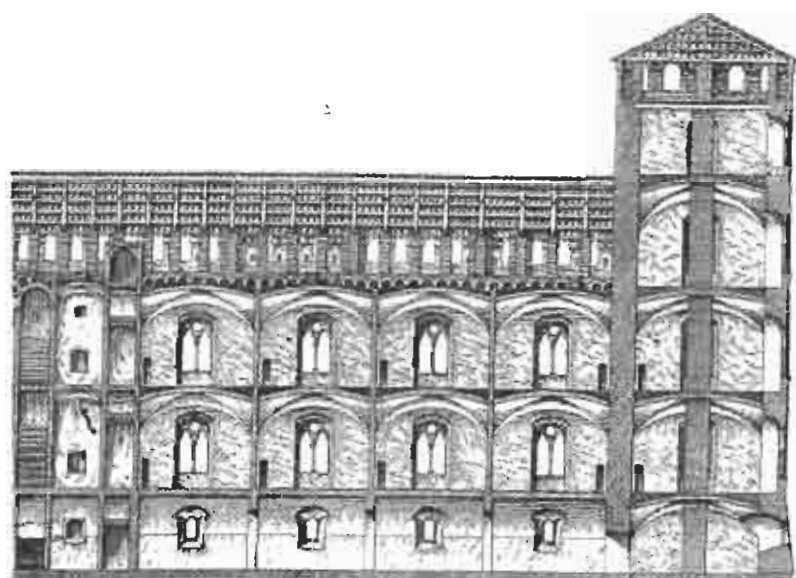


LORENZO JURINA, RENATA DE-  
MARTINI / **PAVIA, CASTELLO  
VISCONTEO (1926-1997):  
UN "SOSTEGNO" PER  
AMBROGIO ANNONI**

**La storia.** La costruzione del palazzo Visconteo, comunemente detto il "castello", ha inizio nel marzo del 1360, per volontà di Galeazzo II Visconti, e si conclude nel 1366; l'impianto è quadrato, con quattro torri angolari e fossato. L'utilizzo residenziale del complesso caratterizza solo il primo periodo di vita, tanto che già con la morte di Francesco Sforza (1532?) la funzione militare sostituisce quella originaria.

L'uso degli spazi da parte degli eserciti spagnolo, austriaco, francese e poi nazionale, segna un ripetuto susseguirsi di adeguamenti, con modifiche distributive, nella finestratura, nei porticati, nei loggiati, nella merlatura e nella copertura [1]. L'impiego quale caserma, carcere e arsenale rimane dominante fino al 1920, quando il Ministero della guerra cede il maniero al Ministero dell'educazione nazionale.

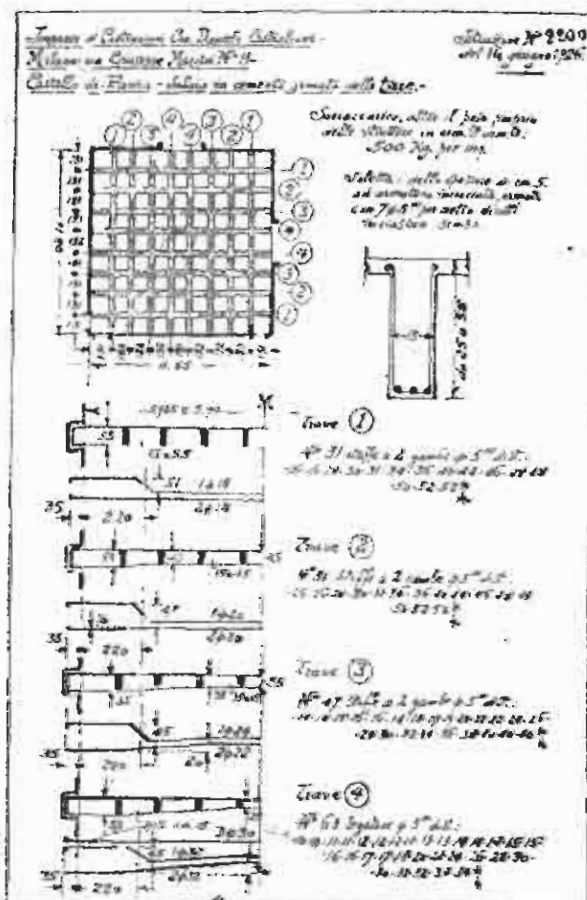
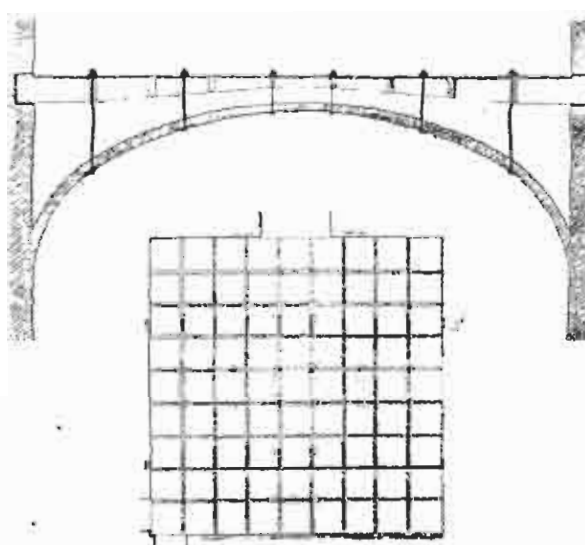
La costruzione è quindi sgombrata dall'esercito e, con l'anno successivo, ha inizio la prima fase dei restauri,



che si conclude nel 1929. Questo lotto dei lavori (2) comporta un rilevante intervento alle torri, a partire da quella sud-ovest. La priorità data a questa parte del maniero è motivata, tra l'altro (3), dalla volontà di concedere al Comune la collocazione, in sommità delle torri, di due grandi serbatoi dell'acquedotto municipale (4). L'opera, compiuta nel 1924, rende necessari alcuni adeguamenti statici alla struttura muraria della torre, le operazioni si estendono anche alla demolizione dei vecchi tetti, con il rifacimento delle merlature a filo muro, e comprendono il ripristino del camminamento interno e la realizzazione di un soffitto orizzontale in cemento armato al secondo piano.

I lavori proseguono all'interno delle sale delle torri con l'abbattimento dei tramezzi, verticali ed orizzontali, e di tutto quanto «posteriormente costruito, impediva la genuina vista e l'autentico godimento delle sale» (5), incluso un pilastro centrale in muratura piena nella torre sud-ovest. Tale sostegno è realizzato, con ogni probabilità, per motivi statici (6), forse a causa di un sovraccarico delle volte, per l'inserimento di mezzi d'artiglieria. La presenza del pilastro è documentata sin dalle prime planimetrie ottocentesche; essa caratterizza l'interno dei vani delle due torri, estendendosi dal sotterraneo al sottotetto.

In prossimità del concludersi delle opere previste per la prima fase dei lavori viene realizzato il consolidamento della volta a crociera della «sala azzurra» al piano terra della torre sud-ovest (1929). Nel 1921, al momento della programmazione degli interventi, la volta non è oggetto di preventivi di spesa dettagliati, tanto da far supporre l'assenza di situazioni di ammortamento (7). Le «gravi condizioni, nei riguardi della compagine e





a sinistra a destra: solaio in cemento armato, con travi incrociate, alzato sopra la volta della sala azzurra nel 1929; il castello scorteo di Pavia, in Anni dell'attacco di Aschiera Militaria, fasc. Roma, agosto 1934, p. 57; piano della scalcatura (posto nella parte nord della sala sud-ovest), attraversato dal puntone (H. Balducci), restauri del Castello Visconteo di Pavia, 29 ottobre 1933, p. 55; puntone tallato, con inserimento di trave, lungo la parete nord del salotto in cemento armato, sovrastante la volta della sala azzurra, 23 settembre 1933 (Musei civici, Pavia); veduta della sala al primo piano della torre sud-ovest, 3 ottobre 1933 (Musei civici, Pavia).

della stabilità» della volta sono, invece, annunciate per la prima volta da Ambrogio Annoni nel 1926 (8). Le ragioni del ritardo nella messa a fuoco del problema potrebbero essere individuate in un esame iniziale superficiale, tale da ignorare un dissesto già in atto, rivelatosi poi in tutta la sua gravità solo durante i lavori e le ricerche successive. Una seconda ipotesi potrebbe essere ricercata in un ammoramento posteriore, da mettere in relazione con le pesanti opere di demolizione compiute, in concomitanza all'inserimento del serbatoio in cemento armato, capaci forse di influire sulle precarie condizioni statiche della volta. La relazione dell'Annoni fornisce alcune indicazioni sul degrado, anche se ancora generiche e approssimative. Le note non consentono di cogliere in modo approfondito le cause del dissesto e neppure di conoscere nel dettaglio la sua configurazione, anche se documentano l'esistenza di un problema statico di rilievo. La volta presenta numerose scassinazioni in corrispondenza della serraglia, con cedimento di oltre 20 cm, ed evidenti lesioni nel punto d'incontro delle vele con i muri d'ambito. L'ipotesi di un intervento di demolizione con ricostruzione, già applicato in altre parti del castello, è scartata in quanto la volta è segnata da pitture decorative a motivo araldico (9); pertanto, la scelta si sposta sulla conservazione integrale, «senza strappi o rimozioni». A tal fine l'Annoni studia un «ordito portante orizzontale di cemento armato» (10), ossia un graticcio a travi ortogonali da cui pendano alcuni tiranti metallici verticali in grado di sostenere la volta sottostante in caso di cedimento. I connettori terminano con piastre ancorate inferiormente nello spessore delle vele e superiormente nel salotto in calcestruzzo. Il progetto viene ripreso ed attuato solo

nel 1929; il getto delle travi inizia il 19 novembre e si conclude il 14 dicembre successivo. L'operazione procede con la demolizione del pavimento, la «scrostatura del terriccio di riempimento, con sgombero dei detriti» (dello spessore di un metro), rifacimento della muratura «per la parte sconnessa della volta, chiusura di fenditure con sigillature e calature in cemento, esecuzione di alcune murature di rabberciamento con mattoni grossi speciali, malta cementizia, previa applicazione di cunei in ferro, armatura e puntellazione con imbottitura della volta, ove necessitano operazioni delicate per la difesa dei dipinti sottostanti», realizzazione della travatura con cemento Portland ed inserimento di staffe, con bulloni da entrambe le estremità (11). I disegni di progetto prevedono la posa di otto travi per lato (con interasse di 131 cm) e l'inserimento di venti tiranti, collocati nei punti di incrocio delle travi centrali. In corso d'opera sono compiute alcune variazioni: le travi, invece di otto, sono realizzate in numero di sei e vengono aggiunti due puntoni inclinati per ogni lato, con lo scopo di offrire una serie di appoggi intermedi e di diminuire così la luce libera del salotto (12). All'esecuzione del graticcio, segue il getto di una piastra superiore in calcestruzzo di 10 cm di spessore, semplicemente appoggiata sopra alle travi. Da ultimo viene effettuato l'intervento di restauro delle pitture con riprese ed integrazioni, ad opera di Arturo Raffaldini di Mantova (13).

**Il degrado.** A distanza di circa settant'anni dall'intervento, nel 1995, dieci anni dopo il completamento dell'opera, con la realizzazione di un nuovo pavimento in *clinker*, nella sala al primo piano della torre si



verifica un repentino distacco del rivestimento in piastrelle dal sottofondo, con conseguenti rigonfiamenti e rotture in più punti.

L'inaspettato fenomeno suscita allarmi e preoccupazioni presso l'Amministrazione comunale, tanto da far temere, sul principio, dissesti nella compagine strutturale della torre. Abbandonato questo primo e ingiustificato timore, l'ipotesi si sposta verso un probabile fenomeno di allungamento del massetto del sottofondo, dovuto alla presenza della serpentina dell'impianto di riscaldamento. Il movimento, impedito dalle pareti d'ambito, avrebbe potuto provocare l'instabilità, per compressione, del sottile strato di pavimento e sottofondo. L'ipotesi non trova conferma in quanto l'impianto, pur essendo stato predisposto durante i lavori di restauro, non è mai entrato in funzione.

Nel contempo, l'apertura in breccia di un accesso nella piastra in cemento armato, offre l'occasione di un'indagine accurata dell'intercapedine posta tra la volta ed il graticcio, che consente di conoscere nel dettaglio i particolari accorgimenti adottati durante l'intervento del 1929.

A questo proposito, emergono da subito alcune soluzioni tecniche poco soddisfacenti dal punto di vista del comportamento statico globale della struttura. Tra queste, la scelta di forare la volta sottostante in ventisei punti, con aperture passanti, quadrate, di oltre 40 cm di lato, per l'inghisaggio dei tiranti metallici alla muratura. Anche l'adozione di puntoni inclinati per il sostegno del graticcio comporta nuove spinte orizzontali per le pareti della torre, nella stessa direzione delle forze già esercitate dalla volta. Inoltre, il getto della piastra in calcestruzzo di 10 cm di spessore, al di sopra del graticcio, non

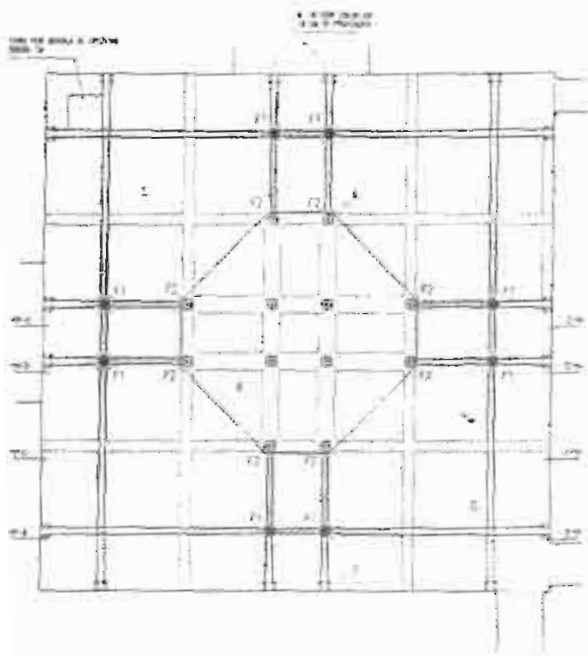
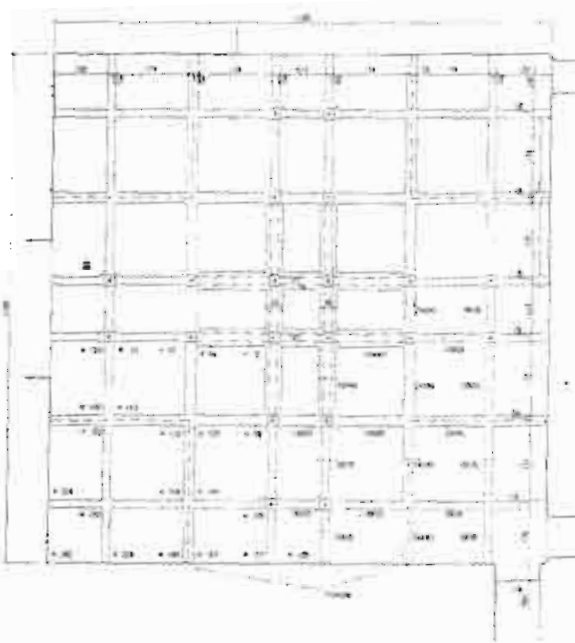
mostra alcuna ammortatura o staffatura con la parte sottostante. Questo fatto comporta un notevole carico permanente sulle travi, senza fornire, al tempo stesso, quell'incremento benefico di momento di inerzia, quindi di rigidità, che il mutuo collegamento avrebbe consentito. Un ulteriore elemento sfavorevole riguarda i tiranti (14), che si presentano liberi di scorrere all'interno del nodo di incrocio tra le travi del graticcio, ma sono invece contenuti, senza alcuna possibilità di movimento, nella piastra soprastante. Anche l'eliminazione radicale dei rinforchi della volta che, come noto, sono un elemento strutturalmente attivo, non ha contribuito al buon funzionamento delle parti. L'operazione annulla qualunque capacità portante della volta rispetto ai carichi accidentali, funzione che viene trasferita in toto al graticcio in cemento armato.

Accanto a queste osservazioni è stato possibile riscontrare alcuni elementi che hanno introdotto nella struttura dati di indubbio valore migliorativo. Il getto del calcestruzzo, una delle prime esperienze in Italia su luci di dodici metri, è di ottima qualità, senza alveolature e di buona consistenza superficiale; la fattura delle travi, con spigoli smussati lungo il loro sviluppo e un allargamento in corrispondenza dei nodi centrali, testimonia una ricercata esecuzione costruttiva, suffragata da un'attenta prestazione progettuale. In fase costruttiva risulta, infine, interessante l'impiego di un cassero a perdere per i soprastanti 10 cm di getto, realizzato in griglia metallica, con spruzzatura di boiaccia, fra trave e trave del graticcio.

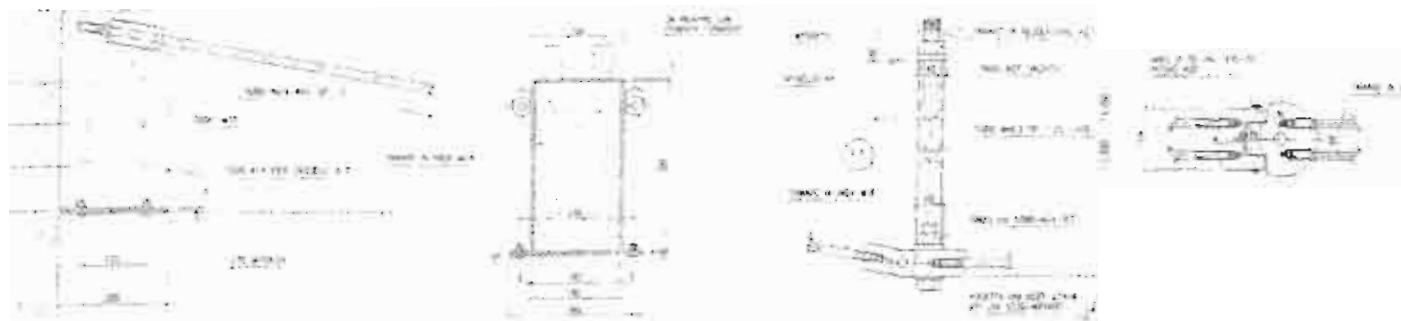
Al quadro delle osservazioni dedotte dall'analisi ravvicinata della struttura, occorre aggiungere alcuni dati relativi a variazioni verificatesi nel tempo, che hanno in-

Da sinistra a  
destra: vedute di  
volta nel 19  
(archivio Jurec)

Dall'alto in basso  
 viene dello stato  
 di fatto del gratic-  
 cia in cemento  
 armato nel 1996,  
 foto di progetto  
 dell'ordito in ce-  
 mento armato con  
 l'aggiunta della  
 nuova struttura in  
 acciaio inox



parte modificata la configurazione originaria. Il sopralluogo evidenzia da subito l'esistenza di un fenomeno di inflessione che riguarda la parte centrale della struttura in cemento armato, abbassata di 3 cm circa rispetto alle estremità. Anche i tiranti metallici risultano notevolmente inflessi, quasi fossero instabilizzati, ossia trasformati in elementi compressi, anziché tesi. Scartate le iniziali congetture, lo stato di fatto del graticcia induce a considerare la possibilità di un abbassamento viscoso dello stesso, ossia di un cedimento lento sotto il carico costante, tipico delle strutture in calcestruzzo, dovuto al peso proprio ed alla più recente pavimentazione. Tale fenomeno ha causato l'abbassamento delle travi rispetto alla volta che è rimasta sostanzialmente immobile, comportando una compressione nei tiranti, instabilizzati per carico di punta, ed il collasso del pavimento, che in seguito all'inflessione del grigliato diventa un elemento strutturale di modesto spessore compresso nel proprio piano. Il fatto è favorito dalla mancanza di staffe di collegamento tra il graticcia in cemento armato ed il soprastante getto in cemento armato; questo implica una sezione resistente ridotta e di tipo rettangolare, anziché a forma di "T", che sarebbe risultata più efficiente nei confronti dei carichi e dei cedimenti. Inoltre, l'instabilità dei tiranti in acciaio si sarebbe evitata se questi non fossero risultati così strettamente vincolati, con vincoli bilaterali, alle due estremità. Se il grigliato in cemento armato si fosse mantenuto nella configurazione originaria, l'eventuale cedimento della volta sarebbe stato contrastato dai connettori metallici, che avrebbero lavorato come tiranti. Al contrario, l'inflessione viscosa delle travi in cemento



armato, accompagnata dallo stato invariato delle vele, ha comportato, per i connettori, un funzionamento a compressione, con conseguenze gravi per la struttura della volta e con rischio di punzonamento [15].

L'ipotesi di un cedimento viscoso del grigliato superiore trova conferma nel subitaneo riacquisto della forma verticale dei tiranti, in seguito alla rimozione, per carotaggio, di una modesta porzione di soletta in corrispondenza della testa degli stessi. Il tutto è accompagnato dal sollevamento del bullone di estremità nei confronti della piastra di contrasto, solidale al grigliato.

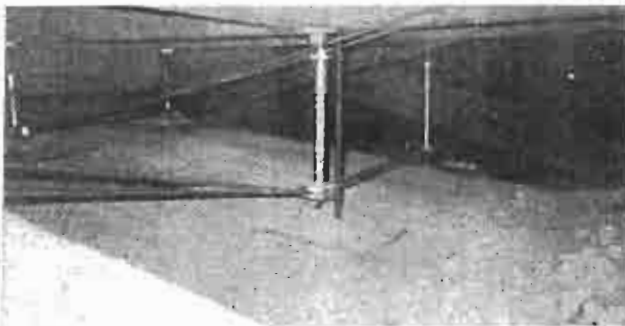
**Il progetto.** L'intervento realizzato ha inteso eliminare quegli inconvenienti che hanno pregiudicato il buon funzionamento delle parti ed affiancare a ciò che già esiste una nuova struttura rimovibile, per rendere più efficiente nella sua globalità il solaio.

Anzitutto, il vincolo dei tiranti è stato trasformato da bilatero a monoltero, in modo tale che i connettori siano in grado di funzionare solo come tiranti e mai come puntoni [16]; l'operazione è consistita nella rimozione del calcestruzzo che inglobava superiormente gli stessi. A questo provvedimento va aggiunta la scelta di passare un nuovo pavimento leggero in legno [17], che oltre ad assicurare leggerezza ed elasticità ed essere in grado di sopportare quei piccoli cedimenti che ancora dovessero verificarsi, contribuisce a non riattivare, col proprio carico, i fenomeni di tipo viscoso già indotti dalla precedente pavimentazione.

Rimane da risolvere il problema di una nuova struttura da affiancare al solaio esistente, per limitarne al massimo ulteriori cedimenti. L'unica possibilità è apparsa quella di un utilizzo dello spazio sottostante,

l'intercapedine contenuta tra il grigliato e la volta, che tuttavia nella parte centrale risulta così ridotta da sembrare inutilizzabile, a causa della forte montata della volta in chiave. Diviene pertanto necessario evitare tale ostacolo, per così dire "passandogli a lato". Il progetto ha quindi previsto l'inserimento di una struttura reticolare metallica in acciaio inox AISI 316, costituita da cavi e puntoni, inserita nell'intercapedine tra estradosso della volta e solaio orizzontale, in grado di evitare la zona centrale del solaio, ma capace di applicare degli elementi di mutuo contrasto, proprio in prossimità di quell'area. La struttura proposta e realizzata è di "tipo attivo", nel senso che i tiranti vengono fatti lavorare fin dall'inizio per sostenere il solaio, senza aspettare che si manifestino ulteriori cedimenti. Essa è costituita da quattro travi rettilinee di bordo, piuttosto usuali, e da una interessante struttura reticolare posta in posizione centrale. Otto coppie di tiranti inclinati, provenienti dall'estremità del graticcio, convergono e si collegano ad un cavo anulare, di forma ottagonale, che è posizionato ad una quota più bassa del cervello della volta e che, per così dire, le passa attorno. In questo modo è possibile disporre di una sufficiente altezza strutturale, senza tuttavia interferire con la parte centrale, quella più alta, delle vele. I cavi sono messi in trazione in modo uniforme e controllato, semplicemente agendo sugli otto puntoni in acciaio inox. Una grossa vite di estremità consente di allungarli e di metterli in contrasto, appoggiandosi al soprastante ordito in cemento armato. Una fasciatura di estremità della trave con semplici piatti inox, ancorati con tasselli e resina epossidica, permette il fissaggio dei

*Stato di progetto dell'ordito in cemento armato e l'aggiunta di nuova struttura: acciaio inox. Piccoli costrutti*



• a sinistra a destra: vedute della volta in acciaio compreso l'estradosso della volta e l'estradosso del solaio piano al momento dell'ispezione (1995). Risultato identico all'inflessione dei connettori metallici, vista dello spazio compreso tra l'estradosso del solaio e l'estradosso della volta crociera dopo l'intervento (1997) (chiavica Jurina)

tiranti inox al graticcio. Il criterio adottato per il dimensionamento destina al solaio in cemento armato il compito di sostenere i carichi accidentali e alla nuova struttura il peso proprio delle travi e dei puntoni.

**Conclusioni.** L'introduzione di una struttura in acciaio inox parallela a quella in cemento armato, rimovibile, e di tipo attiva permette di eliminare il problema degli eventuali ulteriori cedimenti di tipo viscoso e contribuisce a migliorare la sicurezza globale, anche nei confronti dei carichi accidentali. La predisposizione di una botola per l'accesso nell'intercapadine e di un'illuminazione di sicurezza favorisce la visitabilità del luogo e la ispezionabilità completa di ogni parte della struttura. Ciò rende attuabile, in definitiva, la pratica della manutenzione programmata. La realizzazione di semplici carotaggi all'estremità superiore degli originali tiranti metallici consente di ottenere un funzionamento di tipo monoletero, in modo tale che la volta in muratura viene sostenuta solo in caso di necessità, ma non viene sottoposta a carichi punzonanti indesiderati, dovuti ai movimenti del graticcio superiore, né a quelli legati a cedimenti viscosi o a carichi accidentali. L'adozione di un pavimento in legno favorisce la possibilità di assecondare limitati movimenti ulteriori, senza dar luogo a fenomeni di collasso localizzato, di tipo fragile, come quelli verificatosi nel recente passato.

Gli autori ringraziano l'architetto Michele Todola per il materiale documentario messo a disposizione e la Direzione dei Musei civici di Pavia per la fattiva e cordiale collaborazione in tutte le fasi del progetto. L'intervento ha visto per committente il Comune di Pavia, come progettista il professore ingegnere Lorenzo Jurina; con la collaborazione della dottoressa architetto Renata Demarini; la direzione

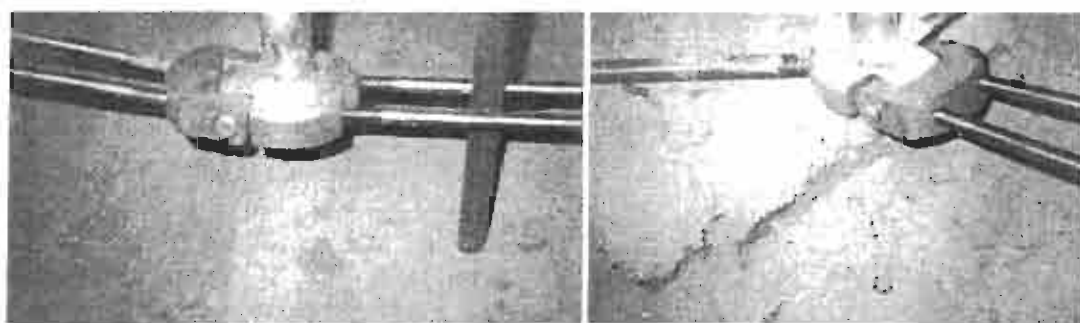
lavori è stata affidata a L.T.C. il costo complessivo dell'opera è stato di lire 114.434.800. I lavori hanno avuto inizio nel 1995 e sono terminati nel 1997 (durata dei lavori: quattro mesi). Le imprese esecutrici sono state la Pacchiarotti P. S. & A., Belgioioso (PV) per le opere murarie, investimento e assistenze, la COMES Sebago (MI) per le strutture in acciaio.

1. La prima e significativa trasformazione riguarda l'impianto del castello ed è compiuta nel 1527 con l'abbattimento, in occasione dell'attacco delle artiglierie francesi, dell'ala nord. Alle opere di modificazione legate all'uso bellico si affiancano vestizioni degenerative della compagine strutturale della fabbrica. Ne è esempio l'eliminazione del tetto e la posa sull'estradosso delle volte di un manto di calce arborosa e terra, per dubbie ragioni di difesa militare, attuata dai francesi alla fine del Settecento. Sempre in età napoleonica viene realizzato il soprizzo dei tre corpi di fabbrica e delle torri. Particolarmente intenso è il programma di restauri attuato tra il 1854 ed il 1861, sotto il governo austriaco e poi nazionale. La nuova asserma per un reggimento di artiglieria di campagna (per 1.200 uomini) determina cambiamenti interni ed esterni, compreso la realizzazione di due scaloni nelle ali laterali del castello, il ripristino delle bifore delle torri e l'eliminazione del soprizzo napoleonico. Nella torre sud-ovest (che fino al Cinquecento custodisce la biblioteca, poi trasferita a Blois, smembrata e dispersa) sono inserite le scuderie (nei sotterranei), il magazzino per il vestiario e la selleria generale (al piano terra), i fucili e magazzini delle batterie (al primo piano) e, nel sottotetto, un dormitorio per i soldati. Questa trasformazione costituisce l'ultimo capitolo della storia militare della fabbrica prima del suo riuso civile.

2. Le operazioni sono seguite dal soprintendente Brusconi e successivamente da Ambrogio Annoni.

3. Nelle relazioni di progetto si fa spesso riferimento, quali ragioni nelle priorità di intervento, alla «facilità delle opere» e all'«importanza» della torre in quanto sede, al piano primo, della famosa biblioteca di Galeazzo II, detta anche «del Petrarca». Inoltre, il ritrovamento di cospicue tracce di affrescature colloca la torre in una posizione di privilegiato interesse rispetto ad altre zone del castello. Si veda Archivio soprintendenza per i beni ambientali e architettonici di Milano (d'ora in avanti ASBAI, Castello Visconteo, Pavia, cartella 114, 21 luglio 1921).

4. La presenza dei simpatizzanti se da un lato assicura un introito economico a vantaggio delle operazioni edili, dall'altro causa gravi danni per perdite alle tubazioni e la sorgere continue preoccupazioni



per l'incolumità degli allestimenti delle sale sottostanti. Così, nell'inverno del 1929, l'impianto è sionnaggiato dal gelo, con conseguente allagamento delle stanze dei due piani sottostanti. L'Ufficio tecnico comunale provvede al prosciugamento delle pareti e del pavimento; operazioni poi interrotte nelle parti affrescate per timore di ulteriori danneggiamenti. Negli anni Sessanta, il sarbatoio viene disattivato e solo in epoca più recente viene completamente svuotato dall'acqua. Si veda A. Barbieri, R. Fusi, *Il Castello Visconteo di Pavia. Storia dei restauri ed ipotesi di conservazione*, tesi di laurea, a. a. 1986-1987, Facoltà di architettura, Politecnico di Milano, relatore A. Bellini.

5. Archivio storico civico, Pavia, Cartelle speciali, 153, 21 ottobre 1925.

6. Una perizia del 1921 conferma che il pilastro centrale (in muratura piena e delle dimensioni di metri 2x2) è addossato alla volta, mentre «i quattro archi rampanti sono vuoti. Questi sostegni furono messi dopo che la sala era stata ricoperta di una decorazione posteriore ad anche, forse, da una prima tinteggiatura generale». ASBA, *Castello...*, 1921. Quindi, contrariamente a quanto proposto finora dagli studiosi, il pilastro non oltrepassava la volta, ma si sviluppava dal pavimento al soffitto di ogni sala, come ben disegnata da Voghera nel 1825.

7. La relazione e perizia sui restauri da attuarsi nel castello, compilata da Brusconi nel 1921, cita, peraltro con una voce di spesa esigua «eventuali opere di consolidamento alle vecchie volte». ASBA, *Castello...*, 1921.

8. Si veda ASBA, *Castello Visconteo Pavia*, cartella 114, 5 ottobre 1926. Prima di tale data sono previsti solo «innesti e rifacimenti di murature, in sostituzione di quelle mancanti o deperite e colature con Cemento di "Casale", con sigillature». ASBA, *Castello Visconteo Pavia*, cartella 114, 21 ottobre 1925.

9. «A tutta prima, verrebbe fatto di pensare ad un suo rifacimento [della volta]. Ma questo non è un partito che si possa adottare, in causa delle pitture decorative. Esse si presentano sotto lo strato dei successivi soprappiinti intonaci, assai fragili e delicati, da non permettere assolutamente il distacco nelle parti a motivo orlatico che si staccerebbero [per quelle semplicemente di motivo geometrico ornamentale, si sarebbe potuto pensare ad un rilievo acciottato]. D'altronde, la stessa mancanza dell'alto valore intrinseco (come sarebbe se fossero pitture figurative) e la caratteristica rivoca del valore storico-orlatico, ne suggerisce la conservazione integrale». ASBA, *Castello...*, 1926.

10. L'ordito in cemento armato è previsto per un sovraccarico, oltre il peso proprio, di Kg 500 m<sup>2</sup> mq. Il totale di spesa ammonta a lire 43.200. Si veda ASBA, *Castello...*, 1926.

11. Le opere in cemento armato sono eseguite dalla Ditta ingegnere Antonio Toscani, per lire 24.500. Si veda ASBA, *Castello...*, 1921.

12. La realizzazione del nuovo solaio comporta, per uno dei puntoni del lato nord, l'attraversamento del vano di una scala e la conseguente sua impraticabilità. Pertanto, per consentire ancora l'uso, qualche anno dopo la conclusione dei lavori, è disposto il taglio dell'estremità del puntone, per la parte esposta nella scala, e la posa di una trave in cemento armato, tra l'estradosso delle volte e la soletta del pavimento superiore, in grado di apporsi alla spinta. Si veda H. Balducci, *I restauri del Castello Visconteo di Pavia*, Pavia, 28 ottobre 1933, pp. 36-38; C. Calzocchi Onesti, «Il castello Visconteo di Pavia», in *Atti dell'Istituto di Architettura Militare*, fascicolo 6, Roma, agosto 1934.

13. I lavori di restauro nel castello riprendono con un secondo lotto nel 1932, in occasione della cessione al Comune di Pavia, e a fasi successive proseguono ben oltre il Secondo dopoguerra, in seguito all'inserimento nel 1951 dei Musei civici, della Biblioteca civica e della pinacoteca Malaspina.

14. Essi presentano un grosso diametro, pari a 30 mm.

15. Il fenomeno di degrado non si è manifestato al massimo livello di gravità: il cedimento della struttura orizzontale è, infatti, avvenuto in modo uniforme, evitando in questo modo rotture che si sarebbero evidenziate in caso di carichi localizzati.

16. Questo è stato possibile evitando i costi di sommità dei tranti e ripristinando il contatto tra solaio e piastra superiore di contrasto, che consente di lavorare a trazione. Eventuali nuovi abbassamenti del solaio sono consentiti dalla posa di un materiale deformabile (argilla espansa), anziché di un materiale rigido quale era il calcestruzzo, al di sopra delle teste dei connettori.

17. La scelta del legno e la posa tramite chiodatura su magatelli, uno tra i più antichi metodi, conferisce al rivestimento una straordinaria elasticità e al contempo garantisce una facile manutenzione. Inoltre, il sistema non comporta la perdita dell'intero pavimento (o di parti considerevoli di questo), qualora fosse necessaria l'ispezione e i bulloni di fissaggio superiore dei connettori, permettendo una economia nelle spese di gestione (solo rimachatura e rilucidatura).

18. Avente dimensioni di 48 mm di diametro, con spessore 3 mm.

19. Avente diametro di 16 mm.

20. Anch'esse di dimensioni pari a 16 mm di diametro.

Vista della spaza coperta tra l'estradosso della volta e l'estradosso della volta a crociera dopo l'intervento, particolare dei nodi della struttura reticolare. (1997) (archivio Juma).