

MESSA IN SICUREZZA E PROPOSTE DI CONSOLIDAMENTO PER LA CHIESA DI SAN BARTOLOMEO A SALUSSOLA (BIELLA – ITALIA)

Jurina, Lorenzo; Radaelli, Edoardo Oliviero; De Capitani, Lucrezia Maria

Dipartimento di Architettura, Ingegneria della Costruzione e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano – Italia

1. Introduzione storica

Il più antico riferimento storico riguardante la Chiesa di San Bartolomeo in Vigellio di Salussola (Biella) risale al 1602 e descrive la chiesa ancora in costruzione. Tre decenni più tardi, nel 1637, avvenne la consacrazione di un primo oratorio. Si tratta della cellula originaria dell'attuale corpo di fabbrica, che consisteva in un'unica stanza rettangolare, verosimilmente ricoperta da una copertura lignea, a due falde, e caratterizzata da una facciata a capanna. Nel 1748 la chiesa di San Bartolomeo venne elevata a chiesa Parrocchiale, e solo pochi anni più tardi, nel 1752, subì un primo ampliamento della navata laterale e delle due volte sovrastanti.

Agli inizi dell'Ottocento venne realizzato l'abside e l'altare maggiore in muratura, ancora oggi visibile seppur in condizioni di degrado molto avanzate.

A partire dal 1830 venne edificata la sacrestia a nord, si aggiunse un piccolo corpo di fabbrica a sud dell'abside (utilizzato come spazio di deposito, poi demolito nel Novecento) e realizzato il muro di cinta che a nord delimitava lo spazio della chiesa, dalla proprietà del cascinale adiacente.

Sempre nel medesimo periodo venne inaugurata un'importante opera di arricchimento del ciclo pittorico dell'intera chiesa, attraverso la decorazione della facciata e dell'abside con affreschi dei santi protettori e con l'aggiunta di un altare nella prima navata di destra, così da portare la chiesa di San Bartolomeo ad essere compiutamente realizzata e terminata.

Singolare è la vicenda del campanile della chiesa. Fonti documentali consultate presso gli archivi parrocchiali riportano la presenza di un primo campanile dietro la chiesa già negli anni 1750-1752. Non è dato sapere la posizione esatta e le dimensioni di questo, come pure la data di edificazione. E' certo tuttavia, dagli scritti rinvenuti, che il 7 agosto 1765, come dimostra anche la lapide affissa sulla muratura, venne posata la prima pietra per la realizzazione di un nuovo e più grande campanile.

Si può con buona probabilità affermare che la costruzione del nuovo campanile in posizione arretrata rispetto alla costruzione, non fu solo dettata dalla posizione dell'antico campanile, bensì è presumibile supporre che vi fosse già l'intenzione di ampliare, in un tempo non troppo lontano, il corpo di fabbrica.

Il cantiere della nuova torre campanaria ebbe inizio nel 1767 e terminò nel 1770. Già nel 1774 vennero regalate alla chiesa quattro nuove campane, ancora oggi utilizzate.

Fino al 1781-1785, periodo di costruzione dell'abside, si ebbe dunque la coesistenza di due campanili.

Fonti storiche, reperite nelle ricerche archivistiche, mostrano la chiesa in perfetto stato di conservazione, con una cantoria lignea sopra l'ingresso, con le volte a coprire la navata centrale e quella laterale, oltre che l'abside affrescato, fino agli anni Settanta del Novecento.

Risale infatti al 1973 la consacrazione della Chiesa nuova di San Bartolomeo e l'inizio di una fase di completo abbandono dell'edificio storico, ritenuto non più adatto alle esigenze della comunità parrocchiale in rapida crescita.

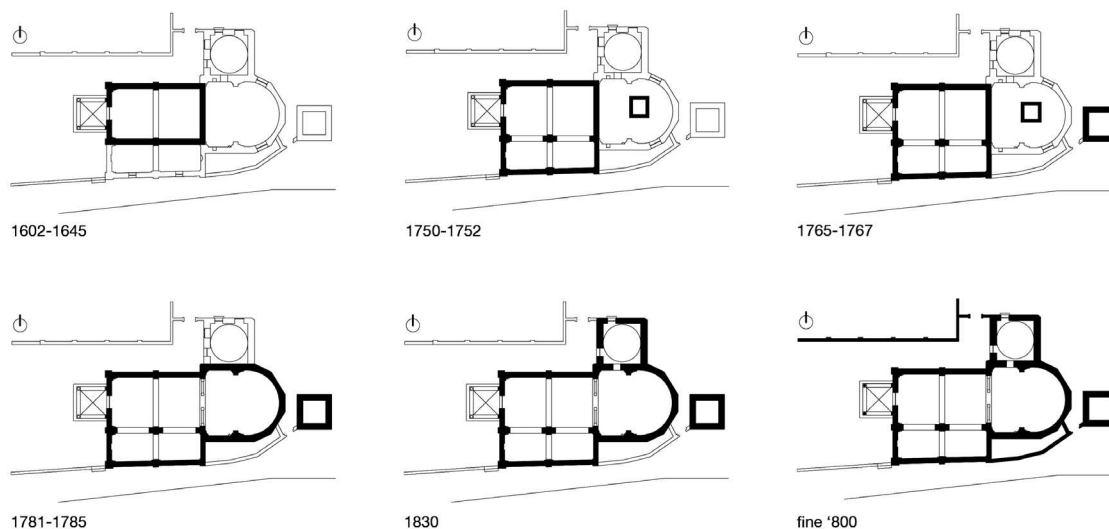
La mancata manutenzione del bene trasforma in breve tempo l'antica chiesa in un vero e proprio rudere abbandonato. Si verificano così i primi danni, anche di grande rilevanza strutturale, in corrispondenza della navata laterale, dell'abside e, soprattutto, sull'intera copertura non più in grado di sopportare nemmeno i pesi propri, per via del rapido deterioramento degli elementi lignei.

Ad aggravare la situazione vi è la discontinuità degli elementi murari che costituiscono l'edificio, in quanto risalenti ad epoche differenti e dunque non ammorzati e maggiormente vulnerabili ai carichi orizzontali sismici.

Particolarmente critici sono apparsi fin da subito la parete della navata laterale, soggetta ad un possibile cinetismo di ribaltamento, ed il corpo del coro.

L'affaccio diretto su una via pubblica, nonché la vicinanza con abitazioni private, hanno condotto la proprietà (il Comune di Salussola) ad un primo intervento di messa in sicurezza, risalente al 1998, volto all'eliminazione di delle situazioni di pericolo per l'incolumità pubblica e privata.

Nel 2015 è stato realizzato un nuovo progetto di messa in sicurezza temporanea, in sostituzione del precedente ormai non più efficace e, soprattutto, all'origine di contenziosi tra il Comune proprietario della chiesa e le abitazioni confinanti.



Evoluzione storica della chiesa di San Bartolomeo a Salussola

2. Il primo intervento di messa in sicurezza (1998)

Il primo intervento di messa in sicurezza, risalente al 1998, aveva previsto una pulizia interna ed esterna del corpo di fabbrica e la rimozione degli elementi pericolanti, specie dalla copertura.

Le evidenti lesioni che si erano venute a creare lungo il prospetto sud e nella zona absidale, erano tali da richiedere una immediata puntellazione provvisoria, capace di impedire il ribaltamento dei maschi murari.

I progettisti dell'intervento avevano dunque individuato ed eseguito una soluzione semplice, efficace ed

economica, che sarebbe dovuta rimanere attiva per un periodo limitato a qualche mese, in attesa di interventi definitivi.

Si era optato dunque per la puntellazione della parete sud, operando da entrambi i lati.

All'interno della chiesa vennero inseriti due coppie di puntelli a "V", mentre sul lato esterno venne realizzato un massiccio ed assai ingombrante contrafforte ligneo.

Tale elemento risultava costituito da puntelli lignei, disposti a formare sei coppie di triangoli, allineati su due livelli, così da raggiungere le parti sommitali delle murature sia della navata laterale sia del coro.

Il contrasto al ribaltamento verso l'esterno delle murature era offerto dal muro delle abitazioni prospicienti la chiesa, sul quale l'imponente struttura lignea andava ad appoggiarsi.



Puntellazione provvisoria 1998 e stato di degrado nel 2014

L'intervento sopra descritto costituisce un interessante esempio di messa in sicurezza, meritevole di alcune considerazioni di carattere generale.

Anzitutto, occorre tener presente la notevole incertezza nella definizione di "temporaneo". L'esperienza in interventi di messa in sicurezza, anche post sisma, ha mostrato come molte opere provvisorie abbiano avuto un carattere quasi "definitivo", perché gli interventi di consolidamento hanno avuto tempi non brevi di completamento, finendo col divenire l'unico presidio di strutture sempre più fatiscenti.

Nel caso in oggetto la caratteristica di "temporaneità" si è tradotta in diciassette anni, a fronte dei soli sei mesi inizialmente previsti.

Ne consegue che il progettista, chiamato a sviluppare interventi per il breve termine, opti per scelte progettuali (nella geometria, nei materiali e soprattutto nei costi) differenti rispetto ad altre soluzioni che garantirebbero invece una maggiore durabilità.

Ciò è evidente, per la chiesa di San Bartolomeo, nell'uso del legno, economico e facilmente reperibile, e nella scelta di vincolare l'opera provvisoria agli edifici limitrofi.

Infine, va notato che la mancata manutenzione programmata delle opere provvisorie costituisce la causa principale della riduzione di efficacia dell'intervento, alla quale segue la perdita irrimediabile di materia storica.

In definitiva dunque, negli interventi provvisori, i maggiori problemi sono determinati dalla messa in opera di presidi in legno, il materiale più sensibile all'azione del tempo.

Per far fronte a tale vulnerabilità intrinseca è necessaria un'accurata manutenzione dell'opera provvisoria, controllando e migliorando, ove necessario, la sua messa in carico, oppure, se la tipologia di intervento lo permette, attraverso la sostituzione e/o integrazione di presidi in legno, con altri presidi più duraturi. L'alternativa è fornita da soluzioni non tradizionali, che godano contemporaneamente dei tre requisiti fondamentali: facilità e rapidità di posa in opera, durabilità ed economicità.

Ovviamente il presidio più efficiente, anche dal punto di vista economico, è quello che, in una fase successiva all'emergenza, riesce ad integrarsi con la ristrutturazione, entrando a far parte di un più complesso progetto di rinforzo o rappresentando esso stesso l'opera definitiva.

3. Il secondo intervento di messa in sicurezza (2015)

Nel corso dei quattro decenni di completo abbandono, nonostante il primo intervento di messa in sicurezza, si assiste ad un drastico tracollo conservativo, nelle strutture e nei decori.

Il progetto di messa in sicurezza del 2015 (progettista prof. ing. Lorenzo Jurina) nasce pertanto dalla valutazione di un insieme di problematiche derivanti dalla storia, dalle esigenze del contesto abitato in cui è sito il fabbricato (prima tra tutte la necessità di svincolarsi dagli edifici limitrofi e di riaprire la strada pubblica) e dalle oggettive necessità di tutela che hanno portato l'intervento al raggiungimento di un obiettivo concordato con l'Amministrazione e con la competente Soprintendenza.

L'approccio progettuale utilizzato ha mirato alla redazione di un elaborato attento soprattutto ai problemi gestionali e orientato a programmare la più corretta conduzione e manutenzione delle opere di messa in sicurezza, secondo i recenti orientamenti in materia e in normativa.

I temi della durabilità, della rimovibilità e della compatibilità tra i materiali sono stati assicurati, all'interno del progetto attraverso un'accurata scelta dei componenti, con un'attenzione specifica alla possibilità di favorire la manutenzione programmata.

Il progetto di messa in sicurezza fa riferimento alla riconoscibilità dei diversi livelli di complessità dell'oggetto, alla reinterpretazione delle dinamiche evolutive del degrado e al rispetto, quanto più possibile, dell'aspetto conservativo.

Nel 2014, quando la proprietà decide di operare un nuovo intervento sulla chiesa, la situazione è apparsa fin da subito notevolmente compromessa. Il corpo di fabbrica centrale risultava completamente avvolto dalla vegetazione e di conseguenza non accessibile e non mantenuto per anni.

Si era verificato il completo crollo della copertura del corpo centrale, una significativa perdita anche della copertura dell'abside e, come emerso dall'intervento degli anni Novanta, anche la navata laterale aveva subito gravi danneggiamenti. Lesioni diffuse risultavano ben evidenti sulle volte rimanenti e sulle murature d'ambito, specie in corrispondenza di muri scarsamente o addirittura non ammortati.

La navata laterale si presentava ancora coperta, ma molto lesionata, mentre l'abside risultava fessurata lungo tutta la parete del coro, per via dei suoi 11 metri di altezza libera; anche l'arcone, che divide la navata centrale dal coro retrostante, risultava fessurato ed in precarie condizioni di stabilità, sebbene già puntellato.

Si è così provveduto dapprima alla pulizia dell'intero bene, garantendone l'accessibilità. Alcune parti pericolanti e crollate, in particolar modo della copertura, sono state smontate.

Si è proceduto poi, seppur con grande rammarico, allo smontaggio della rimanente porzione della volta in muratura affresca, a copertura dell'abside, non in grado di garantire la necessaria stabilità strutturale e l'adeguata sicurezza in fase di cantiere.



La situazione gravemente compromessa dell'abside dopo lo smontaggio del tetto (2015)

Analizzando nel dettaglio gli interventi, sulla parete absidale, lato sud, è stato realizzato un ponteggio strutturale in tubi e giunti, di larghezza e ingombro limitati e montato all'esterno. La struttura è stata posizionata su una soletta di fondazione in c.a., appositamente realizzata, e risulta controbilanciata da contrappesi in blocchi di cls (completamente removibili al termine della messa in sicurezza), oltre che munita di piastre di tiro regolabili, disposte ogni 2 mq.

Tali piastre, grazie a barre passanti nello spessore murario, hanno la funzione di vincolare tra loro muratura e ponteggio, scongiurando qualsiasi ribaltamento fuoripiano delle pareti.

L'intervento in corrispondenza della parete sud ha previsto il posizionamento di 4 tiranti in fune di acciaio, capaci di lavorare a trazione e di impedire eventuali rotazioni del maschio murario verso l'esterno. Si è preferito dunque sostituire l'ingombrante opera provvisoria in legno esterna, pensata come struttura "a spingere", con una struttura leggera, interna, con funzionamento "a tirare".

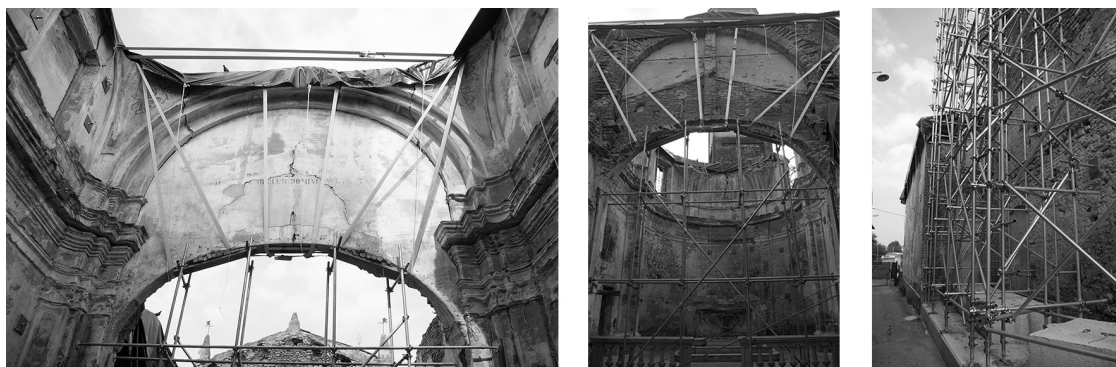
Una volta completate tutte le operazioni di messa in sicurezza statica di tale porzione di edificio, è stato predisposto un telone occhiellato in PVC, realizzato su misura per la protezione della testa della muratura, comprensivo del necessario materiale per il fissaggio tramite zavorre.

Dopo aver osservato il notevole degrado della struttura lignea esistente a puntellamento dell'arcone tra aula e coro, è stata predisposta una nuova puntellazione intradossale, mediante quattro elementi in acciaio, ed è stata realizzata una innovativa metodologia di cerchiatura.

A tal proposito sono state impiegate fasce di poliestere, capaci di "imbrigliare" la muratura dell'arco in più punti lungo il suo sviluppo e di collegarsi, mediante due coppie di fasce disposte a "V rovescia", a ponteggi esterni. Una fascia tesata e disposta in verticale a collegare i due ponteggi esterni funge da catena estradossale. L'arco risulta così confinato ed al tempo stesso appeso ai ponteggi esterni, così da prevenire situazioni di collasso.

La soluzione progettuale sviluppata ha contribuito al raggiungimento di alcuni vantaggi. La messa in sicurezza risulta più durevole rispetto all'impiego di puntelli lignei, essendo in grado di garantire la necessaria efficienza strutturale prolungata nel tempo, in un'ottica conservativa del bene storico.

La completa rimozione dei precedenti interventi e la scelta di strutture più leggere, meno ingombranti, o addirittura portate all'interno dell'edificio, hanno risolto il contenzioso con i confinanti ed hanno ripristinato la sede stradale lungo il prospetto sud.



Realizzazione della messa in sicurezza dell'arcone e dell'abside 2015

4. Una proposta di consolidamento strutturale e di riuso

La presente proposta di consolidamento strutturale e di riutilizzo della chiesa di San Bartolomeo è stata sviluppata all'interno di una tesi della Scuola di Architettura del Politecnico di Milano (Curtaz & De Capitani, 2015)

L'idea progettuale, finalizzata ad un consolidamento strutturale definitivo, tiene in conto una serie di fattori tra cui le componenti storiche, tecnologiche, materiche e culturali che hanno caratterizzato l'edificio nei vari periodi storici.

Il riuso del corpo di fabbrica, che si pensa possa essere destinato a spazio espositivo, si colloca nel più ampio contesto della frazione di Salussola, trovando importanti collegamenti con funzioni ed edifici adiacenti. Nella presente memoria verrà tuttavia presentato il solo consolidamento della chiesa.

L'unicità ed il valore dell'oggetto architettonico comporta un intervento specifico, che si rivolge e mira alla conservazione dell'esistente ed è in grado di operare accostando strutture nuove e antiche, creando tra esse un dialogo volto all'ottenimento di vantaggi dal punto di vista statico, sia immediati sia a lungo termine.

I punti cruciali approfonditi nello sviluppo progettuale degli interventi per la chiesa di San Bartolomeo sono stati definiti a seguito di attente analisi ed hanno condotto alla definizione di tre principali ambiti di intervento, ossia:

1. Consolidamento e copertura delle volte esistenti sopra la navata laterale.
2. Consolidamento delle pareti absidali, che tendono ad aprirsi verso l'esterno;
3. Copertura della zona absidale, poiché rappresenta la parte maggiormente conservata e preziosa dal punto di vista delle pitture murali ancora presenti;

Si può dunque notare come il tema della copertura sia predominante nell'idea progettuale sviluppata; una copertura intesa come elemento in grado di trasformarsi ed adattarsi ogni qualvolta l'edificio esistente lo richieda, divenendo così un oggetto flessibile alle esigenze ed attribuendogli un significato nuovo ed ampio.

Nella navata laterale la copertura a terrazza diventa elemento essenziale per il consolidamento delle volte sottostanti e della parete sud, offrendo al contempo una nuova superficie pedonabile, nel rispetto dell'esistente.

Il percorso espositivo prosegue e si sviluppa in quota attorno alle pareti esterne dell'abside sotto forma di "passerella strutturale", capace di offrire un benefico effetto di cerchiatura alle murature, scongiurandone il ribaltamento.

A piano terra sono stati creati due ambienti distinti, ossia la zona dell'aula, volutamente lasciata priva di copertura, e la zona absidale, chiusa da una nuova copertura leggera, in acciaio e vetro, che riprende gli antichi allineamenti degli archi in muratura.

Analizzando nel dettaglio le soluzioni proposte, un primo tema ha riguardato il consolidamento delle volte spingenti. In passato, tra le possibili soluzioni, veniva utilizzato il cosiddetto metodo delle “catene a braga”, costituite da una catena orizzontale posta all'estradosso dell'arco, a cui sono fissate, con semplici perni, due saette diagonali. Le estremità della catena orizzontale e della saetta diagonale fuoriescono dalla muratura e sono tra loro collegate da un lungo capochiave “a paletto”, che fornisce il contrasto, distribuendo i carichi sulla muratura. Il sistema ha una efficacia limitata, in quanto la catena orizzontale, molto deformabile, si inflette e non è in grado di offrire contrasto alle saette diagonali. Il sistema inizia a funzionare solo quando la catena si è in flessa tanto da resistere ad ulteriori sollecitazioni verticali per “effetto catenaria”.

A metà del XIX sec. il Breymann aveva migliorato il sistema “a braga”, introducendo, già in fase di costruzione della volta, una trave orizzontale estradosale (maggiormente rigida rispetto alla tradizionale catena) alla quale venivano collegati due tiranti inclinati.

Negli ultimi anni questo sistema è stato riproposto da uno degli autori come “metodo delle graffette” ed applicato, a posteriori, in numerosi interventi di consolidamento.

Nello specifico caso della chiesa di Salussola, sopra alle volte della navata laterale è stata prevista una trave reticolare spaziale lunga tanto quanto l'intero sviluppo della navata, per distribuire i carichi orizzontali e migliorare la risposta alle sollecitazioni sismiche sulla struttura. La trave è stata progettata utilizzando grandi elementi modulari assemblati (uno per campata), collegati in modo diffuso alla muratura sottostante per mezzo di piastre bullonate e tirafondi inclinati, inghisati nella muratura fino a raggiungere la quota d'imposta ed in grado di contenere le spinte orizzontali della volta.

In un'ottica di riuso, il piano può essere reso calpestabile per mezzo di una pavimentazione in lastre prefabbricate in cemento armato, appoggiate a secco al di sopra della reticolare e dunque completamente reversibili.

Direttamente al collegamento della terrazza sopra le volte della navata laterale, si snoda il percorso in quota che cinge ed abbraccia l'abside, svolgendo una funzione strutturale. La passerella è composta da moduli quadrati da 160x160 cm, realizzati con travi HEA sui bordi, mentre piatti in acciaio disposti a croce garantiscono un efficace controventamento. Elementi puntuali di collegamento tra la nuova struttura e la muratura fungono da ritegno, impedendone il ribaltamento, anche in presenza di carichi sismici.

Per poter coprire luci importanti (nell'ordine dei 7 metri) mantenendo la struttura entro spessori ragionevoli, si è optato per un “parapetto strutturale”, ossia per una struttura reticolare che collabora con i sottostanti profili in acciaio, incrementandone rigidità e resistenza.

La passerella può raggiungere il campanile, in cui è previsto un ascensore per il collegamento con il piano terra, oppure proseguire, tramite delle scale, lungo la sacrestia per terminare, come percorso indipendente, verso i restanti corpi di fabbrica del complesso parrocchiale.

Uno dei punti di intervento affrontati nella proposta progettuale ha mirato alla creazione di una nuova copertura della zona absidale, così da portare dei miglioramenti strutturali alle murature ed al tempo stesso di preservare i preziosi affreschi rimasti.

Si è pensato dunque di coprire tutta la parte absidale tramite una copertura in acciaio e vetro, optando per travature reticolari classiche che riprendono il profilo dell'arco in facciata, sulla prima campata, per poi collegarsi a travi rettangolari, che riprendono l'imposta degli archi absidali della copertura originaria.

Le reticolari potranno essere realizzate utilizzando profili correnti affiancati a “C” da 120mm, mentre i diagonalali ed i montanti verticali potranno essere costituiti da doppie “L” 60x60x8 mm, affiancate.

Sopra di esse si è proposto di utilizzare le lastre di vetro per permettere di avere una copertura trasparente in cui si potesse ricevere luce naturale direttamente dall’alto, ovvero ottenere un’illuminazione zenitale della stanza. Sono state previste lastre di vetro rettangolari nella prima campata e trapezoidali in corrispondenza delle travi inclinate, tutte sostenute da appositi fermi, applicati direttamente sulle reticolari.

Il mutuo collegamento tra la nuova copertura e la sommità delle murature dell’abside conferisce un ulteriore presidio al ribaltamento dei maschi murari e migliora il comportamento scatolare dell’intero corpo di fabbrica.



Realizzazione della messa in sicurezza dell’arcone e dell’abside 2015

Tra gli interventi locali di consolidamento proposti vi è il rinforzo dell’arcone fessurato, oggi sostenuto da puntelli e cinghie in poliestere, come descritto nel precedente paragrafo.

Richiamando la sopracitata opera provvisoria, si è proposto di operare dall’intradosso, collocando un tubolare in acciaio, calandrato sotto il profilo dell’arco e ad esso collegato, il quale viene appeso mediante quattro coppie di barre esterne, lasciate a vista, e collegate alla nuova trave reticolare di copertura.

Il sistema, attivo, ri-tesabile e reversibile, induce un efficace effetto di compressione nella muratura dell’arco, riducendo i dannosi sforzi di trazione che lo hanno portato all’attuale stato fessurato. Si agisce in questo caso modificando i carichi agenti sull’arco, senza alterarne eccessivamente la geometria e senza aggiunte di nuovi materiali di rinforzo, a completa conservazione dell’esistente.

Il modello numerico ad elementi finiti dell’intero corpo di fabbrica soggetto a carichi verticali e orizzontali ha restituito una apprezzabile riduzione degli sforzi sollecitanti nelle murature e degli spostamenti, nella situazione consolidata rispetto allo stato di fatto. La scolarità della struttura, conseguita mediante gli interventi di consolidamento proposti, ha portato al raggiungimento di un miglioramento sismico, secondo le normative vigenti.

Dal punto di vista della progettazione architettonica, come già indicato, l'abside è considerato la parte più preziosa della chiesa, da mantenere maggiormente e da tutelare con la massima cura.

Pertanto, oltre alla copertura trasparente, si è proposto di chiudere parzialmente la grande apertura al di sotto dell'arcone, utilizzando reti metalliche colorate e sagomate, che facciano scorrere via le acque meteoriche a protezione delle superfici affrescate. Questa soluzione permette una facilità di gestione e soprattutto di manutenzione dell'intervento, rispetto ad un comune vetro che avrebbe richiesto maggiore cura e pulizia.

Questo intervento non solo ha una funzione estetica, bensì ha la capacità di ovviare all'importante tema dell'illuminazione e climatico all'interno dello spazio.

5. Conclusioni

La Chiesa di San Bartolomeo a Vigellio di Salussola (Biella) rappresenta un interessante esempio di architettura ecclesiastica Seicentesca, abbandonata ed attualmente allo stato di rudere. Un primo intervento di messa in sicurezza provvisoria, realizzato nel 1998, sebbene abbia contribuito per lungo tempo alla conservazione delle strutture in precarie condizioni statiche, ha generato un contenzioso tra proprietà e abitazioni confinanti. La scelta di grevi puntellazioni lignee, dettata dalla temporaneità dell'intervento e dalla sua economicità, ha perso la propria efficacia ed ha richiesto nel 2015 la realizzazione di una nuova messa in sicurezza, che sgravasse gli edifici prospicienti dai puntelli e che consentisse la riapertura della strada.

In tale intervento sono state adottate, tra le altre, anche soluzioni innovative, mediante cavi in acciaio e fasce in poliestere, maggiormente durevoli e meno ingombranti, se confrontate con la precedente puntellazione.

Il tema dunque delle opere provvisorie deve essere trattato come un vero e proprio progetto, tenuto conto che, molto spesso, il carattere di "temporaneità" si traduce in "definitivo". Pertanto, anche l'aspetto della manutenzione programmata degli interventi di messa in sicurezza non deve essere trascurato.

Infine, all'interno di una tesi, sono state avanzate interessanti proposte per il consolidamento strutturale della chiesa di San Bartolomeo e per il suo riuso. Per il consolidamento delle volte è stato proposto il "metodo della graffetta", mentre una "passerella strutturale" offre un'efficace cerchiatura dell'abside e al contempo garantisce il collegamento tra le chiese e gli edifici adiacenti, all'interno del percorso museale previsto.

BIBLIOGRAFIA

Curtaz, M., De Capitani, L. (2015). *Sovrapposizioni di segni per una nuova identità aggregativa del tessuto sociale. Gli interventi sulla chiesa abbandonata di San Bartolomeo in Vigellio* (Tesi di laurea specialistica). Politecnico di Milano, Milano, Italia.

Jurina, L. (Novembre 2012). Tecniche di consolidamento dei monumenti: una panoramica attuale. In *IF CRASC'12 Ingegneria Forense – Crolli, Affidabilità Strutturale, Consolidamento*. Simposio, Pisa, Italia.

Mancini, D., Perrault, D. (2007). *La seconda natura dell'architettura*. Milano, Italia: Postmedia Books.

Marino, L. (1989). *Conservazione e manutenzione di manufatti edilizi ridotti allo stato di rudere: report 1/1989*. Firenze, Italia: Opus Libri.

Musso, S.F. (2013). *Tecniche di restauro*. Torino, Italia: UTET.

<http://www.jurina.it/>