

MATERIALI E STRUTTURE

PROBLEMI DI CONSERVAZIONE



PROTEGGERE COPRIRE CONSERVARE

NUOVA SERIE
ANNO XIII
NUMERO 25
2024

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

SAPIENZA • UNIVERSITÀ DI ROMA

DIPARTIMENTO DI STORIA, DISEGNO E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA

MATERIALI E STRUTTURE

PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

PROTEGGERE COPRIRE CONSERVARE



NUOVA SERIE

XIII

NUMERO 25

2024

MATERIALI E STRUTTURE. PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

© Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura

Piazza Borghese, 9 – 00186 – Roma

Rivista semestrale, fondata nel 1990 da Giovanni Urbani

Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 265 del 25/09/2012

Nuova serie, anno XIII (2024), 25

ISSN 1121-2373

Direttore editoriale: Donatella Fiorani

Consiglio Scientifico: Giovanni Cangi, Maurizio Caperna, Francesco Doglioni, Paolo Fancelli, János Krähling, Alessandra Marino, Marica Mercalli, Dimitris Theodossopoulos, Fernando Vegas

Comitato di Redazione: Adalgisa Donatelli, Maria Grazia Ercolino (coordinatrice), Rossana Mancini, Chiara Mariotti, Sonia Pistidda, Leila Signorelli, Oana Tiganea, Luigi Veronese, Mariarosa Villani

In copertina: Roma, chiesa di Santa Maria in Cappella (foto D. Fiorani)

La rivista è di proprietà dell'Università degli Studi di Roma «La Sapienza»

© Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura

Piazza Borghese, 9 – 00186 – Roma

Roma 2024 – Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l.

via Ajaccio 41/43 - 00198 Roma

tel. 0685358444 - fax 0685833591

Per ordini e abbonamenti:

www.edizioniquasar.it

info@edizioniquasar.it

Sommario

- 5 EDITORIALE
-ADALGISA DONATELLI
- 11 ARCHITETTURE PER L'ARCHEOLOGIA. LE COPERTURE DELLE
AREE ARCHEOLOGICHE E IL CASO-STUDIO DI OSTIA ANTICA
-SILVIA CIGOGNETTI
- 27 CONSIDERAZIONI SULLE COPERTURE IN LEGNO NEGLI
EDIFICI RELIGIOSI, SOPRATTUTTO ROMANI
-FABRIZIO DE CESARIS
- 45 CONOSCENZA E PROBLEMATICHE CONSERVATIVE DEI SOFFITTI
A LACUNARI NELLE CHIESE DI ROMA
-ARIANNA TOSINI
- 63 IL LOGGIATO DEL CASTELLO VISCONTEO DI CUSAGO (MI):
INTERPRETAZIONE DELLE TECNICHE COSTRUTTIVE ORIGINARIE
PER IL RESTAURO E LA PREVENZIONE SISMICA
-ANDREA GIANNANTONI, LUISA PANDOLFI
- 79 A REVERSAL FROM HI-TECH TO AUTHENTICITY: THE CASE
OF FIRE SAFETY FOR CATHEDRAL ROOFS IN FRANCE
-DIMITRIS THEODOSSOPOULOS
- 93 ABSTRACT

Autori

ADALGISA DONATELLI

Prof. Associato, Sapienza Università di Roma
adalgisa.donatelli@uniroma1.it

SILVIA CIGOGNETTI

Architetto, dottoranda
Sapienza Università di Roma
silvia.cigognetti@uniroma1.it

ARIANNA TOSINI

Architetto, *Phd*, assegnista di ricerca
Sapienza Università di Roma
arianna.tosini@uniroma1.it

FABRIZIO DE CESARIS

Prof. Associato, Sapienza Università di Roma
fabrizio.decesaris@uniroma1.it

ANDREA GIANNANTONI

Ingegnere, *Phd*, docente a contratto
Università di Ferrara
andrea@giannantoniingegneria.com

LUISA PANDOLFI

Architetto, Specialista in restauro
pandolfi.luisa@gmail.com

DIMITRIS THEODOSSOPOULOS

Ingegnere, Senior Lecturer, ESALA,
University of Edinburgh
D.Theodossopoulos@ed.ac.uk

Responsabili Peer Review per il presente numero:

LIA BARELLI, CARLA BARTOLOMUCCI, ANNA BOATO, ELISABETTA MONTENEGRO,
SIMONA SALVO, LUCIANO SCUDERI, ARIANNA SPINOSA, FRANCESCO TROVÒ,
ANDREA UGOLINI, MARIA VITIELLO

Editoriale

ADALGISA DONATELLI

Proteggere il patrimonio culturale evoca azioni orientate a difendere, custodire, tutelare, ovvero attività in grado di preservare ciò a cui si attribuisce un valore, per esempio rallentandone i fenomeni di degrado attraverso una costante manutenzione, arginando e prevenendo effetti negativi sul costruito storico causati da eventi calamitosi o rischiosi, coprendo le rovine per difenderle dalle intemperie.

La Carta di Venezia (1964), di cui ricorrono i 60 anni, enunciò chiaramente quale finalità prioritaria a cui le azioni conservative e di restauro dovevano tendere quella della salvaguardia sia del valore artistico sia di quello storico, ribadendo un principio che accomuna tutti i documenti programmatici del restauro i quali antepongono disposizioni legislative di tutela e/o manutenzioni ordinarie alle operazioni 'attive' sul costruito. Ma la custodia dei beni richiede, sovente e come è risaputo, attività più incisive rispetto a una norma o a un'operazione minima di intervento per garantire la permanenza dei medesimi nel futuro, ovvero strategie che impediscano al degrado di svilupparsi agendo sia sulle cause dell'alterazione, sia modificando l'intorno e le parti vulnerabili del manufatto stesso.

Gli esempi, a tal proposito, possono essere numerosi e spaziare dal restauro di superfici architettoniche ammalorate, ai presidi strutturali, in special modo in risposta agli eventi sismici; dagli interventi orientati a restituire a un edificio una destinazione d'uso compatibile con le relative caratteristiche storiche e architettoniche, alle opere protettive, quali le strutture di copertura dei siti archeologici. Ambiti e soluzioni di varia natura che, afferendo alla disciplina del restauro, sono accomunati da un medesimo 'denominatore': scegliere un intervento invece che un altro – ovvero organizzare il progetto su una base coerente e argomentata – deriva dallo specifico riconoscimento di valore del bene, risultato a sua volta di un'approfondita conoscenza dello stesso, delle sue problematiche e del suo contesto.

Gli esiti della riflessione disciplinare e le possibilità derivanti dal progresso tecnologico consentono oggi l'adozione di strategie alternative, dalle diverse potenzialità conservative, che devono essere modulate sulle peculiarità delle preesistenze storiche. Tutto il contrario della formulazione – purtroppo ancora troppo frequente nella pratica professionale corrente – di soluzioni di tipo meccanico e ripetitivo, per non parlare delle modalità operative di natura autoreferenziale e liberamente creative, talvolta attuate prescindendo totalmente dalle esigenze della preesistenza.

Il nesso della protezione con l'atto del 'coprire', argomento su cui verte il presente numero della rivista, invita a focalizzare l'attenzione sulle questioni conservative e di restauro riguardanti elementi costruttivi realizzati per difendere le architetture dagli agenti atmosferici. Fra questi, alcune coperture costruite sui siti archeologici, soprattutto nel corso del Novecento, con il prevalente obiettivo di preservarne l'integrità materica minacciata dall'esposizione alle precipitazioni, ai venti e all'insolazione, oltre a presentare talvolta specifiche criticità prestazionali, possono rivelare una scarsa considerazione delle ricadute architettoniche (formali e costruttive) sulla percezione dei ruderi.

Il contributo di Silvia Cigognetti è dedicato, in particolare, all'illustrazione delle principali tipologie costruttive di coperture realizzate nella città antica di Ostia a partire dagli anni Trenta del Novecento; l'autrice ne delinea le caratteristiche tecniche e pone l'attenzione sull'efficacia delle soluzioni proposte sia sul piano figurativo che su quello protettivo, con l'intento di coglierne le problematiche conservative.

Le coperture relative ai siti archeologici costituiscono in effetti un tema delicato, lungamente dibattuto soprattutto per alcuni resti monumentali, come per la realizzazione del piano di cavea del Colosseo a protezione delle strutture murarie ipogee, ancora oggi di grande attualità. Dopo gli ultimi scavi dell'arena romana che fra il 1938 e il 1942 interessarono la zona occidentale, si rinunciò alla realizzazione del solaio in cemento armato inizialmente progettato (e approvato) per consentire le adunanze fasciste, per via delle condizioni fatiscenti in cui furono trovate le strutture sotterranee. Ci si limitò così, nel 1940, alla copertura, in calcestruzzo armato, della sola area d'ingresso orientale che era stata precedentemente scoperta da Pietro Rosa, poi sostituita, nel 1950, con un piano ligneo e ricostruita ancora in legno in occasione del Giubileo 2000. La proposta di coprire l'intera arena è stata di nuovo posta all'attenzione nel 2014, suscitando pareri contrastanti. Alcuni studiosi non solo hanno approvato l'idea del ripristino di una forma antica ma hanno anche sollecitato la realizzazione di un piano che consentisse di ospitare funzioni (come l'esibizione di concerti e spettacoli) per alcuni aspetti non troppo dissimili da quelli antichi, guardando in tal modo non solo alle problematiche conservative ma anche agli aspetti legati alla valorizzazione dell'esistente, su cui oggi s'insiste particolarmente. Viceversa, altri sottolinearono culturalmente non credibile la copertura della cavea se non per ragioni esclusivamente legate alla protezione e a una migliore gestione conservativa degli ambienti sottostanti.

Com'è noto, la lunga 'storia' dell'arena del Colosseo si è di recente conclusa (2021) con un procedimento di gara che ha premiato la realizzazione di un nuovo piano di calpestio (in fibra di carbonio, rivestito con lame in legno Accoya) disposto alla quota originaria, appoggiato su strutture in acciaio inox isolate simicamente dai resti in muratura, fruibile per l'intera superficie, apribile in diverse configurazioni (per gestire e monitorare le condizioni ambientali degli ipogei) e dotato di un impianto di raccolta e recupero delle acque meteoriche. Si tratta dunque di una soluzione che privilegia la protezione dei sotterranei riconfigurando l'antica spazialità della cavea con tecniche

e materiali innovativi, tali da rendere l'intervento "distinguibile dall'opera originaria" (come peraltro auspicato nell'articolo 9 della richiamata Carta di Venezia), ma senza alterarne la percezione d'insieme.

Diversamente sta avvenendo per l'antico teatro di Eraclea Minoa: il progetto di restauro e valorizzazione, appena risultato vincitore di un concorso d'idee, prevede una sorta di tetto giardino *hi-tech*, trasparente nella parte sommitale della cavea, in grado di garantire la protezione dell'area da vento, pioggia, salsedine e acqua di risalita, consentendo una migliore rifunzionalizzazione del teatro per spettacoli all'aperto. Il fine della conservazione delle rovine sembra in parte essere subordinato alle istanze che guidano i nuovi innesti, riscontro che ha contribuito a riaccendere un dibattito, soprattutto in Italia, che è arrivato a proporre, come posizione estrema e provocatoria, di ricoprire i resti interrando o, addirittura, di prevederne lo smontaggio pezzo per pezzo dell'originale struttura, per poi realizzare *in situ* una 'copia' in materiali resistenti (Italia Nostra, 13 aprile 2024, <https://www.italianostra.org/sezioni-e-consigli-regionali/sicilia/italia-nostra-sul-concorso-per-il-restauro-e-la-valorizzazione-del-teatro-greco-di-heraclea-minoa/>). Non si tratta solo di considerare aspetti metodologici del restauro, ampiamente dibattuti in ambito conservativo, soprattutto in riferimento alla *vexata quaestio* del rapporto fra antico e nuovo, ma anche di valutare sul piano concreto la ricerca di un equilibrio fra salvaguardia della materia e difesa di una corretta percezione del bene.

Lo studio delle coperture tradizionali in legno degli edifici storici pongono problemi affini dal punto di vista tecnico e conservativo, come approfondito in questa sede nei contributi di Fabrizio De Cesaris e Arianna Tosini, rispettivamente dedicati ai sistemi di incavallature e ai soffitti a lacunari nelle chiese, con particolare riferimento al contesto romano. Un'attenta e approfondita disamina degli elementi costruttivi, analizzati nelle caratteristiche tecnologiche, nei ruoli funzionali e strutturali, nonché negli esiti figurativi costituisce ancora la premessa per un ragionamento fondato sull'efficacia e sulla pertinenza degli interventi effettuati in passato e dei rinforzi oggi realizzabili, in particolare richiesti in riferimento a eventi calamitosi eccezionali.

Per esempio la ricostruzione della copertura sulla cattedrale di Mirandola, danneggiata dal sisma del 2012, con una nuova struttura in legno e acciaio per il presidio delle murature sottostanti e il sostegno di volte e arconi in legno riconfigurate secondo l'originaria partitura volumetrica, deriva da un'approfondita valutazione delle necessità (formali e materiche) legate alla conservazione e congiuntamente delle esigenze per la sicurezza strutturale; analogo ragionamento, seppure con esiti diversi, si rilegge nella riproposizione di buona parte del soffitto seicentesco di San Giuseppe dei Falegnami a Roma, rovinosamente crollato nel 2018 per il cedimento improvviso di una capriata e successivamente reintegrato, replicando la tecnica lignea tradizionale.

Segue un percorso concettuale e metodologico simile il saggio di Andrea Gianantonio e Luisa Pandolfi sulle vicende conservative riguardanti il Castello Visconteo di Cusago presso Milano. Il consolidamento delle coperture, piuttosto ammalorate e

pregiudicate nel comportamento strutturale, ha infatti consentito la parziale riapertura dell'antico loggiato e proprio il rinforzo delle coperture è avvenuto sulla base dello studio delle fasi storiche del castello, oltre che della comprensione della natura costruttiva dell'opera e delle criticità strutturali emerse in essa, potenzialmente attivabili in occasione di un evento sismico. Si sono in tal modo proposti diversi interventi per il miglioramento del comportamento strutturale dell'edificio, così da potenziare (senza stravolgere) le capacità statiche intrinseche. I nuovi accorgimenti, generalmente mutuati dal cantiere antico e rivisitati con materiali e tecniche innovative, sono stati in special modo introdotti per ottimizzare la risposta ai sismi dell'edificio.

La conservazione degli elementi costruttivi storici, in particolare degli impalcati lignei, rappresenta oggi un'acquisizione maturata non solo per ragioni di coerenza disciplinare ma soprattutto per le ricadute sulla tenuta statica e dinamica dell'edificio; la compatibilità meccanica del legno con le murature e l'efficacia dei collegamenti fra orizzontamenti e setti portanti determinano un'oggettiva garanzia nella risposta strutturale dell'architettura storica, peraltro già in tal senso intuita da Leon Battista Alberti nel concepire l'edificio come un organismo in cui ogni componente riveste un ruolo necessario a favore dell'insieme. La generalizzata e disinvolta sostituzione di solai e coperture lignee con strutture in cemento armato, ricorrente, com'è noto, soprattutto nel secondo dopo guerra e dopo i maggiori terremoti del XX secolo, è stata portata avanti in nome di un atteggiamento fideistico nei confronti di materiali e tecniche innovative, di cui oggi cogliamo tutta la scarsa consapevolezza, pur perpetuando in alcuni casi, con altre tecnologie, il medesimo errore. Queste pratiche sostitutive si sono infatti rivelate non solo inefficaci ma anche dannose per le fabbriche storiche colpite dai recenti sismi, al punto che nelle nuove ricostruzioni di orizzontamenti e coperture si ricorre spesso all'impiego di soluzioni utilizzate nel cantiere tradizionale, opportunamente aggiornate e rivisitate, in ogni modo controllate rispetto al requisito di compatibilità generale con la preesistenza, di natura architettonica, costruttiva e assieme meccanica.

La questione relativa alla ricostruzione di coperture completamente crollate è stata oggetto di un recente e importante dibattito che ha interessato la cattedrale di Notre-Dame a Parigi dopo l'incendio del 2019. Com'è noto, il progetto, in fase di realizzazione, ha previsto la riproposizione fedele di incavallature lignee sul modello della struttura medievale andata distrutta dalle fiamme. Studi approfonditi dell'impalcatura preesistente e l'introduzione di accorgimenti capaci di ridurre i danni causati dal fuoco, riguardanti la compartimentazione degli spazi, la redazione del piano di sicurezza, la predisposizione di monitoraggi costanti, hanno caratterizzato il cantiere francese in corso di completamento. Come illustrato da Dimitris Theodossopoulos nel suo contributo, la scelta di realizzare le capriate in analogia a quelle preesistenti all'incendio rappresenta un'inversione di tendenza rispetto agli interventi condotti sulle coperture di molte cattedrali francesi a cavallo fra la seconda metà dell'Ottocento e i primi anni del Novecento. Ha qui prevalso, infatti, la ricostruzione dei tetti – originariamente lignei – con strutture metalliche e poco più avanti in cemento armato, adottando soluzioni

apprese dall'impiego di tecniche moderne che proprio in quegli anni si faceva strada nell'architettura e sostenute dal pensiero influente di Viollet-le-Duc, più favorevole, nel tempo, all'introduzione di materiali innovativi nelle costruzioni storiche.

Il triste evento distruttivo ha inoltre promosso un piano strategico in Francia per la prevenzione ai danni causati dal fuoco nelle cattedrali, allo scopo di scongiurare disastri simili a quelli di Notre-Dome. La fabbrica parigina è ancora interessata da interventi impegnativi e onerosi, quale il 'restauro archeologico' delle coperture, qui consentito per l'importanza del monumento e per via delle pressioni politiche e sociali del momento.

Non resta che attendere quale sarà il progetto per il restauro dell'edificio storico della Borsa a Copenaghen che, proprio in questi giorni, è stato colpito da un violento incendio, che ha comportato il crollo dell'iconica guglia del Drago e la distruzione di gran parte delle coperture.



Architetture per l'archeologia. Le coperture delle aree archeologiche e il caso-studio di Ostia antica

SILVIA CIGOGNETTI

Introduzione

La conservazione *in situ* dei monumenti e delle emergenze archeologiche costituisce oggi l'obiettivo principale della gestione e tutela del patrimonio archeologico, così come sottolineato da diverse raccomandazioni e Carte internazionali¹.

Tale conservazione è comprensiva dei manufatti più fragili, come i rivestimenti pavimentali e parietali, e considera al tempo stesso la crescente richiesta di esporre al pubblico ogni prodotto dello scavo archeologico; i problemi ad essa legati hanno quindi stimolato negli ultimi anni la ricerca di approcci diversificati, che combinano strategie di conservazione attiva e passiva². Tra queste ultime, rientrano le metodologie di reinterro temporaneo³ e le protezioni architettoniche.

Fino a poco tempo fa il tema della protezione delle aree archeologiche non trovava ampio spazio nella letteratura specialistica, tanto in campo architettonico quanto archeologico. Negli ultimi anni, grazie allo sviluppo di una maggiore sensibilità rivolta ai problemi della conservazione di questi particolari siti, si è verificata un'inversione di tendenza, dimostrata fra l'altro dalla pubblicazione di numerosi articoli e libri⁴ sul tema da archeologi, diagnostici, architetti, fisici, restauratori, ecc.

Il contributo di professionisti provenienti da diversi campi scientifici ha concorso ad ampliare le prospettive degli studi sull'argomento, che inizialmente erano concentrati principalmente sull'analisi degli aspetti figurativi e tecnologici delle strutture di protezione e consideravano in modo subordinato e sintetico il rapporto che le coper-

¹ Si fa riferimento, in particolare, alla Carta per la Protezione e Gestione del Patrimonio Archeologico, redatta dall'*International Committee for the Management of Archaeological Heritage* (ICAHM) nel 1990, che recepisce l'evoluzione del pensiero teorico nell'ambito del restauro. L'articolo 6 della suddetta Carta, infatti, afferma che l'obiettivo generale della gestione del patrimonio archeologico dovrebbe essere la conservazione dei monumenti e dei resti *in situ* e che qualsiasi trasferimento di beni del patrimonio in nuove località rappresenta una violazione del principio di conservazione del patrimonio stesso nel suo contesto originale.

² FERRONI, LAURENTI 2006.

³ La pratica del reinterro temporaneo delle emergenze archeologiche portate alla luce è stata ampiamente utilizzata a partire dai primi scavi scientifici condotti su siti estensivi. Per approfondire l'argomento si vedano: CARANDINI 1981, DE GUICHEN 1986, PEDELLI, PULGA 2013.

⁴ La bibliografia in merito è estremamente ampia. Si richiamano, in questa sede, solo alcuni testi significativi successivi al 2000 (per quelli precedenti si rimanda a DEMAS 2002): RUGGERI TRICOLI 2007, DI MUZIO 2010, RANELLUCCI 2011, ASLAN *et al.* 2018.

ture instaurano con la preesistenza archeologica, la trasformazione delle loro modalità realizzative e, soprattutto, l'efficacia nel tempo delle soluzioni proposte.

L'analisi degli aspetti sopra elencati all'interno di un sito estensivo e costruttivamente omogeneo, ma al tempo stesso caratterizzato da un palinsesto di soluzioni protettive variegato e stratificato nel tempo, può aggiungere una nuova modalità di valutazione complessiva al tema oggetto del presente contributo. Proprio tali considerazioni hanno orientato la ricerca dal titolo "Protezione e conservazione. Rapporto con la preesistenza, caratterizzazione costruttiva, invecchiamento ed efficacia delle coperture nell'area archeologica di Ostia Antica"⁵. Il Parco archeologico di Ostia antica, a tal proposito, ha costituito un buon banco di prova per questo tipo di approfondimento.

Scavi e restauri a Ostia antica

Il sito che appare oggi al visitatore è frutto di una sua prima compiuta configurazione attuata circa un secolo fa, durante la direzione ventennale di Guido Calza (1924-1946), che ha costituito per Ostia un momento cruciale, tanto dal punto di vista storico-archeologico, quanto per quel che attiene l'immagine attualmente percepibile della città⁶. Infatti, sebbene la storia dei restauri ostiensi si possa ripercorrere a partire dagli scavi ottocenteschi, è solo con la prima metà del Novecento che la città assunse l'aspetto oggi osservabile.

A differenza di quanto è accaduto con le esplorazioni settecentesche (Gavin Hamilton, Francesco Albani, Robert Fagan) e con gli scavi pontifici dell'Ottocento⁷ (Carlo Fea⁸, Giuseppe Petrini, Pietro Campana, Pietro Ercole Visconti⁹), le indagini condotte a Ostia da Pietro Rosa¹⁰, Rodolfo Lanciani, Luigi Borsari e Giuseppe Gatti tra gli anni Settanta e la fine del XIX secolo furono le prime a non finalizzare prioritariamente gli sterri al rinvenimento di opere d'arte, oggetti, iscrizioni ed elementi architettonici significativi. Esse, infatti, si sono soprattutto orientate all'obiettivo (almeno teorico) di ristabilire il *continuum* topografico tra le rovine già parzialmente riportate alla luce. In questa fase, per la prima volta, si cercò quindi di restaurare e mantenere le strutture appena scavate. Tali primi interventi, poco documentati e sottoposti a rimaneggiamen-

⁵ Tale studio è stato effettuato in occasione del dottorato di ricerca in Restauro dell'Architettura, svolto presso il Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, XXXV ciclo, Sapienza Università di Roma, tutor prof. Donatella Fiorani.

⁶ Per avere un quadro completo circa l'attività di Guido Calza a Ostia antica, si vedano CALZA 1940, GALLICO 2007, IETTO 1996, RINALDI 2012, RINALDI 2015.

⁷ Notizie puntuali sugli scavi ostiensi sono pubblicate nella serie *Notizie degli Scavi*. A partire dai primi anni dell'Ottocento Pio VII vietò quegli scavi "che si facevano tumultuariamente qua e là da

gente, la quale per lo più altro non aveva in cuore che di rinvenire cose di valore per farne commercio, senza verun utile per l'antichità, per l'erudizione e per la storia" (MARINI 1998, p. 93) e stabilì scavi pubblici per la conoscenza della città, spinto in verità anche da ragioni economico-politiche legate in primo luogo al desiderio di incrementare le raccolte dei musei papali. Per approfondire l'attività di scavo condotta sotto il pontificato di Pio VII si vedano GALLICO, TURCO 2020; MARINI 1998; MARINI RECCHIA *et al.* 2002.

⁸ FEA 1802.

⁹ CALZA 1916.

¹⁰ ROSA 1873.

ti successivi, risultano oggi di non facile individuazione, ma sono stati adeguatamente descritti da Giuseppe Natoli, Ministro della Pubblica Istruzione del Regno d'Italia¹¹. La Circolare del Ministro Natoli ai Prefetti con le *Istruzioni per gli Scavi di Antichità*¹² recita: "Fra gli antichi monumenti ricoverti dalle terre, che l'amore della scienza e delle arti si studia di riportare alla luce, i più notevoli, ma eziandio i più rari sono gli avanzi delle città distrutte, la ricerca delle quali non può dar luogo ad incertezze, se si ponga mente innanzi tutto a scoprirne il circuito delle mura; e quindi penetrando dalle porte nelle strade principali, se ne ricerchi una per volta le isole e ciascun edificio che vi si contenga sì pubblico che privato, con tutte le sue dipendenze ancorché sotterranee. Operando gli scavi per modo che i nuovi seguano gli antichi, senza lasciar di mezzo terre o siti non tocchi, si avrà cura di scavare ogni muro da entrambe le parti contemporaneamente, affinché la spinta delle terre non lo rovesci da un lato; e quando alcun pezzo di marmo, di pietra o d'intonaco mostri di esser caduto dal suo posto primitivo nell'atto dello scavo, farà d'uopo ripristinarlo nel sito che prima occupava con malta o ferri od altro materiale più adatto. Se dipinture di qualsiasi modo apparissero sulle pareti, qualora non vogliansi segare o trasportare sulla tela in altro sito, converrà ripulirle diligentemente non appena scoperte con ferri a larga punta e spazzole poco dure; e quindi passarvi a più riprese con morbido pennello un indumento di cera sciolta nell'essenza di terebinto, perché preservi i colori dal contatto dell'aria; mentre la sommità delle mura coperta di malta, asfalto o tegole impedirà che l'acqua vi si infiltri, e ne smuova l'intonaco..."

Dopo secoli di abbandono, crolli e spoliazioni, infatti, le strutture archeologiche rimesse in luce erano nuovamente esposte a fenomeni di deterioramento di origine diversa. Le caratteristiche microclimatiche e idrogeologiche favorivano la crescita di vegetazione spontanea e graduali processi di disgregazione delle malte che, seppur lentamente, determinavano una progressiva decoesione dei materiali. I dissesti più gravi erano tuttavia dovuti alle esondazioni del Tevere, in alcuni settori divenute più frequenti a seguito dalle indagini condotte lungo l'argine (tra il *Capitolium* e il Palazzo Imperiale). La scarsa capacità drenante del suolo ostiense determinava, inoltre, lunghi periodi di ristagno delle acque, da cui derivavano processi di degrado delle pavimentazioni e del piede degli elevati¹³.

Nei giornali di scavo e nelle relazioni inviate al Ministero si faceva riferimento a interventi realizzati per far fronte all'avanzare dei suddetti fenomeni di deterioramento: l'ordinaria spazzatura, il taglio regolare e l'estirpazione della vegetazione erbacea e arbustiva dalle strutture, il ripristino del materiale murario decoeso, la copertura delle

¹¹ Risalgono al 1865 le *Istruzioni per gli Scavi di Antichità* emanate da Giuseppe Natoli, che auspicavano esplorazioni estensive per lo scavo di intere città, seguite dalla ricollocazione degli elementi crollati e da misure protettive da adottare subito dopo lo scavo. Queste disposizioni normative furono almeno in parte recepite nei primi scavi governativi di Ostia,

che ebbero inizio nel 1871 e furono proseguiti fino al 1874 da Pietro Rosa, primo Soprintendente agli Scavi e alla Conservazione dei Monumenti di Roma.

¹² Archivio Centrale dello Stato (d'ora in poi ACS), Direzione Generale Antichità e Belle Arti, b.1).

¹³ RINALDI 2015.

creste con malta o tegole per prevenire infiltrazioni d'acqua, il fissaggio degli intonaci e dei pavimenti mediante bordature perimetrali, la protezione stagionale delle pavimentazioni con strati di sabbia o pozzolana, nonché la realizzazione di tettoie protettive.

La creazione di queste protezioni temporanee, adottate già durante la fase di indagine, era finalizzata a contrastare il rapido deterioramento degli affreschi che venivano portati alla luce ed esposti agli agenti atmosferici e a nuove condizioni microclimatiche¹⁴.

La scelta di coprire gli scavi con apprestamenti provvisori a basso costo e di facile realizzazione, evitando di reintegrare filologicamente l'immagine ormai perduta delle architetture esumate (come si faceva, invece, negli stessi anni presso Pompei ed Ercolano¹⁵) è legata alla particolare situazione in cui versava il sito di Ostia antica. Le due città vesuviane, infatti, si presentavano come siti estensivi e costruttivamente omogenei, la cui vita si era fermata in un preciso e determinato momento, il 24 agosto 79: qui i crolli degli elevati e delle coperture, nonostante le differenze legate alle diverse situazioni eruttive, lasciavano comunque comprendere le originarie condizioni di giacitura dei solai e dei tetti. A Ostia antica, invece, il lento abbandono, con i conseguenti crolli gradualmente, le successive dispersioni e le sovrapposizioni degli elementi di crollo, assieme alle numerose trasformazioni che la città aveva subito, divenendo un ricco palinsesto di fasi costruttive variegate e stratificate nel tempo, rendevano molto più complesse le attività di reintegrazione.

Una svolta decisiva in questo senso si ebbe quando, sotto la direzione di Guido Calza, il regime fascista decise di annoverare le rovine di Ostia antica tra le attrattive dell'Esposizione Universale di Roma del 1942¹⁶. L'ambizioso progetto, da realizzarsi in vista dell'evento, venne elaborato nel 1937 da Guido Calza e Italo Gismondi: esso prevedeva la rimessa in luce di circa i due terzi dell'area racchiusa dalla cinta muraria di età tardo-repubblicana, con la conseguente sistemazione a verde delle aree non scavate (Fig. 1).

Agli sterri si affiancarono imponenti consolidamenti e lavori di restauro che portarono alla ricostruzione parziale degli elevati di singoli ambienti o di interi complessi

¹⁴ Raffaele Finelli, Soprintendente agli scavi di Ostia antica tra il 1908 e il 1916, descrive molto bene tale situazione in relazione al rinvenimento degli intonaci del Sacello del Silvano: "S'è preferito fare la pulizia a cameretta coperta per non esporre questi affreschi ai cocenti raggi del sole, e per non far sì che lavati e fatti asciugare ai forti calori attuali i colori fossero tutti mangiati dai raggi del sole. Per evitare però che fossero subito sciupati dai raggi del sole furono subito coperti con grosse stuoie" (Archivio del Parco Archeologico di Ostia antica, serie *Giornali degli scavi*, giugno 1914).

¹⁵ La letteratura relativa agli scavi vesuviani è estremamente estesa. Per un primo approccio al

tema si faccia riferimento a SALASSA 1999, FEOLA 2017, PANE 2018.

¹⁶ La proposta era stata avanzata dal Ministro dell'Educazione Nazionale Giuseppe Bottai con un duplice scopo: "l'uno, immediato e contingente, col provocare un vivo interessamento turistico proprio in coincidenza con la Esposizione; l'altro, duraturo e definitivo, con l'acquisire all'ammirazione e allo studio del mondo archeologico e, in genere, delle persone colte, la visione in ampie porzioni di una delle città meglio conservate e più importanti, che Roma ci abbia lasciate" (ACS, E42, *Servizi Artistici*, b. 934, f. 8618, in RINALDI 2012, p. 70, nota 2).

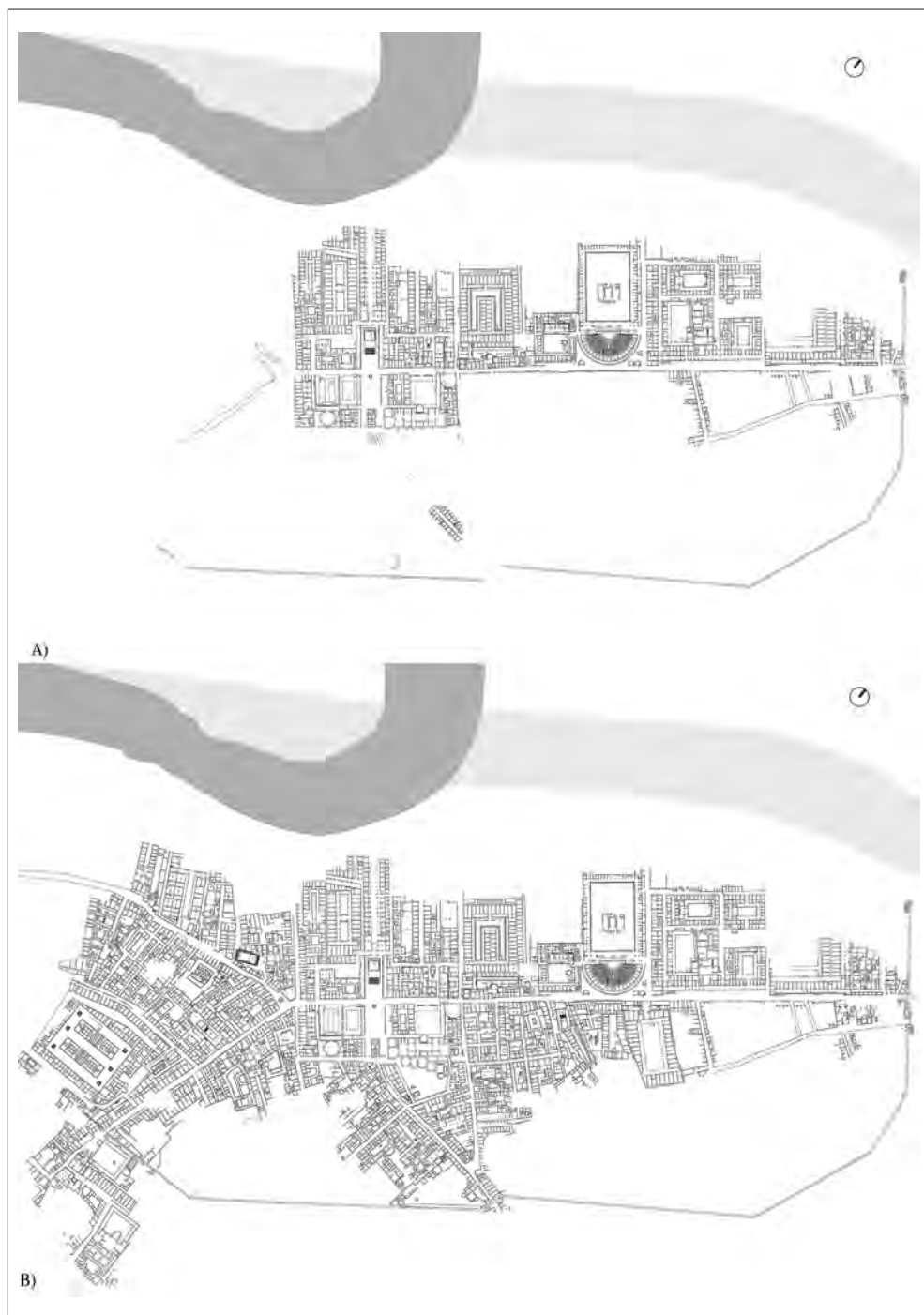


Fig. 1. Ostia antica, l'area degli scavi nel 1939 (A) e nel 1942 (B).

edilizi¹⁷ per ragioni legate alla musealizzazione dei siti o, in alcuni casi, per proteggere importanti apparati decorativi¹⁸.

Esemplari, a tal proposito, risultano le parole di Calza rivolte nel 1942 all'Istituto Centrale del Restauro (ICR) – da poco costituito – con le quali l'archeologo spiegava i sistemi tecnici adottati a Ostia per la conservazione e il restauro delle pitture murali¹⁹. Una volta concluse tali operazioni, gli ambienti venivano ricostruiti, per difendere gli affreschi dalla luce e dagli agenti atmosferici, ripristinandone la copertura e, laddove non fosse possibile, venivano coperti con stuoie o teli protettivi.

A partire dal 1938, dunque, furono realizzate con materiali tradizionali coperture permanenti presso la Caupona di Alexander, la *Domus* del Ninfeo, la Fullonica di Via degli Augustali, l'*Insula* dell'Aquila, le Terme del Faro e la Caupona del Pavone²⁰; presso l'*Insula* delle Muse e il Caseggiato degli Aurighi, inoltre, si riproposero filologicamente gli antichi solai e soffitti, utilizzando, però, il conglomerato cementizio armato trattato a finto legno, così da renderli quanto più possibile mimetici e integrati all'interno degli antichi edifici (Fig. 2).

A partire dagli anni Trenta del Novecento, infatti, vennero introdotti nei cantieri di restauro dell'area ostiense i materiali tipici dell'edilizia moderna, come il cemento armato, considerato più durevole rispetto al legno e ai materiali tradizionali, per i quali erano necessarie operazioni di manutenzione e sostituzione costanti. Solai di atrii, architravi di porte e finestre, coperture a falda vennero così riconfigurati secondo le forme originarie, previo l'inserimento di travature in cemento armato dipinte a finto legno.

L'utilizzo dei nuovi materiali, salutato come la panacea per tutti i problemi che affliggevano il cantiere di scavo e restauro, ha però portato con sé preoccupanti fenomeni di degrado, anche a distanza di pochissimi anni: l'ossidazione delle strutture in metallo e la rottura e caduta a terra del calcestruzzo hanno determinato un evidente allargamento del problema anche alle strutture protette.

¹⁷ Tra queste vanno ricordate le ricostruzioni del Caseggiato delle *Taberne* Finestrate, del Caseggiato delle Trifore, della *Domus* di Amore e Psiche, e della *Domus* della Fortuna Annonaria, nonché quella del Caseggiato degli Aurighi, complesso edilizio eccezionalmente conservato su più livelli, dove vennero ricollocate intere porzioni di pareti, pilastri, volte e coperture, integrate con la ricostruzione delle parti mancanti.

¹⁸ La disciplina del Restauro negli anni Trenta del Novecento è stata caratterizzata da una maturazione culturale e tecnica, influenzata dall'idealismo crociano e basata sulle solide conquiste del cosiddetto 'restauro scientifico' di matrice giovanoniana. In questo contesto e nei decenni successivi, nacque l'esigenza che le strutture protettive fossero il risultato di un progetto che considerasse

i diversi aspetti del problema: da quelli tecnici e formali all'inserimento dell'intervento all'interno del paesaggio. Le nuove strutture protettive realizzate in questi anni erano finalizzate non più alla sola conservazione, ma anche alla musealizzazione e alla presentazione dei resti archeologici.

¹⁹ Tali considerazioni sono inserite all'interno del documento del 1942 scritto in risposta alla richiesta di informazioni in merito avanzata dall'ICR; Archivio di Stato di Roma (ASR) sede succursale, *Fondo Soprintendenza Archeologica di Ostia*, b. 13.

²⁰ I rapporti periodici inviati da Calza e Gismondi al senatore Vittorio Cini, Presidente dell'Ente EUR, per ottenere le liquidazioni e gli anticipi a partire dai rendiconti dello stato di avanzamento dei lavori sono conservati presso l'Archivio Centrale dello Stato (ACS, E42, *Commissariato Generale*, bb. 101, 53).



Fig. 2. *Domus delle Muse*, la copertura in cemento armato dipinta a finto legno (ICCD, inv. E40649).

Il secondo dopoguerra e la scomparsa di Calza hanno segnato, per Ostia antica, un importante momento di cesura rispetto al passato, legato all'adozione di un approccio metodologico in netta discontinuità con quanto fatto precedentemente. Per un processo di adeguamento tecnologico mutarono i materiali utilizzati per il restauro: la malta cementizia subentrò alle malte idrauliche tradizionali e gli elementi lignei furono soppiantati progressivamente, soprattutto a partire dalla fine degli anni Cinquanta, dal cemento armato e dal metallo. Tra gli anni Cinquanta e gli anni Ottanta del secolo scorso vennero realizzate le coperture di innumerevoli edifici con i nuovi materiali: a strutture portanti lignee si affiancarono elementi strutturali metallici, spesso poggianti su muraure di sacrificio e posti a sostegno di lamiere zincate, strati di tenuta in fibrocemento o cemento-amianto (*eternit*). Quest'ultimo, divenne prevalente per la composizione degli strati di tenuta all'acqua delle coperture, soprattutto negli anni Sessanta (Fig. 3), come risulta evidente dalle coeve perizie di spesa conservate presso gli archivi dell'ufficio tecnico ostiense²¹. Lastre di *eternit* e materiali plastici o metallici furono impiegate non solo per coprire interi ambienti, ma anche per la realizzazione di piccole tettoie provvisorie a protezione di pitture murali e affreschi conservati *in situ*. A queste opere provvisionali si affiancarono progressivamente coperture leggere in vetro e acciaio, in netto contrasto con le massicce costruzioni antiche in pietra, ad oggi completamente smantellate (Fig. 4).

Solo a partire dall'ultimo decennio del secolo scorso²² si assistette a un processo di dismissione e smantellamento di tutte le strutture contenenti amianto presenti

²¹ Si possono ricordare, in proposito, i lavori effettuati presso le Terme del Filosofo e dell'Invidioso (perizia 8/1963), il Mitreo di Lucrezio Menandro (perizia 18/1966), il Sacello delle Tre Navate, la

Casa dalle Pareti Gialle, il Caseggiato del Sole, la Caupona del Pavone (perizie 29/1968 e 56/1969).

²² Risale al 1992 la legge 257, che metteva al bando tutti i prodotti contenenti amianto, vietando



Fig. 3. Mitreo del Menandro, la copertura in *eternit* (ICCD, inv. E40920).



Fig. 4. Sacello delle Tre Navate, la copertura in vetro e metallo posta a protezione dell'abside (ICCD, inv. E40716).

all'interno del parco archeologico e alla loro sostituzione con altri materiali, soprattutto plastici o metallici. A questo periodo risalgono tutte quelle coperture leggere con struttura portante costituita da un'orditura primaria lignea (perlopiù travi tipo "Trieste", con sezione variabile di 15-20 cm per lato) o metallica, realizzata con profilati a "T", su cui poggia un'orditura secondaria in travetti lignei con sezione ridotta (comunque mai

l'estrazione, l'importazione, la commercializzazione e la produzione di amianto e di prodotti che lo contenessero e che, di conseguenza, avviava il pro-

gressivo processo di dismissione e smantellamento delle strutture realizzate in tale materiale.



Fig. 5. Galleria Lapidaria, copertura in acciaio e policarbonato.

eccedente i 10 cm di lato); il manto di tenuta all'acqua era costituito da lastre ondulate metalliche o in fibrocemento di colore rosso mattone scuro. Anche in questi casi, come nella maggior parte delle coperture ostiensi, l'orditura primaria è stata realizzata incassandola all'interno di murature in laterizio di sacrificio realizzate appositamente o poste in opera in occasione di precedenti restauri.

Una menzione a parte meritano due progetti realizzati a cavallo del nuovo millennio: si tratta delle coperture della Galleria Lapidaria e di alcuni ambienti del Piccolo Mercato (*Regio I*, Is. XV) e del sistema di protezione dell'*insula* delle Ierodule (*Regio III*, Is. IX). Tali strutture si presentano come casi unici in area ostiense, perché accomunate dall'utilizzo di materiale plastico traslucido.

Il sistema di protezione impiegato nell'area del Piccolo Mercato, realizzato tra il 1992 e il 1999²³, è stato concepito come una struttura permanente, finalizzata alla protezione e alla musealizzazione *in situ* delle iscrizioni e dei resti lapidei raccolti all'interno della cosiddetta Galleria Lapidaria e inventariati *in loco*. La soluzione adottata, da un punto di vista morfologico, cerca di rievocare in chiave moderna le antiche coperture a botte degli ambienti, attraverso la disposizione di una struttura curvilinea



Fig. 6. *Insula* delle Ierodule, la copertura in legno lamellare e policarbonato.

²³ MANNUCCI, VERDUCHI 1996.

in acciaio esile e leggera poggiante sulle strutture murarie esistenti in corrispondenza di uno strato di sacrificio in muratura; una scossalina in acciaio funge da gronda e regge il telaio ad arco in acciaio sul quale sono montati i pannelli in polycarbonato trasparente curvilinei che costituiscono il manto di copertura (Fig. 5).

L'*insula* delle Ierodule fu scavata alla fine degli anni Sessanta dall'archeologa Maria Luisa Veloccia Rinaldi²⁴ e nei primi anni Duemila sono state condotte ulteriori campagne di scavo, nell'ambito di un progetto più vasto che ha riguardato il restauro degli apparati decorativi e la musealizzazione del sito²⁵. Nel 2007 è stata realizzata una nuova copertura a doppia falda costituita da uno strato di tenuta all'acqua in laste di polycarbonato alveolare sorrette da una struttura portante in acciaio su cui poggiano sette travi in legno lamellare. Le travi di sostegno in acciaio poggiano su delle murature di sacrificio in laterizio, realizzate in leggero sottosquadro rispetto alla preesistenza e con altezze variabili per permettere la regolarizzazione del profilo esterno dell'edificio. Il tetto è stato progettato con due altezze diverse, per rendere evidente la differenza tra spazi abitativi e vani accessori, mentre la chiusura verticale è realizzata con una rete metallica ancorata agli stessi pilastri in acciaio che costituiscono il sostegno per le travi di copertura. La mancanza di una chiusura verticale piena rende l'intero edificio semi-confinato e parzialmente soggetto a fenomeni atmosferici (Fig. 6).

La mappatura delle coperture ostiensi

Come precedentemente accennato, le strutture appena descritte rappresentano un *unicum* all'interno del panorama ostiense: dalla schedatura dei sistemi di protezione dell'area²⁶, infatti, si può rilevare come delle oltre 250 coperture mappate, solo il 4% siano trasparenti o traslucide, mentre la restante parte risulta costituita perlopiù da strutture opache leggere.

Il sistema di schedatura adottato fa riferimento a un preciso modello schedografico allegato alla scheda dei monumenti e complessi archeologici di Carta del Rischio, messo a punto dall'ICR per operare una valutazione sull'efficienza e sull'adeguatezza della struttura architettonica di copertura in relazione al bene protetto²⁷.

Questa scheda raccoglie in modo dettagliato tutte le informazioni pertinenti alla copertura dell'edificio, tra cui la data di progettazione e di realizzazione e se è stata soggetta a manutenzione nel corso del tempo. Si identificano anche la tipologia e le modalità costruttive della copertura, insieme alle sue dimensioni in relazione alla superficie totale dell'edificio.

La copertura viene esaminata prendendo in considerazione diversi aspetti come la sua morfologia, la configurazione, il tipo di barriere e schermature presenti, nonché la pendenza del manto di copertura e del terreno archeologico sottostante.

²⁴ VELOCCIA RINALDI 1970-71.

²⁵ FALZONE, PELLEGRINO 2014.

²⁶ Tale studio compilativo è stato effettuato in oc-

casione del dottorato di ricerca a cui si è accennato in nota 5.

²⁷ CACACE *et al.* 2006.

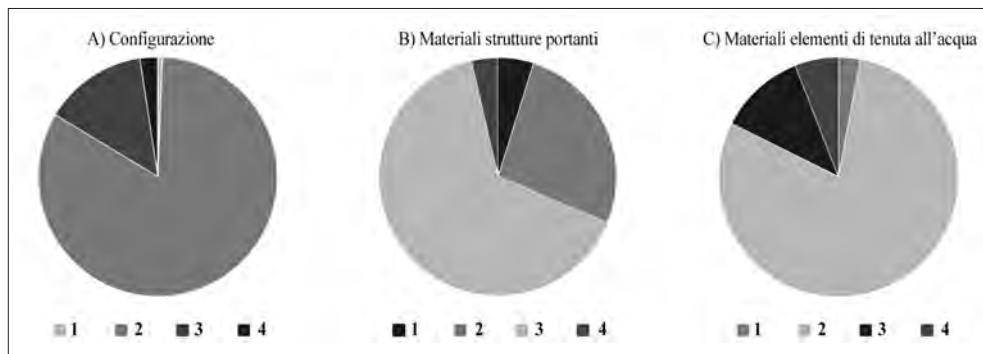


Fig. 7. Analisi della distribuzione delle coperture presenti nell'area ostiense in relazione alla loro: A) Configurazione (1-piana, 2-a falda, 3-a più falde, 4-a volta); B) Materiali delle strutture portanti (1-metallo, 2-legno, 3-misto metallo e legno, 4-cemento armato); C) Materiali degli elementi di tenuta all'acqua (1-metallo o *eternit*, 2-fibrocemento o resine acriliche, 3-pacchetto di copertura con tegole e coppi; 4-legno con guaina impermeabile).

Inoltre, vengono analizzati gli impianti installati sulla copertura stessa, come il sistema per la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane, le schermature solari, l'eventuale impianto elettrico con sistema di messa a terra e, se presente, il sistema di rilevamento microclimatico. Questa verifica comprende anche la valutazione dei danni eventualmente presenti sugli elementi o sugli impianti.

Basandosi sui dati raccolti vengono quindi calcolati diversi indici, tra i quali quelli di adeguatezza, efficienza e attendibilità, che forniscono una valutazione complessiva dello stato della copertura e dei suoi componenti.

All'interno del Parco archeologico ostiense sono state rilevate strutture dalla configurazione piana (1%), a falda singola (83%), a più falde (14%) o a volta (2%), con una netta prevalenza di coperture a falda singola, spesso tettoie provvisorie poste a protezione temporanea di affreschi o elementi di decorazione parietale, in vista di una sistemazione definitiva (62%). I grafici riportati (Fig. 7) descrivono la situazione e la distribuzione di tali elementi in relazione alle loro caratteristiche intrinseche o estrinseche.

Risulta evidente come vi sia una netta prevalenza di strutture portanti miste, costituite da un'orditura primaria in metallo e da una secondaria in travicelli di legno (65%), mentre le strutture lignee rappresentano il 27% del campione; un percentuale ridotta è rappresentata dalle strutture unicamente metalliche (5%) e da quelle in conglomerato cementizio (4%).

Lo strato di tenuta all'acqua, invece, è costituito in prevalenza da lastre ondulate in materiale plastico (perlopiù resine sintetiche colorate o, nei due casi sopra descritti, lastre di polycarbonato trasparente) o in fibrocemento dalla pigmentazione rosso mattone (79%); il 6% delle coperture è realizzato con tavelloni lignei ai quali è stata applicata una guaina impermeabile, mentre il 10% presenta un pacchetto di copertura a tetto in tegole e coppi. Solo il 2% delle strutture analizzate ha uno strato di tenuta all'acqua in metallo ed è stata individuata una copertura in *eternit* non ancora dismessa.

La diffusione dei materiali plastici è dovuta, in prima istanza, alla loro leggerezza, che permette la costruzione di strutture poco invasive, nonché alla loro economicità e versatilità. A fronte di tali requisiti, tuttavia, tali materiali manifestano in genere minore durabilità in relazione all'esposizione agli agenti atmosferici, e questo vale soprattutto per i primi materiali formulati e utilizzati a partire dagli anni Ottanta.

Il 18% dei campioni indagati, inoltre, presenta un sistema di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche, mentre solo il 6% è adeguatamente protetto contro la presenza di volatili.

La schedatura condotta, tuttavia, non si è limitata a descrivere le caratteristiche intrinseche delle coperture mappate, quali tipologia, configurazione, tecnologia adottata, materiali costituenti, ecc., ma ha approfondito anche la tipologia di bene protetto, al fine di sviluppare ulteriori considerazioni in merito alle interazioni che s'instaurano tra bene e copertura.

A questo proposito sono state individuate cinque tipologie di beni:

- affreschi, stucchi e rivestimenti parietali (94 casi);
- pavimentazioni musive, in *opus sectile* o lastre (29 casi);
- reperti mobili scavati e ricollocati *in loco*, tra i quali vanno considerate anche porzioni di volte o murature musealizzate nello stato di crollo (8 casi);
- elementi architettonici che hanno perso la loro configurazione originaria e la cui attuale morfologia, in assenza di protezioni, incrementa il pericolo legato a eventuali precipitazioni o altri fenomeni meteorologici (si fa riferimento, nella fattispecie, agli elementi di collegamento verticale, 'a vasca' o posti a quote diverse rispetto al piano di calpestio) (33 casi);
- ambienti o gruppi di ambienti spazialmente configurati al cui interno sono presenti due o più tipologie di beni suddetti (44 casi).

Tra le coperture analizzate, tuttavia, solo il 33% di esse confinano completamente il bene, mentre la restante percentuale assicura una protezione solo parziale e, in molti casi, puntuale ai resti archeologici.

Conclusioni

Nella valutazione delle strutture di protezione si pensa generalmente che coprire un sito sia sempre preferibile a lasciarlo esposto alle condizioni atmosferiche esterne; tuttavia, anche la presenza di una copertura a protezione dei beni archeologici determina nuove condizioni micro-ambientali che possono innescare meccanismi chimico-fisici e biologici di degrado. Dall'indagine condotta su questo tipo di apprestamenti all'interno dell'area archeologica ostiense sono emersi numerosi fattori di degrado legati all'errata progettazione delle coperture, nonché al loro deterioramento e malfunzionamento: in molti casi le strutture protettive contribuiscono a incanalare i venti, innescando erosioni/disgregazioni delle superfici interessate e il distacco (con caduta o senza caduta) di porzioni d'intonaco; spesso le travi a sostegno della copertura non impediscono la percolazione delle acque meteoriche, favorendo la formazione



Fig. 8. Esempi di degrado legato all'errata progettazione o al malfunzionamento dei sistemi di copertura: A) Dilavamento della tinta in relazione al diverso soleggiamento indotto dalle tettoie protettive; B) Colature con conseguente colonizzazione biologica in corrispondenza delle travi lignee di copertura; 3) Erosione legata all'azione del vento incanalato dal sistema di protezione.

di colature localizzate, patine e colonizzazioni biologiche e fenomeni di dilavamento dell'intonaco; in altri casi l'altezza insufficiente delle strutture di protezione modifica il microclima dell'ambiente, consentendo la proliferazione di micro-organismi e la costituzione di macchie e patine; altre volte l'errato posizionamento delle strutture determina alterazioni cromatiche e dilavamenti negli affreschi che dovrebbero proteggere. L'assenza di manutenzione e protezioni contro i volatili innesca poi fenomeni di degrado legati all'accumulo di depositi incoerenti e/o di guano animale, nonché alla crescita di vegetazione (Fig. 8).

Come risulta evidente, la vastità delle questioni da tenere in considerazione richiede un'approfondita analisi dell'ambiente esistente e delle peculiarità dei beni protetti, nonché delle soluzioni adottate per preservarli. La schedatura e le mappe tematiche così sviluppate consentono di monitorare l'intera situazione dell'area archeologica, costituendo uno strumento in grado di integrare opportunamente la valutazione tecnica dei dispositivi realizzati con l'analisi delle interazioni fra questi interventi e la preesistenza, al fine di stabilire un piano di manutenzione adeguato dell'area archeologica, così come delineato tra gli obiettivi della Direzione Generale Musei per la conservazione dei luoghi della cultura.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- ASLAN *et al.* 2018: Z. Aslan, S. Court, J.M. Teutonico, J. Thompson (a cura di), *Protective shelters for Archaeological Sites: Proceedings of a Symposium*, atti del convegno internazionale (Ercolano 23-27 settembre 2013), British School at Rome, Roma 2018
- CACACE *et al.* 2006: C. Cacace, S. D'Agostino, A.M. Ferroni, M.C. Laurenti, *La vulnerabilità archeologica: efficienza e adeguatezza delle coperture di protezione*, in M.C. Laurenti (a cura di), *Le coperture delle aree archeologiche. Museo aperto*, Gangemi, Roma 2006, pp. 45-64
- CALZA 1916: G. Calza, *Scavo e sistemazione di rovine (a proposito di un carteggio inedito di P.E. Visconti sugli Scavi di Ostia)*, in «Buletтино della Commissione Archeologica comunale», 44, 1916, pp. 161-195
- CALZA 1940: G. Calza, *Assetto e restauro delle rovine di Ostia Antica*, in *Atti del III convegno nazionale di Storia dell'Architettura (Roma 9-13 ottobre 1938)*, Carlo Colombo, Roma 1940, pp. 343-348
- CARANDINI 1981: A. Carandini, *Storie dalla terra. Manuale dello scavo archeologico*, De Donato editore, Bari 1981
- DE GUICHEN 1986: G. De Guichen, *Object interred, object disinterred*, in N. Stanley-Price (a cura di), *La conservazione sullo scavo archeologico*, ICCROM, Roma 1986
- DEMAS 2002: M. Demas, *Annotated bibliography on protective shelters for archaeological sites*, in «Conservation and Management of Archaeological Sites», 5, 2002, 1-2, pp. 91-105
- DI MUZIO 2010: A. Di Muzio, *Rovine protette: conservazione e presentazione delle testimonianze archeologiche*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2010
- FALZONE, PELLEGRINO 2014: S. Falzone, A. Pellegrino (a cura di), *Scavi di Ostia*, 15, *Insula delle Ierodule (c.d. Casa di Luceia Primitiva: III, IX, 6)*, Arbor Sapientiae, Roma 2014
- FEA 1802: C. Fea, *Relazione di un viaggio ad Ostia e alla villa di Plinio detta Laurentino fatto dall'avvocato Carlo Fea, Presidente alle Antichità romane e al Museo Capitolino*, Antonio Fulgoni, Roma 1802
- FEOLA 2017: G. Feola, *Il futuro delle rovine. La protezione delle evidenze archeologiche*, Tesi di Dottorato, tutor Prof.ssa R. Picone, Università degli Studi di Napoli Federico II, 2017
- FERRONI, LAURENTI 2006: A.M. Ferroni, M.C. Laurenti, *Coperture di protezione. Studi pregressi e ricerche in corso*, in M.C. Laurenti (a cura di), *Le coperture delle aree archeologiche. Museo aperto*, Gangemi, Roma 2006, pp. 77-109
- GALLICO 2007: S. Gallico, *Il 'restauro' del teatro romano di Ostia antica. Ideologia di un ripristino*, in «Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura», n.s. 44-50, 2004-2007, pp. 511-520
- GALLICO, TURCO 2020: S. Gallico, M.G. Turco, *Gli scavi di Pio VII a Ostia Antica: le nuove scoperte archeologiche*, in C. Malacrino, A. Quattrocchi, R. Di Cesare (a cura di), *L'antichità nel Regno. Archeologia, tutela e restauri nel Mezzogiorno preunitario*, atti del convegno internazionale di studi (Reggio Calabria 26-29 aprile 2017), pp. 221-231
- IETTO 1996: M. Ietto, *Gli scavi di Ostia antica e l'attività di Guido Calza e Italo Gismondi nella formazione del dibattito culturale ed architettonico contemporaneo*, Tesi di Laurea in Architettura, Università degli Studi di Roma La Sapienza, 1996
- MANNUCCI, VERDUCHI 1996: V. Mannucci, P. Verduchi, *Il parco archeologico e naturalistico di Porto: cenni metodologici*, in «Archeologia laziale», 11, 1996, pp. 155-158
- MARINI 1998: F. Marini, *La grande escavazione ostiense di papa Pio VII. Considerazioni storiche, metodologiche e topografiche*, in «Rivista dell'Istituto Nazionale d'Archeologia e Storia dell'Arte», s. III, XXI, 1998, 53, pp. 61-110

- MARINI RECCHIA *et al.* 2002: F. Marini Recchia, D. Pacchiani, F. Panico, *Scavi ad Ostia nell'Ottocento. Dalle escavazioni pontificie alle indagini di Rodolfo Lanciani*, in C. Bruun, A. Gallina Zevi (a cura di), *Ostia e Portus nelle loro relazioni con Roma*, atti del convegno (Roma 3-4 dicembre 1999), Acta Instituti Romani Finlandiae, 27, Quasar, Roma 2002, pp. 247-305
- PANE 2018: A. Pane, *Coperture protettive a Pompei: dalla storia al futuro*, in M. Osanna, R. Picone (a cura di), *Restaurando Pompei*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2018, pp. 463-472
- PEDELI, PULGA 2013: C. Pedeli, S. Pulga, *Conservation on Archaeological Excavations. Principale and metodo*, Getty Conservation Institute, Los Angeles 2013
- RANELLUCCI 2011: S. Ranellucci, *Coperture archeologiche. Allestimenti protettivi sui siti archeologici*, Dei Tipografia del Genio Civile, Roma 2011
- RINALDI 2012: E. Rinaldi, *Restauro e conservazione a Ostia nella prima metà del Novecento*, Tesi di dottorato, tutor Prof.ssa E. Pallottino, Università degli Studi di Roma Tre, Roma 2012
- RINALDI 2015: E. Rinaldi, *Conservare e 'rivelare' Ostia: per una rilettura dei restauri della prima metà del Novecento*, in «Restauro Archeologico», 23, 2015, 2, pp. 46-67
- RUGGERI TRICOLI 2007: M.C. Ruggeri Tricoli, *Musei sulle rovine. Architettura nel contesto archeologico*, Lybra Immagine, Milano 2007
- ROSA 1873: P. Rosa, *Sulle scoperte archeologiche della città e provincia di Roma negli anni 1871-1872. Relazione presentata a S.E. il Ministro della Pubblica Istruzione dalla Reale Soprintendenza degli Scavi della Provincia di Roma*, Regia Tipografia, Roma 1873, pp. 88-95
- SALASSA 1999: C.M. Salassa, *Le coperture di restauro a Pompei*, in «Rivista di Studi Pompeiani», 10, 1999, pp. 91-115
- VELOCCIA RINALDI 1970-71: M.L. Veloccia Rinaldi, *Nuove pitture ostiensi: la Casa delle Ierodule. Relazione preliminare*, in «Atti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia. Rendiconti», XLIII, 1970-71, pp. 165-185

Considerazioni sulle coperture in legno negli edifici religiosi, soprattutto romani

FABRIZIO DE CESARIS

Premessa

Le coperture a struttura lignea attingono sovente, nell'architettura religiosa, alle massime espressioni costruttive e creative; generalmente, sono state concepite soprattutto per ottemperare alle richieste di portanza alla gravità su luci elevate, tuttavia, nelle recenti evoluzioni dell'approccio strutturale, si riconosce loro un ruolo di maggiore rilevanza, soprattutto in relazione alla compartecipazione nella risposta dell'edificio alle sollecitazioni sismiche. Anche sotto questo riguardo, sembra opportuno distinguere gli involucri lignei che proteggono le volte sottostanti dai tetti che assolvono in via esclusiva il compito di coprire, proteggere e vincolare le murature portanti.

Molti edifici religiosi coperti a volta, soprattutto nel meridione o nelle regioni aride, evitano addirittura l'adozione del tetto lasciando all'astrico dotato di opportune pendenze, il compito di irregimentare l'acqua piovana¹. Tradizionalmente, quando presente in associazione alla copertura muraria, il tetto non assume un impegno strutturale essenziale, limitandosi a svolgere il compito accessorio di protezione superiore, quasi un ombrello, parasole o parapigioggia, per deviare o trattenere le precipitazioni meteoriche o per schermare dalle forti insolazioni; allora risulta leggero, spesso discontinuo e ventilato proprio per corrispondere agli scopi funzionali². In assenza della copertura a volta, per quanto l'articolazione lignea della copertura sia comunque molto meno massiva delle parti murarie tuttavia può assumere, oltre all'onere di sostenere i carichi verticali, anche compiti di collegamento tra i muri d'ambito, che impongono un registro esecutivo di maggiore impegno e affidabilità.

A prescindere dal ruolo strutturale, un importante discrimine è costituito dalla visibilità delle strutture lignee della copertura, spesso limitata dalle strutture architettoniche

¹ In effetti, le strutture voltate sulle chiese, in oriente e alle latitudini inferiori, talvolta non sembra necessitino di una protezione ulteriore. La stessa cupola doppia, in muratura in basso e superiormente in legno, sovente adottata a Venezia con probabile derivazione dalle architetture orientali, sembra essere costruttivamente motivata più da scopi formali che da necessità funzionali (si veda, in particolare, PIANA 2019).

² Si noti che le coperture tradizionali a tetto sono sempre state discontinue; la capacità di evitare l'infiltrazione delle acque di precipitazione meteorologica dipende solo dall'inclinazione e dalla continuità dei percorsi offerti dal manto verso la grondaia, che allontanano le piogge pur essendo traspiranti. Allo stesso tempo consentono l'evaporazione delle acque infiltrate o condensate nel sottotetto.

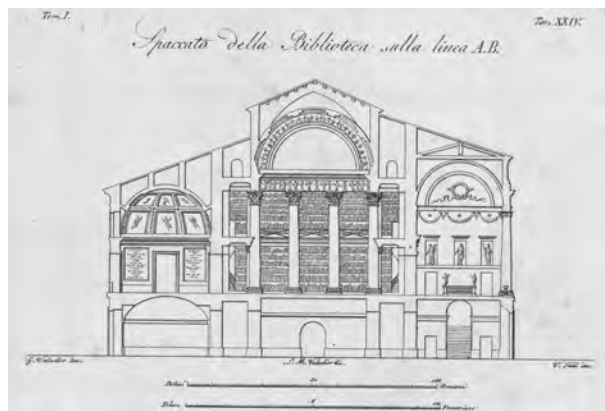


Fig. 1. Sezione trasversale di un progetto di Giuseppe Valadier in cui adotta e descrive sinteticamente le tre tipologie tradizionali di travatura principale per copertura in legno; si tratta di una biblioteca in cui appare, da sinistra a destra, l'appoggio murario sulla cupola, gli archi diaframma che scavalcano la volta sottile, la capriata pensile per la falda asimmetrica (da VALADIER 1807, Tav. XXIV). Nello stesso volume compare anche la sezione di un coro con i setti/pilastrini di appoggio sulla volta (ID., Tav. XXV).

del soffitto che separano gli spazi funzionali sottostanti e il cosiddetto sottotetto; tale copertura intermedia è talvolta una componente accessoria, meramente formale, e in altri casi è costituita da elementi strutturali continui, soprattutto murari, ma costituisce, in ogni caso, un impedimento visivo. Condizione che spesso ha causato una minore attenzione manutentiva e favorito l'adozione di interventi invasivi nel sottotetto, accettabili solo perché nascosti alla vista, dall'aggiunta di protesi fino alla sostituzione tipologica.

Accanto a una breve rassegna delle soluzioni tecniche originarie, si vuole proporre una sintesi sugli attuali approcci finalizzati alla sicurezza strutturale che, in effetti, hanno nel tempo portato a negare la leggerezza della copertura lignea a causa delle complessità e ai costi della manutenzione, legati alla necessità di una maggiore garanzia di sicurezza degli operatori.

La disamina percorre soprattutto l'ambito delle coperture degli edifici religiosi romani, significativo, anche se non esaustivo, per il ruolo centrale attrattivo svolto per secoli dall'attività edilizia della città, che ha assorbito soluzioni estranee per poi diffonderle una volta metabolizzate (Fig. 1).

Uno sguardo retrospettivo

Nelle interpretazioni di compiti e funzioni, viene spontaneo rivolgere uno sguardo al passato, scoprendo peraltro la discontinuità degli studi inerenti, spesso trascurati dagli storici e poco approfonditi dai tecnici. Emergono informazioni circoscritte che lasciano intravedere modalità e soluzioni che tuttavia non consentono di individuare fondate linee evolutive. Più che fili di trasmissione a progressione diacronica, sembra scorgere una rete di connessioni in cui le lacerazioni di alcune trame vengono superate, attraverso l'ordito, dal passaggio alternativo su altre corde. Così alcune tecnologie progrediscono contaminando popolazioni diverse e si ritrovano a distanza di anni regredite o rinnovate e implementate.

Le origini delle strutture pensili, superando la fase delle coperture impostate sullo schema trilitico, greco e orientale (egiziano), sembrano dunque rintracciarsi nelle

edificazioni della Magna Grecia³; e loro tramite ritrovarsi a Roma nelle grandi basiliche imperiali, in cui si affaccia il limite d'impiego nell'ordine dei 25 metri di luce. Successivamente si ripropongono nelle basiliche costantiniane per diffondersi poi e permanere incontrastate nelle realizzazioni delle più grandi strutture religiose. Le basiliche paleocristiane di Roma sono dunque un campionario di strutture, non del tutto esplorato sotto questo aspetto, in cui sembra svolgere un ruolo primario la capriata binata adottata a San Paolo, a San Giovanni in Laterano e a San Pietro⁴.

Con il recupero delle coperture murarie delle chiese, nelle forme in cui queste ultime rinascono dopo il Millennio, ovvero molto più esili e leggere rispetto a quelle antiche, non si perde tuttavia l'uso della struttura lignea pensile come ulteriore protezione impostata superiormente, per mantenere sottile e più leggera la volta muraria o come unica struttura di copertura da lasciare in vista (non solo nelle strutture minori) o da celare con il controsoffitto, generalmente ligneo.

Nelle regioni settentrionali, l'opportunità di un diaframma protettivo sembra favorire la duplicità della struttura di copertura, muraria e lignea impegnate rispettivamente nella definizione dello spazio interno e nella composizione del manto superiore, con declinazioni in cui le due componenti risultano completamente disaccoppiate e sviluppate in parallelo. La grande suggestione delle falde a capanna⁵, impostate ad altezze già rilevanti e poi lanciate per l'erta inclinazione contro il deposito di neve e per le notevoli dimensioni in altezza, produce nelle chiese gotiche un ulteriore impeto verticale. Ciò già giustifica una costruzione così impegnativa, anche se, si osserva, essa produce ambienti suggestivi ma sostanzialmente inutilizzabili per la posizione e il microclima ambientale.

Già le grandi coperture lignee delle navate gotiche italiane (Orvieto, Firenze, Siena, Bologna ecc.) evidenziano l'efficacia, formale e strutturale, del sistema privo delle volte, ma non stupisce che, con altri obiettivi formali legati all'evoluzione rinascimentale del gusto, il raddoppio della struttura (muraria e lignea) sia stato sostituito dalla sola volta massiva. In particolare, si fa riferimento a una concezione della copertura che, riprendendo le tradizioni antiche, come nei primi esempi rinascimentali, propone una consistenza più massiccia rispetto alle volte medievali e una superficie estradossata disponibile ad accogliere il rivestimento di un astrico in piano o di una semplice falda laterizia leggermente rialzata.

Questo sembra il pensiero dell'Alberti fortemente intriso del senso dell'architettura classica⁶; esso riemerge ancora in Santa Maria degli Angeli di Michelangelo otte-

³ RUGGIERI 2022.

⁴ Le grandi capriate binate con controcatene doppie e monaco comune sembrano una ricorrenza nelle coperture di questa fase e vengono replicate in molte delle chiese coeve e dei secoli immediatamente successivi. In particolare, a significare la buona conservazione anche dopo un millennio, i legni della vecchia San Pietro ormai nella fase *des-truens* saranno reimpiegati per la realizzazione del-

le coperture del palazzo Farnese (D'AMELIO 2017).

⁵ Si pensi alle grandi cattedrali francesi o al Santo Stefano di Vienna.

⁶ Un riferimento, in tal senso, può essere rappresentato dalla navata del Sant'Andrea di Mantova e forse anche nel tempio Malatestiano, se fosse stato completato secondo il suo disegno.



Fig. 2. Una delle tante vedute romane seicentesche focalizzata su una sala residua delle terme di Diocleziano (San Bernardo) provvista di una leggera copertura, quasi provvisoriale (G.B. Mercati, 1629).



Fig. 3. Sezione trasversale della navata di San Pietro in Vaticano con la struttura di sostegno del tetto a pilastri poggiati sulla volta. Si noti la maggiore quota d'imposta del tetto (sagoma tratteggiata) nell'ipotesi di una incavallatura pensile nella quale la catena orizzontale, abitualmente rialzata dall'estradosso murario per consentire la praticabilità, determina la maggior quota d'imposta (da LETA-ROUILLY 1882, pl. 8).

protezione leggera, già osservata nella pratica ordinaria quale soluzione provvisoria ma portata a una proposizione definitiva. Si tratta di coperture lignee non pensili ma sopportate da pilastri (in parte murari e in parte colonnelli lignei) che scaricano l'esiguo carico diffusamente sulla volta. Una opzione che riduce le forti distanze tra volta e tetto delle cattedrali gotiche a un distacco minimale⁸.

nuta recuperando alcuni ambienti delle terme di Diocleziano che conservavano la loro copertura a volta, protetta da un tetto ligneo e laterizio.

Nella Roma del XVI secolo, nelle attente osservazioni dei manufatti antichi, non dovrebbe essere sfuggita la soluzione adottata per proteggere in maniera economica un gran numero di edifici parzialmente ruderizzati ma ancora voltati⁷. Si tratta di mantelli laterizi che, invece di richiedere una struttura superiore, sfruttano come sostegno la stessa volta muraria, soggetto passivo di protezione.

L'impalcatura lignea si compone di una struttura principale, formata da travi inclinate perpendicolari alla linea di sgrondo, appoggiata con pilastri all'estradosso della volta muraria. Si tratta di una semplice struttura protettiva che giustifica pienamente la denominazione di 'paradosso' attribuita alle travi disposte in tal modo; su tali orditure si sovrapponevano regolarmente le strutture secondarie e il manto di laterizi (Fig. 2).

Da ciò scaturisce un'ipotesi di studio, in corso di verifica, che delinea un espediente ulteriore adottato in edifici di nuova costruzione, in cui alla volta muraria estradosata si sovrappone la

⁷ L'attenzione, tipica del periodo rivolto allo studio dei resti antichi come fonte di sapere costruttivo, è provata dalle viste dell'epoca, che spesso riproducono la protezione di leggeri ed economici diaframmi lignei e laterizi; vedi, ad esempio, l'im-

agine della chiesa di San Bernardo alle Terme di Diocleziano a Roma, di G.B. Mercati, 1629 (Fig. 3).

⁸ Spesso le quote del tetto dovevano essere contenute per non coprire prospetticamente altre parti dell'edificio quali, ad esempio, le cupole.

Sembra un compromesso tecnico in cui si mantiene la dicotomia funzionale tra volta di copertura dell'ambiente e tetto ma dove il compito strutturale rimane univocamente affidato alla volta muraria, e tramite il quale si evitano volumi non utilizzabili e le maggiori altezze, talvolta sconvenienti al gusto classico ormai dominante⁹ (Fig. 3).

Questa è la modalità adottata, per esempio, nella copertura lignea e laterizia della navata centrale di San Pietro in Vaticano dove, vuoi per evitare di coprire prospettivamente la cupola, vuoi per evitare maggiori oneri, il tetto segue pedissequamente il profilo della volta, approssimandolo molto. Questa risoluzione sembra tornare anche in altre chiese romane del XVI-XVII secolo in cui le rappresentazioni dell'epoca riportano detti pilastri poggiati sull'estradosso della volta di navata¹⁰. Nella copertura del Duomo di Saronno si osserva una piena adozione della tipologia a paradossi su pilastri impostati sulla volta e corredati di un sistema di catene metalliche che garantiscono rispetto a eventuali spinte orizzontali delle travi inclinate¹¹.

La stessa copertura del Gesù potrebbe essere stata interessata da una simile tipologia di copertura, poiché tuttora presenta pilastri intermedi nella luce delle catene lignee; la struttura a capriata attuale sarebbe frutto di una modifica, adottata probabilmente anche in altri casi analoghi, rispetto alla struttura originaria e i pilastri (non rimossi ma isolati alcuni centimetri dall'intradosso della catena lignea) sono ora inerti e ingiustificati.

Una soluzione simile appare particolarmente consona a chiese con pianta centrale o con moderato sviluppo longitudinale. Certamente, nel progetto in cui Gian Lorenzo Bernini definisce la forma ovale di Sant'Andrea al Quirinale, nella previsione della copertura adotta il sistema dell'appoggio della struttura lignea su pilastri¹² (Fig. 4). A questo esempio si potrebbe aggiungere quello della copertura di San Teodoro ai Fori.

Tra le varie sperimentazioni per la copertura in cui le strutture murarie e lignee giungono a interessanti ibridazioni, non devono sottacersi le coperture lignee impostate su strutture murarie costituite da archi-diaframma ovvero importanti archi murari (con intradosso a tutto sesto o rialzato) che sostituiscono le incavallature lignee nell'orditura principale e assumono in sommità la linea inclinata propria dei puntoni in legno. L'estradosso inclinato delle arcate costituisce l'imposta delle orditure secondarie orientate normalmente agli archi, in genere nella direzione longitudinale della navata. Una risoluzione razionale, risalente al basso medio evo o quantomeno al

⁹ La catena orizzontale comporta un'altezza delle imposte almeno maggiore della chiave della volta muraria e, quindi, un notevole rialzo del tetto, se su incavallatura pensile.

¹⁰ Alcuni spaccati in ANONIMO 1721 lasciano ipotizzare adozioni simili in diverse coperture delle chiese romane che potrebbero essere state successivamente sostituite con strutture lignee pensili. Purtroppo, come anticipato, la ricerca su tale aspetto è ancora *in nuce* e il suo sviluppo accerterà tali per ora eventuali adozioni.

¹¹ Il Santuario della Beata Vergine dei Miracoli a Saronno (Varese) venne iniziato da Giovanni Antonio Amadeo all'inizio del XVI sec. e completato da Pellegrino Tibaldi nei primi anni del Seicento (SALA 2004). La copertura è stata oggetto di uno studio presentato da Alberto Grimoldi e Angelo Giuseppe Landi al 4° Convegno Construction History Group, *Strutture nascoste*, (Torino, 29 Febbraio-1 marzo 2024).

¹² CONNORS 1982, p. 17.

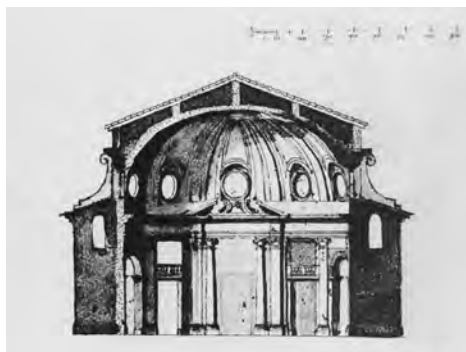


Fig. 4. La sezione trasversale del progetto di Gian Lorenzo Bernini per Sant'Andrea al Quirinale con la copertura appoggiata su muricci (da CONNORS 1982, p. 17).

chi diaframma che ne emergono garantiscono il sostegno autonomo del tetto ligneo. La navata della Chiesa Nuova alla Vallicella, per esempio, presenta una volta muraria nervata con specchiature centrali a schifo ma è sormontata da arcate concluse a timpano su cui si imposta la struttura lignea; la struttura, riferibile a Matteo Bartolini da Città di Castello¹³ (eseguita dal 1575 al 1576), propone dunque una tipologia interamente muraria nelle strutture principali. La stessa interpretazione compare nel sottotetto di San Sebastiano al Palatino (XVII secolo), in cui le arcate laterizie a timpano emergono dalla volta muraria per sostenere la copertura lignea.

Una variante, ancor più integrata, vede l'arco diaframma strettamente connesso alla volta inferiore di cui costituisce l'estensione della nervatura di irrigidimento¹⁴.

Nelle chiese riferibili ancora al periodo, rinascimentale e barocco, si osserva contemporaneamente anche l'adozione di orditure lignee che mantengono il decisivo ruolo strutturale di sostenere la copertura e collegare le murature di navata; spesso le coperture sono corredate da diaframmi lignei o da incannucciate (con telai in legno integrati da minimi e illusori spessori d'intonaco) destinati solo a funzioni accessorie, di decoro, di finitura architettonica, di isolamento¹⁵. Quindi con una accezione stilistica diversa, ma ancora con lo stesso compito assolto nelle coperture delle basiliche anti-

periodo romanico e gotico, che propone strutture talvolta minimali e spesso lasciate in vista che, sostituendo le incavallature principali lignee, raccoglie l'esigenza di coprire luci importanti o medie in architetture minori o in aree povere di legname e di specifiche capacità artigianali.

Un'esperienza che, tuttavia, si riaffaccia anche in momenti successivi in soluzioni miste, che mantengono la duplicità tra copertura della navata e tetto, costituiti da elementi eterogenei: la volta inferiore soddisfa in questo caso le istanze del gusto corrente, mentre gli ar-

¹³ Lo stesso architetto che non ebbe modo di concludere l'incarico dell'acquedotto Felice, successivamente completato da Giovanni e Domenico Fontana.

¹⁴ Non di rado, tali archi sono stati eliminati per consentire l'inserimento di capriate lignee o metalliche.

¹⁵ Nella storia si assiste a un continuo riferimento delle sovrastrutture lignee ai soffitti antichi delle volte murarie; i controsoffitti lignei, almeno dal

Cinquecento, pur mantenendo la generale planarità si ispirano ai modelli formali dei lacunari murari, sovrapponendosi ai ritmi delle strutture lignee; le stesse controvolte sono genericamente informate ai modelli di copertura muraria per evitare l'immagine, considerata obsoleta o inadeguata, della struttura lignea; una modalità che anticipa le tensioni concettuali tra forma e sostanza (si veda nello specifico ancora D'AMELIO 2017, ma anche CONFORTI *et al.* 2017).

che e paleocristiane, prosegue l'adozione delle capriate, non più binate ma comunque molto robuste.

Le mutazioni del gusto e, forse, i danni sismici con le conseguenti riparazioni portano a trasformazioni, talvolta anche strutturali, delle coperture. L'aggiunta cinque-seicentesca dei soffitti lignei nelle basiliche è piuttosto ricorrente, iniziando dalla chiesa di San Marco Evangelista al Campidoglio per poi proseguire con un lungo elenco in cui sono ricomprese anche le basiliche paleocristiane, nate per esibire la struttura lignea ma che hanno poi subito l'aggiunta del controsoffitto.

Senza entrare nel merito costruttivo dei controsoffitti, ci si limita a menzionare la tipologia con struttura lignea autonoma, parallela alle capriate, o con appoggio su di esse, sfruttando le catene come travi di appoggio di un'orditura secondaria piana.

Per le finte volte (a camera a canne), dal punto di vista strutturale, si deve considerare una struttura portante realizzata con centine o costole su cui si addossa il tessuto connettivo delle stuoie di canne palustri (o similari) intonacate. In entrambi i casi, un'orditura di panconcelli, ritti lignei in funzione di pendinature, sostiene il diaframma ancorandosi alle travi o direttamente alle capriate.

Le trasformazioni possono essere anche più decise, come nel caso della volta muraria a botte inserita nel Seicento nella navata del duomo di Spoleto, contemporaneamente alla realizzazione dei grandi speroni trasversali e alle nicchie laterali.

Caratteri costruttivi delle strutture lignee di copertura

Dunque, le coperture lignee delle chiese si affidano in prevalenza a strutture primarie costituite da incavallature pensili e, con minor frequenza, ad arcate murarie estradossate a timpano o, raramente, a strutture verticali poggiate sulle volte sottostanti. L'incavallatura lignea nella tradizione italiana è generalmente pensile, a nodi articolati e schema non chiuso, ovvero non pienamente reticolare¹⁶. Gli schemi più frequenti sono legati alla forma triangolare ribassata, che non necessita delle elaborate articolazioni interne tipiche delle capriate del nord Europa; quest'ultime, invece, caratterizzate da sagome triangolari molto slanciate o poligonali, sfruttano molteplici connessioni interne per ridurre la flessibilità e l'instabilità degli elementi. In questi casi, le incavallature sono formate con variabili disposizioni delle membrature, spesso nella forma di cavalletti triangolari minori sovrapposti e intersecati a formare la sagoma desiderata.

Nelle capriate nostrane, caratterizzate da una monta più contenuta, la composizione è più semplice: puntoni, monaco (non sempre presente) e catena; obiettivi essenziali sono l'ottenimento di una adeguata resistenza, affidata ai puntoni molto inclinati e fortemente inflessi, e la tenuta del tirante orizzontale, spesso realizzato con più elementi concatenati (*Fig. 4*).

¹⁶ Seppure ricordate nella manualistica ottoneovecentesca, forse per influenze nordiche, sono molto rare le strutture a travata lignee con colon-

nelli, ovvero con elementi verticali portanti appoggiati sulle catene in grado di lavorare a trave, come negli antichi templi.



Fig. 5. La tipologia della capriata binata con monaco singolo passante tra le due controcatene, già rappresentata dettagliatamente in LETAROUILLY 1840, come appare nella copertura di Santa Prassede (foto Maurizio Caperna).



Fig. 6. Nella capriata binata presente a San Giorgio al Velabro si osserva uno schema diverso in cui anche il monaco si raddoppia per sostenere le saette; la tipologia è quindi costituita da una doppia incavallatura, ripetuta identica, appaiata e solidarizzata dai connettori (da *La chiesa di San Giorgio* 2002, p. 82).

Al crescere della luce risulta dunque rilevante la presenza del dispositivo rompitrattra per i legni inclinati: se costituito dal puntone orizzontale (controcatena), l'inflessione dei due puntoni verso l'interno viene evitata per contrasto reciproco e lo scivolamento della controcatena evitato con incassi adeguati o con il raddoppio dei puntoni nella parte inferiore; se ottenuto con puntoni inclinati (saette) non si può prescindere dalla presenza del monaco che, al centro, ne raccoglie gli sforzi, in parte consentendone la reciproca elisione e in parte trasferendo al nodo di colmo le componenti verticali.

Le capriate italiane, escludendo i casi più particolari influenzati dagli schemi mitteleuropei, sono dunque caratterizzate da poche tipologie basilari che sostanzialmente si riducono alle incavallature semplici (luci da $8 \div 12$ m) e con rompitrattra (su campate da $10 \div 25/27$ m). A questi schemi basilari si aggiunge tutta la complessa e ricca casistica particolare che vede la presenza dei monaci al colmo e sui nodi laterali, il raddoppio dei puntoni appaiati nel piano, il raddoppio della catena, l'aggiunta di ulteriori saette sui monaci laterali e il raddoppio in parallelo dello stesso schema (capriate doppie o binate) (Figg. 5-6).

Ancora riguardo agli schemi, si annota che tra le incavallature con controcatena può distinguersi il telaio triangolare irrigidito dalla traversa orizzontale dal telaio trapezio isoscele con un cavalletto superiore; in entrambi i casi la sagoma è simile, ma diverso risulta il comportamento statico poiché nel secondo schema è necessario un irrigidi-

mento nodale per evitare l'instabilità del telaio inferiore a quattro cerniere. Nelle capriate composte da triangolo esterno e trapezio interno – ovvero con il raddoppio dei puntoni che sostengono la controcatena – si assiste alla sovrapposizione dei puntoni lunghi esterni che formano un 'arco a tre cerniere', cinematicamente determinato, al quadrilatero interno, labile; quest'ultimo, stabilizzato dal telaio superiore, lo rinforza efficacemente (Fig. 7).

Generalmente le capriate sono simmetriche ma non mancano esempi di strutture prive di questa condizione, quali le incavallature delle navatelle, necessariamente coperte con strutture asimmetriche, composte almeno dal falso puntone ma, preferibilmente, dal sistema puntone e catena, spesso con saetta rompitratta al crescere della luce. Il tetto a leggio, già in origine asimmetrico, è raramente adottato e spesso deriva da trasformazioni introdotte nell'edificio in fasi successive; la copertura, adeguandosi ma, nella consueta parsimonia dell'edilizia, mantenendo quanto possibile le strutture preesistenti, perde così la simmetria iniziale. È il caso della modifica da tetto a capanna (XVI sec.) in tetto a leggio (XVIII sec.) della chiesa di San Giovanni Decollato, sempre a Roma. Con un espediente riscontrabile anche altrove, alle incavallature esistenti è stata appoggiata una travatura sovrapposta a uno dei due puntoni e poi prolungata nella stessa direzione fino a una sede muraria ottenuta rialzando il muro opposto. Il regime originale delle sollecitazioni viene completamente modificato, non essendo più simmetrica la disposizione dei carichi che in parte sollecitano indirettamente il puntone affiancato – mentre l'altro risulta solo compresso; anche le saette risultano sbilanciate e quasi inflettono il monaco e il puntone scarico, causando un'inflexione negativa.

Il tirante orizzontale, elemento di appoggio sulle imposte, si realizza con un solo componente, con due congiunti (al centro o a un terzo della luce) o addirittura con tre parti unite con nodi laterali simmetrici. Il vincolo intermedio offerto dal puntone (singolo o doppio) rassicura soprattutto in questi casi perché la giunzione, per quanto ben realizzata con i giunti 'a dardo di Giove', difficilmente può corrispondere al vincolo di continuità naturale del tronco unico.

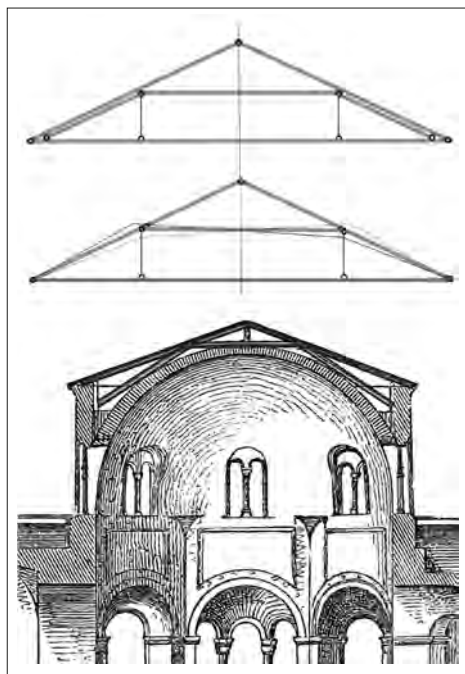


Fig. 7. In alto, due schemi di incavallature con sagoma simile e diverso comportamento strutturale (vedi nel testo). In basso, un simile funzionamento, si riscontra nella struttura lignea evidenziata in grigio che nella fattispecie è contratta per non interferire con la sagoma muraria della volta nel San Vitale a Ravenna (rielaborazione da dettaglio di Anonimo, XIX sec.).

Le catene, spesso utilizzate per sopportare il solaio di sottotetto o controsoffitto, sfruttano i monaci come sostegni elastici intermedi, riducendo così quel fenomeno di imbarcamento legato alla deformazione plastica differita nel tempo, certamente antiestetica nei controsoffitti in cui si verificano anche effetti di sconnessione tra le parti componenti, costrette a seguire l'inflessione degli elementi portanti.

Il monaco sembrerebbe l'elemento meno indispensabile, specialmente quando non collabora con la catena, ma è viceversa molto utile per evitare la deformazione dell'intera incavallatura: qualora i puntoni tendano a torcersi o a imbarcarsi, il monaco potrebbe uscire dal piano ma viene trattenuto dalla staffa (o dal doppio gattello ligneo) che, al piede, lo lega alla catena, contenendo così l'entità della deformazione.

Certamente il tema più delicato è legato ai nodi, ovvero alla capacità di connessione e di tenuta nel tempo. Abbiamo già menzionato il giunto tra gli elementi delle catene, ma il nodo d'imposta appare di rilevanza ancora maggiore. Esso è deputato, per effetto della geometria, a sostenere i puntoni ma anche ad accogliere colature di eventuali acque infiltrate o di condensa quando non risulta efficacemente drenata. L'umidità residua deve essere, pena il degrado del materiale, messa in condizione di poter evaporare mediante un'opportuna ventilazione. Non a caso, questo nodo è oggetto di particolari diligenze che vanno dalla tavola lignea o litica per distaccare il legno dalla muratura, alla mensola di appoggio in legno o in pietra, alle connessioni metalliche per l'ancoraggio e l'irrigidimento nodale.

La predisposizione dell'incastro ligneo assume la massima rilevanza nella formazione delle incavallature. L'incastro veniva predisposto dal carpentiere che, con l'ascia o la sega, realizzava la cavità di accoglimento e le forme d'inserimento degli elementi. Tali modalità sono spesso dettagliate nei manuali proprio per l'essenziale rilevanza ai fini della resistenza e dell'efficienza dell'incavallatura, in cui i rapporti fra la profondità dell'incavo e la sezione residua sono la chiave della corretta esecuzione, forse più dello stesso dimensionamento dei componenti. In effetti, gli incastri nodali, senza collanti e connessioni, già dovrebbero garantire la funzionalità del sistema; tuttavia, essi vengono spesso corroborati con gattelli, cunei, caviglie tipici della carpenteria lignea, spesso supportati da quelli metallici quali staffe, perni e reggette, talvolta aggiunti come provvedimenti di integrazione moderna. Dispositivi che possono risultare molto utili negli scuotimenti sismici e in condizioni di degrado locale.

In particolare, le semplici staffe metalliche tradizionali, oltre a evitare lo slittamento del puntone sulla catena, riescono a solidarizzare i due elementi convergenti all'imposta e, in tal modo, impediscono il collasso a taglio della catena ammalorata, preservando, almeno momentaneamente, da crolli distruttivi della struttura principale e delle secondarie.

Riflessioni su ruolo strutturale e interventi

La consapevolezza dei compiti e delle capacità portanti delle strutture lignee, già raggiunta empiricamente nelle realizzazioni antiche e medievali, può essere considerata ormai acquisita agli albori dell'Illuminismo; riguardo alla collaborazione nei

confronti della risposta sismica, la coscienza razionale del loro apporto appare più recente e le armature di copertura risultano sempre più coinvolte nelle predisposizioni dei dispositivi strutturali resistenti al terremoto, specialmente nei consolidamenti, per quanto non sempre con le modalità più rispondenti ad una effettiva riduzione della vulnerabilità¹⁷.

In particolare, nella risposta strutturale negli edifici religiosi, il comportamento dello scheletro murario, per le dimensioni dilatate o per costituzione, spesso si allontana da quello coeso e solidale tipico delle murature cellulari del tessuto residenziale, vuoi per la scarsa rigidezza della scatola muraria vuoi per la presenza di sostegni murari rarefatti, pilastri e colonne in alternativa ai setti continui.

In queste circostanze, effettivamente la copertura può assumere il compito di unire biunivocamente (come tirante e a contrasto) le strutture verticali d'imposta, mantenendone le connessioni vincolari e richiamando quanto possibile un comportamento scatolare. Tale contributo può riconoscersi nelle strutture basilicali in cui, in effetti, non si verifica rastremazione della muratura fino all'imposta della capriata. Soprattutto le catene binate sembrano poter offrire il massimo contributo sia come tirante sia (per la maggiore stabilità) come contrasto tra le pareti d'imposta, risultando inoltre più resistenti al ribaltamento fuori del piano. La rigidezza complessiva delle travature secondarie, nella molteplicità dei vincoli (deboli ma sovrabbondanti numericamente), consente di mantenere la verticalità delle incavallature; tuttavia, in alcune coperture si osservano saette disposte nei piani longitudinali che impostate dalla capriata si attestano in posizioni intermedie delle travi secondarie, specialmente quelle di colmo. Se da un lato costituiscono interruzioni della campata del colmareccio, contemporaneamente esse assumono il ruolo di controventi che stabilizzano l'incavallatura.

La compresenza con diaframmi murari a volta fa sì che l'impegno venga diluito interessando entrambe le strutture, spesso maggiormente quella voltata, certamente più rigida. Non di rado, infatti, superato l'estradosso delle volte, le murature verticali riducono il proprio spessore, per non gravare oltre le strutture inferiori, e vengono raddoppiate localmente per offrire un'adeguata imposta allo scarico della struttura lignea. Ne deriva che la copertura sia sovente appoggiata solo con due deboli elementi murari, con tendenza a deformazioni pendolari che riducono la solidarietà del tetto con lo scheletro murario. In questi casi, anche per la leggerezza intrinseca e per la modestissima rigidezza delle falde e delle strutture portanti, risulta difficile sostenere che la struttura lignea (pensile o a paradosso) possa dare un contributo antisismico significativo¹⁸.

¹⁷ Le norme tecniche di fine Novecento a lungo hanno insistito sulla connessione sommitale delle murature alla copertura e in parallelo all'irrigidimento dell'impalcato, sovente con l'impiego di porzioni realizzate in cemento armato.

¹⁸ A Roma, l'uso generalizzato dello scempiato di piastrelle laterizie limita la leggerezza del guscio protettivo, che tuttavia manteneva una consisten-

za contenuta (si pensi a San Pietro nel rapporto tra copertura e volte), ma in altri contesti costruttivi le coperture lignee sopra le volte assumono una consistenza se non eterea certamente discontinua e ariosa (ad esempio nella Cavallerizza a Torino e in numerose chiese in Piemonte). Ciò accade perché, come avviene in questi casi, talvolta non viene prevista neanche la presenza del tavolato (il manto

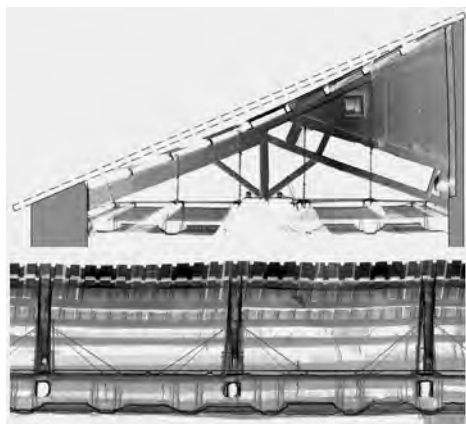


Fig. 8. Gli schemi asimmetrici riscontrabili in VALADIER 1831 (tav. LXXI, figg. 2, 3 e 4) riecheggiano nel recente rilievo laser scanner della copertura di San Giovanni Decollato che ha subito la trasformazione a leggio del tetto a capanna (nel XVIII sec.); si notano anche i recenti dispositivi di sospensione della struttura di sostegno del controsoffitto.

o la radicale sostituzione (anche con reimpieghi), negli ultimi decenni si è formata una coscienza conservativa e una tradizione, anche se recente e in evoluzione, che ha portato all'istituzionalizzazione dei rinforzi (armature, contraffissi, raddoppi in affiancamento, incalmi) che, lungi dalla barcamenante temporaneità degli interventi del passato, ha assunto il carattere definitivo di una soluzione che aspira alla lunga durata¹⁹.

In merito alle strutture di copertura lignea, si è assistito a un sostanziale incremento della domanda, in termini prestazionali e, contemporaneamente, a una modifica delle aspettative in termini funzionali; il tutto parallelamente a una radicale trasformazione dell'ambito professionale e del mondo produttivo che alimentano e condizionano i processi realizzativi (Fig. 8).

Osservando diacronicamente le strutture dei tetti emergono gli effetti più disparati dei diversi atteggiamenti che nel tempo sono stati assunti con interventi anche stratificati e compresenti nella medesima copertura. Esiti che, nei diversi contesti storici e nelle

è apparecchiato direttamente sulla trama di travicelli e arcarecci), oppure a ragione dell'adozione, nelle regioni del Meridione, di leggere fascine di canne palustri distese a sostegno delle tegole.

¹⁹ Solo da pochi decenni si è cominciato a ritenere opportuno e necessario conservare le strutture di copertura che venivano considerate solo per l'aspetto pratico funzionale e spesso, senza particolari indugi, rimosse e sostituite anche cambian-

Dalla diversa natura tra le solide coperture a capriata e le leggere coperture protettive dovrebbe derivare dunque un diverso approccio conservativo e d'intervento che tuttavia la norma non considera e che deve essere riconosciuto dal tecnico che interpreta l'edificio.

Negli esiti del restauro/consolidamento, rispetto alle modalità tradizionali, si osservano recenti modifiche di atteggiamento culturale che riflettono, anche se attutite per la specificità tecnica degli elementi costruttivi, gli indirizzi generali della disciplina che ha composto, sostanzialmente negli ultimi due secoli, una propria coscienza identità, tuttavia mutevole in relazione alle contingenze tecnico scientifiche.

Se storicamente si adottava per i legni strutturali solo il sostegno provvisorio

do tipologia, materiale, dimensioni. La maggiore attenzione e l'evoluzione degli interventi più significativi e rispettosi può riscontrarsi nell'ampia letteratura che tratta, sotto diversi aspetti, declinazioni e latitudini, il tema delle strutture lignee e degli interventi di rinforzo e riparazione (AVETA 2014, BARBISAN 2008, BARBISAN, LANER 2000, DE CESARIS 2004 e 2008, MUNAFÒ 1991, TAMPONE 1989 e 2016).



Fig. 9. Mosaico di istantanee relative alla sostituzione (1996) di un puntone nella campata destra di San Giorgio al Velabro riprese nella fase di rimozione della trave inclinata, eseguita evitando l'interessamento dell'orditura secondaria (foto Anelinda Di Muzio, in Archivio corrente della Soprintendenza di Roma, b.149, Perizia di spesa n. 80 - 1992).

Fig. 10. Le capriate lignee nella nuova San Paolo di metà Ottocento (dettaglio dall'incisione di G. Bianchi, post 1833), già sostituite con strutture in ferro nel 1932.



varie condizioni di disponibilità economica, vanno dalla sostituzione integrale con nuove strutture (locale o estesa) all'integrazione con *spolia* recuperati da altri edifici, dall'indifferibile ma sbrigativo ed economico presidio di sicurezza al dispendio, talvolta elevato, di energie elargite eccezionalmente per conservare oggetti significativi; dall'intervento geniale, che risolve con semplicità situazioni delicate, alle opere ipertrofiche, in cui la personalità del progettista e i dispositivi invasivi emergono sulle necessità conservative; dagli eccessi di cautela (intrinsecamente inutili e dunque dannosi specie per la conservazione) alla noncuranza dei rischi strutturali; dall'adozione di materiali e tecniche storiche all'impiego di sostanze frutto di ricerche d'avanguardia e brevetti innovativi ecc. (Fig. 9).

Gli interventi sono motivati dal degrado del legno, dall'insufficienza dimensionale, dalle problematiche manutentive, dalle necessità funzionali, dai danni sismici e bellici e, fino agli anni Ottanta, anche dal timore suscitato dalla combustibilità del materiale.

Il legno ha costituito fino all'Ottocento il materiale d'eccellenza per le coperture ma gli eventi drammatici legati agli incendi avevano indotto a riflessioni preoccupate e a proposte sostitutive come, per esempio, le sperimentazioni laterizie (vedi Alessandro Antonelli e la sua scuola) e le nuove strutture metalliche.

Certamente il rifacimento della copertura della basilica di San Paolo, in cui Luigi Poletti imposta la copertura su capriate lignee (1833-1869)²⁰, evidenzia ancora la

²⁰ FIUMI SERMATTEI 2013.

necessità di adottare materiale ligneo (in linea con il rifacimento celeberrimo della copertura di Notre Dame da parte di Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc e Jean-Baptiste-Antoine Lassus, 1844-1869), affrontando il rischio d'incendio con specifiche cautele ma mantenendo l'opzione per il materiale tradizionale²¹ (Fig. 10).

Al contrario, nei decenni successivi, a cavallo tra XIX e XX secolo, si affaccia la possibilità delle nuove strutture metalliche con schemi strutturali moderni, quali le capriate all'inglese (sostanzialmente reticolari) o le capriate Polonceau, con puntoni rigidi e tiranti flessibili, impiegando strutture composte con perni ribattuti quali quelle introdotte a San Giovanni Laterano in occasione della modifica dell'abside (Fig. 11). L'opzione sostitutiva della struttura di copertura viene soprattutto scelta nelle chiese in cui il controsoffitto o la volta escludono la vista del tetto. Il metallo venne preferito soprattutto per l'incombustibilità del materiale, al quale solo tardivamente verrà riconosciuta l'effettiva vulnerabilità al fuoco derivante dall'incremento di flessibilità e dalla conseguente perdita di portanza all'aumentare della temperatura.

Già negli anni Venti del Novecento, nella basilica di San Paolo viene dunque sostituita la stessa copertura della ricostruzione, realizzata con capriate a controcattena di abete, con una nuova struttura a capriate metalliche; alla medesima sorte sono state destinate negli anni successivi altre chiese notevoli come, sempre per rimanere nel panorama romano, Santi Cosma e Damiano o Santa Francesca Romana. In quest'ultima chiesa si osserva l'adozione di una soluzione ibrida, che vede l'affiancamento delle vecchie travate lignee con nuove capriate metalliche interposte nella campata originaria, segno di un intervento rivolto più al controllo degli aspetti statici che antincendio ma che ha quanto meno consentito di conservare la struttura originaria, affiancandosi ma non sostituendosi ad essa.

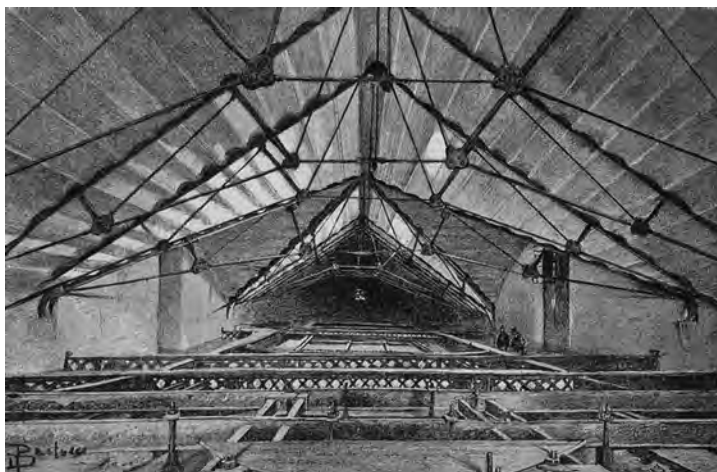
L'acciaio è certamente un materiale antagonista al legno, rispetto al quale presenta lo stesso vantaggio strutturale²²; ma nelle sostituzioni sono stati usati anche altri materiali che nel tempo erano abitualmente impiegati nelle costruzioni. Anche il cemento armato ha avuto il suo impiego nelle costruzioni storiche, per consolidare le murature sommitali perimetrali, per sostituire capriate ammalorate o insufficienti, sia ancora per reimpaginare intere coperture con tipologie alternative e per irrigidire le orditure lignee con le solette (diaframmi rigidi) più o meno solidarizzate ai legni. L'adozione di quest'ultima tecnica è stata molto diffusa anche se recentemente se ne è drasticamente ridotto l'uso.

²¹ Di fatto, la questione della vulnerabilità al fuoco era talmente sentita che proprio per la nuova basilica di San Paolo venne predisposto uno tra i primi progetti antincendio, dotato di sensori e capacità di risposta automatica.

²² Senza considerare le diverse qualità degli acciai e dei legni, comparando i due materiali a parità di peso proprio della struttura si ottiene una portanza sostanzialmente analoga, con vantaggi reali per il metallo relativamente alla movimentazione e alla facilità di posa in opera e alle presunte (solo

in origine) maggiori capacità relative alla durezza e alla resistenza al fuoco. Una preferenza per l'acciaio può derivare anche da un atteggiamento di maggiore fiducia nei prodotti siderurgici, certamente più controllati rispetto al legno, materiale naturale ritenuto ormai obsoleto; tale predisposizione ha portato a non considerare necessaria una norma tecnica per le strutture lignee che verranno prese in considerazione solo nel 2005, con il recepimento degli Eurocodici nell'ordinamento normativo tecnico italiano.

Fig. 11. Le strutture in acciaio inserite nella copertura e nel sottotetto di San Giovanni in Laterano in sostituzione delle originali capriate lignee binate (da D. PAOLOCCI, in «L'Illustrazione italiana», 29, 1886, p. 35).



La Curia al Foro Romano presenta un esempio di copertura, realizzata intorno agli anni Cinquanta, con grandi capriate di c.a., nascoste dal controsoffitto ligneo, che sostituiscono le precedenti impalcature della chiesa seicentesca di Sant'Adriano, demolita per restituire il volume dell'antico spazio del Senato. Il duomo di Spoleto mostra un altro tipo di copertura sostitutiva, ottenuta con due falde realizzate con solai di c.a. ordinari trattenuti da catene metalliche.

Ancora a titolo d'esempio, si ha notizia di una capriata ammalorata della chiesa di San Clemente a Roma, sostituita con una struttura in c.a. successivamente rimpiazzata da un'incavallatura di legno lamellare. Questo materiale, dopo gli anni Ottanta, si è imposto come alternativa nelle sostituzioni; certamente è il più affine al legno tradizionale e garantisce un ottimo comportamento meccanico risultando accettabile anche sotto il profilo della sostenibilità ambientale. Tuttavia, esso presenta proporzioni, legate allo sfruttamento della sezione, diverse da quelle delle travi tradizionali e se ciò ne facilita la riconoscibilità non sempre viene ritenuto formalmente accettabile, per cui l'attuale tendenza vede il ritorno all'impiego del legno massello tradizionale.

Con gli interventi degli ultimi decenni si è verificata una generalizzata adozione dei manti a stratificazione impermeabile (per dilatare le frequenze manutentive in ragione delle difficoltà e del costo degli interventi); introduzione che causa uno stravolgimento del funzionamento del manto e che sollecita la predisposizione di solette di calcestruzzo armato. Questa componente mortifica la tradizionale leggerezza delle coperture ed è stato introdotto in ossequio a precedenti indicazioni normative antisismiche; essa ha prodotto, assieme alla maggiore garanzia strutturale richiesta dalla norma tecnica, una notevole 'pesantezza' delle travature nuove e la necessità di rinforzi per quelle preesistenti. Alterazioni che, oltre al negativo incremento delle masse, causano la modifica delle condizioni ambientali (riduzione della ventilazione,

temperature maggiori, sfruttamento eccessivo degli ambienti, maggiori sollecitazioni per il peso proprio), spesso causa di un'accelerazione dei processi di degrado del legno.

Il controsoffitto ligneo solo in rari casi è percorribile nell'estradosso fin dall'origine; in alcune delle maggiori costruzioni, è stato reso praticabile successivamente, generando un aggravio dei carichi. Anche se questo tipo di strutture rimangono inalterate, a distanza di tre, quattro secoli dalla realizzazione, risulta comunque fisiologica la formazione di deformazioni dovute al rilassamento viscoso del materiale portante (catene e travetti secondari) e alla stessa natura composita e articolata dei soffitti, specie di quelli a lacunari privi di tavolato. Gli interventi sollecitati da queste deformazioni sono stati talvolta limitati alla disposizione di pendinature d'acciaio (aggiunte o sostitutive dei panconcelli originari) ma constano anche di dispositivi più complessi per irrigidire le strutture o per sgravare le catene riportando i carichi ai puntoni delle incavallature. Non di rado, il controsoffitto è stato sostenuto con travature nuove, in genere d'acciaio o in c.a., direttamente appoggiate ai muri d'ambito, per ridurre i carichi in origine gravanti sulle capriate. In alcune occasioni le strutture di metallo, aggiunte per rendere strutturalmente autonomo il controsoffitto rispetto alle capriate, hanno consentito l'inserimento di solette anche nel piano di sottotetto per migliorarne la praticabilità.

Nelle riparazioni s'impiegano spesso materiali diversi dal legno per le loro migliori caratteristiche meccaniche, che consentono di adottare sezioni minori e ridurre l'invasività dell'intervento. In tal modo si possono realizzare rinforzi che erano praticati tradizionalmente con il legno stesso, riuscendo però evidenti e tollerabili solo come presidi temporanei. L'impiego dell'acciaio e delle FRP ha reso accettabili tali riparazioni ed è stato diffuso per evitare di arrivare alla sostituzione completa, reintegrando le parti ammalorate, migliorando le connessioni, rinforzando con molteplici modalità.

La perplessità nell'adozione di queste soluzioni è legata alla forte invasività dovuta al perseguimento degli obiettivi statici e alla compatibilità chimico-fisica, specie se non si riesce a garantire una sufficiente ventilazione del sottotetto. Alcuni interventi sono infatti finalizzati alla conservazione dell'elemento costruttivo storico ma ledono fortemente la sua immagine, conseguenza tollerata solo per la scarsa frequentazione dei sottotetti. La condensa legata alla diversa inerzia termica porta spesso alla formazione di umidità che nel tempo rovina il legno consolidato con protesi metalliche, specialmente se le dimensioni di contatto estese. Senza addentrarci oltre, va comunque ricordato che l'adozione delle resine polimeriche (sia come riempitivo adesivo, sia nella forma di tessuti) deve essere opportunamente studiata per mantenere la traspirabilità e deformabilità del legno che deve scambiare con l'ambiente per mantenersi sano.

In conclusione, potremmo rilevare che le coperture lignee delle chiese, suggestive talvolta ma spesso relegate al ruolo del mero dispositivo funzionale e strutturale, in letteratura sono oggetto di trattazioni occasionali legate a specifici interventi eseguiti o per aspetti tecnologici, relativi a problematiche conservative o di dettaglio²³. La disamina ge-

²³ Recente è la sintetica disamina della terminologia in RUGGIERI 2019, pure limitata alle incavalla-

ture e non estesa ai sistemi strutturali della copertura nel suo insieme.

nerale presentata, al momento circoscritta all'area romana, su tipologie e procedure d'intervento più o meno conservative²⁴, intenderebbe sollecitare una maggiore attenzione nei riguardi di tali strutture, evidenziando l'opportunità di un approfondimento tassonomico per una maggiore consapevolezza storica e tecnica che consenta di superare interpretazioni corrette ma ferme a semplificative codificazioni già definite ai primi dell'Ottocento²⁵.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- ANONIMO 1721: Anonimo, *Studio d'architettura civile sopra varie chiese, cappelle di Roma e Palazzo di Caprarola, et altre Fabbriche con le loro Facciate, Spaccati, Piante, e Misure*, Stamperia de Rossi (Domenico de Rossi), Roma 1721
- AVETA 2014: A. Aveta, *Consolidamento e restauro delle strutture in legno Tipologie, dissesti, diagnostica, interventi*, Dario Flaccovio, Palermo 2014
- BARBISAN 2008: U. Barbisan, *Il legno: tradizione e innovazione, ovvero alla riscoperta di un materiale da costruzione*, Ca' Zorzi, Venezia 2008
- BARBISAN, LANER 2000: U. Barbisan, F. Laner, *Capriate e tetti in legno. Progetto e recupero*, Franco Angeli, Milano 2000
- CONFORTI *et. al.* 2017: C. Conforti, G. Belli, M.G. D'Amelio, F. Funis (a cura di), *Soffitti lignei a lacunari a Firenze e a Roma in età Moderna*, «Opus Incertum», n.s, III, 2017; <<https://oajournals.fupress.net/index.php/oi/issue/view/299>> (11/04/2024)
- CONNORS 1982: J. Connors, *Bernini's S. Andrea al Quirinale: Payments and Planning*, in «Journal of the Society of Architectural Historians», 41, 1982, 1, pp. 15-37
- DE CESARIS 1993: F. De Cesaris, *L'intervento di consolidamento e di sostituzione sui solai di legno nelle costruzioni storiche*, in A. Centroni (a cura di), *Manutenzione e recupero nella città storica*, atti del I convegno nazionale ARCo (Roma, 7-8 giugno 2001), Gangemi Editore, Roma 1993, pp. 421-433
- DE CESARIS 1996: F. De Cesaris, *Gli elementi costruttivi tradizionali*, in G. Carbonara (diretto da), *Trattato di restauro architettonico*, UTET, Torino 1996, vol. II, pp. 3-293
- DE CESARIS 1997: F. De Cesaris, *Solai di legno e manutenzione strutturale*, in F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del Recupero di Roma*, II ed. ampliata, DEI, Roma 1997, pp. 181-214 con 12 tavv.
- DE CESARIS 2004: F. De Cesaris, *Coperture tradizionali* (Sez. C5) e *Consolidamento di solai e coperture* (Sez. G5), in G. Carbonara (diretto da), *Atlante del Trattato di restauro architettonico*, UTET, Torino 2004, pp. 58-86 e pp. 583-601
- DE CESARIS 2008: F. De Cesaris, *Nuove prospettive sul tema della sicurezza strutturale e della prevenzione sismica*, in G. Carbonara (diretto da), *Aggiornamento del Trattato di restauro architettonico*, UTET, Torino 2008, pp. 193-225

²⁴ Procedure qui trattate in estrema sintesi per ovvie ragioni di spazio ma certamente meritevoli di futuri approfondimenti.

²⁵ Si veda ZABAGLIA 1743 e i manuali italiani illustrati, che appaiono ai primi dell'Ottocento, e tra i primi VALADIER 1831.

- D'AMELIO 2017: M.G. D'Amelio, *I soffitti di palazzo Farnese a Roma: tradizione e innovazione*, in «Opus incertum», vol. 3, 2017, pp. 112-123; <<https://doi.org/10.13128/opus-23055>> (11/04/2024)
- FIUMI SERMATTEI 2013: I. Fiumi Sermattei (a cura di), 1823. *L'incendio della basilica di san Paolo. Leone XII e l'avvio della ricostruzione*, catalogo della mostra (Genga, castello 24 luglio – 8 settembre 2013), Centro Stampa Digitale dell'Assemblea legislativa delle Marche, Ancona 2013
- La chiesa di San Giorgio* 2002: *La chiesa di San Giorgio al Velabro*, in «Bollettino d'arte», numero speciale, 2002, Istituto poligrafico e zecca dello stato
- LETAROUILLY 1840: P.-M. Letarouilly, *Édifices de Rome moderne, ou Recueil des palais, maisons, églises, couvents, et et autres monuments publics et particuliers les plus remarquables de la ville de Rome dessinés, mesurés et publiés par Pl. Letarouilly*, Firmin e Didot freres, Paris 1840
- LETAROUILLY 1882: P.-M. Letarouilly, *Le Vatican et la basilique de Saint-Pierre de Rome*, Morel et C., Paris 1882
- MASI 1788: G. Masi, *Teoria e pratica di architettura civile per istruzione della gioventù Specialmente Romana*, Fulgoni, Roma 1788 (Ristampa Fb& c Limited, 2018)
- MUNAFÒ 1991: P. MUNAFÒ, *Il recupero dei solai in legno*, Dario Flaccovio, Palermo 1991
- PIANA 2019: M. Piana, *Le sovracopole lignee di San Marco. Dalle origini alla caduta della Repubblica*, in E. Vio (a cura di), *La basilica di Venezia. San Marco. Arte, storia, conservazione*, Marsilio, Venezia 2019, pp. 189-200
- RUGGIERI 2019: N. Ruggieri, *Incavallature lignee Proposta per una semantica ed origine della nomenclatura*, in «Bollettino Ingegneri», 1-2, 2019, pp. 14-23
- RUGGIERI 2022: N. Ruggieri, *Evoluzione della carpenteria lignea dei tetti in Grecia tra età arcaica e classica. Alla ricerca di tracce di incavallature*, in «Restauro Archeologico», 30, 2022, 1, pp. 54-73
- SALA 2024: A. Sala, *Siste Viator: la storia del Santuario di Saronno attraverso gli archivi dal 1400 al 1700*, Società storica saronnese, Saronno 2004
- TACCOLA XV SEC.: Mariano di Jacopo detto il Taccola, *De ingegneis – liber primis leonis, liber secundus draconis, addenda*. Riedito a cura di G. Scaglia, F. D. Prager, U. Montag, L. Reichert Verlag, Wiesbaden [1427-1441] 1984
- TAMPONE 1996: G. Tampone, *Restauro delle strutture del legno*, Hoepli, Milano 1996
- TAMPONE 1989: G. Tampone, *Il Restauro del Legno*, Nardini, Firenze 1989
- TAMPONE 2016: G. Tampone, *Atlante dei dissesti delle strutture lignee*, Nardini, Firenze 2016
- VALADIER 1807: G. Valadier, *Progetti architettonici*, Incisi e pubblicati da Vincenzo Froli, Roma 1807
- VALADIER 1831: G. Valadier, *L'architettura pratica dettata nella scuola e cattedra dell'insigne Accademia di S. Luca*, 1831 (Ristampa Sapere Roma 1992)
- VALENTINI 1845: A. Valentini, *La patriarcale basilica vaticana*, D. Fabrini, Roma 1845, Vol. I
- VALERIANI 2005: S. Valeriani, *Le strutture di copertura nei trattati e nei manoscritti rinascimentali*, in S. Huerta (a cura di), *actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Cádiz, 27-29 gennaio 2005)*, Instituto Juan de Herrera, Madrid 2005, pp. 1039-1049
- ZAMPERINI 2019: E. Zamperini, *Capriate e tetti di legno. Evoluzione tecnologica e tipologica delle strutture lignee di copertura in Italia (1800-1950)*, CLU, Pavia 2019

Conoscenza e problematiche conservative dei soffitti a lacunari nelle chiese di Roma

ARIANNA TOSINI

Studi recenti hanno riportato l'attenzione della storiografia artistica e architettonica sul tema dei soffitti a lacunari realizzati, dal Rinascimento in poi, in edifici sia civili che religiosi di molte città italiane. Qualità compositive, valori figurativi e temi iconografici dei palchi lignei sono stati quindi variamente approfonditi in diversi contributi¹. Allo stesso tempo, grazie a specifiche ricerche archivistiche, si è fatta luce su ideatori ed esecutori delle opere più significative (a partire, per esempio, dalla figura di Flaminio Boulanger, attivo a Roma nella seconda metà del XVI secolo)².

Dal punto di vista dell'identificazione tecnologica, sono state quindi oggetto di rinnovato interesse tanto le coperture cassettonate direttamente connesse all'organizzazione strutturale del solaio, ossia dipendenti dall'orditura di travi che lo compongono, quanto le coperture costituite da una pelle sagomata a cassettoni appesa alla struttura portante del tetto. Condizione, questa, da cui può derivare una maggiore libertà compositiva.

Ed è infatti nella seconda categoria, corrispondente ai lacunari realizzati negli organismi religiosi, che si manifesta una più ampia elaborazione creativa (come dimostra l'elevata complessità formale raggiunta dai soffitti dell'età barocca). Pertanto, soprattutto in questa direzione si sono rivolte le ricerche di numerosi studiosi, i quali hanno messo in luce l'originalità e la rilevanza di molti soffitti realizzati nelle chiese delle principali città italiane, come Roma, Firenze, Napoli e Palermo³.

L'avanzamento degli studi non è stato però altrettanto evidente per quanto concerne la comprensione tecnica di queste realizzazioni. Si può dire infatti, in generale, che le conoscenze riguardo ai sistemi costruttivi e alle caratteristiche strutturali dei manufatti lignei non siano ancora sufficientemente approfondite come sarebbe

¹ Si vedano soprattutto: DE ROSA 2004; GIORDANO 2005; ANDERSON 2008; AURIGEMMA 2011; VARAGNOLI 2015; CONFORTI, D'AMELIO 2016a; CONFORTI *et al.* 2017; CONFORTI, D'AMELIO 2019; CONFORTI *et al.* 2019.

² Flaminio Boulanger, documentato a Roma a partire dal 1551, era considerato il migliore falegname presente in città. A lui si devono i disegni e la costruzione dei soffitti in San Giovanni in Laterano

(1562-1567), Santa Maria in Aracoeli (1572), sala dei Trionfi nel palazzo dei Conservatori (1568), San Silvestro al Quirinale, San Silvestro e Martino ai Monti (1564), Oratorio di San Marcello al Corso (SIMONE 2013; SIMONE 2019).

³ Al riguardo possono citarsi in particolare: DE ROSA 2004; BILANCIA 2006; AURIGEMMA 2011; VARGAS 2015; VARAGNOLI 2015; CONFORTI *et al.* 2017; CONFORTI, D'AMELIO 2019.

auspicabile⁴. Una maggiore informazione in questo senso fornirebbe senz'altro utili elementi di valutazione riguardo allo stesso inquadramento storico delle opere. Ma sarebbe inoltre fondamentale per affrontare le problematiche conservative di un patrimonio caratterizzato da un'elevata vulnerabilità. Difatti, la naturale deperibilità del legno, dovuta a fattori abiotici (raggi ultravioletti, temperatura, acqua ecc.) e biotici (insetti xilofagi e funghi), rappresenta una minaccia costante per i palchi storici⁵.

Una conoscenza più ravvicinata della consistenza fisica e strutturale delle coperture lignee cassettonate è pertanto necessaria per indirizzare controlli adeguati, opere di manutenzione o interventi più impegnativi. Va detto, comunque, che di questa conoscenza si è fatto spesso a meno nel momento in cui si è intervenuti con operazioni di restauro o di messa in sicurezza. La fragilità dei manufatti cassettonati e il veloce deterioramento del legno sono stati di solito affrontati, infatti, in condizioni di emergenza, ossia nel momento in cui i livelli di danno si manifestavano definitivamente preoccupanti. Cosicché, dinanzi alla necessità d'intervenire, anche per garantire l'incolumità delle persone rispetto a possibili crolli, l'approccio seguito è stato più di tipo ricostruttivo che conservativo e, soprattutto nel secondo Novecento, si è caratterizzato in particolare per l'uso di tecnologie moderne ritenute più efficienti e durature, come l'inserimento di maglie metalliche e trefoli per l'ancoraggio del tavolato.

Non sempre, però, l'adozione di sistemi innovativi può considerarsi una scelta opportuna o inevitabile. Ed è chiaro che la mancanza di conoscenze approfondite sulle caratteristiche esecutive dei soffitti possa aver influito molto rispetto a un'immediata propensione verso radicali modifiche di ordine strutturale.

Disponendo di tali conoscenze sarebbe del resto possibile operare nei termini di una manutenzione esperta, e prima ancora potrebbero prevedersi competenti controlli periodici atti a verificare le condizioni fisiche del manufatto. Si eviterebbe, così, di arrivare a situazioni estreme di danno, da cui derivano generalmente maggiori problematiche da dover affrontare: tecnico-strutturali, ma anche figurative laddove si verificassero parziali crolli e fosse necessario risarcire lacune del cassettonato decorato.

L'urgenza di svolgere uno studio in questa direzione è stata segnalata peraltro dal recente evento traumatico del crollo improvviso verificatosi nella chiesa di San Giuseppe dei Falegnami a Roma, in cui una porzione consistente del notevole soffitto seicentesco è andata distrutta⁶. In quel caso, la scelta da subito effettuata nel cantiere di ricostruzione è stata quella di rispettare il criterio strutturale originale. A differenza di altri interventi recenti⁷, non si è optato quindi per la realizzazione di un apparato

⁴ Per approfondimenti specifici sul piano tecnico, si vedano soprattutto: BERTOLDI 1989; DE CESARIS 1997; CANGI 2000; DE CESARIS 2004; GARUFI 2005; DRIUSSI, BISCONTIN 2009.

⁵ BONAMI, UZIELLI 2021, pp. 195-205.

⁶ Il 30 agosto 2018 cede improvvisamente una capriata della copertura della chiesa, facendo precipitare al suolo circa due terzi del tetto e della

corrispondente parte del soffitto seicentesco. A seguito dell'evento, viene nominata una commissione formata da tecnici ed esperti, per la definizione delle scelte d'intervento. I lavori iniziano immediatamente e si concludono nel 2021 (CARBONARA, BOZZETTI, SCARPITTI *et al.* 2019; STOLFI *et al.* 2019).

⁷ Si consideri il restauro del soffitto di San Pancrazio a Roma (1997-2000), sul quale ci soffer-

metallico all'estradosso cui agganciare il nuovo tavolato, ma si è deciso di replicare il sistema tecnologico del vecchio palco, ancora visibile nella parte restante non coinvolta nel crollo, anche se la sua tecnologia non era perfettamente conosciuta. La specifica situazione ha messo in luce l'assenza di studi sistematici sui metodi costruttivi utilizzati dalle maestranze storiche. Il che ha comportato la necessità di effettuare rilevamenti dettagliati dell'insieme superstite, al fine di comprendere come i telai per l'ancoraggio del soffitto dovessero realizzarsi e posizionarsi.

I soffitti a lacunari nelle chiese di Roma

Senza dubbio il tema dei lacunari nelle chiese di Roma s'impone tanto per l'importanza artistica delle realizzazioni, quanto per il valore monumentale delle architetture che li ospitano. Anche su un piano quantitativo, poi, Roma si presenta come un caso rilevante. Circa sessanta chiese, infatti, sono qualificate da soffitti ornamentali in legno. E ciò evidenzia immediatamente l'ampia portata del problema legato al controllo dello stato di conservazione e ai possibili lavori di manutenzione che sarebbero necessari per quelle componenti architettoniche.

Tenendo conto di questo, lo studio effettuato è partito da un esame complessivo dei manufatti esistenti⁸, finalizzato alla comprensione del rapporto tra intradosso ed estradosso, ovvero tra ornamento e struttura. La ricognizione sistematica dei casi ha mirato quindi all'acquisizione di conoscenze utili a indirizzare gli interventi conservativi e di restauro.

Il patrimonio considerato comprende opere di varia esecuzione e di diverse epoche, dalla seconda metà del XV secolo ai primi decenni del Novecento. Pertanto, questa condizione prospetta anche la necessità di un approfondimento riguardo agli sviluppi del linguaggio artistico e all'evoluzione della tecnica.

Come è noto, i soffitti a lacunari tornano a coprire le navate delle basiliche romane a partire dal tardo Quattrocento, con gli episodi di San Marco al Campidoglio e Santa Maria Maggiore⁹. I primi palchi realizzati ripropongono la composizione a scacchiera degli antichi *laquear* romani, in cui sfondati quadrati o rettangolari davano origine ad un reticolo monocromo oppure decorato da pitture policrome (*Fig. 1*). Il passaggio ad una trama geometrica variata, caratterizzata, cioè, da riquadri gerarchizzati o forme mistilinee, si compie a partire dalla seconda metà del Cinquecento e raggiunge esiti di particolare ricchezza in età barocca (fra i casi più significativi si possono citare quelli di Santa Maria in Trastevere, San Giuseppe dei Falegnami e San Crisogono, realizzati tra il secondo e il terzo decennio del Seicento)¹⁰ (*Fig. 2*). Segue poi una pausa in questo genere di realizzazioni durante il Settecento. Ma una successiva e consistente ripresa

meremo più avanti, oppure l'intervento eseguito nel 2006 nella chiesa di San Gregorio Armeno a Napoli (AVETA 2013, pp. 179-186).

⁸ La ricerca è stata svolta tra il 2020 e il 2022 nell'ambito di una tesi di dottorato in Storia, Di-

segno e Restauro dell'Architettura, XXXIV ciclo, 'Sapienza' Università di Roma, tutor prof. Maurizio Caperna (TOSINI 2023).

⁹ BOVA 2017; CONFORTI 2017.

¹⁰ ROCA DE AMICIS 1984.



Fig. 1. Roma, il soffitto della basilica di Santa Maria Maggiore (1492-1499).



Fig. 2. Roma, chiesa di Santa Maria in Trastevere. Veduta del soffitto di copertura della navata centrale (1617).

si verifica nell'Ottocento, a seguito dell'evento ricostruttivo della basilica di San Paolo fuori le Mura che comprende l'esecuzione di un nuovo e imponente soffitto caratterizzato dal ritorno a una maglia modulare. L'esempio rilancia l'interesse per quella soluzione e, dalla metà del secolo, diversi palchi si realizzano ex novo (come in San Lorenzo in Lucina e in San Nicola in Carcere) e altri già esistenti si restaurano. Infine, appaiono ugualmente caratterizzati da un reticolo regolare gli ultimi cassettonati eseguiti nella prima metà del Novecento (nella chiesa del Sacro Cuore a Castro Pretorio, in San Giuseppe al Trionfale e in San Lorenzo in Damaso).

Giacché i palchi ornamentali vengono solitamente inseriti in edifici preesistenti, la loro realizzazione deve rapportarsi alle capriate presenti. In particolare, la costruzione dei primi palchi rinascimentali dipende strettamente dalla posizione delle incavallature del tetto. Il disegno del soffitto, caratterizzato da riquadri quadrati o rettangolari, è infatti il frutto della foderatura della catena delle capriate attraverso l'uso di tavole inchiodate direttamente ad essa o tramite l'ausilio di ringrossi (listelli di vario spessore), disposti tra la catena della capriata e la struttura del soffitto a lacunari (Fig. 3).

Le capriate, con la loro quota d'imposta e il loro interasse, dettavano dunque condizioni vincolanti all'esecuzione dei soffitti. È questo il caso del lacunare della basilica



Fig. 3. Roma, chiesa di San Marco al Campidoglio. Veduta dell'estradosso del soffitto; le tavole di conformazione dei lacunari sono ancorate direttamente alle catene delle capriate.



Fig. 4. Roma, chiesa dei Santi Cosma e Damiano. Veduta dell'estradosso; il soffitto è realizzato con un sistema di telai appesi ad arcarecci superiori che poggiano sulle catene delle capriate.

di Santa Maria Maggiore, il cui sistema tecnologico è descritto con disegni tecnici da Jean-Baptiste Rondelet nel suo *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*¹¹.

Alla fine del XVI secolo, l'esigenza di introdurre statue, tele e stemmi araldici di grandi dimensioni richiese invece la predisposizione di lacunari con fondi ampi, caratteristica difficile da ottenere con il criterio di ancoraggio sino ad allora utilizzato. L'esigenza di una maggiore libertà compositiva portò quindi a un cambiamento del sistema costruttivo. Questo consistette nel ricorso ad una tessitura longitudinale di arcarecci sostenuti dalle catene delle capriate, ai quali si sarebbero appesi tiranti e telai lignei (a 'U' e a 'L') per ancorare l'insieme di tavole, verticali e orizzontali, atte a formare il disegno dei lacunari (Fig. 4). L'uso degli elementi di appendimento consentiva quindi, entro certi limiti, di svincolare dalla catena delle capriate la quota d'imposta del cassettonato, ma soprattutto di liberare il disegno di quest'ultimo¹².

I due criteri caratterizzarono dunque l'esecuzione dei soffitti per vari secoli fino al primo Novecento, quando le orditure metalliche subentrarono nella realizzazione stessa delle coperture lignee (per esempio nella chiesa di Santa Giovanna Antida Thouret o in San Lorenzo in Damaso). Tuttavia, già da tempo, l'inserzione di elementi metallici aveva fatto la sua comparsa nelle operazioni di restauro, giungendo così a modificare sensibilmente le qualità strutturali di vecchi palchi (come in Sant'Eligio dei Ferrari, San Sebastiano fuori le mura)¹³.

Attraverso rapidi cenni è possibile costruire un quadro sintetico delle caratteristiche materiali dei soffitti a lacunari.

La parte intradossale dei palchi è sempre formata dalla giustapposizione di tavole distribuite in senso verticale e orizzontale, in modo da comporre costole e fondi dei

¹¹ RONDELET 1831, tav. 116.

¹² VALADIER 1828, II, pp. 64-65. Sulla tecnica di realizzazione dei cassettonati nelle chiese di Roma, si

veda in particolare TOSINI 2022.

¹³ ANDERSON 2008, pp. 1007-1014.

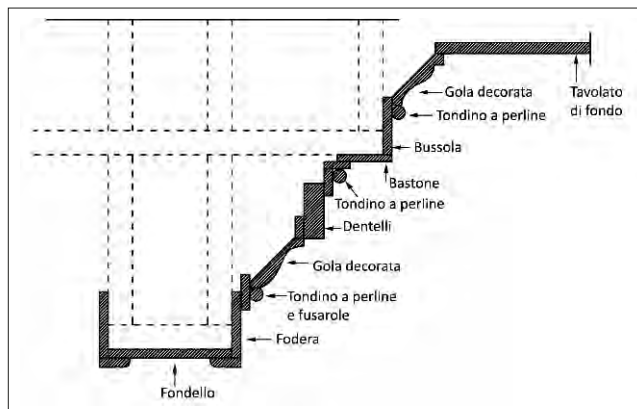


Fig. 5. Roma, chiesa di Santa Maria in Trastevere. Particolare di un lacunare del soffitto di copertura del transetto caratterizzato da una complessa articolazione di tavole e cornici.

cassettoni (Fig. 5). Le tavole sono in legno di abete¹⁴ o quercia e su di esse sono applicati i rilievi decorativi e le finiture. Cornici, intagli e figure in rilievo, realizzati con legni deboli (ossia di facile lavorazione, come il tiglio o l'albuccio), ornano gli sfondati dei palchi¹⁵. Sul tavolato e sugli elementi ornamentali sono poi applicati vari strati preparatori in gesso e legante organico (colla animale), che fanno da base al rivestimento in foglia d'oro (previa stesura di bolo) o alla pittura. Diversamente gli elementi di ancoraggio all'estradosso, costituiti da vari presidi tecnici, sono in legno di castagno (singoli tiranti con sezione quadrata, caratterizzati nella sommità da un restringimento necessario per la chiodatura al travicello superiore; telai formati da montanti e traverse connessi da un incastro a mezzo legno e chiodatura)¹⁶. La connessione tra le diverse parti è risolta da chiodi o perni in ferro, come pure da colle organiche.

Per raggiungere un'approfondita comprensione delle caratteristiche esecutive dei soffitti, è stato necessario confrontarsi, come si è detto, con un numero più ampio possibile di casi. Solo in questo modo, infatti, si sono potuti identificare al meglio procedimenti costruttivi messi in atto nel corso del tempo dalle squadre di falegnami.

Di conseguenza, lo studio svolto ha riguardato la massima parte delle coperture cassettonate esistenti negli edifici di culto a Roma, dando origine ad una vera e propria rilevazione basata su una lettura diretta di ciascun caso. La catalogazione effettuata ha portato alla schedatura di 87 soffitti presenti nelle navate, nei transetti, nelle cappelle e nei presbiteri di 58 chiese della città risalenti a varie epoche, dall'età paleocristiana fino al primo Novecento¹⁷. Le osservazioni ricavate, il riconoscimento, soprattutto, del

¹⁴ La scelta delle tavole in abete era dovuta alla loro disponibilità nel mercato, al costo contenuto e alla loro lavorabilità (SCAVIZZI 1983, pp. 37-41).

¹⁵ Un approfondimento sulle specie legnose utilizzate per la costruzione dei soffitti è in CONFORTI, D'AMELIO 2016a.

¹⁶ Gli elementi strutturali del soffitto sono tutti realizzati in legno di castagno, che presenta elevate

caratteristiche meccaniche e maggiore resistenza agli attacchi biotici.

¹⁷ La scheda, concepita appositamente per l'indagine, è suddivisa in due parti: la prima raccoglie informazioni relative all'edificio di culto, mentre la seconda riguarda nello specifico il manufatto ligneo e riporta informazioni derivanti dalla letteratura disponibile, dalle fonti documentarie e dallo

criterio di distribuzione dei tiranti e dei telai di sostegno, i dati tecnici tratti dai contratti stipulati in fase di realizzazione hanno permesso di delineare un nuovo quadro di conoscenze, fondamentale per indirizzare opportunamente tanto interventi manutentivi, quanto operazioni reintegrative ottimali sul piano della compatibilità materiale e strutturale¹⁸.

Si deve tener presente, innanzitutto, che il collocamento degli elementi di ancoraggio del soffitto dipendeva dalla forma che si voleva dare al cassettonato. Le maestranze, infatti, esaminando la trama intradosale prescelta, stabilivano la distribuzione dei montanti di appendimento, i quali avrebbero quindi dettato la disposizione degli arcarecci superiori da inserire in appoggio tra le catene di due capriate. Condizionante, in questo modo, era l'interesse fra queste: se la distanza fra le incavallature era ridotta, i travetti potevano collocarsi anche in modo obliquo consentendo così di appendere telai variamente distribuiti; se la distanza era invece consistente, essi, pur essendo sempre collocati in relazione a dove si era stabilito di porre i telai, venivano disposti perpendicolarmente alle catene, ma con l'eventuale aggiunta di traverse a loro sovrapposte in modo da agganciare telai nei punti in cui fosse necessario.

Il posizionamento di questi ultimi si basava su criteri abbastanza ricorrenti. I telai a 'L' erano predisposti per sostenere la cornice perimetrale del cassettonato e s'inserivano con una cadenza regolare di circa un metro. Mentre i telai a 'U' utilizzati per i cassetteoni all'interno del soffitto venivano collocati con un interesse pari a cm 70-80 e solitamente non in corrispondenza dei loro angoli, evidentemente perché la presenza del vincolo di connessione angolare garantiva la rigidità e la stabilità degli elementi così da permettere l'aggancio di un montante in posizione arretrata¹⁹.

Un caso particolare è quello che prevedeva la realizzazione di un impalcato calpestabile all'estradosso. Questa scelta, infatti, rendeva necessaria una netta regolarità e un breve interesse, pari a cm 50-60, nel posizionamento degli arcarecci di sostegno. In altre parole, la distribuzione di questi ultimi non era dettata da quella dei telai, cosicché si dovevano impiegare traverse, inchiodate al di sotto o alla stessa quota dei travetti, al fine di ancorare montanti per appendere il sottostante cassettonato ove serviva (Fig. 6).

Tornando all'argomento degli interventi moderni realizzati per ovviare a dissesti, va detto che spesso questi possono rivelarsi compromettenti. La sostituzione degli elementi relativi all'originario criterio di ancoraggio del soffitto con componenti metallici (staffe, tiranti in ferro e trefoli) appesi a travature in acciaio può comportare nuovi problemi.

studio diretto dell'opera in base a sopralluoghi e rilevamenti.

¹⁸ Attraverso l'osservazione diretta degli estradosi è stato possibile riscontrare, nella distribuzione dei sistemi di ancoraggio del soffitto, una serie di criteri comuni tra i manufatti realizzati nel XVI secolo. Fondamentale per la comprensione di questi aspetti è stata la ricerca archivistica che ha por-

tato al rinvenimento dei contratti stipulati con le maestranze, in fase di realizzazione, e di perizie relative agli interventi di restauro eseguiti nel tempo.

¹⁹ I contratti con le maestranze riferiscono generalmente che per ogni tavola di abete dovevano esserci quattro telai di sostegno (definiti *squadre*). I rilevamenti compiuti indicano comunque una distanza fra di essi compresa fra 70 e 80 cm.



Fig. 6. Roma, chiesa di San Giuseppe dei Falegnami. Veduta dell'estradosso della porzione di soffitto non crollata nel 2018 in cui si può apprezzare la regolarità nella disposizione degli arcarecci superiori per la presenza del calpestabile superiore e l'uso di traverse per l'ancoraggio dei montanti verticali (<https://www.san-giuseppedeifalegnami.org>).

Infatti, il punto di contatto con il tavolato e le assi, se privo delle opportune protezioni, può dare luogo alla formazione di condensa e favorire così l'innescò di attacchi biologici in quell'area. Inoltre, le variazioni termiche a cui il sottotetto è esposto determinano una deformazione dei tiranti che può innescare forme di degrado meccanico sulle strutture lignee.

D'altro canto, anche alcuni interventi basati sull'impiego del legno possono risultare dannosi. Ciò avviene, per esempio, attraverso un rimpiazzo poco accorto di singoli elementi: un'errata disposizione dei telai potrebbe non garantire l'orizzontalità del tavolato determinando deformazioni locali del soffitto; ma anche l'uso di legni non trattati o di specie non adeguate potrebbe rappresentare un danno per il palco (come nel caso dell'introduzione di legno non privato della parte alburnosa, che è di forte richiamo per gli insetti xilofagi)²⁰.

L'evoluzione degli approcci riguardo agli interventi di riparazione e consolidamento

Se per gli obiettivi della conservazione è fondamentale possedere una conoscenza approfondita dei sistemi costruttivi utilizzati nella realizzazione dei soffitti cassettonati, è senz'altro imprescindibile accertare quale sia l'attuale assetto strutturale di ciascun manufatto: se ancora corrispondente a quello dell'esecuzione originaria, se parzialmente modificato a causa di interventi di riparazione o consolidamento, oppure se radicalmente nuovo per via della rimozione dell'intero apparato ligneo che sosteneva l'intradosso decorato e in base all'inserimento di una struttura metallica a cui

²⁰ Cfr.: TAMPONE 1996; AUGELLI 2006; DRIUSSI, BISCONTIN 2009; LANER 2011; AVETA 2013.



Fig. 7. Roma, chiesa di San Cesareo *in Palatio*. Veduta dell'attuale sistema di ancoraggio metallico del soffitto che, intorno agli anni Sessanta del secolo scorso, ha sovvertito il criterio costruttivo originale.

ancorarlo (operazione, quest'ultima, connessa quasi sempre al rifacimento del tetto e alla sostituzione delle vecchie capriate con altre in acciaio).

Data la loro vulnerabilità, i soffitti cassettonati sono stati spesso oggetto di ripetuti interventi volti a risolvere dissesti e fenomeni di degrado del legno. Sostituzioni di parti ammalorate e aggiunte di elementi di rinforzo potrebbero risalire anche molto indietro nel tempo. Fino alla metà del XIX secolo, le operazioni svolte utilizzavano in ogni caso materiali e tecniche tradizionali ed erano connesse alle abilità del tempo in materia di carpenteria lignea e falegnameria; pertanto, non modificavano la logica strutturale dei manufatti esistenti²¹. Successivamente, si è assistito invece ad un ricorso generalizzato al ferro, con tiranti e staffe, impiegati per assicurare la tenuta delle vecchie coperture decorate.

Questo tipo di intervento, eseguito soprattutto nella prima metà del XX secolo, si può osservare nell'estradosso del soffitto di Sant'Eligio dei Ferrari dove, intorno al 1905, sono state inserite staffe metalliche a sostegno dei telai centrali ad 'U', funzionali all'ancoraggio delle tavole verticali dei lacunari. La stessa metodologia di intervento si riscontra comunque nel 19% dei soffitti esaminati²².

La fiducia nei nuovi materiali e nei nuovi sistemi costruttivi raggiunge l'apice tra gli anni Settanta e Novanta del XX secolo, quando in alcuni interventi la tecnologia moderna finisce per sovvertire il criterio costruttivo preesistente nei soffitti, arrivando ad asportare i telai in legno e ad ancorare l'intera 'pelle sagomata' ad una struttura metallica. Questo tipo di consolidamento, appurato nel 12% dei soffitti, è osservabile

²¹ Il procedimento seguito prevedeva lo smontaggio delle parti fatiscenti e la loro sostituzione con nuovi elementi di specie legnosa uguale o analoga a quella originale.

²² La percentuale è stata calcolata su un totale di 59 soffitti riferibili ai palchi che coprono le navate centrali delle chiese romane.

nell'estradosso del soffitto di San Cesareo *in Palatio*. Qui, intorno agli anni Sessanta, è stato eseguito un restauro che ha previsto l'inserimento di travi reticolari, adiacenti alle catene lignee, a cui sono saldate ortogonalmente altre travi metalliche che, mediante trefoli, sostengono il soffitto (Fig. 7).

Negli ultimi trent'anni, però, si è cercato di superare un approccio di questo genere, perseguendo la scelta del rispetto integrale dei palchi, ovvero adottando metodi compatibili con la tecnologia storica²³. Tuttavia, l'aspirazione ad eseguire un intervento 'risolutivo', o almeno il più possibile duraturo, e la tendenza a ricercare materiali leggeri ed economici che prevedano l'uso di tecniche rapide e non rischiose per gli operai costituiscono ancora riferimenti determinanti nella scelta delle soluzioni di restauro; condizione dovuta anche alla mancanza, nell'attuale contesto edilizio, di maestranze specializzate. Questo fa sì che il progettista riponga comunque molta fiducia nei sistemi già sperimentati in passato, in particolare nell'uso di elementi in acciaio che, avendo dato apparente dimostrazione di riuscita, offrono migliori garanzie di sicurezza e di durata nel tempo²⁴.

Come operazione ispirata invece ai criteri del minimo intervento e della compatibilità va senz'altro citato il consolidamento della parte residua del soffitto storico di San Giuseppe dei Falegnami, in cui il lavoro condotto si è basato essenzialmente sul rinforzo delle connessioni tra gli arcarecci superiori e le traverse di ancoraggio dei montanti, mediante l'inserimento nei quattro angoli di 'cubetti' in legno, di specie analoga all'esistente²⁵.

Danni, ispezioni e controlli strumentali

Fra gli obiettivi dell'indagine effettuata sui cassettonati esistenti nelle chiese di Roma vi è stata anche la definizione di una casistica dei danni possibili. L'esame generalizzato dei soffitti ha rivelato, peraltro, che i fenomeni di degrado riscontrabili sono piuttosto ricorrenti.

Il deterioramento del legno può dipendere da difetti intrinseci dello stesso materiale (nodi, cipollatura, sacche resinose, fessurazioni da ritiro, che possono mettere a rischio le proprietà meccaniche degli elementi), da attacchi biotici (insetti xilofagi, funghi e batteri), da infiltrazioni d'acqua, da variazioni termo-igrometriche dell'ambiente e da interventi antropici incongrui²⁶. Sono inoltre possibili dissesti causati dal

²³ CARBONARA, BOZZETTI, SCARPITTI *et al.* 2019; RUSSO, COLLETTINI, LUGARI 2021.

²⁴ CANGI 2000; MARIANI 2004. La sostituzione dell'originaria struttura lignea con una carpenteria metallica si è verificata ancora nel caso dell'intervento compiuto in San Pancrazio tra il 1997 e il 2002 (TOSINI 2023, pp. 160-162).

²⁵ CARBONARA, BOZZETTI, SCARPITTI *et al.* 2019.

²⁶ Un esempio è l'inserimento di elementi di restauro non trattati o con specie legnosa non com-

patibile (arcarecci o nuovi elementi di ancoraggio) che possono diventare un via preferenziale per l'attacco di insetti xilofagi; questi ultimi possono a loro volta migrare negli altri elementi lignei che compongono il soffitto. Un'altra questione da segnalare, riscontrata in parecchi casi, è la presenza di escrementi di volatili sul tavolato del soffitto; il guano, a seguito del contatto con l'acqua, diventa nocivo per le strutture lignee a causa del rilascio di acido nitrico.

cedimento delle connessioni di collegamento o degli elementi di sostegno (arcarecci e telai) a causa della deformazione della struttura portante principale, ossia della capriata.

La scarsa ventilazione e la presenza di aree umide dovute a infiltrazioni o condensa favoriscono una proliferazione dei funghi (carie bruna e carie bianca) che può portare a una perdita di consistenza del legno e, quindi, a rotture o crolli parziali. Più pericolosi nei soffitti sono però gli attacchi xilofagi, soprattutto se le parti colpite hanno dimensioni esigue, come nel caso delle tavole o degli intagli decorativi.

Le infiltrazioni d'acqua sono inoltre all'origine dei principali danni estetici osservabili nell'intradosso, come le macchie scure da tannino (rilasciato dall'orditura del tetto o dall'apparato di appendimento del soffitto, entrambi realizzati in castagno) che compromettono le pitture e le tele. Ma le infiltrazioni causano anche il distacco della pellicola pittorica dal supporto ligneo; difatti, lo scioglimento delle colle organiche e le variazioni dimensionali del tavolato per igroscopicità determinano l'indebolimento dello strato preparatorio e, quindi, la caduta della pittura²⁷.

Inoltre, la percolazione d'acqua e la conseguente imbibizione del tavolato portano alla marcescenza degli elementi lignei, identificabile all'intradosso come zone più scure caratterizzate dalla presenza di fessurazioni del tavolato dovute alle variazioni volumetriche per igroscopicità. Le stesse variazioni possono comunque derivare anche dal comportamento termo-igrometrico dell'ambiente in cui è inserito il soffitto²⁸.

La presenza di umidità minaccia anche la stabilità dei collegamenti metallici nei quali può innescarsi un processo di ossidazione, non visibile ad occhio nudo, che può essere all'origine della caduta delle decorazioni o degli intagli affidati a quel presidio.

L'accertamento dello stato di conservazione di un cassettonato appeso alla copertura è senz'altro poco agevole, a causa fondamentalmente dell'elevata altezza d'imposta dei soffitti e di eventuali problemi di accessibilità e ispezionabilità nel sottotetto.

Soltanto in una trentina di casi rispetto a un totale di 74 soffitti verificati²⁹, ossia nel 41% di essi, vi è infatti accessibilità in sicurezza, nel 12% il sottotetto è del tutto privo di un'entrata, mentre nel 47% il raggiungimento del luogo è tanto difficile quanto rischioso. Quest'ultima condizione è dovuta al fatto che, per esempio, le soffitte sono praticabili tramite abbaini posti in copertura, da raggiungersi percorrendo un tratto di falda privo di 'linea vita', oppure risultano accessibili tramite finestre non servite da scale fisse o con scale esterne alla marinara senza gabbia di protezione.

Oltre al problema dell'accessibilità, va considerata anche la questione della percorribilità dell'estradosso dei soffitti. Questa può essere molto limitata, se ci sono delle passerelle, o addirittura impossibile in mancanza di esse. Allo stesso tempo, la presenza di un totale impalcato di calpestio rappresenta un ulteriore ostacolo all'immediata ispezionabilità della struttura lignea del soffitto.

²⁷ RUSSO, COLLETTINI, LUGARI 2021, pp. 78-79.

²⁸ CACACE 2016; BASSO, CACACE 2022.

²⁹ Per 13 soffitti degli 87 schedati non è stato pos-

sibile svolgere alcun genere di verifica a causa della chiusura degli edifici.

A causa delle varie difficoltà segnalate, è molto comune, quindi, che i controlli periodici e gli interventi di piccola manutenzione non vengano eseguiti. Di conseguenza, garantire l'accesso ai sottotetti equivale a poter preordinare un'attività ispettiva valida ed efficace. Cosicché è chiaro che il primo passo per la conservazione dei soffitti sia il ripristino e la messa in sicurezza degli accessi. L'inserimento di protezioni per i tecnici faciliterebbe lo svolgimento dei necessari controlli, dando la possibilità di una verifica, almeno parziale, dello stato conservativo dell'estradosso.

Ovviamente le ispezioni consentiranno valutazioni limitate delle aree adiacenti alla passerella. Tuttavia, se opportunamente affiancate da operazioni di diagnostica strumentale, esse potranno fornire utili indicazioni di partenza. In tal senso potranno essere d'ausilio: le riprese termografiche (efficaci per individuare zone umide anche non visibili ad occhio nudo); misurazioni con penetrometro *resistograph* (utili per verificare la resistenza degli elementi lignei portanti); prove ultrasoniche (per valutare l'omogeneità interna del legno e verificare l'eventuale presenza di attacchi xilofagi) e rilevamenti con igrometro (per misurare l'umidità interna degli elementi). Si possono inoltre effettuare ulteriori accertamenti, volti alla verifica dello stato conservativo del soffitto, utilizzando strumenti di monitoraggio (ambientali e strutturali) che permettano di analizzare la risposta del manufatto ad eventi esterni non comprensibili né leggibili durante una fase ispettiva. L'applicazione di un monitoraggio ambientale (con *datalogger*), in associazione ad uno strutturale, può permettere inoltre di analizzare la risposta del tavolato alle deformazioni dimensionali dovute al rigonfiamento o al ritiro per igroscopicità. Va infatti considerato che le deformazioni a cui il tavolato è soggetto mettono specialmente a rischio la conservazione degli elementi decorativi intradossali, essendo questi applicati o su strati preparatori, come con le decorazioni pittoriche, che subiscono variazioni volumetriche differenti da quelle del legno, o avendo essi utilizzato elementi metallici, per esempio negli intagli. Andrebbero inoltre effettuati dei controlli di orizzontalità che consentano di verificare se nella struttura vi siano spostamenti altimetrici in atto, al fine di prevenire eventuali cedimenti che potrebbero portare al crollo di porzioni di soffitto³⁰.

Monitoraggio ambientale: l'esperienza condotta in Sant'Agnese fuori le mura

Studiare il microclima dell'ambiente in cui è inserito un soffitto consente di valutare gli scambi, in termini di energia termica e di movimenti d'acqua, che possono verificarsi con la struttura architettonica. Nello specifico, l'analisi delle variazioni termo-igrometriche ambientali, derivanti dalle sollecitazioni indotte dai cicli diurni e stagionali, permette sia di distinguere i fenomeni occasionali rispetto a quelli ripetitivi dovuti al cambio di stagione, sia di esaminare la risposta del tavolato in termini di modifiche dimensionali per igroscopicità³¹. Svolgere un monitoraggio ambientale aiuta

³⁰ Tali controlli possono essere effettuati con livelli ottici o teodoliti.

³¹ Il legno reagisce alle variazioni di umidità stabilendo un equilibrio con l'ambiente circostante,

Fig. 8. Roma, basilica di Sant'Agnese fuori le mura. Ortofoto del soffitto a lacunari realizzato nel 1606 per volere del cardinal Paolo Emilio Sfondrati.



quindi ad accertare l'eventuale presenza di problematiche in corso, non visibili con la sola ispezione *in situ* e non attribuibili al normale ciclo stagionale, che possono essere la causa dell'innesco di molti degradi riscontrabili sul manufatto ligneo.

Si è scelto così di effettuare un'esperienza diretta di monitoraggio sia per acquisire informazioni sul piano conservativo sia per avere un'occasione di riflessione sul piano metodologico rispetto al tipo di indagine applicata³².

La scelta è ricaduta sulla basilica di Sant'Agnese fuori le mura, il cui soffitto a lacunari, realizzato nel 1606³³, non ha subito interventi di restauro da almeno un secolo a questa parte. Caratterizzato dalla sequenza di tre grandi lacunari cruciformi, alternati e contornati da lacunari di varia geometria, è arricchito da statue intagliate e da molteplici ornamenti in rilievo; il tutto impreziosito da tinte policrome e dorature eseguite su strati di preparazione in gesso (Fig. 8). All'estradosso la struttura si presenta con telai sorretti da travetti sovrapposti alle catene delle sette capriate esistenti, entrambi realizzati in legno di castagno.

Il sottotetto, percorribile grazie a una passerella centrale composta da tavole, ha misure di perimetro $21 \times 9,50$ m, presenta un'altezza massima al centro pari a circa 3,50 m e minima ai lati pari a circa 1 m. La volumetria dello spazio è pari a circa 420 mc.

Lo stato di conservazione del soffitto può considerarsi discreto, anche se non mancano segnali di degrado. Sono presenti, per esempio, diffuse macchie sia all'intra-

assorbendo o cedendo vapore acqueo, a seconda delle condizioni igrometriche. Questo scambio determina variazioni dimensionali nel tavolato che, avendo uno spessore esiguo ed essendo vincolato nei collegamenti, potrebbe fessurarsi compromettendo la continuità materica, ma soprattutto la stabilità delle decorazioni applicate e della pellicola pittorica intradosale (BASSO, CACACE 2022).

³² L'intero iter del monitoraggio e della conseguente elaborazione dei grafici è stato condotto sotto la guida del dott. Carlo Cacace (già funzionario presso il Ministero per la Cultura, Laboratorio di Fisica, Istituto Centrale per il Restauro e Direzione Generale Sicurezza), a cui va un sincero ringraziamento.

³³ ROCA DE AMICIS 1984, pp. 56-57.

dosso che all'estradosso, causate da vecchie infiltrazioni d'acqua che hanno determinato variazioni cromatiche nei fondi dei lacunari e nei fondelli delle costole lignee, nonché fessure diffuse sia nel tavolato che lungo la cornice perimetrale. Si notano, inoltre, fenomeni di deformazione viscosa del tavolato, nonché fori di sfarfallamento e presenza di rosura dovuti agli attacchi di insetti xilofagi.

Il monitoraggio è stato effettuato tramite quattro *datalogger*³⁴: tre all'interno e uno all'esterno. I primi sono stati collocati in modo da ottenere dati che risentissero il meno possibile della presenza di eventuali correnti d'aria originate dalle aperture³⁵: uno al di sopra della catena della capriata centrale, in prossimità della passerella, un altro sopra il tavolato che forma il soffitto (in posizione opposta rispetto al precedente); mentre un terzo è stato installato nel matroneo, al di sotto di circa 6 metri rispetto all'intradosso del palco (non è stato purtroppo possibile collocare un apparecchio in prossimità della muratura perimetrale per l'impossibilità di raggiungere l'estremità laterale del sottotetto)³⁶. Infine, il *datalogger* esterno è stato posizionato al di sotto della copertura dell'abbaino, per evitare un'esposizione diretta al sole e garantire allo strumento una parziale protezione dalle intemperie.

Il monitoraggio è stato eseguito per circa un anno con acquisizione dei dati ogni 30 minuti, per un totale di 48 registrazioni al giorno e circa 18.000 registrazioni in totale³⁷. I dati scaricati, riguardanti temperatura, umidità relativa e punto di rugiada, sono stati inseriti all'interno di un *database* ed elaborati attraverso un'analisi statistica. In questo modo è stato possibile sviluppare una serie di grafici volti a descrivere l'andamento delle variazioni in funzione dei cambiamenti climatici esterni.

Ciò ha dimostrato l'importanza di sottoporre al controllo climatico gli ambienti in cui sono presenti i soffitti. Il risultato delle misurazioni ha evidenziato infatti che, sebbene il lacunare di Sant'Agnes non mostri fenomeni di degrado preoccupanti per la sua conservazione, esso sia però interessato, nocivamente, da una continua ricerca di stabilità termo-igrometrica con l'ambiente del sottotetto e della chiesa; il che si traduce in significativi scambi di vapore acqueo. Tali scambi determinano quindi nel tavolato ligneo variazioni dimensionali, ossia incrementi o decrementi di volume che, a causa dei vincoli di collegamento fra gli elementi che compongono il palco, si risolvono in stati tensionali interni e, dunque, in possibili fessurazioni. In particolare, è emerso come la presenza nella chiesa di un impianto di riscaldamento ad irraggiamento influenzi notevolmente lo stato conservativo del soffitto. Difatti, nelle ore di accensione dell'impianto durante tutta la stagione invernale, la faccia intradossale del soffitto subisce una variazione pari a

³⁴ Sono stati scelti *datalogger* con capacità di trasmissione dei dati via *wireless* o *Bluetooth*, così da scaricare le misurazioni ed evitare di raggiungere fisicamente il sottotetto.

³⁵ Nel sottotetto sono presenti due finestre, poste nei prospetti minori, e l'abbaino d'ingresso che si apre nell'angolo sud-ovest.

³⁶ Tale collocazione sarebbe stata opportuna dato

che la zona prossima alle pareti è quella che risente meno del ricircolo di aria interno (BASSO, CACACE 2022).

³⁷ La durata di un anno è il tempo limite necessario per poter verificare come le variazioni di temperatura e di umidità, con il completamento del ciclo stagionale, influenzino le proprietà fisiche e meccaniche del materiale.

1,75 °C in un arco temporale di 24 ore, diversamente dagli elementi lignei estradossali che ne subiscono una minore. Questa variazione determina nel tavolato un forte stress termico, dovuto alle continue oscillazioni di riscaldamento e raffreddamento concentrate in poche ore, che contribuisce a generare microfessurazioni sugli elementi decorativi e in particolare sulle statue. Di conseguenza emerge che gli scambi di vapore acqueo, aggravati dagli aumenti di temperatura dovuti all'impianto di riscaldamento, sono rischiosi per il soffitto in quanto avvengono rapidamente nel tempo³⁸.

L'applicazione di questo tipo di indagine permette di analizzare condizionamenti esterni che possono essere la causa dell'innesco dei fenomeni di degrado, visibili e non visibili in fase di ispezione, e che dovrebbero essere tenuti sotto controllo per verificare la risposta del soffitto anche a seguito di un intervento di restauro.

Conclusioni

L'approfondimento svolto ha mirato ad evidenziare l'importanza di un esame generalizzato delle coperture lignee a lacunari per una duplice e correlata finalità: quella della ricostruzione analitica di una tecnologia storica basata sul rapporto costruttivo fra l'articolazione formale del soffitto e la struttura di supporto di cui necessita (e cioè l'individuazione dei procedimenti e delle regole tecniche adoperati all'atto della realizzazione dei manufatti) e quella della precisazione dell'attuale condizione strutturale riscontrabile nei vari casi, considerata la sua possibile variazione nel corso del tempo. Oltre a ciò, lo studio complessivo si è indirizzato anche a un inquadramento delle problematiche causate dai tipici processi di degrado che si verificano nelle controsoffittature presenti negli edifici religiosi: riferimento basilare, questo, per un'auspicabile definizione di procedure ispettive volte a verificare lo stato di conservazione dei soffitti, a prevedere controlli strumentali e monitoraggi, a programmare interventi di manutenzione.

La ricognizione effettuata su un vasto numero di coperture cassettonate negli edifici religiosi di Roma ha già consentito di disporre, per la prima volta, di conoscenze utili ad avviare una catalogazione effettiva dei manufatti, realizzabile efficacemente attraverso l'impiego delle tecnologie informatiche. La costituzione di una banca dati complessiva che sistematizzi le conoscenze acquisite e gradatamente acquisibili per ciascun manufatto ligneo rappresenterebbe senz'altro un valido strumento da porre alla base dell'azione di salvaguardia. Informazioni tecniche e logistiche, rilievi analitici e mappature rappresenterebbero l'ottimale dotazione cui riferirsi per ciascun soffitto, ma soprattutto permetterebbero di giovare del raffronto fra i diversi casi, consentendo la comparazione dei dati e delle condizioni, con utili ricadute operative. Pertanto, ci sembra del tutto opportuno che possa avviarsi presto un percorso verso il raggiungimento di un obiettivo di questo tipo.

³⁸ Tali condizioni, se fossero raggiunte in tempi dilatati, correlati quindi ai cicli periodici giornaliere o stagionali, non desterebbero preoccupazione.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- ANDERSON 2008: P.A. Anderson, *Master Carpenters in Renaissance and Baroque Rome: The Collaboration of Artists, Architects and Artisans on Monumental Commissions in the Cinquecento and Seicento*, Tesi di dottorato, Università della California Santa Barbara, tutor R. Williams, 2008
- AURIGEMMA 2011: M.G. Aurigemma, *Soffitti Lignei Dipinti*, in «Studi medioevali e moderni», XV, 2011, 1-2, pp. 337-361
- AUGELLI 2006: F. Augelli, *Le diagnosi delle opere e delle strutture lignee: le ispezioni*, Il Prato, Padova 2006
- AVETA 2013: A. Aveta, *Consolidamento e restauro delle strutture in legno: tipologie, dissesti, diagnostica, interventi*, Dario Flaccovio, Palermo 2013
- BASSO, CACACE 2022: A.B. Basso, C. Cacace, *Lo studio del microclima nella chiesa di Santa Maria della Visitazione a Venezia*, in C. Manfredi, F. Trovò (a cura di), *Clima negli edifici di culto. Metodi, misura e progetto*, Mimesis, Udine 2022, pp. 109-122
- BERTOLDI 1989: M. Bertoldi, *Solai in legno*, in *Manuale del Recupero di Roma*, DEI, Roma 1989 (ed. cons. 1998), pp. 61-63
- BILANCIA 2006: F. Bilancia, *La chiesa di Santa Maria Nova di Carlo Lambardi con altri soffitti di chiese*, in «Palladio», 2006, 37, pp. 73-104
- BONAMI, UZIELLI 2021: G. Bonami, L. Uzielli, *Manuale di scienza e tecnologia del legno*, Clut, Torino 2021
- BOVA 2017: S. Bova, *Il supercoelium di S. Marco al Campidoglio tra disegno e costruzione*, in C. Conforti, G. Belli, M.G. D'Amelio, F. Funis (a cura di), *Soffitti lignei a lacunari a Firenze e a Roma in età Moderna*, «Opus Incertum», n.s., III, 2017, pp. 80-99
- CACACE 2016: C. Cacace, *Microclimate analysis: Diagnosis and Monitoring*, in «Quaderno di Asorestauro», 2016, 5, pp. 56-59
- CANGI 2000: G. Cangi, *Consolidamento dei solai in legno*, in F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del recupero di Roma*, DEI, Roma 2000, pp. 215- 225
- CARBONARA, BOZZETTI, SCARPITTI *et al.* 2019: G. Carbonara, A. Bozzetti, P. Scarpitti *et al.*, *La chiesa di San Giuseppe dei Falegnami a Roma. Il cassettonato ligneo: restauro e ricostruzione*, in «Recupero e Conservazione Magazine», 2019, 156, novembre-dicembre, pp. 17-41
- CONFORTI, D'AMELIO 2016a: C. Conforti, M.G. D'Amelio, *Di cieli e di palchi: soffitti lignei a lacunari*, in C. Conforti, G. Saporì (a cura di), *Palazzi del cinquecento a Roma*, «Bollettino d'arte», volume speciale, s. VII, Roma 2016, pp. 308-353
- CONFORTI, D'AMELIO 2016b: C. Conforti, M.G. D'Amelio, *Restauri novecenteschi di soffitti lignei a Roma*, in C. Conforti, V. Gusella (a cura di), *Aid Monuments materials techniques restoration for architectural heritage reusing*, atti del congresso (Perugia, 13-16 maggio 2015), Ermes, Ariccia (Rm) 2016, vol I, pp. 474-493
- CONFORTI *et. al.* 2017: C. Conforti, G. Belli, M.G. D'Amelio, F. Funis (a cura di), *Soffitti lignei a lacunari a Firenze e a Roma in età Moderna*, «Opus Incertum», n.s., III, 2017
- CONFORTI 2017: C. Conforti, *Soffitti figurati nelle chiese di Roma*, in C. Conforti, G. Belli, M.G. D'Amelio, F. Funis (a cura di), *Soffitti lignei a lacunari a Firenze e a Roma in età Moderna*, «Opus Incertum», n.s., III, 2017, pp. 68-80
- CONFORTI, D'AMELIO 2019: C. Conforti, M.G. D'Amelio (a cura di), *Di sotto in su: soffitto nel rinascimento a Roma*, Palombi Editori, Roma 2019

- CONFORTI *et al.* 2019: C. Conforti, M.G. D'Amelio, F. Funis, L. Grieco (a cura di), *I cieli in una stanza. Soffitti lignei a Firenze e a Roma nel Rinascimento*, catalogo della mostra (Firenze, Gallerie degli Uffizi, 10 dicembre 2019 - 8 marzo 2020), Giunti, Firenze 2019
- DE CESARIS 1997: F. De Cesaris, *Solai di legno e manutenzione strutturale*, in F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del Recupero di Roma*, II ed. ampliata, DEI, Roma 1997, pp. 181-214 con 12 tavv.
- DE CESARIS 2004: F. De Cesaris, *Solai*, in G. Carbonara (a cura di), *Atlante del Restauro*, Tomo I, Utet, Torino 2004, pp. 240-252
- DE ROSA 2004: D. De Rosa, *Soffitti lignei cassettonati in Campania 1500-1700*, tesi di dottorato, Seconda università degli studi di Napoli Facoltà di lettere e filosofia, 2004, tutor S. Gigli Quilici
- DRIUSSI, BISCONTIN 2009: G. Driussi, G. Biscontin (a cura di), *Conservare e Restaurare il Legno: conoscenze, esperienze, prospettive*, atti del convegno di studi (Bressanone, 23-26 giugno 2009), Arcadia Ricerche, Venezia-Marghera 2009
- GARUFI 2005: S. Garufi, *I solai lignei a cassettoni: tecniche costruttive*, in L. Giordano (a cura di), *Soffitti lignei*, atti del convegno internazionale di Studi (Pavia, 29-30 marzo 2001), Ets, Pisa 2005, pp. 191-195
- GIORDANO 2005: L. Giordano (a cura di), *Soffitti Lignei*, atti del convegno internazionale di Studi (Pavia, 29-30 marzo 2001), Ets, Pisa 2005
- LANER 2011: F. Laner, *Il restauro delle strutture in legno*, Grafill, Palermo 2011
- MARIANI 2004: M. Mariani, *Consolidamento delle strutture lignee con l'acciaio*, DEI, Roma 2004
- PARLATO 1989: E. Parlato, *Il soffitto ligneo di San Marcello al corso, opera dell'architetto Carlo Lambardi e del pittore Giovan Battista Ricci*, in T. Calvano, M. Cristofani (a cura di), *Per Carla Guglielmi. Scritti di allievi*, Tipolitografia Soc Interstampa, Roma 1989, pp. 136-141
- ROCA DE AMICIS 1984: A. Roca De Amicis, *Studi su città e architettura nella Roma di Paolo V Borghese (1605-1621)*, in «Bollettino del Centro di Studi per la storia dell'architettura», 1984, 31, pp. 55-62
- RONDELET 1831: J.B. Rondelet, *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, Mantova 1831
- RUSSO, COLLETTINI, LUGARI 2021: A. Russo, C. Collettini, A. Lugari (a cura di), *Santa Francesca Romana: cronache di un restauro nel segno della speranza*, Gangemi, Roma 2021
- SCAVIZZI 1983: P. Scavizzi, *Edilizia nei secoli XVII e XVIII a Roma: ricerca per una storia delle tecniche*, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Roma 1983
- SIMONE 2013: G. Simone, «Di Legname più eccellenti che fussero in Roma»: *L'intagliatore Flaminio Boulanger e le maestranze attive nei suoi cantieri*, in L. Corrain e F. P. Di Teodoro (a cura di), *Architettura e Identità locali I*, atti del convegno internazionale (Bologna, 27-29 gennaio 2012), Olschki, Firenze 2013, pp. 287-306
- SIMONE 2019: G. Simone, «Laqueata tecta in ecclesiis construi»: *i soffitti lignei delle chiese romane in età post-tridentina e il ruolo di Flaminio Boulanger*, in C. Conforti, M.G. D'Amelio (a cura di), *Di sotto in su: soffitto nel rinascimento a Roma*, Palombi Editori, Roma 2019, pp. 187-209
- STOLFI *et al.* 2019: P. Stolfi, G. Carbonara, A. Bozzetti, M. Mari, *La chiesa di San Giuseppe dei Falegnami a Roma. La ricostruzione della copertura crollata nel 2018*, in «Rec Magazine», 2019, 155, settembre-ottobre, pp. 23-40
- TAMPONE 1996: G. Tampone, *Il restauro delle strutture di legno: il legname da costruzione, le strutture lignee e il loro studio, restauro, tecniche di esecuzione del restauro*, Hoepli, Milano 1996

- TOSINI 2022: A. Tosini, *Coffered Ceilings in the churches of Rome, from the 15th to the 20th century*, in «Tema: Technologies, Engineering, Materials and Architecture», 8, Special Issue - part 1, 2022, pp. 109-119 (<https://doi.org/10.30682/tema08SIi>)
- TOSINI 2023: A. Tosini, *I soffitti a lacunari nelle chiese di Roma: Conservazione e Restauro*, tesi di dottorato, XXXIV ciclo, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza – Università di Roma, tutor M. Caperna, 2023
- VALADIER 1828: G. Valadier, *L'architettura pratica*, Tomo II, Roma 1828
- VARAGNOLI 2015: C. Varagnoli, *New basilicas from Ancient Ones: Rome and Central Italy in the Eighteenth Century*, in A. Roca De Amicis, C. Varagnoli (a cura di), *Alla moderna. Antiche chiese e rifacimenti barocchi: una prospettiva europea*, Artemide, Roma 2015, pp. 245-269
- VARGAS 2015: C. Vargas, *Il soffitto della chiesa dei Girolamini di Napoli*, in P. L. de Castris (a cura di), *Sculture e intagli lignei tra Italia meridionale e Spagna dal Quattro al Settecento*, atti del convegno internazionale di studi (Napoli, 28-30 maggio 2015), ArtstudioPaparo, Napoli 2015, pp. 137-150

Il loggiato del Castello Visconteo di Cusago (MI): interpretazione delle tecniche costruttive originarie per il restauro e la prevenzione sismica

ANDREA GIANNANTONI, LUISA PANDOLFI

Introduzione (L.P.)

Il solaio di copertura, per la sua collocazione nell'edificio, deve assolvere una funzione strutturale fondamentale in termini di prevenzione sismica. Questo concetto, sebbene oggi apparentemente scontato alla luce delle conoscenze tecniche e delle evidenze scaturite dagli studi sul comportamento di edifici storici martoriati dalle azioni sismiche, è stato storicamente analizzato e approfondito nelle sue declinazioni. Francesco Milizia, ad esempio, nei suoi volumi sui principi di architettura civile del 1785, parlando della copertura asseriva che: "abbracciando il tetto ciascuna parte della fabbrica, e premendo col suo peso ugualmente sopra ciascun muro, diviene come un legame di tutta l'opera, che rimane in questa guisa in tutte le sue parti ben concatenata. È dunque il tetto la difesa di tutta la fabbrica"¹; proseguiva poi "Nelle composizioni delle armature, di qualunque maniera sieno, la regola generale è, che niuno de' legni spinga immediatamente contro i muri, ma tutti insieme compongano una macchina, che graviti perpendicolarmente su di essi muri, e spinga il meno che si possa"².

La copertura della loggia di Ludovico il Moro nel Castello di Cusago, oggetto del presente intervento, è costituita da un'orditura alla lombarda, con successione di orditure principali (per lo più capriate semplici), terzere (parallele alle murature d'ambito) travicelli, listelli e scempiato costituito da un tavolato con soprastante manto in coppi (Fig. 1). La disposizione degli elementi lignei alla lombarda evita che vi siano spinte rilevanti sulle murature d'ambito. Il livello di conservazione esibito dalla copertura della loggia, determinato dagli effetti del degrado materico e dal disordine strutturale indotto da operazioni manutentive succedutesi nel tempo, era tale da richiedere un intervento di restauro urgente.

La comprensione del funzionamento strutturale originario, finalizzato al restauro degli elementi esistenti e all'integrazione di quelli definitivamente compromessi, ha rappresentato il principio guida dell'intero intervento³. L'aggiunta di nuovi presidi, compatibili sotto il profilo materico e meccanico, ha avuto la finalità – come espresso

¹ MILIZIA 1785, p. 168.

² *Ibidem*.

³ Il compianto Fabio Rappo, amministratore della

Società Viridea s.r.l., fu promotore e finanziatore dell'intero intervento. A lui, alla sua tenacia e lungimiranza si deve il risultato ottenuto.



Fig. 1. Castello Visconteo di Cusago (MI), coperture dell'ala nord: orditure della loggia secondo lo schema costruttivo del 'tetto alla lombarda' (2021).

da Francesco Milizia – di contenere e distribuire i carichi verticali, nonché di realizzare un vincolo stabile con le murature d'ambito, andando così a definire il primo e più efficace presidio antisismico della fabbrica.

Inquadramento storico (L.P.)

La realizzazione del castello di Cusago⁴ viene fatta risalire alla seconda metà del XIV secolo su committenza di Bernabò Visconti⁵. Il castello, probabilmente edificato su un preesistente fortilizio longobardo, si colloca a circa 15 km a ovest di Milano. All'epoca della sua realizzazione risultava circondato da boschi e corsi d'acqua; peculiarità che, unitamente alla configurazione planimetrica a corte centrale, suggeriscono una destinazione d'uso prevalentemente residenziale, come casino di caccia e luogo di

⁴ Le informazioni di seguito riportate sono tratte dalla relazione storico-artistica a cura dell'arch. Maria Mascione per la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Milano (2021) e dall'analisi storico-artistica condotta dall'arch. Gabriella Mazzone, *PhD*. Di notevole importanza è la collezione di fonti storiche e gli studi dello stato dell'arte riportati

nella tesi di Laurea in Architettura dal titolo "Il Castello di Cusago. Progetto di conservazione e riuso" redatta da Bibiana Castagna, Antonella Paoli, Antonella Ponti, Fulvio Sanvito con relatore prof. arch. F. Tartaglia presso il Politecnico di Milano nel 1992.

⁵ Bernabò Visconti fu signore di Milano dal 1354 al 1385.

villeggiatura⁶. Le fonti storiografiche descrivono un primo impianto dotato di grandi aperture, in cui non compaiono i caratteristici tratti di una fortezza ad uso difensivo, anche perché dotato di una sola torretta di guardia in corrispondenza dell'ingresso. Tale impianto è rimasto sostanzialmente invariato nel corso delle successive trasformazioni della fabbrica.

Fino agli inizi del XV secolo il castello è utilizzato, tra l'altro, come luogo di ritiro per i duchi durante le periodiche epidemie di peste: vi si rifugiò lo stesso Gian Galeazzo Visconti, nipote di Bernabò e allora proprietario della tenuta. Al tempo di Filippo Maria Visconti (1392-1447) si individuano i primi interventi di ristrutturazione e ampliamento della costruzione⁷.

È con Ludovico il Moro (1452-1508), però, che si realizzano le trasformazioni che portano il castello ad assumere la configurazione ultima, che nei documenti testamentari è appellata dallo stesso con il termine di "*palatium*", divenendo dimora gentilizia di campagna. A quest'ultima modifica è riconducibile l'apertura della grande loggia sul fronte nord-est, oggetto del presente intervento.

I lavori, eseguiti tra il 1485 e il 1490⁸, portarono alla realizzazione dell'attuale loggia, composta da 13 arcate a sesto leggermente ribassato, di cui 9 collocate lungo il fronte nord e 4 lungo quello principale a est, disposte su colonne con capitelli recanti lo stemma del Moro (la biscia visconteo-sforzesca). La loggia viene descritta come segue: "Il loggiato è sostenuto da salde colonne, che reggono degli archi che una chiave in ferro tiene assieme e avvolge. Qui è posto il ritratto dei duchi lombardi, donde vede ciascuno la superba dimora risplendere da ogni parte di decorazioni ornamentali"⁹. La narrazione chiarisce che il sistema di incatenamento delle arcate, ancora in sede, fu realizzato contestualmente alla costruzione del loggiato.

Nell'ambito del medesimo intervento fu realizzato il portico su colonne e archi a tutto sesto all'interno della controfacciata, con lo stesso stile della loggia. Anche in questo caso, infatti, si riscontrano sui capitelli delle colonne gli emblemi del Moro. L'ingresso principale fu analogamente decorato con un grande portale in marmo recante il simbolo della casata; tutti gli intonaci vennero trattati con un graffito romboideale, rilevabile ancor oggi lungo diverse porzioni¹⁰.

Dopo la morte di Ludovico seguirono diversi passaggi di proprietà fino a quando, nel 1531, il castello entrò nei possedimenti della famiglia Stampa. Il complesso architettonico rimase di questa famiglia fino alla morte di Massimiliano Cesare Stampa (1876) quando, in assenza di eredi, passò alla famiglia Casati. In questo lasso temporale di oltre tre secoli, la compagine fu più volte rifunzionalizzata, divenendo anche sede di attività produttive; modifiche che comportarono la suddivisione degli ampi spazi interni e la tamponatura delle grandi aperture, ivi comprese quelle del loggiato dell'ala nord-est.

⁶ BELLONCI *et al.* 1977.

⁷ FOSSATI 1928, pp. 225-258.

⁸ CASTAGNA *et al.* 1994, p. 23.

⁹ COMINCINI 1989, p. 104.

¹⁰ CASTAGNA *et al.* 1994, p. 29.

La riapertura di quest'ultimo, avvenuta poco prima del 1884, è testimoniata da Giuseppe Mongeri¹¹, che così la descrive: "Cotesta loggetta, smurata soltanto da pochi anni sull'angolo nord-est, si affaccia tosto nel punto esterno più notevole e pittoresco dell'edificio; esso svolta all'angolo, con un succedersi di piccoli ardi continui, sorretti da alte e sottili colonnine, aneliate a mezzo, onde un contesto di intercolumni serrati, quattro de' quali verso est e nove verso nord. I capitelli vi sono elegantissimi, ma di tipo robusto, ornati di scudetti sui quattro lati, ma senza insegne blasoniche se non sulle facete esteriori, dove si notano quelle della famiglia Viscontea dopo l'epoca del vicariato"¹². I capitelli delle colonne sono così descritti con diverse tipologie di decorazioni; dall'espressione "aneliate a mezzo", utilizzata per descrivere il fusto delle colonne, si evince che queste avessero già l'aspetto ancora oggi rilevabile.

Altri documenti coevi riguardanti il complesso descrivono le aperture decorate con ghiere in laterizi, con davanzali in terracotta modanata e mattoni; tutti i fronti dell'edificio riportavano ancora l'intonaco sforzesco graffito dai motivi romboidali, con parti del sotto gronda decorati con accesi motivi floreali. Si deduce, pertanto, che nella seconda metà del XIX secolo, nonostante i riadattamenti eseguiti per esigenze funzionali, il complesso presentasse ancora un aspetto gentilizio.

Nel 1913 Malaguzzi Valeri descrive la richiusura della loggia: "Ma oggi, qui come altrove, come dovunque, la vita moderna con le sue meschine esigenze, con le sue preoccupazioni utilitarie è passata come un turbine sul bel castelluccio signorile: le grandi finestre ogivali sono state chiuse per lasciare appena uno spiraglio alle finestrelle rettangolari; la loggia è stata tappata con serrande non sappiamo se per far posto agli uffici comunali che – ahimè! – vi sono ospitati, o per timore di modernissime bronchiti; le stanze sono state rabberciate, intonacata da un pezzo, il grande elegantissimo cortile è invaso da carri, carrette, cestoni e da cent'altre utilissime cose"¹³. La descrizione esprime un giudizio di valore estremamente negativo di tale operazione e, in generale, dei più recenti lavori condotti senza tenere conto del valore del fabbricato e della necessità di preservarlo.

Questa seconda chiusura, realizzata con una muratura a una testa, intonacata e arretrata rispetto all'originaria sequenza di archi su colonne e articolata con paraste posizionate in corrispondenza delle colonne, sebbene non perfettamente allineate a esse, ha conferito alla loggia l'aspetto conservatosi fino a oggi.

Nel secondo dopoguerra il castello fu occupato da famiglie di sfollati, con il conseguente riadattamento degli ambienti interni. Nel 1958 il primo piano dei corpi est, nord e ovest fu trasformato in piccoli appartamenti, suddivisi con tramezzi in forati e solai in legno e incannucciati, utili per ospitare 23 famiglie, per un totale di circa 70 persone.

Nel 1989 Comincini ne riporta un'ultima interessante descrizione: "[...] La costruzione, di per sé già priva di strutture difensive (anche la torre sembra piuttosto un

¹¹ MONGERI 1884, p. 634.

¹² ROCCULI 2012, p. 122.

¹³ MALAGUZZI VALERI 1913, p. 693.

elemento di decoro e un motivo di prestigio), è ancor più assimilabile ad una villa campagnola da una graziosa loggia, smurata nell'Ottocento e poi di nuovo murata. Essa si apre sull'estremità destra della fronte principale e svolta sul lato settentrionale, per complessivi tredici intercolunni, segnati da esili colonne aneliate a metà, dai capitelli ornati di scudetti su quattro lati, ma con le insegne ducali solo sulle facce esterne. Le finestre di questo loggiato, ricavato nell'angolo più in ombra per ripararsi dalla calura estiva, non sono oggi più visibili, ma erano originariamente decorate con vivaci motivi floreali, alternati a graffiti romboidali delle pareti. Sotto il loggiato la decorazione continuava con una grande fascia (che doveva girare intorno a tutto l'edificio) a vivaci colori, con listelli bianchi e neri, losanghe, archetti allungati, e con un bordo nella parte inferiore ornato da nuvole biancocelesti, frammezzate da riquadri con la famosa pennellata di Ludovico il Moro ed il suo motto: *Merito et tempore*.¹⁴

Le problematiche statiche della loggia conseguenti alle trasformazioni architettoniche e al degrado strutturale (A.G.)

Come descritto nella documentazione storica, la loggia è collocata nell'angolo tra l'ala settentrionale e quella orientale del castello, al secondo dei due livelli fuori piano, e si sviluppa con colonnine e archi a tutto sesto leggermente ribassato, di cui quattro sul prospetto est e nove sul prospetto nord. I rilievi e gli esami visivi degli allineamenti murari restituiscono informazioni sui numerosi rimaneggiamenti subiti dalla fabbrica e testimoniati dalle fonti storiche: si evidenziano infatti, oltre alle bucature originarie lungo allineamenti regolari verticali e orizzontali, numerose aperture disallineate e di dimensioni variabili. Particolare è la modalità con cui è stato chiuso lo spazio della loggia per la rifunzionalizzazione tarda dei suoi spazi interni: è stato infatti costruito un paramento murario in mattoni pieni affiancato al sistema di arcate, ma arretrato rispetto ad esso di circa 12-15 cm, strutturalmente indipendente. Questa sorta di 'seconda pelle' è articolata in paraste (il cui profilo si distingueva solo dal prospetto interno) e tamponature (Fig. 2). Le prime, caratterizzate da una larghezza variabile compresa tra 50-60 cm e spessore variabile tra 25-27 cm, sono state poste in corrispondenza delle colonne esterne, così da irrigidire il sistema portante della copertura a capriate. Le tamponature presso le arcate esterne erano spesse circa 15-17 cm.

I due sistemi risultavano separati tra loro da un'intercapedine profonda tra i 12 e i 15 cm, ben distinguibile osservando l'intradosso delle arcate esterne e lo spazio tra le colonne e la tamponatura interna. Lo sviluppo in altezza di quest'ultima, articolata in paraste fino all'imposta delle capriate a vista, ha determinato un cambiamento dell'assetto strutturale originario, comportando il trasferimento dei carichi dalle colonne del loggiato alla muratura di tamponamento.

La scansione di paraste e tamponature costruite all'interno del loggiato presentava inoltre dimensioni variabili, rese da elementi costruttivi con differenti luci, larghez-

¹⁴ COMINCINI 1989, pp. 121-125.



Fig. 2. La loggia: stato *ante operam* (2022).

ze e spessori; mentre, in alcuni casi, le paraste non erano corrispondenti e simmetriche rispetto alle colonne delle arcate ed anche il livello d'imposta del parapetto interno era più elevato di circa 30 cm rispetto al profilo esterno.

La struttura muraria portante è stata realizzata con mattoni pieni e malta di calce, con spessore variabile da 45 a 75 cm. Nella zona in prossimità della loggia si evidenziano alcuni ringrossi murari interni in corrispondenza degli appoggi delle capriate di copertura. I prospetti esterni, intonacati, sebbene affetti da numerose problematiche conservative come distacchi, lacune, ruscamenti e attacchi biologici, conservano ancora le tracce dei motivi decorativi a graffito romboidale e della fascia marcapiano policroma che si sviluppava lungo tutti i prospetti.

Il rilievo indiretto digitale condotto con l'ausilio della tecnologia laser scanner, unitamente agli accurati esami visivi, ha rappresentato uno strumento fondamentale per l'individuazione delle criticità strutturali, che ha permesso di distinguere con attendibilità il rapporto geometrico-costruttivo esistente tra la più recente tamponatura interna posta a chiusura della loggia e l'originale sistema esterno di arcate e pilastri. Un altro scopo perseguito attraverso l'analisi della densa nuvola di punti ottenuta dal rilievo è stato l'esame dei seri problemi deformativi presenti soprattutto lungo il lato est, con ribaltamenti che denunciavano spostamenti decimetrici delle murature causati dalle orditure lignee spingenti. La concezione strutturale originaria, che avrebbe dovuto scongiurare questi fenomeni, era stata infatti compromessa dal deperimento meccanico legato al degra-



Fig. 3. Degrado dei nodi lignei delle orditure principali (2021).

do del materiale (Fig. 3). Nelle coperture storiche accade spesso che il decadimento del legno comporti l'involutione meccanica dei vincoli lungo le orditure principali e di quelli presenti fra queste e le secondarie. In questo caso i nodi puntone-tirante delle capriate migrano da una condizione di incastro a una di cerniera, consentendo deformazioni e scorrimenti agli appoggi dei puntoni e conseguenti spinte parassite sugli elementi murari.

Un effetto ulteriore di questo fenomeno consta nel fatto che le terzere si svincolano a loro volta dalle orditure principali, disarticolando così l'intero sistema di copertura. Gli appoggi sulle murature si riducono, i livelli tensionali aumentano e s'innescano fratture per schiacciamento nei paramenti. La diagnosi che scaturisce dall'analisi dei fenomeni descritti mette su piani diversi le problematiche strutturali, anche con l'ausilio della lettura delle cate-

ne cinematiche secondo il metodo dell'"analisi evolutiva del dissesto". Con questo principio sono stati classificati fra i fenomeni di primo ordine quelli legati al disarticolamento dei nodi delle capriate e fra quelli di ordine successivo le problematiche relative alle terzere e alle murature. Di conseguenza si è quindi agito principalmente sul restauro statico delle orditure lignee, sui loro vincoli reciproci e su quelli con le murature, lasciando memoria delle deformazioni a carico degli elementi murari (colonne, archi e murature).

L'analisi strutturale condotta sulle colonne ha messo in luce come esse fossero già state interessate da fenomeni di pressoflessione e schiacciamento, con presenza di un quadro fessurativo ad andamento pseudo verticale e attivazione di cinematismi di ribaltamento verso l'esterno. Un sistema di fascette metalliche collocate sulle colonne, ancorate alla tamponatura interna, testimonia che tali fenomeni avevano già storicamente coinvolto il colonnato.

Molto interessante dal punto di vista costruttivo è il doppio sistema d'incatenamento metallico quattrocentesco della loggia. Il primo, visibile, è posizionato in corrispondenza delle imposte degli archi; questi ultimi, se pur contrapposti e auto-equilibrati, trovano nei due lunghi incatenamenti sul lato est e nord l'unico presidio di contenimento della spinta nella zona d'angolo. Il secondo giace all'interno della muratura in posizione immediatamente superiore alla chiave delle arcate (Fig. 4). Quest'ultimo è realizzato con un profilo forgiato a sezione quadrata, disposto anch'esso sui



Fig. 4. Particolare della catena estradossale originaria della loggia: arpionatura d'angolo (2021).



Fig. 5. Particolare della catena estradossale originaria della loggia: arpionatura intermedia (2021).

due lati est e nord, sovrapponendosi e interrompendosi in corrispondenza delle mensole lignee sottostanti, lavorate in modo da formare il monumentale sporto di gronda (Fig. 5). I diversi tratti degli incatenamenti si inanellano su un paletto verticale, ancorato alla muratura e alla mensola lignea sottostante, realizzando così un semplice e allo stesso tempo straordinario presidio strutturale con funzione d'incatenamento sommitale, nonché di ritegno per gli sbalzi delle mensole. Questo originale quanto geniale sistema è stato restaurato e conservato.

L'intervento di restauro (A.G.)

Il progetto di restauro, inteso nella sua duplice natura strutturale e architettonica, ha riguardato *in primis* il consolidamento delle coperture, attraverso il quale è stato possibile mettere in sicurezza la fabbrica e procedere alla riapertura del loggiato.

L'esigenza prioritaria di eseguire i necessari interventi di consolidamento, determinata fra l'altro dalle risorse disponibili, ha portato a rimandare il restauro delle superfici a una fase successiva (avendo avuto tuttavia cura di metterli in sicurezza mediante mirate azioni di preconsolidamento).

La sequenza e le priorità degli interventi strutturali sono state dettate dalla stretta relazione fra causa ed effetto, in applicazione del metodo dell'analisi evolutiva del dissesto, configurandosi come un'occasione per perseguire un obiettivo di prevenzione sismica e di rifunzionalizzazione architettonica.



Fig. 6. Coperture dell'ala nord: esempio dell'originario sistema di connessione alle murature (2021).



Fig. 7. Coperture dell'ala nord: esempio del nuovo sistema di connessione alle murature (2021).



Fig. 8. Stato *ante operam* degli appoggi sulle murature interne (2022).

L'intervento ha di fatto consentito di recuperare lo schema costruttivo originario e integrare le parti mancanti o irreparabili con materiale di recupero.

La copertura presentava collegamenti fra le orditure principali e le murature resi tramite arpionature metalliche, per far sì che ogni tirante di capriata funzionasse da presidio antibaltamento per le murature esterne al di sopra degli archi (Fig. 6). Questa funzione è stata riproposta tal quale; avendo cura di realizzare un presidio metallico fra puntone e capriata che riqualificasse la meccanica del nodo, favorendone l'ancoraggio alla muratura e facendo sì che divenisse il terminale di nuovi tiranti metallici affiancati superiormente ai tiranti lignei delle capriate e non visibili dall'intradosso (Fig. 7). L'intero sistema restaurato della copertura trova riposo su una cordolatura costituita da muratura di laterizi di recupero, malta di calce e rete in fibra di vetro. Tale nuovo presidio, realizzato attingendo alla tradizione costruttiva, opportunamente innovata, ha permesso di ridistribuire il carico in maniera efficace sia sui presidi murari che sulle colonne originarie, eliminando di fatto carichi puntuali e offrendo la possibilità di pensare all'altra fase realizzativa del progetto, che implicava la riproposizione delle grandi aperture del loggiato.

L'obiettivo di ripartire meglio i carichi è stato raggiunto anche per il collegamento fra terzere e timpani murari intermedi. Questi ultimi erano realizzati con



Fig. 9. Stato *post operam* degli appoggi sulle murature interne (2022).

pilastri scollegati tra loro, sui quali poggiavano gli elementi di copertura (Fig. 8). Lo schema *post operam* è rimasto inalterato: le aperture sono state sormontate da architravi metallici sagomati in modo da contribuire al trasferimento dei carichi sia orizzontali che verticali, unitamente al cordolo superiore, sempre realizzato in muratura armata (Fig. 9).

È apparso evidente che non sarebbe stato possibile ripristinare il sistema costruttivo originario semplicemente rimuovendo la tamponatura giustapposta alla sequenza di archi e colonne: queste ultime, infatti, inflesse e fessurate, non offrivano più la resistenza meccanica necessaria per assolvere in autonomia al ruolo portante per i carichi della copertura.

Con la finalità di restituire l'integrità formale e funzionale che ha caratterizzato il castello di Cusago prima degli interventi di riadattamento succedutisi nei secoli, si è cercato di recuperare la figuratività del loggiato, senza alterare l'equilibrio strutturale comunque mutato nel tempo.

Si è così scelto di rimuovere buona parte della muratura di tamponamento attraverso la realizzazione di grandi 'tagli' regolari in corrispondenza degli archi esterni; la rimozione di queste porzioni murarie poteva di fatto ricreare una relazione visiva con l'esterno. Sono state conservate le paraste interne, ormai imprescindibili nella ridistribuzione dei carichi, consolidate e rese strutturalmente analoghe a dei pilastri, poste in secondo piano tra un'apertura e un'altra, in corrispondenza delle colonne esterne.



Fig. 10. Interno della loggia del castello a seguito della rimozione delle tamponature e degli interventi di consolidamento (2023).

L'altezza scelta, pari a 4,50 m, ha consentito di raggiungere un'uniformità dimensionale dei parapetti interno ed esterno e lascia visibile dall'interno l'intradosso degli archi in facciata (Fig. 10).

La larghezza è invece inevitabilmente diversa per ogni luce. Il progetto voleva assicurare la simmetria delle nuove aperture rispetto alle paraste e alle colonne esistenti, fra loro allineate ma non perfettamente simmetriche: per questo la geometria di ogni pilastro (risultante dal taglio delle tamponature) e il suo rapporto con la colonna relativa è stata studiata caso per caso. Ogni elemento verticale è largo 55 cm e spesso 29 cm.

La principale operazione di consolidamento che ha reso possibile tale intervento (contestualmente al taglio delle murature con assoluta assenza di vibrazioni per la conseguente rimozione alternata di notevoli porzioni murarie) ha riguardato l'inserimento di cerchiature metalliche nei vuoti praticati nella muratura. Tali cerchiature sono state realizzate mediante un piatto di lamiera strutturale ancorato alle murature superstiti con connessioni a scomparsa, preventivamente consolidate con nuovi intonaci di calce armati con reti in fibra di vetro. Le superfici di consolidamento hanno sostituito quelle realizzate nel dopoguerra con malta cementizia (in occasione della trasformazione ad uso abitativo del loggiato).

Un altro aspetto fondamentale è rappresentato dall'insieme delle operazioni effettuate per regolarizzare la quota di paramento interno ed esterno mediante la rico-



Fig. 11. La loggia: stato *post operam* (2023).

struzione della porzione muraria posta sopra le nuove aperture e l'applicazione del nuovo intonaco a base di calce su tutto il lato interno (parapetto inferiore e muratura superiore alle aperture), consentendo così un utile veicolamento dei flussi tensionali deviati a seguito della creazione dei vuoti per le aperture.

In ultimo, rinforzato il sistema portante dei pilastri murari in corrispondenza delle colonne, si è potuto procedere, ove necessario, al consolidamento delle colonne mediante l'inserimento di sottili cerchiature metalliche solidarizzate alla muratura retrostante. In questo modo il presidio introdotto (derivato dalla tradizione costruttiva) assolve al duplice scopo di aumentare la resistenza alla compressione delle colonne ormai fessurate e al tempo stesso di impedire ribaltamenti fuori dal proprio asse.

Giova ricordare che tutte le operazioni fin qui descritte non sarebbero state possibili se la copertura non fosse stata preventivamente restaurata, favorendo la ripartizione dei carichi in modo omogeneo attraverso l'inserimento del cordolo in muratura armata.

L'intervento si è poi concentrato sul trattamento delle finiture, condotto sulle base di opportune analisi stratigrafiche svolte preventivamente. Il paramento interno scandito da paraste e tamponature presentava un intonaco grezzo cementizio diffuso sull'intera superficie; il fronte esterno presentava il medesimo intonaco applicato sul restante prospetto dell'ala nord. Le arcate sono caratterizzate invece da una ghiera in laterizio, a oggi visibili in numerosi punti; le colonne, di diametro pari a circa 24 cm, mostrano ancora sui capitelli lo stemma di Ludovico il Moro. Le analisi stratigrafiche

hanno permesso di individuare lo strato di intonaco graffito ancora presente sui prospetti esterni; è stata scelta così una cromia sui toni del beige-ocra, vicina e coerente con quella dell'intonaco graffito, con cui verranno rifinite le cerchiature e il nuovo intonaco armato dei prospetti interni. L'intonaco presente sul parapetto esterno, che accoglie ancora gli strati originari, al contrario, non è stato oggetto d'intervento e sarà opportunamente consolidato nelle successive fasi di restauro.

Conclusioni (A.G., L.P.)

L'interpretazione delle tecniche costruttive e delle fasi trasformative del Casello Visconteo di Cusago ha permesso la riapertura della loggia di Ludovico il Moro, perseguendo anche le finalità di miglioramento del comportamento strutturale, in coerenza con i principi di prevenzione sismica.

Lo strumento di diagnosi dell'analisi evolutiva del dissesto ha guidato le scelte progettuali per gli interventi di consolidamento, consentendo di annullare le vulnerabilità presenti senza alterare i segni che le stesse hanno determinato nelle murature storiche, come le deformazioni ormai storicizzate. Le tecniche d'intervento impiegate discendono da quelle tradizionali, già presenti nella fabbrica, talvolta reinterpretate.

Il risultato finale consta nella riproposizione della figuratività del sistema loggiato in cui elementi costruttivi eterogenei, stratificati nel tempo, concorrono alla definizione di un rinnovato equilibrio (Fig. 11).

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- BELLONCI *et al.* 1977: M. Bellonci, G.A. Dell'Acqua, C. Perogalli, *I Visconti a Milano*, Cariplo, Milano 1977
- BELTRAMI, MORETTI 1905: L. Beltrami, G. Moretti (a cura di), *Resoconto dei lavori di restauro eseguiti al castello di Milano col contributo della sottoscrizione cittadina*, Tipografia Allegretti, Milano 1905
- BONDOLI 1931: P. Bondoli, *Una descrizione inedita del Castello di Cusago al tempo di Lodovico il Moro*, Prem. Tip. San Giuseppe, Milano 1931
- BORRI, GIANNANTONI 2004: A. Borri, A. Giannantoni, *Esempi di utilizzo dei materiali compositi per il miglioramento sismico degli edifici in muratura*, in atti del XI convegno nazionale, *L'ingegneria Sismica in Italia*, (Genova, 25-29 ottobre 2004), Dip. Ing. Civile ed Ambientale, Univ. Perugia, Perugia 2004, pp. 165-176
- BORRI *et al.* 2016: A. Borri, M. Corradi, A. Giannantoni, R. Sisti, *Cordoli in muratura di pietrame faccia a vista*, in «Structuralweb 2002», DeLettera, 2016, pp. 1-19, https://www.researchgate.net/publication/305107586_Cordoli_in_muratura_in_pietrame_faccia_a_vista (10/04/2024)
- BORRI, DE MARIA 2019: A. Borri, A. De Maria, *Il metodo IQM per la stima delle caratteristiche meccaniche delle murature: allineamento alla circolare n.7/2019*, in atti del XVIII convegno ANIDIS, *L'ingegneria Sismica in Italia* (Ascoli Piceno 15-19 settembre 2019), pp. 13-16

- CALIARO 2019: E. Caliaro, *Coperture e solai lignei nel castello di Binasco. Il ruolo della conoscenza storica nella progettazione degli interventi di consolidamento*, Politecnico di Milano, tesi di laurea magistrale in "Architettura, Ambiente Costruito, Interni", Relatore prof. Davide Del Curto, a.a. 2018/2019
- CANGI 2005: G. Cangi, *Manuale del recupero strutturale e antisismico*, DEI, Roma 2005
- CANGI *et al.* 2010: G. Cangi, M. Carboni, A. De Maria, *Analisi strutturale per il recupero antisismico, Calcolo dei cinematicismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI, Roma 2010
- CASTAGNA *et al.* 1994: B. Castagna, A. Paoli, A. Ponti, F. Sanvito, *Il Castello di Cusago*, in «Castellum» XXXVI, 1994, pp. 23-36
- CASTAGNA, PAOLI, PONTI 1994: B. Castagna, A. Paoli, A. Ponti, *Conservazione e riuso del castello di Cusago*, atti della conferenza nella Sala degli Arazzi del Museo del Duomo di Milano, 8 marzo 1994
- COMINCINI 1989: M. Comincini, *Il Palazzo Sforzesco*, in M. Comincini, M. Laveroni, G. Bombi (a cura di), *Il palazzo, la chiesa, la villa. Storia e arte a Cusago*, Diakronia, Vigevano 1989, pp. 73-135
- COMO 2010: M. Como, *Statica delle costruzioni storiche in muratura*, Aracne, Roma 2010
- DEL TREDICI, ROSSETTI 2012: F. Del Tredici, E. Rossetti (a cura di), *Percorsi castellani da Milano a Bellinzona. Guida ai castelli del ducato*, Castelli del Ducato, Milano 2012
- DI GIROLAMO 2013: C. Di Girolamo, *Il Castello di Cusago (MI), Analisi stratigrafica, ipotesi sulla sequenza evolutiva e prospettive per la conservazione del fronte Nord*, Politecnico di Milano, tesi di laurea in "Scienze dell'Architettura e dell'Ingegneria edile", Architettura, a.a. 2012-2013
- DONÀ, DE MARIA 2011: C. Donà, A. De Maria (a cura di), *Manuale delle murature storiche*, 2 voll., DEI, Roma 2011
- FIORANI 2009: D. Fiorani (a cura di), *Restauro e tecnologie in architettura*, Carocci, Roma 2009
- FOSSATI 1928: F. Fossati, *Lavori e lavoratori a Milano nel 1438*, in «Archivio storico lombardo: Giornale della società storica lombarda», LV, 1928, 3, pp. 225-258
- FUMAGALLI *et al.* 1892: C. Fumagalli, D. Sant'Ambrogio, L. Beltrami, *Reminiscenze di storia e d'arte nel suburbio e nella città di Milano*, Tipografia Pagnoni, Milano 1892
- GALLO CURCIO 2007: A. Gallo Curcio, *Sul consolidamento degli edifici storici*, EPC, Roma 2007
- GIUFFRÈ 1992: A. Giuffrè, *La meccanica nell'Architettura*, La Nuova Italia Scientifica, Firenze 1992
- MACH 1992: E. Mach, *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Bollati Boringhieri, Torino 1992
- MALAGUZZI VALERI 1913: F. Malaguzzi Valeri, *La corte di Ludovico il Moro. La vita privata e l'arte a Milano nella seconda metà del Quattrocento*, Ulrico Hoepli Editore, Milano 1913
- MARIANI 2012: M. Mariani, *Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura*, DEI, Roma 2012
- MASTRODICASA 1948: S. Mastrodicasa, *Dissesti statici delle strutture edilizie: diagnosi e consolidamento*, Ulrico Hoepli Editore, Milano 1948
- MILIZIA 1785: F. Milizia, *Principj di architettura civile*, vol. 1, A spese Remondini di Venezia, Bassano 1785
- MONGERI 1884: G. Mongeri, *Il Castello di Cusago*, in «Archivio Storico Lombardo: Giornale della società storica lombarda» s. II, XI, 1884, 4, pp. 623-643

- ROCCULI 2012: G. Rocculi, *Gli Stampa e il Castello di Cusago*, in atti del 30° convivio, Società Italiana di Studi Araldici, vol. n. 21, Torino 2012, pp. 117-156
- ROSSETTI 2018: J. Rossetti, *Problemi di architettura gotica lombarda*, Sapienza Università di Roma, Tesi di Dottorato di Ricerca in Storia dell'Arte Medievale, XXXI ciclo
- SANTORO 1929: C. Santoro, *I registri dell'ufficio di provvisione e dell'ufficio dei sindaci sotto la dominazione viscontea*, I, Castello Sforzesco, Milano 1929

A reversal from hi-tech to authenticity: the case of fire safety for cathedral roofs in France

DIMITRIS THEODOSSOPOULOS

Introduction

The destruction of the original roof in Notre-Dame of Paris in 2019 accelerated earlier planning for a programme of holistic fire protection in the roofs of all 89 cathedrals in France, which is reviewed here in the ongoing projects for Paris and Soissons. This is framed in the historical development of attitudes to cathedral timber roofs security in France as they are continuously affected by catastrophic events (*Tab. 1*). The choice of this range of monuments and France as country is valuable to discuss as a case of centralised (state) responsibility, showcasing coordinated efforts to continuous major disruption but also best practice in technical upgrades, framed on a long-standing theoretical context of modernity vs authenticity.

An earlier review of the philosophy and practice of the subsequent conservation works since the 1820s and the designation of *Monuments Historiques* from the 1840s¹ showed a constant adaptation of contemporary techniques (steel or concrete frames) and a pre-occupation with the visual impact of the restored roofs in their surrounding urban areas. The dramatic events in Notre-Dame produced the *Sécurité des Cathédrales* Plan² and a major project has been the fire protection of the roof in Soissons Cathedral, restored 100 years earlier after its partial destruction during the Great War. The review of the project exemplifies the efforts of the Plan to ensure a holistic approach to fire safety but also the adaptation of the restored roof trusses and coverings. The discussion in parallel with the faithfully reproduced trusses in Notre-Dame of Paris explores the conservation impact of comprehensive fire protection (compartmentation, incombustible material systems, security plans, monitoring, review). This discussion can inform broader applications to major and complex historic buildings, particularly in view of the persistence of the Notre-Dame political initiative, the experience from continuous change and disruption in cathedrals and its awareness in conservation, the high technical level of the upgrades, and their centralisation due to the state ownership and intervention.

¹ POISSON 2020.

² CHEVALLIER, JAGER 2023.

Cathedral	Cause of damage	Year of event	Reconstruction system	Period of project	Author
Rouen	Lightning	1823	wrought iron and copper ribs	1830-82	J.A. Alavoine
Chartres	Hot working	1836	wrought-iron truss	1838-41	C. J. Accary and E. Baron
Saint-Denis	Lightning	1837	cast-iron truss	1842-45	F. Debret
Metz	Fireworks	1877	Polonceau iron truss system	1880-82	P. Tornow
Bourges	Decay	1882	Timber reinforcements	1882-87	P. Boeswilwald
Soissons	Warfare	1918	Prefab concrete frame	1919-35	E. Brunet
Noyon	Warfare	1918	Prefab concrete frame	1923-38	A. Collin
Reims	Warfare	1914	Innovative Cottancin frame	1919-38	H. Deneux
Rouen	Warfare	1944	Steel frame	1986-87	
Nantes	Fire	1972	Concrete frame	1972-75	
Notre-Dame	Electrical fault	2019	Reproduction in timber	2019-24	Ministry of Culture and scientific committee
Soissons	Fire safety		Timber rafters and partitions	2020-24	O. Weets

Table 1. Summary of major interventions to fire-damaged cathedral roofs since 1823.

Trends till the Notre-Dame fire in 2019

The impact of major fires is part of the life in all sorts of churches due to the open volume and large spans of the ecclesiastical space. Such fires kept happening and destroying roofs of cathedrals in France since the State took them over after the Revolution (Rouen 1822 and 1944, Chartres 1836, Saint-Denis 1837, Metz 1877, Nantes in 1972 and 2020), but from this period onwards major and carefully planned interventions followed soon after. Since the Notre-Dame fire in 2019 though, a more coordinated, intensive initiative and accountable scheme for prevention and protection have been promoted. The technical dimension of fire protection has always been very strong in France and equally, radical changes have been recognised in the 20th cen-

tury as an integral part of the life of these monuments, informing state management approaches³. Sharp damages happened also due to bombardment or ensuing fires during the two World Wars, especially the First (Noyon, Soissons, Reims, Saint-Quentin) and were addressed with different conservation criteria, but all cases saw complete reconstructions soon after due to emotional and political pressure, following public work procedures.

All these damages requested major design projects, characterised particularly by a constant effort to explore contemporary techniques in reducing future risk, combined with necessary interventions to the immediately surrounding fabric. This was often supported by clearances of the immediate urban fabric to reduce the transmission of fire to the surroundings. Many of the 19th century projects used metal trusses and were led by appointed architects. The technique was mature and proved, since wrought iron and steel have become mainstream materials for large openings in early 19th century, exemplified in the large railway station sheds from 1850 or various market halls of the time, while concrete (and eventually prefabricated trusses) became a choice only after they established essentially from early 20th century. In conservation aspects, they appear to be primarily within Viollet-le-Duc's influential spirit in employing the most effective materials to restore an architectural completeness of a monument (as in Notre Dame 1844-69) but also its structure, ensuring the longevity of the fabric. These roofs though make equally strong architectural statements, in line with the new steel architecture of the period (exemplified by Labrouste's Bibliothèque Sainte-Geneviève, 1838-51). This gave confidence that adding metal roofs visible at the interior would make an architectural contribution to the character of the monuments. The result though would eventually contrast Viollet-le-Duc's historicist forms for major structural additions, creating a brand-new architectural unity at the interior with no historic almost references. Overall, the projects aimed to a comprehensive approach, by combining careful application and anchorage of the new roofs with the first scholarly studies, by the architects, all within the emerging framework of designating these churches and other buildings of architectural interests as *monuments historiques*, within the first list of 1840.

The first opportunity for such designs was Rouen Cathedral, after a lightning hitting the spire in 1823 caused a fire that burnt the roof of the nave⁴. The faithful reconstruction planned by Jean Antoine Alavoine in 1830 opted for the first time for metals like wrought iron and copper ribs, especially for the spire⁵, but probably due to its sharp innovation and visual impact, the project had to win intensive criticism and concluded much later in 1882. The roof of the nave in Chartres burned later as well, in 1836, this time due to unattended hot working on the lead flashings⁶. A new, incom-

³ LEON 1922.

⁴ POISSON 2020.

⁵ DRAC Normandie, *Travaux de réfection de la flèche de la cathédrale de Rouen*, 2021; <<https://www.culture.gouv.fr/Regions/DRAC-Normandie/>

Dossiers/Ressources/Travaux-de-refection-de-la-fleche-de-la-cathedrale-de-Rouen> (10/04/2024).

⁶ Ville de Chartre, 1836, *incendie de la Cathédrale de Chartres*; <<https://www.chartres.fr/incendie-cathedrale/>> (10/04/2024); TIMBERT 2014.

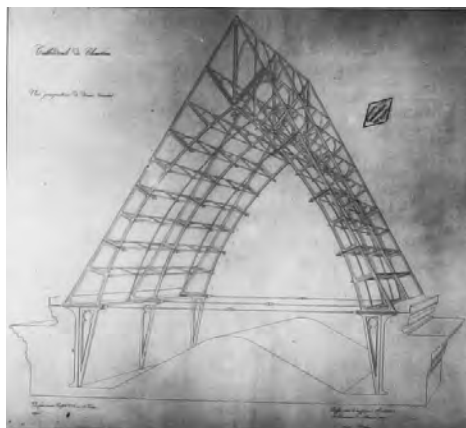


Fig. 1. The wrought iron truss in Chartres Cathedral (<https://www.pop.culture.gouv.fr/>; reference MHR24_02285823 © Ministère de la Culture - France, Direction Régionale des Affaires Culturelles du Centre-Val de Loir).

Fig. 2. The wrought iron truss in Saint-Denis Cathedral (<https://www.culture.gouv.fr/Regions/DRAC-Ile-de-France/Actualites/Actualite-a-la-une/Deploiement-du-plan-Securite-Cathedrales-en-Ile-de-France>) © DRAC Île-de-France - Nicolas Thouvenin).



bustible wrought-iron truss was proposed by the local Deputy Ludovic Vitet (who had become the first *Inspecteur des Monuments Historiques* in 1830) and was designed by C. J. Accary and E. Baron (1838-41, relatively quickly to stop water ingress on the vaults), covered in copper (instead of zinc and lead). The metal truss in the form of a pointed arch (Fig. 1) is exposed internally creating an accessible and spectacular interior that allows direct view of the stone vaulting underneath, revitalising the appraisal of the seminal original Gothic innovation of this cathedral.

The impressive enterprise in Chartres inspired another major reconstruction, in Saint-Denis (Fig. 2). Lightning destroyed the spire in 1837, and the example of

Chartres supported the complete overhaul of the roof system with a complex and extensive cast-iron truss covered in copper, planned by the architect François Debret (1842-45). A further metal roof was built in Metz Cathedral after destruction due to celebratory fireworks in 1877. The region was then occupied by Germany so a German architect, Paul Tornow, led the works who however used largely French techniques and contractors. He saw the opportunity to change to a more prominent urban profile, which was viewed favourably, from 45 to 60 degrees, resulting to a ridge 4.5 m higher. Tornow took profit of the patented, well detailed and structurally sophisticated Polonceau iron truss system (1880-82)⁷, creating a very contemporary but quite industrial looking interior (also accessible like Chartres) due to the straight bars and their bracing cables that did not make the earlier, more elegant and historicist pointed arch profiles necessary anymore.

War damage was extensive in France particularly after the Great War. Major roof truss reconstructions occurred in Soissons (partial), Noyon and Reims (complete), using prefabricated concrete as a better proved fire-proofing material (in the period 1923-40) a system that was already mainstream and documented in construction manuals of the time, particularly for industrial roofs⁸. While the first two employed commercially available systems, Henri Deneux explored passionately a very innovative RC lattice system for Reims⁹, updating 16th century designs by Philbert de l'Orme (that he knew well as a scholar of his systems) based on short timber bars and patented by the Cottancin RC plate system (and possibly influenced by the visual effect of the iron trusses in Chartres). He created an impressive and inspiring roof space (Fig. 3), where the light truss applies reduced the vertical and thrust loads on the delicate wall heads and vaults (many of which had to be extensively rebuilt).

Rouen Cathedral suffered a second destruction in the Second World War (April and June 1944), when many of the original remaining (ambulatory) and Alavoine's trusses burned (nave and transept), showing eventually the vulnerability of the system. The cathedral re-opened in 1956, with most trusses reconstituted later à l'identique (1986-87) and the iron spire that survived from the Alavoine project is currently under strengthening within the *Sécurité des Cathédrales* Plan¹⁰.

The latest example of such a philosophy is the Cathedral of Nantes, when the fire of January 1972 destroyed most of the original 16th century roof and prompted an extensive restoration that lasted till 1975. The destruction was very fast, lasting 20 minutes and the truss was once more reconstructed in reinforced concrete, including fire breaks (*coupe-feu*) to create compartments. The new roof is more of an oblique, rigid frame built with *in situ* concrete¹¹, which, in contrast to the earlier pre-cast truss-

⁷ <<https://www.republicain-lorrain.fr/edition-metz-et-agglomeration/2019/12/27/je-reve-de-retrouver-un-palais-sous-le-musee-de-la-cour-d-or>> (10/04/2024).

⁸ TIMBERT 2011; THEODOSSOPOULOS 2023b.

⁹ VITALE 2006.

¹⁰ CHEVALLIER, JAGER 2023.

¹¹ <https://www.francetvinfo.fr/faits-divers/incendie/nantes-la-charpente-en-beton-a-evite-le-pire_4049373.html> (10/04/2024).



Fig. 3. Deneux trusses in Reims Cathedral.

original structural scheme or creating new ones¹³. The original roof was though mostly preserved and demonstrated to be in good load-bearing condition, so the 2010-15 project eventually opted for a removal of all Boeswilwald's additions. This necessitated new timber to reproduce the parts of the original scheme that Boeswilwald had to re-design or bypass, resulting in a selective and controversial appreciation of what constitutes a historic fabric.

Notre-Dame de Paris post 2019

The project in Bourges gives a lead on the trends that informed the reconstruction of the roof in Notre-Dame in Paris. The fire in 2019 destroyed completely the roof over the high vaults in the choir, transept and nave (the *forêt*, a complex and seminal oak truss design), while the stability of the western towers was threatened, and the collapsing spire pierced through adjacent vaults. The project has the consolidation stage concluded (September 2020- April 2021) and restoration is proceeding (2024) with the assembly of the new *forêt* once again in oak¹⁴ (Fig. 4). This marks a radical departure from past practices, when modern fire-proof iron and concrete trusses were used. The steering group (*L'établissement public chargé de la conservation et de la restauration de la cathédrale Notre-Dame de Paris*) and the Ministry architects (*archi-*

es, was designed to resist precisely the forces generated by the geometry of the original pitch and enabled a covering with battens and sarking fully in timber – a hybrid system. A further major fire was caused by arson a year after Notre-Dame, in July 2020, but the problems concentrate at the artistic heritage of the interior, mainly affected by particles from the smoke and the compartmentation of the roof probably limited the fire spread.

An odd intervention in this context is what has been termed as the de-restoration of the roof in Bourges¹². The architect Paul Boeswilwald strengthened extensively the timber roof with smaller sections in oak in 1882-87, with a new cover in slate, as he perceived a loss of strength, occasionally by-passing the

¹² EPAUD 2015.

¹³ EPAUD 2011.

¹⁴ NOTRE DAME 2024.

tectes-en-chef des monuments historiques) had the approval of the *Comité National du Patrimoine et Architecture* (CNPA) in March 2021 for the faithful reconstruction of the truss (as also Viollet-le-Duc's spire), a political and cultural decision to recover rapidly the trauma from the destruction¹⁵. The project profited from a fortunate earlier survey by one of the architects and determined that the medieval form would be reconstructed, without Viollet-le-Duc's repairs¹⁶. The exact form and technology of the truss in green oak was defined by a thorough archaeological, historical, and engineering analysis of contemporary cases. This study went deeply into the fundamentals of good structural performance, particularly the understanding and recreation of the interfaces and plate supports of the truss on the wall heads, led by the Bestrema engineering firm. The carpenters were appointed in April 2022 (Ateliers Perrault and Atelier Desmonts) and materialised this focus, by working closely with the engineers not only to define the cross sections and connections, but also how they would be adjusted on the site. An additional challenge to (usually desired) standardisation was the realisation from the multi-disciplinary research team that the forms of the truss kept developing during the original construction, making each bay unique in many less prominent details – this was respected and integrated in the design, an indication once more of the archaeological drivers of the project¹⁷.

The scientific and craftsmanship gains from this study, even if not directly applied to the project, cannot be underestimated, showing the positive contributions of the total destruction and reconstruction. This radically different and scientifically meticulous approach fits in principle the architectural importance of Notre-Dame, assigning documentary importance of practical use to all remnants of the original truss. This repristination is thus more of an example of *restauro archeologico*, but with the twist of reproducing the missing material culture, essential for such an approach. It is a



Fig. 4. Assembly of the oak timbers for the forêt in Notre-Dame, in November 2023 (<https://rebatirnotredamedeparis.fr/>).

¹⁵ THEODOSSOPOULOS 2023a.

¹⁶ BOUTOULLE 2023.

¹⁷ A photographic journal of the fabrication and

assembly of the truss is available at the project site *Rebatir Notre-Dame*; <<https://rebatirnotredamedeparis.fr/>> (10/04/2024).

quite unique and costly approach of course and remains to be seen if it will become a trend, especially for those cathedrals currently under fire repair or upgrade (Soissons) through the preventive *Sécurité des Cathédrales* Plan that sprung from the disaster. But this technological tour-de-force can give conflicting messages. Firstly, it may not be feasible for smaller budgets or less significant monuments and the lack of the particular political drivers in Notre-Dame may produce false expectations, resulting in half measures in the choice of timber, technology, documentation, management. The total destruction that occurred should have questioned the immediate choice of timber as a possible threat for future similar incidents.

This destruction actually liberated the design team from any connections with the geometry and technology of the *forêt*, and should have led to a design based on the essential principles of pitch form, anchorage of the truss and fire safety (with accessibility as a secondary option). The original design and material system of the truss, and even the presence of the spire, were clearly a vulnerability that had to condition the restauration. In other cases of similar destruction, like the Cathedral of Mirandola, in Northern Italy, partially collapsed due to earthquake in 2012¹⁸, the decision was taken for a new structural design of the reconstructed roof that had the priority of supporting the key architectural characteristics of the nave in future earthquakes – the original design was corrected, focusing on essential performance rather than reproduction of a form.

Plan de Sécurité des Cathédrales

Beyond the intervention, Notre-Dame inspired a plan subsequently set up by the Ministry of Culture in May 2023 to upgrade the fire safety of the 89 cathedrals and associated buildings under state care and ownership¹⁹. Good practice and innovations in technology and management were brought together as a comprehensive plan for all these monuments²⁰. This is an intensive and ambitious project, which is progressing at various stages but is driven by strong political will, carried by the emotion and knowledge from the dramatic rescue in Notre-Dame²¹.

In most cases, like in the Grand Est or Normandy regions, only passive measures are necessary, to consolidate existing good practice: diagnostics on the fabric, electrical wiring, and fire security system (SSI) upgrade, or new partitions (*cloisons*) to compartmentalise the continuous space of the roof truss²².

A major innovation is the insertion of '*colonnes sèches*' or standpipes, a practice common in modern construction to pump high-pressure fire-fighting water to high locations on

¹⁸ BLASI *et al.* 2020.

¹⁹ CHEVALLIER, JAGER 2023.

²⁰ HES 1997; HES 2023; SHIELDS, SILCOCK 1989.

²¹ THEODOSSOPOULOS 2023a; REBÂTIR NOTRE-DAME 2024.

²² <<https://www.culture.gouv.fr/Regions/DRAC-Normandie/Actualites/Le-plan-cathedrales-situation-en-Normandie>> (10/04/2024).

the cathedrals, like upper stages or the roofs. High-profile applications are in Notre-Dame and Amiens, and their number varies according to the extent of the roof and accessibility. The system can be intrusive and is usually accommodated around the crossing towers but is still to be tested on a major fire, in terms of efficiency or adversary effects on the fabric.

Another necessity that emerged from the dramatic rescue of the fabric and artworks in Notre-Dame is planning and training. Once again formalising practice from other historic and modern buildings, *Plans de Sauvegarde des Biens Culturels* (PSBC) were written for the specific artistic treasures in each cathedral, and they are supported and practised in advance by fire brigade exercises. The whole initiative of the *Sécurité des Cathédrales* Plan is based on a close link with the fire brigade – the Plan was coordinated essentially by officers of theirs. This global initiative looked at active, external aspects of the critical stages in firefighting, like the response time and facilitating access to monuments was understood and improved. There is a broader context of clear access since most cathedrals have been historically cleansed by the surrounding houses from the 19th century, often in response to continuous dangers from fires.

Early detection and containment mean also less use of water or foam by the fire brigade. Apart from the effect on artwork, the sharp cooling of masonry under intense heating can cause instability and long-term damage – this became clear in smaller church buildings elsewhere, like the collapse of the interior of the Dunbar Parish Church in Scotland²³.

The practice of repairs and the materials used are also looked at, like enhancing hot working policy and permits (which probably once again failed in Notre-Dame) and there is higher sensitivity and understanding of the use of lead for the coverings. Cleaning the toxic residual particles from the fumes of burnt lead in Notre-Dame delayed the initial stages of the restoration project and this may affect the extent of the use of such a fundamental material in future repairs and maintenance of roofs – perhaps with more underlying yet invasive alternatives in the sealing of intersections and ridges. Presence of rubbish and combustible material is less of a concern in France, since vaulting extrados space is usually well kept, and vaults are often rendered externally with a screed.

The Plan is eventually an effort of centralisation and homogenisation of procedures, attempting to assign responsibilities clearly and making prevention processes or handling of incidents accountable. This is functional in the case of a well-structured organisation like the French Ministry of Culture and really depends on continuity in funding and review.

Soissons

Wider fabric alterations and a comprehensive review of the roof truss are promoted by the *Plan Sécurité* in Soissons Cathedral²⁴. This is a building with a constant history of fabric disturbance (vandalism or attacks in 1417, 1567, 1793-8, 1870), supporting Paul

²³ See case study in HES 1997.

²⁴ DRAC Hauts-de-France, *Poursuite du chantier*

de restauration de la cathédrale de Soissons dans le cadre du Plan de relance, 2022; <<https://www.>



Fig. 5. The damaged roof of Soissons Cathedral (<https://www.pop.culture.gouv.fr/>; reference sap01_mh0024001 © Ministère de la Culture, Médiathèque du Patrimoine et de la Photographie, diffusion RMN-GP).

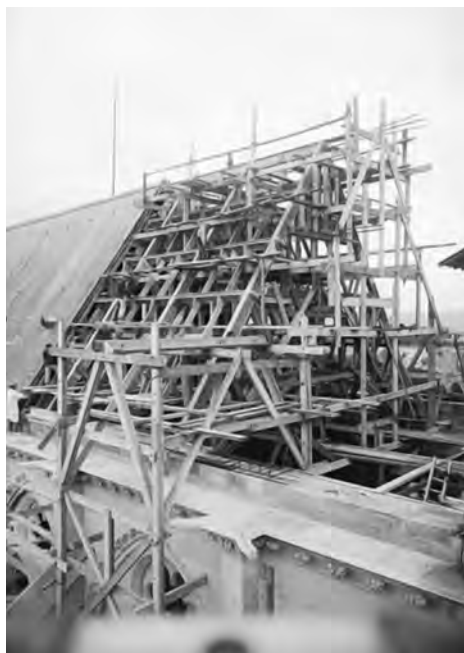


Fig. 6. The trusses being reconstructed in concrete, tying to the remaining timber members (<https://www.pop.culture.gouv.fr/>; reference sap01_mh00091409 © Ministère de la Culture, Médiathèque du Patrimoine et de la Photographie, diffusion RMN-GP).

Léon's view (the influential director of Beaux-Arts at the Ministry in early 20th century) to actively consider in conservation the constant and drastic changes that characterise the life of French monuments²⁵. The current form and technology of the roof is under a programme of upgrades to treat limitations of the post WWI reconstruction. This roof had the curious fortune to survive mostly intact after the collapse of the first 3 bays of the nave (Fig. 5-6) during warfare in February 1915 and January 1916 (*grande brèche*). This collapse may have been beneficial in removing the fire from the rest of the flammable timber members. The roof of these 3 bays was remade in prefabricated concrete trusses in January 1927 – creating a dry environment for the subsequent reconstruction of the vaults underneath. Figure 6 shows also the concrete beam bracing the wallhead independently from the truss and linking the existing and reconstructed bays, but also providing a better support for the rafters in the case of dislocation following a fire (a typical source for the progression of damage from the roof).

[culture.gouv.fr/Regions/DRAC-Hauts-de-France/Actualites/Grands-projets/France-Relance/Pour-suite-du-chantier-de-restauration-de-la-cathe-](https://www.culture.gouv.fr/Regions/DRAC-Hauts-de-France/Actualites/Grands-projets/France-Relance/Pour-suite-du-chantier-de-restauration-de-la-cathe-)

[drale-de-Soissons-dans-le-cadre-du-Plan-de-re-lance> \(10/04/2024\).](#)

²⁵ LEON 1922.



Fig. 7. Fire breaking partitions between the choir and the transept at the roof in Soissons Cathedral, November 2022 (Virtual tour in <https://my.virtualplanadvantage.com/tour/chantier-de-la-cathedrale-de-soissons-charpente-08-11-22>).

Inspecting Soissons Cathedral at the aftermath of the Paris Notre-Dame fire, the roof slates of the WWI reconstruction proved too thin and needed replacement, together with the ageing lead flashings, offering the opportunity for a more integral application of the *Sécurité des Cathédrales* Plan. In a photogrammetric record of the works on the roof from November 2022 (which can serve as the basis of a Building Information Model for the management of the roof), one can see replacement of some under-performing rafters (Fig. 7) but also the creation of fire-break partitions (reversible and in timber) between the choir and the transept. This respects fully the surviving structural scheme but also enables the preservation of the historical timbers, since the emphasis now is containing the fire into compartments breaking the spread across the large void of the roof.

Conclusions

This review shows that until recently most roof reconstructions were primarily conducted as a permanent and technical response to the danger of fire, recreating the landmark pitch of the roof to various degrees of sensitivity for the urban environment. The elaborate metal trusses in pointed arch forms, with strong architectural treatment, built in Rouen, Chartres, and Saint-Denis from the 1830s belong to a period when the system or philosophy of protection were only emerging²⁶, while the more subtle choice in Metz may have been formalised by E. Viollet-le-Duc's advocacy for the best modern material systems can offer. The designs do bring though a new architectural

²⁶ POISSON 2020.

unity, with a common characteristic of making the underlying vaults visible, which can also be seen as an exhibition of technical confidence.

The post WWI reconstructions follow a similar but more practical process, in a period where the Ministry's *architectes-en-chef* run the projects, and have authority and knowledge, with the difference in the use of prefabricated concrete. This was reinforced then by Paul Léon and the philosophy of the Ministry of Culture: considering war damage as part of continuous change and conscious of the role of cathedrals in urban development, he encouraged building lightweight (and economical) roofs to facilitate restauration and employ the best of modern materials to enhance the performance of the addition and its connection with the historic fabric²⁷.

Olivier Poisson sees most of the 19th century roof replacements as restauration projects as they recognise for the first time the historic significance of the buildings following historical and artistic study²⁸. They also recognise their presence, especially the impact of their roofs in the urban landscape (the silhouette of cathedrals has become an important value in European cities since 19th century). The return of the roof had an even stronger impact in the recovery from the traumatic and extensive destruction of cities in Northern France after the Great War. Would this though justify the use of a concrete frame in Nantes (1972-75), even if it was carefully sized? Concrete was still the first option then, in general in structural repairs and restoration, due to the certainty in design and performance felt among engineers (and its ease in certification, for insurance purposes). It took substantial research, practice, and training for the return of traditional materials from the late 1980s – the reconstruction of the roof truss in York Minster in England after the 1984 fire (concluded in 1988) employed oak timber and the new hammerbeam roof at the restored Great Hall in Stirling Castle in Scotland (1997-2000) was also done in green oak.

There is a possibility that the meticulous faithful reconstruction of the *forêt* in Notre-Dame will create a strong paradigm for future similar events across France and Europe. Beyond politics, a key driver seems to be the scientific research that informed parts of the project, which produced exceptionally accurate information that may have given undue emphasis on the recreation of uniquely documented original forms and details. In projects of lower significance, it is unlikely this can happen, and such unquestioned repristinations can be avoided by using the research and its framework from Notre-Dame, rather than reproducing the process.

The fire damage and complete reconstructions of roof trusses seem to occur often in France and due to the scale and intensity (and usually high quality) of the project they are a source of technical information and inspiration. The review has shown the start of a return to faithful reproduction of original schemes and their understanding, reversing the trends happening till recently. Reversible timber compartments are the active response to the concern with rapid expansion of fire, and their successful planning would permit only minimum interventions to the original fabric of the truss.

²⁷ LEON 1922; THEODOSSOPOULOS 2023b.

²⁸ POISSON 2020.

Regarding the structural design of the original trusses, there is little that can be done to improve its performance in fire, even when they perform well under wind or dead loads. Firstly, historical timber trusses are notoriously difficult to appraise under regular actions. Fundamentally though, experience has shown that fires spread rapidly when they cannot be contained, so there is little sense for research in limit state of partially (at best) burnt trusses. Modern restorations of timber trusses are becoming more of a technical issue of timber and joints fabrication, as also of effectively fitting new trusses to existing and deformed walls. This process is often aided by bracing of the wall head with a variety of systems that are designed to a range of reversibility and reduction of intrusion (fibre reinforced timber plates, steel cables).

Future trends can see more stringent controls on contractors and their liability, something that has not transpired so far in Notre-Dame but happened after the second fire at the Glasgow School of Art in 2020. This may tighten up hot working policy and permits further.

Following closer engagement of the conservation professionals with traditional building structures and techniques in the last 50 years, and even the development of construction history as a scientific field, authenticity attention and appraisal have moved to less prominent manifestations in the fabric²⁹. Not just vaults, roof truss, works of art, but also interfaces between parts and other components, are now treated as witnesses of human technological endeavour, highlighting the depth of architectural materialisation, associated technology, and its tectonic communication³⁰.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- ADDIS 2017: B. Addis, *Editorial*, in «Proceedings of the Institution of Civil Engineers -Engineering History and Heritage», 2017, 170, 1, pp. 1-2
- BLASI *et al.* 2020: C. Blasi, S. Carfagni, F. Blasi, *La ricostruzione post-sisma della chiesa di Santa Maria Maggiore, Cattedrale di Mirandola*, in «Materiali e Strutture», n.s., IX, 17, 2020, pp. 75-88
- BOUTOULLE 2023: M. Boutoulle, *Resurrecting the vanished «forest» of Notre Dame*, in «Fabrique de Notre Dame», 2023, 5, pp. 78-80; <<https://rebatirnotredamedeparis.fr/lafabriquedenotre-dame>> (10/04/2024)
- EPAUD 2011: F. Epaud, *La charpente de la nef de la cathédrale de Bourges*, in «Revue Archéologique du Centre de la France», vol. 50, pp. 501-554
- EPAUD 2015: F. Epaud, *La dé-restauration de la charpente du XIIIe siècle de la cathédrale de Bourges*, published 9 décembre 2015; <<https://www.sitesetmonuments.org/la-de-restauration-de-la-charpente-du-xiii-e-siecle-de-la-cathedrale-de-bourges>> (10/04/2024)
- HES 1997: Historic Environment Scotland, *Fire protection measures in Scottish historic buildings*, TAN (Technical Advance Notice), 11, Historic Scotland, Edinburgh 1997

²⁹ ADDIS 2017.

³⁰ HES 1997; HES 2023.

- HES 2023: Historic Environment Scotland. *Managing Change in the Historic Environment: Fire and Historic Buildings*, Historic Scotland, Edinburgh, 2023; <<https://www.historicenvironment.scot/archives-and-research/publications/publication/?publicationId=6e0bcac9-5aa2-4517-9d59-a60a010497e6>> (10/04/2024)
- LEON 1922: P. Léon, *La restauration des monuments après la guerre*, Institut de France, Paris 1922
- CHEVALLIER, JAGER 2023: A. Chevallier, D. Jager, *Plan d'actions «sécurité des cathédrales»*, Ministère de la Culture, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, 2023; <<https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Monuments-Sites/Ressources/Les-essentiels/Plan-d-actions-Securite-des-cathedrales-mai-2023>> (10/04/2024)
- NOTRE DAME 2024: *Special Issue on Notre-Dame de Paris*, in «Journal of Cultural Heritage», 65, 2024, 1
- POISSON 2020: O. Poisson, *Les cathédrales incendiées. La restauration des toitures des cathédrales françaises détruites par le feu aux XIXe et XXe siècles*; 25 April 2020; <<https://www.academia.edu/>> (10/04/2024)
- SHIELDS, SILCOCK 1989: TJ Shields and GWH Silcock, *Buildings & Fire*. Longman, London 1989
- THEODOSSOPOULOS 2023a: D. Theodossopoulos, *Briefing: Updates on the reconstruction of Notre Dame of Paris, France*, in «Proceedings of the Institution of Civil Engineers -Engineering History and Heritage», 176, 2, pp. 43-45
- THEODOSSOPOULOS 2023b: D. Theodossopoulos, *The reconstruction of Noyon and Soissons Cathedrals in France after the First World War*, in «Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Engineering History and Heritage», 176, 2, pp. 46-55
- TIMBERT 2011: A. Timbert. *La charpente en béton de la cathédrale Notre-Dame de Noyon*, in *La cathédrale Notre-Dame de Noyon. Cinq années de recherches*, SHASN, Noyon 2011, pp. 159-170
- TIMBERT 2014: A. Timbert (ed), *Chartres. Construire et restaurer la cathédrale XIe - XXIIe s*, Presses universitaires du Septentrion, coll. Architecture & Urbanisme, Villeneuve-d'Ascq 2014
- VITALE 2006: M.R. Vitale, *I brevetti Deneux per il c.a. e le loro applicazioni nella ricostruzione delle chiese di Reims (1919-1938)*, in *Storia dell'Ingegneria*, atti del 3° convegno nazionale, (Napoli, 19-21 aprile 2010), Cuzzolin, Napoli, vol. 1, pp. 529-542

Abstract

ARCHITETTURE PER L'ARCHEOLOGIA. LE COPERTURE DELLE AREE ARCHEOLOGICHE E IL CASO-STUDIO DI OSTIA ANTICA SILVIA CIGOGNETTI

Fino a pochi anni fa il tema della protezione delle aree archeologiche non trovava ampio spazio nella letteratura specialistica, tanto in campo architettonico quanto archeologico. Negli ultimi decenni, grazie ad una maggiore sensibilità rivolta ai problemi della conservazione dei siti archeologici, si è verificata un'inversione di tendenza: numerosi esperti, afferenti a diversi settori specialistici, hanno iniziato ad approfondire le questioni relative alla conservazione/protezione del patrimonio archeologico.

L'apporto di professionisti provenienti da ambiti scientifici diversi (archeologi, diagnostici, architetti, fisici, restauratori, ecc.) ha contribuito ad ampliare le prospettive degli studi sull'argomento, che in un primo momento erano soprattutto incentrati sull'analisi degli aspetti figurativi e tecnologici delle strutture di protezione e consideravano in maniera subordinata e sintetica il rapporto che le coperture istituiscono con la preesistenza archeologica, la trasformazione delle loro modalità realizzative nel tempo e, soprattutto, l'efficacia delle soluzioni proposte.

Il presente contributo restituisce le problematiche summenzionate all'interno di un sito estensivo e costruttivamente omogeneo che presenta un palinsesto di soluzioni variegato e stratificato nel tempo: il Parco archeologico di Ostia antica.

A partire da una restituzione sintetica della storia degli scavi e delle operazioni di messa in sicurezza dei resti archeologici che hanno interessato il sito dall'Ottocento a oggi, il saggio illustra sinteticamente le principali tipologie costruttive delle strutture di protezione realizzate, il rapporto da queste istituito con la preesistenza, l'eventuale riconoscimento di particolari tipicità tecniche e, soprattutto, l'efficacia – sia sul piano figurativo che su quello protettivo – delle soluzioni proposte, ponendo l'accento sulle problematiche conservative ad esse legate.

ARCHITECTURES FOR ARCHAEOLOGY. ROOFS OF ARCHAEOLOGICAL AREAS AND THE CASE STUDY OF OSTIA ANTICA SILVIA CIGOGNETTI

Until just a few years ago, the topic of protecting archaeological areas was not amply covered by the specialist literature in either architecture and archaeology. However, thanks to a greater sensitivity to the problems of conserving archaeological sites, the last decades have seen a reversal of this trend: numerous experts in different specialist sectors have begun to more deeply examine the issues relating to the conservation/protection of the archaeological heritage.

The contribution of professionals belonging to different scientific settings (archaeologists, diagnosticians, architects, physicists, restorers, etc.) has helped broaden the perspectives of studies on the subject; earlier studies focused above all on the analysis of the figurative and technological aspects of protection structures, and considered only in abbreviated, subordinate fashion the relationship that roofs establish with the pre-existing archaeological

elements, the transformation of their modes of construction over time, and above all the effectiveness of the proposed solutions.

This paper describes the aforementioned problems in an extensive, constructively homogeneous site whose array of solutions is varied and stratified over time: the Archaeological Park of Ostia Antica.

After outlining the history of the excavations and operations to secure the archaeological remains that have been carried out on the site since the nineteenth century and continue to this day, this essay briefly describes the main construction types of the protection structures that have been built, their relationship with pre-existing elements, the recognition, where possible, of particular technical types, and, above all, the effectiveness (both on the figurative level and in terms of protection) of the proposed solutions, emphasizing the conservation problems connected to them.

CONSIDERAZIONI SULLE COPERTURE IN LEGNO NEGLI EDIFICI RELIGIOSI, SOPRATTUTTO ROMANI

FABRIZIO DE CESARIS

Per le strutture di copertura, parallelamente alla radicale trasformazione del mondo professionale e produttivo degli ultimi due secoli, si è assistito a un sostanziale accrescimento evolutivo della domanda prestazionale e contemporaneamente a una modifica delle aspettative funzionali.

Nei tetti delle chiese si osservano gli esiti dei diversi atteggiamenti, talvolta compresenti, assunti nel tempo: dalla sostituzione integrale all'integrazione, dall'economico presidio di sicurezza al dispendioso intervento di cautela conservativa, dagli interventi minimali a quelli ipertrofici, dall'adozione di materiali tradizionali all'impiego di acciaio e FRP.

In una disamina da poco avviata è parso opportuno distinguere tipologicamente i gusci che proteggono le volte dalle coperture che assolvono in via esclusiva allo stesso compito, anche se talvolta affiancate da diaframmi utili per funzioni accessorie, di decoro, di finitura architettonica, di isolamento.

Nel primo caso, la copertura è strutturalmente accessoria e mirata a funzionalità protettive; ne risulta leggera e ventilata e molti edifici, soprattutto nel meridione, ne evitano addirittura l'adozione. Nel secondo, per quanto leggera rispetto alla copertura muraria, si tratta di una componente destinata a specifici compiti strutturali, di portanza e di collegamento tra i muri d'ambito, che impongono un registro esecutivo di maggiore impegno e affidabilità.

Permangono poi tipologie intermedie in cui la struttura lignea integra, con diverse modalità e rilevanza, quella muraria.

L'uso tradizionale romano dello scempiato laterizio limita la leggerezza del guscio protettivo che tuttavia manteneva una consistenza contenuta; in altri contesti costruttivi, non prevedendo neanche il tavolato, le coperture assumono una consistenza discontinua e ariosa. Le tecniche d'intervento hanno portato a negare la tradizionale leggerezza, in ragione delle difficoltà e al costo delle manutenzioni, introducendo innovativi schemi statici, frutto della maggiore confidenza con la scienza delle costruzioni, e diverse condizioni ambientali, spesso causa di una accelerazione dei processi di degrado.

CONSIDERATIONS ON WOODEN ROOFS ON RELIGIOUS BUILDINGS , PARTICULARLY IN ROME

FABRIZIO DE CESARIS

In the area of wooden structures, the radical transformation of the professional and productive world over the past two centuries has gone hand in hand with a substantial, evolutionary increase in performance demand, and at the same time with a change in functional expectations. Church roofs show the outcomes of the different attitudes, at times simultaneously present, taken over time: from complete replacement to integration, from affordable safeguards to costly conservative precautions, from minimal to excessively extensive interventions, from the adoption of traditional materials to the use of steel and FRPs.

In an examination begun only recently, it appeared appropriate to typologically distinguish the shells that protect the vaults from the roofs that perform the same task exclusively, even if they are at times joined by partitions of use for accessory functions, or for functions relating to decoration, architectural finishing, and insulation.

In the first case, the roof is structurally an accessory, aimed at protective functions; it is light and ventilated, and many buildings, particularly in Southern Italy, even avoid adopting it. In the second case, although light in comparison with a masonry roof, it is a component designed for specific structural tasks, providing bearing while linking the setting's walls; this imposes a more demanding and reliable mode of construction.

There are also intermediate types, in which the wooden structure, in different ways and to different extents, supplements the masonry structure.

The traditional Roman use of underlying bricks limits the lightness of the protective shell, which has still maintained a contained consistency; in other construction settings, since not even planking was used, roofs take on an airy and discontinuous consistency.

The intervention techniques led to negating the traditional lightness, due to the difficulties and the maintenance cost, by introducing innovative static schemes resulting from greater confidence in construction science, and a variety of environmental conditions often leading to accelerated processes of decay.

CONOSCENZA E PROBLEMATICHE CONSERVATIVE DEI SOFFITTI A LACUNARI NELLE CHIESE DI ROMA

ARIANNA TOSINI

L'elevata vulnerabilità delle coperture lignee a lacunari negli edifici di culto rappresenta un tema rilevante tanto per la conservazione di importanti manufatti artistici, quanto per i rischi nei confronti dell'incolumità delle persone (la recente vicenda del crollo improvviso del soffitto in San Giuseppe dei Falegnami ne è prova).

Ad una fragilità dettata dalla deperibilità del materiale costituente, così come dalle caratteristiche tecnologiche delle coperture in legno, si deve aggiungere l'azione di eventi esterni capaci di innescare o accelerare fenomeni di degrado e dissesti. Ad oggi il 60% dei soffitti nelle chiese di Roma verte in uno stato conservativo classificabile tra il discreto e il mediocre. E ciò richiama l'attenzione sulla necessità di adeguate strategie di salvaguardia. Vi è poi da considerare il problema degli interventi di consolidamento già effettuati, ovvero delle scelte operative che negli ultimi cinquant'anni hanno mirato essenzialmente a preser-

ABSTRACT

vare l'assetto intradossale delle coperture, a scapito del loro sistema costruttivo originario e della loro logica strutturale.

Alla luce di ciò, risulta quindi importante individuare un approccio aggiornato e consapevole indirizzato al controllo delle condizioni di fatto e alla manutenzione programmata. Nello stesso tempo, il tema del consolidamento e del restauro dovrebbe essere inquadrato all'interno di un'ottica più matura, capace di considerare tali manufatti nella loro integralità, ovvero per la loro parte ornamentale e per la loro compagine strutturale.

Tale obiettivo è stato al centro di un percorso di ricerca sviluppato attraverso la raccolta di documentazione, lo svolgimento di sopralluoghi, rilievi e osservazioni ravvicinate sui soffitti a lacunari delle chiese romane: un'indagine generalizzata, basata anche su esperienze di monitoraggio ambientale, di cui il contributo intende dare conto.

KNOWLEDGE AND PROBLEMS OF CONSERVATION OF COFFERED CEILINGS IN ROME'S CHURCHES

ARIANNA TOSINI

The high vulnerability of wooden coffered ceilings in religious buildings is an important issue both for the conservation of important artistic structures and for the risks as relates to personal safety (as shown by the recent, sudden collapse of the ceiling at San Giuseppe dei Falegnami). Compounding the fragility dictated by the perishability of the constituent material and by the technological characteristics of wooden roofs is the additional action of external events that can trigger or accelerate decay phenomena and instability. To date, 60% of the ceilings in Rome's churches are in a state of conservation that may be classified as between fair and mediocre, underscoring the need for adequate safeguarding strategies.

Consideration must also be made of the problem of the consolidation interventions already carried out, which is to say the operative choices that, over the last 50 years, have aimed essentially at preserving the appearance of the ceilings' intrados, at the expense of their original construction system and their structural logic.

In light of this, it is important, then, to identify an updated, informed approach aimed at the monitoring of actual conditions and at scheduled maintenance. At the same time, the issue of consolidation and restoration ought to be framed within a more mature perspective, capable of considering these structures as a whole, which is to say for both their ornamental part and their structural make-up.

This objective was at the centre of a research path developed through the collection of documentation, the performance of inspections, surveys, and close-up observations of the coffered ceilings in Roman churches: a generalized investigation based also on experiences of environmental monitoring that this paper aims to take into account.

IL LOGGIATO DEL CASTELLO VISCONTEO DI CUSAGO (MI): INTERPRETAZIONE DELLE TECNICHE COSTRUTTIVE ORIGINARIE PER IL RESTAURO E LA PREVENZIONE SISMICA

ANDREA GIANNANTONI, LUISA PANDOLFI

Il restauro del loggiato dell'ala nord del complesso ha avuto come finalità la restituzione dell'integrità strutturale, visiva e funzionale che ha caratterizzato il castello di Cusago

prima delle trasformazioni cui è stato sottoposto nel tempo. Il mutamento delle esigenze e, conseguentemente, delle destinazioni d'uso dei locali ha determinato la chiusura delle grandi aperture ad archi e colonne che lo caratterizzavano, volute nella metà del XV secolo da Ludovico il Moro; questo ha nel tempo mutato il funzionamento dell'originario assetto strutturale, trasferendo i carichi dalle colonne alla muratura di tamponamento. Tale chiusura ha trasformato inoltre la percezione del volume e la natura degli spazi interni. L'operazione di riapertura è stata resa possibile anche attraverso il consolidamento delle coperture lignee, un complesso e articolato sistema di orditure di origine quattrocentesca di cui si è resa necessaria un'approfondita analisi per l'interpretazione della meccanica e delle tecniche costruttive utilizzate. L'intervento si è configurato, fin da subito, come un'occasione per perseguire un miglioramento del comportamento strutturale sia per i carichi statici che sismici. La copertura, restaurata recuperando lo schema originario ed integrando le parti con materiale di recupero, è caratterizzata dalle capriate antiche cui sono stati affiancati, talvolta, tiranti metallici ancorati a un nuovo cordolo in muratura di laterizi di recupero, malta di calce con rete in fibra di vetro e struttura reticolare leggera in acciaio. L'intervento in copertura ha così permesso di ridistribuire il carico in maniera efficace sui presidi murari e sulle colonne originarie senza alterare le rigidità delle strutture in elevato. Tale operazione ha di fatto eliminato carichi puntuali e permesso di ricreare grandi aperture attraverso dei tagli regolari e simmetrici nella foderia muraria in corrispondenza degli archi. L'intervento, dunque, conserva le aggiunte avvenute nel tempo che si dimostrano utili per il mutato comportamento strutturale della fabbrica; ne trasforma però la configurazione, rendendole quasi impercettibili dall'esterno. Il risultato finale, reso possibile da una lettura della meccanica originaria e dall'applicazione di tecniche tradizionali innovative, è una riproposizione della figuratività del sistema loggiato in cui partecipano, in un nuovo equilibrio, i diversi caratteri costruttivi stratificati nel tempo.

THE LOGGIA OF THE VISCONTI CASTLE OF CUSAGO (MILAN):
INTERPRETATION OF THE ORIGINAL CONSTRUCTION TECHNIQUES
FOR RESTORATION AND SEISMIC PREVENTION

ANDREA GIANNANTONI, LUISA PANDOLFI

The restoration of the loggia of the complex's northern wing had the purpose of restoring the structural, visual, and functional integrity that characterized the Cusago castle before the transformations it underwent over time. Changing needs, and consequently changing uses, have resulted in the plugging of the large, arched openings with their characteristic columns, built by Ludovico il Moro in the mid-fifteenth century; over time, this modified the functioning of the original structural arrangement, by transferring the loads from the columns to the masonry curtain. This plugging also transformed the perception of the volume and nature of the interior spaces. The reopening operation was also made possible through the consolidation of the wooden roofs, a complex and articulated system of frames of fifteenth-century origin; these required in-depth analysis in order to interpret the mechanics and the construction techniques used. The intervention immediately became an opportunity to pursue an improved structural behaviour for both static and seismic loads. Restored through the recovery of the original scheme and by integrating the parts with recovered material, the roof is characterized by ancient trusses at times flanked by metal

ABSTRACT

tie-rods anchored to a new bead of recovered bricks, lime mortar with fibreglass netting, and a light, reticulated steel structure. The roof intervention thus allowed the load to be effectively redistributed on the masonry elements and on the original columns without altering the stiffnesses of the structures in elevation. This operation in fact eliminated concentrated loads and allowed large openings to be recreated by means of regular, symmetric cuts into the masonry lining, in correspondence with the arches. The intervention, then, conserves the additions that took place over time, which has proved to be of use for the building's changed structural behaviour; however, it transforms its configuration, making these additions nearly imperceptible from the outside. The final result, made possible by a reading of the original mechanics and by the application of modernized traditional techniques, re-presents the figurative nature of the loggia system, in which the various construction features, stratified over time and now placed in a new equilibrium, take part.

A REVERSAL FROM HI-TECH TO AUTHENTICITY: THE CASE OF FIRE SAFETY FOR CATHEDRAL ROOFS IN FRANCE

DIMITRIS THEODOSSOPOULOS

The destruction of the original roof in Notre-Dame of Paris in 2019 triggered a programme of holistic fire protection in the roofs of all 89 cathedrals in France, which is reviewed here in the ongoing projects for Paris and Soissons. The programme is framed in the repair approaches after several catastrophic fires that have continuously destroyed cathedral timber roofs in France since the 1820s. In line with their designation as *Monuments Historiques* from the 1870s, the philosophy and practice of the subsequent conservation works showed a constant adaptation of contemporary techniques (steel or concrete frames) and a pre-occupation with the visual impact of the restored roofs (externally at urban scale and making the underlying vaults visible internally). The dramatic events in Notre-Dame produced the *Sécurité des Cathédrales* Plan and a major project has been the fire protection of the roof in Soissons Cathedral, restored 100 years earlier after its partial destruction during the Great War. The review of the project exemplifies the efforts of the Plan towards holistic and comprehensive fire safety (partitions, replacements, strengthening). While there is doubt the Notre-Dame scientific approach would be applied in future cases to the same scale, the historic trend shows a return to timber material systems. This is most likely to be enhanced by high technical expertise available in France, and centralisation of intervention philosophies due to the state ownership of these emblematic structures.

UN'INVERSIONE DI TENDENZA DALL'HI-TECH ALL'AUTENTICITÀ: IL CASO DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO DELLE COPERTURE DELLE CATTEDRALI IN FRANCIA

DIMITRIS THEODOSSOPOULOS

La distruzione del tetto originale di Notre-Dame di Parigi, avvenuta nel 2019, ha dato il via a un programma di protezione antincendio olistica della copertura di tutte le 89 cattedrali francesi, che viene qui presentato attraverso i progetti attualmente in corso per Parigi e Soissons. Il programma si colloca nell'ambito dei vari approcci di riparazione successivi ai numerosi incendi catastrofici che hanno distrutto i tetti in legno delle cattedrali in Francia

a partire dagli anni Venti del XIX secolo. Conseguentemente alla loro designazione come *Monuments Historiques* a partire dagli anni Settanta del XIX secolo, filosofia e pratica degli interventi di conservazione hanno mostrato un costante adeguamento delle tecniche contemporanee (telai in acciaio o cemento) e una preoccupazione per l'impatto visivo delle coperture restaurate (esternamente su scala urbana e rendendo internamente visibili le volte sottostanti). I drammatici eventi di Notre-Dame hanno dato vita al Piano *Sécurité des Cathédrales*, nell'ambito del quale un progetto importante è stato la protezione antincendio del tetto della Cattedrale di Soissons, restaurata 100 anni fa dopo la sua parziale distruzione durante la Prima Guerra Mondiale. L'esame del progetto mette in evidenza gli sforzi del piano per una sicurezza antincendio olistica e completa (partizioni, sostituzioni, rafforzamento). Pur dubitando che l'approccio scientifico adottato per Notre-Dame sarà applicato in futuro a casi della stessa portata, la tendenza storica indica un ritorno a sistemi in legno. Molto probabilmente ciò sarà favorito dalle elevate competenze tecniche presenti in Francia e dalla centralizzazione delle filosofie di intervento resa possibile dal fatto che queste strutture emblematiche sono di proprietà pubblica.

Materiali e Strutture. Problemi di conservazione è una rivista dedicata alla ricerca su temi di restauro e conservazione, con particolare, ma non esclusivo, riferimento all'architettura del passato. Specifico interesse viene rivolto agli aspetti materiali e tecnici che caratterizzano la realtà costruita e artistica in generale, affrontati sia dal punto di vista quantitativo-scientifico che nelle possibili implicazioni teoretiche e nelle più adeguate prospettive di natura storico-critica.

L'apporto di competenze diverse, coerentemente con il carattere multidisciplinare del restauro, è particolarmente gradito, soprattutto se posto in relazione con la comprensione intima dell'opera e con la complessità generale delle problematiche conservative ad essa connesse.

Note per gli autori

In prima istanza i contributi vanno inviati via e-mail (donatella.fiorani@uniroma1.it), includendo le illustrazioni. L'invio presuppone che essi siano lavori originali, inediti e che non siano in corso di valutazione per un'eventuale pubblicazione altrove.

Norme redazionali

La prima pagina dovrà contenere: il titolo del contributo, il nome dell'autore, la qualifica e l'ente di appartenenza, un breve abstract.

Immagini

I file digitali delle illustrazioni, salvati in formato TIFF o JPEG, dovranno avere risoluzione minima non inferiore a 300 dpi.

Indicazioni bibliografiche

L'elenco completo delle indicazioni bibliografiche deve essere contenuto in un file specificamente dedicato.

Materials and Structure. Conservation problems is a review dedicated to the research of themes of restoration and conservation with particular, yet not exclusive, reference to the architecture of the past. Specific attention is given to the aspects of material and technology that characterize the realities of building and art in general. These aspects are treated both from a quantitative-scientific point of view as well as exploring any possible theoretical implications and the wider historical-critical perspective.

The contribution of different expertise, coherently with the multidisciplinary nature of restoration, is particularly welcome, especially if there is a correlation between this and a deep lying knowledge of the project and of the general intricacies of its relevant conservation problems.

Notes for Contributors

In the first instance, please submit your paper via e-mail (donatella.fiorani@uniroma1.it), including illustrations. Submission of a paper to the journal is taken to imply that it represents original work, which is not under consideration for publication elsewhere and has not published previously.

Editorial rules

The first page should contain: the title, the author's name, qualifications and affiliation, a short abstract.

Illustrations

Digital files of illustrations need to be at least 300 DPI, and saved as TIFF or JPEG files.

References

References should be cited in full into a specific file.

Finito di stampare nel mese di giugno 2024
presso LOGO – Borgoricco (PD)



ISSN 1121-2373