

Politecnico di Milano
Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni
Laurea Magistrale in Architettura, Ambiente Costruito, Interni
a.a. 2018/2019

Coperture e solai lignei nel castello di Binasco.

Il ruolo della conoscenza storica nella progettazione degli interventi di consolidamento.

Relatore: Prof. Davide Del Curto

Tesi di Laurea di:
Elisa Caliaro 904035

Alla mia famiglia

RINGRAZIAMENTI

Al termine di questo lavoro desidero ringraziare le persone che lo hanno reso possibile. In primo luogo ringrazio il Prof. Del Curto, per avermi coinvolto nelle sue ricerche e nel gruppo di lavoro e per la disponibilità sempre dimostrata. Un grande grazie a Valentina Cinieri, per l'aiuto fondamentale, la pazienza e il supporto, che non è mai mancato in questi mesi di lavoro. Ringrazio Luca Valisi, Emanuele Zamperini e Sofia Celli per i preziosi suggerimenti e la considerazione sempre dimostrata.

INDICE

ABSTRACT	11
INTRODUZIONE	13
1. LA NASCITA DEI CASTELLI E IL CASATO VISCONTI	
- SFORZA	21
1.1 <i>Castrum</i> e <i>castellum</i> : fenomeni di incastellamento	22
1.2 L'organizzazione della società comunale	26
1.3 Milano comunale: da Federico I ai Visconti	28
1.4 Il casato Visconti - Sforza	31
1.5 Il Castello Sforzesco	33
2. IL CASTELLO DI BINASCO	39
2.1 Individuazione del bene	40
2.2 Le origini del borgo di Binasco	42
2.3 Il <i>castrum</i> visconteo	45
2.4 L'organizzazione del castello nel Quattrocento	49
2.5 Beatrice di Tenda	51
2.6 Il dominio degli Sforza	52
2.7 Le stime del 1588 e del 1668	54
2.8 Gli interventi settecenteschi	62
2.9 L'incendio del 1796	64
3. IPOTESI SUGLI INTERVENTI OTTOCENTESCHI	69
3.1 L'incendio del castello e le conseguenze sulle strutture	71
3.2 Ipotesi di ricostruzioni	72

3.3	Gli interventi ottocenteschi _____	89
3.4	Gli interventi novecenteschi _____	93
3.5	Progetto di valorizzazione e riuso del castello _____	102
4.	LE STRUTTURE LIGNEE _____	107
4.1	Il materiale _____	108
4.2	Le tecniche di lavorazione _____	119
5.	LE CAPRIATE LIGNEE _____	125
5.1	Glossario _____	126
5.2	Introduzione _____	138
5.3	Etimologia _____	139
5.4	Le coperture lignee in Italia _____	141
5.5	L'origine delle capriate _____	142
5.6	Tipologie di capriate _____	144
6.	I SOLAI IN LEGNO _____	149
6.1	Glossario _____	150
6.2	Introduzione _____	160
6.3	Tipologie e tecniche costruttive _____	161
6.4	Dettagli delle orditure _____	167
6.5	Schema statico _____	170
6.6	Assito e massetto _____	171
6.7	Finiture intradossali _____	172
7.	PATRIMONIO CULTURALE, RESTAURO E MANUTENZIONE _____	177

7.1 Restauro e manutenzione del patrimonio culturale: note storiche _____	178
7.2 Il piano di manutenzione preventiva _____	194
7.3 Il concetto di <i>consolidamento</i> _____	205
8. ISPEZIONE E DIAGNOSTICA _____	221
8.1 Identificazione della specie legnosa _____	222
8.2 I difetti del legno _____	224
8.3 Degradi del legno _____	227
8.4 Ispezioni e diagnostica _____	230
9. METODI DI CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE LIGNEE _____	235
9.1 Introduzione _____	236
9.2 Interventi sulle coperture lignee _____	237
9.3 Interventi sulle travi principali _____	238
9.4 Interventi sulle capriate _____	242
9.5 Interventi sui solai _____	245
9.6 Incalmi e fettoni _____	251
10. IL PIANO DI CONSERVAZIONE PREVENTIVA _____	255
10.1 Applicazione al caso studio _____	256
10.2 Riferimenti alla normativa vigente _____	260
10.3 Proprietà e condizioni attuali _____	270
10.4 Indagini e diagnostica sulle strutture di copertura _____	276
10.5 Intervento sulla copertura a falde del braccio sud- est _____	281

10.6 Consolidamento del puntone _____	284
10.7 Consolidamento dei solai 2.20 – 2.21 _____	289
10.8 Consolidamento del solaio 3.18 _____	295
GLOSSARIO _____	301
CONCLUSIONI _____	319
BIBLIOGRAFIA _____	327
INDICE DELLE IMMAGINI _____	341

ABSTRACT

This thesis proposes a project for the consolidation of the roofing structures and the wooden floors of Binasco Castle and intends to confirm that a thorough knowledge of the history of the building contributes to the expeditious design, when it is necessary to intervene in a situation of risk.

The Castello Visconteo di Binasco (Mi) is involved in a valorization project, as a result of which adaptations of the horizontal load-bearing structures and roofs are necessary. The objective is the design of some punctual consolidation interventions that are the result of the analysis of the state of conservation and degradation phenomena. In addition, some walls of the pitched roof reveal unexpected fragilities linked to situations so far unforeseen, such as the changed character of the autumn rainfall, which in this specific case favoured the collapse of a false strut of the roof in the noble wing and the collapse of some false ceilings in the rustic wing.

The red thread of the project is the history of the Castle, which on all occasions represented the final judgement in the choice of the intervention to be carried out. Knowledge of the history of the building is, in fact, the predominant element when choosing between a series of known and widely used interventions.

ABSTRACT

Questa tesi propone un progetto del consolidamento delle strutture di copertura e dei solai lignei del Castello di Binasco e intende confermare che la conoscenza approfondita della storia dell'edificio contribuisce alla progettazione speditiva, quando occorre intervenire in situazione di rischio.

Il Castello Visconteo di Binasco (Mi) è interessato da un progetto di valorizzazione, a seguito del quale si rendono necessari degli adeguamenti delle strutture portanti orizzontali e delle coperture. L'obiettivo è la progettazione di alcuni interventi di consolidamento puntuali che sono il risultato dell'analisi dello stato di conservazione e dei fenomeni di degrado. Inoltre, alcune pareti della copertura a falde, palesano fragilità inattese legate a situazioni finora imprevedute, come il mutato carattere delle precipitazioni autunnali, che nel caso specifico hanno favorito il cedimento di un falso puntone della copertura nell'ala nobile e il crollo di alcuni controsoffitti nell'ala rustica.

Il filo rosso del progetto è la storia del Castello, che in tutte le occasioni ha rappresentato il termine di giudizio ultimo nella scelta dell'intervento da realizzare. La conoscenza della storia del manufatto è, infatti, l'elemento preponderante quando ci si trova a scegliere tra una serie di interventi noti e ampiamente utilizzati.

Introduzione

Io ti mostrerò l'edificio essere proprio uno uomo vivo, e vedrai che così bisogna a lui mangiare per vivere, come fa proprio l'uomo: e così s'amala e muore, e così anche nello amalare guarisce molte volte [...]

Tu potresti dire: lo edificio non si amala e non muore come l'uomo.

Io ti dico che così fa proprio l'edificio: lui s'amala quando non mangia, cioè quando non è mantenuto, e vien scadendo a poco a poco, come fa proprio l'uomo quando sta senza cibo, poi si casca morto.

Così fa proprio l'edificio e se ha il medico che lo racconcia e lo guarisce, sta un buon tempo in buono stato¹.

Antonio Averlino, detto Filarete

¹ Antonio di Pietro Averlino detto Filarete (Firenze 1400 - Roma 1469 c.a.). Per quanto concerne il *Trattato*, si veda l'edizione curata da L. Grassi, A.M. Finoli, Antonio Averlino detto Filarete, *Trattato di Architettura*, (Introduzione e note di Liliana Grassi), 2 Vol., Milano, 1972, p. 41

Basterebbero queste parole del Filarete, per sciogliere ogni dubbio sulla necessità di occuparsi del vastissimo patrimonio storico e architettonico presente in Italia: secoli e secoli di storia si sono stratificati sotto forma di edifici, subendo continue trasformazioni per adeguarsi alle esigenze delle diverse epoche. Siamo abituati a guardare ai grandi monumenti come a qualcosa di eterno e duraturo, che c'era prima di noi, e senza dubbio ci sarà anche dopo; non si tratta solo di un ammasso di pietre che un tempo erano qualcosa che ora non è più, ma punti di riferimento, di simboli in cui ogni individuo si riconosce. È forse per queste ragioni che assistere alla rovina, alla distruzione del patrimonio storico fa così male: si pensi al tragico incendio che ha colpito la cattedrale di Notre Dame, il 15 aprile 2019, al senso di vuoto e instabilità provato da tutti nel vedere le fiamme avvolgere la chiesa simbolo di Parigi, e soprattutto alla solerzia con cui ci si è mossi nel porvi rimedio. Eventi simili ci ricordano che la forza che questi edifici trasmettono è spesso solo apparente, sono in realtà fragili, bisognosi di cure: *quando non mangia, l'edificio vien scadendo a poco a poco*. Oggi, sempre di più cresce la consapevolezza che per conservare un bene, non bastano grandi imprese di restauro, poiché troppo andrebbe sacrificato. Si è spinti, piuttosto, ad attuare una serie di iniziative volte a *pre-servare* il bene, cioè a salvarlo prima: prima che siano necessarie operazioni invasive, che ne conservano l'aspetto, a discapito di altre preziose tracce. Risuonano quasi profetiche le parole del Filarete, che già nel 1460 affermava che se *mantenuto*, l'edificio

sta un buon tempo in buono stato. Effettivamente, mantenere tutte le parti di un edificio in buono stato non significa solo scongiurare danni futuri, ma significa conservare, custodire la sua storia. Tutte le tracce che vengono serbate rappresentano le tessere di un puzzle che contribuisce ad approfondire la conoscenza del manufatto. Tale conoscenza rappresenta la base imprescindibile da cui partire quando si interviene su edifici storici. D'altra parte, conoscere un bene al fine di conservarlo e valorizzarlo è una condizione fondamentale per il restauro, e ribadire tale concetto può sembrare tautologico. Tuttavia, sempre più di frequente si rende necessario intervenire in situazioni di rischio, in cui non è possibile soffermarsi troppo a lungo a studiare il manufatto e spesso, a causa di interventi di consolidamento urgenti vengono prese delle decisioni a discapito della conservazione. Il presente lavoro di tesi intende confermare che la conoscenza approfondita della storia dell'edificio rappresenta un contributo fondamentale alla progettazione speditiva degli interventi di consolidamento.

Il caso studio oggetto della tesi è il Castello di Binasco che, come la maggior parte degli edifici storici, non è sfuggito alle innumerevoli trasformazioni richieste dalle diverse epoche. Dapprima *castrum* fortificato, poi residenza viscontea, caserma militare e prigione, il castello risulta oggi suddiviso in due porzioni: una di proprietà del Comune di Binasco, che vi ha insediato i propri uffici, l'altra di proprietà del Demanio. È proprio su quest'ultima che si focalizza il progetto di

consolidamento delle strutture di copertura e dei solai lignei. L'adeguamento delle strutture portanti orizzontali si rende necessario in vista del progetto di valorizzazione che interessa il Castello. Gli interventi di consolidamento proposti sono il risultato dell'analisi dello stato di conservazione e dei fenomeni di degrado riscontrati sulle suddette strutture, e sono supportati dallo studio della storia dell'edificio. Viene inoltre affrontato il tema degli interventi imprevisti, in quanto nel mese di ottobre 2019 si è verificato il cedimento di un falso puntone della copertura nell'ala nobile del castello, a causa del mutato carattere delle precipitazioni autunnali. Attualmente abbiamo a disposizione una numerosa serie di interventi noti, ampiamente utilizzati e documentati, a cui si può attingere in sede di progettazione. Cambiano le tecniche, le prestazioni, i materiali, tutte variabili che li rendono più o meno adatti ad uno specifico intervento. Questi elementi, insieme alla sensibilità del progettista sembrano sufficienti per effettuare una scelta, eppure c'è un altro dato da tenere in considerazione: la storia dell'edificio. Nella scelta degli interventi proposti, infatti, la storia del castello ha rappresentato l'elemento preponderante, visto il duplice obiettivo di consolidare e conservare il bene.

Il presente elaborato è organizzato in tre sezioni, la prima si propone di delineare un quadro storico, entro cui si è evoluto il concetto di castello, e le vicende di Binasco; la seconda, affronta il tema delle strutture lignee, e la loro descrizione ed evoluzione nel tempo; la terza sezione, partendo dal concetto di restauro

affronta i temi delle ispezioni e delle analisi diagnostiche su tali strutture, elencando i più noti e utilizzati interventi di consolidamento si arriva alle proposte specifiche per il caso di Binasco. Infine, viene illustrato un piano di conservazione preventiva per le strutture di copertura del castello, ponendo l'attenzione sull'importanza di questo approccio metodologico.

Capitolo 1
La nascita dei castelli e il casato Visconti - Sforza

1.1 *Castrum* e *castellum* e fenomeni di incastellamento

In latino il *castrum* era l'accampamento temporaneo dei soldati romani; Giulio Cesare nel suo *De bello Gallico* parla di *hiberna* per descrivere gli accampamenti semi-permanenti dell'esercito. Il *castrum* aveva solitamente forma rettangolare e la sua divisione era basata su una griglia costruita a partire da due assi perpendicolari, il *cardo* e il *decumano*; questi stessi principi sono alla base di tante città di fondazione romana. *Castellum* era, invece, un accampamento di dimensione più contenuta, tant'è vero che i due termini in letteratura vengono spesso utilizzati come sinonimi. Una volta conquistato il territorio o fondata la città, l'accampamento veniva smantellato, dal momento che la difesa delle regioni era assicurata dalle legioni schierate ai confini. Con la caduta dell'Impero romano, a causa delle frequenti incursioni barbariche nasce la necessità di proteggere le frontiere, favorendo il diffondersi di strutture fortificate nei nuclei insediativi. Dapprima il sistema difensivo consisteva nella costruzione di una cinta muraria entro cui si sviluppava la cittadella, o nella costruzione di fortini militari dislocati in posizione strategica, anche se ad oggi è impossibile stabilire se tali costruzioni siano da imputarsi al volere di qualche governante locale, piuttosto che iniziative spontanee². Tuttavia, troviamo una testimonianza e della presenza dei castelli nella zona costiera e dell'organizzazione della difesa in

² Settia A. A., *Castelli Medievali*, Bologna, Il Mulino S.p.a., 2017

una disposizione dell'866 dell'imperatore Ludovico II, il quale impone ai messi di difendere i territori loro affidati e di «far risiedere il popolo nei castelli anche in tempo di pace»³. Le pressanti incursioni vichinghe e saracene nei territori italiani reclamano la necessità di difendersi contro gli incessanti attacchi, portando ad una progressiva fortificazione dei confini, ordinata dai re carolingi. Durante il periodo feudale era necessario difendersi dalle mire espansionistiche dei Signori; le guerre nate da rivalità politiche portarono ad un forte incremento di edifici difensivi, venivano rafforzati i vecchi avamposti e costruite nuove fortificazioni, che con mura, torri e fossati a circondavano e proteggevano i propri borghi e le loro popolazioni. Spesso tali iniziative di difesa avvennero ad opera delle autorità locali, conti, vescovi, abati, che cercavano di far fronte alle mancanze del regno.

Nella maggior parte dei casi si finì con l'avere nuclei fortificati nelle cui immediate vicinanze si sviluppava poi un agglomerato di abitazioni, il quale poteva essere inglobato in seguito in una nuova cerchia muraria.

Intorno al XII secolo si assiste alla comparsa di una nuova struttura fortificata, chiamata «motta». Tale struttura consiste in un cumulo di terra battuta che poteva raggiungere i quindici

³ Carpanetto D., et al. *La Storia. Dalla crisi del Trecento all'espansione europea*, vol. 5-6, Milano, Arnoldo Mondadori Editore S.p.a., 2007

metri, con tanto di fossato, sul quale sorgeva una torre di legno a pianta quadrata, detta in francese *donjon*, attorno al quale poteva svilupparsi il castello. A poco a poco, al legno subentrò la muratura, la quale, pur non avendo influito in maniera sostanziale sull'impianto del castello, portò con sé un'importante innovazione: la costruzione di un imponente torrione centrale, evoluzione del *donjon* (chiamato in italiano mastio), che rimpiazzò la motta. Il mastio era solo uno degli edifici che costituivano il castello, che per svolgere la sua funzione di rappresentare un signore, doveva avere appartamenti privati, sale di rappresentanza, edifici religiosi, alloggi per i domestici, scuderie, cantine, cucine, nonché spazi aperti per garantire un riparo alla popolazione locale.

il castello

Come abbiamo visto, il termine «castello» vive, in particolar modo in Italia, una continua evoluzione di significato, da piccolo accampamento militare a cittadella fortificata, finisce per arrivare ad indicare un edificio signorile fortificato. Tale accezione si afferma nell'immaginario collettivo a partire dal XIV secolo. Intanto si assiste ad un miglioramento dei sistemi difensivi: vengono scavati doppi fossati, raddoppiate le cerchie murarie, vengono costruiti i primi ponti levatoi e i cammini di ronda alla sommità delle mura. Senza dubbio, però, la più grande novità è dal «dongione», è importante sottolineare che nonostante la somiglianza fonetica con il termine francese, esso non indica il torrione difensivo, chiamato in francese *donjon*, al

contrario indica l'aera meglio fortificata, una sorta di castello nel castello, spesso con tanto di fossato. Durante il XII e il XIII secolo vengono ristrutturati numerosi castelli, da tempo esistenti, e non di rado si osserva la costruzione di un dongione. Nella maggior parte dei casi, tale operazione, segnalava il passaggio del potere da un signore ad un altro. Gradualmente, i territori governati dai signori locali diventano dominio di potenti padroni e la popolazione che abitava dentro la zona fortificata, veniva via via fatta allontanare; così facendo, il signore diventava l'unico proprietario del castello.

Gli edifici più importanti del castello, il torrione fortificato e il palazzo, si trovano all'interno del dongione. Il palazzo racchiude l'abitazione dei signori, che fanno del torrione il simbolo del proprio potere territoriale. Per la sua posizione e per le vicine fortificazioni, il palazzo era in grado di fornire un'adeguata protezione al signore, garantendo al contempo una dimora dignitosa ed elegante, in grado di rappresentarlo adeguatamente. Questa configurazione ha un ruolo centrale nel comporre la nuova - e sempre più dominante - idea del castello, identificandolo con l'immagine del palazzo con accanto la torre; gradualmente, le cinta murarie vengono via via scomparendo, vincolando il termine «castello» alla dimora signorile.

1.2 L'organizzazione della società comunale

La civiltà italiana era rimasta per tutto il Medioevo legata al lavoro della terra, una civiltà contadina, che aveva assistito alla rovina delle proprie ricche città, allo smantellamento dei monumenti, e che aveva il proprio riferimento nel vescovo. Tuttavia, il fascino suscitato dalle città spinse i duchi longobardi, seguiti poi dai conti franchi, a stabilire la propria residenza all'interno delle mura cittadine. Le incursioni vichinghe e saracene obbligarono la popolazione ad unirsi in gruppi sempre più numerosi, che insieme organizzarono sia la nuova vita comunitaria, sia la difesa, erigendo nuove mura, o rafforzando quelle già esistenti. A ciò corrisponde una progressiva crescita demografica, con una conseguente urbanizzazione delle aree ancora libere. Per secoli, soprattutto nell'Italia settentrionale, le cittadine soggiacevano a grandi proprietari terreni, pertanto, al fine di limitarne il potere, gli imperatori sassoni affidarono ai vescovi la custodia delle città, riconoscendone di fatto il ruolo di protettori e rappresentanti; con lo stesso obiettivo, i sovrani iniziarono a favorire piccoli feudatari che abitavano in città, concedendogli l'eredità dei feudi. In questo modo si andava delineando una minoranza di persone facoltose e influenti, i cosiddetti *maiores*, vassalli del conte o del vescovo, o uomini che per reinvestire al propria ricchezza e aumentare il proprio prestigio, acquistavano nuove terre.

Le lotte per il potere tra il papato e l'imperatore alla fine dell'XI secolo avevano avuto un vincitore: i grandi feudatari, che avevano rinunciato al controllo delle città, che di fatto non avevano neanche mai esercitato. In numerose città, diversi gruppi di cittadini si accordavano al fine di mantenere pace e giustizia: nascevano i Comuni. Da iniziativa di pochi, che si impegnavano a rispettare il patto, il concetto di Comune si estese presto a tutto il resto della città, che era rappresentata da un organismo di persone, i consoli, che la amministravano. I Comuni reclamarono a poco a poco tutte quelle prerogative pubbliche che erano competenza del sovrano, che vide usurpati i propri poteri. Furono queste le motivazioni che, tra il 1158 e il 1183, spinsero l'imperatore Federico I Barbarossa a discendere in Italia al fine di ripristinare quell'autorità regia da cui dipendeva anche il titolo imperiale. L'intento di Federico era di assicurarsi la restituzione dei diritti regi da parte dei Comuni, imponendo il controllo di funzionari di nomina imperiale. Il conflitto tra i Comuni, determinati a non rinunciare alle libertà ottenute, e l'autorità imperiale, che non accettava di vedere indebolito il proprio potere, si rivelò fallace per l'imperatore, costretto a legittimare l'autonomia dei Comuni, i quali in cambio si impegnavano al pagamento di un tributo come formale accettazione dell'autorità imperiale. Bisogna tuttavia ricordare che i diritti chiesti solennemente dal popolo, e benignamente concessi dall'imperatore, erano, in realtà, estorti dai Comuni ad un potere che non era più in grado di tutelarli. Da questo momento in poi, i successori

di Federico Barbarossa acconsentirono di cedere i diritti regi ai magistrati comunali, a fronte del solenne riconoscimento della sovranità imperiale e dietro al versamento di regolari contributi economici.

Il fiorire dei comuni portò ad un ingente sviluppo commerciale e demografico, le famiglie benestanti delle campagne si trasferivano in città, attratte dalla possibilità di buoni affari, mantenendo i loro beni extraurbani. Questa «borghesia campagnola», composta prevalentemente da artigiani e mercanti, che rinforzava i ceti subalterni delle città che fino ad allora non avevano partecipato alla vita pubblica, causò l'insorgere di contrasti tra magnati e popolani.

1.3 Milano comunale: da Federico I ai Visconti

Milano, a causa della sua crescente influenza, rappresentò un vero ostacolo per Federico Barbarossa; tornato in Italia nel 1158 per reclamare la sua sovranità sui Comuni lombardi, l'imperatore ottenne la resa della città, promettendo al popolo milanese di mantenere il governo dei consoli. Tuttavia, le cronache raccontano di come gli ambasciatori imperiali imposero un podestà che reggesse la città in nome di Federico, rompendo il patto stipulato. Gli autori tedeschi dell'epoca accusarono i milanesi di non aver onorato l'accordo, giustificando la risposta dell'imperatore che condannò Milano al saccheggio e il suo popolo, dichiarato nemico, alla schiavitù. Questo gesto segnò l'inizio di numerose insurrezioni da parte

dei milanesi contro le truppe nemiche, che si protrassero fino al 1162, anno che vide nuovamente la capitolazione della città. La vicende di quel giorno sono efficacemente descritte dalle parole di Pietro Verri:

«La sommissione dei Milanesi si rappresentò, al principio di marzo 1162, nella nuova città di Lodi. Ivi si prostrarono avanti l'imperatore gli otto consoli. Furongli consegnati quattrocento ostaggi trascelti fra gli ottimati. Le armi e le insegne militari furono depositate a' suoi piedi. Gli fu giurata obbedienza illimitata. Io non descriverò minutamente quello spettacolo umiliante; poiché quando una città si rende a discrezione, come facemmo noi, è detto tutto. Ogni avvilitamento, ogni insulto di più che debba soffrire il popolo che in tal modo si è reso, può far torto bensì alla grandezza d'animo del vincitore, ma non aggiunge alcuna macchia di più ad una città che non ha più mezzi per resistere. Il giorno 26 marzo 1162 l'imperatore Federico venne a Milano, e comandò che i cittadini tutti uscissero dalla città, e che la città venisse distrutta. [...] Da tutto ciò, senza alcun dubbio, si conosce che non le sole fortificazioni di Milano furono demolite, ma realmente fu rovinata la città, la quale per cinque anni rimase un acervo di rottami disabitati, mentre i cittadini vennero separatamente collocati nei quattro nominati luoghi, che ora sono povere terre suburbane, capaci appena di ricoverare alcuni contadini»⁴.

Questo esilio forzato, spinse i cittadini delle principali città

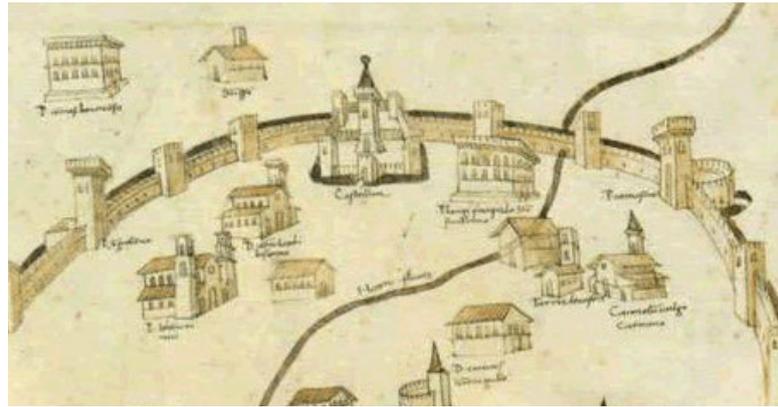
⁴ Verri P., *Storia di Milano*, tomo I, Milano, 1850

lombarde a riorganizzarsi per scacciare il nemico e riscattare al città di Milano; riunitisi a Pontida, nel 1167, fondarono la lega lombarda. Il colpo finale inferto all'imperatore Federico I porta la data del 29 maggio 1176, la sconfitta del suo esercito fu tanto devastante da segnare la conclusione delle operazioni militari sul suolo italiano. La pace di Costanza (1183) riconosceva la libertà municipale ai comuni lombardi, concedendo la fortificazione dei confini e delle mura, l'esistenza di un esercito autonomo; in cambio della fedeltà all'imperatore e del pagamento di un tributo⁵. Nel 1186 fu istituito un podestà, affinché curasse in maniera imparziale il bene della città, tuttavia, la borghesia istituì presto un organo controllato dai nobili. Gli scontri intestini per il controllo della città si protrassero per tutta la fine del secolo, fino al 1258, quando Martino della Torre, con l'appoggio del popolo, ottenne pieni poteri, nonché il titolo di podestà perpetuo del popolo per i suoi successori.

Il crescente potere dei della Torre (guelfi), provocò la reazione dei nobili che, radunatisi attorno all'arcivescovo Ottone Visconti (ghibellini), lo nominarono loro capo. Le tensioni sempre più forti sfociarono in uno scontro aperto e nel 1277, dopo aver battuto sul campo i Torriani, Ottone Visconti entrò vittorioso a Milano, riconosciuto da tutti signore della città. Le scorrerie tra le due fazioni portano a continui conflitti, ma nel 1298 il pronipote di Ottone, Matteo I Visconti, venne riconosciuto vicario imperiale.

⁵ ivi

Fig. 1:
Pietro del Massajo,
Mediolanus, in Claudio
Tolomeo *Cosmographia*,
Roma, Biblioteca Apostolica
Vaticana a. 1472



1.4 Il casato Visconti-Sforza

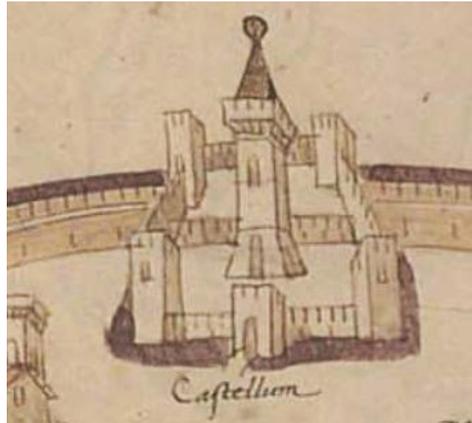
Non sempre la linea di successione dei Visconti ha seguito una regola, alla morte di Matteo I il potere passò nelle mani del primogenito, Azzone, che governò la città di Milano insieme a Luchino e Giovanni Visconti. In mancanza di eredi diretti, il controllo della città venne lasciato ai fratelli Matteo, Barnabò e Galeazzo, nipoti di Matteo I, che, una volta divise tra di loro le terre, decisero di governare insieme su Milano. Intorno al 1360 il dominio dei Visconti comprendeva, oltre a Milano, Alessandria, Alba, Asti, Como, Tortona, Novara, Vercelli, Vigevano e Pavia. Qui sorgeva il castello, vero centro politico del dominio visconteo e cuore pulsante della cultura dell'epoca: Galeazzo II Visconti chiamò a Pavia Francesco Petrarca, e con il suo supporto fondò, l'Università nel 1361.

Milano all'epoca era divisa tra Barnabò, che controllava la zona orientale, e Galeazzo II, Signore della zona occidentale; Matteo II Visconti era stato avvelenato nel 1355, probabilmente dai suoi stessi fratelli. A Milano, tra il 1360 e il 1370, Galeazzo II fece una rocca a cavallo delle mura medievali, il Castello di Porta Giovia: la rocca divenne il primo nucleo del castello visconteo, poi ampliato dal suo successore. Bisogna ricordare che nel 1385 il castello di porta Giovia divenne teatro di un colpo di stato ordito da Gian Galeazzo Visconti, figlio di Galeazzo I, nei confronti di Barnabò, che qui fu imprigionato; in questo modo Gian Galeazzo divenne l'unico signore di Milano. Nel

1395, il conte di Virtù, così era anche conosciuto Gian Galeazzo Visconti, viene elevato al rango di duca dall'imperatore Venceslao, e stabilisce di trasferire la sua corte presso il castello, facendo costruire diversi edifici per l'alloggiamento delle truppe. I suoi successori, resero il Castello di Milano il più grande tra quelli costruiti dai Visconti. Morto di Gian Galeazzo, gli succedette il figlio, Giovanni Maria, appena quattordicenne, sotto la cui guida cominciarono diversi disordini, culminati con l'assassinio del Duca, nel maggio del 1412. Filippo Maria Visconti, fratello di Giovanni Maria, era conte di Pavia, e pur essendo diventato duca di Milano, non poteva di fatto esercitare alcun controllo sulla città, il Verri, racconta di un duca «*inaccessibile*» nel castello, le cui mura erano in rovina. L'unica speranza per il legittimo Signore di Milano di recuperare la propria autorità risiedeva nell'ottenere la fedeltà dell'esercito di Facino Cane, condottiero di Giovanni Maria; per farlo Filippo Maria Visconti sposò la moglie del condottiero, nella speranza che i soldati fedeli alla vedova, combattessero in favore del nuovo marito. Con il matrimonio il duca fu in grado riconquistare la sovranità di Milano, Pavia e altre sei città, così da espandere nuovamente i confini dello Stato.

L'ultimo Signore della dinastia Visconti trascorse i suoi ultimi giorni nell'immenso castello, con la sola compagnia della sua corte; alla sua morte, nel 1447, i milanesi, vessati dalle tirannie degli ultimi dominatori, demolirono il castello, proclamandosi

Fig. 2:
Pietro del Massajo,
Mediolanus, in Claudio
Tolomeo *Cosmographia*,
Roma, Biblioteca Apostolica
Vaticana a. 1472, dettaglio.



Repubblica. Così ebbe fine la sovranità della casata Visconti, signori di Milano da più di un secolo.

L'unica erede di Filippo Maria, Bianca Maria, nata dall'unione con l'amante Agnese del Maino, fu data in sposa al condottiero Francesco Sforza. La città di Milano versava in una condizione di disordine generale, ma bisogna riconoscere a Francesco Sforza l'accortezza di non imporsi come dominatore dispotico, ma di lasciare che i sudditi stesso lo considerassero loro sovrano, attraverso un contratto: nel marzo del 1450 il nuovo duca fece il suo ingresso in città, accolto come un liberatore.

1.5 Il Castello Sforzesco

La prima iniziativa del nuovo duca fu di ordinare la ricostruzione del castello di porta Giovia, demolito due anni prima. La fortezza, necessaria per garantire la sicurezza del duca, era tuttavia il simbolo pressante del dominio Visconteo, e per questo in odio al popolo; la ricostruzione del castello fu quindi giustificata come un progetto di abbellimento della città. Alla fortezza, di pianta quadrata di circa 180 metri di lato, vennero aggiunte quattro torri angolari rotonde, rivestite in serizzo⁶, lavorato a punta di diamante, più adatte per resistere alle nuove macchine d'artiglieria; inoltre venne rinforzata la «Ghirlanda», la cinta muraria che già in epoca viscontea

⁶ Serizzo: (dal lombardo *siliceus*, «di selce») è una roccia metamorfica. Cfr. Vocabolario Treccani

difendeva il fronte settentrionale, munita di torri angolari e un camminamento coperto.

Il simbolo del castello rimane senza dubbio l'elegante torre mediana, progettata nel 1452 dall'architetto rinascimentale Antonio Averulino, detto il Filarete, incaricato anche di riprogettare la facciata verso la città. Sotto la guida di Galeazzo Maria, figlio di Francesco Sforza, il castello fu ulteriormente arricchito, dal momento che, nel 1468, decise di trasferirvisi stabilmente con la sua corte. Nel giro di pochi anni vennero completate la Rocchetta e la Corte Ducale, furono affrescate diverse stanze e, infine, venne costruita la Cappella Ducale.

Galeazzo Maria muore nel 1476 per una congiura e suo fratello, Ludovico Maria detto il Moro, si impossessa del potere. La corte di Ludovico il Moro è tra le più raffinate dell'epoca, frequentata dagli artisti più in vista dell'epoca, tra i quali Donato Bramante e Leonardo da Vinci, che al castello ha lasciato la Sala delle Asse. I lavori per rendere ancora più sfarzoso il castello si interrompono bruscamente nel 1497 con l'avvicinarsi delle truppe francesi a Milano e la morte improvvisa di Beatrice d'Este, moglie del Moro. Per prepararsi all'attacco nemico vengono puliti i fossati, coperti i rivellini, rinforzati i muri delle cortine e raccolte munizioni. Nel 1499 il Moro è costretto a rifugiarsi presso gli Asburgo, lasciando il Ducato sotto il dominio straniero, ed è proprio sotto il controllo francese che, nel 1521 crolla la Torre del Filarete, trasformata in deposito

Fig. 3:
Bernardo Bellotto, *Castello Sforzesco di Milano*, 1750.



per le munizioni. Tra il 1500 e i trent'anni successivi il Ducato, così come il Castello sono contesi tra gli Sforza, l'Imperatore germanico e i Francesi; alla morte del Moro, avvenuta nel 1508, suo figlio, Francesco II, cerca di riconquistare Milano e una volta restaurato il castello vi celebra le proprie nozze, nel 1534. Tuttavia, da questo momento in poi il Castello non sarà più considerato dimora signorile, ma diventerà emblema della dominazione straniera, dopo che l'imperatore spagnolo Carlo V sarà nominato erede del Ducato da Francesco II, l'ultimo degli Sforza.

La dominazione straniera

Nel 1549 viene promossa da Don Ferrante Gonzaga, luogotenente dell'imperatore, una notevole opera di difesa del Castello, che viene circondato da una fortificazione a stella a dodici punte, tra i sistemi più all'avanguardia dell'epoca. L'antica e sfarzosa dimora del duca, viene trasformata in una residenza per le guarnigioni, fornita di ospedale, botteghe, un'osteria, due chiese e ampi depositi.

Dopo gli spagnoli, Milano viene conquistata dalle truppe dell'imperatore Giuseppe I d'Asburgo, nel 1706, e il Castello è ora occupato dagli austriaci. Le sontuose sale sforzesche subiscono un progressivo deterioramento, diversi ambienti versano ormai in condizioni di rovina e si registrano danni alle volte, agli affreschi e alle decorazioni a stucco.



Fig. 4:
Lavori di restauro del
Castello Sforzesco di Milano.

Con l'avvicinarsi di Napoleone Bonaparte a Milano, l'Arciduca Ferdinando I d'Austria e la sua corte lasciano la città, lasciando solo pochi uomini di presidio al Castello. Tuttavia, nell'estate del 1796 il Castello cade in mano francese e destinato all'alloggio dei soldati.

È un'iniziativa di epoca napoleonica l'abbattimento della fortificazione stellata fatta costruire dagli spagnoli, da cui deriva l'ambizioso progetto di Giovanni Antolini di costruire un'ampia piazza semicircolare intorno al Castello, circondato da eleganti edifici classici: il Foro Bonaparte. La repentina caduta di Napoleone porta all'interruzione dei lavori e nel 1815 Milano torna sotto il controllo austriaco.

Ancora utilizzato come caserma, il Castello viene utilizzato come prigione durante le Cinque Giornate di Milano (18-22 marzo 1848), preludio dei moti del risorgimento italiano; dal Castello, inoltre, il generale Radetzky ordina il bombardamento della città. La dominazione austriaca si conclude definitivamente nel 1859, e il Castello, simbolo della prevaricazione straniera viene assaltato e depredato dai milanesi.

I restauri di Luca Beltrami

Nel 1893 ha inizio una complessa campagna di restauro del Castello, per secoli ridotto a caserma, al fine di riportarlo all'antico splendore; i lavori sono guidati da Luca Beltrami. Le tracce della dominazione vengono cancellate, così come tutte le strutture ottocentesche. Riaffiorano numerose testimonianze

Fig. 5:
Castello Sforzesco di Milano,
fotografia del 1958.



delle decorazioni sforzesche, viene riscoperta la Sala delle Asse, opera di Leonardo da Vinci, e i tesori della Cappella Ducale.

La dedizione di Luca Beltrami raggiunge il suo culmine della ricostruzione della facciata del Castello sulla città e specialmente nella ricostruzione della Torre del Filarete. Per riprendere le forme originali, Beltrami studia un dipinto della scuola leonardesca, la *Madonna Lia* (Francesco Napoletano, 1495) che sullo sfondo rappresenta di scorcio l'allora Castello di Porta Giovia, e un graffito rinvenuto presso la Cascina Pozzobonella. Per la ricostruzione filologica delle massicce torri circolari, invece, fa riferimento ai castelli di Vigevano e Cusago.

La Torre del Filarete, viene dedicata al re Umberto I, e inaugurata solennemente nel 1905.

Capitolo 2
Il Castello di Binasco

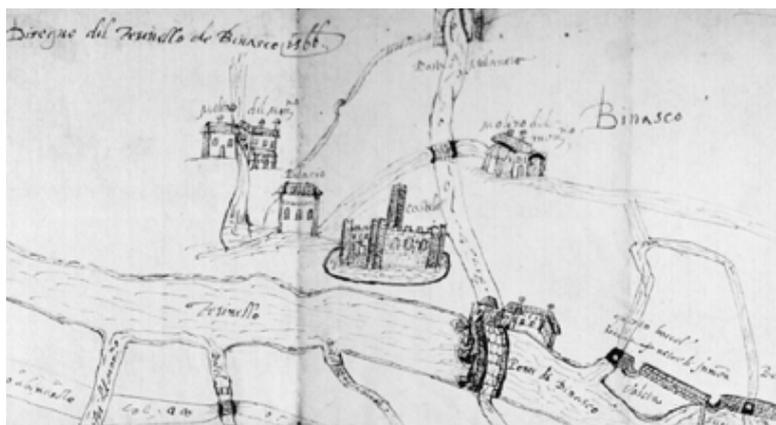


Fig. 6:
Disegno di Tesinello de
Binasco, Anonimo, 1566
(A.S.Mi, Fondo di Religione,
p.a., cart. 6290).

2.1 Individuazione del bene

Il catello rappresenta il monumento principale di Binasco, comune della città metropolitana di Milano, fondato nel territorio agricolo del Parco Sud, sul tragitto per Pavia e il Naviglio, a metà strada fra le province di Pavia e Milano. Questa posizione è sempre stata considerata strategica, ragion per cui Binasco, nonostante le dimensioni ridotte, ha sempre avuto e continua ad avere un'influenza notevole sui comuni limitrofi (Casarile, Lacchiarella, Noviglio, Vernate, Zibido, San Giacomo).

Binasco è ben collegato alle città di Milano e Pavia, grazie ad un efficace rete di mobilità pubblica su gomma, vanta infatti la presenza sul suo territorio di una stazione autobus da 350 corse ogni giorno. Inoltre, è facilmente raggiungibile in auto, vista l'uscita 1 dell'autostrada A7 (Milano-Genova).

Con la sua posizione centrale, il Castello rappresenta il fulcro della vita sociale, culturale e politica del paese.

L'edificio è composto da due diversi corpi di fabbrica a semicorte che danno origine a un cortile interno, i due corpi appartengono a soggetti distinti. L'ala sud-ovest, che si affaccia sulla via Albertario (catasto, F. 3, mappale 444) è di proprietà del Comune di Binasco, mentre l'ala nord-est, verso via Alighieri e il sagrato della chiesa dei SS. Giovanni Battista e Stefano (catasto F. 3, mappale 307) è proprietà del Demanio

dello Stato. La porzione di proprietà, del Comune si sviluppa su tre livelli, per quasi 1100 m²: i piani superiori ospitano gli uffici del Municipio, mentre al piano interrato si trova la Biblioteca/Centro civico, che vanta il possesso di circa 20.000 volumi e 35.000 prestiti annui. La porzione demaniale, invece, si sviluppa su due livelli e occupa un'area di circa 500 m². Il Comune di Binasco, tramite l'esercizio del diritto di prelazione (ai sensi degli art. 31 e 31 della legge 1089/39), è in trattative per l'acquisizione della porzione del Castello di proprietà demaniale.

Il castello di Binasco è stato posto sotto tutela dal Ministero della Pubblica Istruzione del Regno d'Italia, con decreto del 12 giugno 1912 (ai sensi della legge n. 364 del 20 giugno 1909). Il 3 novembre 1966 la tutela è stata rinnovata, ai sensi dell'art. 71 della legge n. 1089 del 1939, con le seguenti motivazioni:

« Il Castello Visconteo del sec. XIV, sede di presidio militare, sorge massiccio su pianta rettangolare tutto in mattoni a vista: la parte sud-ovest, più alta, presenta due torri angolari, la nord-est è in parte merlata. Su ogni facciata nitide tracce di aperture originarie a tutto sesto murate per lasciare posto a vaste finestre rettangolari. L'ingresso ha mensoloni in pietra di balconata ora scomparsa. Il cortile presenta aggiunte posteriori di portico e loggia. I locali interni originari hanno volta a crociera».

Oggi, il castello risulta come bene di interesse culturale, ai

sensi del vigente D.Lgs 42/2004 e ss.mm.ii.

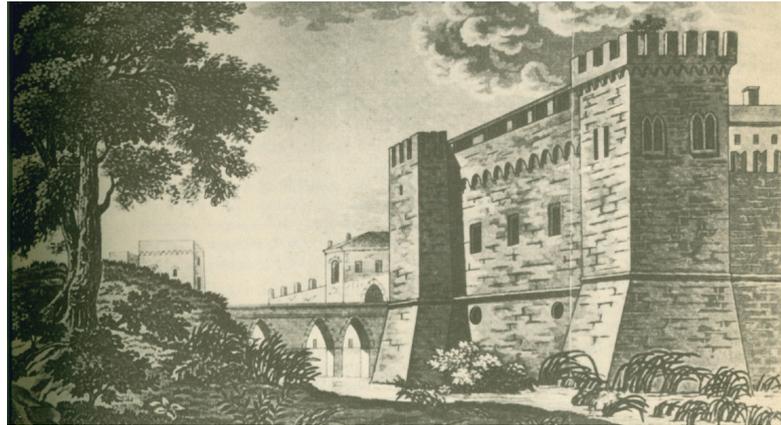
2.2 Le origini del borgo di Binasco

Polibio, nelle sue *Historie*, descrive la Valle Padana come una zona ricca e fertile, in cui si viveva in pace, tanto che i villaggi erano sprovvisti di fortificazioni. In epoca imperiale, gli appezzamenti di terra da coltivare venivano affidate ai centurioni, reduci dalle campagne militari, attraverso la «centuriazione»; così facendo, una gran parte della società romana veniva in un certo qual modo riconvertita in contadini.

L'organizzazione dello Stato romano fa cadere qualsiasi ipotesi circa l'esistenza di fortificazioni tra *Mediolanum* e *Ticinum*; i primi fenomeni di incastellamento nell'area padana risalgono all'epoca longobarda ed erano con ogni probabilità dei *castra* che controllavano un'importante via di comunicazione. Come ampiamente descritto nel capitolo precedente⁷, le prime ingenti opere di fortificazione dei villaggi risalgono alle incursioni ungheresi e vichinghe, nel corso del X secolo. Dopo l'incendio di Pavia, nel 924, le città vicine costruirono mura difensive intorno ai villaggi, e fecero la loro comparsa i primi castelli, eretti per volontà di vescovi e signori. Sconfitti gli invasori, i signori locali continuarono a combattere tra di loro, scavando fossati, costruendo nuove mura e alte torri, a difesa del proprio

⁷ Si veda il capitolo precedente: 1.1 *Castrum* e *castellum* e fenomeni di incastellamento

Fig. 7:
Castello di Binasco, dis. e
inc. Marchede d'Adda, acq.
175x250, Milano, 1820,
(Castello Sforzesco, Raccolta
delle Stampe A. Berarelli)



villaggio. Risalgono a quest'epoca i castelli di Abbiategrasso, Casorate, Casterno, Rosate, Lachiarella, Besate, Gudo, Ozzero; pur non essendoci prove certe di un castello precedente a quello visconteo, alcune tracce topografiche, nonché documentarie, lasciano supporre che il villaggio fosse fortificato già intorno al X secolo⁸.

Per tutto il Medioevo, Binasco venne considerato «terra di mezzo», al punto che l'espressione dialettale *véss a Binsch* indicava «l'essere a mezzo di una cosa; essere a mezza strada»⁹.

Il borgo sorge sulle sponde del Ticinello, che fin dall'antichità segnò il confine tra le terre di Milano e quelle di Pavia; il Ticinello è un canale artificiale, la presenza di ampie anse, tuttavia, fa pensare che si tratti in realtà di un corso d'acqua naturale, poi convertito in canale. Secondo questa ipotesi, dunque, il borgo di Binasco si trovava sulla linea di confine tra due città nemiche, con un importante ruolo difensivo. Durante le campagne militari italiane di Federico Barbarossa, Pavia, alleata con l'imperatore, ottenne di mantenere intatti i propri territori, anche oltre il corso d'acqua; il *fortalium* binaschino vestiva quindi il ruolo strategico di avamposto pavese oltre il confine.

⁸ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p.19

⁹ Cherubini, E., *Vocabolario milanese-italiano*, Milano 1839

Nel 1396 Gian Galeazzo Visconti dona all'erigenda Certosa di Pavia diversi proventi di Binasco, nell'atto, datato 15 aprile 1396, si fa più volte riferimento alle strutture dell'antico *castrum*, al fossato e al terrapieno del *fortalitium Binaschi*. Questa testimonianza ci permette di confermare l'esistenza di un villaggio fortificato, chiamato, fino al XIV secolo, castello; centro abitato sorgeva nelle immediate vicinanze della fortezza. La *strada mastra*, che collegava Milano con Pavia, identificava i due principali accessi al borgo: il Ponte di Binasco e Porta Milanese, vicino a cui si trovavano il fossato e il terrapieno.

Un documento notarile del XVI secolo sembra confermare l'esistenza di una fortezza vicino a Porta Milanese, quindi in una posizione differente rispetto all'edificio visconteo. Il documento in questione parla di un appezzamento di terra «derelitta», con un piccolo rivellino, nella zona posta all'ingrasso del borgo, quindi troppo lontano dal castello visconteo. Queste informazioni, seppur lacunose e incerte, ci permettono di tracciare un profilo del villaggio preducale, il quale, con ogni probabilità, era difeso sia da un fossato che da corsi d'acqua. Il forte era costruito su un piccolo rilievo e ospitava l'abitazione del signore locale, il quale provvedeva al mantenimento e alla costruzione delle opere di fortificazione del villaggio.

La disfatta di Federico I a Legnano, nel 1176, segnò la fine del dominio imperiale su Milano e il riconoscimento dell'autonomia

municipale favorì la nascita di numerosi Comuni. Il fiorire della realtà comunale vide come conseguenza un consistente sviluppo commerciale e demografico; i signori che dominavano le campagne si trasferivano in città, con la speranza di ottenere più influenza approfittando delle lotte sociali, oltre che attratti dalla possibilità di buoni affari, mantenendo i loro beni fondiari e i castelli. Questa «borghesia campagnola», composta prevalentemente da artigiani e mercanti, che rinforzava i ceti subalterni delle città che fino ad allora non avevano partecipato alla vita pubblica, causò l'insorgere di contrasti tra magnati e popolani.

Binasco, già dal 1170, era governato come un comune rurale; console in quell'anno era Pietro detto Blancus de Binasco. L'entusiasmo per una rinnovata autonomia e libertà di gestione della cosa pubblica sfociò, come prevedibile in sanguinose e violente lotte per il potere e il controllo delle città. Nella seconda metà del XIII secolo il territorio a sud di Milano fu teatro delle battaglie tra i della Torre e i Visconti, che devastarono le campagne padane, distruggendo persino alcuni castelli, come quello di Lachiarella, smantellato dai Torriani.

2.3 Il *castrum* visconteo

La faida tra le potenti famiglie dei Torriani e dei Visconti si protrassero fino al 1298, quando Matteo I Visconti venne riconosciuto vicario imperiale e, di conseguenza, legittimo



Fig. 8:
Particolare del territorio di
Binasco, estrapolato dalla
carta del XVII secolo, Milano,
Archivio di Stato, Fondo di
Religione, parte antica, cart.
6410

signore di Milano. Per consolidare il potere appena ottenuto, era necessario indebolire i grandi feudatari, che dominavano le campagne. Era di vitale importanza per i Visconti disporre di una propria rete di fortificazioni, iniziò così un'ampia operazione di costruzione di nuovi edifici di difesa, secondo uno schema concentrico che culminava con il Castello di Porta Giovia, a Milano. Nel 1355 fu vietata la costruzione di castelli non viscontei su tutto il territorio di Milano. Ben presto Binasco diventò dominio visconteo, a fronte della sua posizione strategica. Intorno al 1360 i possedimenti dei Visconti si estendevano da Milano a Pavia, e in ognuna delle due città era presente un castello per ospitare il signore e la sua corte. Binasco si trovava proprio sulla strada che collegava le due città, a metà tragitto. La stabilità politica portata dai visconti, nonché l'unificazione territoriale, migliorarono notevolmente condizioni del villaggio. La costruzione del castello così come la presenza di un signore sul territorio, rappresentarono una garanzia per l'economia binaschina, che visse un'importante crescita sociale.

La conformazione delle fortificazioni già esistenti a Binasco influenzarono il modo in cui i Visconti predisposero i nuovi sistemi difensivi. Il borgo era protetto da un fossato e da un canale, il Ticinello, le cui acque furono utilizzate per alimentare il fossato del castello. I due ingressi, Porta Milanese a nord e il Ponte di Binasco a sud, vennero mantenuti, così come fu mantenuta la via maestra; entrambi gli ingressi venivano chiusi

da una grata metallica ogni sera, così da proteggere il borgo da possibili incursioni. La totale sorveglianza degli accessi permetteva il controllo sulle merci e garantiva a Binasco uno stato di insularità; è noto che presso il Ponte di Binasco sorgeva una guardiola per la riscossione dei pedaggi, con tanto di stemma visconteo, dove accanto alla biscia spiccavano le due iniziali di Filippo Maria Visconti, conte di Pavia, la cui storia si intreccia tristemente con quella di Binasco. La maggior parte degli scambi commerciali si svolgeva in prossimità delle Porte, venivano costruiti magazzini, taverne e botteghe di artigiani; in età viscontea c'erano tre locande nelle vicinanze della porta meridionale, mentre ne sorse un'altra in epoca sforzesca presso quella settentrionale.

Attorno al XIV secolo il significato di «castello» mutò rispetto a ciò che aveva significato per molto tempo: progressivamente il castello finisce per identificarsi con l'idea di dimora signorile, rappresentata da un palazzo con torre difensiva. Questo edificio fortificato, infatti, costituiva un'adeguata protezione per il signore, ma era allo stesso tempo una dimora dignitosa ed elegante, in grado di rappresentarlo adeguatamente. La popolazione risiedeva ora al di fuori del recinto fortificato e il *castrum*, che occupava un'area molto minore rispetto a prima, era proprietà esclusiva dei signori. Una testimonianza di questa esclusività ci viene offerta, ancora una volta, dall'atto di donazione alla Certosa di Pavia: tra i beni destinati ai monaci non viene citato il *castrum*. Si può leggere in questa assenza

la volontà di disporre il castello ad altre rendite presenti sul territorio di Binasco.

Nel 1395 Gian Galeazzo Visconti viene elevato al rango di Duca dall'imperatore Venceslao. Il castello rappresentò durante il periodo ducale un adeguata dimora per il signore e la sua corte, che nei vari spostamenti all'interno dei loro domini trovavano in Binasco una sosta sicura. Se in tempo di pace il castello di Binasco assolveva alla sua funzione residenziale, in tempi di incerta sicurezza rimase sempre un caposaldo militare e luogo di detenzione, rimanendo fedele alla concezione primaria di edificio militare fortificato. Per la sua posizione favorevole, Binasco rappresentava il punto di riferimento per l'armata ducale, che stazionava stabilmente sul territorio circostante. I comuni del vicariato dovevano provvedere ad offrire vitto e alloggio alle truppe e ai comandanti, oltre ad occuparsi degli animali che li accompagnavano. Per fronteggiare il passaggio di contingenti militari era necessario avere a disposizione viveri a sufficienza e alloggi adeguati, rendendo eccessivo il tributo chiesto agli abitanti del vicariato. Il malcontento del popolo, che sentiva raziato il frutto del proprio duro lavoro, spinse Filippo Maria Visconti, nel 1440, a imporre a Binasco e Rosate l'accoglienza delle nuove truppe. Binasco, infatti, con il suo castello, racchiuso all'interno di un borgo fortificato e posto su un'importante via di comunicazione era il luogo ideale per sostenere azioni di difesa. Una prova dell'importanza strategica del castello di Binasco è rappresentata da alcune importanti

imprese militari, si ricordano in particolare due combattimenti condotti da Facino Cane nel 1407, contro le truppe di Otto Terzi e il Dal Verme.

2.4 L'organizzazione del castello nel Quattrocento

Le informazioni relative alle caratteristiche architettoniche originali del castello non sono sufficienti per stabilire con esattezza quale fosse il suo aspetto, tuttavia i documenti dell'epoca descrivono le fortezze di quel periodo circondate da recinti murari, con torri angolari e mastio centrale. Nelle illustrazioni dell'epoca, il castello di Binasco viene rappresentato come un edificio rettangolare, con quattro torri angolari e una torre centrale *magna ac fortissima*, come si può vedere nel «Disegno di Tesiniello di Binasco - 1566». La torre centrale aveva un forte significato simbolico, come emblema della signoria e della sua potenza, così da legare il potere istituzionale agli edifici rappresentativi. La *turris maior* si trovava al centro della corte, in corrispondenza degli ingressi. Tuttavia la documentazione non è esplicita riguardo l'effettiva composizione della torre.

Nel quattordicesimo secolo la struttura del castello era molto diversa da quella odierna: la pianta del castello era sostanzialmente divisa in due parti, l'area meridionale ospitava l'abitazione, mentre quella settentrionale era inizialmente sgombra da costruzioni e fungeva da ricovero per il bestiame. Dal momento che i lavori realizzati in epoca

sforzesca riguardavano opere di ordinaria manutenzione si può ritenere con certezza che la fortezza non abbia subito ingenti trasformazioni, conservando la sua struttura originaria per tutto il XV secolo.

I due ingressi, sul fronte settentrionale e meridionale, corrispondenti a quelli ancora oggi esistenti, erano entrambi muniti di rivellino e ponte levatoio. Le torri angolari erano provviste di merlatura, dietro alla quale si trovava il cammino di ronda che percorreva tutto il perimetro dell'edificio. Le due torri che si affacciano sul fronte occidentale sono smussate verso l'interno, tanto da risultare di forma pentagonale, mentre quelle sul fronte opposto erano di pianta quadrata. Il castello era suddiviso in tre piani, non corrispondenti agli attuali. È possibile rintracciare la disposizione originale dei locali al piano terra, entrando dall'ingresso occidentale si trovavano due stanze e un salone, il pavimento era probabilmente realizzato in cotto o pietra, e il soffitto era piano, sorretto da travi lignee. Non è possibile stabilire quale fosse la disposizione dei locali ai piani superiori, che già nel XVI secolo versavano in condizioni di rovina. Sulla facciata meridionale è possibile scorgere delle finestre a tutto sesto, oggi tamponate, ma che un tempo costituivano le uniche aperture presenti. La posizione di queste aperture, in particolare se relazionata a quelle attuali, testimonia le trasformazioni subite dal castello.

2.5 Beatrice di Tenda

All'epoca viscontea risale uno degli episodi più significativi della storia del castello di Binasco, la drammatica vicenda di Beatrice di Tenda.

Beatrice di Tenda sposò in prime nozze il condottiero Facino Cane, che aveva guidato importanti battaglie a servizio dei Visconti, tuttavia Facino morì nel 1412, lasciando in eredità alla moglie i suoi domini territoriali. All'epoca il potere dei Visconti era piuttosto fragile, alla morte del duca Gian Galeazzo Visconti, il suo erede, Giovanni Maria, era appena quattordicenne e inadatto al ruolo che era chiamato a svolgere. La crisi della casata Visconti culminò con l'assassinio del Duca, nel 1412. Filippo Maria Visconti era il fratello minore di Giovanni, e conte di Pavia. Tuttavia, pur essendo diventato duca di Milano, non poteva di fatto esercitare alcun controllo sulla città, il Verri, racconta di un duca «*inaccessibile*» nel castello, le cui mura erano in rovina. L'unica speranza per il legittimo Signore di Milano di recuperare la propria autorità risiedeva nell'ottenere la fedeltà dell'esercito di Facino Cane, condottiero di Giovanni Maria; per farlo Filippo Maria Visconti sposò la vedova del condottiero, Beatrice Cane, nella speranza che i soldati a lei fedeli, combattessero in favore del nuovo marito. Con il matrimonio, Beatrice ricevette il titolo di duchessa, mentre Filippo Maria ottenne i territori e i soldati di Facino Cane. Nonostante il notevole supporto ricevuto, Filippo Maria Visconti nel 1418 fece arrestare la moglie con



Fig. 9:
Binasco acque Ticinello,
Lonata, Mezzabarba ec., 1770,
Milano, Archivio di Stato,
Fondo di Religione, parte
antica, cart. 6290

l'accusa di adulterio, e la fece imprigionare nel castello di Binasco, insieme al presunto amante, Michele Orombello. Entrambi furono torturati e decapitati, il 13 settembre 1418.

La vicenda di Beatrice di Tenda commosse gli animi a tal punto che in suo onore vennero scritte numerose opere letterarie, tra cui si ricorda il dramma di Vincenzo Bellini. Nel 1869 il comune di Binasco pose una lapide commemorativa all'ingresso meridionale del castello, con la dedica di Damiano Muoni, storico del comune.

2.6 Il dominio degli Sforza

Sia in epoca viscontea che sforzesca, presso il castello risiedeva stabilmente un *prefetto*, il cui compito era di mantenere la funzione difensiva della rocca. Il *prefectus castris*, o castellano, si occupava anche degli interventi di manutenzione dell'edificio, che tuttavia dovevano essere approvati dal duca, come testimonia una missiva inviata a Galeazzo Maria Sforza dal castellano Angelo de Cotunzi, risalente al 1447, con la quale chiede il permesso di sostituire i ponti levatoi e alcune travi del tetto¹⁰.

In epoca sforzesca il castello di Binasco assunse sempre più i connotati di dimora signorile. Il castello ospitava i signori

¹⁰ A.S.M., *Autografi di autorità civili e militari – Piazzeforti*, cart. 227, f.

e le loro corti in occasione delle battute di caccia, che si svolgevano nei territori a sud di Binasco. Tra gli ospiti illustri del castello si annoverano Ludovico il Moro e Beatrice d'Este, che soggiornarono a Binasco il 21 gennaio 1491 in viaggio verso Milano dopo avere celebrato il loro matrimonio a Pavia pochi giorni prima. Nel 1499 il ducato cadde nelle mani di Luigi XII, che tentò di consolidarne il possesso, in particolare dopo la sconfitta di Ludovico Sforza, nel 1500. Il potere sembrò stabilizzarsi nel 1513, quando dopo aver sconfitto le truppe francesi, la Lega Santa affidò il governo a Massimiliano Sforza. Tuttavia, dopo questa breve parentesi di stabilità, il ducato venne conteso tra Spagna e Francia; nel 1525 venne affidato per l'ultima volta a uno Sforza, Francesco II, che ne conservò il controllo fino al 1535, in quanto vassallo di Carlo V.

Dopo il 1535, il ducato diventò dominio spagnolo, fino al 1706. Il dominio della Spagna era caratterizzato da un clima di pace, basata in parte sulla repressione politica e religiosa, in parte sul tacito consenso e sulla collaborazione del popolo sottomesso. In questo periodo, il castello di Binasco trascorse un periodo di abbandono. Nel giro di cinquant'anni si trasformò in rovina, con soffitti crollati, pavimenti distrutti o fortemente dissestati e strutture pericolanti. Questo stato è da imputarsi al fatto che le strutture erano realizzate per lo più in legno e richiedevano frequenti interventi di manutenzione che dopo la morte di Ludovico il Moro divennero sempre più rari, già nel 1534 il castellano Gerolamo Borri denunciava le condizioni di

degrado in cui versava il castello.

2.7 Le stime del 1588 e del 1668

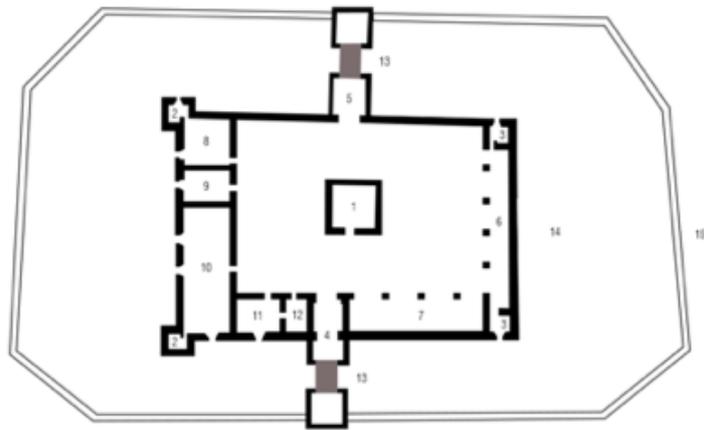
La stima del 1588

La caduta della signoria degli Sforza determina inevitabilmente il decadimento del castello. Già nella prima metà del 1500 ci sono testimonianze che descrivono un edificio in rovina, destinato a scomparire, le condizioni del castello di Binasco era talmente pessime che nel 1587 viene eseguita una stima per valutare il ricavo ottenuto dal suo smantellamento. Una delle cause del progressivo abbandono del castello in questo periodo, risiede nel suo carattere «anonimo», infatti pur conservando alcune peculiarità degli edifici militari, non poteva essere definito una fortezza, era privo dei caratteri monumentali tipici delle residenze signorili e degli edifici istituzionali dell'epoca. Binasco aveva svolto un ruolo marginale, di supporto per le organizzazioni militari, senza mai diventare il centro dell'azione.

Nel 1584 il castello di Binasco è amministrato dalla Camera Regia¹¹ che, in seguito all'acquisizione del feudo da parte di Don Pedro Consalvo Manrique Mendoza, ordinò una valutazione economica del castello; il Mendoza intendeva trasformare il

¹¹ In base al «diritto di reversibilità» se un feudatario fosse deceduto senza lasciare eredi, i suoi beni sarebbero tornati ad essere proprietà della Regia Camera, per poi essere nuovamente messi sul mercato.

Fig. 10:
Ricostruzione della
planimetria del piano
terra del castello in epoca
visconteo-sforzesca. Il
disegno è stato dedotto dalle
descrizioni della stima del
1588



castello binaschino in un elegante palazzo residenziale. Un documento, datato 1587 e redatto da Giovanni Battista Clarici sconsiglia lo smantellamento del castello, pur evidenziandone le condizioni disastrose¹².

Il manoscritto del 1588 rappresenta un documento di fondamentale importanza, poiché riporta una descrizione accurata delle condizioni del castello. La perizia, stilata da Giovanni Ambrogio Birago e da Pietro Antonio Barca¹³, conferma l'impianto rettangolare del castello, con due torri in aggetto rispetto alla cortina; dalle informazioni riportate, inoltre, è ammissibile ritenere che l'impianto planimetrico odierno coincide con quanto descritto nella stima. La stima voluta dal Mendoza rappresenta un'ulteriore conferma delle condizioni di degrado del castello, i periti riportarono numerosi danni sul muro di controscarpa, crollato in diversi punti, in più l'ingresso verso *levante* (cioè verso Binasco) pur mantenendo la struttura in elevazione, versava in cattive condizioni, e non c'era più il ponte levatoio. Un'importante informazione riguarda la presenza di cinque torri: quattro ai lati e una al centro della corte:

¹² Il testo della stima è riportato in Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 148

¹³ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 122

«alli 2 cantoni ha una torretta per cantonata che risaltino nella fossa, et altre 2 torrette alli 2 cantoni, verso tramontana che non risaltino di fuori, ma sono serrati dentro alli muri castellani»¹⁴.

Le misure riportate nel manoscritto, relative alle torri aggettanti, con una buona approssimazione, corrispondono a quelle attuali, mentre le misure delle torri interne al perimetro risultano più attendibili. Nonostante queste ultime non siano più distinguibili, esaminando la pianta dell'edificio alla quota della corte, si possono riconoscere i quattro tronchi di parete delle torri. Il manoscritto testimonia la presenza del mastio, ancora esistente nel Cinquecento, nonostante mancasse la copertura: *«nella corte vi è una torre grande isolata con dentro solo due volte, et la cima di detta torre è discoperta et mal al ordine»¹⁵*. Dai rilievi effettuati, il mastio superava i merli delle mura perimetrali di circa 13 metri.

Per quanto riguarda i locali che affacciavano sulla corte interna, il manoscritto sembra confermare le attuali aperture delle porte con sopra luce, quindi tutti i locali avevano accesso diretto alla corte. Non ci sono dati circa il numero di piani dell'edificio, solo un riferimento ad un *«salon grande»* a piano terra, ma con pavimentazioni e soffitto distrutti; inoltre, viene attestata la presenza di locali adibiti a prigione, sempre al piano

¹⁴ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 125

¹⁵ *ivi* p. 126

della corte, tuttavia non viene specificata la posizione esatta. Il manoscritto non fornisce alcuna informazione sui locali al piano superiore, anche se lungo il perimetro, ad un'altezza di circa 5 metri dal piano della corte attuale, sono evidenti tracce di aperture: diverse monofore tamponate con riquadri in cotto. Le tracce di un numero così consistente di aperture sembra confermare l'ipotesi dell'esistenza di altri locali al piano superiore, probabilmente inagibili all'epoca della stima.

Alla stima seguirono i lavori di ristrutturazione del castello, che trasformarono in parte l'impianto originale, nonostante la documentazione relativa al progetto non sia mai stata rinvenuta. Sappiamo che le modifiche principali riguardarono la progressiva trasformazione del castello da fortezza militare a residenza, processo che investì tutti i castelli viscontei e sforzeschi nei decenni precedenti. Il mastio centrale venne abbattuto, tuttavia le trasformazioni più ingenti riguardavano l'organizzazione interna dei locali: lavori vengono effettuati tra il 1590 e 1610.

La stima del 1668

Dopo la morte del Mendoza, nel 1632, a causa dell'assenza di eredi, il castello ritornò nuovamente alla Regia Camera, per diritto di reversibilità. Il nuovo passaggio di proprietà comporta la stesura di un atto notarile in cui si trova la descrizione del castello. Questo atto rappresenta la prima testimonianza dell'esistenza di diversi piani: si trova scritto, infatti, che ci

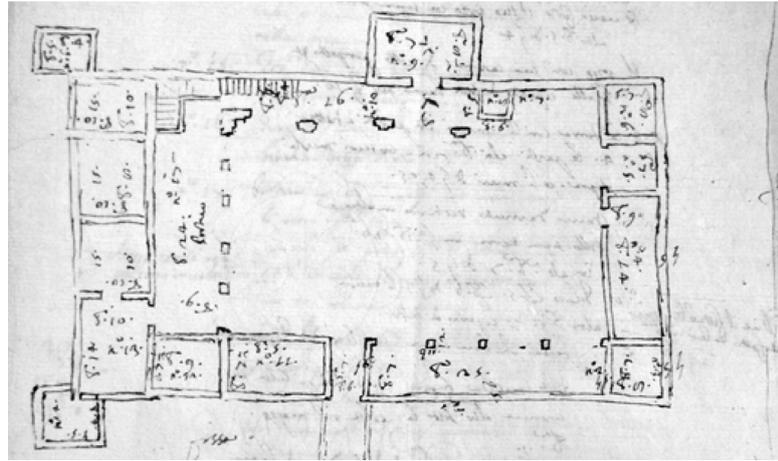
sono locali «*sotto terra, sopra terra et altri superiori*», inoltre si attesta che l'antico fossato venne bonificato e convertito in giardino. Secondo un testimone¹⁶ interrogato in occasione della stesura dell'atto, i locali sottoterra comprendevano una cucina, un forno, il lavatoio, un pozzo, la cantina e la prigione. Al livello della corte, lo stesso testimone, descrive una sala grande e una scala larga circa due metri che raggiungeva il sottotetto, che coincide con quella attuale. Viene inoltre confermata la presenza di locali al piano superiore e di altre tre stanze, ad un altro piano, adibite a soffitta, tutti i locali presentavano una copertura a volta, ed esclusione delle soffitte. Le stanze si trovavano nel corpo occidentale, che oggi ospita gli uffici comunali, in quanto il testimone non accenna ad altri edifici, ma solo a mura e ad una stalla.

Nel 1668, in seguito alla morte dell'ultimo proprietario, Matteo Biumi il giovane¹⁷, viene inviata a Binasco una commissione con lo scopo di effettuare una nuova stima. Il documento riporta una descrizione dettagliata dello stato di fatto dell'edificio, corredato dal disegno della pianta al livello della corte interna. Il resoconto accurato permette di effettuare un confronto con la stima cinquecentesca, e quindi di rilevare con precisione le trasformazioni avvenute a cavallo tra XVI e XVII secolo.

¹⁶ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 134-135

¹⁷ Ivi p. 134

Fig. 11:
12 marzo 1668: pianta del
castello di Binasco, (A.S.M.,
Feudi camerali, p.a. cart.95)



Ala sud-ovest

È la porzione maggiormente interessata dai lavori di ristrutturazione di fine Cinquecento. Il grande salone viene diviso trasversalmente da tre pareti in muratura dello spessore di 60 cm, che hanno origine al livello del fossato e si sviluppano in altezza per 16 metri, raggiungendo la quota del tetto. Al livello del fossato si può osservare un primo stravolgimento strutturale, in quanto la sequenza delle volte a crociera viene interrotta casualmente dai nuovi setti murari, con conseguente frammentazione dello spazio. Tuttavia, la realizzazione dei setti murari, dettata da esigenze statiche pone in secondo piano la suddivisione degli spazi voltati dello scantinato. L'intervento era inoltre condizionato dalle esigenze abitative del castello, quindi i muri verticali avevano anche il compito di suddividere gli spazi ai piani superiori. Questa necessità porta ad un'altra trasformazione fondamentale: la variazione delle quote di calpestio. Infatti, pur senza variare il livello della corte, il livello del primo piano fu alzato di 1,5 metri. Come conseguenza di questa scelta, le aperture ad arco vennero tamponate, poiché interferivano con le volte e il pavimento del piano superiore. I locali al piano terra e al primo piano vengono coperti da soffitti a volta, mentre al secondo piano vengono realizzate tre stanze la cui copertura è rappresentata dal tetto.

Un terzo intervento consistente riguarda il raddoppio del corpo di fabbrica, verso la corte: la nuova facciata risulta parallela a quella esistente, da cui dista 6 metri. Il paramento murario è composto da quattro pilastri sagomati; in questo

modo si realizzano due porticati, uno a livello della corte e uno al primo piano, con un doppio ordine di archi a tutto sesto. Lo stesso schema di archi e pilastri viene riportato anche sul prospetto settentrionale. Entrambi i porticati hanno copertura a volta con lunette, nel sottotetto è possibile vedere la parte superiore della volta del primo piano, realizzata con mattoni disposti a lisca di pesce e rinfiancata con materiale alle reni.

Ala sud-est

Parlando di quest'ala del castello è opportuno distinguere tra la porzione compresa tra la torre sud-est e l'arco di ingresso e quella che dall'arco di ingresso si collega alla porzione settentrionale, considerando le differenze funzionali delle due parti. Partendo dalla porzione a sinistra dell'ingresso, si deduce dal manoscritto che anche questo corpo ha subito una variazione di quota pari a 1,5 metri, in questo modo si ottiene la complanarità del corpo in esame con quello sud-ovest. Per i motivi precedentemente descritti, le aperture esistenti vengono tamponate e le finestre subiscono le medesime modifiche. Tuttavia, a destra dell'ingresso la cortina muraria si interrompe, e le informazioni relative a questa porzione di edificio risultano inaffidabili, in particolare considerando i rilievi dimensionali, che non sono attendibili. Il manoscritto fa riferimento alla presenza di tre pilastri, visibili anche nello schizzo planimetrico, che sostenevano degli archi a sostegno di un muro «mezzo troncato». Questa informazione avvalorava l'ipotesi secondo cui i lavori di trasformazione del castello

intrapresi dal Mendoza non vennero mai ultimati, inoltre si può affermare con certezza che questa porzione rivestì funzioni di servizio per lungo tempo. La stessa conclusione si può trarre per quanto riguarda l'ala nord-est, descritta nella stima come fortemente degradata e non presenta analogie con la situazione attuale.

Ala nord-est

L'ala nord-est appare la più degradata, si trovavano in questa posizione i locali adibiti a stalla, con un fienile coperto da tettoie. Viene descritta la torre nord-ovest, che all'epoca presentava ancora «*li muri in piedi e tutte e quattro le parti con i suoi merli sopra*»¹⁸. La torre risulta della stessa altezza della cortina muraria esterna, e sembrerebbe confermata l'ipotesi secondo cui non siano stati realizzati interventi successivi al 1500 in questa porzione.

Ala nord-ovest

Secondo la descrizione fornita dal manoscritto, questo corpo doveva idealmente il prolungamento del doppio porticato realizzato sul corpo sud-ovest. Al piano superiore si trovava un loggiato, oggi tamponato, ma già all'epoca coperto con un «tetto buono». Interventi successivi hanno fatto scomparire i pilastri descritti, al cui posto si trova oggi un muro con due finestre. Il manoscritto, inoltre, fa riferimento ad una chiesa costruita

¹⁸ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 138

Fig. 12:
Giuseppe Petro Baggetti (1764-
1831), Veduta di Binasco, 24
maggio 1796 Armées, Château
de Vincennes, Ministère de la
Défense, Service Historique de
l'Armée de Terre, inv. C 464

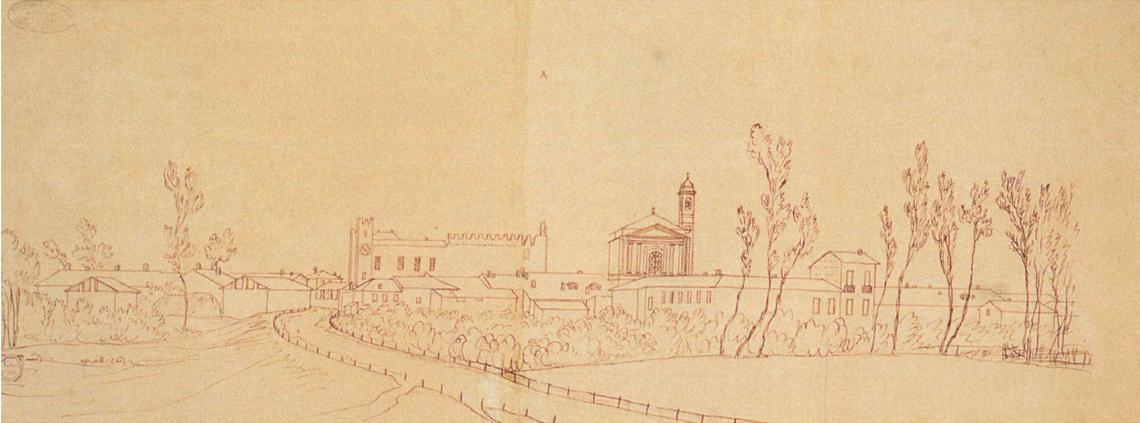
sopra i resti del rivellino, con copertura a volta e ad un'altezza di 5,85 metri rispetto alla pavimentazione. Tuttavia, già all'epoca versava in un cattivo stato di conservazione e veniva utilizzata come deposito. Oggi, l'unica traccia dell'esistenza della chiesa è rappresentata da un graffito e dai resti di un ingresso ad arco.

Piano interrato e fossato

La situazione attuale dei locali al piano interrato non si discosta molto dalla descrizione fornita nel manoscritto del 1668, corrisponde l'ubicazione e il numero dei locali coperti da volte a crociera. Una differenza piuttosto consistente, invece, riguarda il livello del fossato, che nel documento del 1588 risultava essere -7 metri, mentre in quello del 1668 era -3,57 metri. Tale differenza è dovuta al diverso uso del fossato. In epoca viscontea e sforzesca, il fossato rivestiva una funzione difensiva, era profondo e pieno d'acqua, mentre nel 1600 venne trasformato in giardino: per adempiere a questo scopo, il fossato fu riempito per asciugare il fango rimasto e in nuovo terreno era coltivato ad orto, con pergolato di viti e alberi da frutto.

2.8 Gli interventi settecenteschi

Il Settecento rappresenta un secolo piuttosto buio per quanto riguarda la storia del castello. Le informazioni a disposizione fanno riferimento ad un arco temporale breve, che va dal 1735 al 1741. In quest'epoca il castello di Binasco viene descritto nei



documenti come «rovinoso e cadente»¹⁹.

Nel 1735, in virtù del diritto di reversibilità, il castello ritornò proprietà della Regia Camera, la quale richiede la stesura di relazioni informative circa le condizioni del castello. La descrizione e il numero dei locali al piano terra e al primo piano coincide con la descrizione fornita dai manoscritti del 1668, per questo motivo è opportuno supporre che non siano state realizzate operazioni rilevanti in questo lasso di tempo. È interessante notare, invece, che il fossato era affittato alla comunità, dietro il pagamento di un canone fisso²⁰. Il castello veniva utilizzato per l'alloggio dei soldati, mentre i locali a livello del fossato fungevano da prigioni. Nel 1736 la comunità di Binasco, affittuaria del castello, avanzò richieste per alcune opere di riparazione della struttura «per potersene servire», chiedendo in particolare di «fare li muri alli archi di tutto il porticato esteriore del Castello»²¹. In sostanza, si richiedeva di realizzare degli spazi chiusi anche in quelle zone che erano sempre state riservate a stalle e scuderie. I lavori più sostanziosi ebbero luogo nel 1741, quando, con lo scopo di rimettere il feudo sul mercato, la Regia Camera decise di apportarvi alcune migliorie.

¹⁹ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 155

²⁰ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987, p. 154

²¹ Ivi p. 157

I lavori iniziarono durante la primavera dello stesso anno, sotto la guida del capomastro Sandrino Carati e dell'Ingegnere collegiato Regio e Camerale Bernardo Maria Robecco. Oltre alle riparazioni di pilastri, volte, lesene e parapetti del doppio porticato, i lavori prevedevano il rifacimento del tetto della porzione residenziale del fabbricato, nonché la demolizione di un muro pericolante, la sostituzione di porte e finestre in cattivo stato di conservazione, lo svuotamento del pozzo e costruzione intorno ad esso di un tetto e un parapetto, la riparazione del ponte di accesso.

Nel settembre dello stesso anno il castello venne acquistato dal libero barone, marchese, conte e cavaliere del Sacro Romano Impero Antonio Recalcati, che oltre al feudo di Binasco rilevò per sé e i suoi eredi, i feudi di Pasturago e Porchera, al prezzo di 19.200 lire imperiali.

2.9 L'incendio del 1796

Il secondo episodio di cronaca di questo secolo risale al 1796, e rappresenta l'evento della storia di Binasco più spesso ricordato: la spedizione punitiva di Napoleone Bonaparte durante la Prima Campagna napoleonica in Italia.

Durante il periodo della Rivoluzione francese, cresceva tra il popolo il seme della ribellione, votato al rovesciamento delle antiche istituzioni, la monarchia, il clero, e i privilegi della nobiltà; questo sentimento rivoluzionario interessava tutti i

popoli europei. Tuttavia, approfittando dei disordini nati in Francia, le grandi potenze europee come Austria, Prussia, Russia, Inghilterra e Spagna si apprestarono a riconquistare i territori sottratti loro dalla Francia, minacciandone gli stessi confini. Nonostante le iniziali vittorie, l'esercito francese subì un'importante sconfitta avanzando verso Vienna; in Italia, nel 1796, all'allora generale in carica subentrò il giovane Bonaparte che si mostrò sin dall'inizio un abile stratega e condottiero. Una volta assunto il comando, Napoleone iniziò a riscuotere le prime vittorie, sconfiggendo Austriaci e Piemontesi e conquistando dapprima Lodi, poi Pavia e Milano, nel maggio dello stesso anno. Il popolo italiano, da secoli vessato dai dominatori stranieri, rifiutò le condizioni imposte dai francesi, organizzando un'insurrezione. Fu il borgo di Binasco a pagare il prezzo più alto subendo il saccheggio e l'incendio del proprio castello, nonostante i rivoltosi non fossero binaschini; erano, infatti, i membri di comunità vicine che organizzarono l'insurrezione e scelsero Binasco come avamposto settentrionale, per via della sua posizione strategica a metà strada tra Pavia e Milano. Napoleone, allora impegnato contro le truppe austriache nei pressi di Lodi, per evitare un attacco su più fronti, inviò a Binasco uno squadrone per sedare la rivolta. Come monito contro insurrezioni future, l'esercito francese saccheggiò il borgo di Binasco e gli diedero fuoco. L'incendio durò tre giorni e i causò ingenti danni al

borgo, tra cui la parziale distruzione del castello²². Dai dipinti realizzati da Giuseppe Pietro Bagetti²³, si nota come l'incendio interessò principalmente la porzione settentrionale del castello. Tuttavia, le litografie realizzate da Giuseppe Elena²⁴ evidenziano maggiori danni alla struttura, in particolare sulla porzione a destra del portone d'ingresso. È ragionevole supporre che i diversi materiali con cui era realizzato l'edificio abbiano influito sullo stato di conservazione dell'ala sud-ovest, con volte in muratura, rispetto all'ala nord-est, che aveva invece solai lignei.

²² Malacrida L., *1796: l'incendio di Binasco nella guerra Napoleonica*, Pavia, Edizioni Cardano, 2000

²³ Giuseppe Pietro Bagetti (Torino, 1764 - 1831) si formò a Torino come architetto civile e militare. Durante le campagne napoleoniche, l'amministrazione francese gli affidò il ruolo di disegnatore di vedute e paesi al seguito delle campagne militari. I suoi bozzetti - tra i quali una veduta di Binasco del 1796 - hanno costituito la base per la realizzazione di successivi dipinti voluti da Napoleone per documentare le sue battaglie. La veduta alla quale si fa riferimento è: *Incendio di Binasco, 5 pratile an 4, 1803-06* (Torino, Galleria Civica d'Arte Moderna e Contemporanea, inv. 1/44).

²⁴ Giuseppe Elena (Milano, 1801-1867) è noto principalmente come litografo di vedute e ritratti. Le litografie alle quali si fa riferimento nel testo sono: *Binasco. Castello, 1836* (Milano, Civica raccolta delle stampe Achille Bertarelli, albo D3, tav. 140) e *Castello di Binasco, 1850 c.a.* (Milano, Civica raccolta delle stampe Achille Bertarelli, P.V. m. 9-16). La Civica raccolta di stampe Achille Bertarelli di Milano conserva diverse altre litografie, non per mano di G. Elena, che ritraggono lo stato di conservazione del castello a metà Ottocento.



Fig. 13:
P. Morel, da Giuseppe Pietro
Baggetti, Incendie du bourg de
Binasco pr les troupes françaises,
25 mai 1796

Capitolo 3

Ipotesi sugli interventi ottocenteschi



Fig. 14:
Giuseppe Elena (1801-1867),
Castello di Binasco, tavola 33,
Milano, Castello Sforzesco,
Raccolta delle Stampe A. Berarelli,
inv. CC-107

3.1 L'incendio del castello e le conseguenze sulle strutture

Diversi disegnatori rappresentarono l'incendio al castello di Binasco, mostrando il fuoco che lo distruggeva. La litografia realizzata nei primi decenni del 1800 da Giuseppe Elena è l'unica che rappresenta le rovine del castello dopo l'incendio²⁵, e da cui è possibile apprendere del crollo della parte superiore del prospetto meridionale, in corrispondenza dei merli. Purtroppo, tutte le rappresentazioni riprendono il prospetto meridionale e talvolta quello occidentale, risulta quindi complesso ricostruire lo stato dei corpi di fabbrica che sorgevano nella zona orientale del castello. È probabile che le strutture esistenti in quest'area fossero costruite per lo più in legno, e siano state distrutte dalle fiamme, diversamente da quelle dell'ala nobile i cui solai, già in seguito agli interventi voluti dal Mendoza, erano realizzati in laterizio.

Il periodo immediatamente successivo all'incendio napoleonico risulta particolarmente oscuro per quanto riguarda la storia del castello. È ragionevole ritenere che siano state eseguite alcune opere di riparazione, anche se non ci sono testimonianze certe in merito. Probabilmente, sono stati realizzati dei lavori sulle coperture dell'ala nobile, che aveva riportato danni minori, inoltre risale a quest'epoca la realizzazione della copertura a falde sulle due torri occidentali (prima quella a Nord - Ovest,

²⁵ Malacrida L., 1796: *l'incendio di Binasco nella guerra Napoleonica*, Pavia, Edizioni Cardano, 2000, p. 38

poi quella di Sud - Est, l'intervento si è concluso prima del 1869). Tuttavia, grazie alle rappresentazioni che ritraggono in castello a cavallo del 1850, si può affermare con certezza che non sia stata effettuata una vera e propria ricostruzione. Nel 1846, infatti, Felice Donadelli descrive così il castello:

«Gli avanzi di questa rocca, che tuttora si ammirano reggere al tempo, veggonsi assai ben conservati, ed osiamo dire che fra le tante castella sparse nella Lombardia, nessun altro come quello di Binasco ha lasciato maggiori vestigia. Vedesi infatti che la sua forma quadrata ancora sussiste, ed al fianco sinistra del fronte s'innalzano le due torri sugli angoli, come pure le mura del medesimo lato, e gli appartamenti de questa stessa parte sono oggidì abitati, ed anzi destinati agli Uffici della Pretura. Scorgonsi poi le stalle, le carceri, il portico, molte camere terrene, la volta della porta principale, ed il prospetto del fabbricato quasi intatto. [...] Sul fianco destro invece, deserto e abbandonato, non si scorgono che nude muraglie, ed anche in qualche luogo rovinata; il portico, che prima circondava tutta la corte, da questa parte non ha lasciato vestigia di sorte e sono spariti appartamenti, scale, e perfino le aule terrene»²⁶.

3.2 Ipotesi di ricostruzioni

Alcune ipotesi sulla possibile evoluzione delle strutture del castello di Binasco sono state formulate a partire

²⁶ F. Donadelli, *Castelli di Lombardia*, Milano, Società tipografica de' Classici italiani, 1846, pp. 107-109

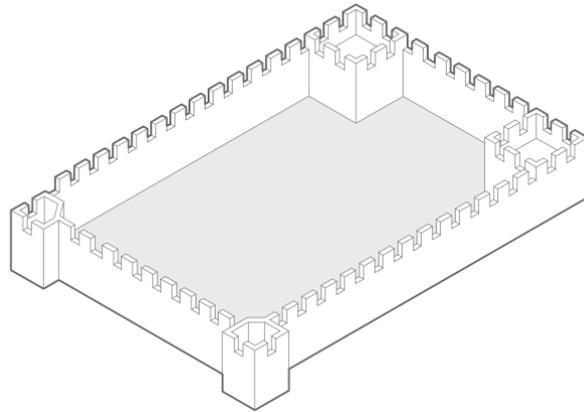


Fig. 15:
Ipotesi della struttura del castello,
XIII - XVI secolo d.C.

dall'osservazione critica della muratura esterna, e sono supportate dall'analisi stratigrafica realizzata durante il laboratorio di restauro del corso di Laurea Magistrale della *Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni* del Politecnico di Milano (titolare del corso: prof. Davide Del Curto). Un ulteriore termine di confronto è rappresentato dalle stime del 1588 e del 1668, e dal lavoro di tesi di Sofia Celli (relatore prof. Del Curto, correlatore prof. Piccoli, Politecnico di Milano, 2015), in cui è stata approfondita la ricerca storico-archivistica e l'interpretazione critica delle fonti documentarie, e che rappresenta una base conoscitiva imprescindibile per lo svolgimento degli studi successivi.

Fortalium pre visconteo, XIII - XVI secolo d.C.

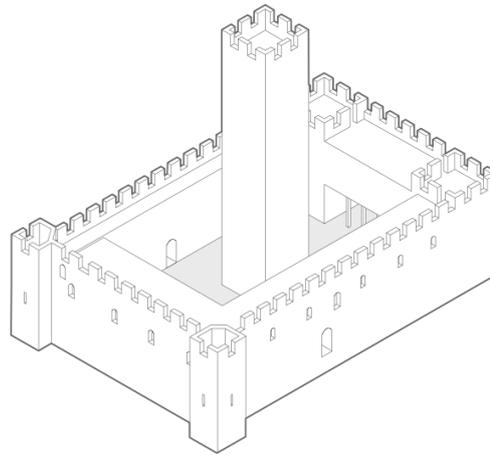
Osservando i quattro prospetti del castello è possibile notare delle tracce ricorrenti, simili per quota che per dimensioni. È ragionevole supporre che si tratti dei resti della merlatura guelfa del fortalium pre visconteo, risalente al XIII - XIV secolo d.C. Pur trattandosi di pochi frammenti rimasti sulla muratura esterna, è possibile riconoscere questi segni su tutti i lati del castello, in alcuni punti più distintamente, in altri meno. Tuttavia, seppur discontinue o interrotte da aperture realizzate in epoche successive, queste tracce presentano dimensioni simili e si trovano alla stessa quota. Le uniche differenze si riscontrano tra i prospetti Sud e Ovest e i prospetti Nord ed Est: i primi infatti sembrano suggerire un'altezza della merlatura maggiore, pari a 130 cm anziché 100 cm.

Nel prospetto a ponente le tracce sono poche e difficilmente distinguibili: è possibile notare una discontinuità orizzontale sulle due torri e quelli che sembrerebbero essere i resti della merlatura sono visibili solo nella parte destra del prospetto. Tuttavia, la quota e le dimensioni corrispondono a quelle rilevate sul fronte Sud. Sul prospetto Sud i segni riconducibili ad una merlatura sono più numerosi e interessano l'intero prospetto, sia a destra che a sinistra della rampa di accesso, dove un tempo si trovava l'antico ponte levatoio. Se sulla destra i segni sono più riconoscibili, a sinistra sono stati inglobati nelle aperture, che sembrano riprenderne le dimensioni.

Osservando il prospetto Est, che si affaccia sulla piazza della chiesa, si riconoscono chiaramente i segni di una merlatura antica, visibili nella porzione in basso a destra, appena sopra la scarpa. Gli stessi segni si ritrovano sul prospetto settentrionale: qui, con maggior continuità rispetto ai prospetti precedentemente descritti, è possibile notare le tracce della merlatura lungo tutta la facciata. Curiosamente, nella porzione sinistra, vicino all'angolo le finestre sono state aperte sulla superficie dei merli, lasciandone visibile il perimetro. Avvicinandosi al rivellino, le finestre diventano più grandi, occupando gli spazi vuoti tra i merli.

Seppur più radi, i segni della merlatura continuano anche in prossimità della torre Nord-Ovest. Alla luce di queste informazioni è ragionevole ritenere che in epoca medievale,

Fig. 16:
Ipotesi della struttura del castello,
periodo ducale.



il castello avesse l'aspetto di una fortezza militare, con mura difensive e quattro torri angolari.

Castello visconteo, periodo ducale fino al 1588

Durante il periodo ducale (1395-1535) il signore e la sua corte, nei diversi spostamenti all'interno dei vari domini, trovavano in Binasco una sosta sicura. Nel corso del XV secolo il castello diventa sinonimo di «dimora signorile», costituita da un palazzo e una torre difensiva, il mastio. In tempo di pace, questo edificio era una dimora dignitosa ed elegante per il signore, ma allo stesso tempo forniva un'efficace protezione in caso di attacchi. È quindi ragionevole ritenere che, con l'affermarsi del dominio visconteo, siano stati eseguiti dei lavori di adeguamento sul castello di Binasco, nonostante le informazioni relative alle caratteristiche architettoniche non siano sufficienti a stabilire con esattezza quale fosse il suo aspetto nel Quattrocento. Nelle illustrazioni dell'epoca il castello viene rappresentato come un edificio rettangolare, con quattro torri angolari e una torre centrale *magna ac fortissima*, come si può vedere dal disegno di Tesinello da Binasco (1566). Dal momento che i lavori realizzati in epoca sforzesca riguardavano opere di ordinaria manutenzione si può ritenere con certezza che la fortezza non abbia subito ingenti trasformazioni, conservando la sua struttura originaria per tutto il XV secolo.

Probabilmente, i lavori prevedevano la costruzione di un piano nobile, che ha comportato il tamponamento delle merlature

originali. È in questa fase che vengono realizzate le aperture ad arco presenti sui fronti meridionale e occidentale del castello. Procedendo per analogia, osservando il disegno di Tesinello da Binasco e il disegno del castello milanese di Porta Giovia (Pietro del Massajo, 1472) è possibile sostenere che il castello di Binasco, in epoca viscontea, non fosse poi molto diverso da queste strutture, con impianto rettangolare, un mastio centrale, quattro torri angolari e una merlatura che percorre tutto il perimetro. Effettivamente, sul fronte settentrionale, a destra del rivellino, è possibile osservare delle tracce di una merlatura, tuttavia la quota è in contrasto con l'apertura ad arco tamponata, che sembra risalire al periodo visconteo. Allo stato attuale non risulta possibile datare con esattezza questi elementi, a causa delle numerose stratificazioni e sovrapposizioni visibili su questo fronte. Delle indagini più approfondite, come il prelievo di campioni dai giunti di malta, potranno risolvere questa controversia.

Non si può escludere, tuttavia, che la merlatura visibile sul prospetto meridionale, risalente ai restauri ottocenteschi, sia il frutto della ricostruzione filologica dell'originale merlatura viscontea. Considerando questo assunto come certo, si avvalora l'ipotesi secondo cui l'altezza del castello, nel Quattrocento, coincidesse pressappoco con quella attuale. A conferma di ciò, si trovano dei resti di affreschi murari nel sottotetto della porzione orientale del castello, in quelle che un tempo dovevano essere le torri angolari. I resti delle decorazioni,

infatti, sembrano essere un fregio superiore, a coronamento degli ambienti, al di sopra dei quali si trovava il tetto. Da un esame visivo, i colori e la tipologia delle decorazioni (scudi e finto marmo) presentano le stesse caratteristiche degli affreschi presenti in altri castelli lombardi della stessa epoca (Castello di Masnago -Va-, Casa del Pellegrino -Lc-). Un elemento a sostegno di questa ipotesi, è rappresentato da un residuo di affresco che, seppur danneggiato, sembra essere la riproduzione dello stemma della casata Visconti: il biscione visconteo.

Con queste premesse e con le informazioni fornite dalla stima del 1588 è possibile immaginare l'aspetto del castello in epoca viscontea. A partire dalla pianta del piano terra, ricostruita grazie a studi precedenti, realizzati sulla base della stima cinquecentesca, è stata formulata un'ipotesi sulla configurazione in elevazione del castello. Gli affreschi sembrano suggerire che le torri orientali ospitassero - almeno al primo livello - delle stanze, forse gli appartamenti del comandante, o le camere destinate ad accogliere i nobili durante le battute di caccia. Probabilmente, l'alta cornice affrescata con motivi geometrici, specchiature e medaglioni correva lungo tutto il perimetro interno delle torri, anche se oggi resistono poche e lacunose tracce. Alcune di queste tracce si trovano sulla muratura corrispondente al prospetto Est, tuttavia un dislivello di circa 70 cm tra questi e le decorazioni presenti sulle altre pareti, fa sorgere alcuni dubbi sull'esatta datazione. Uno studio futuro e l'analisi dei pigmenti di queste pitture potrebbe risolvere tali

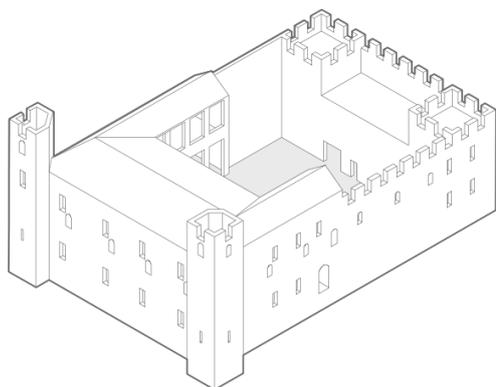


Fig. 17:
Ipotesi della struttura del castello,
periodo spagnolo fino al 1668.

controversie.

Osservazioni più approfondite sugli affreschi sono state riportate nei paragrafi successivi.

Castello in trasformazione, periodo spagnolo fino al 1668

La caduta della signoria degli Sforzi determina un periodo di decadimento per il castello di Binasco, descritto da testimonianze dell'epoca come edificio in rovina, destinato a scomparire. Nel 1584, il castello viene acquistato da Don Pedro Consalvo Manrique Mendoza, che intendeva trasformare il castello in un elegante palazzo residenziale, senza tuttavia portare a compimento l'opera. Pur non essendo stata trovata alcuna documentazione sul progetto del Mendoza, una stima eseguita nel 1668 fornisce un dettagliato resoconto dello stato di fatto dell'edificio, corredato da misure e dal disegno della pianta al livello della corte interna. I numerosi particolari descritti permettono di effettuare un raffronto con la stima del 1588 e, pertanto, di rilevare con esattezza i cambiamenti avvenuti in questo arco temporale.

La trasformazione principale risiede nel raddoppio del corpo di fabbrica adiacente al lato Ovest, con l'obiettivo di creare un doppio porticato, giustapposto all'edificio. I solai vengono ricostruiti in volta e residui di una copertura a volta in canniccio sono stati rinvenuti anche nel sottotetto, in corrispondenza dell'angolo Sud - Ovest. Inoltre, il piano di calpestio viene alzato di circa 1,5 m, causando l'inevitabile

tamponamento delle aperture ad arco e la necessità di aprire nuove finestre, questa volta di forma rettangolare. Le tracce di questi interventi sono ben visibili sul fronte occidentale e sulla parte sinistra del fronte meridionale.

Osservando il prospetto meridionale, si nota che le considerazioni fatte sono valide solo per la porzione a sinistra del rivellino; la porzione a destra, invece, non è stata interessata da tali trasformazioni, ed è possibile vedere ancora oggi le aperture viscontee. Questo lascia supporre che i lavori non siano mai stati completati, e si siano interrotti prima di occuparsi della porzione orientale del castello. Non c'è notizia di interventi effettuati sulle torri angolari, anche se dal disegno della pianta al livello della corte, risulta la costruzione di un corpo di fabbrica esistente tra le due, anche se non è possibile stabilire quale fosse l'altezza. Il prospetto orientale, infatti, pur portando le tracce di alcune aperture ad arco tamponate e di più recenti aperture rettangolari, del tutto simili a quelle presenti sugli altri prospetti, è stato soggetto a numerosi interventi che impediscono di formulare ipotesi certe.

Il loggiato realizzato sul lato occidentale doveva raggiungere il corpo settentrionale e, con ogni probabilità, rappresentava l'ingresso della chiesetta, costruita sui resti dell'antico rivellino e di cui oggi rimane traccia della copertura a volta. Nella porzione destra del prospetto si notano due aperture ad arco tamponate, esito dell'innalzamento di piano. Lo spazio

restante lungo il lato settentrionale era sgombro da costruzioni e delimitato unicamente dalla cortina muraria esterna, alta 12 metri e prima di merli.

Il castello oggi, dopo le trasformazioni tra '800 e '900

Il Settecento è un periodo buio per la storia del castello, le uniche notizie in nostro possesso riguardano alcune relazioni redatte nel 1735. La descrizione fornita in quest'occasione coincide con quella del 1668, ed è possibile supporre che in questo periodo non siano stati eseguiti interventi di grossa entità. Si ha notizia di un intervento di recupero eseguito nel 1741, che prevedeva il rifacimento del tetto e altre opere di manutenzione, senza incidere particolarmente sulla conformazione dell'edificio. Il 26 maggio 1796 Napoleone ordina l'incendio del borgo di Binasco, per reprimere ogni tentativo di rivolta. Le fiamme raggiungono il castello, che continuerà a bruciare per tre giorni. Le fonti dell'epoca, così come le vedute e le litografie, raccontano di un incendio che ha interessato prevalentemente la zona orientale del castello, distruggendola. A metà Ottocento, rimaneva quasi intatta l'ala nobile, con le torri pentagonali, mentre degli edifici addossati al fronte Est, non restava altro che qualche muro.

Nel periodo immediatamente successivo all'incendio si può ipotizzare che siano state eseguite alcune opere di riparazione sul castello, anche se non ci sono documentazioni in merito. A partire dagli anni 20 dell'Ottocento vengono eseguiti una serie

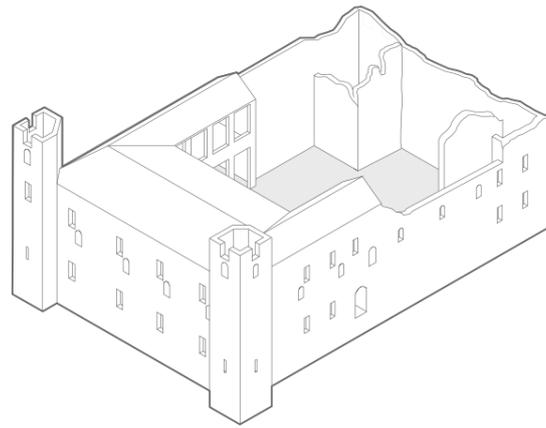


Fig. 18:
Ipotesi della struttura del castello
dopo l'incendio del 1796.

di interventi mirati a rendere il castello adatto ad ospitare gli Uffici della Pretura e le carceri; è in quest'occasione che vengono costruiti due nuovi locali lungo il lato Nord. Nel 1880 il castello viene acquistato dalla Provincia di Milano, che ne ordina il restauro. La cappella che sorgeva sul fronte settentrionale viene demolita nel 1891, in seguito a dei crolli che ne avevano compromesso la fruibilità. L'intervento di Luca Beltrami, nel 1892, sposta l'attenzione ai prospetti in muratura, che vengono restaurati con mattoni di nuova fattura, ma perfettamente corrispondenti ai laterizi originali. Gli interventi realizzati a partire dal 1912 e per tutto il Novecento sono ben documentati, da progetti, fonti scritte e fotografie. Tuttavia, si segnalano in particolare le opere realizzate nel 1914, che prevedevano notevoli trasformazioni sia nell'organizzazione interna del castello, sia per quanto riguarda i prospetti esterni. In particolare, viene interessato da questi interventi il prospetto meridionale, che vede ripristinate le aperture di due finestre ad arco e mentre a coronamento dell'edificio viene realizzata un merlatura ghibellina. Per quanto riguarda il prospetto Est, è del tutto ragionevole sostenere che sia stato anch'esso interessato da opere di restauro, volte a ricostruire e riordinare la facciata. Inoltre, nella porzione in alto a destra è possibile osservare la presenza di alcuni mattoncini di richiamo, che probabilmente presuppongono la volontà di realizzare un rivestimento, mai costruito

Se si confrontano le tracce presenti sul prospetto con

quelle presenti nella muratura interna (si veda la Tav. 1) a livello del sottotetto, si evidenziano notevoli differenze. In particolar modo, la muratura interna è interessata da numerose discontinuità e rattoppi, di cui non v'è traccia all'esterno. È quindi possibile che l'incendio del 1796 abbia solo in parte distrutto questo prospetto, e che gli interventi ottocenteschi mirassero ad un suo ripristino, riparando le porzioni danneggiate. È altrettanto possibile che nel 1912, contestualmente alle opere eseguite sul prospetto Sud, sia stata realizzata una nuova muratura, più omogenea dell'originale. Nella porzione in alto a destra, si notano anche le tracce di una merlatura, limitata all'area che un tempo occupava la torre; si è quindi ipotizzato che la stessa operazione di ricostruzione dei merli, realizzata sul fronte meridionale, fosse prevista anche per il prospetto orientale, lungo il perimetro delle antiche torri angolari.

Gli affreschi del sottotetto

Visitando il sottotetto dell'attuale porzione demaniale del castello, non si possono non notare le numerose tracce presenti sulla muratura perimetrale, al punto che si è portati a credere che l'incendio del 1796 non abbia comportato il crollo di questa parete. Alla luce di questo, è chiaro che le informazioni siano da ricercarsi sulla parte interna del muro, in quanto sembrerebbe che il lato più esterno sia stato ricostruito nei primi decenni del Novecento, quando è stato ricostruito anche il prospetto meridionale. Sullo stesso prospetto, in alto



Fig. 19:
Foto degli affreschi rinvenuti nel sottotetto.

a destra è possibile osservare alcuni mattoncini di richiamo, che probabilmente presuppongono la volontà di realizzare un ulteriore rivestimento, di fatto mai costruito.

Se dall'esterno il fronte Est ha un aspetto piuttosto uniforme, osservandolo dall'interno si notano numerosi rattoppi e discontinuità, concentrati in particolar modo nella porzione centrale. Bisogna evidenziare, a questo punto, che l'area un tempo occupata dalle torri angolari risulta tutt'ora delimitata da porzioni di muratura, che per altro portano i resti decorazioni ad affresco. In corrispondenza degli angoli Nord e Sud, quindi idealmente all'interno delle torri, è possibile osservare dei mattoni disposti in direzione diagonale che probabilmente costituivano un camino; delle tracce analoghe si trovano anche lungo il muro che collega le due torri. Queste informazioni, insieme a quelle desunte dall'analisi dei prospetti esterni del castello e dalla stima del 1588, sostengono l'ipotesi secondo cui, in epoca viscontea le torri orientali ospitassero le camere destinate ad accogliere gli ospiti del duca durante le battute di caccia, oppure gli appartamenti del comandante dell'esercito. Probabilmente, nel XIV secolo l'altezza del castello non era poi così diversa da quella odierna, la posizione delle aperture ad arco, presenti su tutto il perimetro, così come quella degli affreschi indicano che l'altezza dell'edificio era all'incirca di 16 m. A supporto di questa ipotesi, sul lato meridionale della torre Nord - Est, circa 70 cm sopra i resti di affresco, la muratura presenta un gradino che potrebbe indicare la

presenza dell'antica copertura.

È evidente che la muratura in oggetto è stata più volte rimaneggiata, come mostrano le differenze cromatiche dei mattoni e della malta, oltre alla presenza di mattoni con dimensioni diverse. Queste differenze interessano specialmente la muratura che corre lungo il lato esterno, in particolare, avvicinandosi alla torre Nord, si notano delle tracce di quella che parrebbe essere una merlatura. Effettivamente, i disegni dell'epoca ritraggono il castello interamente percorso da merli, come si può osservare dal disegno di Tesinello de Binasco (1566), quindi è possibile che si tratti dei resti della merlatura viscontea, tuttavia non ci sono altri elementi che possano confermare questa teoria. La merlatura presente sul prospetto meridionale, infatti, è il frutto dei restauri del 1912, e pertanto non può essere utilizzata come termine di paragone, per di più le quote non corrispondono.

Nell'area delle torri sono visibili numerose buche a livelli diversi, pertanto si ipotizza che nel corso della loro storia questi locali siano stati impiegati in maniera differente, anche se al momento attuale, non è possibile determinare come. Se si considera vera l'ipotesi precedentemente formulata sull'altezza dell'edificio in epoca viscontea, facendo riferimento alla stima del 1588 è possibile spingersi oltre. La stima, infatti, descrive il castello in uno stato di rovina, con i soffitti in gran parte crollati, già nella prima metà del Cinquecento. Gli interventi

realizzati dal Mendoza, potevano dunque comprendere il ripristino delle coperture delle torri, anche se ad un livello più basso. Un indizio a riguardo può essere rappresentato dai resti degli affreschi, che in alcuni casi risultano interrotti dalle nicchie di alloggiamento per le travi lignee, ma anche in questo caso non è possibile stabilire con certezza quando siano stati realizzati. Sicuramente, delle analisi specifiche sulla muratura e sui giunti di malta potranno dare risposte più sicure.

L'elemento più misterioso di questo sottotetto sono senza dubbio gli affreschi, che forniscono un costante termine di paragone a cui far continuamente riferimento per confutare o confermare ogni ipotesi.

A partire dagli affreschi, è possibile fare alcuni ragionamenti sugli interventi effettuati sul castello. Infatti, osservando i resti delle decorazioni presenti sui muri ortogonali alla facciata si nota come essi siano disallineati di circa 70 cm rispetto a quelli presenti sulla muratura perimetrale. Questo dato ha fatto sorgere il dubbio che questi ultimi non siano originali, bensì una riproduzione successiva, realizzata in occasione del rifacimento della facciata. È infatti improbabile che il muro perimetrale presenti una differenza di quota simile con i muri adiacenti, senza aver provocato danni strutturali; inoltre, il lato meridionale della torre Nord - Est è staccato dalla muratura principale, e nonostante i giunti di malta abbiano entrambi uno spessore di circa 2,5 cm, i due muri sembrano appartenere

a periodi differenti. Tali informazioni avvalorano l'ipotesi secondo cui il prospetto orientale è stato ricostruito a cavallo tra Ottocento e Novecento. È possibile che inizialmente i restauri prevedessero il reintegro delle decorazioni ad affresco presenti, ma che a causa di un errore in fase di realizzazione (la differenza di quota evidenziata poc'anzi) il progetto sia stato abbandonato, e gli affreschi destinati a rimanere nascosti.

Gli affreschi, tuttavia, potrebbero rappresentare un punto di svolta nella ricerca. Innanzitutto occorre evidenziare le differenze che sussistono tra gli apparati decorativi presenti sulle superfici corrispondenti alla torre Nord e alla torre Sud.

Nell'area un tempo occupata dalla torre Sud-Est, si può osservare quella che, probabilmente, un tempo costituiva la cornice superiore della stanza: sono visibili le fasce orizzontali, nelle tonalità dell'ocra e del bianco, e si riconoscono motivi floreali stilizzati, alternati a motivi geometrici. Le tonalità prevalenti sono quelle del rosso, dell'ocra, del bianco e in alcuni punti del verde. Nella porzione di muratura visibile immediatamente sotto alla cornice, è sono visibili delle linee curve, di colore blu, che potrebbero rappresentare dei drappaggi; sotto ad essi il muro presenta una colorazione rosso intenso. Alla luce di queste informazioni ritornano alla mente le immagini della Stanza del Cardinal Branda Castiglioni, nell'omonimo Palazzo sito in Castiglione Olona (Va), la cui decorazione risale ai primi decenni del Quattrocento; in questo caso, l'ambiente è

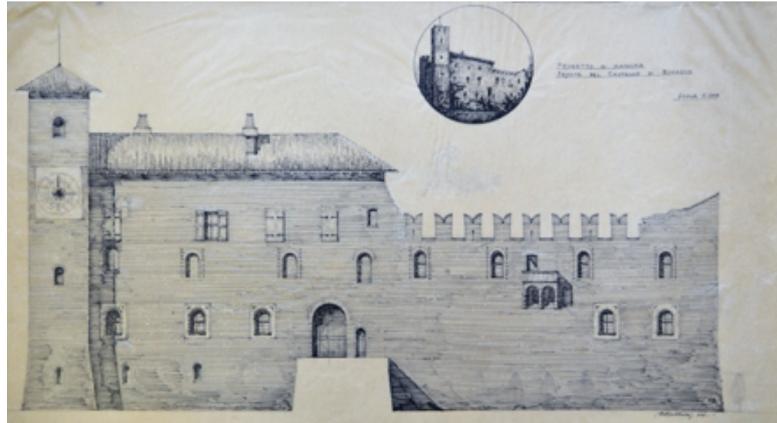
delimitato superiormente da una cornice che presenta motivi floreali alternati a scudi, tra i quali si riconosce l'emblema della casata dei Visconti, mentre la quasi totalità delle superfici è caratterizzata da una colorazione rossa, sulla quale sono rappresentati alberi da frutta, puttini festanti, decorazioni tardo gotiche e motti tratti da autori classici latini²⁷. Si può quindi ipotizzare che in epoca viscontea l'ambiente presente al primo piano della torre Sud - Est del castello di Binasco, fosse destinato ad accogliere ospiti nobili. Purtroppo, non è possibile confermare tale ipotesi, né stabilire con certezza se l'aspetto delle stanze fosse somigliante all'esempio descritto; tuttavia nei locali al piano inferiore, a causa del sollevamento dell'intonaco, è possibile scorgere una colorazione rossastra, simile a quella del sottotetto. Delle analisi mirate potranno stabilire se si tratta della medesima colorazione o di una casualità.

I resti di affresco presenti nella torre settentrionale sono molto diversi da quelli appena descritti. Pur riconoscendo anche in qui la cornice superiore di un ambiente, i motivi rappresentati sono differenti: si tratta in questo caso di motivi geometrici, specchiature marmoree e scudi. I colori prevalenti sono l'ocra, un rosso molto intenso, il bianco e il verde. Su queste pareti sono visibili due fasce, quella inferiore rappresenta delle specchiature marmoree, mentre quella superiore, bianca, sembra a prima

²⁷ <http://www.vareselandoftourism.com/code/18517/Museo-Civico-Branda-Castiglioni-Castiglione-Olona>

vista una tinta piatta. È proprio questo elemento a suscitare maggior curiosità. Delimitata superiormente e inferiormente da due fasce, una ocra e una rossa, osservandola da vicino è possibile riconoscere delle incisioni effettuate sulla superficie che rappresentano degli scudi. Nonostante i colori siano andati perduti, è possibile scorgere in alcuni punti delle tracce di colore verde-azzurro, oltre a ciò, in due di questi scudi si riconosce la traccia del biscione araldico dei Visconti. Questi dati supportano l'ipotesi secondo cui le decorazioni risalgano all'epoca viscontea, quando i signori di Milano erano soliti soggiornare nel castello di Binasco durante le battute di caccia o gli spostamenti all'interno dei propri domini. È infatti improbabile che l'emblema visconteo sia stato riprodotto durante il periodo di dominazione spagnola, anche se a quest'epoca risalgono notevoli interventi effettuati sul castello. Oltre agli scudi, le tracce incise rimarcano una decorazione a cordoncino, parallela alle fasce presenti. Sulla parete esterna, che corrisponde al fronte orientale, gli affreschi risultano disallineati di 70 cm e i colori sono molto meno intensi, anche se le incisioni appena descritte sono presenti e visibili anche su questa superficie. Tuttavia, la differenza di quota e di intensità cromatica lasciano supporre che le decorazioni su questa parete siano state realizzate in epoche successive. L'ipotesi è che, sopravvissuti al devastante incendio napoleonico, gli affreschi siano stati riscoperti nell'Ottocento e si sia tentato di riprodurli sulla nuova parete, e a causa di un errore l'impresa sia stata abbandonata. Anche in questo caso, bisognerebbe fare

Fig. 20:
Progetto di massima del fronte
del castello di Binasco redatto
dalla R. Soprintendenza ai
Monumenti nella persona del
sig. Bottelli, 1915 (Archivio della
Soprintendenza Belle Arti e
Paesaggio, 105-E-X – Binasco
(Milano) – Castello).



ricorso ad analisi specifiche sui pigmenti utilizzati, per datarli con esattezza.

3.3 Gli interventi ottocenteschi

Le prime informazioni sicure, dopo l'incendio del 1796, risalgono al 1820 quando viene formalizzata l'investitura del livellaria del Castello di Binasco; la provincia di Milano, infatti, desiderava stanziare gli Uffici della Pretura, e relative carceri, all'interno del castello. Nel 1825 vengono costruiti ex novo due locali, che fungevano da deposito giudiziario della Pretura²⁸, e nel corso del decennio vengono effettuati altri interventi, con lo scopo di adeguare il castello alle nuove funzioni che vi si stavano insediando. Da alcune testimonianze è possibile individuare le due stanze in questione che si pensa corrispondano ai due locali posti al primo piano dell'ala comunale, che attualmente ospitano dei server informatici e i servizi igienici.

Nel 1878 vengono censiti tutti i Monumenti, oggetti d'Arte e Antichità presenti nella Provincia di Milano; la stesura della relazione relativa al Circondario di Abbiategrasso viene affidata a Napoleone Bertoglio²⁹, il quale afferma che nell'area

²⁸ 18.12.1825, Costruzione del locale fissato per la custodia dei depositi giudiziari; 24.02.1826, Collaudo Caimi dell'opera di costruzione di due stanze e per i depositi giudiziari presso la Pretura di Binasco appalto Casanova (A.S.Mi, Genio Civile, cart.2895)

²⁹ Relazione sopra i monumenti, gli oggetti d'arte e d'antichità e le

a lui affidata rimangono solo pochi ruderi delle antiche rocche medievali, con l'eccezione dei castelli di Abbiategrasso e Binasco. Per quanto riguarda quest'ultimo, egli descrive le vicende più rilevanti, menzionando la triste storia di Beatrice di Tenda e di Michele Orombelli, e l'incendio napoleonico del 1796, responsabile della distruzione di buona parte dell'edificio. Nonostante l'ala nobile sia priva di interesse artistico, ne viene riconosciuta l'importanza monumentale, in quanto «segno indubitabile di vicende interessanti della storia lombarda» e pertanto degno di essere «sottratto all'odierna tendenza di demolizione». Da questo momento in poi, il castello diventa bene tutelato dalla Commissione Conservatrice dei Monumenti, risultando soggetto a vincoli di tutela:

«doversi rispettare le parti antiche nello stato in cui ancora rimangono, e dove occorrono per queste come per le altre parti, lavori di demolizioni o di muratura, queste siano fatte in maggiori riguardi, imperocchè quello che oggi non si vede può venir in luce laddove meno si attende, e in questi casi sia obbligo a chi vi sovrintende di darne notizia opportuna per l'intervento di questa Commissione a fine di regolare quanto fosse per occorrere in proposito»

Nel 1880, la proprietà del castello passa dal Regio Demanio alla Provincia di Milano, che dà inizio ad una serie di interventi di sistemazione. Nel 1891 viene programmato il rifacimento della

scoperte archeologiche nel circondario di Abbiategrasso, redatta da Napoleone Bertoglio Pisani (A.S.Mi, Prefettura di Milano, c. 6383)

volta della cappella costruita sopra il rivellino settentrionale, per poi costruire una nuova copertura; tuttavia, a causa di un crollo imprevisto, l'amministrazione provinciale decise di smantellare definitivamente i muri rimasti, dando al rivellino il suo aspetto attuale³⁰.

Per garantire un'adeguata conservazione delle strutture e preservare la funzionalità dell'edificio, nel 1893 viene realizzato un intervento di restauro del basamento esterno a Nord e dei pertinenti speroni. L'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti approva il progetto, redatto dall'Ufficio Tecnico Provinciale, ma a lavori ultimati, durante un sopralluogo di verifica emerge che la costruzione originale era stata manomessa³¹.

A tal proposito, il presidente della Provincia scriveva:

«Stante però l'esiguità del concetto falsato dal sorvegliante ai lavori, affatto accessorio del castello, sperasi che quell'Onorevole Ufficio di consulta non vorrà insistere nella rifazione del manufatto. Il falsato restauro di detta opera, più che da negligenza dell'ingegnere assistente provinciale, dipese da mala intelligenza sulle prescrizioni del Sig. Architetto Brusconi, il quale omise dare in iscritto le norme di restauro.

³⁰ Crollo di una volta nel Castello di Binasco e ferimento di due persone (Milano, Archivio della Provincia di Milano (A.P.M.), 1912 - Tecnici, n. 12)

³¹ Castello di Binasco. Pagamento lavori di restauro (A.S.Mi., Prefettura di Milano, cart. 6403; Milano, A.S.B.P., Pratica C/4/701)

In materia di lavori antichi ed archeologici, non è conveniente dar prescrizioni a voce ad esecutori, non abbastanza esperti nell'oggetto, epperò vuolsi aver riguardo nel giudizio di collaudo»³².

È noto, in questa vicenda l'intervento di Luca Beltrami, che così replicava:

«Del resto queste prescrizioni come si vuole chiamarle non furono altro che pure e semplici raccomandazioni di rifare scrupolosamente - mantenere intatta la forma, le dimensioni, la pendenza, le parti guaste o sconnesse del paramento di mattoni dei contrafforti e del muro di perimetro. [...] Concludendo, dell'antico e tristamente celebre Castello di Binasco, non rimangono che le sue mura di perimetro, anch'esse in parte manomesse; è compito di questo ufficio di invigilare scrupolosamente alla loro conservazione e impedire che per qualsiasi ragione si cerchi di modificarne la forma, anche nei più minuti particolari»³³.

Viene quindi finanziata dall'Ufficio Tecnico provinciale una nuova campagna di interventi volti a ripristinare la forma originale dei contrafforti in questione. Nel 1894, dopo attente ispezioni di tutto il basamento, vengono deliberati gli

³² 20-12-1893, Binasco - Lavori al Castello, Archivio di Stato di Milano., Prefettura di Milano, c. 6403

³³ 10-01-1894, Castello di Binasco. Lavori di restauro, Archivio della Soprintendenza Beni Architettonici e Paesaggio di Milano, Pratica C/4/704

Fig. 21:
Facciata principale del castello visconteo di Binasco prima (1960) e dopo l'apertura della nuova finestra a sinistra del portone d'ingresso.



interventi da eseguire³⁴:

- rifacimento del rivestimento della base lungo il lato di ponente;
- rifacimenti parziali ritenuti urgenti degli altri tre prospetti;
- soppressione delle finestre in rottura di muro eseguite negli anni precedenti per dar luce ai sotterranei e sostituzione con aperture a feritoia, come quelle presente sulla torre d'angolo Sud-Ovest;
- rifacimento degli speroni già ricostruiti nel 1893 in maniera erronea;
- velatura con leggera tinta in terra d'ombra delle ripartizioni eseguite negli anni precedenti ai muri dei piani superiori, specialmente sulla facciata principale;
- riparazione delle spalle del portone principale d'entrata.

3.4 Gli interventi novecenteschi

Già a inizio Novecento, il castello risulta funzionalmente diviso in due: l'ala orientale ospitava la Caserma dei Carabinieri, più

³⁴ 20-10-1894, Restauri al Castello di Binasco (Milano, A.P.M., 1912, Tecnici, n. 12)

qualche locale per l'Ufficio del Registro; mentre al piano terra si trovavano la sala riunioni, la camera di sicurezza e le camere di punizione, al piano superiore c'erano le varie camerate.

La porzione occidentale del castello ospitava, invece, gli uffici della Pretura e del carcere mandamentale; al piano terra c'erano le prigioni, maschili e femminili, e l'abitazione del carceriere; al primo piano si trovavano gli uffici della Pretura e l'alloggio del pretore. I locali oggi occupati dal centro civico, erano utilizzati come magazzino e cantina³⁵.

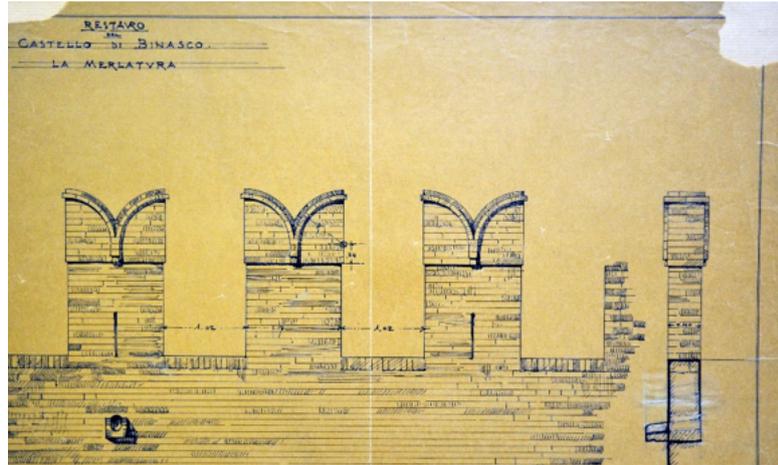
Nel 1912, il castello di Binasco viene dichiarato bene di interesse dal Ministero delle Istruzione Pubblica del Regno d'Italia, ai sensi della Legge 20 giugno 1909, N°364³⁶.

Gli interventi realizzati in questo periodo hanno modificato notevolmente l'aspetto del castello, sia per quanto riguarda i prospetti esterni, sia per l'organizzazione interna. La Provincia di Milano, proprietaria del castello, affida il progetto di sistemazione e riorganizzazione degli ambienti interni al proprio Ufficio Tecnico, mentre il disegno delle facciate viene realizzato dalla Soprintendenza ai Monumenti. Il progetto consiste nel rendere abitabile la porzione orientale del castello,

³⁵ Malaguzzi Valeri F., *La corte di Ludovico il Moro: La vita privata a Milano nella seconda metà del Quattrocento*, Hoepli, Milano, 1913, pp. 697-698

³⁶ Dichiarazione di interesse (Milano, A.P.M., 1912, Tecnici, n. 12)

Fig. 22:
 Progetto di massima del fronte
 del castello di Binasco redatto
 dalla R. Soprintendenza ai
 Monumenti nella persona del
 sig. Bottelli, 1915 (Archivio della
 Soprintendenza Belle Arti e
 Paesaggio, 105-E-X – Binasco
 (Milano) – Castello).



che fino ad allora era stata utilizzata come scuderia e fienile, collocando in questi locali (più precisamente nel braccio meridionale, a destra del rivellino) l'Ufficio del Registro, dotato di un accesso separato dalla caserma. Nell'ala opposta viene collocato l'alloggio del sottoufficiale comandante della stazione, anch'esso dotato di ingresso autonomo. Infine viene costruito il nuovo corpo lungo il lato orientale, dove si trovano le camere di sicurezza e le camere di punizione per i carabinieri. Del progetto redatto dalla Soprintendenza, vengono realizzati solo due interventi: il ripristino delle aperture ad arco di epoca viscontea, compatibilmente con la disposizione interna, mentre a coronamento della porzione vengono disegnati dei merli.

Nel 1923, su richiesta del sindaco di Binasco, una porzione della fossa del castello viene affittata al comune, per costruire il Monumento ai Caduti di guerra e il Parco delle Rimembranze³⁷. Lo stesso anno, in seguito alla soppressione della Pretura, del carcere mandamentale e dell'Ufficio del Registro, si insediano nel castello gli Uffici del Municipio e l'Ufficio delle Poste comunali (che occupano i locali lasciati liberi dall'Ufficio del Registro). Negli anni seguenti vengono effettuati diversi interventi, con lo scopo di adeguare le strutture del castello alle nuove funzioni che ospitava, vengono inoltre eseguite delle riparazioni alle murature perimetrali e sulla rampa d'accesso,

³⁷ 19-07-1923, Monumento ai caduti e parco Rimembranza (Milano, A.S.B.P. Pratica 4/704)

lungo il lato meridionale.

Nei primi anni Trenta, in seguito al cedimento di un puntone dell'ala nord del Castello vengono segnalati alcuni interventi urgenti:

- puntellazione dei puntoni esistenti;
- sostituzione del legname di armatura con nuovi puntoni di abete armati con contraffissi e catene;
- posa in opera di chiave in ferro per il collegamento dei muri;
- sigillatura e mascheratura delle crepe verificatesi nel paramento dei testiroli della chiave da muro³⁸.

Nel 1934, in pieno periodo fascista, il castello ospita la Casa del Fascio; i flussi di persone all'interno del castello aumentano notevolmente, a causa dell'insediamento nel castello di sale di ritrovo per giovani fascisti, dopolavoristi e avanguardisti. Per tali ragioni, il porticato al piano terra viene chiuso da impannate di vetro removibili.

«Data l'alta importanza storica del locale Castello Visconteo, visitato durante la buona stagione da numerosi viaggiatori la più parte stranieri, si appalesa la necessità di sistemare decorosamente la relativa rampa d'accesso impedendo che sulla stessa cresca l'erba che, oltre a stonare con la vetustà dell'insigne monumento riesce

³⁸ 03-08-1931, Urgenti rifacimenti del tetto dell'ala nord del Castello di Binasco (Milano, A.P.M., cartella Castello di Binasco)

talvolta pericolosa ai viaggiatori stessi e al pubblico numeroso che giornalmente affolla gli Uffici Pubblici installati nel suaccennato fabbricato³⁹».

Non sono state trovate notizie di ciò che avvenne tra il 1943 e il 1950, ma sappiamo che nel 1950 il castello ospitava il Municipio, la Caserma dei Carabinieri, l'Ufficio postale, mentre alcuni locali al piano terra ospitavano le sedi dei partiti socialista e comunista⁴⁰.

Il Comune di Binasco nel 1961 acquista l'ala nobile del castello, in seguito all'offerta avanzata dalla Direzione Generale del Demanio. Inoltre, nel 1966, il castello di Binasco viene riconosciuto di particolare interesse, ai sensi della Legge n. 1089/1939:

«Castello Visconteo del sec. XIV, sede di presidio militare, sorge massiccio su pianta rettangolare tutto in mattoni a vista: la parte sud-ovest, più alta, presenta due torri angolari, la nord-est e in parte merlata. Su ogni facciata nitide tracce di aperture originarie a tutto sesto murate per lasciare posto a vaste finestre rettangolari. L'ingresso ha mensoloni in pietra di balconata ora scomparsa. Il cortile presenta

³⁹ 11-12-1929, Sistemazione rampa d'accesso al locale Castello Visconteo, in D. Nicolamarino, *Un'ipotesi spaziale a doppio modello d'uso*, Tesi di Laurea in Architettura, Politecnico di Milano, 1995

⁴⁰ 06-04-1950, Comune di Binasco, municipio (Milano, A.S.B.P., pratica C/4/704)

aggiunte posteriori di portico e loggia. I locali interni originari hanno volta a crociera»⁴¹.

Vista la necessità di predisporre nuovi locali per gli uffici comunali, nel 1967 vengono eseguiti alcuni lavori, in particolare in quest'occasione viene aperta una nuova finestra sul prospetto principale, al fine di dare più luce ad uno dei nuovi uffici. Tra il 1971 e il 1972 si rendono necessari degli interventi di straordinaria manutenzione alle coperture dell'intero complesso, piuttosto ammalorate.

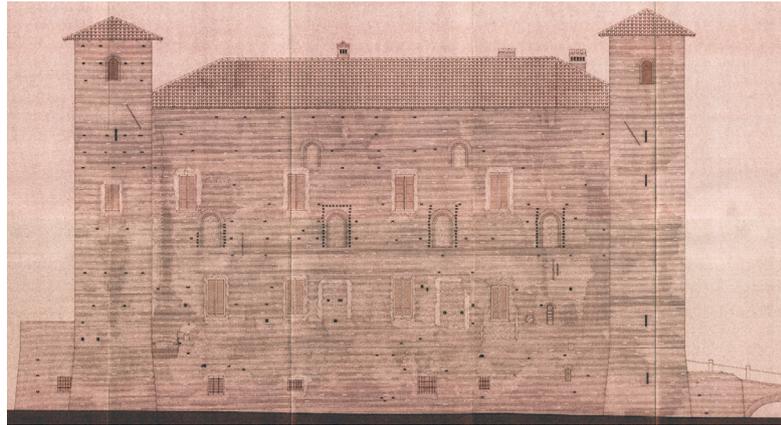
Per tutto questo periodo, il piano cantinato era stato utilizzato come magazzino e deposito, ma nel 1977 ne viene ordinato il restauro per insediarvi la biblioteca e il centro civico. I lavori prevedono la realizzazione del pavimento in cotto su vespaio, l'intonacatura delle pareti e delle volte con intonaco a base cementizia e l'installazione di un impianto di riscaldamento con ventilconvettori⁴².

Nel 1982 l'ingegner Giovanni Lima viene incaricato di elaborare

⁴¹ Riconoscimento di particolare interesse ai sensi della legge n. 1089 (Milano, A.S.B.P., Pratica C/4/704) 51 26-04-1967, Lavori di sistemazione nel Castello Visconteo (Milano, A.S.B.P., Pratica C/4/704)

⁴² 03-11-1977, Relazione sullo stato di fatto del Castello Visconteo di Binasco (Milano, A.S.B.P., Pratica C/4/704)

Fig. 23:
Prspetto ovest del castello di
Binasco, disegno realizzato in
seguito ai rilievi geometrici
effettuati dall'ing. arch. G. Lima,
1985.



un progetto di restauro per il castello di Binasco⁴³. Il contributo dell'ing. Lima è di fondamentale importanza, non tanto per il progetto, di fatto mai realizzato, quanto per l'attività di rilievo architettonico e strutturale, di restituzione grafica e di ricerca storica. In questa occasione, la storia costruttiva del castello viene studiata per la prima volta in maniera approfondita, e restituita nel volume *Binasco. Un borgo, un castello e la sua fabbrica*, di Alberto Cuomo e Giovanni Lima⁴⁴. I rilievi geometrici sono tutt'ora utilizzati dall'Ufficio Tecnico Comunale. Nell'ambito della ricerca storica, nel 1985 sono stati effettuati degli scavi archeologici su richiesta dell'ing. Lima, il cui scopo era di localizzare le fondamenta della quinta torre; la documentazione relativa ai risultati di questa campagna, tuttavia, non è stata rinvenuta.

Risale agli anni '80 la dismissione della Caserma dei Carabinieri, che vengono trasferiti in una nuova sede. Il Comune, quindi, non potendo acquistare i locali lasciati vuoti, chiede di poterne usufruire con il doppio obiettivo di collocarvi alcuni uffici comunali e di evitare l'abbandono dei locali che, senza continui interventi di manutenzione, sarebbero andati incontro ad un

⁴³ Disciplinare di incarico per la redazione di un progetto di ristrutturazione e restauro del castello di Binasco (Binasco, U.T.C.)

⁴⁴ Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987

rapido processo di degrado⁴⁵.

Tra la fine degli anni Novanta e i primi anni Duemila sono stati effettuati gli ultimi significativi lotti di lavori sulla porzione comunale del castello. Gli interventi miravano al risanamento delle coperture, alla deumidificazione delle murature e all'adeguamento dell'edificio alle normative, in termini di accessibilità, sicurezza e igiene. Nel 1997 l'ing. Giorgio Vismara, su richiesta del Comune di Binasco, redige un progetto per il risanamento delle coperture e la deumidificazione delle murature perimetrali; i due interventi vengono gestiti separatamente e suddivisi in due lotti, *Lotto A*, relativo alle murature, e *Lotto B*, relativo agli interventi sulle coperture.

L'anno successivo vengono realizzati una serie di interventi mirati all'abbattimento delle barriere architettoniche, su progetto dell'arch. Federica Avanza⁴⁶. Gli interventi realizzati sono:

- sostituzione del lastricato in beola ad *opus incertus* che da via Matteotti porta all'ingresso della biblioteca;

⁴⁵19-10-1983, Richiesta uso immediato dei locali di proprietà demaniale adibiti attualmente a Caserma dei Carabinieri (Binasco, U.T.C.)

⁴⁶ 27-04-1998, Contratto di appalto dei lavori per l'eliminazione delle barriere architettoniche al Castello Visconteo - 1° lotto (Binasco, U.T.C.)

- installazione di un elevatore con scala di sicurezza (requisito minimo della normativa antincendio) lungo il lato nord-occidentale del castello;
- creazione di un percorso pedonale all'interno del perimetro murato del giardino del castello;
- posa in opera di un servoscala (in deroga ai limiti di legge) da porre sulla scalinata di collegamento tra il livello del cortile e quello superiore;
- chiusura a mezzo di serramenti in acciaio e vetro del porticato in modo da garantire un collegamento coperto tra gli uffici posti al livello della corte e quelli al piano superiore;
- realizzazione di rampe per il superamento dei dislivelli;
- realizzazione di servizi igienici per disabili riorganizzando gli spazi esistenti.

Il lotto di lavori viene terminato nel 2000, con il rifacimento della pavimentazione del cortile interno, con marciapiede perimetrale e diagonali in lastre di granito Montorfano bocciardato e campo centrale in ciottoli, e della rampa di accesso al castello. Viene inoltre realizzato l'impianto di illuminazione del cortile, degli ingressi e della scala di sicurezza.

Contestualmente agli interventi legati al superamento delle barriere architettoniche sono stati effettuati dei lavori sul prospetto interno principale, con l'intento di restituire

al portico e al loggiato un aspetto più vicino a quello cinquecentesco. Le arcate, che risultavano tamponate, sono state ripristinate e chiuse da serramenti in vetro e acciaio. A conclusione dell'intervento, i fronti che si affacciano sulla corte interna sono stati interessati da una nuova intonacatura, al fine di garantire maggiore uniformità e ordine ai prospetti.

3.5 Progetto di valorizzazione e riuso del castello

Da qualche anno il castello di Binasco è al centro di un progetto di valorizzazione, frutto della stretta collaborazione tra il Comune di Binasco e il Dipartimento di Architettura e Studi Urbani del Politecnico di Milano, il cui scopo principale è di restaurare e rifunzionalizzare la porzione demaniale dell'edificio. A questo primo proposito si affianca la volontà di inserire il castello in un «sistema di strutture difensive riqualificate». Le numerose strutture difensive costruite durante i domini viscontei e sforzeschi, rappresentano oggi un patrimonio difficile da gestire, soprattutto a causa della natura di questi edifici. Trattandosi di edifici che rappresentano importanti testimonianze storiche, occorre soffermarsi e pensare attentamente a quali siano le funzioni più compatibili con tali strutture.

Gli obiettivi che si intende raggiungere attraverso il progetto di valorizzazione sono:

- implementazione dei servizi ai cittadini;

- maggiore fruibilità ed accessibilità alla struttura;
- riqualificazione edilizia dell'immobile;
- promozione delle pratiche di conservazione preventiva;
- inserimento del castello in un sistema di strutture difensive riqualificate;

Capitolo 4
Le strutture lignee

- promozione del castello come polo di aggregazione culturale.

Il progetto realizzato riguarda il restauro e il riuso della porzione demaniale del castello, attraverso la riorganizzazione degli spazi.

Partendo dal piano interrato, attualmente occupato dalla biblioteca e dal centro civico, si propone di ricollocare queste funzioni nella zona demaniale, attualmente dismessi e più consoni ad accogliere queste funzioni, sia per dimensioni che per posizione. I locali che attualmente ospitano il centro civico, infatti, sono poco luminosi, e caratterizzati da un elevato tasso di umidità, dannoso per la conservazione dei libri e insalubri per gli utenti. Inoltre, la biblioteca di Binasco è un ente attivo, con un patrimonio librario di 18.674 volumi e circa 32.000 prestiti annui, che si vede costretto a rifiutare donazioni frequenti a causa della carenza di spazio. Il progetto di valorizzazione propone di spostare la biblioteca e la scuola di musica tra il piano terra e il primo piano della zona rustica del castello, prevedendo un nuovo sistema distributivo interno. L'attuale suddivisione dei locali viene mantenuta, con l'eccezione di alcune partizioni interne, di cui è prevista la demolizione. Inoltre, in vista della nuova destinazione d'uso dei locali, sono previsti degli interventi di consolidamento dei solai interpiano.

4.1 Il materiale

Con l'argilla e la pietra, il legno è stato uno tra i primi materiali impiegati dall'uomo nella costruzione di edifici.

Il dizionario dialettale del Peri, di metà Ottocento, distingue due tipi di legname: la *legna*, sostantivo femminile che indica i legnami da fuoco, e il *legno*, quelli da falegnameria. Le prime testimonianze dell'utilizzo del legno risalgono al Paleolitico superiore, dove tronchi e rami venivano adoperati per la costruzione di tende e capanne all'aperto; mentre le prime costruzioni in legno, da ricondursi all'età mesolitica (12.000-6.000 a.C.), sono per lo più palafitte.

In seguito a queste iniziali applicazioni, la storia dell'architettura è stata caratterizzata in diversi modi dal legno, in base ai contesti geografici e alle diverse epoche, ma tuttavia riconducibili a due tipologie costruttive: la prima si basa sulla sovrapposizione orizzontale di elementi massicci ricavati dalla lavorazione più o meno raffinata dei tronchi degli alberi; la seconda, invece, si basa sull'assemblaggio di elementi in legno mediante diverse tecniche di unione (incastro, legatura, chiodatura) per realizzare strutture intelaiate.

Le specie più diffuse nelle strutture lignee di edifici storici sono legni di conifera, come abete o larice, meno frequenti, ma comunque impiegati, sono castagno, rovere, pioppo e robinia. Le conifere vengono utilizzate per lo più per la realizzazione di travi di lunghezza significativa, con una sezione regolare

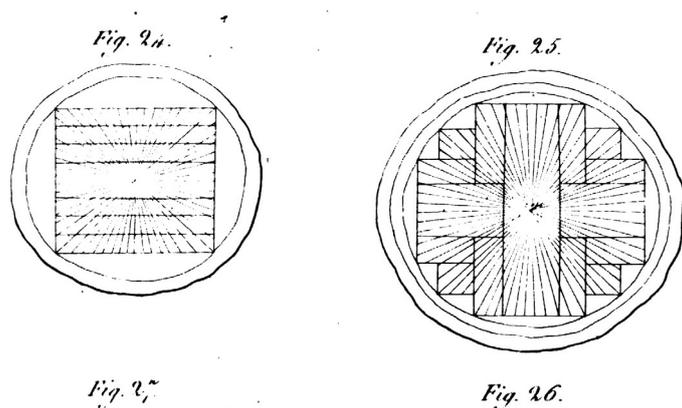


Fig. 24:
particolare tratto da Cavalieri
San Bertoldo N., Istituzioni
di architettura pratica e
idraulica, Mantova, 1831.

e rettilinea; al contrario, travi in legno di latifoglie, come il castagno, presentano irregolarità e curvature non trascurabili.

Di frequente l'orditura principale delle coperture - travi di colmo, capriate e terzere - è realizzata con i tronchi stessi, con sezione circolare o rettangolare, e mostra talvolta i segni della lavorazione con l'ascia oppure segata⁴⁷. L'orditura secondaria, che è composta dalle travi secondarie e dai travetti degli impalcati, sono segati e presentano una sezione rettangolare. Le travi con sezione circolare hanno una resistenza maggiore di quelle segate, in particolare quando il taglio, inclinato rispetto alle fibre, la interrompe.

Ciascun legno ha caratteristiche proprie, anche se molti si presentano con sfumature di colore, venature e strutture simili. I legni forti e duri vengono preferiti per la loro resistenza, la grande varietà di colori e la durata nel tempo. Quelli dolci e teneri sono generalmente meno cari e spesso vengono impiegati come materiali per costruzioni e carpenteria; talvolta i termini *duri* e *dolci* possono trarre in inganno, perché hanno origine dalle caratteristiche botaniche degli alberi, non dalla durezza intrinseca: alcuni legni che dal punto di vista botanico sono classificati forti, sono in realtà molto teneri, come la balsa, mentre altri legni, classificati in botanica come teneri sono

⁴⁷ Giuriani E., in *Consolidamento degli edifici storici*, Torino, UTET Scienze e tecniche, 2012, p. 61

molto duri, come il tasso.

Il legno è un materiale di origine organica, formato principalmente da acqua, cellulosa e lignina; è disomogeneo e anisotropo, cioè presenta un comportamento molto diverso se sollecitato perpendicolarmente o parallelamente alle fibre. La parte del tronco più indicata per l'utilizzo nell'ambito delle costruzioni è il fusto, formato da strati concentrici, detti "anelli".

Analizzando il tronco, partendo dallo strato più esterno, troviamo la *corteccia esterna*, che ha funzioni protettive; segue la *corteccia interna*; il *libro*, che è uno strato ancora in attività attraverso il quale avviene la distribuzione della linfa nelle foglie; il *cambio*, uno strato molto sottile composto da cellule con elevate proprietà riproduttive; il legno vero e proprio, a sua volta suddiviso in *alburno* e *durame*; infine il *midollo*, costituito da tessuto spugnoso⁴⁸. Un albero cresce di un cerchio concentrico ogni anno, così come in altezza e in ampiezza delle fronde. Al centro del tronco si trova il midollo - che è ciò che resta della prima crescita - seguito dalla serie degli anelli di crescita, di solito se ne aggiunge uno all'anno. Questi anelli si formano a causa della diversa velocità di crescita nel corso delle stagioni, dalla zona più leggera e chiara della crescita primaverile, a quella più scura e compatta dell'autunno. Gli anelli sono più

⁴⁸ A. Campioli, M. Lavagna, *Tecniche e architettura*, Novara, Città Studi Edizioni, 2013, p. 48

marcati se l'albero cresce nelle zone più temperate, dove le stagioni sono più diversificate. Dal bordo del tronco verso il centro sono presenti i raggi midollari. All'esterno, lo strato detto cambio produce il legno nuovo, mentre la corteccia interna, o libro, e la corteccia esterna proteggono la crescita annuale. La parte più interna del tronco, il *durame*, rappresenta la struttura portante dell'albero. La parte più esterna è quella in cui fluisce il nutrimento dell'albero e prende il nome di *alburno*. Per alcune essenze si usa solo il durame per lavori di falegnameria, poiché l'alburno è soggetto ad attacchi da parte di insetti e muffe; in altre specie, tra i due, fatta eccezione per il colore, vi è poca differenza. La proporzione tra durame e alburno varia da specie a specie.

Il legno dolce o tenero è quello delle conifere che hanno aghi al posto delle foglie e che, generalmente, non cadono durante l'inverno. I legni dolci sono formati da cellule corte; possono avere pori e vasi, che sono i canali di deflusso della resina. I legni forti o duri provengono da alberi caducifoglie. La struttura dell'albero è costituita da lunghi vasi tubolari che consentono la risalita dell'acqua e del nutrimento. I legni forti possono avere struttura a pori diffusi o disposti ad anello. Gli alberi con pori anulari mostrano anelli di accrescimento chiari che individuano le stagioni, mentre quelli a pori diffusi vivono in zone in cui la crescita dura tutto l'anno.

Generalmente, in ambito commerciale, il legno viene

classificato in base alle lavorazioni subite in legno tondo, legno squadrato e legno legato; oppure alla forma e dimensione che presenta in travi, tavole di conifere e tavole di latifoglie. I prodotti derivati dal legno sono ottenuti partendo da segati, lastre sottili, o piccole particelle di legno. Per questo motivo tali elementi possono presentare dimensioni superiori rispetto a quelle di prodotti in legno massiccio, derivati dalla semplice segazione dei tronchi.

In base al prodotto finale, legno massiccio o derivati del legno, la lavorazione della materia prima muta considerevolmente. Per ottenere il legno massiccio, infatti, le fasi di lavorazione sono circoscritte all'abbattimento, al ridimensionamento a dimensioni commerciali e alla stagionatura.

La prima fase di lavorazione consiste nell'abbattimento dell'albero, che viene effettuato quando l'attività vegetativa della pianta è terminata, normalmente in autunno o inverno, quando la presenza di acqua è ridotta. Una volta rimossi i rami si procede con il taglio dei tronchi, portati a dimensioni adatte al loro futuro utilizzo. Le tavole ottenute dai tronchi possono essere tagliate in due modi diversi: il taglio tangenziale, più economico, che fornisce tavole dall'aspetto e dalla qualità non uniformi, oppure il taglio di quarto o radiale, dal quale si ottengono tavole dall'aspetto più uniforme e dimensionalmente più stabili. Dopo il taglio, il legno viene fatto stagionare, per eliminare l'acqua residua. Questo processo inizia gradualmente

dal momento dell'abbattimento ed è influenzato dalle caratteristiche ambientali e dal tipo di taglio; ci sono due tipi di stagionatura: naturale e artificiale. La prima consiste nel lasciare il legno impilato all'aria aperta per almeno 7/8 mesi. La stagionatura artificiale, invece, consiste nell'essiccazione del legno per mezzo di aria calda, processo che può durare qualche settimana.

Per la produzione dei derivati del legno il ciclo produttivo è molto più articolato, infatti, il legno proveniente dall'abbattimento degli alberi non rappresenta necessariamente la materia prima, ma spesso si utilizzano materiali di scarto di altre lavorazioni. Il legno viene lavorato mediante segagione, sfogliatura o tranciatura, in modo da assumere le dimensioni richieste dal successivo processo di lavorazione, per essere ulteriormente trattato mediante presse e collanti. È in questa fase che, se necessari, vengono aggiunti additivi per migliorare le prestazioni del materiale e per garantirne la conservazione nel tempo.

Come già accennato, la densità può influenzare le capacità meccaniche del legno; una migliore caratteristica meccanica è stata riscontrata in tronchi che mostravano anelli di accrescimento di piccolo spessore, in questo modo, il legno è più pesante e presenta una maggiore quantità di fibre resistenti. La presenza di nodi o discontinuità nella fibratura causate da una scorretta essiccazione, da lesioni interne o da imperfezioni

durante il taglio, può danneggiare considerevolmente la resistenza. Il processo di essiccazione è molto delicato, ed è proprio in questa fase che il legno può subire significative modificazioni che lo compromettono irrimediabilmente. Durante questa operazione, infatti, la acqua presente nel legno evapora, causando il ritiro delle fibre più esterne, questo genera una forza di trazione tangente agli anelli che provoca la rottura del legno. Tali fessure, che si sviluppano in direzione parallela all'asse della trave, possono risultare pericolose nel caso di elementi segati, mentre non hanno particolare influenza nel caso di sezioni tonde, ricavate direttamente dal tronco. Oggi, la formazione di lesioni longitudinali dovuta all'essiccazione meccanica è molto più frequente di un tempo, quando i tronchi venivano lasciati essiccare naturalmente all'aria aperta per periodi decisamente più lunghi.

Alcuni elementi, come ad esempio travi e travetti con sezione maggiore di 10 cm, sono fatti per la maggior parte di durame e, se messi in opera prima che il processo di essiccazione sia completato, sono esposti al rischio di nuove lesioni, generalmente imprevedibili, che possono danneggiare l'elemento strutturale. Durante la sua vita, l'edificio subisce significative e cicliche variazioni di umidità degli ambienti, ciò si verifica in particolare nei sottotetti; queste trasformazioni igrometriche possono generare ulteriori fessure, poiché si verifica una differenza di volume tra il nucleo della trave e la parete esterna dell'edificio. Di frequente vengono rinvenute travi lignee antiche in buono stato di conservazione e sempre

più spesso vengono considerate anche da un punto di vista strutturale, nonostante la presenza di alcune lesioni; questo perché essendo ormai assestato è meno probabile che si presentino nuovi dissesti causati dall'umidità. Quando si interviene su un edificio esistente ed è previsto un cambio d'uso che comporta modificazioni permanenti delle condizioni di umidità degli ambienti, è utile effettuare un controllo dell'umidità interna del legno degli elementi strutturali.

Le caratteristiche meccaniche del legno di maggior rilievo per le strutture antiche riguardano le criticità relative a travi e travetti, soggetti a sforzi di flessione e taglio, e alle capriate, soggette a sollecitazioni assiali e di taglio.

Le problematiche di travi e travetti di solai e coperture sono causate per lo più da deformazioni eccessive nelle condizioni di esercizio; la loro capacità portante, infatti, è pienamente soddisfatta quando anche le verifiche in esercizio, basate sul controllo delle deformazioni. Per questi elementi sono determinanti il modulo elastico E_w e il modulo di scorrimento G_w che caratterizzano la freccia flessionale e l'incremento di deformazione per taglio. Le deformazioni patologiche si vedono di norma quando vi sono considerevoli deformazioni anelastiche dovute ai fenomeni reologici legati all'umidità⁴⁹. La viscosità, in presenza di umidità, può incrementare la freccia

⁴⁹ Giuriani E., in *Consolidamento degli edifici storici*, Torino, UTET Scienze e tecniche, 2012

elastica iniziale fino a 2-3 volte; le frecce anelastiche connesse agli effetti della viscosità e dell'umidità non modificano la capacità portante della struttura, in quanto non danneggiano le fibre resistenti del legno, e di conseguenza la sua capacità resistente. In presenza di elementi segati è buona norma effettuare un esame a vista della struttura e registrare le lesioni manifeste (fessure, fori, ecc.) o latenti (nodi, schegge, ecc.).

Per le strutture vi sono due categorie di classificazione, le quali si basano sulla densità, la dimensione dei nodi, lo spessore degli anelli di accrescimento, l'inclinazione delle fibre rispetto alla superficie di taglio:

I categoria: legno scelto senza traccia di putredine o danni di insetti, inclinazione massima della direzione delle fibre rispetto alla direzione della tavola, non superiore al 10%, nodi sani, non raggruppati, con diametro massimo pari a 30 mm, peso specifico non inferiore a 500 Kg/m³ (al 20% di umidità) e spessore medio annuo di crescita del tronco non superiore ai 3 mm.

II categoria: legno scelto con criteri meno rigidi, tuttavia senza traccia di putredine o danni di insetti, ma con tolleranze maggiori di diametro dei nodi (fino a 40 mm), inclinazione di fibre (fino al 12%), pesi specifici non inferiori a 400 Kg/m³ (al 20% di umidità) e spessore medio annuo di crescita non

superiore a 4 mm.⁵⁰

La classificazione a vista, nelle strutture storiche, rappresenta una valida base e permette di riferirsi ai valori di resistenza proposti in letteratura. Per travi e travetti le verifiche in esercizio sono più sfavorevoli, per questo motivo è necessario porre l'attenzione sui valori della sollecitazione accettabili per l'esercizio e ai valori di moduli elastici E_w e di scorrimento G_w . Per le indagini conoscitive di strutture storiche è comodo far riferimento alle caratteristiche di resistenza per le condizioni di esercizio suggerite dalle norme adottate nel recente passato (DIM 1052, 2006; S.I.A. 164, 1981).

Nelle capriate hanno la precedenza le verifiche ai nodi; nel caso di capriata senza saette, i puntoni reggono direttamente le terzere e diventa prioritaria anche una verifica a presso flessione, le quali sono controllate dal limite delle deformazioni in esercizio, e dalle resistenze, come nel caso delle travi inflesse.

Le verifiche ai nodi tengono conto degli sforzi tangenziali e gli sforzi di compressione trasversali alle fibre. Dagli sforzi tangenziali dipendono altre verifiche, normalmente più critiche per le capriate.

Chiodi e bulloni rappresentano l'unione più comune di

⁵⁰ DIN 1052, 2006

elementi lignei, sollecitati a scorrere l'uno sull'altro, sono un altro elemento che è necessario verificare. Negli edifici storici si trovano ancora chiodi forgiati a mano; dalla dimensione della testa del chiodo non è possibile determinare la dimensione del gambo, come avviene per i moderni chiodi industriali, e la dimensione di quest'ultimo è spesso irregolare. Queste incertezze sulle esatte dimensioni degli elementi, sull'effettiva sezione di scorrimento e sulla resistenza del ferro forgiato, non permettono una valutazione accurata e soddisfacente dell'effettiva capacità di resistenza delle chiodature: gli unici risultati affidabili derivano dalle prove di carico, laddove possibile.

Le osservazioni, i dati raccolti da un'indagine *a vista* sono i primi elementi che possono portare a diagnosticare lo stato degli elementi strutturali: l'occhio ha il compito di intercettare i punti di possibile dissesto. Le prove eseguite *in loco* devono tenere conto dell'esigenza della conservazione, vi sono quindi una serie di prove non distruttive che è utile effettuare:

- Esame a vista per la classificazione del legno;
- Esame a vista della testa delle travi;
- Misura dell'umidità del legno;

Nel caso in cui si renda necessario effettuare prove più invasive, considerate talvolta micro-distruttive, si procede con le seguenti indagini: micro carotaggio del legno; prove di taglio

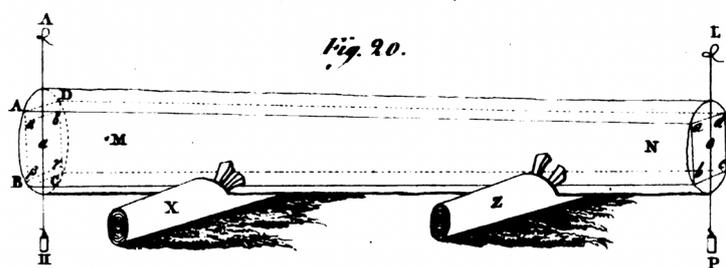


Fig. 25:
particolare tratto da Cavalieri
San Bertoldo N., Istituzioni
di architettura pratica e
idraulica, Mantova, 1831.

parallelo alla fibratura; prove di laboratorio di flessione con prelievo di campioni.⁵¹

L'esame a vista viene soprannominato da Franco Laner "occhio clinico" e considerato lo strumento di indagine principale, dal momento che consente di percorrere il flusso delle tensioni delle strutture in esame.⁵²

4.2 Le tecniche di lavorazione

Il processo produttivo del legno parte dall'abbattimento dell'albero, passando poi da una prima lavorazione detta «allestimento», per finire con la lavorazione. Nel tempo queste fasi hanno subito delle trasformazioni, soprattutto in rapporto allo sviluppo tecnologico e al luogo in cui erano svolte (per es. in un bosco piuttosto che nel laboratorio di un artigiano).

L'allestimento consisteva nel rimuovere i rami e nel dividere il tronco in pezzi più piccoli (depezzamento), solitamente queste operazioni venivano eseguite immediatamente dopo l'abbattimento dell'albero. Il legname destinato a costituire travi o pali aveva generalmente una lunghezza di 15 metri, ma per opere eccezionali si poteva ricorrere ad elementi di

⁵¹ Giuriani E., in *Consolidamento degli edifici storici*, Torino, UTET Scienze e tecniche, 2012

⁵² Laner F., *Il restauro delle strutture di legno*, Palermo, Grafill, 2011

lunghezza maggiore; il legno destinato alla realizzazione di tavole mediante segazione veniva tagliato a circa 4 metri di lunghezza. Per il depezzamento venivano utilizzati diversi tipi di sega: a due mani se il tronco presentava una sezione maggiore di 20-25 centimetri, mentre per i tronchi più piccoli si utilizzavano seghe a una mano. Se il trasporto fuori dal bosco avveniva mediante trascinamento, il legno non subiva ulteriori lavorazioni, poiché la corteccia e l'alburno fornivano una protezione durante questa fase. Al contrario, se il trasporto avveniva mediante strumenti che garantivano una maggiore protezione, il tronco veniva scortecciato e, in alcuni casi, la squadratura.

La squadratura prevedeva come prima operazione il tracciamento della sezione sulle teste del tronco. La fase successiva prevedeva l'eliminazione dei segmenti circolari; per questa operazione venivano impiegate l'accetta oppure l'ascia, si realizzavano delle intaccature ad una distanza di 30-40 centimetri di interasse e si procedeva alla rimozione del legno in eccesso, sotto forma di scheggia. Questi strumenti non tagliano le fibre del legno ma le separano, perciò è possibile riconoscere le tracce di queste lavorazioni sulle superfici delle travi. In alternativa, la squadratura poteva essere eseguita anche utilizzando delle seghe, in questo caso il tronco veniva montato su cavalletti⁵³ e si ottenevano superfici più regolari. Già in epoca

⁵³ Zamperini E., *Capriate e tetti di legno. Evoluzione tecnologica delle strutture lignee di copertura in Italia (1800-1950)*,

antica venivano utilizzate delle macchine per la segazione mosse da ruote idrauliche, e venivano utilizzate diffusamente nei territori alpini e nella Repubblica di Venezia. Tuttavia, fatta eccezione per questi territori, per tutto l'Ottocento, la segazione veniva ancora eseguita a mano.

In genere, gli elementi lignei che sarebbero diventati travi di solaio o di copertura non subivano ulteriori lavorazioni, oltre all'intestatura per adeguarli alla lunghezza necessaria. Nel caso di elementi lignei molto irregolari, questi venivano talvolta piallati, per regolarizzare le superfici; inoltre, qualche volta venivano aggiunti degli elementi (bussole, regoli, ecc.) per migliorare la qualità estetica, nonché le prestazioni della struttura del solaio. La posa in opera di questi elementi accessori avveniva mediante incastri e scanalatura.

Un discorso diverso va fatto per la realizzazione delle capriate: per le connessioni tra le parti si realizzavano incastri a dente cuneiforme; questa soluzione si ritrova nel nodo tra puntone e catena e tra puntone e monaco, nel caso le capriate ne sia provvista. In epoca medievale, tali connessioni venivano realizzate soprattutto tramite incastro a tenone e mortasa.

travi composte

Le travi avevano, solitamente, una lunghezza pari a 15 metri, che dipendeva dalle dimensioni degli alberi abbattuti. Nei

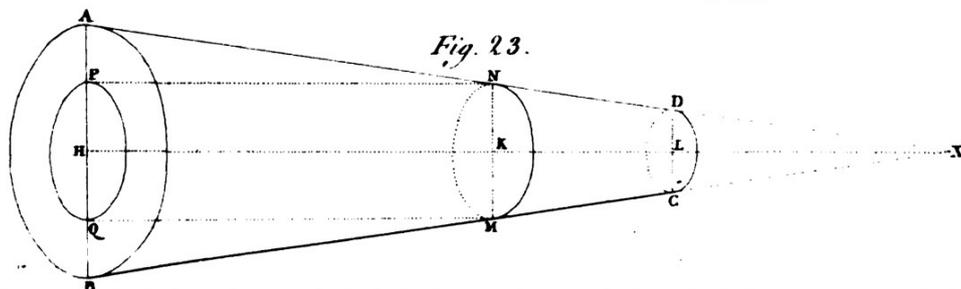
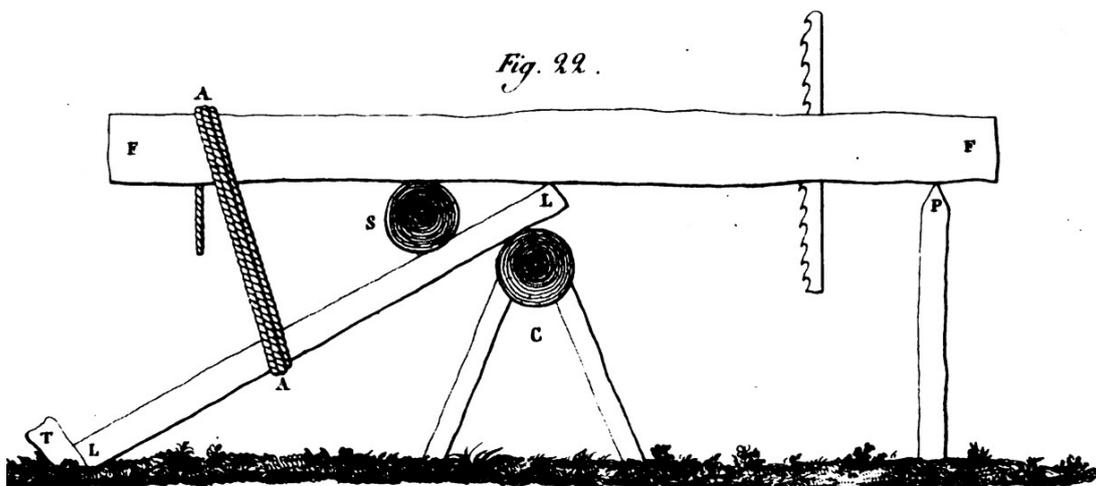
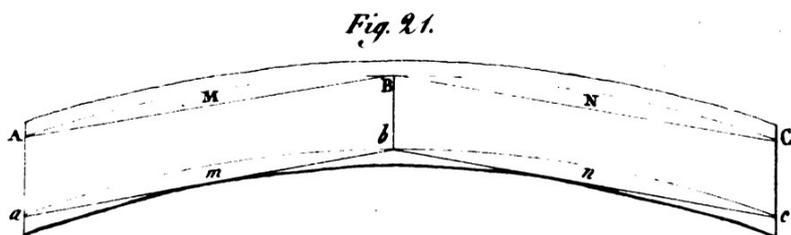
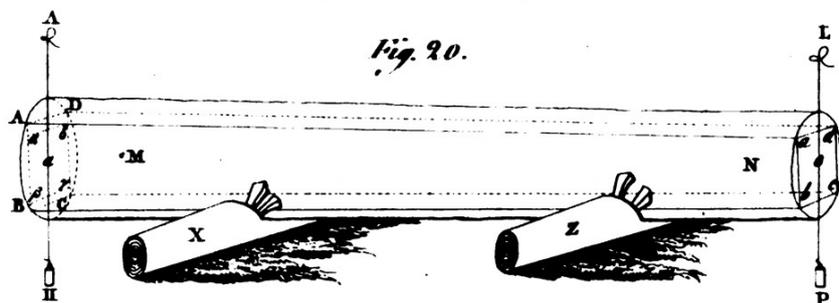


Fig. 26:
lavorazione del legname, da Cavalieri San Bertoldo N., Istituzioni di
architettura pratica e idraulica, Mantova, 1831.

Capitolo 5
Le capriate lignee

solai di grande luce e soggetti a carichi particolarmente elevati, le travi standard non erano sufficienti, né per coprire le luci, né per sopportare i carichi, dal momento che la sezione della trave era legata alle dimensioni del tronco: per questi motivi si realizzavano travi composte, travi armate e travi con contraffissi e tiranti. Per costruire travi composte, si univano tra loro più travi di lunghezza inferiore. Gli esempi più antichi di trave composta, risalenti al Medioevo, erano realizzati mediante la sovrapposizione di due o più elementi lignei ad un elemento inferiore, raccordati con un profilo a denti di sega e collegati da chiodi o staffe. Assicurare la connessione è di fondamentale importanza per evitare lo scorrimento degli elementi, e fa sì che si comportino come una sola trave, il cui comportamento è assimilabile alla capriata. L'elemento inferiore, al pari della catena, risulta tenso-inflessa, le parti superiori, invece, sono pressoinflesse. Le dentature sono ricavate con biette o coppie di cunei (battere con forza i cunei significa mettere in trazione la sezione⁵⁴) e trasmettono gli sforzi di scorrimento, mentre i chiodi e le staffe incrementano l'attrito e aiutano a ridurre gli sforzi nelle dentature.

⁵⁴ Laner E., *Il restauro delle strutture di legno*, Palermo, Grafill, 2011, p.

5.1 glossario

Abbaino: (dal genovese *abaén*, «abatino»). Ambiente ricavato nel SOTTOTETTO, sempre dotato di finestre, frequente nell'architettura gotica e in genere nordica (per l'ampiezza dei sottotetti dovuta alla pendenza delle FALDE). Può essere semicircolare, o ad occhio di bue, semplice sollevamento della falda; a falda prolungata, quasi un avancorpo sul tetto.

Affresco: tecnica di pittura murale. La parete viene precedentemente coperta di uno strato di calcina grassa e sabbia (*rinzaffo*), di un secondo strato (*arriccio*); su questo, asciutto, si traccia il disegno (*sinopia*) che viene ricoperto da un terzo strato di intonaco sottile, su cui, mentre è bagnato, si dipinge con rapide pennellate. Asciugando, la superficie assorbe dall'aria l'anidride carbonica solidificandosi e rendendo il colore cristallino e insolubile.

Ancoraggio: collegamento tra singole parti di un edificio mediante elementi come *grappe* o CATENTE.

Arcareccio: TRAVE portane del TETTO, disposta longitudinalmente sotto il manto di copertura, di sezione circolare o rettangolare. Un tempo venivano impiegati tronchi semplicemente scortecciati o sbazzati con attrezzi da tranciatura, oggi sono sagomati in vario modo, assumendo per lo più una sezione quadrata. Gli arcarecci poggiano sull'ORDITURA principale del TETTO, sostenuta dalle CAPRIATE, e svolgono una funzione portante, sostenendo la struttura secondaria; sono disposti parallelamente

alla TRAVE di COLMO e interasse regolare. Tale distanza dipende in primo luogo dalla luce tra gli appoggi e dalla tipologia di COPERTURA sovrastante.

Arco: (dal latino *arcus*). L'arco è “*una struttura portante orizzontale costituita da un solido e un asse curvilineo*” (Perucca E., *Dizionario di ingegneria, Vol. 1*, Torino, UTET, 1968). L'arco si sviluppa generalmente in base al cerchio, o a svariati archi di cerchio, o in base a curve i cui *assi* possono corrispondere al percorso delle forze che viene descritto dalla Statica come *curva delle pressioni*. Nella letteratura, gli archi vengono classificati in base alla *freccia* e alla forma dell'intradosso, detto *sesto*. Nell'arco *a tutto sesto* la curva di intradosso è composta da un semicerchio. Nell'arco *a sesto acuto* l'intradosso è formato da due archi di circonferenza formati da un vertice centrale. Secondo Daniele Donghi, “*prescindendo dagli archi isolati, quali gli archi trionfali, gli archi hanno per ufficio di chiudere superiormente un'apertura, sia essa o non caricata da un peso sopra incombente, tanto nel caso in cui la sua ampiezza sia tale da non poter chiudersi con un architrave rettilineo, quanto nel caso in cui l'arco sia richiesto dal genere di materiali che si hanno a disposizione, dallo stile architettonico della costruzione, o da ragioni economiche, o ancora da ragioni speciali*” (in *Dizionario degli elementi costruttivi*, Torino, UTET, 2001).

Armatura: struttura provvisoria di sostegno durante la costruzione. Anche la struttura portante *primaria* è considerata un'armatura (ORDITURA, CAPRIATA, TELAIO).

Assito: (dal latino *axis* «asse») piano di tavole di legno impiegato come IMPALCATO in una costruzione. L'assito può svolgere ruoli di superficie

da calpestio o di irrigidimento strutturale nei SOLAI lignei.

Capriata: (da «capra»; *incavallatura*). Struttura portante impiegata fin dall'antichità per la costruzione del TETTO. Tradizionalmente in legno, ma anche metallica, è una TRAVE *reticolare*, costituita da diversi elementi collegati in modo da renderla indeformabile. Ciascuna capriata è schematicamente formata così costituita: due *puntoni* obliqui legati mediante STAFFE a una trave sottostante, detta CATENA. La catena poggia agli estremi alla muratura dell'edificio col tramite di un CUSCINETTO in pietra per la ripartizione della pressione. Si configura in questo modo un triangolo, spesso irrigidito al centro mediante un elemento verticale, il *monaco*; esso è legato con staffe ai puntoni, alla catena e a due elementi obliqui chiamati *contraffissi* o *saette*, a loro volta connessi ai puntoni mediante grappe. Sui puntoni paralleli alle varie capriate corrono gli *arcarecci* orizzontali, connessi dai TRAVICELLI e coperti dall'*assito*, su cui infine si posano gli elementi di copertura esterna. Una capriata asimmetrica è chiamata *cavalletto*. Tra l'orditura e il *mantello* di copertura possono interporsi strati isolanti o impermeabilizzanti.

Capriata zoppa: struttura simile alla CAPRIATA, ma collocato su appoggi posti a livelli differenti. Il risultato di questa asimmetria è la generazione di una SPINTA laterale sui sostegni, diversamente dalla CAPRIATA tradizionale, alla quale è riconosciuto un comportamento statico.

Catena: dispositivo per l'ANCORAGGIO in modo resistente alla trazione di elementi, o per assorbire gli sforzi di trazione che si instaurano a causa della SPINTA. Sono catene le *aste* che servono all'incatenatura di travi di

legno alla muratura; quelle che collegano i puntoni e gli arcarecci nelle CAPRIATE; i *bolzoni*, uncini visibili all'esterno e spesso artisticamente configurati negli edifici medievali e rinascimentali; i *tiranti*, che assorbono la spinta di archi e volte in muratura.

Centina: ARMATURA in legno (o metallo) impiegata per la costruzione di archi, volte, cupole. Se ne opera il *disarmo* dopo che la *malta* ha fatto presa.

Colmo: (dal latino *culmen*, «sommità»). Spigolo costituito dall'incontro di due superfici, in particolare FALDE del tetto, quando la concavità sia all'interno (nel caso contrario, COMPLUVIO).

Compluvio: *angolo*, concavo all'esterno (all'opposto del COLMO), costituito dall'incontro di due FALDE.

Contraffisso: elemento rettilineo con caratteristiche e comportamento statico analogo al PUNTELLO. Nella CAPRIATA è collocato in posizione inclinata e fissato in prossimità della base del MONACO e al PUNTONE. In alcuni casi la connessione tra il PUNTONE e il contraffisso è supportata da un GATTELLO.

Controsoffitto: elemento di partizione interna privo di ruoli portanti, posto all'intradosso della struttura di orizzontamento. Vedi anche SOFFITTO, TRAVICELLI, INCANNICCIATO.

Copertura: struttura di chiusura superiore di un edificio. È composta da un manto, a sua volta formato da elementi di tenuta e da una sottostante

struttura portante.

Correnti: elemento costruttivo impiegato nell'ORDITURA dei TETTI a FALDE. Sono di norma posati sulle TERZERE e possono supportare il tavolato o una successiva orditura minuta di CORRENTINI.

Correntini: elemento interposto tra i CORRENTI e il tavolato nell'ODITURA del TETTO a FALDE.

Cuscinetto: elemento di appoggio che serve a ripartire il carico su una superficie: nelle costruzioni in pietra, è un blocco, in quelle in laterizio, una compagine di alcuni filari di mattoni; in quelle in legno una mensola.

Dormiente: (da *dormire*). Il termine si riferisce ad un elemento che è "coricato" sulla sommità della muratura portante. Il dormiente non è altro che una TRAVE appoggiata con continuità sulla muratura perimetrale, che funge da sostegno e fissaggio delle CAPRIATE. Nelle coperture ligneie, le dimensioni del dormiente solitamente sono analoghe a quelle degli ARCARECCI, a cui sono paralleli.

Estradosso: (da *dosso*, «schiena»). Indica la parte superiore di un elemento architettonico e strutturale.

Falda: (dal gotico *falda*, «piega») superficie inclinata (*spiovente*) di un TETTO, delimitata dalle linee di COLMO o *displuvio* in alto e dalle linee di GRONDA o COMPLUVIO in basso. Può essere *unica*, *doppia*, *prolungata*, ecc.

Franco: indica il tratto terminale della CATENA di una CAPRIATA, oltre il nodo di giunzione con il PUNSTONE.

Gattello: elemento minuto di connessione o sostegno tra gli elementi di una struttura a ORDITURA. Generalmente si tratta di un prisma sagomato a forma triangolare o trapezoidale, posto tra un elemento portante e uno ad esso ortogonale. Il gattello è, tradizionalmente, di legno; viene connesso alla struttura principale quasi sempre per *chiodatura*, mentre la parte a contatto con l'elemento dell'orditura superiore può essere chiodata o semplicemente appoggiata. Il gattello funziona come una piccola mensola di collegamento tra un elemento strutturale portante e quello dell'orditura sovrapposta. Si realizza in questo modo una sede di appoggio, evitando la giunzione a mezzo-legno, che ridurrebbe la sezione dell'elemento principale. Il più comune utilizzo dei gattelli si verifica nella realizzazione delle CAPRIATE. In questo caso il gattello, fissato sul PUNSTONE, sostiene il sovrastante ARCARECCIO, impedendo che questo scivoli lungo la FALDA del TETTO.

Degrado: nella CAPRIATA, è soggetto a carichi di *flessione deviata*, che possono provocare il tranciamento del CHIODO di connessione con il PUNSTONE.

Gattone: elemento di rinforzo degli appoggi laterali della CAPRIATA, in corrispondenza dei suoi sostegni verticali. È formato da una mensola, o doppia mensola, interposta tra la CATENA e la muratura di sostegno; frequentemente impiegato nelle strutture lignee.

Gronda: parte inferiore della FALDA di un tetto, in aggetto rispetto

alla parete ma talvolta sostenuta. Il ciglio di essa è detto *linea di gronda* e determina il limite inferiore del TETTO; indica anche il lato da cui defluisce l'acqua piovana.

Merlatura: (da *merlare*) parte superiore di uno SPALTO di un castello. La merlatura può essere *guelfa* o *ghibellina*, a seconda della forma dei MERLI a coda di rondine o semplice parallelepipedo.

Merlo: (dal latino medievale *mèrula*, «merlo»). Coronamento discontinuo del parapetto esterno del cammino di ronda, così configurato per proteggere i difensori dell'edificio militare senza impedire la difesa delle mura. La forma del merlo e il rapporto tra pieni e vuoti cambia in base al luogo e all'epoca. Nell'architettura militare medievale possiamo distinguere due tipologie di merlo: *guelfo* (a forma di parallelepido) e *ghibellino* (a coda di rondine).

Monaco: (dal greco *mònakhos*, «solo»). Elemento costruttivo della CAPRIATA; svolge una funzione statica collaborante ed è soggetto a *trazione*; nelle strutture lignee ha generalmente una sezione rettangolare. È posizionato tra il vertice dei PUNTONI e la CATENA inferiore, dalla quale rimane opportunamente distanziato tramite l'impiego di una STAFFA. In alcuni casi, il monaco sorregge dei *contraffissi*, incastrati all'estremità nei PUNTONI, per irrigidire ulteriormente la struttura. L'ANCORAGGIO tra monaco e PUNTONI avviene mediante un incastro chiodato. Esistono alcuni esempi di non corretta esecuzione dove il monaco si appoggia sulla CATENA, producendo una sollecitazione a *taglio*, e quindi variando il regime statico della struttura

Orditura: il reticolo strutturale di un TETTO o di un SOLAIO. Di solito consiste di TRAVI *maestre* (orditura *primaria*) appoggiate (o *dormienti*) lungo un muro, *correntini* o TRAVICELLI, un'estremità dei quali poggia sul muro, l'altra si lega ad un'altra trave (orditura *secondaria* o piccola), su cui posa l'*assito* o il pavimento.

Piano nobile: solitamente il primo piano di un edificio quando abbia una funzione di rappresentanza. Generalmente le scale sono poste agli angoli per non interrompere la sequenza degli ambienti, e il soffitto è più alto che negli altri piani.

Putrella: (dal francese *poutrelle, poutre*, «trave»). È un profilato metallico che costituisce una TRAVE rettilinea di sezione costante, chiusa o aperta (IPE o HE).

Puntello: componente costruttivo di sostegno; presenta uno sviluppo lineare, sezione quadrata, circolare o rettangolare. I puntelli in legno hanno un diametro di circa 12-20 cm

Puntone: elemento costruttivo di forma prismatica o rettangolare con funzione resistente, portante e di collegamento utilizzato nelle CAPRIATE e nella carpenteria lignea del TETTO. È soggetto a *presso-felssione*. I puntoni di legno sono ricavati da elementi in massello sbozzati e squadrati. Due puntoni convergenti e complanari, legati alla base da una CATENA, costituiscono una CAPRIATA. Facendo parte di una struttura di copertura, sono sormontati da TERZERE, listelli, a seconda del sistema costruttivo. La connessione dei vari elementi avviene mediante *chiodatura* o con l'impiego

di STAFFE. Spesso sono presenti degli intagli a incasso sulle loro estremità, così le testate dei puntoni sono predisposte per il collegamento alla parte superiore del monaco e alla catena lignea sottostante.

Rinfianco: è la parte di muratura appoggiata all'ESTRADOSSO di un ARCO o di una VOLTA in corrispondenza dei fianchi, per rafforzare la struttura e collaborare alla sua stabilità. Il rinfianco, con il suo peso, introduce nella struttura una componente di carico verticale che fa sì che la sezione sia soggetta ad un'azione di sola *compressione*. Generalmente, il rinfianco è realizzato con la stessa muratura della parete in cui si trovano la volta (o l'arco), tuttavia può anche essere costituito da materiale incoerente sfuso, in alcuni casi legato da malta magra.

Saetta: (dal latino *sagitta*, «freccia») vedi CONTRAFFISSO.

Sottotetto: spazio delimitato dalla struttura portante del tetto; spesso illuminato da un ABBAINO.

Spalto: (dal longobardo *spald*, «fessura»). Indica il coronamento, caratterizzato dall'alternarsi di pieni e vuoti (chiamati MERLI) di un edificio difensivo.

Spinta: in genere, forza orizzontale (per es., del vento). In particolare, la componente *laterale* di una forza corrispondente peso sui piedritti, oppure mediante *spalle*, *contrafforti*, *puntelli*, ecc.; i tiranti o le CATENE ad anello costituiscono, di regola, solo un ausilio supplementare.

Staffa: elemento metallico di collegamento: tra le TRAVI e i *puntoni* o gli *arcarecci* ecc. di una CAPRIATA.

Telaio: elemento strutturale costituito da *montanti* verticali e *traverse* orizzontali collegati; in acciaio, legno o cemento armato, con nodi resistenti a *flessione*.

Terzera: elemento costruttivo inserito, con funzione portante, nell'ORDITURA delle FALDE dei TETTI. Il termine è usato come sinonimo di ARCARECCIO.

Tetto: uno dei tipi fondamentali di COPERUTRA degli edifici. È costituito da una o più superfici inclinate, dette FALDE o *spioventi*, comprese tra una linea di COLMO o di displuvio in sommità e una linea di GRONDA inferiormente. Consta di un'armatura strutturale (ORDITURA) di solito in legno per luci libere non troppo ampie, in metallo o cemento per luci maggiori; e di un *mantello* di copertura, che offre la necessaria protezione contro gli agenti atmosferici e che può essere realizzato in diverse materie a seconda dei luoghi, delle epoche e delle funzioni. Il tetto a falda unica deriva in fondo dall'orditura orizzontale, quando essa venga inclinata e i *puntoni* di sostegno esercitino una SPINTA laterale sulla parete sottostante. Il tetto a doppia falda presenta una *trave di colmo* e diverse altre travi ad essa parallele (*arcarecci* o *terzere*) sulle quali si distende l'orditura secondaria. Il tetto a padiglione si trova negli edifici a pianta centrale, dove i frontoni del tetto a doppia falda risultano a loro volta spioventi. La forma più efficace è il tetto a CAPRIATA.

Trave: struttura *portante*, elemento orizzontale, talvolta obliquo del TRILITE: sottoposta a carico verticale, è soggetta a *flessione* ed esercita *compressione* sugli appoggi, e non produce alcuna spinta. Può essere in legno (come nella CAPRIATA), in ferro, in pietra (ARCHITRAVE), o in cemento armato.

Travicelli: membrature dell'ORDITURA *secondaria* di un SOLAIO, disposte parallele in modo da poter accogliere il pavimento soprastante.

La parte inferiore può costituire il soffitto dell'ambiente sottostante o sorreggere un *controsoffitto*, appeso o inchiodato ai travicelli. Se le dimensioni sono notevoli, appoggiano su *travetti* sottostanti, a loro volta connessi perpendicolarmente all'orditura principale (CAPRIATA).

Trilite: (dal greco «a tre pietre», sistema trilitico o *architravato*). Sistema strutturale nel quale un elemento orizzontale (ARCHITRAVE) scarica gli sforzi su elementi verticali (PIEDRITTI); si contrappone al sistema costruttivo ad arco perché la TRAVE esclude ogni SPINTA laterale e si limita a poggiare sui sostegni.

Volta: (da *volvere*, «volgere, girare»). È una struttura di COPERTURA, solitamente caratterizzata da una concavità interna. La volta è generata dalla traslazione di un arco lungo un asse longitudinale, o dalla sua rotazione attorno al suo asse verticale. La volta *a botte* presenta caratteristiche strutturali analoghe all'ARCO, da cui deriva; geometricamente, è originata dalla traslazione di un ARCO lungo un asse rettilineo. Talvolta, è possibile trovare volte *a botte* con *testate di padiglione*, ovvero i lati corti della volta sono chiusi da due fusi con appoggio continuo. È stata impiegata tradizionalmente per coprire vasti ambienti con pianta rettangolare; si trova frequentemente nell'architettura Settecentesca e Ottocentesca.

Volta finta o appesa: struttura non portante che può la forma di una volta qualsiasi. È realizzata con materiali leggeri, quali legno, canne (INCANNICCIATO), intonaco, ecc. La volta appesa è parzialmente autoportante.

5.2 Introduzione

«Il tetto non serve solamente per difender gli abitanti dalle ingiurie dell'aria, ma serve ancora essenzialmente alla conservazione dell'edificio stesso: scaccia lungi da' muri le acque piovane, le quali benché a prima vista pajono di poco nocumento, sono però in progresso di gravissimo danno. Di più, 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 catenata. È dunque il tetto la difesa di tutta la fabbrica».

F. Milizia, 1785

Conoscere le tipologie strutturali, i materiali e le tecniche impiegate per la costruzione degli edifici storici è irrinunciabile per chi si appresta a fronteggiare i problemi statici e conservativi delle strutture storiche. La maggior parte degli edifici era realizzata con muratura portante e strutture lignee per solai e coperture, eccezion fatta per le volte murarie. Il legno era, un tempo, uno tra i materiali strutturali più utilizzati in edilizia, impiegato con maestria e intelligenza dai capimastri.

I sistemi di chiusura orizzontale superiore, più semplicemente dette coperture, proteggono gli ambienti dell'edificio dalle azioni atmosferiche. Il tetto a falda è considerato una copertura discontinua e rappresenta la tipologia maggiormente utilizzata per la sua versatilità ad adattarsi a condizioni climatiche differenti, assumendo inclinazioni e pendenze diverse; è

ricorrente trovare tetti a una falda, a due falde, altrimenti detto a capanna, o tetto a padiglione (quattro falde). La struttura portante tipica dei tetti a falde è la *capriata*, «*la cui peculiarità è quella di non trasmettere spinte agli appoggi*⁵⁵, *la forma tipica è il triangolo isoscele, figura chiusa, simmetrica, indeformabile, essenziale*»⁵⁶, usata per coprire luci superiori ai 7-10 metri.

5.3 Etimologia

Il termine capriata deriva da «capra», una struttura utilizzata anticamente per sollevare pesi, la quale era di solito formata da tre aste inclinate disposte a piramide. Franco Laner apre un'interessante parentesi a proposito dell'etimologia della parola⁵⁷, allargando la riflessione più in generale ai diversi termini che indicano le parti di una copertura; nel linguaggio del cantiere permangono termini di antica memoria, retaggio di una cultura strettamente locale, e Laner ci fa notare come

⁵⁵ anche il Milizia, nel suo trattato evidenzia questa caratteristica della capriata: «*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*», in Milizia F., *Principi di architettura civile*, tomo 3, Bassano, 1785, p. 168

⁵⁶ Laner F., *Discorso sulle capriate*, in *Geocentro*, Anno III, n. 14, marzo-aprile 2011

⁵⁷ *ivi*

molti dei termini in uso abbiano origine da nomi di animali: lo stesso cantiere deriva da *cantheirus*, che in latino significa «cavallo castrato», a sua volta derivante dal greco *kanthelios* «asino da soma»⁵⁸, ma troviamo termini come gattello, gru, muletto, ecc. Tuttavia, il termine capriata è di uso abbastanza recente. Come si vedrà nei paragrafi seguenti, nell'architettura antica è da escludere l'esistenza delle capriate, pur avendo testimonianza di strutture lignee con caratteristiche ad essa assimilabili. Nella trattatistica rinascimentale il sistema costruttivo della capriata è ormai associato, ciononostante la struttura non aveva un nome specifico⁵⁹, il Vasari nel suo trattato, parlando di Filippo Brunelleschi descrive le strutture di copertura riferendosi ad esse come «cavagli» e «cavalli»⁶⁰ del tetto, testimoniando la consuetudine di indicare tali strutture come cavalletti, incavallature o *incavalcature*. Ad ogni modo, a partire dal 1612 l'Accademia della Crusca inserì il lemma in tutte le edizioni del suo Vocabolario, Filippo Baldinucci nel suo *Vocabolario* definisce il termine cavalletto come «*quel composto di tre travi a triangolo, che sostiene il tetto pendente da due parti*»⁶¹.

⁵⁸ Vocabolario Treccani

⁵⁹ Anche il Palladio si riferisce in maniera generica alle strutture di copertura, si veda *Palladio A., I quattro libri dell'architettura, Venezia, 1570*, libro primo, cap. XXIX

⁶⁰ Vasari G., *Le vite de' piu eccellenti architetti, pittori et scultori italiani*, 1550, parte seconda

⁶¹ Baldinucci F., *Vocabolario toscano dell'arte e del disegno*, 1681

È soltanto a partire dall'Ottocento che, inspiegabilmente, viene adottato il termine capriata, chiaramente come è già stato detto derivante da capra, di cui già il vocabolario della Crusca diceva che «*capra dicono i muratori a que' legni confitti a guisa di trespolo, con quattro gambe, sul quale fanno i ponti, per fabbricare*»⁶².

5.4 Le coperture lignee in Italia

Pur presentando caratteristiche comuni, è doveroso notare come in Italia le tecniche costruttive fossero profondamente influenzate dalla cultura locale e vernacolare, manifestando le diversità territoriali, climatiche nonché le differenti tradizioni culturali presenti nella penisola. L'unificazione tecnica, e la conseguente mitigazione delle differenze, inizia con la divulgazione della trattatistica architettonica, scaturita dall'entusiasmo illuminista e dal positivismo Ottocentesco, e trova il suo compimento nelle massicce ricostruzioni del secondo dopoguerra, quando il largo uso del calcestruzzo armato e la diffusione di nuove tecniche costruttive e di consolidamento annullano la gran parte delle tecniche costruttive tradizionali e vernacolari.

In Italia la maggior parte degli edifici era caratterizzata da tetti a bassa pendenza, che, nonostante alcune sostanziali differenze, presentavano in prevalenza tratti comuni, in particolare per

⁶² Vocabolario della Crusca, 1612

quanto riguarda il rapporto tra gli elementi della copertura e le capriate, e tra muratura portante e copertura. Un caso esemplificativo è rappresentato da due soluzioni di copertura con capriate: il tetto alla *lombarda* o alla *piemontese*. Entrambe le soluzioni utilizzano la struttura della capriata, sostenuta dalla muratura in modo diretto o tramite l'interposizione di mensole; nel tetto alla lombarda le terzere, che sostengono la piccola orditura del tetto, sono posate direttamente sulle capriate e poggiano sui puntoni, configurandosi come carico distribuito. Diversamente, nei tetti alla piemontese la trave di colmo è sostenuta direttamente dalle capriate, nello spazio compreso tra due capriate è collocata una o più coppie di falsi puntoni, che poggiano sulla muratura e sulla trave di colmo, generando delle fase capriate intermedie che contribuiscono a sostenere il manto di copertura e l'orditura secondaria. Generalmente, i puntoni erano formati da un unico tronco di legno squadrato, talvolta rinforzati tramite elementi secondari, chiamati saette, mentre i nodi monaco-puntone e puntone-catena erano irrobustiti da staffe metalliche o chiodi.

5.5 L'origine delle capriate

Non è possibile risalire con precisione alla data di invenzione delle capriate. La più antica testimonianza certa dell'esistenza di questa tipologia di copertura lignea risiede nelle capriate dell'antiche basiliche costantiniane di San Pietro a Roma (IV sec. d.C., demolita nel 1609) e di San Paolo Fuori le Mura (IV

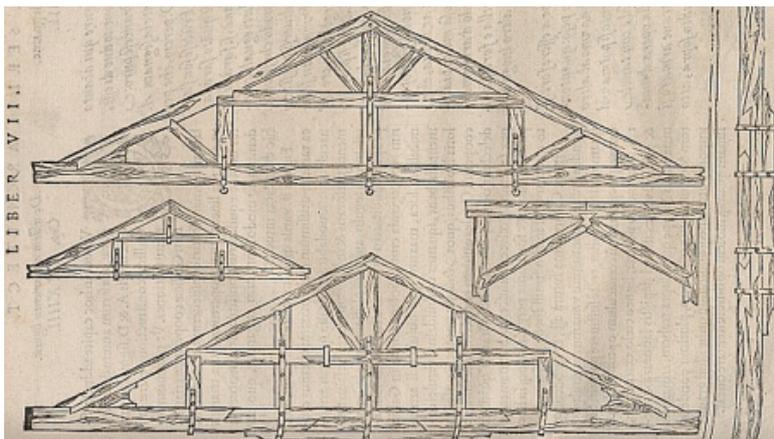


Fig. 27:
Munafò, *Le capriate lignee antiche per i tetti a bassa pendenza: evoluzione-dissesti-tecniche d'intervento*, Alinea Editrice, Firenze, 2002, pg.43.

se. d.C., distrutta da un incendio nel XIX secolo e in seguito ricostruita); la notevole complessità e le grandi luci di queste strutture rendono legittimo credere che siano frutto di una lunga tradizione costruttiva.

Possiamo affermare con certezza che il legno fosse impiegato nell'antica Grecia per costruire le strutture di copertura dei templi, sebbene non sia mai stata rinvenuta alcuna struttura del genere. È ormai convinzione comune che tali strutture fossero realizzate secondo un sistema a «travi e puntelli», mediante una serie di travi orizzontali principali sostenute dalla cella del tempio, sulla quale poggiavano alcuni puntelli, i quali a loro volta reggevano la trave di colmo ed eventuali altre travi ad essa parallele⁶³.

Pur essendo documentata l'esistenza di strutture di copertura triangolare, non si può sostenere con certezza che il comportamento statico di tali strutture fosse assimilabile a quello della capriata; inoltre in alcune tombe etrusche del VI secolo a.C. sono state trovate testimonianze di un diverso tipo di copertura lignea, costituita da una trave orizzontale che, grazie all'ausilio di cinque puntelli, sostiene una coppia di travi inclinate, che determinano l'inclinazione delle falde. Per di più, diversi autori latini quali Plinio, Svetonio e Dione Cassio riferiscono della presenza di travi di straordinaria lunghezza e sezione considerevole, il cui utilizzo risulterebbe

⁶³ in Zamperini E., *Capriate e tetti di legno. Evoluzione tecnologica delle strutture lignee di copertura in Italia (1800-1950)*, Pavia, CLU editrice, 2019, p. 42

problematico se non con l'ausilio di puntoni o saette posti al di sotto della trave⁶⁴. I riferimenti i sistemi di coperture in legno di Vitruvio rimangono per noi di oscura interpretazione, soprattutto per la mancanza di disegni, tuttavia, in particolare durante il Rinascimento, numerosi autori -tra i quali emerge il nome di Palladio- intendono il termine latino «*transtrum*» come «incavallatura»⁶⁵.

5.6 Tipologie di capriate

Le differenti tradizioni locali, come già detto, sfociarono in una moltitudine di soluzioni costruttive non codificate e strettamente legate alla tradizione vernacolare. La grande varietà delle tipologie di capriate non permette una precisa classificazione, gli elementi di cui tener conto sono troppi e troppo variabili per essere catalogati.

Franco Laner⁶⁶ propone una classificazione basata sul rapporto

⁶⁴ in Giuliani, C. F., *L'edilizia nell'antichità*, nuova edizione, Roma, Carocci editore, 2018, p. 89

⁶⁵ *ivi* p. 92

⁶⁶ Franco Laner è un architetto e professore ordinario di Tecnologia dell'architettura presso l'Università IUAV di Venezia. È autore di numerose pubblicazioni e libri specifici sul legno, compreso il restauro delle strutture lignee. Come progettista, ha lavorato a numerosi interventi di restauro, tra i quali la struttura lignea del Teatro La Fenice di Venezia.

monaco-catena, distinguendo le strutture in due macro gruppi: le capriate a nodo aperto e le capriate a nodo chiuso. Oltre a queste, descrive delle strutture assimilabili alla capriata, come la «falsa capriata», struttura in cui gli elementi superiori sono semplicemente appoggiati ad una trave orizzontale (talvolta impropriamente chiamata catena, ma non soggetta a sforzi di trazione); le capriate apparenti, il cui comportamento strutturale è modificato dalla presenza di appoggi intermedi; le capriate spaziali, che non possono essere considerate come una struttura piana in quanto presentano elementi che fuoriescono dal piano della capriata⁶⁷. Tornando alle due categorie principali, esse hanno alla base due concezioni strutturali differenti; la prima tipologia, a nodo chiuso, si riferisce al sistema statico della trave reticolate. In questa capriata monaco e catena risultano direttamente connessi mediante diversi tipi di incastri, tra i quali il più frequente è il nodo a tenone e mortasa, anche se dal quindicesimo secolo è ricorrente trovare unioni realizzate con staffe metalliche che cingono la catena⁶⁸. È verosimile che questo sia il più antico tipo di capriata, in quanto sembri derivare dalle strutture lignee descritte nel paragrafo precedente, costituite da una

⁶⁷ Laner F., *Discorso sulle capriate*, in *Geocentro*, Anno III, n. 14, marzo-aprile 2011; Barbisan U., Laner F., *Capriate e tetti in legno, Progetto e recupero*, Milano, Franco Angeli, 2000

⁶⁸ Zamperini E., *Capriate e tetti di legno. Evoluzione tecnologica delle strutture lignee di copertura in Italia (1800-1950)*, Pavia, CLU editrice, 2019

grande trave orizzontale sorretta da puntelli sottostanti. Nella capriata a nodo aperto, invece, monaco e catena sono staccati, ma comunque connessi da una staffa metallica, il cui ruolo è quello di impedire lo sbandieramento del monaco al di fuori del piano della capriata; la schema statico di riferimento è quello dell'arco a tre cerniere⁶⁹.

La trattatistica rinascimentale descrive entrambe le soluzioni, sia a nodo aperto che a nodo chiuso, a tal proposito, si nota come il tipo di capriata detta *palladiana* sia in realtà una capriata apparente, in quanto i monaci intermedi sono in una situazione di continuità e poggiano sui muri interni dell'edificio. Palladio stesso, infatti, invitava a non appoggiare le incavallature esclusivamente sulla muratura esterna, dal momento che «quando i muri di mezzo vanno a tor suso le travi, facilmente si accomodano, e mi piace molto, perché marcendosi una testa di qualche legno, non è però la coperta in pericolo»⁷⁰.

La tipologia più ricorrente nei manuali, nonché la più impiegata è la capriata a nodo aperto, soprattutto a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, ovvero dopo che lo schema dell'arco a tre cerniere era stato introdotto dalla meccanica delle costruzioni; senza considerare che la capriata a nodo aperto non richiede la realizzazione di unioni complesse, come quelle tra monaco e

⁶⁹ Laner F., *Discorso sulle capriate*, in *Geocentro*, Anno III, n. 14, marzo-aprile 2011

⁷⁰ Palladio A., *I quattro libri dell'architettura*, Venezia, 1570

Capitolo 6
I solai in legno

catena, da parte di manodopera specializzata. Bisogna inoltre tenere presente che i due tipi di capriata presentano un comportamento differente in caso di cedimento del puntone; nel caso di capriata a nodo chiuso, la catena, venendo gradualmente a mancare la resistenza del nodo tra catena e puntone, si trova ad essere caricata, invece che appesa, tuttavia in questo caso si tratta di un dissesto progressivo. Nella capriata a nodo aperto, in caso di cedimento del puntone, il monaco arriva a toccare la catena, in seguito ad un consistente aumento del carico dei puntoni. Nel primo caso descritto, il dissesto poteva non essere notato fino all'improvviso crollo della struttura, mentre nel secondo, il progressivo abbassamento del monaco evidenziava un dissesto in atto, sollecitando un intervento⁷¹.

⁷¹ in Zamperini E., *Capriate e tetti di legno. Evoluzione tecnologica delle strutture lignee di copertura in Italia (1800-1950)*, Pavia, CLU editrice, 2019, pp. 52-53

6.1 Glossario

Ancoraggio: collegamento tra singole parti di un edificio mediante elementi come *grappe* o CATENTE.

Arco: (dal latino *arcus*). L'arco è “*una struttura portante orizzontale costituita da un solido e un asse curvilineo*” (Perucca E., *Dizionario di ingegneria, Vol. 1*, Torino, UTET, 1968). L'arco si sviluppa generalmente in base al cerchio, o a svariati archi di cerchio, o in base a curve i cui *assi* possono corrispondere al percorso delle forze che viene descritto dalla Statica come *curva delle pressioni*. Nella letteratura, gli archi vengono classificati in base alla *freccia* e alla forma dell'intradosso, detto *sesto*. Nell'arco *a tutto sesto* la curva di intradosso è composta da un semicerchio. Nell'arco *a sesto acuto* l'intradosso è formato da due archi di circonferenza formati da un vertice centrale. Secondo Daniele Donghi, “*prescindendo dagli archi isolati, quali gli archi trionfali, gli archi hanno per ufficio di chiudere superiormente un'apertura, sia essa o non caricata da un peso sopra incombente, tanto nel caso in cui la sua ampiezza sia tale da non poter chiudersi con un architrave rettilineo, quanto nel caso in cui l'arco sia richiesto dal genere di materiali che si hanno a disposizione, dallo stile architettonico della costruzione, o da ragioni economiche, o ancora da ragioni speciali*” (in *Dizionario degli elementi costruttivi*, Torino, UTET, 2001).

Armatura: struttura provvisoria di sostegno durante la costruzione. Anche la struttura portante *primaria* è considerata un'armatura (ORDITURA, CAPRIATA, TELAIO).

Assito: (dal latino *axis*, «asse») piano di tavole di legno impiegato come

IMPALCATO in una costruzione. L'assito può svolgere ruoli di superficie da calpestio o di irrigidimento strutturale nei SOLAI lignei.

Ballatoio: balconata con accentuato sviluppo longitudinale, che svolge funzione di disimpegno e collegamento tra ambienti diversi mediante accessi autonomi, lungo i fronti di un edificio.

Bussola: (da *bosso*, specie legnosa pregiata) elemento decorativo di finitura utilizzato nei solai lignei a doppia orditura. La bussola copre lo spazio vuoto che si forma all'appoggio dei TRAVICELLI sull'estradosso delle TRAVI principali.

Capriata: (da «capra»; *incavallatura*). Struttura portante impiegata fin dall'antichità per la costruzione del TETTO. Tradizionalmente in legno, ma anche metallica, è una TRAVE *reticolare*, costituita da diversi elementi collegati in modo da renderla indeformabile. Ciascuna capriata è schematicamente formata così costituita: due *puntoni* obliqui legati mediante STAFFE a una trave sottostante, detta CATENA. La catena poggia agli estremi alla muratura dell'edificio col tramite di un CUSCINETTO in pietra per la ripartizione della pressione. Si configura in questo modo un triangolo, spesso irrigidito al centro mediante un elemento verticale, il *monaco*; esso è legato con staffe ai puntoni, alla catena e a due elementi obliqui chiamati *contraffissi* o *saette*, a loro volta connessi ai puntoni mediante grappe. Sui puntoni paralleli alle varie capriate corrono gli *arcarecci* orizzontali, connessi dai TRAVICELLI e coperti dall'*assito*, su cui infine si posano gli elementi di copertura esterna. Una capriata asimmetrica è chiamata *cavalletto*. Tra l'orditura e il *mantello* di copertura

possono interporsi strati isolanti o impermeabilizzanti.

Catena: dispositivo per l'ANCORAGGIO in modo resistente alla trazione di elementi, o per assorbire gli sforzi di trazione che si instaurano a causa della SPINTA. Sono catene le *aste* che servono all'incatenatura di travi di legno alla muratura; quelle che collegano i puntoni e gli arcarecci nelle CAPRIATE; i *bolzoni*, uncini visibili all'esterno e spesso artisticamente configurati negli edifici medievali e rinascimentali; i *tiranti*, che assorbono la spinta di archi e volte in muratura.

Centina: ARMATURA in legno (o metallo) impiegata per la costruzione di archi, volte, cupole. Se ne opera il *disarmo* dopo che la *malta* ha fatto presa.

Controsoffitto: elemento di partizione interna privo di ruoli portanti, posto all'intradosso della struttura di orizzontamento. Vedi anche SOFFITTO, TRAVICELLI, INCANNICCIATO.

Copertura: struttura di chiusura superiore di un edificio. È composta da un manto, a sua volta formato da elementi di tenuta e da una sottostante struttura portante.

Cuscinetto: elemento di appoggio che serve a ripartire il carico su una superficie: nelle costruzioni in pietra, è un blocco, in quelle in laterizio, una compagine di alcuni filari di mattoni; in quelle in legno una mensola.

Estradosso: (da *dosso*, «schiena»). Indica la parte superiore di un elemento architettonico e strutturale.

Impalcato: struttura portante che sorregge una struttura secondaria. Solitamente indica una struttura di *orizzontamento* costituita da una doppia ORDITURA.

Incannicciato: generalmente un CONTROSOFFITTO costituito da stuoie di canne intonacate, autoportante, aderente o appeso a strutture ad esso sovrastanti. Questa tipologia di CONTROSOFFITTO può essere piano, curvo, o tale da configurare qualsiasi tipo di struttura voltata. L'incannicciato, infatti, è talvolta identificato con le VOLTE *leggere*, *finte*, o APPESE. È curioso notare come lo stesso elemento assume, in aree geografiche differenti, una denominazione diversa; in Veneto si parlava di «arenelle» o «cannevella». Secondo la tradizione più diffusa, la stuoia era costituita da canne spezzate nel senso della lunghezza, intrecciate e legate con spaghi e *chiodate* alle *centine* di una VOLTA APPESA o all'intradosso di una SOLAIO. Nel caso in cui l'incannicciato rivesta un SOLAIO ligneo, può seguire la superficie di intradosso, rivestendo le TRAVI, oppure correre al di sotto di essa ed eventualmente raccordarsi alle pareti con tratti curvi. L'uso dell'incannicciato ha permesso di costruire VOLTE leggere, che non esercitano alcuna SPINTA sulle murature.

Merlatura: (da *merlare*) parte superiore di uno SPALTO di un castello. La merlatura può essere *guelfa* o *ghibellina*, a seconda della forma dei MERLI a coda di rondine o semplice parallelepipedo.

Merlo: (dal latino medievale *mèrula*, «merlo»). Coronamento discontinuo del parapetto esterno del cammino di ronda, così configurato per

proteggere i difensori dell'edificio militare senza impedire la difesa delle mura. La forma del merlo e il rapporto tra pieni e vuoti cambia in base al luogo e all'epoca. Nell'architettura militare medievale possiamo distinguere due tipologie di merlo: *guelfo* (a forma di parallelepido) e *ghibellino* (a coda di rondine).

Orditura: il reticolo strutturale di un TETTO o di un SOLAIO. Di solito consiste di TRAVI *maestre* (orditura *primaria*) appoggiate (o *dormienti*) lungo un muro, *correntini* o TRAVICELLI, un'estremità dei quali poggia sul muro, l'altra si lega ad un'altra trave (orditura *secondaria* o *piccola*), su cui posa l'*assito* o il pavimento.

Piano nobile: solitamente il primo piano di un edificio quando abbia una funzione di rappresentanza. Generalmente le scale sono poste agli angoli per non interrompere la sequenza degli ambienti, e il soffitto è più alto che negli altri piani.

Putrella: (dal francese *poutrelle, poutre*, «trave»). È un profilato metallico che costituisce una TRAVE rettilinea di sezione costante, chiusa o aperta (IPE o HE).

Puntello: componente costruttivo di sostegno; presenta uno sviluppo lineare, sezione quadrata, circolare o rettangolare. I puntelli in legno hanno un diametro di circa 12-20 cm

Regolo: elemento accessorio dei solai lignei, costituito da listelli di legno con funzione di coprigiunto delle assi dell'IMPALCATO. Presenta una

sezione rettangolare, o sagomata, la cui lunghezza dipende dall'assetto del SOLAIO di legno e dall'interasse delle TRAVI o dei TRAVICELLI. Il regolo funge da coprifilo e finitura, impedendo il passaggio di polvere ai piani inferiori attraverso i giunti delle tavole di legno; un tempo, infatti, il sottofondo per il pavimento era composto da detriti sciolti.

Rinfianco: è la parte di muratura appoggiata all'ESTRADOSSO di un ARCO o di una VOLTA in corrispondenza dei fianchi, per rafforzare la struttura e collaborare alla sua stabilità. Il rinfianco, con il suo peso, introduce nella struttura una componente di carico verticale che fa sì che la sezione sia soggetta ad un'azione di sola *compressione*. Generalmente, il rinfianco è realizzato con la stessa muratura della parete in cui si trovano la volta (o l'arco), tuttavia può anche essere costituito da materiale incoerente sfuso, in alcuni casi legato da malta magra.

Solaio: struttura orizzontale di un edificio. I primi solai furono in legno: TRAVI appoggiate con gli estremi ai piedritti, e su di esse un'ORDITURA secondaria (TRAVICELLI) a sostegno di un *assito*.

Soffitto: (dal latino *suffigere*, «sospendere»). La superficie delimita la parte superiore di un ambiente (PIANO II, PIANO NOBILE) spesso trattata a STUCCO, pittura, affresco, ecc. se non si identifica con la faccia inferiore del SOLAIO ma si sospende ad esso oppure è indipendente (lasciando così un'*intercapedine* d'aria, termicamente isolante) si definisce come *soffittatura*, *controsoffittatura*, o *controsoffitto*. Il tal caso consiste in un'armatura o ORDITURA portante e di un rivestimento. L'armatura può essere costituita da: TRAVI portanti, *cantinelle* in legno coperte da rete metallica o stuoia in

canne (*incannicciatura*) intonacata sui due lati.

Sottotetto: spazio delimitato dalla struttura portante del tetto; spesso illuminato da un **ABBAINO**.

Spalto: (dal longobardo *spald*, «fessura»). Indica il coronamento, caratterizzato dall'alternarsi di pieni e vuoti (chiamati **MERLI**) di un edificio difensivo.

Spinta: in genere, forza orizzontale (per es., del vento). In particolare, la componente *laterale* di una forza corrispondente peso sui piedritti, oppure mediante *spalle*, *contrafforti*, *puntelli*, ecc.; i tiranti o le **CATENE** ad anello costituiscono, di regola, solo un ausilio supplementare.

Telaio: elemento strutturale costituito da *montanti* verticali e *traverse* orizzontali collegati; in acciaio, legno o cemento armato, con nodi resistenti a *flessione*.

Tetto: uno dei tipi fondamentali di **COPERUTRA** degli edifici. È costituito da una o più superfici inclinate, dette **FALDE** o *spioventi*, comprese tra una linea di **COLMO** o di displuvio in sommità e una linea di **GRONDA** inferiormente. Consta di un'armatura strutturale (**ORDITURA**) di solito in legno per luci libere non troppo ampie, in metallo o cemento per luci maggiori; e di un *mantello* di copertura, che offre la necessaria protezione contro gli agenti atmosferici e che può essere realizzato in diverse materie a seconda dei luoghi, delle epoche e delle funzioni. Il tetto a falda unica deriva in fondo dall'orditura orizzontale, quando essa venga inclinata e i

puntoni di sostegno esercitino una SPINTA laterale sulla parete sottostante. Il tetto a doppia falda presenta una *trave di colmo* e diverse altre travi ad essa parallele (*arcarecci* o *terzere*) sulle quali si distende l'orditura secondaria. Il tetto a padiglione si trova negli edifici a pianta centrale, dove i frontoni del tetto a doppia falda risultano a loro volta spioventi. La forma più efficace è il tetto a CAPRIATA.

Trave: struttura *portante*, elemento orizzontale, talvolta obliquo del TRILITE: sottoposta a carico verticale, è soggetta a *flessione* ed esercita *compressione* sugli appoggi, e non produce alcuna spinta. Può essere in legno (come nella CAPRIATA), in ferro, in pietra (ARCHITRAVE), o in cemento armato.

Travicelli: membrature dell'ORDITURA *secondaria* di un SOLAIO,

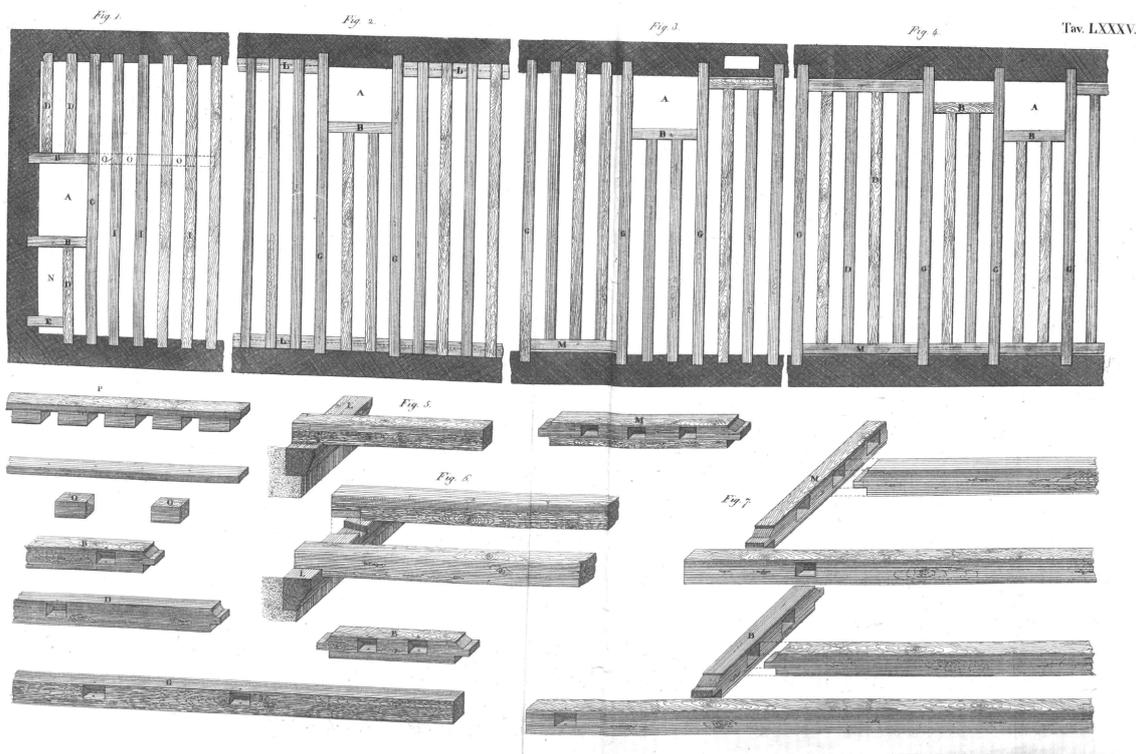


Fig. 28:

Rondelet G., *Trattato teorico pratico dell'arte di edificare*, Mantova, 1831, Tav. LXXXV

disposte parallele in modo da poter accogliere il pavimento soprastante. La parte inferiore può costituire il soffitto dell'ambiente sottostante o sorreggere un *controsoffitto*, appeso o inchiodato ai travicelli. Se le dimensioni sono notevoli, appoggiano su *travetti* sottostanti, a loro volta connessi perpendicolarmente all'orditura principale (CAPRIATA).

Trilite: (dal greco «a tre pietre», sistema trilitico o *architravato*). Sistema strutturale nel quale un elemento orizzontale (ARCHITRAVE) scarica gli sforzi su elementi verticali (PIEDRITTI); si contrappone al sistema costruttivo ad arco perché la TRAVE esclude ogni SPINTA laterale e si limita a poggiare sui sostegni.

Volta: (da *volvere*, «volgere, girare»). È una struttura di COPERTURA, solitamente caratterizzata da una concavità interna. La volta è generata dalla traslazione di un arco lungo un asse longitudinale, o dalla sua rotazione attorno al suo asse verticale. La volta *a botte* presenta caratteristiche strutturali analoghe all'ARCO, da cui deriva; geometricamente, è originata dalla traslazione di un ARCO lungo un asse rettilineo. Talvolta, è possibile trovare volte *a botte* con *testate di padiglione*, ovvero i lati corti della volta sono chiusi da due fusi con appoggio continuo. È stata impiegata tradizionalmente per coprire vasti ambienti con pianta rettangolare; si trova frequentemente nell'architettura Settecentesca e Ottocentesca.

Volta finta o appesa: struttura non portante che può la forma di una volta qualsiasi. È realizzata con materiali leggeri, quali legno, canne (INCANNICCIATO), intonaco, ecc. La volta appesa è parzialmente autoportante.

6.2 Introduzione

«I soffittati ancor essi diversamente si fanno: perciocché molti si diletta d'haverli di travi belle, e ben lavorate; ove bisogna avvertire che queste travi deon essere distanti una dall'altra, una grossezza, e meza di trave: perché così riescono i solari belli all'occhio, e vi resta tanto di muro fra le teste delle travi, che è atto a sostenere quello di sopra».

A. Palladio, 1570

Il solaio è un sistema strutturale che, oltre a dividere orizzontalmente lo spazio, è in grado di sopportare gli sforzi dovuti dai carichi permanenti e accidentali. La tradizione costruttiva italiana comprende un diffuso impiego del legno per quanto riguarda la costruzione di solai e coperture. Generalmente, gli impalcati lignei sono composti principalmente da travi e travetti appoggiati ai muri perimetrale e a quelli interni; la disposizione degli elementi portanti del solaio può essere varia, come vario è l'ancoraggio della struttura alla muratura. In questo modo si delinea un sistema articolato e complesso, al punto che in uno stesso edificio è possibile trovare impalcati lignei diversi. Di norma, i solai coprono luci inferiori a 5 metri; tuttavia, negli edifici nobili e monumentali si trovano luci maggiori, spesso superiori ai 6 metri.

6.3 Tipologie e tecniche costruttive

I solai lignei sono sistemi costruttivi formati da una struttura discontinua; su travi e travetti, che costituiscono l'ossatura del solaio, grava una superficie piana continua, non necessariamente realizzata in legno. L'orditura di travi e travetti, che può essere più o meno complessa, deve sostenere i carichi trasmettendoli alle murature su cui poggia; sull'orditura poggia l'assito, un piano di tavole di legno utilizzato come impalcato. L'assito può svolgere ruoli di superficie da calpestio o di irrigidimento strutturale, andando a riempire quei vuoti formati tra gli elementi dell'orditura, inoltre sostiene i carichi che gravano sull'impalcato, trasmettendoli all'orditura. Sebbene nei solai più rustici, o nei sottotetti, il piano di calpestio corrisponda all'assito, è più frequente che ad esso siano sovrapposti altri strati che compongono la pavimentazione. In alcuni casi la pavimentazione viene posata al di sopra di uno strato detto massetto che, oltre a costituire la base per la messa in opera del pavimento, riduce le vibrazioni e la trasmissione dei rumori. All'intradosso del solaio è possibile trovare diversi sistemi di finitura, come controsoffitti o, nel caso di travi a vista, bussole e regoli coprifilo.

I materiali e tipologie costruttive adottate influenzano fortemente il tipo di connessione tra solaio e strutture di elevazione. Nel caso di solai di legno ed edifici in muratura portante, le travi principali dovrebbero appoggiarsi sulla

muratura per circa 25-30 centimetri, mentre per i travetti che compongono l'orditura secondaria sono sufficienti 15 centimetri. Spesso la connessione con la muratura è risolta tramite elementi di ripartizione in pietra o legno, che contribuiscono a proteggere le travi dall'umidità presente nelle murature. Talvolta, le travi venivano ancorate alla muratura con elementi metallici per evitarne lo sfilamento, oppure potevano poggiare su mensole in pietra o in muratura che si trovavano lungo il perimetro dell'ambiente da coprire.

Negli edifici del passato, come già detto, è possibile trovare diverse configurazioni di solaio, riconducibili a tre concetti strutturali:

- solaio a singola orditura;
- solaio a doppia orditura;
- solai bidirezionali.

solai a singola orditura

I solai ad orditura singola sono composti da una serie di travi parallele, con interasse di circa 30-50 centimetri, normalmente disposto lungo la luce minore dell'ambiente, che di solito non era maggiore di 4 metri. I solai a singola orditura erano molto semplici da realizzare, considerato che non era previsto l'impiego di travi di grandi dimensioni, ma semplicemente di travetti. In genere, i travetti avevano sezione rettangolare, meno deformabile della sezione quadrata; durante il Rinascimento il rettangolo era costruito in funzione dei cateti del triangolo

rettangolo pitagorico, dove il rapporto $3/4 = 0,75$ definiva la base e l'altezza della trave. Tale rapporto è stato ottimizzato dal francese Parent (1666-1716), che definì il rapporto base/altezza ideale, pari a $0,7^{72}$.

La semplicità di realizzazione di questo tipo di solaio, si scontra però con l'inconveniente di scaricare gli sforzi solo su due dei quattro muri che delimitano l'ambiente.

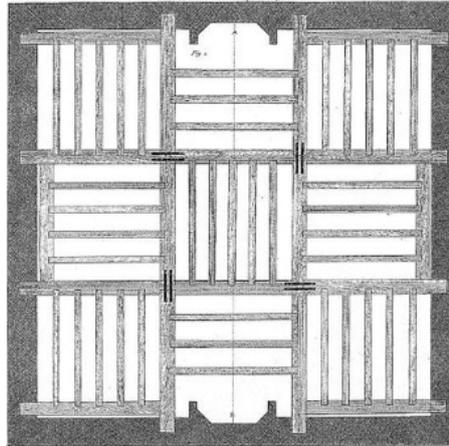
solai a doppia orditura

Il solaio a doppia orditura veniva impiegato per la copertura di ambienti con luci superiori ai 4 metri; l'orditura principale era costituita da travi grandi «maestre», talvolta dette anche «rompitratta», disposte secondo la direzione di luce minore, ad una distanza compresa fra i 2 e i 4 metri. L'orditura secondaria è composta da elementi di dimensione minore, detti travetti o travicelli, posti in senso ortogonale alle travi principali. Il vantaggio di avere travi in entrambe le direzioni sta nel ripartire i carichi su tutti i muri, nonostante questo comporti un'elevata concentrazione degli sforzi in corrispondenza degli appoggi delle travi

Il numero e la posizione delle aperture presenti condizionava a sua volta il numero delle travi principali, così da evitare di

⁷² Per ulteriori approfondimenti si veda: Barbisan U., Laner F., *I solai in legno. Soluzioni tradizionali, elementi innovativi, esempi di dimensionamento*, Milano, Franco Angeli, 1995, pp.16-17

Fig. 29:
solaio con quattro travi principali
che coprono due terzi della luce,
ogni trave poggia su un muro e
sulla mezzeria di un'altra delle
travi adiacenti (Rondelet G.,
*Trattato teorico pratico dell'arte di
edificare*, Mantova, 1831)



trovarsi nella situazione in cui la trave principale cade proprio sopra l'architrave di porte o finestre. L'interasse delle travi è generalmente compreso tra i 2 e i 3 metri.

Le travi principali suddividono il solaio in più campate; i travetti si sviluppavano su una o al massimo due campate. Se un solaio presenta una coppia di travi principali e tre campate di travetti, è frequente la loro disposizione a giunti alternati; vale a dire che una coppia di travetti presenta il giunto su una trave, mentre il giunto della coppia successiva si trova sull'altra. In questo modo l'orditura ha una resistenza maggiore, infatti nel caso in cui si verifici una lesione di una delle due travi, l'altra sostiene in parte il suo carico. Nelle campate adiacenti, i travetti possono essere posti in opera con le teste affiancate oppure allineati. Quest'ultima soluzione risulta essere più regolare, e di conseguenza la più utilizzata quando era richiesta una maggiore qualità estetica. La disposizione dei travetti con le teste affiancate era impiegata più raramente, nonostante aumentasse la superficie dell'appoggio sulla trave; questo assetto veniva scelto nel caso di travi irregolari (tronchi scortecciati o squadrati grossolanamente).

Travi e travetti sovrapposti comportano solai di spessori significativi, spesso problematici negli ambienti bassi o laddove era previsto un controsoffitto piano, posto all'intradosso delle travi. Per ovviare a questo ostacolo, sono state messe a punto diverse soluzioni per sostenere i travetti, così da ridurre lo

spessore totale del solaio; è possibile trovare solai in cui travi e travetti sono ancorati tra loro tramite un incastro realizzato sul filo superiore della trave principale, con conseguente riduzione della sezione resistente. Esistono anche travetti che poggiano su mensole fissate sulle facce verticali delle travi, in corrispondenza del filo inferiore o in posizione intermedia, gli elementi sono ancorati tra loro mediante chiodatura e fasciatura metallica.

solai bidirezionali

La configurazione di solaio con travi non parallele rappresenta porta con se due grande novità: in primo luogo è costruita con elementi di orditura di lunghezza minore rispetto alla luce coperta dal solaio; in secondo luogo, questa soluzione, oltre a distribuire uniformemente i carichi su tutti e quattro i lati, presenta un ridotto momento flettente e conseguente riduzione della freccia di abbassamento.

Questo sistema costruttivo veniva impiegato già in epoca medievale, come testimoniano i disegni presenti nel taccuino di Villard de Honnecourt (XIII secolo), sebbene sia difficile stabilire quale fosse la diffusione effettiva di tale soluzione. I solai bidirezionali vengono comunemente chiamati *alla Serlio*, in quanto fu proprio Sebastiano Serio (1475 - 1554) a proporre una soluzione di solaio analoga a quella rappresentata da Villard.

La difficoltà principale di questo tipo di solaio risiedeva nelle connessioni tra le travi, spesso risolte attraverso originali incastri, chiodature oppure mediante l'uso di perni in legno; l'esecuzione più o meno brillante del nodo condiziona il funzionamento del solaio.

È possibile distinguere due diversi tipi di solaio realizzato con travi più corte della luce da coprire:

- il primo è lo stesso descritto da Villard e Serlio, in cui le travi sono parallele ai lati dell'ambiente e dall'incrocio delle travi più corte nasce un graticcio in cui ogni trave principale sostiene in un punto intermedio un'altra trave, allo stesso tempo questa stessa trave è sostenuta in un estremo da un'altra trave principale.
- Nel secondo caso, un primo ordine travi è disposto in senso diagonale rispetto alle pareti del vano, mentre le travi del secondo ordine corrono parallele alla muratura perimetrale, definendo un riquadro minore della pianta originaria. Avendo ottenuto un riquadro di dimensioni minori si può procedere alla coperture tramite solaio ordinario, oppure ripetere l'operazione e tagliare nuovamente i quattro angoli con travi diagonali, fino ad ottenere un riquadro di dimensioni accettabili per

realizzare un solaio a semplice orditura⁷³.

6.4 Dettagli delle orditure

Le tipologie finora descritte si scontrano però con la realtà del cantiere, dove spesso ci si ritrova a fronteggiare situazioni impreviste, come la presenza di grandi aperture o di canne fumarie. Nonostante i trattati, in particolare nell'Ottocento, descrivessero soluzioni anche molto complesse a problemi di questo genere, è difficile riscontrare nella pratica l'effettiva applicazione di tali schemi.

Tra le soluzioni più adottate, in particolare quando in presenza di canna fumaria il travetto non può appoggiarsi nel muro portante, vi è la tecnica del bilancino, che prevedeva di far sostenere il travetto in questione da un altro elemento ad esso ortogonale - il bilancino - che era sostenuto a sua volta dai due travetti adiacenti a quello interrotto.

Un altro punto critico, come già detto, è rappresentato dall'appoggio delle travi maestre sulla muratura. Nell'appoggio, infatti, confluiscono tutti gli sforzi sopportati dal solaio ed è possibile che si generino delle fessure, causate dalle sollecitazioni a taglio.

⁷³ Zamperini E., *Solai a struttura lignea. Dalla conoscenza all'intervento di conservazione e recupero. Parte prima: le tecniche costruttive storiche*, Dicembre 2016

Come descritto nel capitolo precedente (Cap. 5.3), per migliorare la distribuzione dei carichi della trave sul muro, ma anche per rinforzare la muratura stessa, venivano utilizzati elementi di ripartizione in pietra o legno, la cui funzione era anche di proteggere le travi dall'umidità presente nelle murature. L'inserimento di tavole di legno aveva inoltre il vantaggio di segnalare attacchi fungini in atto, così da permettere un tempestivo intervento di sostituzione della tavola, prima che le muffe intaccassero la trave, compromettendone la funzione. Un altro espediente che consentiva la prevenzione del degrado delle teste delle travi prevedeva di lasciare uno spazio libero ai lati della trave, oppure di far proseguire la trave fino alla faccia esterna del muro, così che la circolazione dell'aria favorisse l'evaporazione dell'umidità.

Un altro aspetto interessante è rappresentato dall'impiego di mensole, con l'intento di migliorare l'appoggio delle travi. Normalmente, per la realizzazione delle mensole, venivano utilizzati pezzi di scarto, derivati dal taglio di travi di lunghezza eccessiva, rivelandosi quindi una soluzione particolarmente economica. Oltre a ridurre la profondità dell'appoggio delle travi, anche le mensole avevano la funzione di «elemento di sacrificio», in quanto era il primo elemento a degradarsi in presenza di umidità elevata, inoltre, come nel caso delle tavole, la sostituzione di questo elemento era molto semplice e poteva avvenire senza danneggiare la trave. L'ancoraggio della trave alla mensola era garantito da due grossi chiodi inseriti

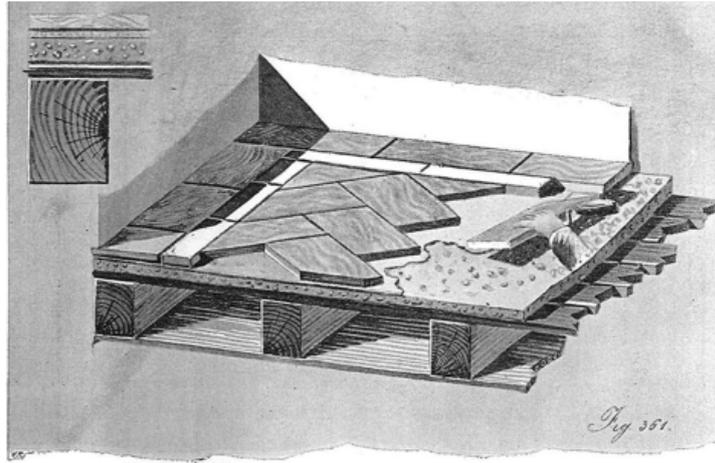
in prossimità della punta della mensola, anche se è frequente trovare travi semplicemente appoggiate.

Le travi non hanno il solo compito di sorreggere il solaio, ma anche quello di connettere le murature, garantendo il comportamento scatolare dell'edificio. Tale consapevolezza deriva dall'osservazione empirica del comportamento delle pareti in presenza di sollecitazioni orizzontali o dai cedimenti delle fondazioni che causavano il *fuori piombo* delle murature. Il solaio, quindi, acquisì anche la funzione di collegamento tra le pareti, sia come puntone, nel caso di cedimenti verso l'interno dell'edificio, sia come tirante, nel caso di divaricamento delle murature. Leon Battista Alberti e Leonardo da Vinci furono tra i primi ad accorgersi di questo comportamento, come riporta Leonardo: «ogni trave vole passare i sua muri e essere ferma di là da essi muri con soffitiente catene, perché spesso si vede per terremoti le travi uscire de' muri e rovinare poi i muri e solari; dove sono incatenate terranno i muri insieme fermi e muri fermano i solai»⁷⁴.

Sebbene la presenza di travi-tiranti riesca legare tra loro le pareti dell'edificio, esse non sono tuttavia in grado di resistere allo sfilamento in caso di terremoto le cui scosse si propagano in senso verticale, provocando sollecitazioni sussultorie. Era ormai consuetudine che le teste delle travi uscissero dalle murature, come descritto poc'anzi, tuttavia Leonardo è il

⁷⁴ Richter J.P., *The literary works of Leonardo da Vinci*, Londra, 1883, p. 99

Fig. 30:
Stratigrafia di un solaio ligneo
con pavimentazione di piastrelle di
cotto (da Formenti, 1893). Sopra
il tavolato è posto il massetto di
battuto di detriti e sopra di esso
la malta di allettamento delle
piastrelle.



primo ad associare consapevolmente questa pratica ai vantaggi in caso di sisma. Simili soluzioni costruttive vengono adottate per contrastare le sollecitazioni provocate dai terremoti almeno fino all'introduzione di tiranti e staffe metalliche. Le staffe venivano inserite tra la muratura e il solaio in fase di costruzione, mentre i tiranti metallici potevano essere aggiunti in un momento successivo, in caso di cedimenti delle murature dovuti a qualsiasi motivo.

Per tutto l'Ottocento, nei manuali vengono ampiamente descritte numerose soluzioni per l'ancoraggio di murature e solaio, sia per garantire il comportamento scatolare dell'edificio, sia per un'azione antisismica; tuttavia, la manualistica non fece altro che definire una serie di interventi già ampiamente sperimentati empiricamente.

6.5 Schema statico

Generalmente, travi principali e travetti vengono considerati in semplice appoggio alle estremità, dal momento che il vincolo a incastro nelle murature è incerto. Inoltre, il ritiro del legno consente la rotazione delle teste delle travi. Nel caso di solai a doppia orditura, i travetti risultano semplicemente appoggiati sopra le travi.

È opportuno notare che negli edifici storici in avanzato stato di degrado, il solaio non è più in grado di legare tra loro le murature, adempiendo al suo dovere di controventamento

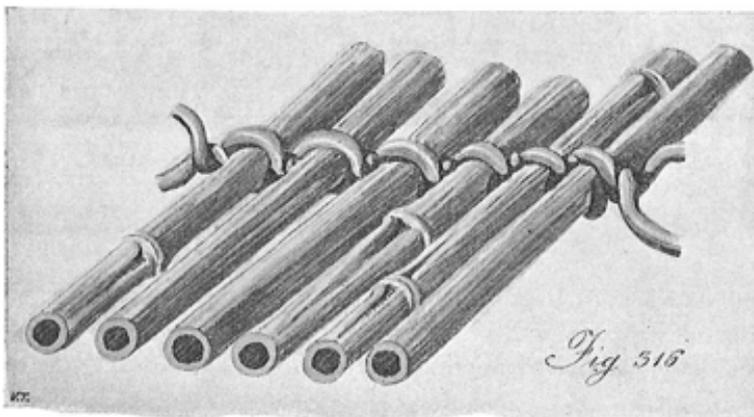


Fig. 31:
Stuoia di canne parallele
legate con giunco flessibile
del tipo prodotto a Ostiglia
(da Formenti 1893).

orizzontale, e viene quindi considerato come elemento portato dalle murature.

6.6 Assito e massetto

L'impalcato, chiamato anche assito, definisce una superficie continua piana posta al di sopra di travi e travetti, colmando i vuoti che si formano tra gli elementi dell'orditura. Le tecniche costruttive e i materiali utilizzati per la realizzazione dell'impalcato definiscono l'aspetto finale del solaio, sia da un punto di vista estetico, sia a livello di carichi agenti e di stabilità.

È molto frequente trovare impalcato realizzati con tavole di legno; questa scelta porta con sé diversi vantaggi oltre a quelli intrinseci del materiale, come l'elevata resistenza. L'utilizzo del legno, infatti, permette una ripartizione più omogenea dei carichi, inoltre la connessione tra tavolato ligneo e travi risulta di semplice realizzazione. I due elementi venivano assicurati mediante chiodatura, anche in questo caso i giunti delle tavole venivano alternati, come accadeva per i travetti (Cap. 5.3), contribuendo ad irrigidire l'intero solaio.

Il massetto era uno strato posto al di sopra dell'impalcato, che fungeva da base regolare per la posa del pavimento, di spessore compreso tra i 3 e i 4 centimetri, ma poteva raggiungere in alcuni casi anche gli 8 centimetri. Oltre a ciò, il massetto aumentava la massa del solaio, aumentandone di conseguenza la

rigidezza. I solai lignei, infatti, hanno la caratteristica di essere molto flessibili e risultano avere un peso molto ridotto rispetto ad altre soluzioni, questa caratteristica permette un'elevata propagazione delle vibrazioni da calpestio e di conseguenza del rumore: aumentando la massa del solaio, aumenta pertanto la quantità di energia necessaria a far vibrare il solaio.

Nella maggior dei casi, il massetto era formato da uno strato di materiali sciolti (in genere ghiaia o frammenti di laterizio) battuti o in qualche caso legati da una soluzione di calce e acqua, al di sopra del quale veniva posto un secondo strato di calce e sabbia che costituiva la base della pavimentazione.

6.7 Finiture intradossali

Una volta terminata la costruzione della struttura, il solaio poteva essere completato con alcuni elementi che, oltre a migliorarne l'aspetto, ponevano rimedio ad una serie di inconvenienti.

I solai con impalcato di legno poteva capitare che dalle fessure che sussistevano tra le tavole cadessero dei detriti del massetto. Per ovviare a ciò, in corrispondenza delle congiunzioni tra le tavole venivano sistemati dei regoli coprifilo che, nascondendo le fessure, impedivano la caduta della polvere. I regoli erano assicurati al solaio mediante appositi intagli che ne consentivano l'incastro.

Per chiudere lo spazio che si genera fra le travi maestre e

l'intradosso del solaio, sede di polvere e ragnatele, esistevano numerose soluzioni, ma le più diffuse erano principalmente due.

La prima consisteva nel riempire questo spazio con materiali lapidei sciolti, pezzi di calcinaccio o mattone, legati con calce e coperti, infine, con uno strato di intonaco; di frequente, in questo caso, per uniformarla alla parte soprastante, veniva dipinta anche la trave, questo trattamento portava con sé il vantaggio di proteggere la trave da attacchi di insetti xilofagi.

La seconda tecnica prevedeva la chiusura con tavole di legno, che potevano essere verticali e inchiodate alle facce laterali della trave, oppure con le bussole, tavole inclinate che venivano poste tra un travetto e l'altro.

Spesso, il solaio ligneo veniva nascosto attraverso una struttura leggera realizzata al suo intradosso. Sebbene questa soluzione fosse applicata nella maggior parte dei casi a solai di nuova costruzione, è possibile che venisse impiegata per solai esistenti e non più rispondenti al gusto estetico dell'epoca o alla spazialità dell'ambiente. I controsoffitti potevano essere piani, arcuati o in alcuni casi potevano costituire una falsa volta, in molti casi i controsoffitti piani si raccordano alle pareti mediante una curva; i materiali impiegati per la realizzazione erano molti, dal legno intonacato (utilizzato in tavole o listelli), a stuoie di canne, o in periodi più recenti, tavelline di laterizio

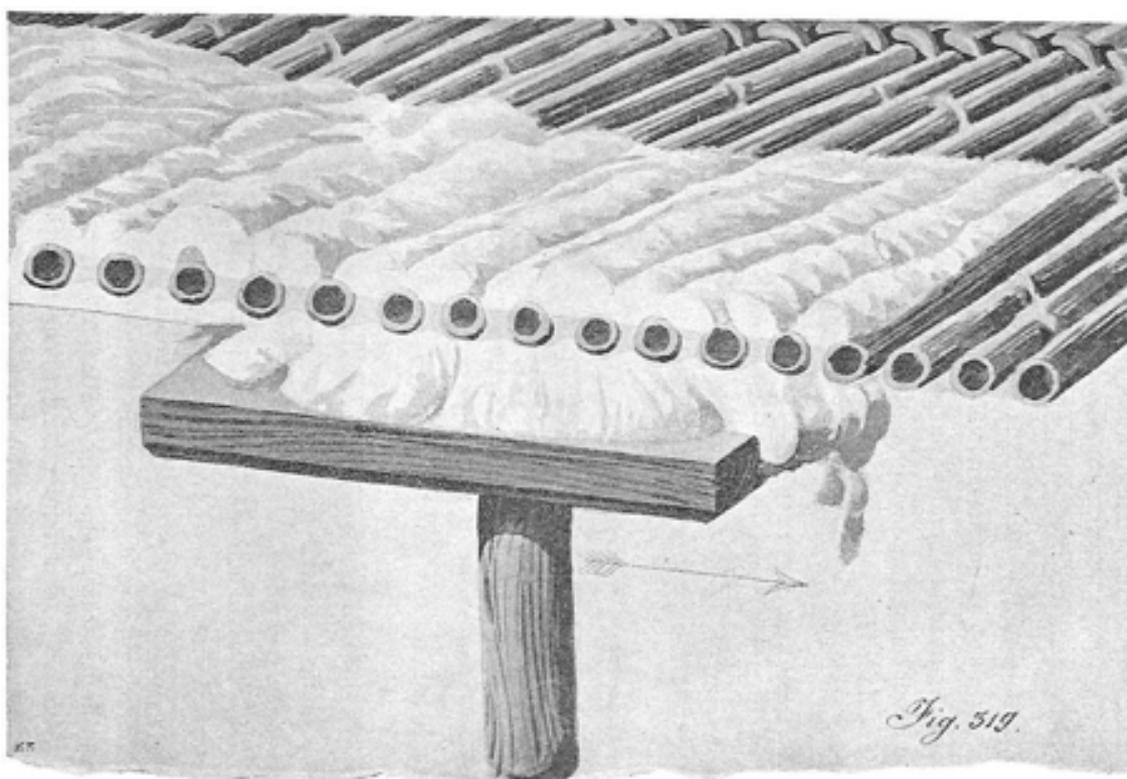


Fig. 32:

Stesura dell'intonaco all'intradosso di una stuoia di canne parallele con l'uso dello sparviere per premere la malta e farla fuoriuscire superiormente (da Formenti 1893).

Capitolo 7

Patrimonio culturale, restauro e manutenzione

intonacate⁷⁵.

Il controsoffitto di canne viene chiamato «incannicciato»; le stuoie venivano distese e fissate sui travetti, formando una superficie sulla quale era steso un rinzaffo di malta grossolana, solitamente veniva usata una malta di gesso o calce piuttosto liquida, così da penetrare tra le canne. Il secondo strato era costituito da una malta più fine, stesa dopo che il primo strato si era indurito, creando la superficie ideale per la stesura dello strato di finitura: l'aggrappo. Questa soluzione, tuttavia, può subire danni irreversibili a causa dell'umidità, che può far marcire le canne.

⁷⁵ Zamperini E., *Solai a struttura lignea. Dalla conoscenza all'intervento di conservazione e recupero. Parte prima: le tecniche costruttive storiche*, Dicembre 2016, p.34

7.1 Restauro e manutenzione del patrimonio culturale: note storiche

Sebbene l'idea di tutela di oggetti di interesse pubblico fosse presente in forma "embrionale" già nell'antichità, il termine e l'attuale significato dell'espressione "bene culturale" sono relativamente recenti, poiché si sono sviluppati a partire dagli apporti delle discipline antropologiche ed etnologiche e dal dibattito che ha interessato il mondo scientifico internazionale intorno alla metà del Ventesimo secolo, sulla base della cultura del patrimonio e della conservazione che si era andata progressivamente ad affermare in Europa dopo la Rivoluzione francese⁷⁶.

In epoca romana esisteva una sorta di primitiva idea di tutela degli oggetti di interesse pubblico e culturale; in particolare, con Giulio Cesare si sviluppò una crescente *sensibilità* artistica verso oggetti che avevano significato celebrativo: le «opere d'arte» provenienti da paesi sconfitti erano, infatti, la testimonianza tangibile della vittoria e, per tali ragioni, venivano esposte all'interno dei templi e nei luoghi pubblici, per poi essere inserite in registri pubblici, diventando così proprietà inalienabile del popolo romano⁷⁷.

⁷⁶ Settis S. 2012, Paesaggio Costituzione cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile, Einaudi, Torino, p. 137.

⁷⁷ Basile A., Dalla "cosa" al "bene culturale", tesina per il Corso di formazione e riqualificazione personale Area C, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 3.

Per la storia del restauro sono significativi alcuni fatti che si sono verificati tra XV e XVII secolo, sebbene non si possano ascrivere all'attuale concetto di restauro. Tra questi, importante è la bolla *Etsi De Cunctarum* (1425) emessa da papa Martino V (pontificato 1417-1431) in cui si condanna l'offesa dei monumenti antichi pubblici, civili o religiosi, vengono stabiliti i criteri di restauro e di ricostruzione degli edifici, si richiese la chiusura di costruzioni che ostruivano i monumenti dell'antichità, nonché si proibisce ogni prelievo di marmi dai ruderi⁷⁸. La bolla papale istituì anche la figura dei *Maestri delle strade* a garantire il controllo del decoro artistico di Roma, dando così inizio ad una cultura di sensibilizzazione per il recupero e il restauro degli edifici, considerando tuttavia solamente i monumenti emergenti, ed in particolare relativi alla Roma antica.

A seguire, vi furono altri eventi normativi atti alla tutela. Nel 1462 la bolla *Cum Almam Nostram Urbem* di papa Pio II prevedeva la scomunica, il carcere e la confisca dei beni di tutti coloro i quali demolivano o danneggiavano gli antichi edifici pubblici o i loro resti; nel 1474 la bolla *Cum provvida Sanctorum Patrum decreta* di Papa Sisto IV vietò la spoliazione dei marmi e degli antichi ornamenti delle chiese e delle basiliche e la vendita delle opere d'arte sacra contenute negli edifici di culto per cercare di porre fine ai saccheggi delle opere del mondo classico, modello estetico di riferimento.

⁷⁸ Settis S., *Paesaggio Costituzione cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Einaudi, Torino, 2012, p. 92-93.

Questi primi atti legislativi sui beni culturali non possono essere ancora identificati come veri e propri provvedimenti di tutela, tuttavia, per le novità introdotte, anticipano le tematiche principali della futura normativa sulla salvaguardia del patrimonio artistico e architettonico.

Nel 1515 Leone X nominò Raffaello come “Ispettore generale delle Belle Arti”, una carica che si può considerare antesignana a quella odierna di Soprintendente. In particolare, l’Ispettore generale si impegnava nell’attività di controllo dei lavori di scavo, nella custodia e nella vigilanza dei reperti rinvenuti a Roma. Questo indirizzo proseguì; sotto il pontificato di Paolo III viene istituito il “Commissariato alle antichità” (1534), con il compito di vigilare su tutti i monumenti di Roma, preservandoli da manomissioni, demolizioni o alienazioni, inoltre alcuni beni privati sono sottoposti a vincolo (carica che nel 1547 fu affidata a Michelangelo Buonarroti).

Questa politica di tutela per i beni del periodo classico romano proseguì nel Seicento e nel Settecento. Pur non entrando nel merito dei vari provvedimenti papali, si ricordano gli editti di Clemente XI *De proibizione sopra l’extrazione di statue di marmo o metallo, figure, antichità e simili* (1701) e *Sopra le pitture, stucchi, mosaici ed altre antichità, che si trovano nelle cave, iscrizioni antiche, scritture e libri manoscritti* (1704), voluti dal Cardinale Giorgio Spinola, con cui il principio della conservazione artistica acquisisce una connotazione di interesse pubblico.

In Italia, nonostante la suddivisione territoriale, erano diffuse, e con caratteristiche simili, delle norme a tutela dei beni

artistici (1517-1860)⁷⁹, si ricorda il caso esemplificativo del *Museum Florentinum* (1731-63), una raccolta di dodici volumi dove erano pubblicate le collezioni granducali, con l'intenzione di contrastare attraverso la catalogazione dei beni medicei, la loro dispersione.

Nonostante questo background storico, l'espressione «bene culturale» è piuttosto recente e deriva dagli apporti dati dalle discipline antropologiche ed etnologiche e al dibattito che ha interessato il mondo scientifico internazionale intorno alla metà del Ventesimo secolo, a partire dalla base culturale del patrimonio e della conservazione che gradualmente iniziò a svilupparsi in Europa dopo la Rivoluzione Francese. Nelle epoche passate, infatti, pur essendoci una chiara volontà di tutela dei beni considerati di valore storico e artistico, non esisteva una terminologia specifica che definiva gli oggetti da proteggere e conservare. Lo studio degli edifici antichi era associato alle belle arti, espressione introdotta da Giorgio Vasari (1511-1574) e che corrispondeva «all'ideale di bellezza oggettiva del Rinascimento e di tutte le scuole a tendenza classicheggiante o accademica»⁸⁰, ovvero un termine che indica ogni forma d'arte sviluppata principalmente con scopi estetici. Leon Battista Alberti parla della *pietas* provocata dallo «spettacolo delle rovine del passato», «[...] di opere dell'antichità

⁷⁹ Settis S. 2012, Paesaggio Costituzione cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile, Einaudi, Torino, p. 92-93.

⁸⁰ Enciclopedia Pomba, Torino, Utet, 1962, vol 1

[...] da cui, come da insigni maestri, molto si può apprendere; e con grave sconforto ho notato che di giorno in giorno vanno in rovina»⁸¹. Gli oggetti da tutelare erano «le numerose ed insigni fatiche degli autori [di trattati sull'architettura]», ovvero «i criteri già largamente sperimentati nelle opere migliori»⁸². Quasi un secolo dopo, Sebastiano Serlio si riferisce alle rovine classiche come testimonianze «della bella maniera degli antichi, sistema formale le cui regole divengono oggetto di insegnamento»⁸³.

Nella Roma dell'Umanesimo e del Rinascimento, l'interesse per le cose antiche incoraggiava nello studio e nell'individuazione di nuovi metodi volti ad approfondirne la conoscenza. Si pensi che nel 1500 Donato Bramante misurò il numero degli edifici presenti a Roma, a Napoli e ovunque sapesse che «fossero cose antiche». Tuttavia, spesso gli insegnamenti appresi dallo studio delle opere antiche rimanevano soltanto delle citazioni in opere «moderne».

Il concetto di patrimonio culturale, così come lo intendiamo oggi, si è sviluppato a partire dalla crescente attenzione per la tutela delle opere antiche, dovuta ad un «ritrovato interesse per lo studio dei classici e l'elevazione dell'archeologia a scienza» a partire dal XVII secolo. A partire dal XVIII secolo concezione si storia cambia; la nascita di una diversa concezione della

⁸¹ Dal *De re aedificatoria* di Leon Battista Alberti (1450 circa) in Pirazolli 1994, pp. 67-68.

⁸² Ivi.

⁸³ Ivi p. 82

storia, che ritiene che «Non si può scrivere di storia se lo storico non raggiunge una qualche sorta di contatto con la mentalità di coloro di cui sta scrivendo»⁸⁴ consentì di osservare i fatti e le testimonianze del passato con più oggettività, cercando di inserirle nel contesto sociologico, culturale e tecnologico che li ha generati grazie alla «capacità [dello storico] di sollevarsi al di sopra della visione limitata propria della sua situazione storico-sociale»⁸⁵. Questo nuovo approccio alla storia e alle sue testimonianze materiali iniziò a cambiare il modo di operare sugli edifici storici, inizialmente il nuovo atteggiamento fu applicato solo agli edifici più rilevanti e limitatamente a quelli appartenenti alla classicità greca e romana, successivamente e progressivamente l'interesse fu esteso anche agli altri periodi storici.

I principi del conservazionismo derivano dalle convinzioni di Camillo Boito, tra i primi a opporsi alle manipolazioni sui manufatti antichi, prediligendo invece la loro conservazione, distaccandosi dal pensiero promosso da John Ruskin. Ruskin, infatti, riteneva che il restauro fosse la «peggiore distruzione» delle architetture, nient'altro che una menzogna, che annulla la memoria dei monumenti: sostiene che il monumento vive una perenne trasformazione e, quando la sua conservazione

⁸⁴ Carr, Edward H. *Sei lezioni sulla storia*. Torino: Einaudi, 2000. Traduzione di: *What is history*. Londra: Macmillan & Co., 1961, p. 30

⁸⁵ Ivi p. 132

non è più possibile, bisogna accettare che l'edificio diventi rovina, senza alterare la sua bellezza originaria. Ma «quali sono dunque le pretese della storia rispetto alle esigenze dell'arte»⁸⁶? Secondo Boito è necessario valutare «la bellezza rispetto alla vecchiaia» e viceversa, valutando scrupolosamente tutti gli elementi; in questo modo il restauratore può intervenire sul monumento in maniera adeguata al suo valore, considerandolo sempre come un documento che testimonia il passato, perciò gli interventi sull'edificio devono essere volti in primo luogo al suo mantenimento. I conservazionisti pongono l'attenzione sulla *natura materiale* dei monumenti e, di conseguenza, considerano imprescindibile la conservazione fisica delle componenti murarie e il consolidamento delle strutture in genere; essi svalutano i valori estetici, esaltando invece il valore storico, di testimone del passato, del monumento.

In Italia dopo l'Unità, la prima disposizione legislativa organica fu la L. 185/1902, intitolata *per la conservazione dei monumenti ed oggetti d'antichità e d'arte*. L'introduzione di questa legge porta ad intendere la tutela dei beni in modo più ampio, in particolare, l'oggetto della tutela non è più il generico monumento, bensì sono «[...] le cose immobili e mobili che abbiano interesse storico, archeologico, paleontologico o artistico [...]».

Il termine “monumento”¹⁴ era già stato utilizzato anche nel documento che rappresenta il voto conclusivo del 3° Congresso

⁸⁶ Boito C., *I nostri vecchi monumenti. Conservare o restaurare?*, in “Nuova Antologia”, 1 giugno 1886, pp. 497-499

degli Ingegneri e Architetti Italiani nel 1883, redatto da Camillo Boito¹⁵. Il documento riporta che: i monumenti architettonici del passato, non solo valgono allo studio dell'architettura, ma servono, quali documenti essenziali, a chiarire e ad illustrare in tutte le sue parti la storia di vari tempi e dei vari popoli, e perciò vanno rispettati con scrupolo religioso, appunto come documenti, in cui una modificazione anche lieve, la quale possa sembrare opera originaria, trae inganno e conduce via via a deduzioni sbagliate. Questa prescrizione sottolineava l'importanza testimoniale storica dei beni definiti con il termine monumenti.

La L. 185/1902 fu integrata e perfezionata dalla L. 364/1909 e dal relativo regolamento. L'oggetto di tutela di quest'ultima legge fu modificato: da generici "monumenti" a «[...] le cose immobili e mobili che abbiano interesse storico, archeologico, paleontologico o artistico [...]»

Sebbene il documento dichiara di ritenere meritevoli di conservazione tutti i beni, indipendentemente dallo stile e dall'epoca di costruzione, si dà la possibilità di "eliminare" le «muraure di inestre» e degli «intercolumni di portici» sulla base di un giudizio di valore estetico («deturpamenti intutili») e, nonostante si imponga di vagliarlo «accuratamente», non è tuttavia chiaro come poter giudicare la scelta⁸⁷.

La L. 1089/1939²⁵, di protezione delle cose d'interesse storico-artistico e la L. 1497/1939, di protezione delle bellezze naturali

⁸⁷ Cinieri V., *Patrimonio edificato diffuso. Un approccio sostenibile alla conservazione e alla gestione*, Pavia, Clu, 2015

costituiscono le leggi di tutela più importanti emanate dallo Stato italiano nel fervore del dibattito culturale che aveva caratterizzato quel periodo. La L. 1089/1939, a differenza delle precedenti norme, definisce in maniera più specifica l'oggetto della tutela:

Sono soggette alla presente legge le cose, immobili e mobili, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnografico, compresi:

- a) le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le primitive civiltà;
- b) le cose d'interesse numismatico;
- c) i manoscritti, gli autografi, i carteggi, i documenti notevoli, gli incunaboli, nonché i libri, le stampe e le incisioni aventi carattere di rarità e di pregio.

Vi sono pure compresi le ville, i parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico.

Non sono soggette alla disciplina della presente legge le opere di autori viventi o la cui esecuzione non risalga ad oltre cinquanta anni. E aggiunge, in seguito:

Sono altresì sottoposte alla presente legge le cose immobili che, a causa del loro riferimento con la storia politica, militare, della letteratura, dell'arte e della cultura in genere, siano state riconosciute di interesse particolarmente importante e come tali abbiano formato oggetto di notificazione, in forma amministrativa, del Ministro della pubblica istruzione.

La notifica, su richiesta del Ministro, è trascritta nei registri

delle conservatorie delle ipoteche ed ha efficacia nei confronti di ogni successivo proprietario, possessore o detentore della cosa a qualsiasi titolo. Con questa norma, tuttavia, rimaneva incerto come poter stabilire l'«interesse particolarmente importante».

La Commissione d'indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio (Commissione Franceschini) riprende l'espressione "beni culturali" utilizzata dalla Convenzione dell'UNESCO nel 1954. In particolare, nel rapporto *Per la salvezza dei beni culturali in Italia* del 1966, l'UNESCO definisce "bene culturale" ciò che costituisce «testimonianza materiale avente valore di civiltà». Non è più la "cosa", mobile o immobile, dotata di particolare pregio o rarità, ad essere meritevole di tutela, ma è un "bene" culturalmente rilevante, indipendentemente dal tipo, perché mezzo di trasmissione della memoria del passato, includendo così anche una componente di immaterialità, rappresentativa dell'attività umana in uno specifico contesto storico, sociale e culturale. Negli anni Settanta, l'espressione "bene culturale" si consolida nel linguaggio comune⁸⁸, ma fu utilizzata per la prima volta nelle norme di legge italiane con il D.Lgs 112/1998: «quelli che compongono il patrimonio storico, artistico, monumentale,

⁸⁸ La Regina F., *Come la ragione viene alla ragione. L'architetto, l'opera e la morte*, in: Dalla Costa M., Carbonara G. (a cura di), *Memoria e restauro dell'architettura. Saggi in onore di Salvatore Boscarino*, Franco-Angeli, Milano, 2005, p. 168

demoetnoantropologico, archeologico, archivistico e librario e gli altri che costituiscono testimonianza avente valore di civiltà».

Con questa legge si introduce un'importante modifica alla definizione data dalla Commissione Franseschini; con l'eliminazione dell'aggettivo "materiale" il concetto di bene culturale si è evoluto nuovamente, ampliandosi: nell'espressione "bene culturale" sono ora inclusi per legge tutti i beni "immateriali", in quanto «componenti vitali delle culture tradizionali»⁸⁹

Quanto descritto rappresenta la base conoscitiva su cui si sono fondate le norme del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs 42/2004 e ss.mm.ii.).

Il Codice dei Beni Culturali definisce beni culturali senza sostanziali modifiche rispetto alla precedente disposizione di legge del 1998: « Sono beni culturali le cose immobili e mobili che [...] presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di

Civiltà»⁹⁰. Tuttavia, il Codice introduce per la prima volta un «contenitore» comune a beni culturali e beni paesaggistici: il

⁸⁹ Convenzione UNESCO per la Salvaguardia del patrimonio culturale immateriale 2003, art. 1.

⁹⁰ Art. 10 del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs. 42/2004).

patrimonio culturale. Anche il paesaggio ha, così, assunto un valore culturale e storico; poiché non è oggetto di questa tesi ci si è soffermati unicamente sulla componente “bene culturale”⁹¹. Il concetto odierno europeo di “patrimonio culturale” può essere fatto derivare dell’idea di *patrimoine national* che si è andata formando in Francia nel corso dell’Ottocento tra Rivoluzione francese e Restaurazione. L’innovazione proposta con questa denominazione stava nell’attribuzione l’insieme dei beni alla Nazione, ovvero alla collettività dei cittadini. Dopo la Rivoluzione francese vi fu un ripensamento delle norme alla luce delle nuove idee guida – a partire dai concetti di “nazione” e “sovranità popolare” – e del nuovo ruolo prioritario della cittadinanza – intesa come collettività e come diritto individuale – e del bene comune. In base a questo, tra Ottocento e Novecento, si è progressivamente sviluppata l’idea attuale di patrimonio, sebbene si tratti di un processo secolare la cui genealogia potrebbe essere compresa ripercorrendo a ritroso la storia⁹².

È proprio nel contesto francese che si sviluppa il concetto di restauro che stava alla base degli interventi di Viollet-le-Duc: «*La parola e la cosa sono moderne. Restaurare un edificio non*

⁹¹ Concetto che può essere riferito agli studi sull’ambiente di Pane e di Gazzola

⁹² Settis S. 2012, *Paesaggio Costituzione cemento. La battaglia per l’ambiente contro il degrado civile*, Einaudi, Torino, p. 137-138.

*è conservarlo, ripararlo o rifarlo, è ripristinarlo in un stato di completezza che può non essere mai esistito in un dato tempo. Solo a partire dal secondo quarto del nostro secolo si è preteso di restaurare edifici di altra epoca, e noi non sappiamo che si sia data una definizione precisa di restauro architettonico. Forse è opportuno rendersi conto esattamente di ciò che si intende o di ciò che si deve intendere per **un restauro**, poiché sembra che si siano ingenerati numerosi equivoci sul senso che si attribuisce o che si deve attribuire a questa operazione»⁹³. L'attività di Viollet-le-Duc incarna la pratica della «reintegrazione stilistica», con cui egli cercava di riportare l'edificio alla condizione iniziale che lo caratterizzava, con lo scopo di riportarlo ad una ideale omogeneità stilistica. Con questo approccio, per perseguire un fine estetico, che si riconosceva solo nella purezza dello stile, veniva talvolta sacrificata la verità storica dell'edificio*

Progettisti e teorici dell'Ottocento sono consapevoli che l'attenzione verso le testimonianze del passato rappresenta un fatto inedito, come provato anche dalle affermazioni di Camillo Boito: *«L'arte del restaurare...è recente...e non poteva ritrovare i suoi metodi se non in una società la quale, mancando qualsivoglia stile nelle arti del bello fosse capace di intenderli e all'occasione di amarli tutti. Questa condizione si verificò dopo il primo impero napoleonico,*

⁹³ Viollet-le-Duc E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, 1863, versione italiana Crippa M. A (a cura di), Milano, Jaca Book, 1982, p. 247

*ai primordi del moderno romanticismo»*⁹⁴. Ancora all'inizio del Novecento, anche Giovannoni afferma che: *«il concetto del restauro dei monumenti è essenzialmente moderno, come moderne ne sono la scienza e la tecnica»*⁹⁵.

L'idea di patrimonio si ispirava a due aspetti: l'importanza centrale dell'idea di bene comune per la promozione della cultura e per la definizione del carattere nazionale e la presenza del «gigantesco bottino» di opere d'arte portate dalle armate francesi a Parigi con la giustificazione che «le arti si sviluppano solo in regime di libertà»⁹⁶. La Repubblica italiana fu il primo stato a porre nella propria costituzione (1947, ma in vigore dal 1948) la tutela del patrimonio culturale e del paesaggio; nel suo articolo 9 è scritto: «La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione». Nel 1972 fu adottata la Convenzione – internazionale – sul patrimonio dell'umanità, per l'identificazione, la protezione e la conservazione del patrimonio mondiale culturale e naturale

⁹⁴ Boito C., *Questioni pratiche di Belle Arti: restauri, concorsi, legislazione, professione, insegnamento*, Milano, Hoepli, 1982, pp. 211

⁹⁵ Giovannoni G., *Restauri di monumenti* in "Bollettino d'Arte" n.2, 1913, p. 2

⁹⁶ Settis S. 2012, *Paesaggio Costituzione cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Einaudi, Torino, p. 87-88.

considerato di importanza per tutta l'umanità. Secondo la Convenzione, con l'espressione «patrimonio culturale si intende un monumento, un gruppo di edifici o un sito di valore storico, estetico, archeologico, scientifico, etnologico o antropologico».

La tesi non entra nel merito del dibattito su questioni terminologiche riguardanti l'utilizzo della parola *conservazione*, o *manutenzione* o *restauro*, peraltro tutt'ora aperto. Tuttavia si evidenzia come l'evoluzione del concetto di tutela rispecchi il dibattito culturale e l'evoluzione del concetto di restauro dall'inizio del XIX secolo in avanti.

Oggi, sempre più di frequente, si affiancano al termine restauro i concetti di *conservazione* o *manutenzione preventiva* o *programmata*. È assodato che l'assenza di manutenzione conduca spesso a un rapido processo di degrado materiale e di decadimento prestazionale, perciò, in contrapposizione all'approccio che vede l'intervento sul costruito come operazione *ex post*, a danno avvenuto, si è affermato un nuovo orientamento conservativo, che si può ritenere fosse già presente in nuce nella teoria della "cura dei monumenti" di John Ruskin, che, nella "Lampada della Memoria" definisce il restauro come la peggiore delle distruzioni che un edificio possa subire, poiché «*È impossibile in architettura restaurare, come è impossibile resuscitare i morti*», *ma* suggerisce: «Prendetevi cura solerte dei vostri monumenti, e non avrete alcun bisogno di restaurarli». Solo

così più generazioni potranno nascere e morire all'ombra di quell'edificio»⁹⁷.

La prima formalizzazione teorica del concetto di conservazione programmata è però presente nel “restauro preventivo” di Cesare Brandi⁹⁸ e le prime applicazioni sono negli studi sulla conservazione programmata promossi da Giovanni Urbani a partire dal 1976⁹⁹. Riprendendo un approccio già consolidato nell'ambito della produzione industriale, proprio dagli anni Settanta – per edifici di nuova costruzione – era stato introdotto il concetto di manutenzione preventiva, intesa come sostituzione periodica di elementi costruttivi, programmata sulla base di studi predittivi del decadimento prestazionale. Questo tipo di approccio è connesso a una tecnologia costruttiva di tipo moderno basata su elementi tecnici prodotti industrialmente e caratterizzati da obsolescenza programmata; nell'ambito dell'intervento sul patrimonio costruito il concetto di manutenzione programmata è stato ripreso e modificato, proponendo la conservazione al posto della sostituzione, con un piano di attività che comprende tanto pratiche elementari

⁹⁷ Ruskin J., *The Seven Lamps of Architecture*, 1849, edizione italiana, Milano, Jaca Book, 1982

⁹⁸ Brandi C., *Cosa debba intendersi per restauro preventivo*, in: Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro, n. 27-28, 1956, pp. 87-92

⁹⁹ A tal proposito si veda “*Il Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria*” del 1976 e gli studi sulla La protezione del patrimonio monumentale dal rischio sismico – che hanno dato origine alla “carta del rischio” – sono del 1983

(quali la semplice pulizia), quanto interventi più complessi (come la riduzione dei fattori ambientali di rischio). La conservazione programmata si configura quindi come una procedura che combina l'attenuazione dei rischi di grande scala all'organizzazione precisa delle attività quotidiane e può essere concepita come passaggio dal restauro inteso come evento episodico ed eccezionale, alla conservazione quale processo continuo e di lungo periodo.

Si tendono a preferire una serie di iniziative volte a *pre-servare* il bene, cioè a salvarlo prima: prima che siano necessarie operazioni di restauro troppo invasive, che ne conservano l'aspetto, a discapito di altre preziose tracce. Risuonano quasi profetiche le parole del Filarete, che già nel 1460 affermava che se *mantenuto*, l'edificio «*sta un buon tempo in buono stato*»¹⁰⁰.

7.2 Il piano di conservazione preventiva

Una volta che il restauro è concluso si apre per l'edificio una nuova fase: la manutenzione. L'edificio infatti continua la sua vita, e i processi, i fenomeni di degrado che lo hanno interessato potrebbero nel tempo ripresentarsi. Per garantire una conservazione efficace dell'edificio è necessario prevedere una

¹⁰⁰ Antonio di Pietro Averlino detto Filarete (Firenze 1400 - Roma 1469 c.a.). Per quanto concerne il *Trattato*, si veda l'edizione curata da L. Grassi, A.M. Finoli, Antonio Averlino detto Filarete, *Trattato di Architettura*, (Introduzione e note di Liliana Grassi), 2 Vol., Milano, 1972, p. 41

strategia di controllo costante e programmata, che consenta di prevenire eventuali dissesti o di intervenire tempestivamente qualora dovessero presentarsi, per questi motivi è opportuno predisporre un piano di conservazione preventiva.

Gli interventi di prevenzione sono l'insieme delle operazioni volte a limitare l'insorgere di nuovi fenomeni di degrado, l'avanzamento di quelli già in atto e il cui scopo è quello di conservare e trasmettere il patrimonio culturale alle generazioni future, senza tuttavia ostacolare la fruizione del bene. Di fondamentale importanza sono i controlli periodici, che consentono di registrare tempestivamente l'insorgere di eventuali anomalie, e permettono di tenere sotto osservazione le condizioni ambientali del bene, la sua efficienza e lo stato di conservazione. Il contributo fornito dall'insieme di queste azioni contribuisce ad aumentare l'intervallo temporale tra un intervento di restauro e l'altro (Moioli, 2010).

I vantaggi legati all'adozione di un approccio preventivo sono determinati da una continuativa azione di controllo e dalla programmazione delle attività conservative. Parallelamente, dovrebbero proseguire le ricerche volte ad incrementare e aggiornare le conoscenze relative al bene che si intende conservare.

Sembra scontato sostenere che un piano di manutenzione riduce il degrado e consente di distribuire nel tempo gli interventi

necessari, tuttavia sono spesso le pratiche più evidenti a venire ignorate. Ancora oggi, infatti, l'approccio preventivo non trova riscontro nella pratica, forse per una mentalità che preferisce sostituire integralmente le parti anziché ripararle¹⁰¹, o forse per ragioni economiche; sta di fatto che il restauro rimane l'unico strumento che consente di intervenire sugli edifici storici per garantirne la conservazione e la sopravvivenza. Generalmente riconosciamo come interventi di manutenzione quelle attività poco significative, che non necessitano di conoscenze tecniche specifiche e possono quindi essere realizzate da personale non specializzato; allo stesso modo, non ci si aspetta che questo genere di operazioni siano risolutive. Al contrario, il restauro ha progressivamente assunto il compito di restituire agli edifici l'antico splendore, ripristinando e valorizzando le caratteristiche distintive. Sempre più spesso si è finito per identificare nel restauro la disciplina capace di affrontare e risolvere una volta per tutte le problematiche che generalmente interessano gli edifici storici, eliminando per qualche tempo l'esigenza della manutenzione.

Tuttavia, occorre distaccarsi da queste affermazioni pregiudizievoli e rivalutare la possibilità di considerare la manutenzione programmata degli edifici storici come un diverso approccio alla conservazione del patrimonio storico costruito. Questo metodo è infatti costituito da una serie organizzata di

¹⁰¹ Della Torre S., *La conservazione programmata del patrimonio storico architettonico. Linee guida per il piano di manutenzione e il consuntivo*, Milano, Guerini e Associati, 2003, p. 15

regole, strumenti e operazioni che, opportunamente pianificati, agevolano la gestione degli edifici; così facendo viene preso in considerazione non solo il bene, ma anche il rischio derivante da fattori esterni. Nell'ottica della conservazione preventiva, il restauro assume una nuova accezione, poiché oltre ad occuparsi del bene storico, si interessa anche della sua durabilità, della gestione, considerando di operare attraverso minimi interventi. Infine, tali attività di manutenzione finiscono per coincidere con gli obiettivi teorici di intervento minimo¹⁰².

Si ribadisce come una sistematica e programmata attività di ispezione e monitoraggio consenta di verificare la presenza di eventuali fenomeni di degrado, di individuarne le cause e di intervenire tempestivamente per risolverle; in aggiunta, intervenire con queste premesse significa, nella maggioranza dei casi, «intervenire meno».

Il caso studio fornisce una prova concreta dell'utilità e dell'efficacia di questo approccio manutentivo. Come descritto nei capitoli precedenti¹⁰³, nell'autunno 2019 la copertura del braccio occidentale del castello di Binasco è stata interessata da cedimenti strutturali, dovuti ad eventi meteorici di

¹⁰² Borgarino M. P., *Dal restauro alla conservazione programmata del patrimonio storico architettonico*, Politecnico di Milano, Dipartimento ABC, Milano, 2011

¹⁰³ Si veda il Cap. 10 *Proposte di consolidamento per il castello di Binasco*, par. 10.2 *Indagini e diagnostica sulle strutture di copertura*.

portata particolarmente elevata. Le indagini effettuate hanno individuato nell'infiltrazione di acqua piovana la causa principale del degrado: la testa dell'elemento ligneo interessato dal crollo, infatti, presentava marcescenze e un'elevata umidità. Le analisi diagnostiche realizzate in quest'occasione, hanno evidenziato lo stato di degrado dell'elemento attiguo a quello dissestato; grazie a questa informazione è possibile prevedere un intervento di consolidamento preventivo ed evitare che il persistere e l'avanzare del degrado porti ad ulteriori danni.

L'approccio manutentivo risulta, quindi, profondamente legato alle attività di monitoraggio e ricerca e ad una costante raccolta di informazioni che contribuiscono ad ampliare e approfondire la conoscenza del bene. La costruzione della conoscenza, così come la raccolta e la gestione delle informazioni relativa al bene rappresentano il fondamento della strategia di manutenzione programmata: «La costruzione di conoscenza non può infatti ritenersi intermittente, né limitata ad un momento specifico: piuttosto è attività costantemente in fieri che percorre trasversalmente l'intero processo di tutela in vista della valorizzazione, supportata da attività diagnostiche e prognostiche, le une in grado di risalire alle cause di degrado attraverso l'analisi degli effetti che le hanno generate; le altre di prefigurare possibili evoluzioni degenerative per prevenirle e contrastarle»¹⁰⁴.

¹⁰⁴ Borgarino M. P., *Dal restauro alla conservazione programmata del patrimonio storico architettonico*, Politecnico di Milano, Dipartimento

Manutenzione e conservazione

Quando si parla di «conservazione» si devono tenere a mente due possibili significati del termine: il primo si riferisce al *conservare* una testimonianza storico-culturale, il secondo, invece, al *conservare* l'oggetto in un buono stato. Quando si verifica un danno su un edificio storico, questo costituisce un atto irreversibile, che compromette il concetto stesso di conservazione, in quanto vanno perdendosi una serie di valori e informazioni storiche¹⁰⁵.

Per tali ragioni occorre fare una precisazione circa l'utilizzo dei termini «conservazione» e «manutenzione» come sinonimi. Il fraintendimento risiede nel fatto che, trattandosi di edifici con un comprovato valore storico-artistico, tutti gli interventi di manutenzione devono necessariamente confrontarsi con il concetto di conservazione¹⁰⁶. Anche le attività ispettive e diagnostiche non possono sottrarsi a questa condizione e devono essere condotte con accortezza e nel rispetto di tali principi. Bisogna quindi ricordare che in questo caso, parlando di «manutenzione», si intende l'insieme di tutte le attività

ABC, Milano, 2011, p. 7

¹⁰⁵ Cecchi R., Gasparoli P., *La manutenzione programmata dei beni culturali edificati. Procedimenti scientifici per lo sviluppo di Piani e Programmi di Manutenzione*, Firenze, Alinea editrice s.r.l., 2011

¹⁰⁶ Della Torre S., *Conservazione programmata: i risvolti economici di un cambio di paradigma*. In "Il Capitale Culturale, Studies on the Value of Cultural Heritage", vol. I. Macerata, 2010.

volte alla conservazione del bene¹⁰⁷.

Monumentenwacht e English Heritage

Sul finire del Novecento sono nate in Europa diverse organizzazioni il cui scopo è incentivare le attività di ispezione e controllo sugli edifici storici, ad opera di tecnici specializzati. La prima organizzazione di questo genere, detta Monumentenwacht (lett. Sentinelle dei monumenti), nasce in Olanda negli anni '70, ma ben presto si estende anche in altri contesti europei.

La strategia proposta da queste organizzazioni prevede una regolare attività di ispezione eseguita da personale specializzato, che ha il compito di valutare le aree di rischio e compilare un report in cui vengono indicati gli interventi necessari. Concettualmente, la fase di ispezione è temporalmente distinta sia dalle opere di manutenzione che dal restauro vero e proprio, e non prevede l'esecuzione di alcun intervento, se non in caso di estrema urgenza. Dal 1991 nell'area fiamminga, il Monumentenwacht, si è caratterizzato organizzando le ispezioni alla presenza di un artigiano e uno specialista (un architetto o uno storico dell'arte); le ispezioni sono previste ogni 2-3 anni.

¹⁰⁷ Della Torre S., “ “Manutenzione” o “conservazione”? La sfida del passaggio dall'equilibrio al divenire”, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *Ripensare la manutenzione. Ricerche, progettazione, materiali tecniche per la cura del costruito. Atti del convegno di studi Scienza e Beni Culturali*, Arcadia Ricerche, Venezia, 1999, p. 71 – 80

Nonostante fornisca un'importante contributo alla conservazione degli edifici, il modello *Monumentenwacht* è un soggetto non governativo e pertanto autonomo e organizzato su base provinciale. Un elemento fondamentale per la sopravvivenza di questo comitato è rappresentato dai finanziamenti pubblici, che sono un elemento determinante per garantire la continuità dei progetti. Il sostegno da parte del governo alle attività promosse dal *Monumentenwacht* fornisce un impegno continuativo che incentiva la formazione di personale specializzato; in questo modo i soggetti coinvolti, operai e artigiani, sono spronati ad affinare le proprie competenze tecniche. Ci si troverebbe così ad avere personale adeguatamente formato e preparato per intervenire su edifici di comprovato valore¹⁰⁸. In quest'ottica sono le stesse maestranze locali che intervengono sull'edificio, creando la sinergia e la collaborazione giuste tra edificio e operatori¹⁰⁹.

Anche in ambito anglosassone si trovano numerose organizzazioni il cui scopo è la tutela del patrimonio storico e che hanno dato inizio a diversi programmi dedicati a sensibilizzare i proprietari sul tema della prevenzione. Nel

¹⁰⁸ Borgarino M. P., *La gestione del paesaggio storico urbano fra nuovi indirizzi e mentalità consolidate*, IX International Forum Le Vie dei Mercanti, Aversa, Capri, 9-11 giugno 2011

¹⁰⁹ Bossi S. 2010, *Il panorama europeo della prevenzione nell'ambito dei Beni Culturali*, in: Cecchi R., Gasparoli P., *Prevenzione e manutenzione per i beni culturali edificati*, Alinea, Firenze, pp. 309-316.

2004, l'organizzazione English Heritage ha pubblicato le Linee Guida per la stesura dei piani di manutenzione. A seguito dell'adesione ai programmi proposti, vengono effettuate delle ispezioni a cadenza regolare, al fine di monitorare lo stato degli edifici¹¹⁰.

L'esperienza italiana

L'Italia la necessità di garantire nel tempo l'efficacia degli interventi di manutenzione è stata specificata dalla normativa sui lavori pubblici, che prevede l'attuazione di un piano di manutenzione.

In seguito al DPR 5 ottobre 2010, il *piano di manutenzione dell'opera*¹¹¹ rappresenta un documento fondamentale del progetto esecutivo. Viene riconosciuta così la convenienza strategica apportata da una regolare attività manutentiva sugli edifici storici, sia in termini di conservazione che di risparmio di fondi pubblici. Il piano di manutenzione, come dichiara la norma, «*prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo*

¹¹⁰ Cecchi R., Gasparoli P., *La manutenzione programmata dei beni culturali edificati. Procedimenti scientifici per lo sviluppo di Piani e Programmi di Manutenzione*, Firenze, Alinea editrice s.r.l., 2011

¹¹¹ **rt. 38** (Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti) **del DPR 5 ottobre 2010, n. 207** Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 (Codice dei contratti pubblici).

la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economici».

Il piano di manutenzione è composto da tre documenti: il manuale d'uso, il manuale di manutenzione e il programma di manutenzione. Nel primo documento sono raccolte le informazioni volte ad evitare un uso improprio del bene; sono inoltre specificate le attività che non pretendono conoscenze specifiche e possono quindi essere svolte dal gestore dell'edificio, che grazie alle adeguate istruzioni presenti nel documento è in grado di rilevare e segnalare eventuali situazioni patologiche.

Nel manuale di manutenzione sono contenute le indicazioni relative alla corretta manutenzione di ogni unità tecnologica e al ricorso a centri di assistenza o servizio. In questo documento, oltre ad essere definiti gli interventi, viene specificato se devono essere realizzati dall'utente o da personale specializzato; gli interventi sono formulati in base alle caratteristiche dei materiali e delle componenti in questione, nello stesso documento viene anche specificata la posizione corretta degli elementi. Il manuale di manutenzione suggerisce i livelli minimi di prestazione richiesti dagli elementi, e indica alcune possibili anomalie.

Infine, il programma di manutenzione organizza gli interventi da realizzare in tre sotto gruppi; generalmente, le operazioni vengono effettuate ad intervalli di tempo regolari e prefissati,

tranne nel caso in cui si raggiungano alcuni valori limite che richiedono di intervenire prima del previsto. Il primo sotto gruppo è riferito alle prestazioni che il bene e le sue parti forniscono durante il proprio ciclo di vita; il secondo definisce i controlli e le verifiche necessarie per confermare le prestazioni richieste; il sotto programma degli interventi, invece, riporta gli interventi di manutenzioni previsti in ordine cronologico. Unitamente alle attività di controllo, gestione e manutenzione dell'edificio devono proseguire ed essere approfondite tutte le iniziative che rappresentano l'impegno conoscitivo e lo studio del bene. Una approfondita conoscenza del bene, infatti, garantisce la possibilità di prevedere interventi sempre più adeguati e coerenti.

Bisogna inoltre specificare che le norme distinguono chiaramente tra le attività di *prevenzione* (che limitano le situazioni di rischio legate al bene), di *manutenzione* (che esaminano le condizioni del bene, per garantirne l'integrità e l'efficienza), e di *restauro* (inteso come intervento diretto sul bene, tramite operazioni orientate al recupero del bene e dei suoi valori). Il restauro e la manutenzione vengono quindi considerate come discipline distinte e autonome, e la manutenzione sembra assumere un'importanza prioritaria rispetto al restauro. Come già detto, infatti, si ribadisce ancora una volta come una sistematica cura del bene, costituita da un monitoraggio assiduo e costante e da interventi periodici volti a limitare i danni presenti, riduca la probabilità che si

presentino fenomeni di degrado e, di conseguenza consente di evitare, o per lo meno posticipare, gli interventi di restauro. Nonostante il termine «manutenzione» rimanga spesso legato ad un'accezione piuttosto tecnica, viene ormai inteso come l'insieme delle attività e degli interventi finalizzati alla verifica delle condizioni del bene, quindi accettando di far coincidere le attività manutentive con una regolare attività di ispezione¹¹².

È necessario, a questo punto, fare alcune precisazioni. Nonostante sia stato inserito nella normativa sui lavori pubblici nel 2010, in Italia si parlava di manutenzione già nel 1999, come testimoniato dagli *Atti del convegno di studi Scienza e Beni Culturali*. Dopo quasi vent'anni, il tema della manutenzione inizia adesso ad essere sentito in maniera più forte anche dalle amministrazioni, che si occupano della gestione di parte del patrimonio storico italiano.

7.3 Il concetto di *consolidamento*

Oggi, di frequente si parla di «conservazione» degli edifici storici, termine usato da alcuni come sinonimo di «restauro». Non si entra nel merito del dibattito, ma giuridicamente i due termini appaiono con due significati diversi. Nel D.Lgs. 22 gennaio 2004, viene specificato che «la conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente,

¹¹² Petrarola P., Della Torre S., 2008, *Norme e pratiche senza sistema*, in "Economia della Cultura", n. 2, Bologna, Il Mulino, 2008, p. 161-172

coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro», che diventa in questo modo uno dei modi di intervenire sul patrimonio costruito. Per legge, il restauro viene definito come «l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale e al recupero del bene medesimo, alla protezione e alla trasmissione dei suoi valori culturali» (art. 29, comma 4). Nel tempo, gli interventi sul costruito sono stati guidati da una serie di principi e regole codificati, raccolti nelle *Carte del Restauro*. La prima carta del restauro venne scritta ad Atene nel 1931 e contiene una serie di raccomandazioni rivolta agli Stati, relative alla salvaguardia del patrimonio architettonico; emergono il rifiuto del restauro stilistico, tendendo piuttosto a un restauro di tipo filologico, mentre è consentita l'anastilosi nel caso di restauro archeologico e ammesso l'impiego di materiali moderni per il consolidamento, come il cemento armato. Si susseguono negli anni a venire diversi aggiornamenti alla prima carta, da cui emerge in modo sempre più chiaro il concetto di salvaguardia, intesa come provvedimento preventivo che non implichi un intervento diretto sul manufatto.

Il concetto di *consolidare* è nello specifico inteso come «rendere solido», ovvero legato ad un'azione che indica il raggiungimento di maggior stabilità. Tale azione è profondamente connessa al pensiero filosofico e scientifico dell'epoca a cui appartiene: il pensiero filosofico affiora nel momento del *riconoscimento* dell'opera d'arte; il pensiero scientifico emerge poiché il consolidamento è una disciplina che, occupandosi della

stabilità degli edifici, non può prescindere dalla conoscenza statica e meccanica, il sapere scientifico per l'appunto¹¹³.

Nel corso dei secoli la quasi totalità degli edifici ha subito integrazioni e trasformazioni, senza che fosse seguita una vera e propria «regola». Con il graduale sviluppo delle tecniche costruttive e il progressivo abbandono del legno come materiale da costruzione preponderante, in favore della muratura e dell'opera cementizia risultava sconveniente intervenire sugli edifici danneggiati attraverso la demolizione e conseguente ricostruzione. È in questa fase che si collocano gli esordi dei primi interventi di consolidamento¹¹⁴.

Già in epoca romana, infatti, era costume operare sulle strutture che richiedevano un qualsiasi intervento di manutenzione, ed è in questo senso che veniva inteso il restauro presso i romani, il termine «*restauravit*» poteva indicare un intervento di consolidamento, accomodamento o semplicemente «cura». Lo sviluppo delle tecniche e l'introduzione di materiali nuovi, come laterizi e malte, ha certamente caratterizzato l'architettura di questo periodo e, inevitabilmente ha influito sui modi di intervenire sugli edifici esistenti. Queste sperimentazioni presentano caratteristiche tipiche in ogni periodo, come l'aggiunta di contrafforti o speroni, raddoppi dello spessore murario, ed evidenziano l'evolversi delle tecniche, rendendo

¹¹³ Staiani M. G., *Storia del consolidamento. Il Settecento e l'Ottocento*, Roma, Aracne Editrice, 2005

¹¹⁴ Ivi.

possibile un affaccio verso la società romana, in cui i fattori socio-economici e politici (dettati in primis dal volere dell'imperatore) condizionavano non poco l'architettura e il restauro imponendo, per esempio, l'impiego di materiali di risulta provenienti da altri edifici, in periodi di difficili condizioni economiche, piuttosto che, in periodi di maggior prosperità l'utilizzo di un determinato materiale, di colore e dimensioni ricorrenti. Nel tempo le tipologie di intervento si sono sempre più affinate, perciò negli stessi anni in cui Roma vedeva un vasto impiego di *opus testaceum*, a Pompei questo, nelle strutture danneggiate, veniva usato solo nei punti più significativi, come sostegno strutturale. L'evoluzione delle tecniche di intervento di consolidamento è testimoniata sicuramente dagli edifici, ma anche la terminologia ci aiuta a comprendere lo sviluppo del concetto di restauro, tra il IV e il V secolo, iniziano a comparire termini quali *curam*, *servari*, *reparatione*, che si distinguono dal più generico restauro.

Il Medioevo vede l'affacciarsi sul panorama architettonico le istituzioni ecclesiastiche e laiche, e il fiorire delle opere Romaniche e Gotiche, nonché la diffusione sempre maggiore di opere d'arte. Durante questi secoli che pur videro interessanti sperimentazioni e innovazioni tecniche, gli interventi di consolidamento non si distinsero particolarmente da quelli di epoca romana. Di frequente, le murature venivano rafforzate grazie a imponenti contrafforti, o attraverso l'ispessimento dell'apparato murario; spesso; sono consistenti anche gli

interventi di tamponamento delle aperture, e in alcuni casi l'integrazione o, dove possibile, la sostituzione di murature dissestate. Talvolta alcuni edifici, o porzioni di essi, venivano abbandonati se il consolidamento risultava eccessivo o impossibile, come nel caso di cedimenti di porzioni sommitali di torri; in questo caso si trovavano in una situazione di pericolo anche gli edifici circostanti, che venivano abbandonati come l'edificio pericolante a causa del pericolo di crolli.

Con il passaggio da Medioevo a Rinascimento, anche gli interventi sul costruito risentono delle innovazioni di questo periodo. In questo periodo il consolidamento non segue un'evoluzione costante, legata allo sviluppo delle conoscenze tecniche, ma piuttosto alla personalità dei singoli architetti, alle loro intuizioni e alla loro esperienza. Il Rinascimento vede il fiorire della trattatistica: il trattato raccoglie i risultati dell'esperienza, tramutandoli in regole da seguire e offrendo un riferimento a chi si apprestava ad affrontare problemi costruttivi. Leon Battista Alberti, nel suo *De re aedificatoria*, è tra i primi a proporre una classificazione dei materiali da costruzione, di fatto anticipando gli studi scientifici sulla resistenza dei materiali. La *fabbrica*, intesa come «opera di fabbricare, costruzione di un edificio»¹¹⁵, prende sempre più coscienza delle dinamiche strutturali e delle sollecitazioni a cui è sottoposta la struttura, riportando tale consapevolezza anche negli interventi di consolidamento, guidati o da interventi di

¹¹⁵ Enciclopedia Treccani, «*fabbrica*»

tipo statico o dinamico. Nel primo caso, la stabilità è garantita dalla forza di inerzia; generalmente, le forze spingenti vengono annullate e riportate in una condizione di equilibrio grazie a imponenti masse murarie. Il secondo tipo di consolidamento, ovvero il consolidamento dinamico, è caratterizzato da interventi mirati, come l'impiego di catene, piattebande o archi di scarico, e fondati sulla conoscenza delle linee di forza all'interno della struttura e sullo studio intuitivo del loro andamento. Le scoperte scientifiche di questo periodo e l'opera di Galileo Galilei saranno la base della Scienza delle Costruzioni, nonostante per tutto il Rinascimento, gli architetti faranno riferimento all'esperienza pratica e alla tradizione legata alle conoscenze aristoteliche.

Il Seicento vede un nuovo modo di approcciarsi al problema costruttivo e di conseguenza al tema del consolidamento, allo studio dei dissesti, inoltre si verifica un progressivo perfezionamento delle tecniche e degli strumenti, il desiderio di ottenere strutture sempre più leggere e ambienti più luminosi permette di sperimentare modalità costruttive che favoriranno gli interventi su edifici esistenti. Anche in quest'epoca, come nel Rinascimento, gli interventi di consolidamento, o completamento di edifici, sono strettamente legati all'architetto che redige il progetto, e così possiamo riconoscere la mano del Bernini, del Borromini, o di Guarino Guarini, che raccoglie in sé i ruoli di architetto, ingegnere, matematico e tecnico, testimoniando il suo approccio scientifico alle strutture.

Il Settecento rappresenta senza dubbio un secolo di svolta; le idee promosse dall'illuminismo influiscono e condizionano tutte le discipline, dalla filosofia, alle arti, alla scienza. I principi dell'illuminismo invitano ad un rigoroso utilizzo della ragione¹¹⁶, che «illumini» i temi della cultura dell'epoca. La continuità ideale con la rivoluzione scientifica promossa da Newton, Copernico e Galilei, all'insegna del trionfo della *luce* della ragione contro le tenebre della superstizione e del fanatismo, sottolinea un legame con quello spirito critico nato nel Rinascimento, che per primo aveva riscoperto il passato classico. A differenza di quanto accadeva in passato, nel secolo dei lumi gli studiosi manifestano l'esigenza di studiare i documenti originali, senza manomettere le fonti, manipolando il significato delle opere, ma trasmettendoli nella propria interezza e autenticità. È proprio questo desiderio di autenticità, e quindi di scientificità che caratterizza le scoperte del Settecento: il sapere empirico, fino ad allora alla base di tutte le conoscenze, viene razionalizzato e compreso scientificamente. L'arte non rimane immune a questo processo, che dalla storiografia si rifletterà sull'architettura e ovviamente sul restauro. Tale approccio scientifico, volto a conservare l'autenticità dell'opera d'arte¹¹⁷, richiede la presenza di figure

¹¹⁶ Enciclopedia Treccani, «*illuminismo*»

¹¹⁷ in Brandi C., *Teoria del Restauro*, Torino, Giulio Einaudi Editore, 2000, p. 4: «*lo speciale prodotto dell'attività umana a cui si dà il nome di opera d'arte, lo è per il fatto di un singolare riconoscimento che avviene nella coscienza: riconoscimento doppiamente singolare, sia per il fatto di*

professionali tecniche, diverse dall'artista, che conoscano il fare pratico e non cerchino di riplasmare l'opera: nasce così la figura del restauratore. Il crescente interesse per le opere antiche e per la cultura classica è alimentato dalla scoperta delle città romane di Ercolano e Pompei, che spingerà architetti e artisti a intraprendere il cosiddetto «*grand tour*», alla scoperta della storia e dei monumenti antichi. La divulgazione sempre maggiore di opere classiche si deve al lavoro instancabile di studiosi come J.J. Winkelmann (1717-1792), che per primo darà una nuova impronta allo studio dell'arte, dando di fatto inizio alla storia dell'arte moderna. Gli studi di Winkelmann si rivelano fondamentali anche in campo architettonico, è il primo, infatti, ad imporre un approccio scientifico nello studio dei reperti antichi, perseguendo quel rigore e quella ricerca di autenticità che sono i fondamenti dell'epoca dei lumi, ponendo le basi dell'archeologia. Come già detto, questo rigore ed entusiasmo per le scoperte scientifiche coinvolge anche la disciplina del restauro: la scienza delle costruzioni e il sapere matematico diventano condizione necessaria per

dovere essere compiuto ogni volta da un singolo individuo, sia perché non altrimenti si può motivare che per il riconoscimento che il singolo individuo ne fa. Il prodotto umano a cui va questo riconoscimento si trova là, davanti ai nostri occhi, ma può essere classificato genericamente fra i prodotti dell'attività umana, finché il riconoscimento che la coscienza ne fa come opera d'arte, non l'eccettua in modo definitivo dalla comunanza degli altri prodotti. È questa, sicuramente, la caratteristica peculiare dell'opera d'arte in quanto non si interroga nella sua essenza e nel processo creativo che l'ha prodotta, ma in quanto entra a far parte del mondo, del particolare essere nel mondo di ciascun individuo».

lo studio critico dei progetti di consolidamento. Le indagini diagnostiche sono condotte per la prima volta con il fine di analizzare l'edificio e di permettere agli ingegneri di verificarne la coerenza con le nuove nozioni scientifiche. Le nuove teorie vengono sempre più frequentemente raccolte in manuali, con l'obiettivo di fornire regole e principi da seguire, provvisti dei più innovativi studi sul comportamento e sulla resistenza meccanica dei materiali, in questo modo si suggella in maniera ancora più profonda il passaggio da sapere empirico, legato ad una trazione non codificata e governata dall'espressione «a fior d'arte»¹¹⁸, al sapere scientifico. Il consolidamento degli edifici vede impiegato un nuovo approccio, più moderno, che non considera gli interventi semplicemente come «cura» o riparazione dell'edificio, ma piuttosto come l'insieme delle operazioni scientifiche finalizzate alla conservazione dell'opera d'arte.

Il passaggio tra Settecento e Ottocento ha determinato il modo in cui ancora oggi intendiamo il restauro, ovvero come l'insieme delle operazioni volte alla conservazione di un bene. Nei primi decenni del XIX secolo quasi tutti gli interventi sugli edifici

¹¹⁸ in Carpani E., *A fior d'arte. Il cantiere edile cremonese pre-industriale. Prassi e glossario*, Milano, LED, 2003, p. 13: «“a fior d'arte”, “a perfezione d'arte”, “nei migliori modi d'arte”, “secondo le migliori regole dell'arte”, sono espressioni ricorrenti nei documenti d'archivio [...] e in generale in molte scritture relative ad opere edili ed artigianali. Esse riassumono l'idea di un lavoro eseguito secondo prassi che non sempre vengono descritte verbalmente o per iscritto, ma uniformemente accettate e ritenute valide. Il sapere empirico, per sua natura, sfugge ad una compiuta codifica scritta.»

avevano in comune un approccio analitico, profondamente legato alla storia dell'opera, la quale rappresentava la base per operare secondo il rigoroso atteggiamento scientifico: ogni intervento di demolizione, rinforzo, e consolidamento era intriso dalla necessità di motivare deterministicamente tali azioni. L'affermarsi delle conoscenze pratiche sviluppatesi nel secolo precedente, favorì lo sviluppo, a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, di una scienza ingegneristica più pratica e applicabile, che si muovesse parallelamente all'impiego di nuovi materiali, nuove strutture e nuove macchine. I numerosi crolli che si sono verificati in questo periodo hanno permesso una comprensione sempre più approfondita dei comportamenti delle nuove soluzioni costruttive, sollecitando nuove ricerche teoriche e verificandone l'attendibilità. Le scoperte ottocentesche hanno sostenuto la ricerca e l'introduzione di nuovi materiali, come il cemento e il ferro; l'impiego di questi materiali in edilizia ha reso possibile la realizzazione di edifici con strutture concepite in maniera straordinariamente innovativa, come il celebre Crystal Palace progettato da J. Paxton in occasione dell'Esposizione universale tenutasi a Londra nel 1851, o la Casa 25bis di Rue Franklin a Parigi di A. Perret, tra i primi edifici residenziali in calcestruzzo armato. Tuttavia, per tutta la durata del secolo, gli interventi di consolidamento non si distinguevano dalla più generica architettura, e bisognerà attendere fino ai primi decenni del Novecento affinché il concetto di consolidamento acquisisca una definizione specifica. Come durante il secolo dei lumi, si

assiste ad una massiccia diffusione di manuali di architettura, quali mezzo di divulgazione del sapere teorico-pratico, delle esigenze di una nuova mentalità scientifica e delle possibilità introdotte dalla seconda rivoluzione industriale, questi manuali contengono nozioni riguardanti il restauro e il consolidamento degli edifici, pur non esistendo ancora trattati specifici su questi temi. Bisognerà attendere la pubblicazione del trattato di Valadier, nel 1828, *L'architettura pratica*¹¹⁹, perché tali argomenti vengano affrontati e vengano fornite indicazioni sulle tecniche di consolidamento, come ad esempio l'inserimento di tiranti e catene metalliche, la realizzazione di speroni e contrafforti, puntellature, fino ad arrivare ai primi interventi antisismici. È interessante notare come, tuttavia, questi interventi venivano suggeriti avendone verificata l'efficacia ma senza conoscere a fondo il rapporto con il fenomeno.

In Italia le teorie del Restauro prevalsero sempre sul consolidamento, relegandolo in una posizione marginale date le sue applicazioni prettamente tecniche e scientifiche. Il disinteresse nei confronti del consolidamento si deve specialmente al suo trattare specialmente le strutture portanti degli edifici, mentre il restauro ne curava l'aspetto. L'evoltersi del concetto di consolidamento, inteso come l'insieme degli interventi volti al mantenimento e alla conservazione dell'edificio nella sua interezza, non solo come conservazione

¹¹⁹ Staiani M. G., *Storia del consolidamento. Il Settecento e l'Ottocento*, Roma, Aracne Editrice, 2005

Capitolo 8
Ispezione e diagnostica

della sua immagine, provoca una rivalutazione della nozione di estetica, che aveva guidato fino a questo momento il restauro dell'architettura antica. Si cominciano a considerare aspetti finora ritenuti secondari, ma che costituiscono l'essenza dell'edificio, come la conservazione dei materiali e delle strutture originarie, dando di fatto inizio al consolidamento come disciplina slegata dal restauro, pur strettamente dipendente da esso. Il costante progredire degli studi in ambito scientifico, incoraggiò in maniera determinante lo sviluppo di nuovi metodi di consolidamento, stimolando continuamente lo sviluppo della moderna Scienza delle Costruzioni, incentrata sul calcolo delle strutture in base alle ipotesi di spostamenti, deformazioni, sollecitazioni. Questa disciplina si concentrò tuttavia sull'analisi delle nuove strutture a telaio, costruite in calcestruzzo armato o acciaio, e dei nuovi materiali, abbandonando lo studio delle strutture in muratura, i cui meccanismi di collasso venivano definiti ancora secondo il metodo empirico, attraverso il rilievo diretto dei dissesti, senza l'ausilio di calcoli precisi. Sempre più frequentemente venivano impiegate strutture in ferro o cemento armato per consolidare antichi edifici in muratura, con un crescente entusiasmo nei confronti delle innumerevoli possibilità offerte da questi nuovi materiali. Tale entusiasmo è giustificato dall'impossibilità di applicare alle murature antiche i principi della Scienza delle Costruzioni, provocando l'abbandono dello studio di queste strutture, e facendo affidamento sui nuovi materiali, ritenuti risolutori di numerosi problemi statici.

8.1 Identificazione della specie legnosa

Riconoscere l'appartenenza del legno in opera ad una categoria specifica rappresenta la prima fase di analisi, poiché tale riconoscimento è determinante per stabilire la durabilità, l'affidabilità, nonché la recuperabilità di ogni specie. Identificare correttamente la specie risulta un compito assai gravoso, dal momento che una stessa specie legnosa può presentare notevoli differenze a causa di fattori esterni, come l'ambiente in cui si trova, o per alterazioni patologiche che ne trasformano l'aspetto e la consistenza. Talvolta, risulta incerto il riconoscimento anche dopo analisi di laboratorio e l'osservazione a microscopio; inoltre le ispezioni in situ vengono condotte in condizioni non sempre agevoli, in presenza depositi superficiali, verniciature, scarsa illuminazione, e talvolta di fronte all'impossibilità di raggiungere gli elementi strutturali, nascosti da arredi fissi o annegati nelle murature.

La normativa UNI EN 844-1 e 2 fornisce una serie di caratteristiche macroscopiche del legno, stabilendo la nomenclatura dell'albero e delle sue parti. Il legno è definito come *materia ligno-cellulosica compresa tra il midollo e la corteccia di un albero o di un arbusto*¹²⁰. Per specie legnosa si intende la categoria sistematica UNI 11118 *Beni culturali. Manufatti lignei*.

¹²⁰ UNI 4390, *Nomenclatura dell'albero e delle sue parti. Caratteristiche macroscopiche del legno. Elementi costitutivi del legno*. Si veda inoltre la descrizione fornita al Cap. 3. *Strutture Lignei*



Fig. 33:
Difetti del legno: nodo.

Identificazione delle specie legnose, che definisce la specie come «Categoria sistematica che individua il legno e l'albero da cui questo è stato ricavato. Essa è identificata in maniera univoca attraverso un nome scientifico».

Tutte le specie legnose sono costituite da tessuti simili, che in ogni specie si differenziano per funzione, disposizione, dimensioni. Questi elementi sono indizi utili al riconoscimento della specie, anche se per la loro osservazione è necessario l'ausilio di strumenti di ingrandimento. Una prima analisi consiste nell'osservare il legno secondo le tre sezioni principali: radiale, trasversale e tangenziale. Su queste superfici è possibile individuare delle tracce caratteristiche: in particolare, grazie alla sezione trasversale è possibile notare che il tessuto legnoso è costituito da cellule sottili e allungate, dette *vasi* che favoriscono il passaggio della linfa; nelle latifoglie i vasi sono aperti e visibili. Le dimensioni dei vasi differiscono da specie a specie, ma anche all'interno della stessa specie possono presentare caratteristiche differenti a seconda delle diverse condizioni di crescita. Il legno di conifera, invece, appare più omogeneo rispetto a quello di latifoglie; la funzione svolta dai vasi, in questa specie viene affidata a cellule descritte come fibre; per verificare la presenza delle fibre si fa riferimento alla sezione longitudinale.

Tali indagini permettono una prima classificazione della specie, indicando principalmente se si tratta di un legno di conifera

o di latifoglie. Una caratteristica che fornisce un'importante dato utile per l'identificazione della specie è la differenza di colorazione più o meno marcata tra gli anelli di accrescimento del tronco e la loro porosità. Nelle conifere, che generalmente crescono in zone dove le stagioni sono ben distinte, la crescita invernale dell'albero è riconoscibile dal colore bruno molto marcato, mentre la crescita primaverile presenta una colorazione biancastra. Nel legno di conifera, gli anelli si distinguono, invece, per una differente porosità. Le differenze cromatiche non sono solo legate agli anelli di accrescimento, ma sono il principale tratto distintivo tra *durame* e *alburno*. Le specie legnose che presentano una marcata differenza tra questi due elementi sono dette a *durame differenziato*. Il cambio di colore può avvenire in maniera brusca o gradualmente, presentando un profilo o regolare o irregolare, a seconda delle condizioni di crescita e della specie di appartenenza. Durame e alburno condizionano fortemente il comportamento del legno, determinandone la durabilità.

Nonostante tutto, il colore non rappresenta un dato sufficientemente oggettivo per l'identificazione della specie.

8.2 I difetti del legno

Il legno, in quanto materiale organico disomogeneo, può presentare alcune alterazioni morfologiche, patologiche e fisiologiche, dovute a cause proprie o esterne, che modificano



Fig. 34:
Difetti del legno:
fessurazione sulla testa della
trave.

negativamente le sue caratteristiche. Spesso, nel passato, la presenza di difetti nel legname veniva ignorata, nonostante la resistenza fosse compromessa; tuttavia, questi difetti non ne impedivano l'utilizzo, anzi le prestazioni del legname si rivelavano comunque soddisfacenti. Tale comportamento è dovuto al sovradimensionamento degli elementi strutturali, che bilanciavano eventuali imperfezioni.

Tra i difetti «anatomici» del legno troviamo per primi i nodi. La presenza di nodi è assolutamente normale, e addirittura essenziale per la vita dell'albero, in quanto sono il segno dell'esistenza dei rami. La crescita dei rami è simile alla crescita dell'albero, differendo solo per l'inclinazione rispetto l'asse del tronco. Una volta che il tronco è stato scortecciato e sbozzato, i rami si manifestano nei nodi; tecnologicamente, i nodi evidenziano l'eterogeneità del materiale. Quale che sia l'utilizzo del legno, il nodo rappresenta un vero impiccio perché comporta un aumento della difficoltà di lavorazione e una riduzione della resistenza. Inoltre, è frequente il distacco del nodo in seguito all'essiccazione del legname; tuttavia, se il nodo appartiene a rami vicini alla chioma dell'albero e tagliati in occasione dell'abbattimento, viene considerato «sano». In questo caso, durante il periodo di essiccazione, non si verifica il distacco del nodo, ma si formano delle fessure «a stella» sulla sua superficie.

La determinazione della quantità, della forma, della posizione

Fig. 35:
Difetti del legno:
cipollatura.



e della dimensione dei nodi contribuisce all'individuazione della specie di appartenenza del legname.

La fessurazione è una separazione delle fibre del legno che può verificarsi sul bordo, o sulla faccia, può essere dritta o obliqua o seguire la direzione degli anelli (cipollatura)¹²¹. Questo difetto è causato dall'evaporazione dell'umidità presente nell'albero, e può manifestarsi in maniera diversa nelle tre direzioni principali dell'albero.

La fessurazione sulla faccia e la fessurazione di bordo, rispettivamente sul lato più ampio e sul bordo più stretto dell'elemento tagliato, possono correre per tutta la lunghezza del segato, fino alle teste; la fessurazione radiale è visibile sulle testate, e può essere o «a stella» o «a zampa di gallina». A seconda della loro profondità, le fessure possono essere classificate come superficiali, se di profondità inferiore ai 2 mm, oppure passanti. Bisogna ricordare, inoltre, che, pur non essendo l'unica causa, la stagionatura del tronco non avviene in maniera omogenea, contribuendo notevolmente alla formazione delle fessure.

La presenza di fessurazioni porta alla riduzione della sezione resistente, compromettendo l'utilizzo dell'elemento. Il distacco parziale o totale di due anelli viene chiamato cipollatura e fa sì che l'elemento si comporti come se fosse formato da due solidi

¹²¹ Augelli E., *La diagnosi delle opere e delle strutture lignee. Le ispezioni*, Saonara (PD), Il Prato, 2006



Fig. 36:
degrado del legno: carie
bruna e muffe.

infilati l'uno dentro l'altro e con possibilità di rotazione.

La presenza più o meno accentuati dell'arrotondamento degli spigoli del tronco, i cosiddetti *smussi* rappresenta un difetto dovuto alla lavorazione del legname. Spesso, negli edifici storici, si trovano travi che presentano una sezione diversa alle due estremità; in particolare è frequente ritrovare un'estremità squadrata, che corrisponde alla base del tronco, e una a sezione circolare, che corrisponde alla cima. La presenza di smussi rappresenta un difetto in quanto può esporre l'alburno ad attacchi biologici, causando una riduzione della durabilità dell'elemento.

8.3 Degradi del legno

L'acqua, in tutte le sue possibili declinazioni, liquida, gassosa, solida, umidità di risalita, di condensa, ecc., è la causa prima - se si esclude il fuoco - del degrado del legno¹²².

Il primo sintomo della presenza di un degrado è segnalato dall'alterazione cromatica naturale che avviene per la presenza di agenti biotici, i cosiddetti funghi cromogeni. In presenza di questi funghi, potrebbero presentarsi delle striature che vanno dall'azzurro, al verde, fino al nero; alcune specie legnose, invece, sviluppano delle colorazioni diverse nella porzione centrale del

¹²² Laner F., *Il restauro delle strutture di legno*, Palermo, Grafill, 2011, p. 15

Fig. 37:
fori di sfarfallamento
generati da insetti xilofagi e
tracce di ife fungine.



tronco, il più delle volte di colore rosso o marrone scuro. In genere, queste alterazioni non causano patologie gravi al legno. Tuttavia, la differente cromia del legno è un segnale ineludibile della presenza di un degrado che può facilmente diventare preoccupante. L'elevata umidità crea l'ambiente ideale per la proliferazione di batteri, muffe e funghi. I batteri sono organismi microscopici, parassiti o saprofiti che, attraverso degli enzimi, provocano una distruzione di tipo chimico delle cellule del legno, manifesta per la diversa cromia del legno, che può facilitare un successivo attacco fungino. Questo tipo di degrado interessa, il più delle volte, lo strato superficiale, senza intaccare le capacità meccaniche del legno; tuttavia, nei casi più gravi, possono portare all'erosione del legno, e al conseguente collasso dell'elemento; è quindi importante procedere ad una pulitura sistematica e programmata delle strutture lignee. Molto diversi e gravi sono i funghi appartenenti alla categoria dei basidiomiceti e ascomiceti, chiamati anche *carie*, che demoliscono la cellulosa. Il legno aggredito presenta fessure caratteristiche, inizialmente solo superficiali, poi via via più in profondità, sia in direzione longitudinale che ortogonale, formando una sorta di cubetti di colore bruno¹²³. Il legno diventa progressivamente più friabile e le fessure più profonde; senza i suoi legami, il legno perde le sue caratteristiche meccaniche; la carie può essere bruna o bianca. Nel primo caso, viene colpita la cellulosa, le ife provocano la tipica rottura a cubetti del legno,

¹²³ Augelli F., *La diagnosi delle opere e delle strutture lignee. Le ispezioni*, Saonara (PD), Il Prato, 2006

mentre la lignina rimane intatta e visibile; il termine bruna, fa riferimento alla colorazione bruno-marrone della lignina. La carie bianca, invece, attacca la cellulosa e la lignina, e il legno, pur mantenendo le sue dimensioni, assume una colorazione biancastra e presenta un aspetto spugnoso e si fibroso.

Oltre alle muffe e ai batteri, il legno può subire attacchi da parte di insetti xilofagi, che hanno caratteristiche morfologiche, biologiche e preferenze alimentari diverse. In questo senso, risulta importante il riconoscimento della specie legnosa, in quanto l'aggressione da parte di questi insetti è spesso determinata dalle caratteristiche del legno. Gli insetti si nutrono prevalentemente delle sostanze zuccherine presenti nell'alburno, senza quindi intaccare il durame. In genere, una volta distrutto l'alburno, gli xilofagi si rivolgono altrove, senza procurare danni strutturali; più serio può essere il caso di specie legnose con durame non differenziato, poiché in questo caso gli attacchi possono compromettere la stabilità delle strutture. La presenza di insetti xilofagi è segnalata in primo luogo dalla presenza di rosime, residuo di materiale rosicchiato dagli insetti; in alcuni casi, inoltre, è possibile riconoscere il rumore provocato dai tarli, in genere, sono però i fori di sfarfallamento il sintomo di aggressioni pregresse o in corso. Generalmente, gli xilofagi depongono le uova nelle cavità o nelle fessure presenti sul legno; una volta nate, le larve scavano un tunnel di dimensione variabile all'interno del legno. La dimensione del foro di sfarfallamento è caratteristico di ogni specie; il

riconoscimento della specie dell'insetto può essere utile per programmare un intervento di disinfestazione efficace. I danni provocati dagli insetti dipendono in primo luogo dalla profondità degli attacchi che determinano una riduzione della sezione resistente dell'elemento.

8.4 Ispezioni e diagnostica

La prima operazione per rilevare un'alterazione è osservare attentamente il manufatto ligneo. L'ispezione a vista consente di individuare eventuali dissesti o attacchi biotici, e permette di localizzare rapidamente le zone critiche. I punti più delicati sono quelli dove la struttura risulta in qualche modo compromessa e non è possibile garantire una situazione di sicurezza. In genere, una volta escluso un attacco biotico, all'elemento viene attribuita la resistenza iniziale, mentre in caso di attacchi fungini o di insetti xilofagi, deve essere calcolata la sezione resistente residua; se queste aggressioni vengono giudicate profonde, la sezione resistente è considerata nulla. L'ispezione visiva è in grado di fornire dati qualitativi attendibili, tuttavia non è sempre possibile stabilire con il solo esame a vista quale sia l'entità effettiva del danno; inoltre le ispezioni risultano spesso difficoltose, a causa dell'impossibilità di raggiungere le strutture stesse (in particolare in presenza di pavimenti e controsoffitti) o di verificare lo stato di alcune sue parti (incastri o ammorsamenti); l'assenza di illuminazione adeguata e la presenza di depositi superficiali, rappresentano un

ulteriore grado di difficoltà. Nelle ispezioni visive, l'attenzione viene posta soprattutto in corrispondenza degli appoggi e dei nodi, poiché l'elevata umidità riscontrata in questi punti, li rende più sensibili ad attacchi fungini e aggressioni di insetti xilofagi. Secondo gli esperti, tramite un'accorta indagine visiva è possibile ottenere il 95% della valutazione delle prestazioni

Capitolo 9
Metodi di consolidamento di strutture lignee

delle strutture di legno, e le restanti indagini, che rappresentano solo il 5%, possono essere eseguite solo dopo aver concluso questa fase¹²⁴.

Oltre alla vista, è opportuno ricorrere all'udito; infatti, il rumore in risposta a una percussione può rivelare la presenza di cavità all'interno dell'elemento. Un suono soffocato e sordo, senza rimbalzo del martello indica l'inconsistenza del legno; al contrario, un suono chiaro e il rimbalzo del martello ne indicano l'integrità. L'inconsistenza del legno può essere superficiale o profonda e può essere verificata anche con un punteruolo: se la punta penetra a fondo e senza difficoltà è chiaro lo stato di degrado; viceversa, se penetra con difficoltà, il legno è in buono stato.

I fori di sfarfallamento indicano, come già accennato, la presenza di insetti xilofagi. Per sapere se si tratta di un attacco passato o in atto, oltre a rintracciare il rosario, è possibile auscultare la superficie della trave mediante appositi sistemi di amplificazione.

Un ulteriore strumento di indagine, se così si può chiamare, è rappresentato dalle prove di carico, che permettono di tracciare un diagramma sforzi-deformazioni e di determinare il modulo di elasticità, fondamentale per la verifica strutturale.

¹²⁴ Augelli F., *La diagnosi delle opere e delle strutture lignee. Le ispezioni*, Saonara (PD), Il Prato, 2006, p. 136

9.1 Introduzione

Quando si interviene su un edificio storico, tutte le azioni sono coordinate dalla necessità di preservare il bene; neanche gli interventi strutturali si sottraggono a questa necessità, cercando di trovare il giusto equilibrio tra esigenze statiche e di conservazione. Lo scopo primario degli interventi strutturali deve essere quello di ripristinare il funzionamento delle strutture, attraverso manutenzioni e riparazioni, la sostituzione degli elementi principali della struttura è ammessa solo quando risultano gravemente compromesse.

Scegliere un tipo di intervento basandosi esclusivamente su esigenze statiche potrebbe portare ad adottare soluzioni invasive che contrastano con la tutela dell'edificio storico, dal punto di vista formale, materico o delle tecniche costruttive. Talvolta, può risultare preferibile un intervento più invasivo, purché removibile, ad uno che non si vede ma è irreversibile. Questo concetto, di reversibilità e invasività riguarda in particolar modo i nuovi materiali e le nuove tecniche costruttive, non sempre coerenti con quelli della tradizione; è quindi buona norma verificare che, con il passare del tempo, essi non provochino danni all'edificio. Negli interventi di consolidamento riveste un'importanza particolare la conservazione materica degli elementi, poiché contraddistinguono l'edificio.

9.2 Consolidamenti delle coperture lignee

Secondo i principi appena illustrati, si può intervenire su una struttura quando la sua resistenza risulta compromessa. Questa situazione può concretizzarsi nel caso in cui l'elemento si trova in un avanzato stato di degrado, oppure se le verifiche eseguite non forniscono risultati accettabili, in caso di deformazione della struttura non è sempre necessario intervenire. Vengono considerate inammissibili quelle deformazioni in cui la freccia w , sotto carichi permanenti, supera il valore del rapporto $L/150$, dove L indica la luce della trave.

Negli interventi su coperture di edifici storici è opportuno rimuovere il manto di copertura e dell'assito, prevedendo il recupero e l'integrazione del manto esistente. Se i travetti, che compongono l'orditura secondaria, sono compromessi o insufficienti, vengono integrati oppure sostituiti. Gli elementi di valore sono le strutture principali (capriate, travi di colmo e terzere), e richiedono interventi di conservazione più complessi e accurati. Queste strutture, in assenza di degrado o difetti, sono in grado di rispondere alle esigenze statiche e ai requisiti di sicurezza, anche dopo diversi secoli; ciò accade perché il materiale, essendosi stabilizzato, è meno esposto alle lesioni causate dalla stagionatura del legno.

9.3 Consolidamenti delle travi principali

Intervenire su travi di colmo e terzere significa rinforzarle per aumentare la loro capacità portante, oppure cercare di ridurre le sollecitazioni o i carichi applicati.

1) Rinforzo con nuova trave intradossale appesa

La trave che necessita un rinforzo, viene consolidata grazie alla collaborazione di una nuova trave, posta all'intradosso di quella esistente e appesa, tramite due tiranti nelle sezioni vicine ai due appoggi; dei cunei posti tra le due travi ne garantiscono il contatto. Per appendere la trave di rinforzo si utilizza un sistema costituito da un tirante d'acciaio, inserito in appositi fori praticati nel legno, e da due piastre di ancoraggio. In questa nuova situazione, le due travi, nel tratto compreso tra i tiranti, si comportano allo stesso modo, presentando le stesse curvature deformate; pertanto i contributi del carico distribuito che gravano sulle due travi risultano proporzionali alle loro rigidezze flessionali.

2) Appoggi intermedi rompitratta

Il posizionamento di appoggi intermedi permette di ridurre la luce delle travi, diminuendo notevolmente gli sforzi flessionali. Questa riduzione si verifica poiché il momento flettente dipende dal quadrato della luce; aggiungendo un appoggio a metà campata, l'azione flettente e gli sforzi da essa derivanti si riducono a un quarto. Dal punto di vista pratico, le capriate

sono considerate appoggi intermedi di travi di colmo e terzere; è quindi possibile intervenire aggiungendo delle nuove capriate nei punti dove risulta necessario. Aggiungendo nuovi appoggi interni, la trave risulta, naturalmente, a più campate; i vincoli alle estremità sono vincoli unilateri e consentono il sollevamento della trave. Se non si verifica il sollevamento, la trave viene considerata iperstatica. In questo caso la valutazione delle azioni interne può essere imprecisa, dal momento che sia gli appoggi nuovi che quelli esistenti sono, il più delle volte, cedevoli.

3) Capriata rovescia

Il consolidamento della trave con capriata rovescia viene realizzato mediante due tiranti metallici inclinati e uno o due montanti di legno; la trave esistente rappresenta l'elemento compresso, viceversa, i tiranti e i montanti costituiscono l'elemento teso. I tiranti vengono ancorati alla trave mediante piastre o cuffie metalliche, assicurate all'elemento ligneo tramite spinotti.

Per procedere alla realizzazione di questo intervento di rinforzo è preferibile rimuovere il manto di copertura e l'orditura secondaria, quindi con travi non caricate. Nel caso in cui l'intervento venga realizzato con travi cariche è necessario effettuare il forzamento del sistema di rinforzo per ridurre le sollecitazioni della trave, causate dal carico permanente della copertura. In questo caso l'intervento viene condotto in due

fasi, dapprima senza rinforzo agisce il carico permanente, nella seconda fase, invece, la trave rinforzata viene sottoposta ai carichi variabili.

4) Bilancieri di estremità

Il rinforzo delle travi mediante bilancieri, intradossali o estradossali, risulta efficiente nel caso di una successione di travi allineate e appoggiate sulle pareti. Nel caso di bilancieri intradossali le travi risultano in semplice appoggio sul bilanciante; nel caso, invece, di bilancieri estradossali, la struttura che ne deriva è iperstatica.

bilancieri intradossali

L'utilizzo di bilanciante intradossali rende necessario effettuare degli scassi nella muratura, per posizionarli al di sotto delle travi. Nel caso non sia possibile rimuovere il manto di copertura, occorre, laddove possibile, puntellare le travi. I bilancieri possono essere in legno o in acciaio; se i bilancieri sono sufficientemente corti e la loro rigidità è superiore a quella della trave, la loro estremità rappresenta un nuovo appoggio per la trave, con conseguente riduzione della luce e delle azioni flettenti. Il vincolo originario delle travi si trasferisce sull'estradosso del bilanciante; il nuovo vincolo che si genera può essere attivo o scarico, se si verifica il sollevamento delle estremità delle travi.

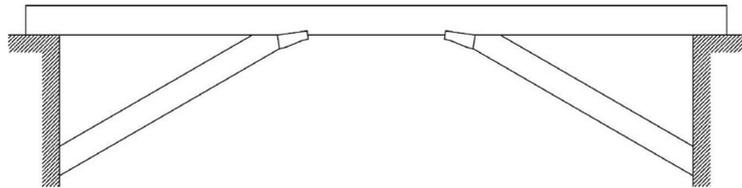
bilancieri estradossali

Come i bilancieri intradossali, quelli estradossali forniscono alle travi un nuovo appoggio interno, con tutti i vantaggi che porta. Il nuovo appoggio viene realizzato mediante tiranti posti alle estremità del bilanciante. Il bilanciante estradossale converte le due travi adiacenti in una trave iperstatica, impedendo il sollevamento delle estremità delle travi. Per realizzare un sistema di rinforzo sicuro è necessario utilizzare un bilanciante metallico, dotato di sufficiente duttilità: in questo modo, la capacità portante non viene penalizzata dalle sollecitazioni causate dai cedimenti, e la struttura viene ricondotta in isostatica.

5) Rinforzo con saette

Nei sottotetti con altezza elevata è possibile realizzare rinforzi con saette. Occorre praticare un foro adeguatamente profondo nelle pareti per l'alloggiamento della saetta, dal momento che gli sforzi verranno trasferiti ad esse. La catena è necessaria per contenere le spinte orizzontali generate dalle saette, solitamente vengono realizzate con piatti metallici, appoggiati all'intradosso dell'impalcato; l'ancoraggio può essere realizzato mediante scarpa metallica o con piastre laterali (in particolare, si utilizzano piastre metalliche per l'ancoraggio della catena a travi inclinate). Le saette vengono considerate come due appoggi intermedi della trave; le spinte delle saette sulla trave vengono contrastate da una traversa.

Fig. 38:
Trave armata con saette
che offrono due appoggi
intermedi (disegno
dell'autore)



9.4 Consolidamenti delle capriate

Gli interventi di consolidamento sulle capriate riguardano, nella maggior parte dei casi, gli elementi più delicati, come il tallone della catena e i puntoni inflessi.

1) Rinforzo del tallone

Il rinforzo del tallone consiste nell'inserimento di due tiranti metallici ai due lati della catena lignea esistente, così da ridurre le sollecitazioni del tallone. Esistono due metodi per eseguire questo intervento: nel primo caso la catena integrativa è direttamente collegata ai puntoni attraverso delle piastre di ancoraggio, nel secondo caso, il puntone viene rinforzato agendo sulla testa della catena. Secondo i principi della conservazione, è preferibile che l'elemento su cui si interviene mantenga anche il suo ruolo statico. Dunque, la catena dovrebbe conservare la sua funzione e gli elementi di rinforzo hanno il compito di migliorare le sue prestazioni, integrando la sua resistenza; nella realtà, però, si tende ad affidare alla nuova catena in acciaio tutte le spinte. Le piastre e i tiranti sono dimensionati caso per caso, tenendo conto dell'elemento ligneo su cui occorre intervenire e delle sollecitazioni cui è sottoposto; per la messa in tensione della catena metallica si agisce sui dadi della piastra di ancoraggio. Anche in questo caso, il tensionamento dei tiranti deve essere valutato in base alle specifiche situazioni, in particolare l'azione della nuova catena non deve essere superiore alle sollecitazioni prodotte dai carichi permanenti;

se così non fosse si potrebbe verificare il distacco del puntone dalla catena e lo scorrimento tra i due elementi. In assenza di distacco, i carichi accidentali causano un incremento del tiro, sopportato dalla catena lignea, più rigida di quella metallica.

6) Interventi sulla catena lignea

Per quanto rari, gli interventi sulla catena lignea vengono effettuati quando la flessione provocata dall'eccentricità dell'appoggio è significativa. È consigliato intervenire sulla catena anche qualora la testa versi in uno stato di degrado; spesso, infatti, le infiltrazioni dal manto di copertura possono causare marcescenze nei tratti inseriti nella muratura.

bilanciere

Uno dei sistemi di consolidamento della catena consiste nell'inserimento di un doppio bilanciere di rinforzo, posto ai lati della catena, questa soluzione ha il vantaggio di essere quasi del tutto reversibile, rispettando uno dei requisiti principali della conservazione. L'intervento è realizzato posizionando una sella in corrispondenza dell'appoggio ideale, così da raccogliere il carico della capriata; una controsella posta all'estradosso della catena è necessaria per l'equilibrio del bilanciere. Per annullare il gioco tra sella e catena vengono inseriti dei cunei.

saette

Quando le catene sono poste a un livello superiore rispetto al pavimento del sottotetto, è possibile realizzare rinforzi con

saette. In questo caso bisogna praticare un foro adeguatamente profondo nelle pareti per l'alloggiamento della saetta, oppure occorre realizzare una scarpa di acciaio, vincolata alla parete mediante spinotti e tirafondi. Le spinte orizzontali della saetta è contenuta dalla catena e da un elemento orizzontale posto all'intradosso della catena, a mo' di traversa. La saetta deve avere asse passante per l'appoggio ideale della capriata, inoltre deve essere adeguatamente sagomata per soddisfare le verifiche delle pressioni agenti sul legno.

mensola

Un ulteriore sostegno può essere fornito da mensole metalliche, poste in corrispondenza dell'appoggio ideale. Per garantire l'equilibrio della mensola è necessario posizionare un tirante all'esterno della muratura, ancorato inferiormente tramite una piastra. Il muro su cui è applicato il tirante deve avere un'altezza tale da garantirne l'equilibrio.

fresatura del nodo puntone catena

Nel caso di puntone inflesso, ovvero quando la terza non è sostenuta da una saetta, l'estremità del puntone può ruotare. Se dovesse verificarsi una situazione simile, la rotazione provocherebbe una trazione trasversale alla fibratura, che potrebbe causare la rottura fragile del tallone. Per ovviare a questo inconveniente, si interviene sulla catena, creando una nicchia di ampiezza tale da consentire la rotazione del puntone.

9.5 Consolidamenti dei solai lignei

Generalmente, i solai lignei non soddisfano i requisiti statici: le vibrazioni causate dal calpestio non sono indifferenti, così come le deformazioni provocate dai carichi permanenti. Tuttavia, tali deformazioni, pur essendo di notevole entità, non compromettono la resistenza della struttura; nella maggior parte dei casi, le deformazioni sono di natura reologica, e dipendono da sforzi flessionali prolungati oltre che da cicli di umidità, ciò significa che, nonostante le deformazioni, la fibratura del legno non è danneggiata e perciò la resistenza flessionale rimane inalterata.

Nella maggior parte dei casi, gli interventi sui solai si rendono necessari:

- quando sono presenti deformazioni e vibrazioni eccessive, per i carichi di esercizio e per il calpestio;
- in caso di evidenti deformazioni;
- quando è richiesto un incremento della capacità portante del solaio;
- quando le strutture presentano stati di degrado.

In presenza di elementi fortemente degradati, si procede, in genere, con la sostituzione dell'elemento o con l'integrazione delle parti danneggiate; nel caso di travi pregiate o con un forte valore storico, il consolidamento è realizzato con protesi metalliche o resina. Gli interventi possono essere *estradosali*

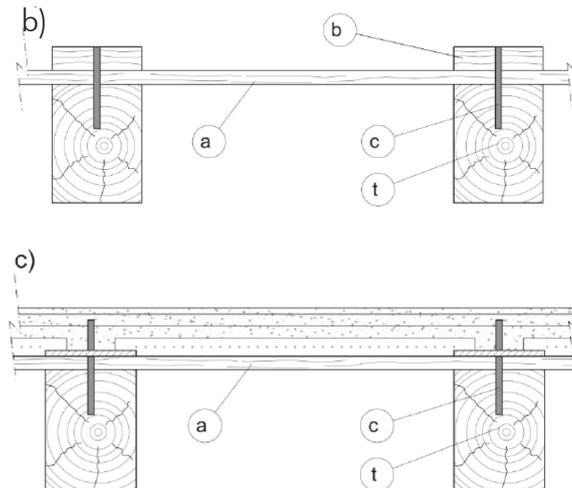


Fig. 39:
consolidamento di solai lignei con
soluzione a secco (b) e mista (c).
(Giuriani E., Consolidamento
degli edifici storici, Torino, UTET
Scienze Tecniche, 2012)

o *intradossali*, in base alle caratteristiche di pregio del solaio, legate alla qualità dei pavimenti o dei soffitti, e all'accessibilità dei vani; nei solai lignei che non presentano particolari connotati storici o artistici, le norme della conservazione che guidano gli interventi sono meno rigide. Quando l'intervento prevede la sostituzione o l'integrazione con nuovi elementi è opportuno adottare tecniche non invasive o dannose per l'edificio; inoltre è opportuno mantenere inalterata la quota di calpestio dei piani. Modificare il livello di un piano rispetto all'esistente comporterebbe effetti inaccettabili dal punto di vista conservativo, poiché implicherebbe modifiche alle porte, alle finestre e alle scale; alterazioni di pochi centimetri sono consentite purché si raccordino in corrispondenza dei punti sopraelencati con pendenze impercettibili.

r) Irrigidimento e rinforzo dei travetti

Questa tecnica si basa sulla collaborazione dei travetti esistenti con nuovi correnti estradossali, resi solidali mediante appositi connettori. L'intervento può essere eseguito a secco o mediante impasti bagnati; la prima soluzione è preferibile poiché si evitano i rischi dovuti alla percolazione di acqua, tuttavia, oltre a essere onerosa, è poco flessibile, specialmente nel caso di vani irregolari.

La seconda soluzione prevede l'utilizzo di impasti cementizi o a base di calce, che ben si adattano alle irregolarità presenti e permettono di livellare facilmente la struttura, in caso di travetti

deformati. La lastra che si forma costituisce un'efficace barriera contro le perdite d'acqua, inoltre in caso di incendio rallenta il propagarsi del fuoco. Questo tipo di intervento viene realizzato quando è possibile gettare sopra l'assito uno strato di impasto dello spessore di qualche centimetro, senza modificare la quota del solaio. Condizione necessaria per completare un intervento di questo tipo è che il pavimento e il sottofondo possano essere rimossi, inoltre è possibile riposizionare il pavimento esistente alla fine dell'intervento, senza quindi alterare la percezione dell'ambiente. Una soluzione simile risulta impraticabile nel caso di seminato pregiato. L'irrigidimento dei solai consiste nella sostituzione del sottofondo esistente, che il più delle volte è composto da materiale sciolto non pregiato, con un sottofondo strutturale. Se si utilizza un impasto cementizio, viene armato con una rete elettrosaldata, mentre se l'impasto è di calce e sabbia, l'armatura consiste in diversi strati di rete di fibra di vetro; il nuovo sottofondo è reso solidale ai travetti esistenti tramite adeguati connettori e spinotti metallici.

Gli interventi di consolidamento a secco necessitano di uno spazio limitato, talvolta inferiore al centimetro. È una soluzione adottata in particolar modo in quelle situazioni in cui l'assito costituisce anche il pavimento e non c'è lo spazio necessario per realizzare il sottofondo strutturale. L'intervento consiste nel disporre lungo l'estradosso di ogni travetto delle lamiere spesse qualche millimetro, assicurate ai travetti con spinotti, oppure con piatti metallici posti all'intradosso dei travetti,

quando non è possibile rimuovere la pavimentazione.

Le esigenze statiche, così come il rispetto delle norme della conservazione determinano la scelta del tipo di intervento, che per questo motivo deve essere valutato caso per caso. Entrambi gli interventi vengono realizzati senza ammorsature nelle murature, evitando eventuali danni al tessuto murario.

realizzazione del sottofondo strutturale

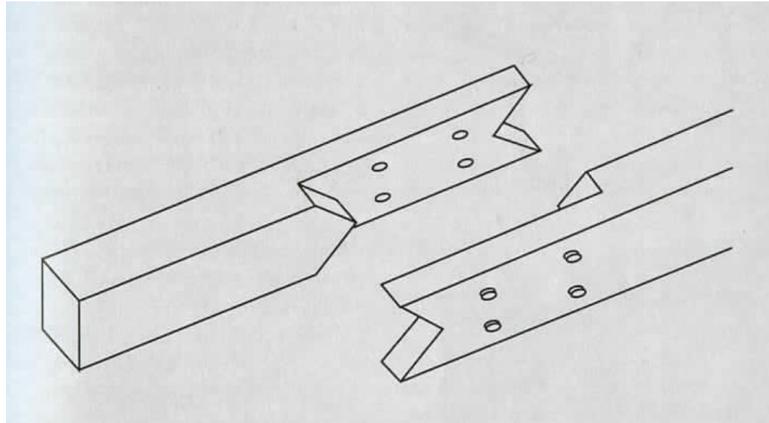
Dopo aver rimosso la pavimentazione, sopra all'assito viene posto il sottofondo strutturale, il cui spessore è di circa 4 centimetri. Il collegamento con i travetti è realizzato mediante connettori a piolo; si tratta di barre tonde lisce, inserite in appositi fori realizzati nell'assito e nei travetti¹²⁵. I travetti e la struttura sottostante vengono protetti da una guaina traspirante dalle eventuali percolazioni. Quando è possibile, si consiglia di aumentare l'altezza della struttura, utilizzando all'impasto di sabbia e calce un impasto alleggerito, ottenuto aggiungendo sughero o sfere di polistirolo; l'alleggerimento viene adottato anche quando le deformazioni dei travetti sono evidenti, in modo tale da livellare la struttura senza aggiungere ulteriore carichi permanenti. L'utilizzo di impasti cementizi, tuttavia, porta con sé l'incertezza di introdurre materiali nuovi estranei a quelli originari.

¹²⁵ Per approfondimenti ulteriori sui connettori si veda Giuriani E., *Consolidamento degli edifici storici*, Torino, UTET Scienze Tecniche, 2012, p. 285

rinforzo a secco

Gli interventi che prevedono la rimozione dell'assito non sono ammesse facilmente, poiché distruggono una parte della struttura storica, nonostante i vantaggi indiscussi portati da questa soluzione: in primo luogo portano maggiore rigidità al solaio, contenendo gli spessori; sono inoltre reversibili senza recare danni alle strutture esistenti; infine, si evitano infiltrazioni d'acqua o boiaccia. Un limite è rappresentato dall'impossibilità di livellare agilmente il solaio in presenza di travi incurvate, per cui è necessario ricorrere a dei rigoni lignei sagomati. In aggiunta, diversamente dal sottofondo strutturale, il rinforzo a secco non costituisce alcun tipo di barriera al rumore o agli incendi, richiedendo l'adozione di soluzioni integrative. Il rinforzo mediante piatti di acciaio porta a risultati equiparabili a quelli del sottofondo strutturale, occupando meno della metà dello spessore (tra i 10 e i 15 millimetri, nel primo caso, contro i 40/50 millimetri nel secondo), con un incremento di carico decisamente inferiore. Nel caso di travi molto deformate, il piatto si può curvare per aderire il più possibile alla trave. È possibile sostituire al piatto metallico un corrente in legno, reso solidale al travetto sottostante tramite connettori a piolo; in questo caso non è necessario rimuovere l'assito; nelle travi deformate, l'elemento ligneo viene opportunamente sagomato. Tuttavia, l'utilizzo di un corrente di legno porta ad un irrigidimento inferiore rispetto all'uso di un elemento in acciaio. In qualche caso non è possibile intervenire all'estradosso, perché, per esempio, le

Fig. 40:
 esempio di incalmo.
 Disegno tratto da Laner F., Il
 restauro delle strutture di legno,
 Palermo, Grafill, 2011



pavimentazioni sono pregiate non si possono rimuovere, si può rimuovere però il controsoffitto ed effettuare il rinforzo all'intradosso dei travetti; ancorando i piatti irrigidenti con spinotti, come nel caso precedentemente descritto.

soluzione mista

Come già illustrato, i rinforzi a secco hanno il vantaggio di irrigidire notevolmente la strutture senza aggiungere ulteriori carichi; rimane di difficile soluzione la livellazione in caso di travi molto deformate; per ovviare a questo inconveniente è possibile aggiungere il sottofondo strutturale. Questo espediente permette di ottenere un beneficio aggiuntivo, infatti, i pioli che collegano il piatto metallico ai travetti vengono fatti sporgere oltre il piatto, realizzando una connessione solidale con il sottofondo strutturale.

2) Interventi aumentare la resistenza e contrastare le deformazioni

Gli interventi per aumentare la resistenza degli impalcati si basano sulla riduzione delle sollecitazioni indotte dal momento flettente M , grazie all'incremento del modulo di resistenza W e del momento di inerzia J , che è direttamente collegato all'altezza della sezione. Infatti, l'aumento dell'altezza della sezione dell'impalcato costituisce in questo la soluzione preferibile. Tuttavia, non è sempre possibile intervenire in questo modo, in quanto come già detto nel paragrafo precedente, è sconsigliato alterare sensibilmente l'altezza del solaio: in questo caso è possibile intervenire rinforzando i

fianchi delle travi. L'operazione più efficace rimane comunque l'aumento dell'altezza della sezione, è possibile intervenire aggiungendo una nuova trave al di sotto dell'esistente e assicurandola al solaio attraverso connettori metallici, così da aumentare la resistenza della struttura, evitando lo scorrimento reciproco degli elementi. È possibile giungere allo stesso risultato anche mantenendo pressoché invariati gli spessori, cioè collegando e rendendo solidale la soletta e le travi, creando una sorta di sistema di travi a T. Ciò si può realizzare sovrapponendo al tavolato esistente un secondo tavolato in direzione perpendicolare, che può essere incollato o chiodato all'esistente. La soluzione legno-legno è consigliata in particolare per il peso contenuto rispetto alle caratteristiche meccaniche.

9.6 Incalmi e fettoni

La parola «incalmo» significa in veneto innesto, e da sola descrive la tipologia di intervento che ne deriva ovvero: si asporta la porzione degradata di un elemento ligneo e la si sostituisce con una nuova, connettendo le due parti tramite incastrati a tenone e mortasa, a dardo di Giove, o di altro tipo. La scelta del tipo di incalmo da eseguire è dettata in primo luogo dalla lesione da riassetare, oltre che dalle condizioni operative. Gli incalmi possono essere realizzati anche con nuovi materiali, come conglomerati cementizi, resine epossidiche con inerti quali segatura o quarzo, con l'inserimento di barre

di acciaio o vetroresina¹²⁶. Tuttavia, è preferibile utilizzare soluzioni legno - legno, per i problemi legati alla conservazione e sollevati dall'utilizzo di materiali estranei a quelli storici, inoltre le resine aumentano la rigidità dei nodi e modificano quindi i vincoli e lo schema statico originario della struttura. Nel caso occorra intervenire su elementi soggetti a sola compressione, l'incalmo deve essere basilare, testa contro testa, mentre gli incalmi tra elementi sottoposti a trazione richiedono un'attenzione maggiore. Le soluzioni proposte

¹²⁶ Laner F., *Il restauro delle strutture di legno*, Palermo, Grafill, 2011, p. 59

Capitolo 10

Il piano di conservazione preventiva

dalla manualistiche sono però di difficile - se non impossibile - realizzazione, ad eccezione dell'incastro a tenone e mortasa o a dardo di Giove. Quest'ultimo, seppur di difficile fattura, in particolare se deve essere realizzato in opera, è apprezzabile poiché al fascino del legno aggiunge l'ingegno costruttivo.

I «fettoni» si impiegano per rinforzare la testa delle travi marcite, è particolarmente indicata per quegli elementi lignei che non si affacciano su ambienti frequentati, poiché è considerata una soluzione piuttosto rustica. I fettoni sono dei listoni di legno di limitato spessore, ma di lunghezza e larghezza notevoli, che vengono posti ai lati dell'elemento ammalorato come rinforzo; la connessione viene realizzata con bulloni, chiodi e colle.

Entrambi gli interventi possono essere effettuati sostituendo al legno protesi di acciaio, tuttavia è un'operazione che richiede massima cautela. L'acciaio infatti è un materiale non traspirante e per questo favorisce la formazione di condense che causano marcescenze sugli elementi lignei, oltre ad impedire la circolazione dell'aria, fondamentale per la durabilità del legname. La soluzione legno - legno è dunque sempre preferibile, tuttavia una certa attenzione deve essere usata anche nella scelta del legno: se possibile, sarebbe meglio optare per legni della stessa specie e con la stessa umidità residua, per evitare il «rigitto» della protesi, ovvero la formazione di fessure, torsioni e quindi il distacco dei due elementi.

«La manutenzione, per quel che mi riguarda, non dovrebbe mirare soltanto alla prevenzione della morte (decadenza, decomposizione), ma a uno scopo più incisivo: mantenere il contatto con il materiale. Man-tenere il desiderio tra la mano e il materiale. Un'attrazione reciproca».

James Hillman¹²⁷

10.1 Applicazione al caso studio

Con queste premesse si riporta l'applicazione della strategia manutentiva al caso studio, in particolare è stato affrontato il tema della manutenzione delle strutture di copertura del castello di Binasco, in seguito agli interventi di consolidamento. Viene affrontato il tema della manutenzione limitatamente alle strutture di coperture, considerando le strutture e gli elementi costruttivi di cui sono composte. Infine, viene proposta una scheda-tipo per le ispezioni programmate, che possono dimostrarsi uno strumento utile per verificare lo stato di conservazione delle strutture e sono pensati per utenti non esperti in materia di conservazione e restauro.

La manutenzione programmata delle coperture consente, attraverso ispezioni periodiche, di intervenire tempestivamente con interventi mirati e puntuali, come la sostituzione di singoli elementi sconnessi o danneggiati che compromettono

¹²⁷ Hillman J., Truppi C., *L'anima dei luoghi. Conversazioni con Carlo Truppi*, Milano, Rizzoli, 2004

l'efficienza complessiva della struttura, favorendo la formazione di fenomeni di degrado. Il manto di copertura, in quanto costituito da un sistema di elementi risulta particolarmente vulnerabile, inoltre le coperture possono subire degli spostamenti dovuti all'assestamento delle strutture lignee, tali movimenti portano talvolta alla formazione di deformazioni e sconnessione degli elementi. Sconnessioni, deformazioni e danneggiamenti rappresentano la via privilegiata all'avvio di numerosi fenomeni di degrado, causati in molti casi da infiltrazioni di acqua, e che a lungo andare provocano il collasso delle strutture. La manutenzione programmata consiste, come già detto, in controlli periodici che permettono di verificare lo stato di conservazione del manto di copertura e di intervenire fissando quegli elementi smossi, e sostituendo o integrando quelli caduti o danneggiati. Questo insieme di interventi puntuali permette di prevenire interventi di maggiore entità. Solitamente si interviene solo dopo che si è verificato un danno, cioè dopo che il fenomeno di degrado è degenerato e un intervento ordinario non è più sufficiente; in questo modo si rendono necessari interventi spesso invasivi, che prevedono sostituzioni, smontaggi e demolizioni degli elementi originali, con conseguenze non indifferenti in termini di costi e di tutela del bene storico. La prima fase consiste nel controllo e nella diagnosi dei manufatti, le verifiche devono interessare:

- la continuità del manto di copertura sotto l'azione di fenomeni esterni (precipitazioni, ghiaccio, carichi

di manutenzione);

- la tenuta all'acqua, all'aria e al calore;
- lo stato di conservazione e l'integrità degli elementi del manto e delle strutture principali del tetto;
- la pulizia e l'efficienza dei canali di gronda e delle opere di lattoneria per il deflusso delle acque meteoriche;
- le condizioni del sottotetto per evitare la formazione di ambienti di lavoro favorevoli all'innescò di fenomeni di degrado delle componenti lignee.

Tali verifiche possono essere eseguite tramite analisi visiva e a cadenza regolare, tenendo in considerazione le condizioni climatiche locali, oltre alle caratteristiche costruttive della copertura. È opportuno che le verifiche siano condotte in concomitanza ai periodi di maggior rischio, inoltre occorre prevedere verifiche eccezionali dopo eventi imprevedibili di particolare portata, come precipitazioni copiose, temporali, grandine o abbondanti nevicate. Eventi di questo tipo possono, infatti, compromettere la struttura, danneggiando alcune sue componenti, effettuare un'ispezione tempestiva rappresenta una strategia vincente in quanto permette di accertare la presenza di eventuali dissesti o infiltrazioni e intervenire prima che diventino patologiche.

Qualsiasi intervento di manutenzione, così come le ispezioni, devono essere completate in condizioni di sicurezza per

l'operatore, oltre che per il manufatto. Perciò è necessario predisporre eventuali ponteggi e i sistemi di imbragatura che assicurano gli operatori durante l'ispezione. Lo scopo delle operazioni di verifica è, dunque, di registrare tempestivamente l'eventuale presenza di rischi o danni, per poi scegliere l'intervento più idoneo (*Allegato 5*, tab. 1). Non è sempre possibile realizzare dei ponteggi per le ispezioni, per questo è necessario prevedere idonei dispositivi di ancoraggio sulle coperture, come connettori, cordoni, linee vita; inoltre, bisogna accertarsi che la copertura sopporti il peso dell'operatore. A tal proposito è opportuno prevedere la puntellazione delle strutture portanti all'intradosso delle falde, così da scongiurare il rischio dello sfondamento.

Attraverso la programmazione degli interventi di manutenzione, a grazie a un monitoraggio continuo del manufatto è anche possibile relazionare la comparsa dei fenomeni di degrado, e i rischi da esso derivati, al fattore tempo, così da organizzare le attività di manutenzione e di ispezione su base gerarchica. Da un punto di vista economico, risulta conveniente seguire un programma di manutenzione preventiva poiché con una serie di interventi puntuali è possibile evitare operazioni più onerose; dal punto di vista conservativo, invece, è preferibile seguire questo approccio perché gli interventi puntuali sono anche poco invasivi e quindi non compromettono la leggibilità dei connotati storici. Nella Tab. 2 (*Allegato 5*) si riporta la frequenza con cui si consiglia di effettuare le ispezioni e le

verifiche al manto di copertura.

10.2 Riferimenti alla normativa vigente

Il piano di manutenzione è stato compilato facendo riferimento alle principali normative vigenti nell'ambito dei Beni Culturali, in particolare al Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004 e modifiche successive) e la normativa relativa alla manutenzione degli edifici.

Costituzione della Repubblica italiana

Art.9

La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.

D.Lgs n. 42/2004 - Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e modifiche dal D.lgd n. 62/2008

Art.1 - Principi

2. La tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale concorrono a preservare la memoria della comunità nazionale e del suo territorio e a promuovere lo sviluppo della cultura.

3. Lo Stato, le regioni, le città metropolitane, le province e i comuni assicurano la conservazione e la pubblica fruizione del loro patrimonio culturale.

Art.3 - Tutela del patrimonio culturale

1. La tutela consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette, sulla base di un'adeguata attività conoscitiva, ad individuare i beni costituenti il patrimonio culturale ed a garantirne la protezione e la conservazione per fini di pubblica fruizione.

Art.6 - Valorizzazione del patrimonio culturale

1. La valorizzazione consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette promuovere la conoscenza del patrimonio culturale e ad assicurare le migliori condizioni di utilizzazione e fruizione pubblica del patrimonio stesso, anche da parte delle persone diversamente abili, al fine di promuovere lo sviluppo della cultura. Essa comprende anche la promozione ed il sostegno degli interventi di conservazione del patrimonio culturale. In riferimento al paesaggio, la valorizzazione comprende altresì la riqualificazione degli immobili e delle aree sottoposti a tutela compromessi o degradati, ovvero la realizzazione di nuovi valori paesaggistici coerenti ed integrati.

2. La valorizzazione è attuata in forme compatibili con la tutela e tali da non pregiudicarne le esigenze.

3. La Repubblica favorisce e sostiene la partecipazione dei soggetti privati, singoli o associati, alla valorizzazione del patrimonio culturale.

Art.10 - Beni culturali

1. Sono beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico.

Art.11 - Beni oggetto di specifiche disposizioni di tutela

1. Sono beni culturali gli affreschi, gli stemmi, i graffiti, le lapidi, le iscrizioni, i tabernacoli e gli altri ornamenti di edifici, esposti o non alla pubblica vista.

Art.19 - Ispezione

1. I soprintendenti possono procedere in ogni tempo, con preavviso non inferiore a cinque giorni, fatti salvi i casi di estrema urgenza, ad ispezioni volte ad accertare l'esistenza e lo stato di conservazione e di custodia dei beni culturali.

Art.20 - Interventi vietati

1. I beni culturali non possono essere distrutti, danneggiati o adibiti ad usi non compatibili con il loro carattere storico o artistico oppure tali da recare pregiudizio alla loro conservazione.

Art. 21 - Interventi soggetti ad autorizzazione

1. Sono subordinati ad autorizzazione del Ministero:
a. la demolizione delle cose costituenti beni

- culturali, anche con successiva ricostruzioni;
- b. lo spostamento, anche temporaneo, dei beni culturali, salvo quanto previsto ai commi 2 e 3;
2. Lo spostamento di beni culturali, dipendente dal mutamento di dimora o di sede del detentore, è preventivamente denunciato al soprintendente, che, entro trenta giorni dal ricevimento della denuncia, può prescrivere le misure necessarie perché i beni non subiscano danno dal trasporto.
3. Lo spostamento degli archivi correnti dello Stato e degli enti ed istituti pubblici non è soggetto ad autorizzazione.
4. Fuori dei casi di cui ai commi precedenti, l'esecuzione di opere e lavori di qualunque genere su beni culturali è subordinata ad autorizzazione del soprintendente.
5. L'autorizzazione è resa su progetto o, qualora sufficiente, su descrizione tecnica dell'intervento, presentati dal richiedente, e può contenere prescrizioni.

Art.27 - Situazioni di urgenza

1. Nel caso di assoluta urgenza possono essere effettuati gli interventi provvisori indispensabili per evitare danni al bene tutelato, purché ne sia data immediata comunicazione alla soprintendenza, alla quale sono tempestivamente inviati i progetti degli interventi definitivi per la necessaria autorizzazione.

Art. 28 - Misure cautelari e preventive

1. Il soprintendente può ordinare la sospensione di interventi iniziati contro il disposto degli articoli 20, 21, 25, 26 e 27 ovvero condotti in difformità dall'autorizzazione.
2. Al soprintendente spetta altresì la facoltà di ordinare l'inibizione o la sospensione di interventi relativi alle cose indicate nell'articolo 10 (...).

Art. 29 - Conservazione

1. La conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro.
2. Per prevenzione si intende il complesso delle attività idonee a limitare le situazioni di rischio connesse al bene culturale nel suo contesto.
3. Per manutenzione si intende il complesso delle attività e degli interventi destinati al controllo delle condizioni del bene culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del bene e delle sue parti.
4. Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali. Nel caso di beni immobili situati nelle zone dichiarate a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale.

5. Il Ministero definisce, anche con il concorso delle regioni e con la collaborazione delle università e degli istituti di ricerca competenti, linee di indirizzo, norme tecniche, criteri e modelli di intervento in materia di conservazione dei beni culturali.

6. Fermo quanto disposto dalla normativa in materia di progettazione ed esecuzione di opere su beni architettonici, gli interventi di manutenzione e restauro su beni culturali mobili e superfici decorate di beni architettonici sono eseguiti in via esclusiva da coloro che sono restauratori di beni culturali ai sensi della normativa in materia.

Art. 30 - Obblighi conservativi

1. Lo Stato, le regioni, gli altri enti pubblici territoriali nonché ogni altro ente ed istituto pubblico hanno l'obbligo di garantire la sicurezza e la conservazione dei beni culturali di loro appartenenza.

2. I soggetti indicati al comma 1 e le persone giuridiche private senza fine di lucro fissano i beni culturali di loro appartenenza, ad eccezione degli archivi correnti, nel luogo di loro destinazione nel modo indicato dal soprintendente.

3. I privati proprietari, possessori o detentori di beni culturali sono tenuti a garantirne la conservazione.

Art. 39 - Interventi conservativi su beni dello Stato

1. Il Ministero provvede alle esigenze di conservazione dei beni culturali di appartenenza statale, anche se in consegna o in uso ad amministrazioni diverse o ad altri soggetti, sentiti i medesimi.

2. Salvo che non sia diversamente concordato, la progettazione e l'esecuzione degli interventi di cui al comma 1, relativi a beni immobili, sono assunte dall'amministrazione o dal soggetto medesimo, ferma restando la competenza del Ministero al rilascio dell'autorizzazione sul progetto ed alla vigilanza sui lavori.

3. Per l'esecuzione degli interventi di cui al comma 1, relativi a beni immobili, il Ministero trasmette il progetto e comunica l'inizio dei lavori al comune o alla città metropolitana.

Art. 53 - Beni del demanio culturale

1. I beni appartenenti allo Stato, alle regioni e agli altri enti pubblici territoriali che rientrano nelle tipologie indicate all'articolo 822 del codice civile costituiscono il demanio culturale.

2. I beni del demanio culturale non possono essere alienati, né formare oggetto di diritti a favore di terzi, se non nei metodi previsti dal presente codice.

Art. 111 - Attività di valorizzazione

1. Le attività di valorizzazione dei beni culturali consistono nella costituzione ed organizzazione stabile di risorse, strutture o reti, ovvero nella messa a disposizione di competenze tecniche o risorse finanziarie o strumentali, finalizzate all'esercizio delle funzioni ed al proseguimento delle finalità indicate all'articolo 6. A tali attività possono corrispondere, cooperare o partecipare soggetti privati.
2. La valorizzazione è ad iniziativa pubblica o privata.
3. La valorizzazione ad iniziativa pubblica si conforma ai principi di libertà di partecipazione, pluralità dei soggetti, continuità di esercizio, parità di trattamento, economicità e trasparenza della gestione.
4. La valorizzazione ad iniziativa privata è attività socialmente utile e ne è riconosciuta la finalità di solidarietà sociale.

Art. 112 - Valorizzazione dei beni culturali di appartenenza pubblica

1. Lo Stato, le regioni, gli altri enti pubblici territoriali assicurano la valorizzazione dei beni presenti negli istituti e nei luoghi indicati all'articolo 101, nel rispetto dei principi fondamentali fissati dal presente codice.

Art. 114 - Livelli di qualità di valorizzazione

1. Il Ministero, le regioni e gli altri enti pubblici territoriali, anche con il concorso delle università, fissano i livelli uniformi

di qualità della valorizzazione e ne curano l'aggiornamento periodico.

3. I soggetti che, ai sensi dell'articolo 115, hanno la gestione delle attività di valorizzazione sono tenuti ad assicurare il rispetto dei livelli adottati.

Art.118 - Promozione di attività di studio e ricerca

1. Il Ministero, le regioni e gli altri enti pubblici territoriali, anche con il concorso delle università e di altri soggetti pubblici e privati, realizzano, promuovono e sostengono, anche congiuntamente, ricerche, studi ed altre attività conoscitive aventi ad oggetto il patrimonio culturale.

2. Al fine di garantire la raccolta e la diffusione sistematica dei risultati degli studi, delle ricerche e delle altre attività di cui al comma 1, ivi compresa la catalogazione, il Ministero e le regioni possono stipulare accordi per istituire, a livello regionale o interregionale, centri permanenti di studio e documentazione del patrimonio culturale, prevedendo il concorso delle università e di altri soggetti pubblici e privati.

Art.169 - Opere illecite

1. È punito con l'arresto da sei mesi ad un anno e con l'ammenda da euro 775 a euro 38.734,50:

- a. chiunque senza autorizzazione demolisce, rimuove, modifica, restaura ovvero esegue opere di qualunque genere sui beni culturali indicati nell'articolo

10;

b. chiunque, senza l'autorizzazione del soprintendente, procede al distacco di affreschi, stemmi, graffiti, iscrizioni, tabernacoli ed altri ornamenti di edifici esposti o non alla pubblica vista, anche se non vi sia stata la dichiarazione prevista dall'articolo 13;

c. chiunque esegue, in casi di assoluta urgenza, lavori provvisori indispensabili per evitare danni notevoli ai beni indicati nell'articolo 10, senza darne immediata comunicazione alla soprintendenza ovvero senza inviare, nel più breve tempo, i progetti dei lavori definitivi per l'autorizzazione.

2. La stessa pena prevista dal comma 1 si applica in caso di inosservanza dell'ordine di sospensione dei lavori impartito dal soprintendente ai sensi dell'articolo 28.

D.M 25 gennaio 2005 - Criteri e modalità per la verifica dell'interesse culturale

Art.1 - Ambito di applicazione

1. Il Ministero verifica la sussistenza dell'interesse culturale delle cose immobili appartenenti alle persone giuridiche private senza fine di lucro di cui all'art. 10, comma 1, del Codice, che siano opera di autore non più vivente e la cui esecuzione risalga ad oltre cinquanta anni.

2. La verifica è effettuata ai sensi dell'art. 12 del Codice, d'ufficio

Fig. 41:
corte interna del Castello.



o su richiesta formulata dai soggetti cui le cose appartengono.

Art.2 - Verifica dell'interesse culturale

1. Al fine di consentire la verifica dell'interesse culturale le persone giuridiche private senza fini di lucro identificano gli immobili, ne descrivono la consistenza, compilano gli elenchi e le schede descrittive secondo i criteri e le modalità stabiliti nel presente decreto.

2. Le direzioni regionali definiscono con i soggetti indicati al comma 1, l'utilizzo del modello informatico disponibile sul sito web del ministero, il cui tracciato è indicato nell'allegato A del presente decreto, nonché i tempi di trasmissione delle richieste e la loro consistenza tramite appositi accordi, copia dei quali viene sollecitamente trasmessa al Dipartimento per i beni culturali e paesaggistici nonché alle direzioni generali ed alle soprintendenze competenti.

10.3 Proprietà e condizioni attuali

Il castello sorge nel cuore di Binasco e rappresenta il centro nevralgico del paese, insieme ai portici di via Matteotti e alla chiesa dei SS. Giovanni Battista e Stefano. Questi edifici, oltre ad essere il centro della vita sociale e culturale del Comune, costituiscono una chiara testimonianza dell'antico borgo.

L'edificio presenta una pianta rettangolare ed è costituito da

due corpi di fabbrica giustapposti, che definiscono la corte interna. I due corpi di fabbrica, come descritto nei capitoli precedenti¹²⁸, appartengono a proprietà differenti: l'ala sud-ovest, verso via Albertario (catasto, F.3, mappale 444) è di proprietà del Comune di Binasco, mentre l'ala nord-ovest, verso via Alighieri e il sagrato della chiesa dei SS. Giovanni Battista e Stefano (catasto, F.3, mappale 307) è proprietà del Demanio dello Stato. Nonostante i numerosi tentativi da parte della municipalità di ottenere la porzione rimasta di proprietà demaniale, le richieste sono sempre state negate poiché l'immobile era soggetto al principio di inalienabilità assoluta, introdotta dall'art. 822¹²⁹, che ne impediva la cessione, anche se in favore di enti pubblici territoriali.

Attualmente il castello di Binasco risulta di interesse culturale ai sensi del D.Lgs 42/2004 e ss.mm.ii.

¹²⁸ Si veda il cap. 2 «Il castello di Binasco» par. 2.1 Individuazione del bene

¹²⁹ Art. 822, Codice Civile: «Appartengono allo Stato e fanno parte del demanio pubblico il lido del mare, la spiaggia, le rade e i porti; i fiumi, i torrenti, i laghi e le altre acque definite pubbliche dalle leggi in materia; le opere destinate alla difesa nazionale. Fanno parimenti parte del demanio pubblico, se appartengono allo Stato, le strade, le autostrade e le strade ferrate; gli aerodromi; gli acquedotti; gli immobili riconosciuti di interesse storico, archeologico e artistico a norma delle leggi in materia; le raccolte dei musei, delle pinacoteche, degli archivi, delle biblioteche; e infine gli altri beni che sono dalla legge assoggettati al regime proprio del demanio pubblico».

La porzione del castello di proprietà comunale, detta anche ala «nobile», ha un'altezza maggiore di quella demaniale, definita «rustica». Delle cinque torri originariamente presenti, ne rimangono oggi solo due, collocate negli angoli sud-ovest e nord-ovest dell'ala nobile. I prospetti in muratura conservano tutte le tracce delle trasformazioni subite dal castello nel corso dei secoli. Si possono notare le numerose finestre ad arco, tamponate in occasione dei lavori che hanno interessato il castello nel corso del Seicento. Il prospetto principale del castello, che si affaccia sui portici di via Matteotti, conserva due mensole in pietra che un tempo reggevano un balcone. La porzione a destra dell'ingresso presenta invece un coronamento con merlatura guelfa, realizzato in seguito ai restauri effettuati durante la prima metà del Novecento. Antico fossato che circondava il castello è stato colmato e attualmente è adibito a verde pubblico, tuttavia sia sul prospetto principale, che sul prospetto settentrionale sono ancora visibili i resti dei rivellini che costituivano gli accessi alla corte. La strada che divide il perimetro del castello dai portici antistanti è zona pedonale e costituisce una sorta di piazza, molto frequentata dalla comunità binaschina. L'accesso al castello si trova ad una quota di 4 metri sopra il livello stradale, il dislivello è colmato da una rampa lunga 26 metri con una pendenza del 17%. L'adeguamento alle nuove normative, riguardo l'abbattimento delle barriere architettoniche e la sistemazione dei collegamenti verticali, nel 1996 viene realizzato un impianto di risalita in corrispondenza del rivellino situato sulla facciata nord-ovest. L'impianto

è costituito da una scala di sicurezza ed una piattaforma elevatrice.

All'interno della corte sono facilmente distinguibili i due diversi corpi di fabbrica: a sud-ovest quello nobile, un tempo destinato a residenza che ospita oggi gli uffici comunali; a nord la porzione rustica, caratterizzata da un ballatoio, un tempo costituita da portici. I prospetti che si affacciano sulla corte sono intonacati a differenza di quanto accade all'esterno, con la muratura a vista.

Stato di conservazione

Nel corso dell'ultimo secolo l'ala nobile è stata occupata dagli uffici comunali. L'insediamento del comune negli spazi del castello ha fatto sì che gli ambienti venissero utilizzati in modo continuativo, senza far mancare le opere di manutenzione ordinaria. Per tali motivi l'edificio si trova in buono stato di conservazione, anche se l'elevata presenza di umidità ha provocato alcuni fenomeni di degrado. Gli spazi al piano interrato, che ospitano la biblioteca e il centro civico presentano un tasso di umidità eccessivo che rende i locali inadatti alla permanenza delle persone, oltre a risultare dannoso per le opere qui conservate; in aggiunta, l'intonaco che riveste la muratura presenta diffusamente stati di degrado. La porzione sud-orientale del castello ha ospitato la caserma dei carabinieri fino al 1980, negli ultimi quarant'anni, però i locali sono stati utilizzati saltuariamente, specialmente come

deposito di materiali o sede di alcune associazioni. In generale, lo stato di conservazione può essere definito discreto, anche se sono presenti alcuni stati di degrado, causati per lo più dalla mancanza di uso costante. Il sistema di distribuzione verticale, inoltre, è sprovvisto di ascensore o servoscala, e i locali al primo piano risultano quindi inagibili per le persone diversamente abili.

Ricerca universitaria

Il Castello di Binasco è stato studiato in ambito universitario a partire dal settembre 2018, come caso studio di alcuni laboratori di restauro dei corsi di Laurea Magistrale della *Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni* del Politecnico di Milano (titolare dei corsi: Prof. Davide Del Curto). Nell'ambito del corso sono stati effettuati i rilievi topografici del Castello, che hanno interessato due delle quattro facciate esterne, in particolare sono stati effettuati i rilievi dei prospetti Sud ed Est, e i quattro prospetti che si affacciano sulla corte interna. Inoltre, ogni gruppo di studenti si è concentrato sul rilievo e sul ridisegno di alcune stanze della porzione demaniale del castello; le informazioni raccolte sono state organizzate in un Raumbuch¹³⁰, il «libro delle stanze».

¹³⁰ Il termine *Raumbuch* rappresenta un metodo sviluppato a partire dal primo Novecento per lo studio, l'analisi e la gestione degli edifici storici e monumentali, caratterizzati da un elevato grado di complessità. Si procede con una progressiva scomposizione e codifica dell'edificio in porzioni via via più semplice, partendo dall'edificio nella sua interezza, per arrivare al singolo vano. In questo modo

I rilievi fotografici e geometrici eseguiti nell'autunno 2018 sono stati confrontati con i rilievi esistenti, realizzati nel 1983 dall'arch. ing. Giovanni Lima, e che hanno rappresentato la base per i precedenti progetti di restauro del castello. Oltre ai rilievi dei locali dell'ala demaniale, nell'ottica di costruire un Raumbuch il più completo possibile, sono stati effettuati i rilievi di dettaglio delle tipologie di serramento più comune in questa porzione del castello.

Il Raumbuch costruito in questa prima esperienza didattica ha rappresentato il punto di partenza per i sopralluoghi e le indagini realizzate in seguito. Nel corso del secondo anno di laboratorio didattico sono la ricerca si è concentrata sul rilievo dei solai interpiano, laddove possibile le misure sono state rilevate con il metodo diretto, nei locali controsoffittati, invece, è stata effettuata una campagna termografica che ha permesso di formulare alcune ipotesi circa la composizione dei solai.

Le informazioni relative ai solai sono state raccolte e riportate nell'*Abaco dei solai (Allegato 0.2)*.

In seguito alle indagini effettuate, e per una conoscenza sempre

è possibile ordinare e gestire diversi approcci conoscitivi, come il rilievo metrico e il riconoscimento dei fenomeni di degrado, facilitando la lettura comparata delle informazioni raccolte (Diekamp A., *Naturwissenschaft & Denkmalpflege*, Innsbruck, Innsbruck university press, 2007).

più completa e approfondita del manufatto è stata realizzata una raccolta delle informazioni relative alle coperture, riportate nell'*Abaco delle coperture (Allegato 0.1)*. Qui sono raccolte le informazioni relative alla composizione dei sistemi di copertura della porzione comunale e di quella demaniale; inoltre sono riportati i dettagli delle strutture portanti, costituite da capriate e mezze capriate.

10.4 Indagini e diagnostica sulle strutture di copertura

Nello stesso periodo in cui venivano condotte le attività di rilievo dei solai interpiano dell'ala di proprietà demaniale del castello, sono state effettuate delle indagini diagnostiche sulle strutture lignee della copertura del braccio occidentale del castello di Binasco, sollecitate da cedimenti strutturali causati da eventi meteorici particolarmente intensi verificatisi il 24 ottobre 2019.

Dopo la messa in sicurezza della struttura tramite puntellazione, è stata condotta una campagna di ispezioni mirata, durante la quale sono stati effettuati il rilievo dei fenomeni di degrado e analisi diagnostiche.

Le attività di indagine in oggetto sono state effettuate nei mesi di ottobre e novembre 2019. Il 24 ottobre 2019, infatti, è avvenuto il cedimento di un falso puntone situato in prossimità del compluvio sud-ovest a causa della rottura della testa all'appoggio inferiore. Sull'elemento è stato rilevato degrado in



Fig. 42:
analisi resistografica
condotta su una trave
lignea nel sottotetto del
castello di Bianco.

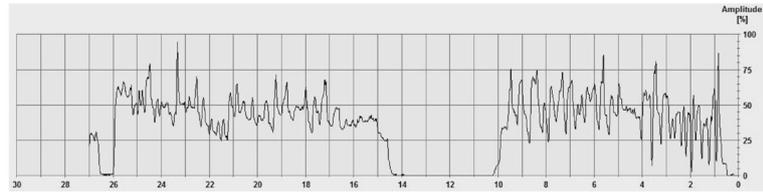
atto, circoscritto a due zone; in particolare, la testa della trave è interessata dalla presenza di carie, che ne ha compromesso la resistenza. La parte terminale dell'elemento, invece, presenta depositi superficiali e un'elevata umidità che lo rende sensibile ad attacchi di muffe e funghi.

Il sopralluogo ha permesso di evidenziare alcune situazioni critiche a causa di uno stato di degrado in atto particolarmente avanzato dei principali elementi della copertura. Gli elementi interessati si trovano in corrispondenza dei compluvi, e presentano prevalentemente degrado biotico, in particolare marcescenze, muffe e infestazioni fungine, tra cui spicca la formazione di carie bruna. Inoltre, il 24 ottobre 2019 si è verificato il cedimento di un falso puntone, situato in prossimità del compluvio sud-ovest, identificato come SW-01, causato dalla rottura della porzione dell'elemento inserita nella muratura; è ragionevole ritenere che i fenomeni di degrado siano causati in primo luogo dalla percolazione di acqua piovana che si è infiltrata dal manto di copertura. La mappatura degli elementi della struttura principale che presentano stati di degrado in atto è riportata nella planimetria (T.2.4 Individuazione elementi, *Allegato 2*); il codice di riconoscimento deriva dai punti cardinali che identificano la posizione degli elementi all'interno del Castello e da un numero progressivo.

Analisi termografica sul prospetto

Al fine di individuare le aree interessate dalla presenza di

Fig. 43:
esempio del grafico
restituito in seguito
all'esame resistografico.



MO6 _Analisi effettuate a 200 cm dall'appoggio inferiore

umidità, sono state realizzate delle indagini termografiche ad infrarosso sui prospetti che affacciano sulla corte interna del Castello.

La termografia è una tecnica di indagine non distruttiva, basata sull'acquisizione di immagini nell'infrarosso tramite una particolare macchina fotografica, detta termocamera, che risulta particolarmente sensibile alle radiazioni infrarosse. Le immagini ottenute permettono di realizzare una "mappa delle temperature" delle superfici analizzate.

Le indagini effettuate al Castello di Binasco sono state eseguite con la termocamera

"FLIR Serie T1020", le cui specifiche tecniche sono le seguenti:

- sensore IR 1024 x 768 (786.432 pixel di misura);
- obiettivo: 28° (36 mm);
- grandangolo: 45° (21,2 mm);
- distanza minima di messa a fuoco: 0,2 m ÷ 0,5 m, in base all'obiettivo;
- intervallo misurazione della temperatura: - 40 °C ÷ + 2000 °C;
- frequenza immagine: 30 Hz;
- banda spettrale: compresa fra 7,5 e 14 µm.

Le immagini restituite dallo strumento sono state elaborate con il software GRAYESS: IRT Stitch e IRT Cronista.

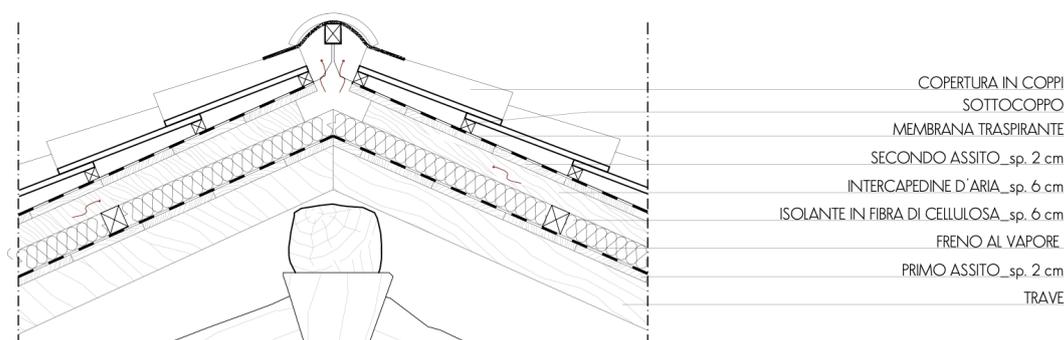
Le mappe permettono di evidenziare la presenza di infiltrazioni d'acqua dal manto di copertura. In particolare, nel prospetto Ovest, che affaccia sulla corte interna, si possono osservare le tracce di forti infiltrazioni d'acqua meteorica in prossimità dei compluvi e nella porzione centrale, al di sotto del canale di gronda. Tali indagini sono state effettuate il giorno 31 ottobre 2019.

Analisi resistografiche

Le indagini resistografiche sono prove microdistruttive che permettono di verificare la sezione resistente dell'elemento, individuando le variazioni di densità del legno. In questo modo viene evidenziata la presenza di eventuali stati di degrado all'interno dell'elemento. Lo strumento misura la resistenza opposta dal legno alla penetrazione di una sottile punta (diametro di 3 mm), con movimento di rotazione e penetrazione costante, azionata da un trapano. Lo strumento restituisce grafici, sia su carta copiativa (mediante il movimento di una punta metallica su un foglio apposito) che digitali (dati in memoria, leggibili con un apposito software). Questi grafici sono denominati "profili" e riportano la resistenza, sull'asse delle ordinate, e la profondità, sull'asse delle ascisse. Il legno non degradato ha profili caratteristici a seconda della specie; di conseguenza l'analisi resistografica permette di visualizzare anomalie, corrispondenti a presenza di degrado (e.g. cavità, porzioni erose o con scarsa resistenza). Le analisi sono state effettuate mediante resistograph IML resi

F400 - S. I punti di indagine sono stati selezionati valutando lo stato di conservazione degli elementi, in primo luogo con esame a vista. In seguito mediante percussione dell'elemento tramite mazzetta di gomma sono state identificate le aree che restituivano rumore sordo, la cui sezione, di conseguenza, è interessata da fenomeni di degrado (in particolare presenza di erosioni, cavità, carie); quindi sono stati individuati i punti di campionamento.

I grafici ottenuti dalle indagini sull'elemento SW-01, nonostante il cedimento della testa, non riportano sintomi circa la presenza di degrado. L'appoggio inferiore risulta essere l'unica porzione che presenta erosioni e marcescenze, così l'elemento, correttamente consolidato, è ancora in grado di sopportare i carichi di esercizio. Le indagini sull'elemento SW-02 evidenziano, invece, una cavità piuttosto estesa: a circa 30 cm dall'appoggio inferiore si registra una cavità nella sezione pari a 8 cm. La stessa cavità risulta anche dalle analisi effettuate a 90 cm dall'appoggio inferiore; si registra una riduzione di tale cavità a circa 2,5 m dall'appoggio inferiore. Le superfici esterne della trave SW-02 riportano la presenza di degrado biotico (muffe, ife fungine), sono inoltre visibili i fori di sfarfallamento ed esoscheletri di insetti. La riduzione della sezione resistente rende necessario un intervento di consolidamento dell'elemento ligneo. I risultati delle indagini effettuati sulla trave NW-01 confermano le considerazioni avanzate in seguito alle analisi visive. La trave è infatti interessata da un avanzato stato di



degrado e la sezione resistente non è in grado di assolvere alla sua funzione.

10.5 Intervento sulla copertura del braccio sud-est

Allo stato di fatto, il tetto del braccio meridionale (vano 15 - T.I.2, *Allegato 1, Intervento sulle coperture a falde*) della porzione demaniale del Castello, presenta una copertura non isolata e ventilata. Tale soluzione migliora il comportamento della copertura in estate, in quanto la ventilazione ha il compito di ridurre gli effetti del riscaldamento, provocati dall'irraggiamento solare, tuttavia la dispersione di calore, in particolar modo nelle stagioni invernali, influenza considerevolmente il comfort termico degli ambienti. In vista del progetto di valorizzazione del Castello di Binasco (*Allegato 0.3*), si propone la realizzazione di una copertura isolata e ventilata, in grado di migliorare le prestazioni termiche dell'edificio. Inoltre, la rimozione del controsoffitto applicato all'intradosso delle catene delle capriate C12, C13 e C14 comporta la necessità di adeguare il sottotetto ad uso abitativo. E' stata preferita la soluzione del tetto isolato e ventilato alla copertura isolata ma non ventilata, in quanto la prima opzione presenta prestazioni migliori, garantendo un miglior isolamento anche durante le stagioni estive.

Soluzioni a confronto

La copertura isolata ma non ventilata, viene anche detta

Fig. 44:
dettaglio copertura ventilata.
*Estratto dall' Allegato A1,
disegno dell'autore.*

“tetto caldo”, è provvista di uno strato termoisolante ma non possiede uno strato di ventilazione. Una copertura di questo genere è costituita dai seguenti strati: elemento portante o supporto di copertura; barriera al vapore; isolamento termico; manto impermeabile; manto di copertura. Il “tetto freddo” è una copertura isolata e ventilata, infatti, oltre all’isolamento termico, nella stratigrafia viene inserito uno spazio di ventilazione, che separa gli strati, interposto tra isolamento e sovracopertura. Questo “strato” di ventilazione migliora notevolmente l’isolamento termico; grazie ai moti convettivi che si generano dal passaggio dell’aria, il vapore acqueo che si produce nell’ambiente viene portato al di fuori, prevenendo la comparsa di fenomeni di condensa e il ristagno di umidità. In estate, i moti convettivi ascensionali sottraggono gran parte del calore prodotto dall’irraggiamento solare, che altrimenti si trasmetterebbero agli strati sottostanti.

In definitiva, il tetto ventilato assicura una maggior durata degli elementi del manto di copertura, in quanto la ventilazione permette agli elementi di asciugarsi rapidamente, sia all’intradosso che all’estradosso, qualora si verificassero infiltrazioni di acqua piovana, diminuendo quindi i rischi di rotture in caso di gelo.

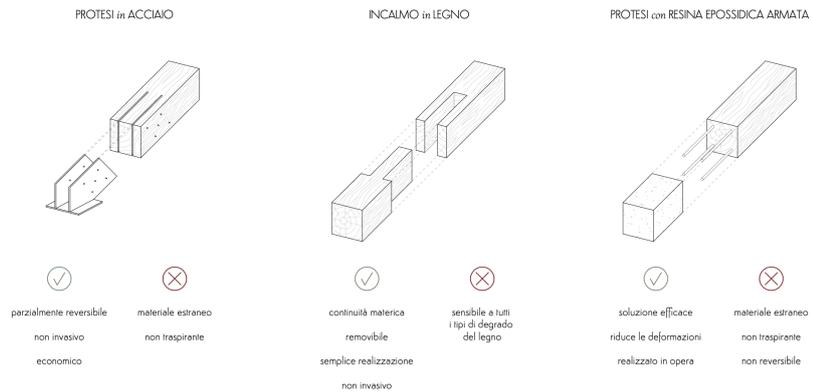
Descrizione intervento

L’intervento sulle coperture del braccio meridionale del Castello prevede la rimozione del controsoffitto applicato

all'intradosso delle catene delle capriate C₁₂, C₁₃ e C₁₄ e il conseguente adeguamento del sottotetto ad uso abitativo. Per tali motivi è necessario provvedere un nuovo sistema di copertura coibentata e ventilata.

Allo stato di fatto, la copertura in coppi è appoggiata su pannelli ondulati bituminosi, che svolgono la stessa funzione dell'assito. L'intervento prevede l'aggiunta di un doppio assito; il primo viene posato sopra i travetti, mentre il secondo è sostenuto da rigoni, a loro volta posti sopra il primo assito. Il pannello isolante in polistirene espanso sp. 6 cm viene inserito tra i rigoni, tra il secondo assito e i rigoni si forma l'intercapedine d'aria di 5 cm di altezza. Al fine di garantire la circolazione dell'aria bisogna garantirne l'ingresso in corrispondenza della gronda e l'uscita dal colmo; queste aperture vengono protette da una rete per impedire l'intrusione di animali nell'intercapedine. L'intervento prevede la rimozione dei coppi, con recupero e successivo reimpiego, la rimozione e lo smaltimento dei pannelli bituminosi e la demolizione del controsoffitto, così da lasciare le capriate a vista. Per questo motivo è prevista la pulitura del legno: innanzitutto si rimuovono le precedenti verniciature, la polvere ed eventuali depositi mediante spazzolatura, successivamente per eliminare tutti i residui pulverulenti si utilizza uno straccio inumidito con acqua o solventi. Infine si prevede la stesura di impregnanti che non formano alcuna pellicola sulla superficie, ma costituiscono una protezione contro le muffe. Si specifica, inoltre, che tutte gli interventi di

Fig. 45:
confronto soluzioni per il consolidamento della testa de faslo puntone.
Estratto dall' Allegato A2, disegno dell'autore.



pulitura e protezione degli elementi lignei vengono realizzati in opera, in particolare le operazioni di spazzolatura vengono eseguite manualmente, per preservare i caratteri di valore storico del legname. Su tutti gli elementi delle tre capriate in questione, infatti, è possibile notare i segni dei colpi d'ascia, tracce della lavorazione precedente, e caratteristiche da conservare. Per i travetti, che vengono conservati, si prevede lo stesso trattamento.

L'esame a vista delle capriate a permesso di identificare la specie legnosa di cui sono composte in legno di larice.

Per ulteriori approfondimenti sugli interventi proposti per la copertura a falde del braccio sud-est si rimanda all'*Allegato 1, Intervento sulle coperture a falde.*

10.6 Consolidamento del puntone

In seguito ai cedimenti verificatisi nell'ottobre 2019 nel sottotetto della copertura del braccio occidentale del castello di Binasco, è stata formulata una proposta di consolidamento per gli elementi interessati: il falso puntone, situato in prossimità del compluvio sud-ovest interessato dalla rottura della testa all'appoggio inferiore, e un pilastro in muratura che ha manifestato tracce di dissesti strutturali in seguito al cedimento di cui sopra. Per le indagini diagnostiche effettuate

si rimanda al paragrafo precedente (**10.2 Indagini e diagnostica sulle strutture di copertura**).

Il cedimento del puntone ha provocato delle spinte orizzontali molto elevate che hanno causato la rotazione della parte superiore della muratura rispetto alla base, tale rotazione implica un possibile ribaltamento del pilastro. Il pilastro, infatti, è un elemento prevalentemente compresso, che in presenza di carichi concentrati non simmetrici risulta soggetto a flessione, che a sua volta genera la rotazione dell'elemento.

Per il consolidamento dell'elemento si è scelto di realizzare un contrafforte in muratura, che si sviluppa fino a tre quarti dell'altezza del pilastro; inoltre lo spazio tra il pilastro e i due elementi murari adiacenti viene chiuso, in modo collegarli e renderli solidali. In questo modo tutta la struttura risulta più rigida e in grado di resistere alle sollecitazioni flessionali

Descrizione intervento

Il percorso che ha portato alla scelta dell'intervento ha avuto inizio con le analisi diagnostiche realizzate sull'elemento; in seguito, dal ventaglio in interventi di consolidamento descritti nel cap. 9, *Metodi di consolidamento di strutture lignee*, sono state selezionate alcune soluzioni. Tali soluzioni sono state messe a confronto, evidenziandone i vantaggi e gli svantaggi, al fine di proporre l'intervento che meglio conciliasse le esigenze statiche e funzionali con quelle conservative.

Le soluzioni prese in considerazione hanno un unico punto di partenza, che consiste nell'asportazione della porzione ammalorata dell'elemento ligneo e nella realizzazione di una "protesi" che lo ricongiunga all'appoggio sulla muratura, così che possa continuare a svolgere la sua funzione; la strada che ognuna delle soluzioni propone, tuttavia, è diversa.

Le indagini diagnostiche hanno evidenziato come la capacità portante della trave SW-01, nonché la sua resistenza, non sono state compromesse dal cedimento della testa. Tale dissesto è stato provocato dalla marcescenza dell'elemento ligneo, tuttavia circoscritta alla porzione appoggiata alla muratura, il degrado è stato indotto da percolazioni di acque meteoriche, che si sono infiltrate dal manto di copertura. Per questo motivo, unitamente all'intervento di consolidamento dell'elemento, occorre verificare il dettaglio del compluvio, che si presume presentare delle criticità, probabilmente legate alla realizzazione o al degrado dei materiali che lo compongono. Dopo aver posto rimedio al fattore scatenante del dissesto, è possibile procedere con l'analisi delle soluzioni.

Il primo intervento prevede la realizzazione di un dispositivo composto da due lame in acciaio che, inserite in apposite scanalature eseguite nella trave, costituiscono un completamento dell'elemento ligneo, assicurandone l'appoggio alla muratura. I due elementi sono fissati tra loro mediante l'impiego di spinotti, che sono in grado di resistere allo

scorrimento dei due. L'intervento non prevede lo smontaggio della trave interessata, e può quindi essere realizzato sul posto. Nonostante le qualità di questa soluzione, la letteratura solleva diverse obiezioni circa l'incompatibilità dei due materiali. L'acciaio, infatti, è un materiale non traspirante che impedisce la circolazione dell'aria, fondamentale per garantire la durabilità del legname; questa situazione potrebbe favorire la formazione di condensa e quindi di umidità, provocando nuovi fenomeni di degrado sull'elemento.

La realizzazione di una protesi con resina epossidica armata richiede l'armatura dell'elemento ligneo. Dopo la rimozione della porzione degradata, vengono effettuati nel legno dei fori per l'alloggiamento delle barre in vetroresina, che costituiscono l'armatura; per assicurare l'aderenza tra le barre e il legno, nei fori viene iniettata della resina. Dopodiché si procede alla realizzazione del cassero entro cui viene gettato il conglomerato di resina epossidica, miscelata a opportuni induritori e inerti. Dopo due giorni di maturazione, il composto raggiunge la quasi totale resistenza, l'indurimento completo può richiedere da quattro a nove settimane; a questo punto è possibile rimuovere la cassetta. La durata di questo intervento è pressoché illimitata, la resina epossidica non subisce attacchi da parte di muffe o funghi. Tuttavia, la realizzazione di protesi di questo tipo tende ad irrigidire notevolmente i nodi, modificando i vincoli e lo schema statico originario della struttura. Inoltre, quella delle protesi in resina è una tecnica piuttosto recente, i

primi impieghi risalgono agli anni sessanta, per cui è prematuro dare un giudizio certo circa il suo utilizzo, il comportamento a lungo termine di questo materiale potrà essere valutato in futuro.

La soluzione più naturale sembra essere quella della protesiligneo, che prende il nome di incalmo. Si hanno tracce dell'utilizzo di questa tecnica di consolidamento già dall'antichità, tant'è vero che la manualistica ottocentesca è ricca di complessi esempi. Come per gli interventi appena descritti, si procede innanzitutto asportando la porzione degradata di un elemento ligneo e la si sostituisce con una nuova, connettendo le due parti tramite incastri a tenone e mortasa, a dardo di Giove, o di altro tipo. La scelta del tipo di incalmo da eseguire è dettata in primo luogo dalla lesione da riassetare, oltre che dalle condizioni operative. Nel caso occorra intervenire su elementi soggetti a sola compressione, l'incalmo deve essere basilare, testa contro testa, mentre gli incalmi tra elementi sottoposti a trazione richiedono un'attenzione maggiore. Le soluzioni proposte dalla manualistiche sono però di difficile - se non impossibile - realizzazione, ad eccezione dell'incastro a tenone e mortasa o a dardo di Giove.

Il legno nuovo deve preferibilmente appartenere alla stessa specie della trave esistente, e soprattutto deve avere umidità residua in relazione a quella dell'ambiente, così da evitare il cosiddetto "rigetto" della protesiligneo, ovvero la formazione

di fessure da ritiro e torsioni causate dalla perdita d'acqua nel legno non stagionato, che provoca il distacco tra i pezzi incalmati. Per ovviare a questo inconveniente è possibile fare ricorso ad incalmi realizzati con tavolette di legno sovrapposto, così da agevolare la stagionatura del legno.

Ricorrere a soluzioni legno - legno permette di rispondere in modo più esaustivo ai problemi legati alla conservazione e sollevati dall'utilizzo di materiali estranei a quelli storici. E' comunque vero che il legno rimane soggetto a tutti quei fenomeni di degrado che caratterizzano il materiale, in particolare, come si è visto, attacchi biotici da parte di muffe e funghi.

Tuttavia, come condizione per il consolidamento si assume che le problematiche che hanno causato il degrado della testa della trave, siano risolte, e con un'adeguata manutenzione programmata sia da escludere il ripresentarsi dei medesimi fenomeni. Inoltre, trattandosi di un edificio con un comprovato valore storico si ritiene appropriato intervenire realizzando un incalmo ligneo.

10.7 Consolidamento del solaio 2.20 - 2.21

Le informazioni raccolte durante i rilievi dei solai interpiano della porzione demaniale, sono state in seguito elaborate al fine di effettuare le verifiche strutturali.

Le verifiche strutturali devono soddisfare i requisiti allo stato limite di servizio (SLS) e allo stato limite ultimo (SLU). I primi, riguardo le condizioni di ammissibilità di deformazioni e vibrazioni, in particolare nell'edilizia storica risultano spesso non soddisfatte, a differenza di quelle sulla resistenza. Nel caso in cui non siano rispettate le verifiche allo stato limite di servizio bisogna intervenire per aggiustare deformate e vibrazioni. Gli stati limite di servizio sono degli stati limite (deformazioni, vibrazioni) il cui rispetto è necessario per ottenere una buona fruibilità dell'edificio, ma non ne compromettono l'esistenza. Gli stati limite ultimi, invece, sono limitazioni legate prettamente alle prestazioni di resistenza e quindi il loro rispetto serve a non far collassare l'edificio. In linea generale, gli stati limite ultimi sono più importanti e quasi sempre un loro rispetto significa anche rispettare di conseguenza gli stati limite di servizio.

Tuttavia, negli edifici storici, come nel caso in esame, può capitare che un solaio ligneo rispetti i requisiti di resistenza, ma quelle di servizio. Ciò, pur non compromettendo la stabilità dell'edificio, produce una situazione di "malessere" all'utenza.

Nella maggior parte dei casi, le deformazioni sono di natura reologica, e dipendono da sforzi flessionali prolungati oltre che da cicli di umidità, ciò significa che, nonostante le deformazioni, la fibratura del legno non è danneggiata e perciò la resistenza flessionale rimane inalterata. Le vibrazioni eccessive possono

essere causate sia dai carichi di esercizio che dal calpestio.

In questo caso si è deciso di focalizzare l'intervento sul consolidamento del solaio a copertura dei vani 2.20 - 2.21, posizionati a livello della corte, nel braccio settentrionale, entrambi sono utilizzati come deposito.

Il locale 2.20 è accessibile direttamente dalla corte interna e occupa una superficie di circa 14 mq; è presenta una finestra con inferriata sulla parete nord, dotata di scuri interni e persiane esterne. Il solaio ligneo è coperto da un controsoffitto in canniccato e intonacato, mentre il pavimento è in piastrelle di graniglia. I locali si presentano in buono stato di conservazione. Il locale 2.27, invece, anch'esso accessibile direttamente dalla corte interna, è dotato di un accesso carrabile e di uno pedonale. Il solaio ligneo è stato consolidato con una nuova orditura di travi in legno, parallela a quella esistente. Sulla parete nord sono presenti due finestre con inferriate, scuri interni e persiane esterne. Attualmente, la pavimentazione è in graniglia di cemento, visibilmente degradata in diversi punti.

Il solaio dei locali 2.20 - 21 è un solaio a doppia orditura, composto da due sistemi paralleli che si spartiscono i carichi agenti. Il primo sistema è costituito da due travi in legno di rovere che sostengono i travetti, posati nello spessore della trave principale; a queste sono affiancati dei listelli a sezione triangolare su cui sono posati gli elementi dell'orditura secondaria. Il secondo sistema è composta da travi in abete,

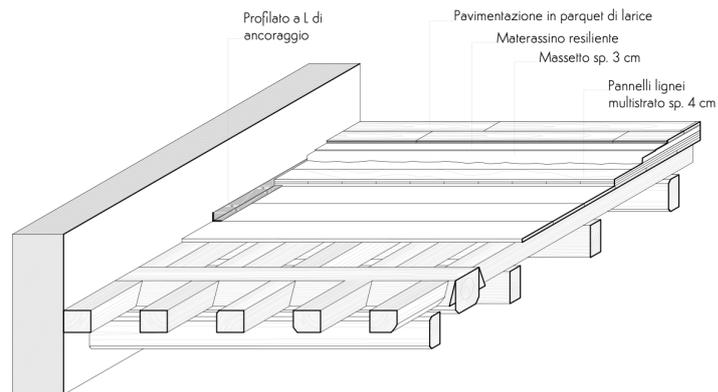


Fig. 46:
assonometria solaio consolidato.
Estratto dall' Allegato A3,
disegno dell'autore.

parallele alle travi principali del primo sistema, che sostengono i travetti di quest'ultimo.

Dalle verifiche condotte per valutare il grado di sicurezza della struttura è emerso che il solaio risulta verificato per quanto riguarda le sollecitazioni (SLU), ma non rispetta i requisiti di servizio, in quanto in alcuni elementi le deformazioni superano del 50% quelle accettabili. Si deduce, quindi, che il solaio sia soggetto a vibrazioni importanti che potrebbero danneggiare eventuali pavimentazioni.

Descrizione intervento

Anche in questo caso gli interventi di consolidamento descritti nel cap. 9, *Metodi di consolidamento di strutture lignee*, hanno rappresentato la base da cui partire per la scelta della soluzione definitiva. Dopo aver selezionato tre delle soluzioni più comuni, sono state messe a confronto, evidenziandone le debolezze e i punti di forza, al fine di individuare l'intervento che meglio conciliasse le esigenze statiche e funzionali con quelle conservative.

Gli interventi di consolidamento di solai lignei, generalmente, consistono nel predisporre uno strato, ben ancorato alle pareti perimetrali, che aumenti la rigidità dell'impalcato. Il principio è il medesimo: sfruttare le travature esistenti e irrigidire il solaio aggiungendo una soletta di limitato spessore, che può essere realizzata con materiali differenti. La scelta del materiale è connessa sia alla tipologia di intervento che

di edificio, considerando l'invasività e la reversibilità, oltre all'incremento di rigidità e di carico che esso comporta.

Il primo intervento preso in considerazione consiste nella realizzazione di una soletta collaborante in calcestruzzo armato, che è stata una tra le soluzioni più usate negli interventi di consolidamento, tuttavia questa tipologia di intervento oltre a essere invasiva, in quanto non permette di conservare l'assito originale, risulta anche non reversibile. Le criticità di questo intervento risiedono principalmente nella possibilità di percolazione di acqua o altre sostanze che verrebbero gettate in opera, oltre che da un incremento dello spessore dell'impalcato, condizione non sempre accettabile. Recenti analisi sperimentali¹³¹ hanno provato che l'incremento della rigidità dell'impalcato in seguito ad un consolidamento di questo tipo è circa quaranta volte superiore rispetto alla situazione di partenza.

Il secondo intervento fa parte degli interventi definiti «a secco», in quanto in questa tipologia di intervento non utilizza impasti bagnati.

In questo caso, il solaio rinforzato mediante l'aggiunta di un doppio tavolato prevede la realizzazione di un secondo assito,

¹³¹ Giuriani E., Marchina E., Cominelli S., Molinari A., *Indagine sperimentale su diaframmi di piano antisismici realizzati con doppio assito*, Università di Brscia, Dipartimento di ingegneria civile, architettura, territorio, ambiente e di matematica, Technical Report n. 7, 2014

dove al tavolato ligneo esistente ne viene sovrapposto un altro. Questo nuovo strato può essere disposto in direzione perpendicolare al primo, o inclinato di 45° ; le due strutture sono rese solidali mediante chiodatura o viti autofilettanti per legno. Come già illustrato, la soluzione rientra nella categoria di interventi «a secco», caratterizzati dalla non invasività e dalla reversibilità: realizzare un doppio tavolato sopra l'esistente permette di conservare l'assetto originale, garantendo un maggior grado di tutela dell'edificio. Inoltre, utilizzando questa soluzione è possibile raggiungere un buon grado di rigidità con ridotto spessore e di conseguenza un limitato aumento di carichi agenti sulla struttura. Lo studio precedentemente citato¹³² evidenzia come il rinforzo mediante doppio tavolato inclinato rispetto all'originale, permetta di ottenere una rigidità otto volte superiore alla precedente.

L'ultimo intervento, anch'esso considerato «a secco», consiste nella realizzazione di una soletta composta da pannelli in legno multistrato. Tali pannelli sono composti da una sovrapposizione multipla di tavole di legno che vengono incollate tra loro con le fibre poste in senso alternato; questi pannelli sono particolarmente robusti, dal momento che le tensioni e le deformazioni sono compensate dalla disposizione alternata delle fibre. La struttura esistente e la nuova soletta vengono solidarizzate mediante l'uso di connettori metallici,

¹³² Si veda la nota precedente.

inoltre i pannelli vengono legati tra loro da fasce metalliche. L'aumento della rigidità portato da questo intervento è comparabile ad un consolidamento con soletta collaborante, con la possibilità di ottenere una rigidità pari a settanta volte l'originale¹³³. Tuttavia, lo spessore finale del solaio può in alcuni casi non essere conciliabile con la necessità di mantenere inalterate le quote di calpestio.

10.8 Consolidamento del solaio 3.18

Come caso particolare è stato selezionato il solaio all'angolo sud-est, che corrisponde ai locali un tempo occupati da una delle due torri meridionali.

Il solaio a copertura dei locali 2.23 - 24 - 25 - 26, che costituisce il pavimento del vano 3.18, è un solaio a doppia orditura, con controsoffitto. Non è stato possibile verificare l'effettiva sezione resistente delle travi lignee, poiché il controsoffitto non è stato interamente rimosso. Tuttavia, sono state effettuate delle riprese tramite videoscopio che hanno confermato la presenza di un solaio ligneo, coperto da controsoffitto. In un secondo momento si è proceduto alla misurazione degli elementi lignei principali, dopo aver

¹³³ Giuriani E., Marchina E., Cominelli S., Molinari A., *Indagine sperimentale su diaframmi di piano antisismici realizzati con doppio assito*, Università di Brescia, Dipartimento di ingegneria civile, architettura, territorio, ambiente e di matematica, Technical Report n. 7, 2014

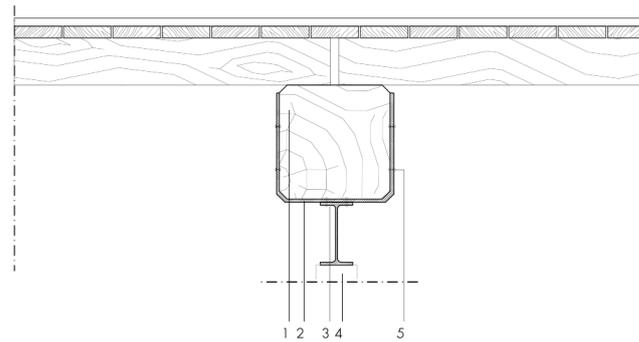


Fig. 47:
 dettaglio intervento di
 consolidamento con struttura
 ausiliaria in acciaio.
*Estratto dall' Allegato A4,
 disegno dell'autore.*

- 1 Trave principale in legno - 27 x 28 cm
- 2 Staffa in acciaio
- 3 Trave in acciaio IPE 160
- 4 Pilastro in acciaio HEA 100
- 5 Bulloni di ancoraggio

rimosso momentaneamente alcune porzioni di controsoffitto. Come spesso accade negli edifici storici, le verifiche effettuate per valutare il grado di sicurezza del solaio hanno evidenziato come la struttura, pur risultando verificata per le sollecitazioni flessionali e di taglio (SLU), non rispetta i requisiti di servizio, il solaio è infatti soggetto ad eccessive vibrazioni causate dal calpestio: tali vibrazioni, possono risultare moleste agli utenti, oltre a indurre lesioni nelle pavimentazioni e nei massetti. Dal momento che, per via degli spessori ridotti, non è possibile intervenire all'estradosso del solaio, il rinforzo viene realizzato all'intradosso dell'orditura primaria, attraverso una struttura ausiliaria resistente in acciaio.

Descrizione intervento

Inserendo nuovi elementi resistenti, le strutture lignee sono aiutate nelle loro funzioni portanti. Grazie all'ausilio della nuova struttura, l'originale può essere completamente (o parzialmente) liberata dalla funzione portante, in ragione del suo stato di conservazione e dei carichi agenti. Nel caso in esame, la struttura lignea esistente è in grado di sopportare il peso proprio, ma non i carichi accidentali o di esercizio, quindi le funzioni strutturali connesse a tali carichi vengono affidate alla nuova struttura ausiliaria. Così facendo le due strutture rimangono indipendenti, conservando sia l'aspetto degli elementi lignei, che, seppur in parte, la funzione statica. Per realizzare la nuova struttura è possibile impiegare materiali diversi, come il legno o l'acciaio. L'intervento è finalizzato al

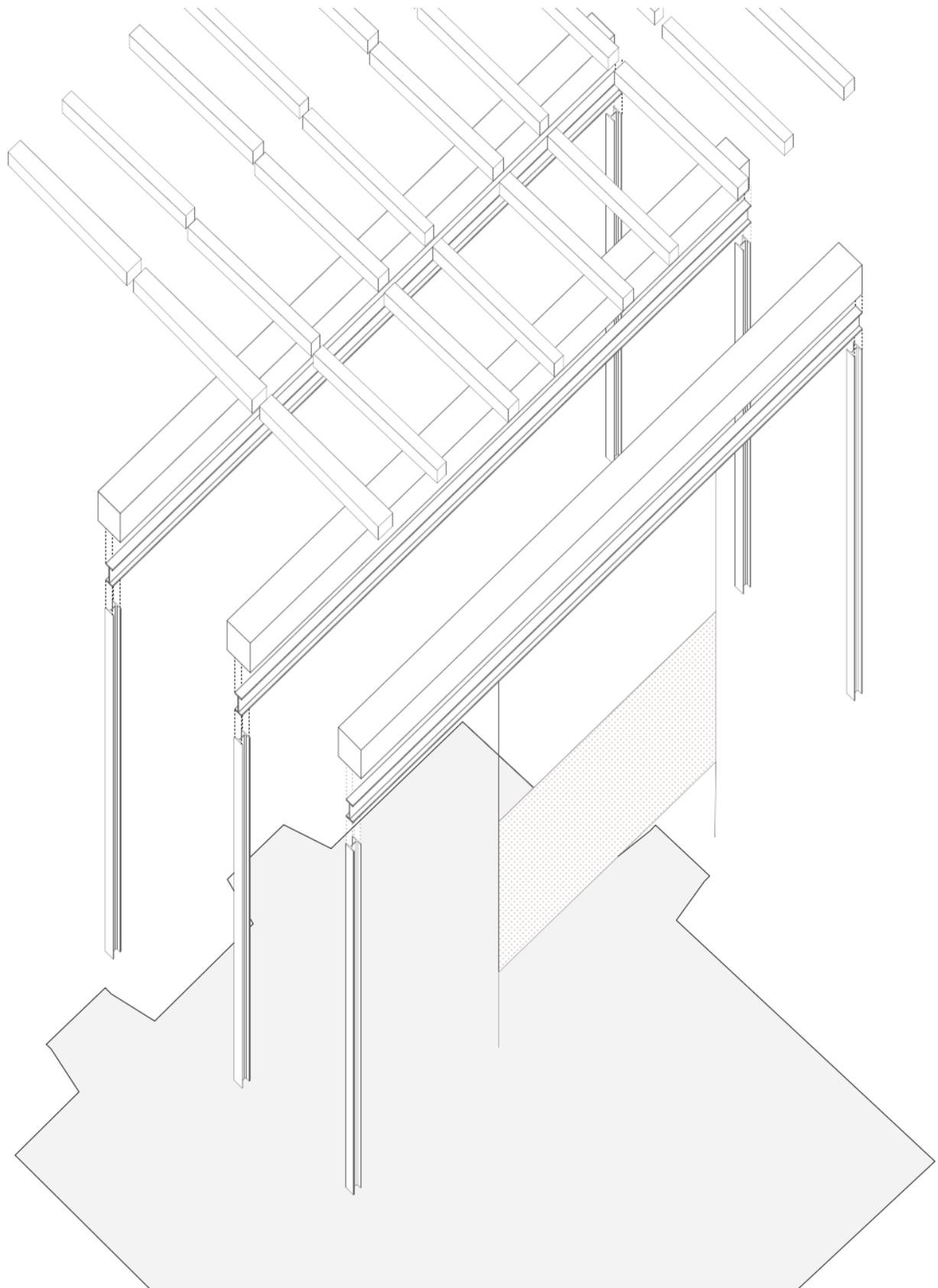


Fig. 48:
assonometria esplosa della struttura ausiliaria in acciaio.
Estratto dall' Allegato A4, disegno dell'autore.

Glossario

miglioramento della capacità statica per adeguare la struttura a nuovi carichi di esercizio. Si ricorre all'impiego di elementi strutturali resistenti quando le travi lignee originali non sono più in grado di assolvere autonomamente le funzioni strutturali. L'intervento si basa sulla costruzione di tre portali in acciaio, posti in corrispondenza delle tre travi portanti. Gli elementi orizzontali sostengono i carichi di esercizio del solaio, mentre quelli verticali scaricano i pesi direttamente a terra, senza gravare sulle murature perimetrali. Le nuove travi in acciaio (IPE 160) sono poste sotto delle travi lignee. Perché il sistema funzioni correttamente, occorre assicurare il parallelismo dei due elementi prima di renderli solidali. La curvatura dell'elemento in acciaio viene generata mediante martinetti posti alle estremità, i quali hanno il compito di forzare la trave verso l'alto, e carichi simmetrici rispetto la mezzera della trave. Dopodiché si può procedere all'ancoraggio tra l'elemento ligneo e la nuova trave, l'unione viene realizzata con staffe e bulloni. I pilastri sono realizzati mediante profili HEA 100.

La nuova struttura, oltre a rappresentare il rinforzo del solaio, diventa parte integrante del sistema di esposizione per gli spartiti musicali di epoca settecentesca, posseduti dalla biblioteca di Binasco. Pur essendo questo un intervento invasivo, questa caratteristica è compensata dalla sua totale reversibilità e dalla collaborazione della nuova struttura con la destinazione d'uso prevista per i locali.

Abbaino: (dal genovese *abaén*, «abatino»). Ambiente ricavato nel SOTTOTETTO, sempre dotato di finestre, frequente nell'architettura gotica e in genere nordica (per l'ampiezza dei sottotetti dovuta alla pendenza delle FALDE). Può essere semicircolare, o ad occhio di bue, semplice sollevamento della falda; a falda prolungata, quasi un avancorpo sul tetto.

Affresco: tecnica di pittura murale. La parete viene precedentemente coperta di uno strato di calcina grassa e sabbia (*rinzaffo*), di un secondo strato (*arriccio*); su questo, asciutto, si traccia il disegno (*sinopia*) che viene ricoperto da un terzo strato di intonaco sottile, su cui, mentre è bagnato, si dipinge con rapide pennellate. Asciugando, la superficie assorbe dall'aria l'anidride carbonica solidificandosi e rendendo il colore cristallino e insolubile.

Ancoraggio: collegamento tra singole parti di un edificio mediante elementi come *grappe* o CATENTE.

Arcareccio: TRAVE portane del TETTO, disposta longitudinalmente sotto il manto di copertura, di sezione circolare o rettangolare. Un tempo venivano impiegati tronchi semplicemente scortecciati o sbazzati con attrezzi da trancitura, oggi sono sagomati in vario modo, assumendo per lo più una sezione quadrata. Gli arcarecci poggiano sull'ORDITURA principale del TETTO, sostenuta dalle CAPRIATE, e svolgono una funzione portante, sostenendo la

struttura secondaria; sono disposti parallelamente alla TRAVE di COLMO e interasse regolare. Tale distanza dipende in primo luogo dalla luce tra gli appoggi e dalla tipologia di COPERTURA sovrastante.

Arco: (dal latino *arcus*). L'arco è *“una struttura portante orizzontale costituita da un solido e un asse curvilineo”* (Perucca E., *Dizionario di ingegneria, Vol. 1*, Torino, UTET, 1968). L'arco si sviluppa generalmente in base al cerchio, o a svariati archi di cerchio, o in base a curve i cui assi possono corrispondere al percorso delle forze che viene descritto dalla Statica come *curva delle pressioni*. Nella letteratura, gli archi vengono classificati in base alla *freccia* e alla forma dell'intradosso, detto *sesto*. Nell'arco *a tutto sesto* la curva di intradosso è composta da un semicerchio. Nell'arco *a sesto acuto* l'intradosso è formato da due archi di circonferenza formati da un vertice centrale. Secondo Daniele Donghi, *“prescindendo dagli archi isolati, quali gli archi trionfali, gli archi hanno per ufficio di chiudere superiormente un'apertura, sia essa o non caricata da un peso sopra incombente, tanto nel caso in cui la sua ampiezza sia tale da non poter chiudersi con un architrave rettilineo, quanto nel caso in cui l'arco sia richiesto dal genere di materiali che si hanno a disposizione, dallo stile architettonico della costruzione, o da ragioni economiche, o ancora da ragioni speciali”* (in *Dizionario degli elementi costruttivi*, Torino, UTET, 2001).

Armatura: struttura provvisoria di sostegno durante la costruzione. Anche la struttura portante *primaria* è considerata

un'armatura (ORDITURA, CAPRIATA, TELAIO).

Assito: (dal latino *axis*, «asse») piano di tavole di legno impiegato come IMPALCATO in una costruzione. L'assito può svolgere ruoli di superficie da calpestio o di irrigidimento strutturale nei SOLAI lignei.

Ballatoio: balconata con accentuato sviluppo longitudinale, che svolge funzione di disimpegno e collegamento tra ambienti diversi mediante accessi autonomi, lungo i fronti di un edificio.

Bussola: (da *bosso*, specie legnosa pregiata) elemento decorativo di finitura utilizzato nei solai lignei a doppia orditura. La bussola copre lo spazio vuoto che si forma all'appoggio dei TRAVICELLI sull'estradosso delle TRAVI principali.

Capriata: (da «capra»; *incavallatura*). Struttura portante impiegata fin dall'antichità per la costruzione del TETTO. Tradizionalmente in legno, ma anche metallica, è una TRAVE *reticolare*, costituita da diversi elementi collegati in modo da renderla indeformabile. Ciascuna capriata è schematicamente formata così costituita: due *puntoni* obliqui legati mediante STAFFE a una trave sottostante, detta CATENA. La catena poggia agli estremi alla muratura dell'edificio col tramite di un CUSCINETTO in pietra per la ripartizione della pressione. Si configura in questo modo un triangolo, spesso irrigidito al centro mediante un elemento verticale, il *monaco*; esso è legato

con staffe ai puntoni, alla catena e a due elementi obliqui chiamati *contraffissi* o *saette*, a loro volta connessi ai puntoni mediante grappe. Sui puntoni paralleli alle varie capriate corrono gli *arcarecci* orizzontali, connessi dai TRAVICELLI e coperti dall'*assito*, su cui infine si posano gli elementi di copertura esterna. Una capriata asimmetrica è chiamata *cavalletto*. Tra l'orditura e il *mantello* di copertura possono interpersi strati isolanti o impermeabilizzanti.

Capriata zoppa: struttura simile alla CAPRIATA, ma collocato su appoggi posti a livelli differenti. Il risultato di questa asimmetria è la generazione di una SPINTA laterale sui sostegni, diversamente dalla CAPRIATA tradizionale, alla quale è riconosciuto un comportamento statico.

Catena: dispositivo per l'ANCORAGGIO in modo resistente alla trazione di elementi, o per assorbire gli sforzi di trazione che si instaurano a causa della SPINTA. Sono catene le *aste* che servono all'incatenatura di travi di legno alla muratura; quelle che collegano i puntoni e gli arcarecci nelle CAPRIATE; i *bolzoni*, uncini visibili all'esterno e spesso artisticamente configurati negli edifici medievali e rinascimentali; i *tiranti*, che assorbono la spinta di archi e volte in muratura.

Centina: ARMATURA in legno (o metallo) impiegata per la costruzione di archi, volte, cupole. Se ne opera il *disarmo* dopo che la *malta* ha fatto presa.

Colmo: (dal latino *culmen*, «sommità»). Spigolo costituito dall'incontro di due superfici, in particolare FALDE del tetto, quando la concavità sia all'interno (nel caso contrario, COMPLUVIO).

Compluvio: *angolo*, concavo all'esterno (all'opposto del COLMO), costituito dall'incontro di due FALDE.

Contraffisso: elemento rettilineo con caratteristiche e comportamento statico analogo al PUNTELLO. Nella CAPRIATA è collocato in posizione inclinata e fissato in prossimità della base del MONACO e al PUNTONE. In alcuni casi la connessione tra il PUNTONE e il contraffisso è supportata da un GATTELLO.

Controsoffitto: elemento di partizione interna privo di ruoli portanti, posto all'intradosso della struttura di orizzontamento. Vedi anche SOFFITTO, TRAVICELLI, INCANNICCIATO.

Copertura: struttura di chiusura superiore di un edificio. È composta da un manto, a sua volta formato da elementi di tenuta e da una sottostante struttura portante.

Correnti: elemento costruttivo impiegato nell'ORDITURA dei TETTI a FALDE. Sono di norma posati sulle TERZERE e possono supportare il tavolato o una successiva orditura

minuta di CORRENTINI.

Correntini: elemento interposto tra i CORRENTI e il tavolato nell'ODITURA del TETTO a FALDE.

Cuscinetto: elemento di appoggio che serve a ripartire il carico su una superficie: nelle costruzioni in pietra, è un blocco, in quelle in laterizio, una compagine di alcuni filari di mattoni; in quelle in legno una mensola.

Dormiente: (da *dormire*). Il termine si riferisce ad un elemento che è “coricato” sulla sommità della muratura portante. Il dormiente non è altro che una TRAVE appoggiata con continuità sulla muratura perimetrale, che funge da sostegno e fissaggio delle CAPRIATE. Nelle coperture lignee, le dimensioni del dormiente solitamente sono analoghe a quelle degli ARCARECCI, a cui sono paralleli.

Estradosso: (da *dosso*, «schiena»). Indica la parte superiore di un elemento architettonico e strutturale.

Falda: (dal gotico *falda*, «piega») superficie inclinata (*spiovente*) di un TETTO, delimitata dalle linee di COLMO o *displuvio* in alto e dalle linee di GRONDA o COMPLUVIO in basso. Può essere *unica, doppia, prolungata, ecc.*

Franco: indica il tratto terminale della CATENA di una

CAPRIATA, oltre il nodo di giunzione con il PUNTONE.

Gattello: elemento minuto di connessione o sostegno tra gli elementi di una struttura a ORDITURA. Generalmente si tratta di un prisma sagomato a forma triangolare o trapezoidale, posto tra un elemento portante e uno ad esso ortogonale. Il gattello è, tradizionalmente, di legno; viene connesso alla struttura principale quasi sempre per *chiodatura*, mentre la parte a contatto con l'elemento dell'orditura superiore può essere chiodata o semplicemente appoggiata. Il gattello funziona come una piccola mensola di collegamento tra un elemento strutturale portante e quello dell'orditura sovrapposta. Si realizza in questo modo una sede di appoggio, evitando la giunzione a mezzo-legno, che ridurrebbe la sezione dell'elemento principale. Il più comune utilizzo dei gattelli si verifica nella realizzazione delle CAPRIATE. In questo caso il gattello, fissato sul PUNTONE, sostiene il sovrastante ARCARECCIO, impedendo che questo scivoli lungo la FALDA del TETTO.

Degrado: nella CAPRIATA, è soggetto a carichi di *flessione deviata*, che possono provocare il tranciamento del CHIODO di connessione con il PUNTONE.

Gattone: elemento di rinforzo degli appoggi laterali della CAPRIATA, in corrispondenza dei suoi sostegni verticali. È formato da una mensola, o doppia mensola, interposta tra la CATENA e la muratura di sostegno; frequentemente impiegato

nelle strutture lignee.

Gronda: parte inferiore della FALDA di un tetto, in aggetto rispetto alla parete ma talvolta sostenuta. Il ciglio di essa è detto *linea di gronda* e determina il limite inferiore del TETTO; indica anche il lato da cui defluisce l'acqua piovana.

Impalcato: struttura portante che sorregge una struttura secondaria. Solitamente indica una struttura di *orizzontamento* costituita da una doppia ORDITURA.

Incannicciato: generalmente un CONTROSOFFITTO costituito da stuoie di canne intonacate, autoportante, aderente o appeso a strutture ad esso sovrastanti. Questa tipologia di CONTROSOFFITTO può essere piano, curvo, o tale da configurare qualsiasi tipo di struttura voltata. L'incannicciato, infatti, è talvolta identificato con le VOLTE *leggere*, *finte*, o APPESE. È curioso notare come lo stesso elemento assume, in aree geografiche differenti, una denominazione diversa; in Veneto si parlava di «arenelle» o «canneville». Secondo la tradizione più diffusa, la stuoia era costituita da canne spezzate nel senso della lunghezza, intrecciate e legate con spaghi e *chiodate* alle *centine* di una VOLTA APPESA o all'intradosso di una SOLAIO. Nel caso in cui l'incannicciato rivesta un SOLAIO ligneo, può seguire la superficie di intradosso, rivestendo le TRAVI, oppure correre al di sotto di essa ed eventualmente raccordarsi alle pareti con tratti curvi. L'uso

dell'incannicciato ha permesso di costruire VOLTE leggere, che non esercitano alcuna SPINTA sulle murature.

Merlatura: (da *merlare*) parte superiore di uno SPALTO di un castello. La merlatura può essere *guelfa* o *ghibellina*, a seconda della forma dei MERLI a coda di rondine o semplice parallelepipedo.

Merlo: (dal latino medievale *mèrula*, «merlo»). Coronamento discontinuo del parapetto esterno del cammino di ronda, così configurato per proteggere i difensori dell'edificio militare senza impedire la difesa delle mura. La forma del merlo e il rapporto tra pieni e vuoti cambia in base al luogo e all'epoca. Nell'architettura militare medievale possiamo distinguere due tipologie di merlo: *guelfo* (a forma di parallelepido) e *ghibellino* (a coda di rondine).

Monaco: (dal greco *mònakhos*, «solo»). Elemento costruttivo della CAPRIATA; svolge una funzione statica collaborante ed è soggetto a *trazione*; nelle strutture lignee ha generalmente una sezione rettangolare. È posizionato tra il vertice dei PUNTONI e la CATENA inferiore, dalla quale rimane opportunamente distanziato tramite l'impiego di una STAFFA. In alcuni casi, il monaco sorregge dei *contraffissi*, incastrati all'estremità nei PUNTONI, per irrigidire ulteriormente la struttura. L'ANCORAGGIO tra monaco e PUNTONI avviene mediante un incastro chiodato. Esistono alcuni esempi di non corretta

esecuzione dove il monaco si appoggia sulla CATENA, producendo una sollecitazione a *taglio*, e quindi variando il regime statico della struttura

Orditura: il reticolo strutturale di un TETTO o di un SOLAIO. Di solito consiste di TRAVI *maestre* (orditura *primaria*) appoggiate (o *dormienti*) lungo un muro, *correntini* o TRAVICELLI, un'estremità dei quali poggia sul muro, l'altra si lega ad un'altra trave (orditura *secondaria* o piccola), su cui posa l'*assito* o il pavimento.

Piano nobile: solitamente il primo piano di un edificio quando abbia una funzione di rappresentanza. Generalmente le scale sono poste agli angoli per non interrompere la sequenza degli ambienti, e il soffitto è più alto che negli altri piani.

Putrella: (dal francese *poutrelle, poutre*, «trave»). È un profilato metallico che costituisce una TRAVE rettilinea di sezione costante, chiusa o aperta (IPE o HE).

Puntello: componente costruttivo di sostegno; presenta uno sviluppo lineare, sezione quadrata, circolare o rettangolare. I puntelli in legno hanno un diametro di circa 12-20 cm

Puntone: elemento costruttivo di forma prismatica o rettangolare con funzione resistente, portante e di collegamento utilizzato nelle CAPRIATE e nella carpenteria lignea del

TETTO. È soggetto a *presso-felssione*. I puntoni di legno sono ricavati da elementi in massello sbozzati e squadrati. Due puntoni convergenti e complanari, legati alla base da una CATENA, costituiscono una CAPRIATA. Facendo parte di una struttura di copertura, sono sormontati da TERZERE, listelli, a seconda del sistema costruttivo. La connessione dei vari elementi avviene mediante *chiodatura* o con l'impiego di STAFFE. Spesso sono presenti degli intagli a incasso sulle loro estremità, così le testate dei puntoni sono predisposte per il collegamento alla parte superiore del monaco e alla catena lignea sottostante.

Regolo: elemento accessorio dei solai lignei, costituito da listelli di legno con funzione di coprigiunto delle assi dell'IMPALCATO. Presenta una sezione rettangolare, o sagomata, la cui lunghezza dipende dall'assetto del SOLAIO di legno e dall'interasse delle TRAVI o dei TRAVICELLI. Il regolo funge da coprifilo e finitura, impedendo il passaggio di polvere ai piani inferiori attraverso i giunti delle tavole di legno; un tempo, infatti, il sottofondo per il pavimento era composto da detriti sciolti.

Rinfianco: è la parte di muratura appoggiata all'ESTRADOSSO di un ARCO o di una VOLTA in corrispondenza dei fianchi, per rafforzare la struttura e collaborare alla sua stabilità. Il rinfianco, con il suo peso, introduce nella struttura una componente di carico verticale che fa sì che la sezione sia

soggetta ad un'azione di sola *compressione*. Generalmente, il rinfianco è realizzato con la stessa muratura della parete in cui si trovano la volta (o l'arco), tuttavia può anche essere costituito da materiale incoerente sfuso, in alcuni casi legato da malta magra.

Saetta: (dal latino *sagitta*, «freccia») vedi CONTRAFFISSO.

Solaio: struttura orizzontale di un edificio. I primi solai furono in legno: TRAVI appoggiate con gli estremi ai piedritti, e su di esse un'ORDITURA secondaria (TRAVICELLI) a sostegno di un *assito*.

Soffitto: (dal latino *suffigere*, «sospendere»). La superficie delimita la parte superiore di un ambiente (PIANO II, PIANO NOBILE) spesso trattata a STUCCO, pittura, affresco, ecc. se non si identifica con la faccia inferiore del SOLAIO ma si sospende ad esso oppure è indipendente (lasciando così un'*intercapedine* d'aria, termicamente isolante) si definisce come *soffittatura*, *controsoffittatura*, o *controsoffitto*. Il tal caso consiste in un'armatura o ORDITURA portante e di un rivestimento. L'armatura può essere costituita da: TRAVI portanti, *cantinelle* in legno coperte da rete metallica o stuoia in canne (*incannicciatura*) intonacata sui due lati.

Sottotetto: spazio delimitato dalla struttura portante del tetto; spesso illuminato da un ABBAINO.

Spalto: (dal longobardo *spald*, «fessura»). Indica il coronamento, caratterizzato dall'alternarsi di pieni e vuoti (chiamati MERLI) di un edificio difensivo.

Spinta: in genere, forza orizzontale (per es., del vento). In particolare, la componente *laterale* di una forza corrispondente peso sui piedritti, oppure mediante *spalle*, *contrafforti*, *puntelli*, ecc.; i tiranti o le CATENE ad anello costituiscono, di regola, solo un ausilio supplementare.

Staffa: elemento metallico di collegamento: tra le TRAVI e i *puntoni* o gli *arcarecci* ecc. di una CAPRIATA.

Telaio: elemento strutturale costituito da *montanti* verticali e *traverse* orizzontali collegati; in acciaio, legno o cemento armato, con nodi resistenti a *flessione*.

Terzera: elemento costruttivo inserito, con funzione portante, nell'ORDITURA delle FALDE dei TETTI. Il termine è usato come sinonimo di ARcareccio.

Tetto: uno dei tipi fondamentali di COPERUTRA degli edifici. È costituito da una o più superfici inclinate, dette FALDE o *spioventi*, comprese tra una linea di COLMO o di displuvio in sommità e una linea di GRONDA inferiormente. Consta di un'armatura strutturale (ORDITURA) di solito in

legno per luci libere non troppo ampie, in metallo o cemento per luci maggiori; e di un *mantello* di copertura, che offre la necessaria protezione contro gli agenti atmosferici e che può essere realizzato in diverse materie a seconda dei luoghi, delle epoche e delle funzioni. Il tetto a falda unica deriva in fondo dall'orditura orizzontale, quando essa venga inclinata e i *puntoni* di sostegno esercitino una SPINTA laterale sulla parete sottostante. Il tetto a doppia falda presenta una *trave di colmo* e diverse altre travi ad essa parallele (*arcarecci* o *terzere*) sulle quali si distende l'orditura secondaria. Il tetto a padiglione si trova negli edifici a pianta centrale, dove i frontoni del tetto a doppia falda risultano a loro volta spioventi. La forma più efficace è il tetto a CAPRIATA.

Trave: struttura *portante*, elemento orizzontale, talvolta obliquo del TRILITE: sottoposta a carico verticale, è soggetta a *flessione* ed esercita *compressione* sugli appoggi, e non produce alcuna spinta. Può essere in legno (come nella CAPRIATA), in ferro, in pietra (ARCHITRAVE), o in cemento armato.

Travicelli: membrature dell'ORDITURA *secondaria* di un SOLAIO, disposte parallele in modo da poter accogliere il pavimento soprastante. La parte inferiore può costituire il soffitto dell'ambiente sottostante o sorreggere un *controsoffitto*, appeso o inchiodato ai travicelli. Se le dimensioni sono notevoli, appoggiano su *travetti* sottostanti, a loro volta connessi perpendicolarmente all'orditura principale (CAPRIATA).

Trilite: (dal greco «a tre pietre», sistema trilitico o *architratato*). Sistema strutturale nel quale un elemento orizzontale (ARCHITRAVE) scarica gli sforzi su elementi verticali (PIEDRITTI); si contrappone al sistema costruttivo ad arco perché la TRAVE esclude ogni SPINTA laterale e si limita a poggiare sui sostegni.

Volta: (da *volvere*, «volgere, girare»). È una struttura di COPERTURA, solitamente caratterizzata da una concavità interna. La volta è generata dalla traslazione di un arco lungo un asse longitudinale, o dalla sua rotazione attorno al suo asse verticale. La volta *a botte* presenta caratteristiche strutturali analoghe all'ARCO, da cui deriva; geometricamente, è originata dalla traslazione di un ARCO lungo un asse rettilineo. Talvolta, è possibile trovare volte *a botte* con *testate di padiglione*, ovvero i lati corti della volta sono chiusi da due fusi con appoggio continuo. È stata impiegata tradizionalmente per coprire vasti ambienti con pianta rettangolare; si trova frequentemente nell'architettura Settecentesca e Ottocentesca.

Volta finta o appesa: struttura non portante che può la forma di una volta qualsiasi. È realizzata con materiali leggeri, quali legno, canne (INCANNICCIATO), intonaco, ecc. La volta appesa è parzialmente autoportante.

Conclusioni

Il Castello di Binasco, la cui fondazione risale presumibilmente al XIII secolo d.C., è oggi interessato da un progetto di valorizzazione e riuso che rende necessario l'adeguamento delle sue strutture, con particolare riguardo a quelle orizzontali e di copertura. La volontà di affrontare il tema del consolidamento di tali strutture, non ha potuto prescindere dal confronto con la storia dell'edificio, che anzi, ha rappresentato sin dall'inizio un costante termine di riferimento. Questa è la ragione principale per cui la ricerca, seppur volta a trovare una soluzione pratica e funzionale per il problema del consolidamento degli edifici, affronta tali tematiche a partire da un punto di vista storico.

Dapprima, è stato approfondito lo studio del Castello, avvalendosi di chiavi di lettura differenti, da quella storica a quella filologica, da quella architettonica a quella strutturale. Pur essendo stato oggetto di studi precedenti, tra i quali si ricorda il lavoro di tesi di Sofia Celli¹¹² (relatore prof. Del Curto, correlatore prof. Piccoli, Politecnico di Milano, 2015), in cui è stata approfondita la ricerca storico-archivistica e l'interpretazione critica delle fonti documentarie relative al castello, alcune vicende rimangono tutt'ora ignote. Non sappiamo, infatti, quale fosse l'aspetto originario del castello e neanche come si presentasse in epoca viscontea, inoltre non ci sono fonti che documentino gli interventi effettuati in seguito all'incendio del 1796, che distrusse parte dell'edificio. Ecco perché, a partire dalle indagini stratigrafiche condotte sui prospetti esterni, e dall'osservazione critica delle tracce

qui rinvenute è stata formulata un'ipotesi sul possibile aspetto ed evoluzione del castello in quattro epoche particolarmente significative per la sua storia. Le fonti storiografiche, in particolare le due stime effettuate nel 1588 e nel 1668, così come il lavoro di tesi precedentemente citato, hanno fornito le basi per la formulazione di tali ipotesi.

Ripercorre e ricostruire la storia del castello è stata un'attività fondamentale per conoscere l'edificio in maniera approfondita e poter intervenire coscientemente sulle sue strutture. Strutture che dalle analisi effettuate si trovano complessivamente in un discreto stato di conservazione, e risalgono probabilmente ad interventi ottocenteschi. La progettazione degli interventi è partita in primo luogo dallo studio delle strutture, con particolare attenzione all'evoluzione delle tecniche costruttive, per arrivare a descrivere le principali tipologie di consolidamento utilizzate. Non vengono proposte soluzioni innovative o sperimentali, ma si ricorre ad interventi noti e ampiamente usati. Innovativo è il metodo con cui queste soluzioni vengono proposte, ovvero relazionate alla storia dell'edificio. Spesso, infatti, si tende a scegliere un intervento basandosi sulle prestazioni richieste e sui vincoli esistenti, tralasciando altri aspetti. Quando si interviene su un edificio storico, infatti, lo scopo è quello di conservarlo, per garantire la trasmissione della sua storia e dei suoi valori. Scegliere un intervento senza conoscere approfonditamente la storia del manufatto porta molto spesso a sacrificare alcuni elementi che tuttavia fanno parte

di questo racconto. Gli interventi di consolidamento proposti per il Castello di Binasco sono stati progettati prendendo il confronto con la storia come regola. Per questa ragione, alcune soluzioni proposte potrebbero sembrare quasi poco funzionali come, per esempio, il consolidamento con protesi lignea del falso puntone nell'ala nobile del castello. Eppure, questa soluzione, oltre a essere poco invasiva e totalmente reversibile, evita l'introduzione di nuovi materiali estranei al contesto, e mantiene l'unitarietà del sistema. Un'obiezione potrebbe essere sollevata circa il rischio di incorrere in fenomeni di degrado, che intaccherebbero sia la struttura antica, che quella nuova. Tuttavia, a completamento degli interventi di restauro viene proposto un piano di conservazione preventiva, il cui scopo è monitorare le strutture attraverso ispezioni a cadenza regolare, al fine di individuare tempestivamente eventuali danni e porvi rimedio. La manutenzione preventiva degli edifici ha come scopo la conservazione del bene, limitando gli interventi invasivi, grazie a controlli regolari ed a «interventi piccoli»; in quest'ottica è evidente che l'edificio risulta maggiormente tutelato. Inoltre il costante monitoraggio delle strutture implica anche una continua attività di studio. Se si considerano le iniziative proposte da organizzazioni come il Monumentenwacht, risulta evidente come lo scopo degli interventi di consolidamento o di manutenzione non debba essere solo di contrastare il decadimento dell'edificio, ma anzi di contribuire ad approfondire la conoscenza del manufatto. In più, spesso ci si trova ad intervenire in situazioni di rischio, legate

ad eventi improvvisi, che richiedono soluzioni immediate. In queste circostanze non è possibile compiere analisi e studi sulla storia dell'edificio, e gli interventi che ignorano tali elementi compromettono in parte la conservazione del manufatto. Al contrario, la conoscenza approfondita della storia dell'edificio, rappresenta un supporto valido nella progettazione degli interventi di consolidamento degli edifici storici, specialmente quando ci si trova in situazioni di rischio.

Bibliografia

Augelli F., *La diagnosi delle opere e delle strutture lignee. Le ispezioni*, Saonara (PD), Il Prato, 2006

Baldinucci F., *Vocabolario toscano dell'arte e del disegno*, 1681

Basile A., *Dalla "cosa" al "bene culturale"*, tesina per il Corso di formazione e riqualificazione personale Area C, Ministero per i beni e le Attività Culturali

Barbisan U., Laner F., *I solai in legno. Soluzioni tradizionali, elementi innovativi, esempi di dimensionamento*, Milano, Franco Angeli, 1995

Barbisan U., Laner F., *Capriate e tetti in legno, Progetto e recupero*, Milano, Franco Angeli, 2000

Barbò S., Chesi C., Jurina L., *Una possibile modalità di consolidamento per travi in legno*, Atti del XXV convegno internazionale "Conservare e restaurare il legno: conoscenze, esperienze, prospettive", Bressanone 2009

Bellini A., Carbonara G., Casiello S., Cecchi R., Dezzi Bardeschi M., Fancelli P., Marconi P., Spagnesi Cimbolli G., Torsello B. P., *Che cos'è il restauro? Nuove studiosi a confronto*, Venezia, Marsilio Editori, 2005

Beltrami L., *Guida storica del Castello di Milano*, Milano, Ulrico Hoepli editore, 1894

Bertoglio Pisani N., *Il castello di Binasco nel circondario di Abbiategrasso*, in «Arte e Storia», *Arte e Storia* n. 6-7/1902

- Besana D., Cinieri V., Morandotti., *Prevenire per conservare. Vademecum per la conservazione preventiva del patrimonio ecclesiastico diffuso*, 2012
- Boaga G., *Dizionario dei materiali e dei prodotti*, Torino, UTET, 1998
- Boito C., *I nostri vecchi monumenti. Conservare o restaurare?*, in "Nuova Antologia", 1 giugno 1886,
- Boito C., *Questioni pratiche di Belle Arti: restauri, concorsi, legislazione, professione, insegnamento*, Milano, Hoepli, 1982
- Bonamini G. et al., *Il manuale del legno strutturale. Vol. IV-Interventi sulle strutture*, Roma, Mancosu editore srl, 2004
- Borgarino M. P., *Dal restauro alla conservazione programmata del patrimonio storico architettonico*, Politecnico di Milano, Dipartimento ABC, Milano, 2011
- Borgarino M. P., *La gestione del paesaggio storico urbano fra nuovi indirizzi e mentalità consolidate*, IX International Forum Le Vie dei Mercanti, Aversa, Capri, 9-11 giugno 2011
- Bossi S. 2010, *Il panorama europeo della prevenzione nell'ambito dei Beni Culturali*, in: Cecchi R., Gasparoli P., *Prevenzione e manutenzione per i beni culturali edificati*, Alinea, Firenze, pp. 309-316.
- Brandi C., *Cosa debba intendersi per restauro preventivo*, in: Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro, n. 27-28, 1956
- Brandi C., *Teoria del Restauro*, Torino, Giulio Einaudi Editore, 2000
- Brogiolo G. P., Gelichi S., *Nuove ricerche sui castelli altomedievali in Italia settentrionale*, Firenze, All'insegna del giglio editore, 1996
- Cagnana A., *Archeologia dei materiali da costruzione*, Mantova, Editrice S.A.P., 2000
- Campioli A., Lavagna M., *Tecniche e architettura*, Novara, Città Studi Edizioni, 2013

- Carbonara G., *Avvicinamento al restauro, teoria, storia, monumenti*, Napoli, 1997
- Carpanetto D., et al. *La Storia. Dalla crisi del Trecento all'espansione europea*, vol. 5-6, Milano, Arnoldo Mondadori Editore S.p.a., 2007
- Carpani E., *A fior d'arte. Il cantiere edile cremonese pre-industriale. Prassi e glossario*, Milano, LED, 2003
- Carr, E. H. *Sei lezioni sulla storia*. Turín: Einaudi, 2000.
Traducción de: *What is history*. Londres: Macmillan & Co., 1961
- Cavalieri San Bertoldo N., *Istituzioni di architettura pratica e idraulica*, Mantova, 1831
- Cecchi R., Gasparoli P., *La manutenzione programmata dei beni culturali edificati. Procedimenti scientifici per lo sviluppo di Piani e Programmi di Manutenzione*, Firenze, Alinea editrice s.r.l., 2011
- Cinieri V., Salvini S., *La conservazione del patrimonio ecclesiastico diffuso in Italia*, Proceedings of the International Conference, Preventive and Planned Conservation, Monza, Mantova 5-9 Maggio 2014
- Cinieri V., *Patrimonio edificato diffuso. Un approccio sostenibile alla conservazione e alla gestione*, Pavia, Clu, 2015
- Costaguti G. B., Ferrabosco M., *Architettura della Basilica di S. Pietro in Vaticano*, Roma, Stamperia della Reverenda Camera Apostolica, 1684
- Cuomo A. M., Lima G., *Binasco: un borgo, un castello e la sua fabbrica*, Milano, 1987
- Cuomo A. M., *Il castello di Beatrice duchessa di Milano*, Libreria Cardano, Pavia 1987
- Cuomo A. M., *La storia di Binasco raccontata ai giovani*, Amministrazione Comunale di Binasco, 2007
- Cuomo A.M, *Binasco: 24 maggio 1796. Cronaca di una rivolta contadina*, Amministrazione Comunale di Binasco, Binasco 1996.

Del Curto, *Dalla Trostburg a Mantova. Applicazione del Raumbuch per lo studio di complessi architettonici*, in A. Diekamp, *Naturwissenschaft und Denkmalpflege*, Innsbruck University Press, Innsbruck 2007, pp. 79 – 90

Della Torre S., *La conservazione programmata del patrimonio storico architettonico. Linee guida per il piano di manutenzione e il consuntivo*, Milano, Guerini e Associati, 2003

Della Torre S., Borgarino M. P., *La strategia della conservazione programmata. Dalla progettazione delle attività alla valutazione degli impatti*, Proceedings of the International Conference, Preventive and Planned Conservation, Monza, Mantova, Nardini editore, 5-9 Maggio 2014

Della Torre S., Pracchi V., *Il restauro tra evento e processo: sfumature di significato nel concetto di minimo intervento*, in “Il minimo intervento nel restauro”, Atti del convegno, ARKOS Nardini Editore, 2004, pp. 27-38

Della Torre S., *Preventiva, integrata, programmata: le logiche coevolutive della conservazione*, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *Pensare la prevenzione. Manufatti, usi, ambienti. Atti del convegno di studi Scienza e Beni Culturali*, Arcadia Ricerche, Venezia, 2010 p. 67-76

Della Torre S., “*“Manutenzione” o “conservazione”? La sfida del passaggio dall’equilibrio al divenire*”, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *Ripensare la manutenzione. Ricerche, progettazione, materiali tecniche per la cura del costruito. Atti del convegno di studi Scienza e Beni Culturali*, Arcadia Ricerche, Venezia, 1999, p. 71 – 80

Della Torre S., *Verso la conservazione programmata in Italia: un processo lungo e faticoso*, in “*Conservation préventive. Pratique dans le domaine de patrimoine bâti, Actes du colloque*”, SCR/SKR, 2009, p. 15-21

Della Torre S., *Conservazione programmata: i risvolti economici di un cambio di paradigma*. In “*Il Capitale Culturale, Studies on the Value of Cultural Heritage*”, vol. 1. Macerata, 2010.

Dezzi Bardeschi M., *Anastilosi: abusi e pretesti*, in “*Ananke*”, giugno 1994, n. 6, pp. 2-3

D’Andrea M., Lucenti S., Morandotti M., Zamperini E.,

Expeditious survey of historic timber roofs. An applied research for Palazzo San Felice in Pavia, Italy, World Conference on Timber Engineering, Vienna, 22 - 25 Agosto 2016

Diekamp A., *Naturwissenschaft & Denkmalpflege*, Innsbruck, Innsbruck university press, 2007

Dominique Gauzin-Müller, *Case in legno. La storia, le tecniche, gli esempi*, Milano, Edizioni Ambiente, 2007

Donadelli F., *Castelli di Lombardia*, Milano, Società tipografica de' Classici italiani, 1846

Donghi D., *Il manuale dell'architetto*, Torino, UTET, 1925

Engel H., *Atlante delle strutture*, Torino, UTET Scienze Tecniche, 2001

Fiori C., Lorusso S., Petrella R., *Restauro, manutenzione, conservazione dei Beni Culturali. Materiali, prodotti, tecniche*, Bologna, Pitagora Editrice, 2003

Formenti C., *La pratica del fabbricare*, Hoepli, Milano. 1893

Gallacini T., *Trattato sopra gli errori degli architetti*, Venezia, 1767

Galliani G. V., Musso S. F., Franco G., Mor G., *Dizionario degli elementi costruttivi*, Torino, UTET, 2001

Giebel G., Fisch R., Krause H., Musso F., Petzinka K., Rudophi A., *Atlante della Riqualificazione degli edifici. Manutenzione, modificazione, ampliamento*, Torino, UTET Scienze Tecniche, 2009

Giuliani, C. F., *L'edilizia nell'antichità*, nuova edizione, Roma, Carocci editore, 2018

Giuriani E., *Consolidamento degli edifici storici*, Torino, UTET Scienze Tecniche, 2012

Giuriani E., Marchina E., Cominelli S., Molinari A., *Indagine sperimentale su diaframmi di piano antisismici realizzati con doppio assito*, Università di Brscia, Dipartimento di ingegneria civile, architettura, territorio, ambiente e di matematica, Technical Report n. 7, 2014

- Grassi L., Finoli A.M., Antonio di Pietro Averlino detto Filarete, *Trattato di Architettura*, 2 Vol., Milano, 1972
- Gruppo Fotografico "La Baregia" (a cura di), *Al nost Binasch di ann indree*, Binasco, 1987
- Hillman J., Truppi C., *L'anima dei luoghi. Conversazioni con Carlo Truppi*, Milano, Rizzoli, 2004
- Jurina L., *Il restauro dei castelli. Analisi ed interventi sulle architetture fortificate*, Atti del Convegno "I Castelli", Trento, 8 novembre 2002
- Jurina L., *Il consolidamento delle strutture castellane*, Atti del convegno "Sant'Angelo Lodigiano: un castello, un borgo, un fiume...", Sant'Angelo Lodigiano, 10 maggio 2003.
- Jurina L., *Tecniche innovative nel consolidamento di capriate e solai in legno*, in Atti del seminario internazionale C.I.A.S. "Evoluzione nella sperimentazione per le costruzioni", Crociera sul Mediterraneo, 26 Settembre-3 ottobre 2004
- Jurina L., *Soluzioni miste legno-acciaio nel consolidamento dei solai storici*, in *L'edilizia*, ottobre 2004
- Jurina, L., *Il consolidamento dei solai: soluzioni miste legno-acciaio*, in "L'Edilizia", 134, 2004, pp. 44-51
- Jurina L., *L'uso dell'acciaio nel consolidamento delle capriate e dei solai in legno*, Percorsi/Legno
- Jurina L., *Possibili approcci negli interventi di consolidamento sugli edifici storici*, n.13-14, Focus/Il restauro degli edifici storici, Il Giornale dell'Ingegnere, Luglio 2011, pp.7-11
- Jurina L., Bassoli A.A., Rampoldi D., *Connettori metallici inclinati per il consolidamento di solai*, 31° Convegno Scienza e Beni Culturali, Metalli in Architettura, Conoscenza, Conservazione, Innovazione, Bressanone, 30 giugno-3 luglio 2015
- La Regina F., *Come la ragione viene alla ragione. L'architetto, l'opera e la morte*, in: Dalla Costa M., Carbonara G. (a cura di), *Memoria e restauro dell'architettura. Saggi in onore di Salvatore Boscarino*, FrancoAngeli, Milano, 2005

- Laner F., *Discorso sulle capriate*, in *Geocentro*, Anno III, n. 14, marzo-aprile 2011
- Laner F., *Il restauro delle strutture di legno*, Palermo, Grafill, 2011
- Malacrida L., *1796: l'incendio di Binasco nella guerra Napoleonica*, Pavia, Edizioni Cardano, 2000
- Malaguzzi Valeri F., *La corte di Ludovico il Moro: La vita privata a Milano nella seconda metà del Quattrocento*, Hoepli, Milano, 1913
- Mariani M., *Particolari costruttivi nel consolidamento e restauro*, Roma, DEI Tipografia del Genio Civile, 2014
- Mazzocchi L., *Trattato su le costruzioni in legno*, Milano, Antonio Vallardi Editore, 1879
- Milizia F., *Memorie degli architetti antichi e moderni*, Bassano, 1785
- Milizia F., *Principi di architettura civile*, Bassano, 1785
- Modena C., Tempesta P., Tempesta F., *Una tecnica a "secco" basata sull'uso del legno per l'adeguamento statico di solai in legno*, in "L'Edilizia", n. 11-12, 1997
- Modena C., Tempesta P., Tempesta F., *Il recupero a secco di impalcati in legno. Un sistema per solai a semplice e doppia orditura*, in "L'Edilizia", n. 3-4, 1998
- Munafò P., *Le capriate lignee antiche per i tetti a bassa pendenza: evoluzione-dissesti-tecniche d'intervento*, Alinea Editrice, Firenze, 2002
- Musso S. F., *Recupero e restauro degli edifici storici. Guida pratica al rilievo e alla diagnostica. II edizione*, Roma, EPC Libri, 2006
- Musso S. F., *Tecniche di restauro*, Torino, UTET Scienze Tecniche, 2013
- Palladio A., *I quattro libri dell'architettura*, Venezia, 1570
- Perucca E., *Dizionario di ingegneria, Vol. 1*, Torino, UTET, 1968

- Petraroia P., Della Torre S., 2008, *Norme e pratiche senza sistema*, in "Economia della Cultura", n. 2, Bologna, Il Mulino, 2008, p. 161-172
- Pevsner N., Fleming J., Honour H., *Dizionario di architettura*, Torino, Einaudi, 1992
- Poleni G., *Memorie storiche della gran cupola del Tempio vaticano*, Padova, 1748
- Richter J.P., *The literary works of Leonardo da Vinci*, Londra, 1883
- Rondelet G., *Trattato teorico pratico dell'arte di edificare*, Mantova, 1831
- Ruggieri N., *Incavallature lignee proposta per una semantica ed origine della nomenclatura*, in Bollettino ingegneri, n. 1-2, 2019
- Ruskin J., *The Seven Lamps of Architecture*, 1849, edizione italiana, Milano, Jaca Book, 1982
- Schunck E., *Atlante dei tetti*, Torino, UTET Scienze Tecniche, 1998
- Serlio S., *I sette libri dell'architettura di Sebasitano Serlio bolognese*, 1537
- Serra E., *Storia del consolidamento. Dal Novecento all'epoca moderna*, Roma, Aracne Editrice, 2005
- Settia A. A., *Castelli Medievali*, Bologna, Il Mulino S.p.a., 2017
- Settis S., *Paesaggio Costruzione cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Torino, Einaudi, 2012
- Staiani M. G., *Storia del consolidamento. Il Settecento e l'Ottocento*, Roma, Aracne Editrice, 2005
- Tampone G., *Il restauro delle strutture di legno*, Hoepli, Milano, 1996
- Tampone G., *La cultura umanistica e tecnica per la conservazione degli edifici storici e monumentali*, in Bollettino ingegneri, n. 1-2, 2010
- Tampone G., Gurrieri F., Giorgi L.(a cura di), *Piero Sanpaolesi*.

Restauro e metodo (Atti della giornata di studio per il centenario della nascita di Piero Sanpaolesi, 18 aprile 2005), Nardini, Firenze, 2012.

Tampone G., *Atlante dei dissesti delle strutture lignee. Atlas of the Failures of Timber Structures*, Nardini, Firenze, 2016.

Tampone G., Ruggieri N., *State of the art technology on conservation of ancient roofs with timber structure*, Journal of Cultural Heritage, November 2016, Vol.22, pp.1019-1027 [Peer Reviewed Journal]

Torsello P., *Restauro architettonico. Padri, teorie, immagini*, Milano, Franco Angeli, 2001

Urbani G., *Intorno al restauro*, a cura di B. Zanardi, Milano, Skira, 2000

Vasari G., *Le vite de' piu eccellenti architetti, pittori et scultori italiani*, 1550

Verri P., *Storia di Milano*, tomo I - II, Milano, 1850

Viollet-le-Duc E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle, 1863*, versione italiana Crippa M. A (a cura di), Milano, Jaca Book, 1982

Zamperini E., *Solai a struttura lignea. Dalla conoscenza all'intervento di conservazione e recupero. Parte prima: le tecniche costruttive storiche*, Dicembre 2016

Zamperini E., *Capriate e tetti di legno. Evoluzione tecnologica delle strutture lignee di copertura in Italia (1800-1950)*, Pavia, CLU editrice, 2019

Zanardi B., *Il restauro. Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*, Milano, Skira, 2009

Tesi di laurea

Celli S., *Una storia utile. Restauri e tutela del Castello di Binasco*, Tesi di laurea magistrale, Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni, Politecnico di Milano, A.A. 2014-2015, Relatore: Prof. Davide Del Curto, Correlatore: Prof. Edoardo Piccoli.

Nicolamarino D., *Un'ipotesi di costruzione spaziale a doppio*

modello d'uso: no profit organizations e il Castello di Binasco.
Modello di riuso, Tesi di laurea in Architettura, Politecnico di Milano, A.A. 1995.

Sitografia

<http://www.rilievo.poliba.it/studenti/aa05/esposito/falder.htm> [15.01.2020]

<https://www.teknoring.com/wikitecnica/costruzioni/capriata/> [17.01.2020]

<https://www.infobuild.it/approfondimenti/tecnologie-per-il-recupero-delle-strutture-lignee/> [28.01.2020]

http://www.treccani.it/enciclopedia/restauro_%28Enciclopedia-del-Novecento%29/ [10.02.2020]

<https://milanoneisecoli.blogspot.com/2015/04/porte-e-pusterle-medievali.html> [24.02.2020]

<http://www.storiadimilano.it/Arte/impresaeImprese01.htm#indice> [24.02.2020]

<https://www.milanocastello.it/it/content/la-rocca-viscontea-di-porta-giovia> [28.02.2020]

<https://www.milanocastello.it/it/storia-voci/10/140> [28.02.2020]

<https://www.infobuild.it/approfondimenti/tecnologie-per-il-recupero-delle-strutture-lignee/> [24.03.2020]

<https://www.maintainourheritage.co.uk> [27.04.2020]

<http://www.vareselandoftourism.com/code/18517/Museo-Civico-Branda-Castiglioni-Castiglione-Olona> [27.01.2020]

Normativa

UNI EN 844-1, *Legno tondo e segati. Terminologia. Termini generali comuni al legno tondo e ai segati*, 1998

UNI EN 844-2, *Legno tondo e segati. Terminologia. Termini generali relativi al legno tondo*, 1999

UNI 4390, *Nomenclatura dell'albero e delle sue parti. Caratteristiche macroscopiche del legno. Elementi costitutivi del legno*, 1959

UNI 11118, *Beni culturali. Manufatti lignei. Criteri per l'identificazione delle specie legnose*, 2004

UNI 11130, *Beni culturali. Manufatti lignei. Terminologia del degradamento del legno*, 2004

DPR 5 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163

D.Lgs n. 42/2004 - Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio

Costituzione della Repubblica italiana

Indice delle immagini

Fig. 1 Pietro del Massajo, <i>Mediolanus</i> , in Claudio Tolomeo <i>Cosmographia</i> , Roma, Biblioteca Apostolica Vaticana a. 1472	pag. 31
Fig. 2 Pietro del Massajo, <i>Mediolanus</i> , in Claudio Tolomeo <i>Cosmographia</i> , Roma, Biblioteca Apostolica Vaticana a. 1472, dettaglio	pag. 33
Fig. 3 Bernardo Bellotto, <i>Castello Sforzesco di Milano</i> , 1750.	pag. 35
Fig. 4 Lavori di restauro del Castello Sforzesco di Milano.	pag. 36
Fig. 5 Castello Sforzesco di Milano, fotografia del 1958.	pag. 37
Fig. 6 Disegno di Tesinello de Binasco, Anonimo, 1566 (A.S.Mi, Fondo di Religione, p.a., cart. 6290).	pag. 40
Fig. 7 Castello di Binasco, dis. e inc. Marchede d'Adda, acq. 175x250, Milano, 1820, (Castello Sforzesco, Raccolta delle Stampe A. Berarelli)	pag. 43
Fig. 8 Particolare del territorio di Binasco, estrapolato dalla carta del XVII secolo, Milano, Archivio di Stato, Fondo di Religione, parte antica, cart. 6410	pag. 46
Fig. 9 Binasco acque Ticinello, Lonata, Mezzabarba ec., 1770, Milano, Archivio di Stato, Fondo di Religione, parte antica, cart. 6290	pag. 52
Fig. 10 Ricostruzione della planimetria del piano terra del castello in epoca visconteo-sforzesca. Il disegno è stato dedotto dalle descrizioni della stima del 1588	pag. 55
Fig. 11 12 marzo 1668: pianta del castello di Binasco, (A.S.M., Feudi camerati, p.a. cart.95)	pag. 59
Fig. 12 Giuseppe Petro Baggetti (1764-1831), Veduta di Binasco, 24 maggio 1796 Armées, Château de Vincennes, Ministère de la Défense, Service Historique de l'Armée de Terre, inv. C 464	pag. 62
Fig. 13 P. Morel, da Giuseppe Pietro Baggetti, Incendie du bourg de Binasco pr les troupes françaises, 25 mai 1796	pag. 67

Fig. 14 Giuseppe Elena (1801-1867), Castello di Binasco, tavola 33, Milano, Castello Sforzesco, Raccolta delle Stampe A. Berarelli, inv. CC-107	pag. 70
Fig. 15 Ipotesi della struttura del castello, XIII - XVI secolo d.C. disegno dell'autore	pag. 73
Fig. 16 Ipotesi della struttura del castello, periodo ducale, disegno dell'autore	pag. 75
Fig. 17 Ipotesi della struttura del castello, periodo spagnolo fino al 1668, disegno dell'autore	pag. 78
Fig. 18 Ipotesi della struttura del castello dopo l'incendio del 1796, disegno dell'autore	pag. 81
Fig. 19 Foto degli affreschi rinvenuti nel sottotetto, realizzata durante un sopralluogo effettuato nell'ottobre 2018. Foto di Elisa Caliaro	pag. 83
Fig. 20 Progetto di massima del fronte del castello di Binasco redatto dalla R. Soprintendenza ai Monumenti nella persona del sig. Bottelli, 1915 (Archivio della Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio, 105-E-X – Binasco (Milano) – Castello).	pag. 89
Fig. 21 Facciata principale del castello visconteo di Binasco prima (1960) e dopo l'apertura della nuova finestra a sinistra del portone d'ingresso.	pag. 93
Fig. 22 Progetto di massima del fronte del castello di Binasco redatto dalla R. Soprintendenza ai Monumenti nella persona del sig. Bottelli, 1915 (Archivio della Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio, 105-E-X – Binasco (Milano) – Castello).	pag. 95
Fig. 23 Prospetto ovest del castello di Binasco, disegno realizzato in seguito ai rilievi geometrici effettuati dall'ing. arch. G. Lima, 1985.	pag. 99
Fig. 24 Particolare tratto da Cavaliere San Bertoldo N., Istituzioni di architettura pratica e idraulica, Mantova, 1831.	pag. 110
Fig. 25 Particolare tratto da Cavaliere San Bertoldo N., Istituzioni di architettura pratica e idraulica, Mantova, 1831.	pag. 120

- Fig. 26** lavorazione del legname, da Cavalieri San Bertoldo N., Istituzioni di architettura pratica e idraulica, Mantova, 1831. pag. 123
- Fig. 27** Munafò, Le capriate lignee antiche per i tetti a bassapendenza: evoluzione-dissesti-tecniche d'intervento, Alinea Editrice, Firenze, 2002, pg.43. pag. 144
- Fig. 28** Rondelet G., *Trattato teorico pratico dell'arte di edificare*, Mantova, 1831, Tav. LXXXV pag. 159
- Fig. 29** Solaio con quattro travi principali che coprono due terzi della luce, ogni trave poggia su un muro e sulla mezzera di un'altra delle travi adiacenti (Rondelet G., *Trattato teorico pratico dell'arte di edificare*, Mantova, 1831) pag. 165
- Fig. 30** Stratigrafia di un solaio ligneo con pavimentazione di piastrelle di cotto Formenti C., *La pratica del fabbricare*, Hoepli, Milano, 1893 pag. 171
- Fig. 31** stuoia di canne parallele legate con giunco flessibile del tipo prodotto a Ostiglia, Formenti C., *La pratica del fabbricare*, Hoepli, Milano, 1893 pag. 172
- Fig. 32** Stesura dell'intonaco all'intradosso di una stuoia di canne parallele con l'uso dello sparviere per premere la malta e farla fuoriuscire superiormente, Formenti C., *La pratica del fabbricare*, Hoepli, Milano, 1893 pag. 175
- Fig. 33** Difetti del legno: nodo. Foto di Elisa Caliaro pag. 224
- Fig. 34** Difetti del legno: fessurazione sulla testa della trave. Foto di Elisa Caliaro pag. 226
- Fig. 35** Difetti del legno: cipollatura. Foto di Elisa Caliaro pag. 227
- Fig. 36** Degrado del legno: carie bruna e muffe. Foto di Elisa Caliaro pag. 228
- Fig. 37** Fori di sfarfallamento generati da insetti xilofagi e tracce di ife fungine. pag. 229
- Fig. 38** Trave armata con saette che offrono due appoggi intermedi (disegno dell'autore) pag. 243

Fig. 39 Consolidamento di solai legnei con soluzione a secco (b) e mista (c). (Giuriani E., Consolidamento degli edifici storici, Torino, UTET Scienze Tecniche, 2012)	pag. 247
Fig. 40 Esempio di incalmo. Disegno tratto da Laner F., Il restauro delle strutture di legno, Palermo, Grafill, 2011	pag.251
Fig. 41 Corte interna del Castello. Foto elaborata dall'autore	pag. 271
Fig. 42 Analisi resistografica condotta su una trave lignea nel sottotetto del castello di Biansco. Foto di Valentina Cinieri	pag. 278
Fig. 43 Esempio del grafico restituito in seguito all'esame resistografico condotto sulla trave	pag. 279
Fig. 44 Dettaglio copertura ventilata. <i>Estratto dall' Allegato A1, disegno dell'autore.</i>	pag. 282
Fig. 45 Confronto soluzioni per il consolidamento della testa del faslo puntone. <i>Estratto dall' Allegato A2, disegno dell'autore.</i>	pag. 285
Fig. 46 Assonometria solaio consolidato. <i>Estratto dall' Allegato A3, disegno dell'autore.</i>	pag. 293
Fig. 47 Dettaglio intervento di consolidamento con struttura ausiliaria in acciaio. <i>Estratto dall' Allegato A4, disegno dell'autore.</i>	pag. 297
Fig. 48 Assonometria esplosa della struttura ausiliaria in acciaio. <i>Estratto dall' Allegato A4, disegno dell'autore.</i>	pag. 299