

**Meccanismi di Danno**  
chiesa

**A/1** Ribaltamento della facciata  
Leggero fuori piombo della facciata ovest con sganciamento dalle angolate, dovuto ad una scarsa ammassatura con i muri laterali. Nella parte sommitale delle due angolate, infatti, si riscontrano fessurazioni ad andamento verticale.

**A/2** Ribaltamento della facciata  
Leggero fuori piombo della facciata est. Il meccanismo di danno è evidenziato da fessurazioni ad andamento diagonale a partire dalla sommità dei muri laterali, scendendo verso le angolate, in questo caso ben ammassate.

**A/3** Ribaltamento della facciata  
Il meccanismo di fuori piombo delle due facciate (A/1 e A/2) producono anche fessurazioni lungo la mezzera delle volte della prima e terza campata, con andamento parallelo al piano di generazione delle volte.

**B/1** Traslazione verticale  
Traslazione verticale dei muri delle facciate est e ovest, presumibilmente dovuta a cedimenti differenziali delle fondazioni. Il meccanismo di danno è evidenziato da fessure verticali superficiali e/o passanti a scendere dal timpano delle due facciate.

**B/2** Traslazione verticale  
Anche il prospetto nord della chiesa è interessato da un meccanismo di traslazione verticale dovuto a cedimenti differenziali delle fondazioni. Il meccanismo è evidenziato da una fessura passante a sviluppo verticale sulla parete.

**C** Flessione e abbassamento  
Meccanismo di flessione e abbassamento delle capriate in legno di copertura, dovuto ad elevata deformabilità. Tra le cause si considerano sia l'entità del carico incidente che possibili difetti nelle connessioni tra elementi lignei.

**Quadro sinottico**  
Lesioni e Dissetti della chiesa

**fessurazione passante B/2**



**A/2** fessurazioni passanti



**Miglioramento del comportamento scatolare**  
chiesa

**Intervento 1** Cordolo di fondazione in c.a.  
tale intervento dovrà essere studiato in modo da garantire un ampliamento della base fondale mediante inserimento di cordoli adeguatamente collegati alla vecchia fondazione. In questo modo, infatti, oltre ad ottenere un efficace collegamento orizzontale tra le murature al livello della fondazione, è possibile inoltre distribuire in maniera omogenea le tensioni, costituendo un corpo monolitico. Nel caso in esame, questo intervento può essere realizzato mediante il posizionamento di cordoli in c.a. adeguatamente armati e staffati, su entrambi i lati della muratura, al di sotto del piano pavimentale. Al fine di migliorare la collaborazione tra le pareti perimetrali, inoltre, si rivelerebbe opportuno anche il posizionamento di quattro travi in c.a., a collegamento del cordolo di fondazione in corrispondenza dei quattro pilastri che scandiscono le campate della chiesa sulle pareti nord e sud.

**Intervento 2** Cordolo sommitale in muratura armata  
La realizzazione di un cordolo sommitale lungo il perimetro del sottotetto della chiesa consente di fornire una maggiore resistenza a trazione al lembo superiore del muro, un migliore collegamento della struttura del tetto alla muratura su cui poggia e una migliore ripartizione del carico sulle murature perimetrali. Tra le varie tecnologie adottabili, il cordolo in muratura armata permette di realizzare un collegamento mediante una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti. Infatti, il cordolo risulta costituito da una muratura in mattoni pieni, all'interno della quale viene alloggiata un'armatura metallica, resa aderente alla muratura del cordolo tramite conglomerato. Il collegamento tra il cordolo e la muratura sottostante risulta garantito non solo dall'aderenza, ma anche dall'ingranamento e dall'attrito.

**C** abbassamento della trave

**B/1** fessurazioni non passanti

**A/2** fessurazioni non passanti

**Intervento 3** Irrigidimento delle falde del tetto  
L'analisi dello stato di degrado e di dissesto delle capriate e, in generale, del sistema di copertura ha rivelato come necessari una serie di interventi aventi l'obiettivo generale di assicurare una maggiore irrigidimento delle falde, mediante collegamenti e connessioni reciproche tra la parte terminale della muratura e le orditure del tetto. Gli interventi previsti consistono in:  
\* inserimento di nuove connessioni e giunzioni metalliche nei nodi delle capriate;  
\* sostituzione delle tre travi lignee di colmo con nuove travi in legno opportunamente collegate alle capriate mediante inserimento di staffature metalliche;  
\* realizzazione di un sistema di controventatura mediante tiranti metallici disposti in doppia diagonale da posizionare all'estremità delle capriate, fra le travi di colmo e l'orditura secondaria del tetto.

**dettaglio A**

**dettaglio B**

**dettaglio C**

**copertura**

1. muratura in laterizio a tre teste
2. intonaco di malta di calce
3. catena in legno 20 cm x 30 cm
4. puntone in legno 20 cm x 30 cm
5. cordolo in muratura armata 25 cm x 35 cm
6. iniezione armata di collegamento
7. travetto in legno 10 cm x 10 cm
8. accretaccio
9. tavolato in legno
10. canale di gronda
11. pluviale
12. piastra metallica di ancoraggio
13. angolare di collegamento
14. piastra metallica saldata
15. collegamento bullonato
16. tirante a doppia diagonale in acciaio
17. tegole

**fondazioni**

1. muratura in laterizio a quattro teste
2. intonaco di malta di calce
3. muratura di fondazione
4. cordolo in c.a. 30 cm x 30 cm
5. trave in c.a. 30 cm x 30 cm
6. cordolo ribassato in c.a. 50cm x 15 cm
7. reperti archeologici
8. riempimento in sabbia
9. riempimento drenante in ghiaia e ciottoli
10. pavimentazione interna in calce
11. sottofondo in cls 50 mm
12. pavimentazione esterna in laterizi
13. marlo erboso
14. tubo di drenaggio
15. guaina impermeabilizzante
16. terreno

**F** Trave inflessa

**D** fessurazioni passanti

**D** fessurazioni non passanti

**D** fessurazioni non passanti

**D** fessurazioni non passanti

**D** fessurazioni non passanti

**Meccanismi di Danno**  
campanile

**Schiacciamento**  
Fessurazioni passanti in corrispondenza delle pareti nord e sud del campanile, dovute ad un meccanismo di schiacciamento della muratura sovrastante. Tale fenomeno è aggravato dallo stato di decoesione della muratura.

**B/3** Traslazione verticale  
Fessurazione lungo lo sviluppo della volta a botte, perpendicolarmente alla linea di imposta, dovuta a cedimento del terreno per differenze di carico sulle pareti di imposta della volta stessa.

**Rottura**  
Rottura delle assi in legno che compongono l'assetto del solaio, dovuta all'azione dell'umidità sugli elementi lignei, ed alla scarsa manutenzione degli stessi.

**F** Sovraccarico  
Trave in legno composta da due elementi lignei affiancati, con sezione irregolare, soggetta probabilmente a carico eccessivo. Il meccanismo di danno è aggravato da fenomeni di degrado del legno, soggetto a tarli e a marciume.

**Quadro sinottico**  
Lesioni e Dissetti del campanile

**Riduzione della deformabilità dei solai**  
campanile

**Intervento 4** Rifacimento dei solai in legno pericolanti  
Le condizioni di dissesto dei solai lignei dei piani intermedi del campanile, soggetti a fenomeni di marciume del legno tali da compromettere l'agibilità e l'accessibilità alla cella campanaria, impongono la necessità di un completo rifacimento degli stessi e delle travi di collegamento ai muri perimetrali, anch'esse degradate. Il rifacimento dei due solai intermedi potrebbe essere realizzato mediante messa in opera di nuove travi in legno massiccio di sezione 15 cm x 15 cm e di un tavolato formato da un doppio assetto in legno ad andamento ortogonale di spessore 2,5 cm + 2,5 cm, in modo da garantire un maggiore irrigidimento del solaio. Al rifacimento dei solai deve poi essere associato anche il rifacimento o, nei casi possibili, di messa in sicurezza delle scale di collegamento, mediante ad esempio l'inserimento di fazzoletti metallici di connessione dei gradini alle sponde laterali.

**Rinforzo delle murature**  
chiesa e campanile

Gli interventi di rinforzo delle murature sono generalmente mirati al risanamento e alla riparazione di murature deteriorate e danneggiate, al fine di ottenere un miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura. Questi tipi di intervento, infatti, devono mirare a far recuperare alla parete una resistenza sostanzialmente uniforme e una continuità nella rigidità, anche mediante la realizzazione di opportuni ammassamenti, qualora mancanti. Tuttavia, l'inserimento di materiali diversi dalla muratura va operato con cautela e solo dove il rapporto tra efficacia ottenuta e impatto provocato sia minore di altri interventi. A seconda dei casi, infatti, può essere necessario affrontare differenti tipi di riparazioni, come ad esempio:  
\* riparazioni localizzate di parti lesionate o degradate;  
\* ricostruzioni dell'apparecchiatura muraria in corrispondenza di manomissioni;  
\* miglioramento delle caratteristiche di murature particolarmente scadenti per tipo di apparecchiatura e/o di composto legante.

**Intervento 5** Ricicatura delle murature lesionate

La ricicatura delle murature lesionate della chiesa e del campanile può essere realizzata mediante inserimento lungo lo sviluppo delle lesioni, in punti selezionati posti anche a distanza di un metro tra due elementi successivi, di elementi in laterizio pieno disposti trasversalmente alla muratura, come se fossero semi-diatoni.

**Intervento 6** Eventuale integrazione della malta nei giunti  
L'intervento di integrazione della malta di allestimento è da effettuare su entrambi i lati della parete, nei punti in cui si presentano mancati, in modo da migliorarne globalmente le caratteristiche meccaniche. In questo caso, particolare cura dovrà essere rivolta alla scelta della malta da utilizzare, che andrà fatta previa esecuzione di indagini diagnostiche volte a stabilire la composizione chimico-fisica delle malte in opera.