uso prevalente del legno di abete nelle strutture di copertura fiorentine è giustificato dall'abbondanza di tale specie legnosa nelle foreste limitrofe. Il legname da costruzione, generalmente, proveniva dalle foreste di Vallombrosa e di Camaldoli che per secoli fornirono Firenze. A partire dal XV secolo, l'Opera di Santa Maria del Fiore, che possedeva, per averle avute in dono dal comune,

le foreste del Casentino, ebbe una sorta di monopolio del legname da costruzione commerciato nel capoluogo e nel resto della regione<sup>3</sup>.

Nelle coperture fiorentine a cavallo tra il XIII e l'inizio del XV secolo, in particolare negli edifici religiosi con orditura a vista, tale configurazione assume caratteristiche peculiari: alle membrature principali dell'orditura secondaria (trave di colmo, arcarecci, travicelli) si aggiunge un sistema complesso di elementi, fatto di bussole, regoli, listelli e tavole, che trasforma la copertura in una sorta di cassettonato inclinato. La configurazione di copertura "a cassettoni", oltre ad avere funzione decorativa, presenta particolari caratteristiche dal punto di vista statico: i listelli e le tavole che si inseriscono nei punti di scarico tra le singole orditure, livellando le eventuali irregolarità dei bordi delle travi principali, assicurano una distribuzione più omogenea delle forze. Tra le strutture analizzate appartiene al filone tipicamente fiorentino dei "cassettonati inclinati" la copertura del braccio destro della Badia Fiorentina (1284-1310) in cui sono ancora conservate quattro delle capriate trecentesche e gran parte dell'orditura secondaria appartenenti alla navata principale dell'edificio arnolfiano (1284-1310). La chiesa di epoca gotica aveva una pianta a croce latina ed un orientamento est-ovest diverso da quello attuale; a partire dal 1628, in seguito alle trasformazioni dell'edificio progettate da Matteo di Marco Segaloni, la pianta venne cambiata con una a croce greca con bracci e testate perfettamente ortogonali tra loro e questo spazio fu coperto da un controsoffitto a cassettoni appeso alle antiche capriate e alla struttura lignea del nuovo padiglione di copertura. Negli ultimi anni l'indagine sistematica condotta dall'archeologa Karin Uetz sulla carpenteria gotica della Badia Fiorentina ha messo in evidenza nuove ipotesi sulle fasi di allestimento della struttura lignea studiata, conferendo alla stessa il ruolo di predecessore nell'adozione di molte soluzioni successivamente impiegate e perfezionate nelle carpenterie di altre chiese trecentesche fiorentine<sup>4</sup> (fig.1).

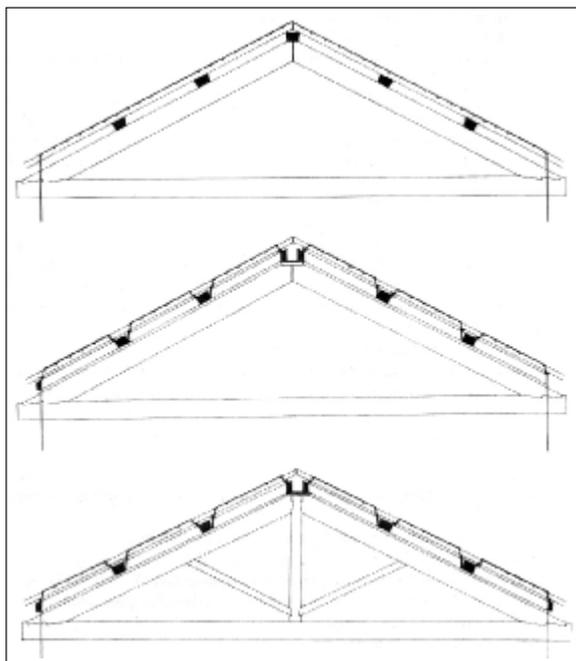


Fig. 1 - La genesi della carpenteria trecentesca della Badia Fiorentina secondo la ricostruzione di K. Uetz.

<sup>2</sup> In questa tipologia di copertura, largamente diffusa in tutta Italia, le capriate sono collegate longitudinalmente rispetto all'asse dell'edificio, da travi di colmo posate sulla sommità libera del monaco e da travi laterali parallele a quelle di colmo, denominate terzere o arcarecci o correnti, poggiate direttamente sui puntoni; su questa orditura di travi sono disposti, nel verso della falda, i travetti o correntini sui quali, infine, sono collocati, parallelamente alle terzere, i listelli. Nel caso specifico delle coperture fiorentine, talvolta, al posto dei listelli vi è uno scempiato di pianelle in cotto il più delle volte sostituito in epoche recenti, oppure un tavolato che offre ottime possibilità di irrigidimento alla struttura nel senso longitudinale, cioè trasversale rispetto alle capriate. Cfr. Tampone G., 1996, *Il restauro delle strutture di legno*, Hoepli ed., Milano, pagg. 92-99.

<sup>3</sup> Cfr. Lamberini D., 1989, *Il legname da costruzione nei cantieri civili e militari dei primi granduchi medicei*, in "Restauro del legno", Atti del II Congresso nazionale, Firenze novembre 1989, a cura di G. Tampone, vol. II, Nardini ed., Firenze, pagg. 33-43; cfr. Gabrielli A., Settesoldi E., 1977, *La storia della foresta Casentinese nelle carte dell'Archivio dell'Opera del Duomo di Firenze dal secolo XIV al XIX*, Coliana Verde 43/1977, Tipografia Edigraf, Roma, pag. 116.

<sup>4</sup> Cfr. Facchinetti F., Uetz K., 2005, *Chiavi di analisi e lettura di una struttura lignea. L'esempio della Badia Fiorentina*, in *Proceeding of the International Conference "The Conservation of Historic Wooden Structures"*, Firenze 22-27 Febbraio 2005, Il vol., G. Tampone ed., Firenze, pagg. 335-346.



Fig. 2 - Carpenteria lignea della chiesa di San Barnaba.

La carpenteria della chiesa di San Barnaba, eretta nella prima metà del Trecento, ad esempio, nel processo di progressivo aumento della complessità della struttura e nella presenza di elementi aggiuntivi, dimostra la specializzazione di tale tecnica costruttiva (fig.2).

In epoche successive, nel panorama delle strutture fiorentine, al tipo di capriata "all'italiana" si aggiunge l'uso di altre tipologie costruttive ma con carattere isolato e sporadico. Nella chiesa di San Giovanni degli Scolopi il sistema di copertura, progettato e realizzato tra il 1655 e il 1666 da Alfonso Parigi il Giovane, allora architetto del Granduca Ferdinando II, è caratterizzato dalla presenza di originali cavalletti a forbice. Tale sistema costruttivo fu studiato dall'architetto per ridurre al massimo l'ingombro verticale della struttura e consentire di realizzare, al di sotto di essa, la volta in canniciato che permane tuttora in opera. La tipologia costruttiva ivi adottata, unica nel territorio fiorentino, potrebbe avere origine dai sistemi strutturali triangolari adottati olttralpe e risulta singolare non solo per morfologia ma anche per il tipo di connessioni impiegate (fig.3).



Fig. 3 - Le capriate a forbice della copertura di San Giovanni degli Scolopi.

Nel Salone dei Cinquecento a Palazzo Vecchio, accanto alle capriate all'italiana realizzate dal Vasari tra il 1563 ed il 1565 per sostenere il fastoso controsoffitto ligneo e il manto di copertura, nell'Ottocento furono aggiunte, durante due diversi interventi di consolidamento, due tipologie di capriate dal disegno inconsueto, poste a quota inferiore rispetto all'antica carpenteria, alle quali fu agganciato il pesante controsoffitto. Le prime due capriate del lato meridionale del controsoffitto del Salone, progettate e messe in opera nel 1846 da Giuseppe Martelli, si distinguono dalle altre per dimensione e morfologia: alla tipologia classica di capriata, con catena, puntoni, monaco e saette, si aggiungono dei cavalieri (due per ogni falda). Le restanti incavallature, ideate e realizzate dall'architetto Domenico Girdali tra il 1854 ed il 1856, presentano una configurazione particolare, molto ribassata, costituita da catena, falsa catena, doppi puntoni, tre monaci e due cavalieri<sup>5</sup> (fig.4); le capriate del Girdali sono da considerare delle originali strutture di tipo reticolare, disegnate in tal modo per essere più rigide, e sono assimilabili a delle "palladiane" di tipo composito; in tal senso possono essere paragonate a numerose strutture riportate nella trattatistica italiana, da Serlio<sup>6</sup> e da Palladio<sup>7</sup>, e nella trattatistica francese, da Rondelet<sup>8</sup>.

Nella copertura della chiesa di San Marco si trova



Fig. 4 - Particolare di una delle capriate ottocentesche che sostengono il controsoffitto del Salone dei cinquecento progettate da Domenico Girdali.

un importante esempio di capriata "all'americana", inserita a sostegno del manto di copertura durante un intervento di consolidamento del 1935. La capriata è composta da sedici aste rigidamente collegate tra loro che concorrono a formare una struttura dalla geometria regolare paragonabile ad un sistema reticolare (fig.5).



Fig. 5 - Capriata all'americana aggiunta nella copertura della chiesa di San Marco durante l'intervento di consolidamento del 1935.

Le membrature, ben proporzionate tra loro, sono composte da tre tavole lavorate con sega industriale. La capriata all'americana, inoltre, rappresenta uno dei pochi esempi rimasti di strutture portanti denominate di "tavole commerciali", concepite assemblando segati di costo non elevato e realizzate in Italia nel periodo dall'Autarchia, quando le grandi Potenze posero in atto una sorta di embargo nei confronti del nostro Paese, vietando l'importazione di alcuni materiali<sup>9</sup>.

Esempi di capriate di tipo Polonceau, in versione successiva a quella originale, sono presenti nelle serre dell'Orto Botanico di Firenze, probabilmente risalenti all'inizio della seconda metà dell'Ottocento (fig.6).

È dall'inizio dell'Ottocento, infatti, periodo in cui aumenta la disponibilità di materiali ferrosi per l'edi-



Fig. 6 - Capriate di tipo Polonceau in una delle serre dell'Orto Botanico di Firenze.

<sup>5</sup> I cavalieri formati da doppie assi verticali tenute insieme da pioli e collegate alle travi dovrebbero servire a mantenere l'allineamento delle travi della struttura impedendone il movimento. Cfr. Tampone G., Derinaldis P. P., 2005, *Nuove ricerche su dissesti e consolidamenti della copertura e del soffitto del Salone dei 500 a Palazzo Vecchio (Rapporto preliminare)*, in Proceeding of the International Conference "The Conservation of Historic Wooden Structures", op. cit., I vol., pagg. 353-374.

<sup>6</sup> Cfr. Serlio S., 1584, *I sette libri dell'architettura*, VII, cap. 73, pagg. 196-197, a cura di R. Fregna e G. Nanetti, (ristampa) 1978, Arnaldo Forni Editore, Bologna.

<sup>7</sup> Cfr. Palladio A., 1570, *I quattro libri dell'architettura*, II, X, pagg. 137-138, a cura di L. Magagnato e P. Marini, (ristampa) 1980, Edizioni Il Polifilo, Milano.

<sup>8</sup> Cfr. Rondelet J., 1802, *Traité theorique et pratique de l'art de bâtir*, Paris (*Trattato teorico pratico dell'arte di edificare*, vol. III: Costruzioni in legname, tav. CV, a cura di M. Felici, (ristampa) 1981, Edizioni Librerie Dedalo, Roma).

<sup>9</sup> Cfr. Tampone G., 2002, *Strutture e costruzioni autarchiche di legno in Italia e Colonie. Caratteri e criteri di conservazione*, in "Bollettino ingegneri", n. 11, 2002, Firenze, pagg. 3-10.

lizia, che si sperimentano strutture miste di legno e ferro, forgiato o puddellato, di legno con ghisa e di legno con acciaio; l'esito più noto di queste ricerche è l'invenzione da parte di C. Polonceau dell'omonima incavallatura (1839) con puntoni di legno, tiranti di ferro, saettoni di ghisa, con una geometria particolarmente adatta alla razionale utilizzazione delle qualità dei diversi materiali<sup>10</sup>.

La copertura della chiesa di Sant'Agata a Scarperia (XIII secolo) si distingue dalle strutture lignee finora citate, per la presenza di un telaio di copertura di tipo spaziale, raramente usato in Italia; in questo edificio il tetto a due falde è sorretto nella navata centrale da un complesso sistema di capriate disposte trasversalmente e longitudinalmente all'aula, nelle navate laterali da capriate zoppe (fig.7).



Fig. 7 - Copertura tridimensionale della chiesa di Sant'Agata a Scarperia.

## b) Solai

Ciò che accomuna le tipologie di solaio prese in considerazione è una configurazione bidirezionale della struttura, formata da un sistema di travi principali e di travi o di elementi secondari, ortogonali ad esse. Da questo punto di vista lo schema strutturale dei solai fiorentini si discosta notevolmente dal tipo di solaio monodirezionale impiegato nell'Italia Settentrionale, in particolare nel Veneto, ed ampiamente descritto da Palladio, Scamozzi e Milizia, e risulta più simile a quello presente in area romana. Il solaio più antico tra quelli studiati costituisce, superiormente, il sostegno del piano di calpestio della Sala delle Udienze e della Sala dei Gigli di Palazzo Vecchio, inferiormente, il soffitto della Sala dei Duecento. La realizzazione del solaio che copre il Salone dei Duecento risale alla costruzione del nucleo originario del Palazzo, attribuita ad Arnolfo di Cambio e avvenuta tra il 1299 e il 1330. La struttura è formata da nove travi principali parallele collegate fra loro da un'orditura secondaria costituita da quattro serie di traverse a croce di Sant'Andrea che, disposte trasversalmente alle travi e impostate su guance lignee fissate ai lati delle stesse, forzano sulle superfici laterali degli elementi principali; questa struttura trasversale forma una sorta di sistema reticolare e rappresenta un valido dispositivo di controventamento. Sull'armatura principale, infine, è disposto un tavolato ligneo che ha l'importante funzione di distribuire i carichi sulle membrature sottostanti e di collegare l'intera struttura di orizzontamento con evidenti risultati di rigidezza e stabilità<sup>11</sup> (fig.8).

Nei solai analizzati, quando la distanza degli appoggi non permetteva l'uso di un'unica trave o

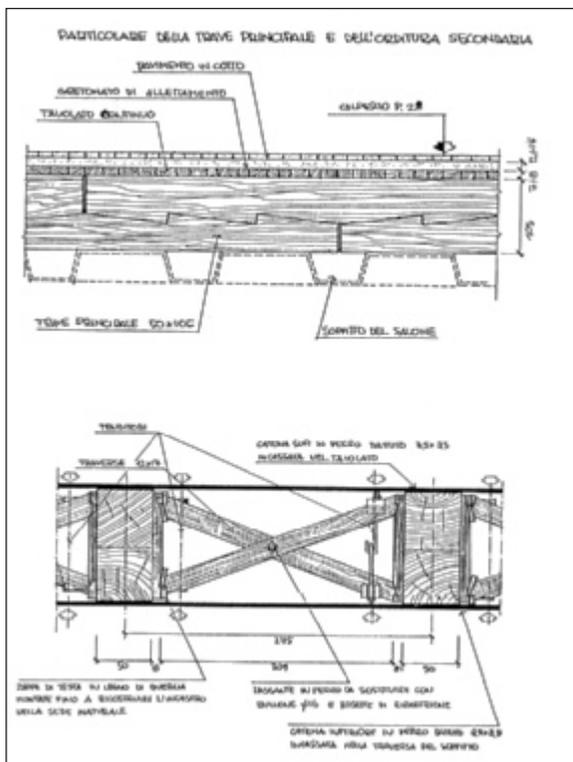


Fig. 8 - Sezione tipo parallela e trasversale delle travi principali del solaio del Salone dei Duecento a Palazzo Vecchio.

quando mancava la disponibilità di legname di dimensioni sufficienti, si utilizzavano travi composte da più elementi uniti da particolari sistemi di giunzione. Le travi principali del solaio del Salone dei Duecento, ad esempio, sono composte da cinque elementi sovrapposti resi solidali da ammortature reciproche a dente di sega. Un'altra tipologia di solaio da menzionare è quella "a regolo per convento" che, largamente usata in area romana e ampiamente descritta dal Valadier<sup>12</sup>, caratterizza la struttura di orizzontamento situata al primo piano della sede del Genio Civile di Firenze. Il solaio, la cui realizzazione risalirebbe alla fine del XVI secolo, è formato da travi principali collegate tra loro da travetti, sopra i quali è disposto l'assito, formato da un tavolato ligneo di più elementi. Gli spazi vuoti fra travi principali e secondarie sono riempiti da bussole e tavole mentre l'intradosso del tavolato è rifinito con regoli copri-giunto, posti in corrispondenza dei punti di unione delle tavole per impedire la caduta di materiale, che, insieme ai travetti, scandiscono una trama a riquadri (fig.9).

## c) Soffitti e controsoffitti

L'uso assai diffuso, sia nell'antichità classica che in quella tarda, della controsoffittatura per mascherare la grossa orditura del tetto, abbandonato du-



Fig. 9 - Solaio "a regolo per convento" nella sede del Genio Civile di Firenze.

<sup>10</sup> Nelle strutture miste legno-ferro il legno veniva sollecitato prevalentemente a compressione ed il ferro a trazione. Cfr. Tampone G., 1996, *Il restauro delle strutture di legno*, op. cit., pagg. 85-92.

<sup>11</sup> Cfr. Marradi A. M., Paolini L., Toti D., 1989, *La copertura del salone dei Duecento in Palazzo Vecchio: il restauro funzionale della struttura*, in "Legno e Restauro. Ricerche e restauri su architetture e manufatti lignei" a cura di G. Tampone, Messaggerie Toscane ed., Firenze.

<sup>12</sup> Cfr. Valadier G., 1831, *L'Architettura pratica*, tomo II, sez. VI, art. XXXI, pag. 56, (ristampa) 1992, Anastatica Sapere ed., Roma.

rante il Medioevo, venne successivamente ripreso, prestandosi a coprire e a dare valore artistico a diversi ambienti e rivestendo un'importante funzione coibente. Anche a Firenze, soprattutto nel periodo Barocco molte carpenterie originariamente a vista dall'intradosso furono nascoste da tali strutture che, il più delle volte, si ancoravano ad esse. Gli accorgimenti adottati per rendere tali strutture funzionali e gradevoli sono stati diversi: alle membrature principali, infatti, veniva aggiunto un sistema complesso di elementi che, suddividendo la struttura di orizzontamento in riquadri e riprendendo, in versione semplificata, il motivo a lacunari classici, fa sì che soffitti e controsoffitti vengano denominati a cassettoni. Le specie legnose maggiormente presenti nei soffitti e nei controsoffitti fiorentini presi in considerazione, sono l'abete bianco (*Abies alba*) ed il pioppo (*Populus alba*), con una netta distinzione nel loro impiego: con legno di abete, solitamente, si costruivano gli elementi portanti delle strutture, con legno di pioppo, invece, si realizzano tavole ed intagli. Tra le strutture considerate numerose sono quelle che rispecchiano tale tipologia costruttiva. Il controsoffitto a cassettoni del Salone dei Cinquecento a Palazzo Vecchio (1563-1565), ad esempio, è composto da 42 lacunari, profondamente incavati, di forma quadrata e rettangolare; quelle che dall'interno della sala sembrano delle travi incrociate vere e che conferiscono alla struttura l'aspetto di un cassettonato, in realtà sono finte, essendo formate da un insieme di tavole collegate tra loro. Questa configurazione, riscontrabile in altre strutture fiorentine, come nel soffitto di San Barnaba ed in quello della Sala di Carlo VIII in Palazzo Medici Riccardi, ha il vantaggio di rendere la struttura più leggera e la disposizione dei lacunari più flessibile. Gli elementi portanti della struttura vasariana sono le soprastanti tredici capriate ottocentesche che, inserite tra i cavalletti cinquecenteschi del tetto, sono disposte a quote variabili per adattarsi all'andamento del controsoffitto<sup>13</sup> (fig.10).

#### d) Volte

Tra le strutture prese in considerazione la tipologia di volta lignea maggiormente utilizzata è quella "alla De L'Orme" realizzata con stuoie di canne stagionate ed intrecciate sostenute da centine formate da tavole tagliate ad arco, accostate e disposte su piani verticali con giunti sfalsati, serrate con chiodi e collegate tra loro da travetti trasversali passanti. Questo particolare sistema di controsoffittatura che, a partire dal periodo Barocco, ebbe larga diffusione nel panorama architettonico fiorentino, per la sua grande leggerezza e per l'estrema facilità con cui

poteva essere modellato, si prestava ad assumere forme molto complesse e a ricevere decorazioni di vario tipo. La struttura lignea realizzata per la volta della Sala da ballo di Palazzo Serristori rappresenta un episodio estremamente originale e innovativo nel panorama architettonico fiorentino; i documenti dell'epoca attribuiscono all'architetto Tito Bellini, assistito dall'ingegnere Giuseppe Lenci, la paternità della complessa struttura lignea della volta, testimonianza di una grande conoscenza tecnica di carpenteria lignea, e al falegname Demetrio Lumachi l'esecuzione dei lavori che risalirebbe al 1896-1897<sup>14</sup>. La struttura a padiglione, completamente svincolata dall'armatura del tetto, è sorretta da un sistema complesso di travi reticolari, disposte in direzione nord-sud, formate da quattro elementi, collegati insieme da traverse disposte a croce di Sant'Andrea; alle due travi principali sono appese cinque travi poste a sostegno della parte centrale della volta e contemporaneamente unite, negli estremi, alle centine laterali e a quelle angolari; le centine sono collegate tra loro da travetti posti all'intradosso delle stesse ai quali è applicato lo stuoio, intonacato sia all'intradosso che all'estradosso: la stuoia viene, così, a costituire un corpo unitario capace di adattarsi agli spostamenti del legno (fig.11).

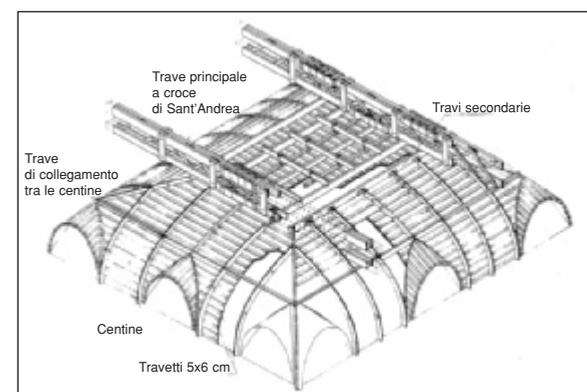


Fig. 11 - Assonometria dell'armatura lignea della volta della Sala da ballo di Palazzo Serristori.

### ANALISI CRITICA DEI PRINCIPALI INTERVENTI DOCUMENTATI

L'esame dei principali interventi che hanno interessato le strutture lignee fiorentine sin dai tempi più remoti ha messo in luce degli approcci molto diversi da parte degli operatori nei confronti delle stesse. Fino all'Ottocento gli organismi portanti degli edifici sono stati oggetto di pesanti trasformazioni e sostituzioni, spesso seguite dalla sovrapposizione di elementi mal dimensionati, che hanno compromesso l'equilibrio e l'aspetto originale delle strutture. Il carattere drastico dei provvedimenti adottati in questo lasso di tempo sui sistemi strutturali lignei rispecchia appieno i mutvoli e contraddittori rapporti con l'opera del passato e con il passato stesso che caratterizzarono la cultura di quel periodo. Per tutto l'Ottocento fino all'inizio del Novecento, nonostante alcuni sporadici provvedimenti presi sulle strutture analizzate denotino un approccio diverso, più consapevole e rispettoso del preesistente, sostituzioni e ricostruzioni di intere unità strutturali lignee o di

<sup>13</sup> Cfr. Tampone G., Derinaldis P. P., 2005, *Nuove ricerche su dissesti e consolidamenti della copertura e del soffitto del Salone dei 500 a Palazzo Vecchio (Rapporto preliminare)*, in *Proceeding of the International Conference "The Conservation of Historic Wooden Structures"*, op. cit., I vol., pagg. 353-374.

<sup>14</sup> Cfr. Facchinetti F., Carrara F., 1989, *Volta a padiglione del salone da ballo di palazzo Serristori: un'ardita e inusuale struttura lignea*, in *"Restauro del Legno"*, Atti del II Congresso nazionale, Firenze novembre 1989, a cura di G. Tampone, vol.II, Nardini ed., Firenze, pagg. 85-97.

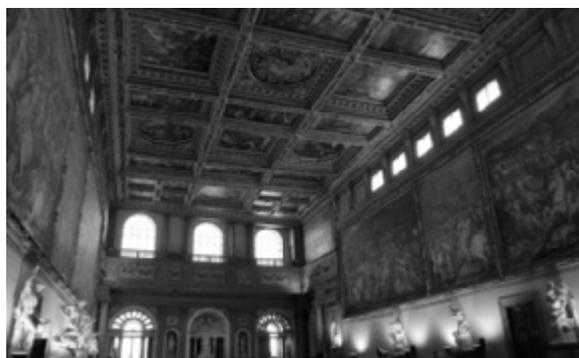


Fig. 10 - Controsoffitto vasariano del Salone dei Cinquecento a Palazzo Vecchio.

membrature delle stesse sono ancora predominanti e considerate operazioni di ordinaria manutenzione. Successivamente, in alcuni interventi fiorentini della metà del Novecento, il fatto che i principi di tutela e di conservazione, ormai giunti a maturazione e disciplinati, non siano stati applicati alle strutture lignee dell'organismo architettonico, conferma il ruolo marginale che i sistemi strutturali allora avevano e come ad essi non fosse ancora riconosciuto il valore di monumento.

Negli anni Ottanta del Novecento l'interesse crescente per le strutture di legno e il riconoscimento del loro valore storico e culturale sono testimoniati da due fondamentali documenti<sup>15</sup> frutto dei due Congressi nazionali tenutisi a Firenze rispettivamente nel 1983 e nel 1989 e aventi per oggetto il restauro del legno; per la prima volta i temi della conservazione vengono indirizzati al campo specifico delle strutture di legno, riconoscendone il carattere autonomo e mostrando l'esigenza di approfondire gli studi, le metodologie di analisi e d'intervento legati a questo materiale, al fine di conservare tutti i manufatti di interesse storico e artistico compresi i sistemi portanti. La casistica di interventi operati in quegli anni sulle strutture di legno mostra una profonda evoluzione nell'approccio degli operatori e una conoscenza più scientifica dell'argomento. Tali provvedimenti, nelle operazioni preliminari di diagnosi del manufatto e di studio delle cause di deterioramento, nell'intento di preservare le istanze storiche e l'integrità fisica delle strutture oltre che la loro funzione portante, nel concepire l'intervento di restauro come un fatto eccezionale, nell'uso del legno per le sostituzioni necessarie, nella differenziazione delle parti aggiunte, nella reversibilità delle operazioni e nella prudenza nell'impiego di materiali contemporanei, anticipano i principi e i consigli pratici sanciti dalla Carta approvata nel 1999 dall'Assemblea Generale dell'ICOMOS<sup>16</sup>.

Attualmente, gli interventi sulle strutture lignee fiorentine hanno messo in evidenza come, accanto a tendenze che portano alla facile, molto spesso ingiustificata, sostituzione di membrature degradate, si sia sviluppata un'importante corrente che, grazie all'adozione di soluzioni molto avanzate sul piano tecnologico, consente di conciliare la massima efficienza con il rispetto dell'esistente, salvaguardando il funzionamento e la configurazione delle antiche strutture e ispirandosi a concetti di leggibilità e reversibilità.

## MODERNI CRITERI DI CONSERVAZIONE

I criteri attuali inerenti la conservazione delle strutture lignee sono raccolti nella Carta delle strutture storiche di legno approvata nel 1999 dall'Assemblea Generale dell'ICOMOS; la ricerca di reversibilità negli interventi, la riduzione al minimo dell'interferenza dei dispositivi aggiunti e del sacrificio di materiale, sono alcuni dei principi fondamentali in essa considerati. A questi se ne possono aggiungere altri come la leggibilità dell'intervento e delle cause che lo hanno generato, con il recupero solo parziale delle deformazioni che costituiscono un'importante testimonianza del comportamento degli elementi strutturali e della loro efficacia<sup>17</sup>. Condizione inaccettabile per i sistemi strutturali è quella dell'esonero: bisogna compiere ogni sforzo

per recuperare le resistenze residue degli elementi ed evitare così ogni forma di disattivazione<sup>18</sup>. L'intervento di restauro sulle strutture di legno, sebbene debba mantenere un carattere eccezionale ed essere attuato solo se indispensabile, è considerato oggi l'unico processo accettabile di conservazione attiva<sup>19</sup>. Negli interventi di consolidamento sulle strutture di legno, ultimamente indirizzati all'utilizzo di tecniche specifiche di altri materiali (come il calcestruzzo armato), la compatibilità dei meccanismi e dei materiali aggiunti con gli elementi già in opera e la loro efficienza a lungo termine rivestono un ruolo fondamentale. La compatibilità, in particolare, comprende numerosi aspetti che riguardano la legittimità dal punto di vista filologico di accostare dispositivi o materiali diversi, che possono avere o non avere una tradizione di collaborazione, per non alterare la configurazione della struttura o provocare danni materiali; la compatibilità meccanica che impone di adottare delle soluzioni o dei materiali con resistenze e rigidezze simili a quelle della struttura originaria; infine, la compatibilità chimica e igrotermica, senza la quale si possono innescare processi di degrado e di corrosione<sup>20</sup>.

## CONCLUSIONI

Nonostante oggi sia stato unanimemente riconosciuto l'alto valore documentale delle strutture di legno, una delle possibili cause del perdurare di interventi non ispirati a criteri moderni sulle stesse consiste nella mancanza di una comprensione adeguata delle specificità delle strutture portanti e del materiale con cui esse sono state realizzate. I provvedimenti presi su tali strutture dovrebbero garantire l'autenticità di ciascuna di esse, conservando non solo la loro integrità oggettiva, ma anche i valori culturali, gli effetti e le manifestazioni di alterazione e di degrado che le caratterizzano; questo approccio, quindi, necessita di un processo conoscitivo scrupoloso e approfondito dei singoli manufatti, la cui completezza è resa possibile solo da un'analisi di tipo interdisciplinare.

Le strutture lignee del patrimonio fiorentino, nonostante l'alto valore storico-documentale che le contraddistingue, ancora oggi risultano poco conosciute e studiate; le prospettive di studio su tali strutture dovrebbero essere orientate in futuro verso un approccio più scientifico del problema, servendosi di tecniche moderne d'indagine (come la dendrocronologia) che accresceranno notevolmente il campo di conoscenze finora acquisito.

## BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ICOMOS, 1999, *Principles for the Preservation of Historic Timber Structures*, in "International Charters for Conservation and Restoration", ICOMOS ed., Paris 2004.
- Legno nel Restauro e Restauro nel legno, Atti del I Congresso nazionale, Firenze 30 novembre-3 dicembre 1983, a cura di G. Tampone, Palutan ed., Milano.
- Restauro del Legno, Atti del II Congresso nazionale, Firenze novembre 1989, a cura di G. Tampone, Nardini ed., Firenze.
- TAMPONE G., 1996, *Il restauro delle strutture di legno*, Hoepli ed., Milano.
- TAMPONE G., 2002, *Istanze ideologiche e innovazione tecnologica nella conservazione delle strutture di legno*, in Belli P., Monaco L. M., Sparacio R., Tampone G., "Metodi tradizionali ed innovativi per il restauro strutturale", "Restauro", 159/2002, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.

<sup>15</sup> Si tratta della "Mozione finale del congresso nazionale "Legno nel Restauro e Restauro del Legno" del 1983 e della "Mozione finale del congresso nazionale "Restauro del Legno" del 1989. Cfr. *Legno nel Restauro e Restauro nel legno*, Atti del I Congresso nazionale, Firenze 30 novembre-3 dicembre 1983, a cura di G. Tampone, Palutan ed., Milano; cfr. *Restauro del Legno*, Atti del II Congresso nazionale, Firenze novembre 1989, a cura di G. Tampone, Nardini ed., Firenze.

<sup>16</sup> Con questo documento, applicando i criteri generali della Carta di Venezia al caso specifico delle strutture di legno, per la prima volta si riconosce ufficialmente "l'importanza delle strutture in legno di tutte le epoche quale parte del patrimonio culturale mondiale" e si considera "sia la grande diversità delle strutture storiche in legno, sia le varie specie e qualità di legno utilizzate per costruirle" sottolineando la vulnerabilità degli organismi costruiti interamente o parzialmente con tale materiale. Cfr. ICOMOS, 1999, *Principles for the Preservation of Historic Timber Structures*, op. cit., pagg. 156-161.

<sup>17</sup> Cfr. Tampone G. 2002, *Istanze ideologiche e innovazione tecnologica nella conservazione delle strutture di legno*, in Belli P., Monaco L. M., Sparacio R., Tampone G., "Metodi tradizionali ed innovativi per il restauro strutturale", "Restauro", 159/2002, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, pagg. 204-205.

<sup>18</sup> Cfr. ibidem, pag. 198.

<sup>19</sup> Cfr. ibidem, pagg. 204-205.

<sup>20</sup> Cfr. ibidem, pagg. 196-203.