



REGIONE LOMBARDIA



PROVINCIA DI MANTOVA



COMUNE DI MOGLIA



DIOCESI DI MANTOVA

UFFICIO BENI CULTURALI ECCLESIASTICI

T 0376319511 F 0376224740

beniculturali@diocesidimantova.it

S. E. E. s.r.l.

Piazza Sordello, 15 - 46100 Mantova

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Alessandro Campera

PROPRIETA'

PARROCCHIA DI MOGLIA

PARROCO - LEGALE RAPPRESENTANTE DON ALBERTO FERRARI

Piazza D.A.Ghidini - 46024 Moglia (MN) - Tel 0376/598062

OGGETTO

**INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE E RECUPERO FUNZIONALE
DELLA CHIESA PARROCCHIALE "SAN GIOVANNI BATTISTA"
DI MOGLIA (MN) A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI DEL MAGGIO 2012**

PROGETTO ESECUTIVO

INDAGINE CONOSCITIVA E ANALISI DEL DANNO

PROGETTO ARCHITETTONICO E STRUTTURALE

VIA A. SACCHI N. 6 - 46100 MANTOVA -
TEL: 0376 222683 - FAX: 0376 750904 -
E-MAIL: alberto.mani@studiotecncomp.it

**ING. ALBERTO MANI
ARCH. LUCIANO PASTORIO
ING. PAOLO RAVELLI**

COLLABORATORI

ARCH. ARRIGO ROVERSI - ARCH. MARCO ESORNATI - ING. LEO TRALDI

IMPIANTI MECCANICI

ING. RENATO BORRINI

VIA CREMONA N. 27/A - 46100 MANTOVA
TEL: 0376 262598 - FAX: 0376 268896 - E-MAIL: studioborrini@ngi.it

IMPIANTI ELETTRICI

STUDIO TECNICO ASSOCIATO EL-TEC - P.I. DAVIDE MORETTO

VIA CATANIA N. 1/A - 46031 BAGNOLO SAN VITO (MN)
TEL: 0376 253641 - FAX: 0376 1994127 - E-MAIL: info@studio-eltec.it

RILIEVI

GEOGRA

VIA INDIPENDENZA N. 106 - 46028 SERMIDE (MN)
TEL: 0386 62628 - E-MAIL: info@geogra.it - SITO WEB: www.geogra.it

TAVOLA

A.04

SCALA

TIMBRO

Data

Marzo 2016

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

PREMESSE

Nei paragrafi che seguono si intende illustrare tramite fotografie e brevi commenti le caratteristiche peculiari della Chiesa “San Giovanni Battista” di Moglia (MN) in relazione a:

- modalità costruttive (geometria, tipologia dei materiali, sistemi di costruzione e tempistiche realizzative);
- stato di conservazione della costruzione e situazioni di degrado;
- analisi del danno e criticità evidenziate dal sisma del maggio 2012.

In particolare si suddivide l'analisi in paragrafi riguardanti porzioni specifiche del fabbricato ciascuna delle quali ha evidenziato caratteristiche criticità e problematiche.

Verranno pertanto analizzate in successione le caratteristiche e i danni sismici rilevati per:

- facciata
- struttura di copertura
- abside
- archi e volte navata centrale
- archi e volte navate laterali
- lesioni sulle pareti longitudinali
- tiranti e catene
- pilastri navata
- campanile

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

FACCIATA

Nella fotografia seguente è ritratta la facciata originaria come si presentava prima del sisma del 2012 e dopo gli interventi di restauro conclusi nel 2004.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

A seguito del sisma del 20 maggio 2012 si sono avuti i primi danni; in particolare sono caduti i pinnacoli ornamentali posti al di sopra del timpano.



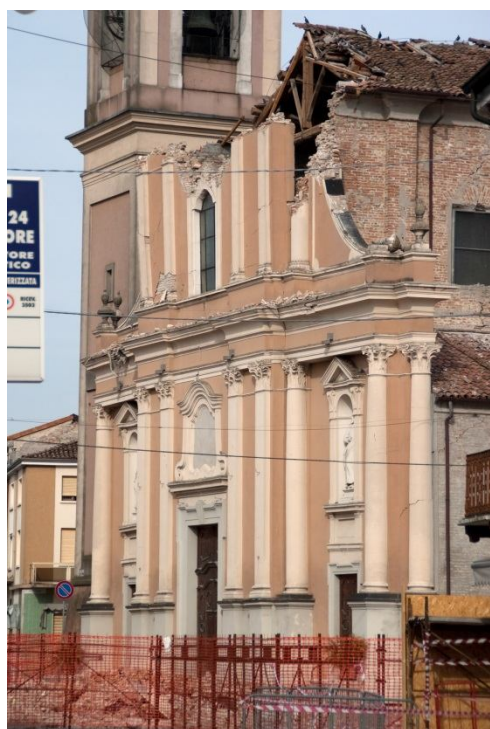
Con le scosse del 29 maggio si è avuto il crollo del timpano e il grave danneggiamento della facciata per tutto lo sviluppo in altezza.

Il ribaltamento è avvenuto all'altezza della seconda cornice a circa 17,00m di altezza.

La porzione di muratura al di sopra della cornice posta a quota 11,70m circa, si è completamente staccata dalla muratura longitudinale della navata e presentava un fuori piombo notevolissimo. Il crollo della muratura del timpano ha causato la perdita di appoggio di una porzione del tetto in struttura lignea, la caduta della prima campata della struttura di copertura e il crollo della prima volta interna in muratura.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Al fine di garantire la pubblica incolumità è stato autorizzato lo smontaggio di tutta la porzione di muratura di facciata posta al di sopra della cornice. La facciata è stata puntellata e messa in sicurezza. E' stata inoltre realizzata una copertura temporanea al fine di limitare l'ingresso di acqua meteorica: sono stati infatti rimossi il manto di copertura in coppi ed i tavelloni in laterizio forato che costituivano il piano di falda alleggerendo la struttura, con la successiva posa in opera di un manto costituita da lamiere grecate in alluminio.



S
de
fa

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



La porzione di facciata rimasta in situ denuncia un fuori piombo verso l'esterno che, con il rilievo strumentale effettuato, è stato valutato dell'ordine di qualche centimetro. Sono inoltre presenti varie fessurazioni apprezzabili e di consistente entità.

Dall'analisi delle fessurazioni e dal rilievo della geometria e delle caratteristiche della muratura di facciata si nota come il piano murario della stessa è immorsato malamente e debolmente alla muratura longitudinale della navata principale della chiesa.

La presenza di una colonna in muratura nell'angolo di intersezione tra la muratura di facciata e quella longitudinale impedisce la realizzazione di una corretta tessitura incrociata dei mattoni in modo di poter realizzare una cucitura ed un collegamento efficace.

Dalle fotografie e dallo schema grafico di seguito riportati, si nota come murature di spessore pari a circa 80 cm sono collegate in angolo per uno spessore in diagonale di non più di 40cm.

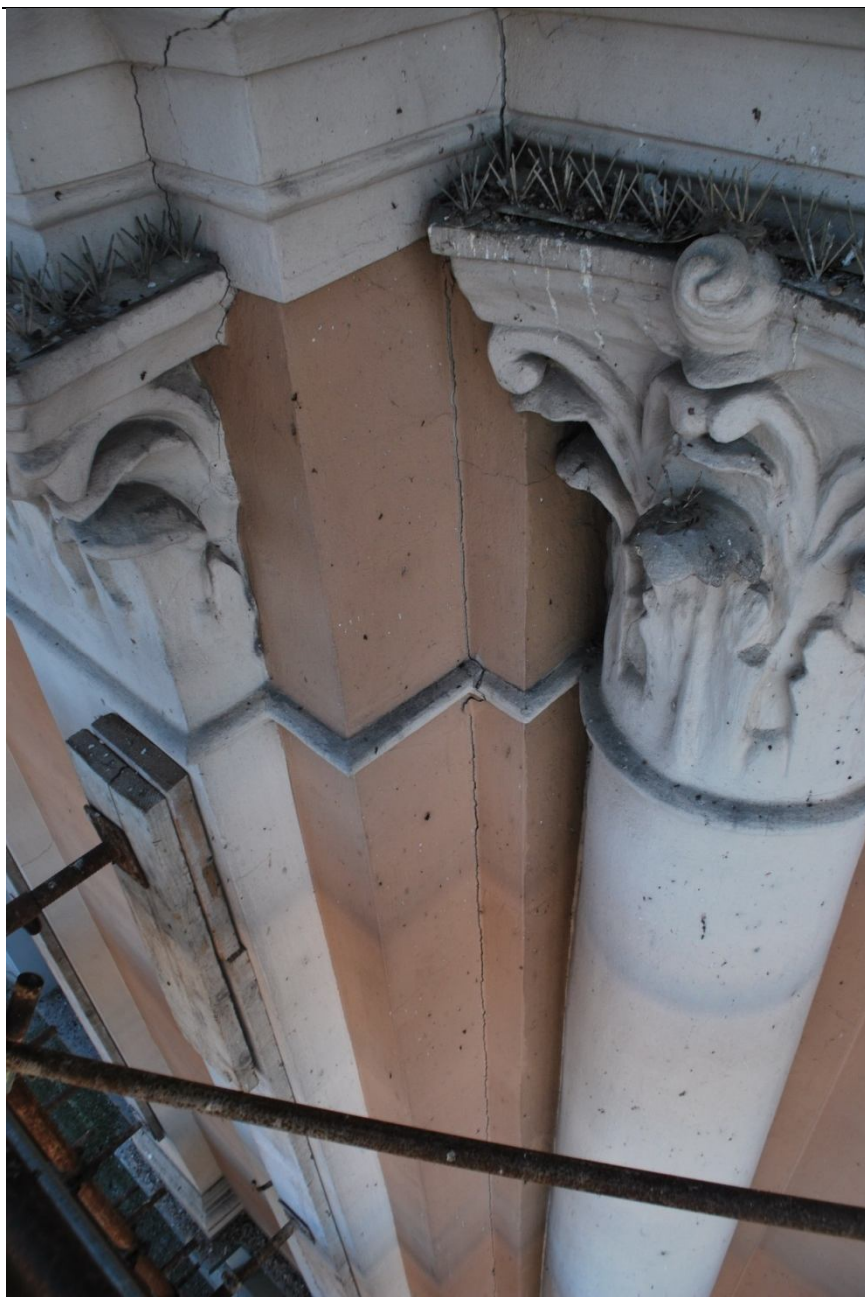


Nella fotografia a destra si nota il “nodo” murario costituito da muratura di facciata con colonna, paramento murario della parete longitudinale della navata e attacco di arco e volta in muratura.

La parete di facciata, debolmente vincolata alle pareti perpendicolari, oltre ai già citati crolli e movimenti nella porzione superiore, ha subito lesioni significative anche nella parte inferiore. Nelle foto che seguono si vedono le fessurazioni verticali a partire dalla cornice fino a terra in corrispondenza della connessione con la parete longitudinale della navata sia sul lato destro che su quello sinistro. La fessura è più aperta nella parte alta del fabbricato e si chiude scendendo verso il basso. Ciò conferma il movimento verso l'esterno subito dalla parete e il fuori piombo rilevato.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Fessura denotante il distacco tra elementi murari verticali di facciata. Dalla cornice a quota 11,00m circa verso il basso – lato destro facciata.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Fessura denotante il distacco tra elementi murari verticali di facciata. Cornice a 11,00m circa, lato destro facciata.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Fessure analoghe a quelle precedenti ma posta sul lato sinistro della facciata.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Sulla facciata in corrispondenza del portone di ingresso sono presenti fessurazioni ad andamento subverticale che evidenziano le notevoli sollecitazioni subite dalla struttura muraria sia nel piano che fuori dal piano.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



La fessura è visibile anche dall'interno con dimensione ancora maggiore.

Nelle fotografie che seguono si può apprezzare la tessitura dei mattoni nel paramento di facciata: la muratura è costituita da mattoni di dimensioni 30x12x4cm utilizzati interi o tagliati posati con malta di calce. La malta utilizzata non risulta aderente ai mattoni anzi è assolutamente poco coerente e molto friabile. I mattoni e la malta sono stati oggetto di indagine di laboratorio.



Le colonne sono state realizzate in muratura intonacata utilizzando mattoni stonati.
Come già indicato precedentemente e come si apprezza dalle successive immagini la colonna è poco ammorsata al resto del paramento murario.
La colonna ha un diametro di circa 50cm.
Durante lo smontaggio della facciata i mattoni delle colonne sono stati recuperati.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Una significativa lesione è posta sul lato destro della facciata, sull'angolo tra lo stesso muro di facciata e la muratura longitudinale della navata laterale. Dall'immagine sopra riportata si vede come una porzione della facciata (colonna in muratura intonacata) sia traslata verso l'esterno rispetto al corpo restante dell'edificio.



Alla base, il muro di facciata non ha subito gravi dissesti e/o particolari cedimenti.
Non si notano abbassamenti rispetto la piano di pavimentazione esterno.
Sono presenti leggere fessurazioni in alcuni punti della zoccolatura.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

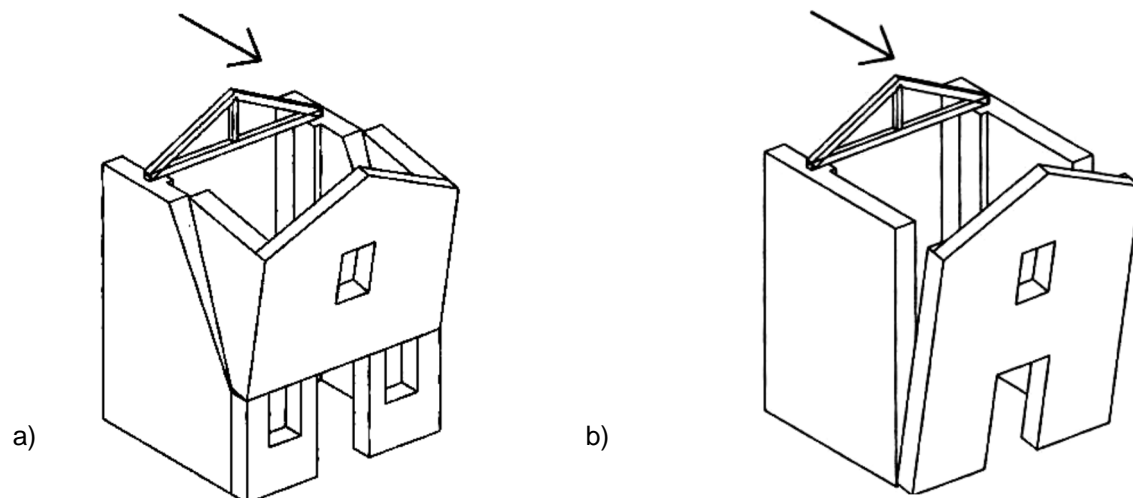


**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

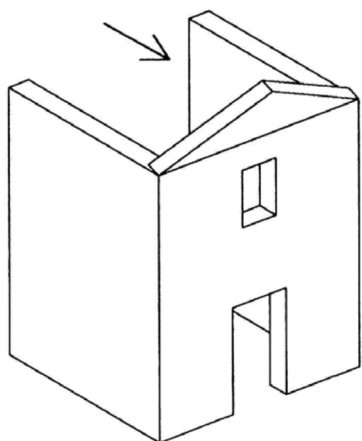
Il meccanismo di danno attivatosi è tipico ed è identificabile con i meccanismi identificati all'allegato C del DPCM 9/02/2011 come:

N° 1 - Ribaltamento della facciata;

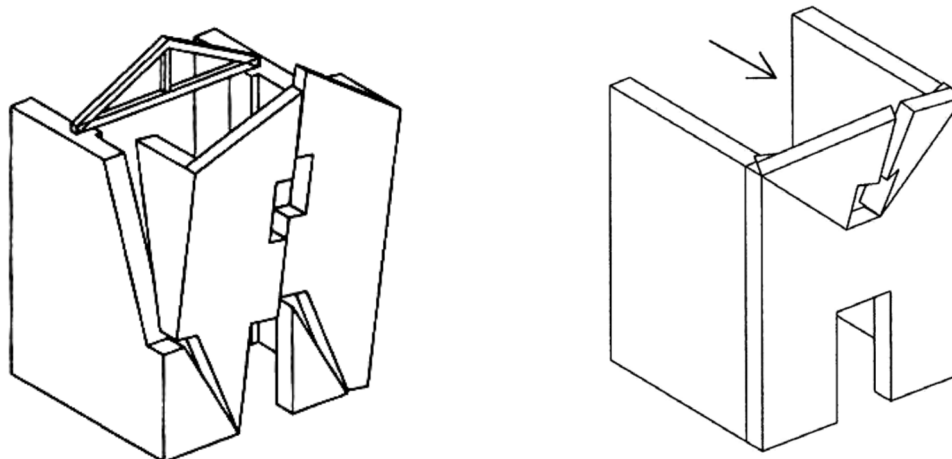


N° 2 - Meccanismi nella sommità della facciata;

L'azione del terremoto del 20/5/2012 ha generato la lesione del timpano con il crollo dei pinnacoli ornamentali.



N°3 - Meccanismi nel piano della facciata;



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

L'azione del terremoto del 20/5/2012 ha generato la lesione del timpano con il crollo dei pinnacoli ornamentali.

Il sisma del 29/05/2012 ha provocato il crollo della parte alta del timpano (meccanismo 2) ed il distacco con grave deformazione di tutta la parte alta della facciata (meccanismo 1a). Anche la parte bassa della facciata ha subito il completo distacco anche se con deformazioni più limitate (meccanismo 1b).

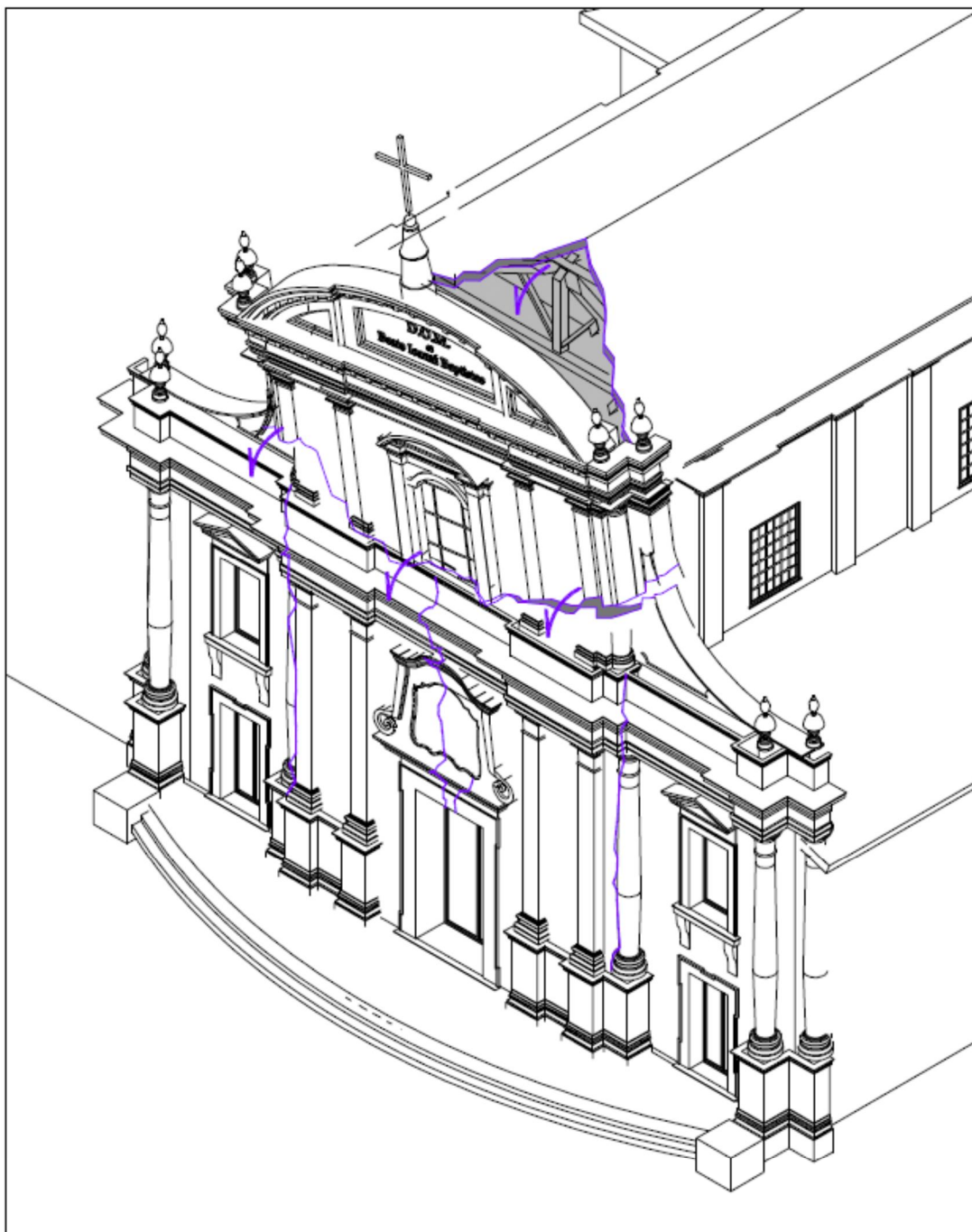
L'attivazione dei meccanismi di cui sopra è stata favorita dal cattivo o mancato funzionamento delle catene longitudinali in acciaio presenti (si veda paragrafo successivo) e dal cattivo ammorsamento tra la muratura di facciata e le murature longitudinali.

Sono inoltre del tutto mancanti collegamenti di ritegno della parte alta della facciata in corrispondenza degli elementi di copertura e delle gronde. Non esistono controventi di falda né cordolature di alcun genere.

La snellezza della parete (20 m di altezza e 80 cm di spessore alla base) con la presenza della grande finestra centrale di facciata, ha facilitato l'attivazione del meccanismo di danno nel piano della facciata (meccanismo 3).

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

ABSIDE

L'abside è stato realizzato in muratura a forma semi-circolare di spessore di circa 80cm con quattro lesene verticali di circa 80cm di larghezza, che ne suddividono lo sviluppo.

Le lesene sporgono verso l'esterno di circa 30cm e verso l'interno di circa 15cm.

Sul paramento murario si aprono cinque finestre per l'illuminazione interna della chiesa ed una piccola apertura per l'accesso e l'aerazione del sottotetto.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

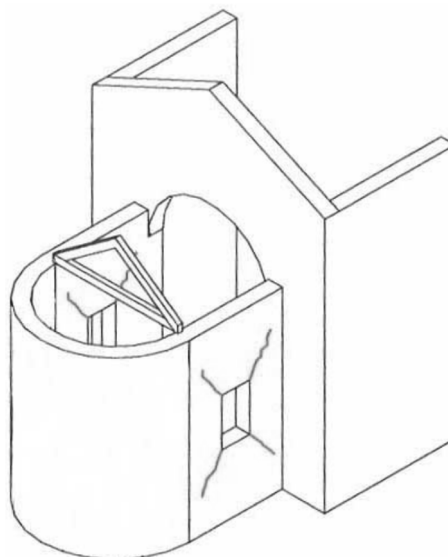
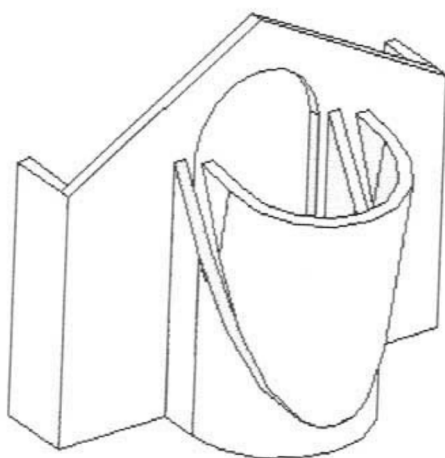
Il sisma ha provocato lesioni con andamento arcuato (a U) che interessano sia la parete circolare rivolta a ovest che quella rivolta a est.

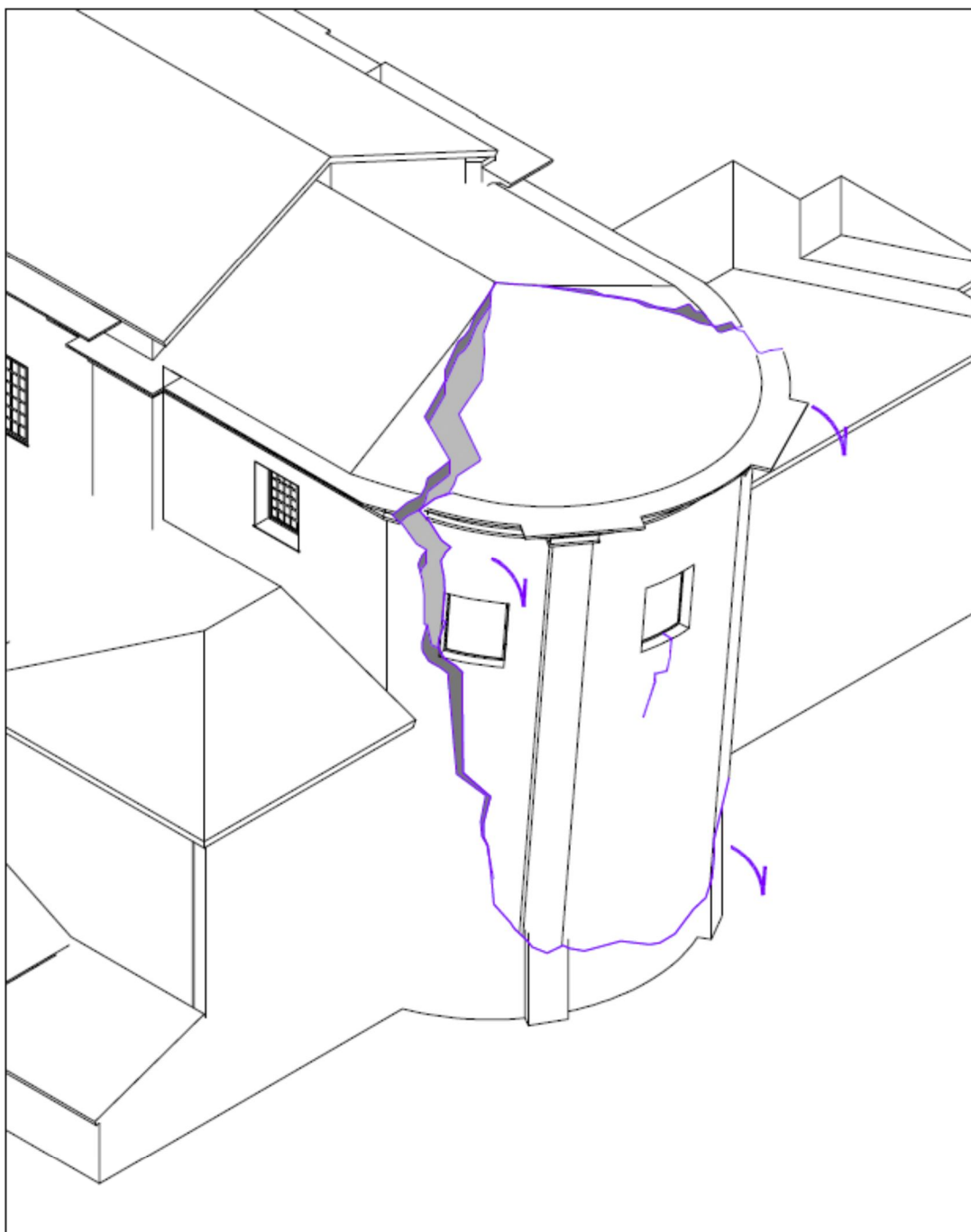


I meccanismi di danno attivatisi sono tipici e sono identificabili con i meccanismi n°16 - 17 di cui all'allegato C del DPCM 9/02/2011.

- N°16 – Ribaltamento dell'abside

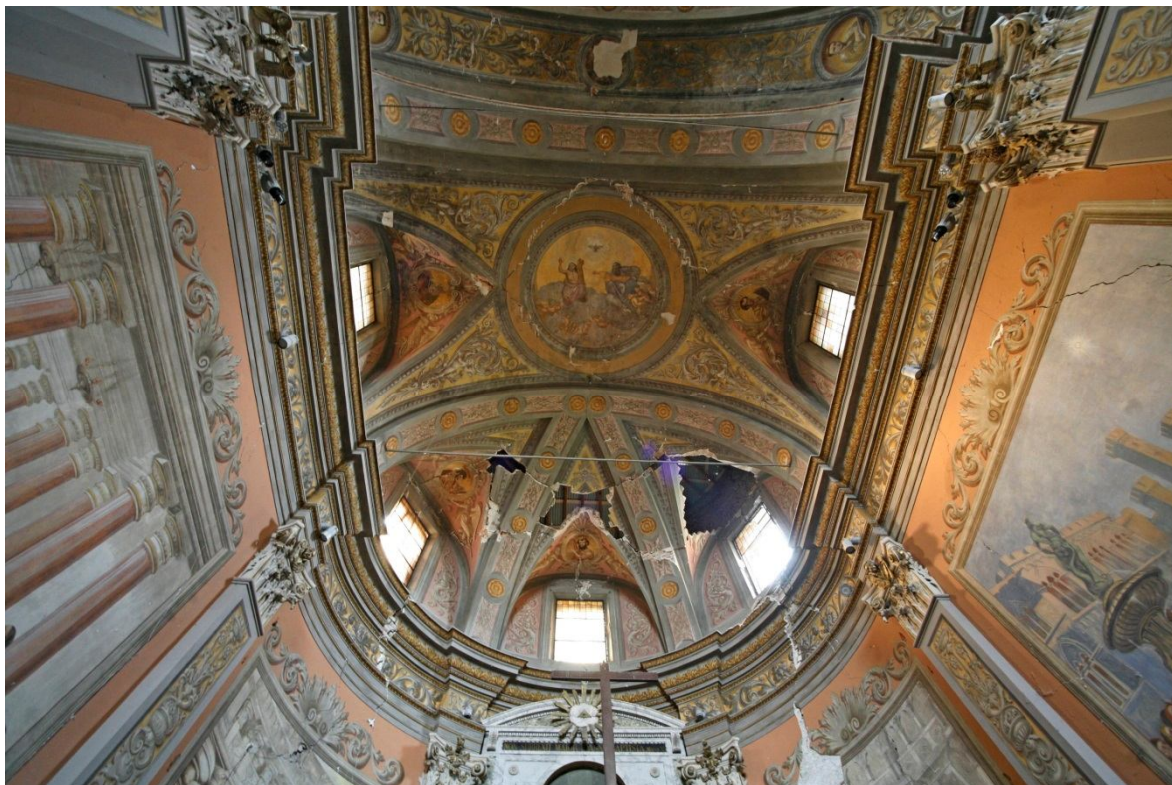
N° 17 - Meccanismi di taglio nel presbiterio





**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Le fessurazioni visibili esternamente sono passanti lo spessore murario e pertanto visibili anche dall'interno.

Sono in parte crollate le volte presenti internamente all'abside e gravemente danneggiati le semi-arcate poste sulla porzione circolare.

Anche le murature della porzione rettilinea dell'abside presentano lesioni con andamento sub-verticale.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Le fessurazioni hanno ampiezza di dimensione variabile lungo l'altezza del fabbricato, con apertura maggiore nella parte alta che tende a diminuire scendendo verso terra.



Nella fotografia seguente si nota l'orditura della copertura dell'abside con diagonali inclinati che potrebbero generare forze spingenti. Sono però presenti tiranti inclinati in acciaio ancorati alla muratura in corrispondenza delle lesene verticali con bolzoni esterni. Si può apprezzare inoltre le dimensioni della fessurazione sulla muratura all'interno del sottotetto dell'abside.





La presenza delle aperture sulle pareti crea un elemento di indebolimento del paramento murario; la presenza delle volte spingenti e dei diagonalì di copertura sono ulteriori elementi di criticità per l'abside.

Non sono presenti cerchiature di alcun tipo.

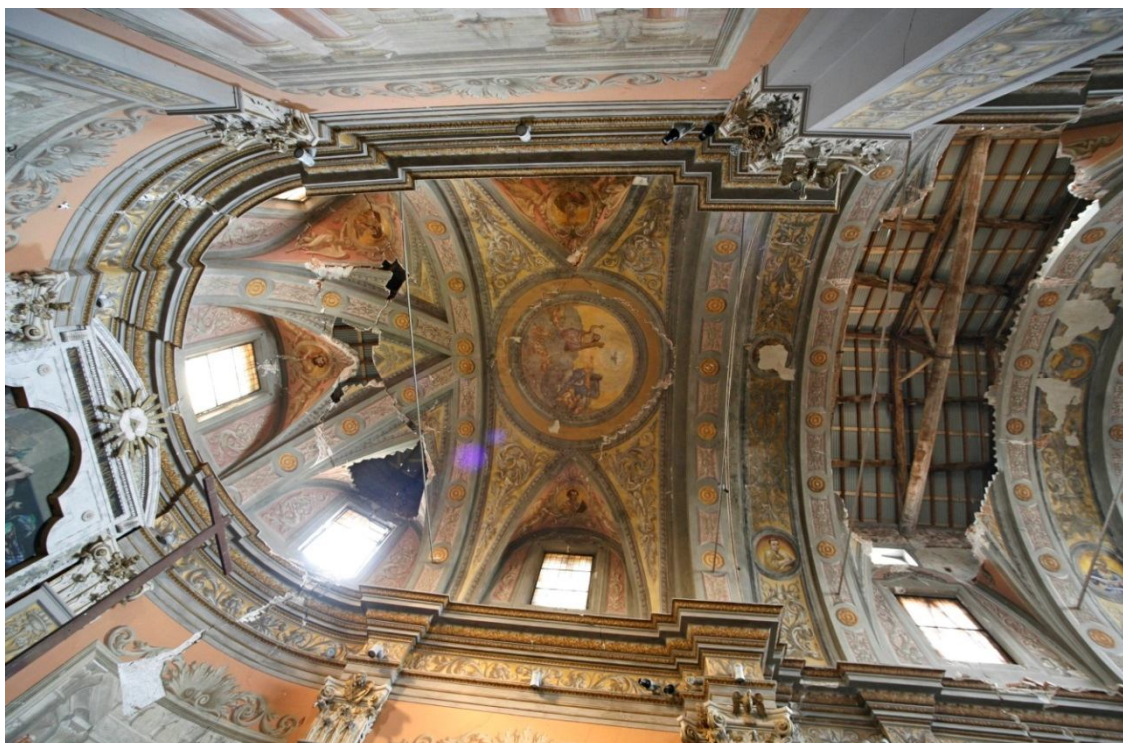
L'unico elemento di contrasto all'attivazione del meccanismo di ribaltamento sono i tiranti in acciaio diagonalì di cui non siamo in grado di valutare, con i dati attualmente in nostro possesso, l'effettiva geometria (dimensioni, ancoraggio, lunghezza, tesatura, ecc.) e quindi l'effettiva efficacia.

VOLTE E ARCHI - NAVATA CENTRALE

Il complesso strutturale del soffitto della navata centrale è costituito da volta a botte scandite da tre doppi archi trasversali. Tra i doppi archi le volte sono lunettate.

Tutto il soffitto è intonacato sulla faccia inferiore e decorato.

Il sisma ha provocato il crollo pressoché completo della prima volta (a ridosso della facciata) e della terza volta (a ridosso dell'arco trionfale). Sono crollati pure i primi due archi verso la facciata. I crolli sono stati attivati dai movimenti di ribaltamento rispettivamente di facciata e dell'abside già descritti nei paragrafi precedenti e dai movimenti relativi (“dondolio”) trasversali alla navata tra porzioni diverse della struttura.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Gli archi hanno larghezza pari a circa 75cm per uno spessore di 35cm (due teste). Sono dotati di una catena in acciaio di dimensione 25x53mm posta a circa 1/3 dell'altezza dell'arco. Le catene sono ancorate esternamente alla muratura (contrafforti) tramite bolzoni. All'imposta, per una altezza di circa 2,00m ogni arco è rinforzato da un frenello in muratura per tutta la sua larghezza.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Ai lati dell'arco la tessitura dei mattoni è stata eseguita in modo tale da dare appoggio al paramento murario della volta. Le volte sono in mattoni posti in foglio con costolature di irrigidimento con mattoni di “coltello” in corrispondenza delle nervature delle lunette. Sempre in corrispondenza delle nervature sono presenti all'imposta frenelli di irrigidimento. La copertura è posta superiormente alle volte e non vi è trasferimento di carichi su quest'ultime.



Si noti la tessitura con mattoni in foglio della lunetta e in secondo piano i frenelli di rinforzo. Nella foto seguente si può apprezzare la tessitura dei mattoni costituenti l'arco con il posizionamento a pettine in modo da dare appoggio ai mattoni in foglio delle volte.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Nelle foto precedenti si ha una vista dall'alto di due archi accoppiati con la volta a botte e la volta lunettata. Si noti la disposizione dei mattoni in “foglio” sulla volta e le nervature corrispondenti agli archi e i frenelli di irrigidimento.



Nella fotografia sopra riportata si evidenzia il paramento in intonaco di calce decorato lesionatosi a seguito del sisma. Dove l'intonaco si è staccato si nota la tessitura in “foglio” dei mattoni al centro della volta e di “coltello” nella nervatura della lunetta.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Nelle fotografie sopra riportate si notano i bolzoni di ancoraggio delle catene degli archi.
Non tutti i bolzoni sono posti in corrispondenza delle lesene di rinforzo della muratura.



La fotografia sopra riportata mostra l'attacco del sistema arco-volte sul muro longitudinale al di sopra della cornice posta a circa 10,00m di altezza.

La foto è stata scattata dalla facciata in corrispondenza della zona dove i primi due archi (cioè l'arco a ridosso della facciata ed il primo arco effettivo) e la prima volta sono crollati.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

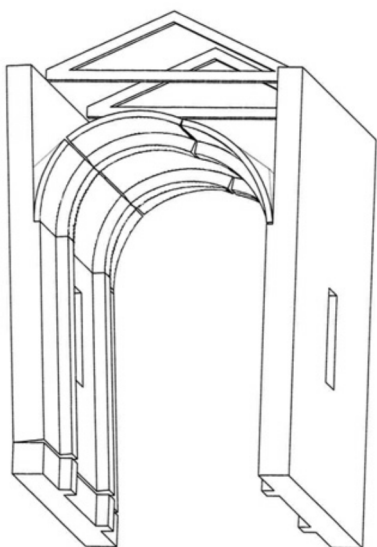
I crolli generatisi a seguito del sisma sono stati dovuti, molto probabilmente all’attivazione dei meccanismi di ribaltamento della facciata e dell’abside già descritti precedentemente e dai movimenti relativi tra le varie arcate.

Nelle zone dove non si sono avuti crolli le volte risultano comunque lesionate con distacchi significativi di intonaco.

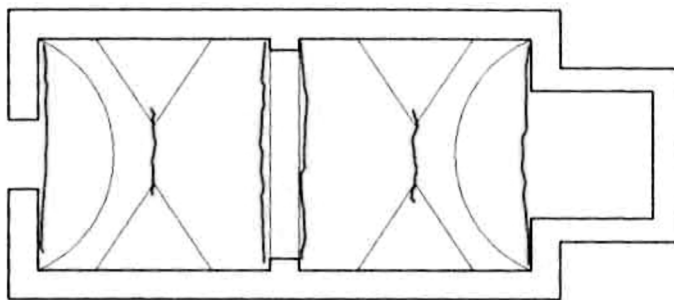
Le lesioni negli archi sono abbastanza contenute. Il sistema arco tirante ha dimostrato di avere retto abbastanza bene alle sollecitazioni trasversali all’aula.

I meccanismi qui descritti sono individuabili nell’abaco di cui all’allegato C del DPCM 9/02/2011 come di seguito riportato:

- N° 5 – risposta trasversale dell’aula.



- N° 8 Volte della navata centrale



VOLTA A BOTTE LUNETTATA

VOLTE E ARCHI - NAVATE LATERALI

Le navate laterali sono coperte con volte a calotta collocate tra le arcate degli archi maggiori posti con la stessa scansione di suddivisione della navata centrale

Le calotte sono state realizzate in mattoni posti in “foglio” mentre gli archi principali sono, in analogia alla navata centrale a due teste.

Navata laterale sinistra.

Sono presenti alcuni crolli nel paramento in mattoni di alcune volte, in particolare nella prima a ridosso della facciata. Lesioni e fessurazioni sono diffuse sia sugli archi che sulle volte.

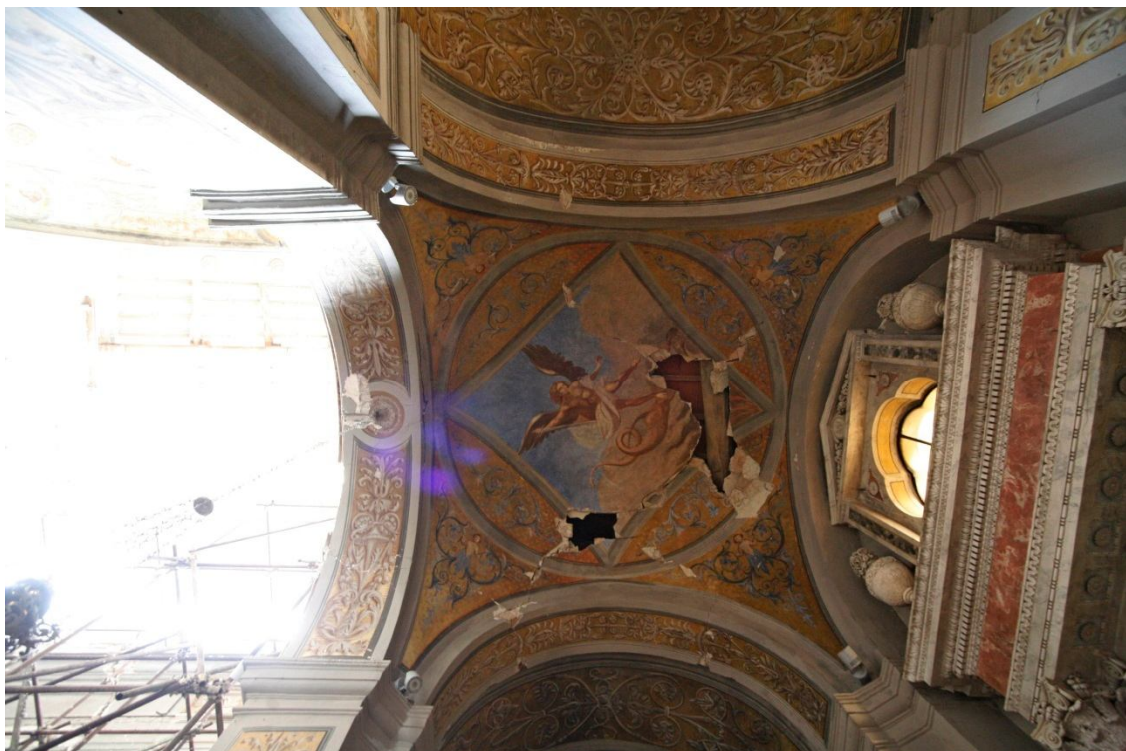


**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Nella fotografia seguente si individua il posizionamento dei mattoni in “foglio”. L’arco risulta fessurato in due punti mentre l’andamento delle fessurazione sulla volta a calotta è a X.

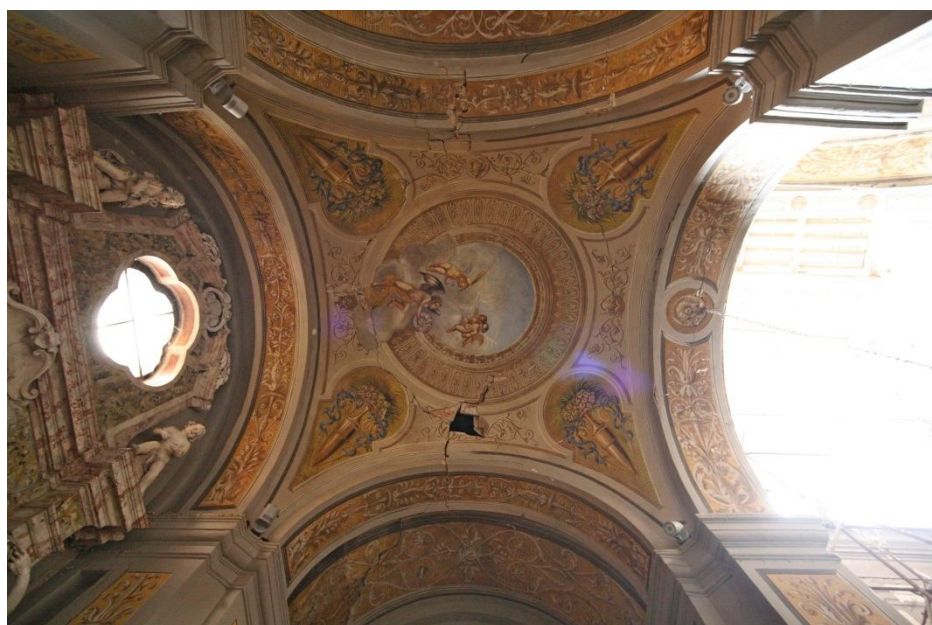


**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

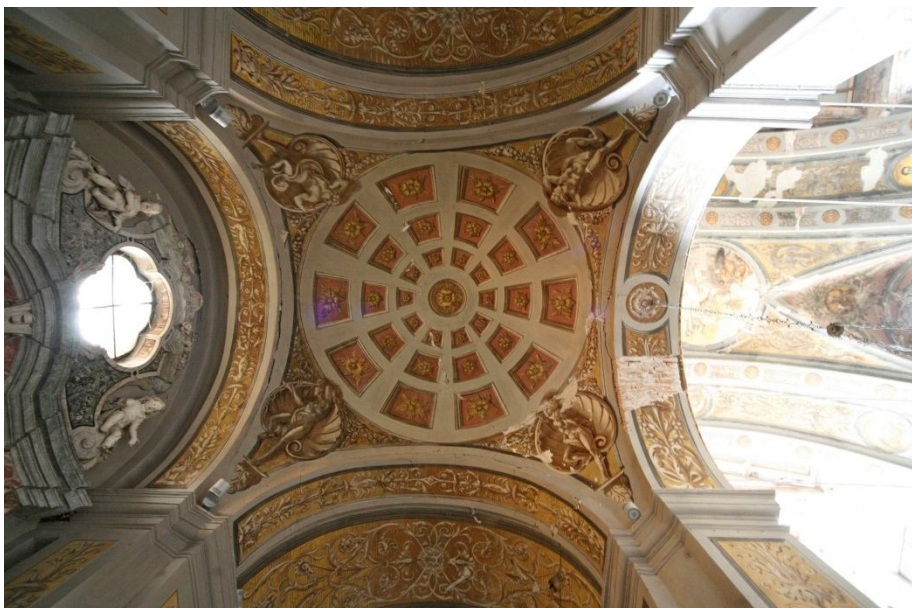
PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Navata laterale di destra.

Sono presenti alcune crolli nel paramento in mattoni di alcune volte, in particolare nella prima a ridosso della facciata. Lesioni e fessurazioni sono diffuse sia sugli archi che sulle volte.



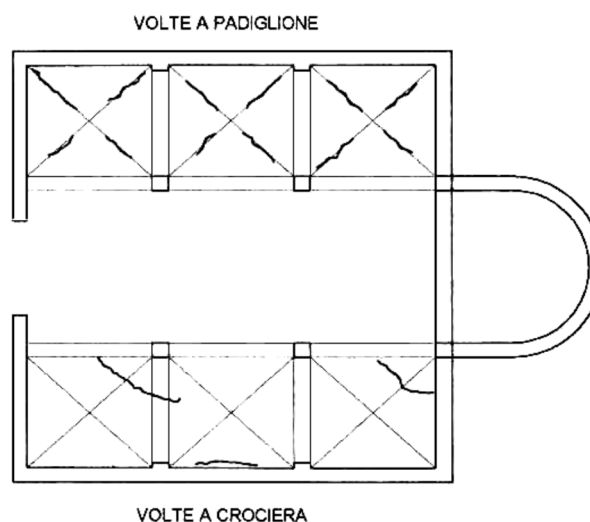
Prima volta a ridosso della facciata con crollo di piccola porzione del paramento in mattoni.



Fessurazioni modeste ma diffuse sia sulle volte che sugli archi della navata laterale destra.

I meccanismi qui descritti sono individuabili nell'abaco di cui all'allegato C del DPCM 9/02/2011 come di seguito riportato:

- N° 9 – Volte delle navate laterali.



L'andamento delle fessurazioni è prevalentemente diagonale rispetto la direzione delle arcate principali. Non sono presenti catene e/o tiranti sugli archi principali. Potrebbero essere presenti azioni spingenti dovute alla struttura di copertura lignea.

Anomalie geometriche

Il rilievo del fabbricato ha posto in evidenza che la geometria delle navate laterali presenta dei disallineamenti particolari. Gli archi principali non risultano perfettamente rettilinei e allineati con le arcate della navata centrale, ma al contrario si ritrovano curvature e disallineamenti strani. Tali caratteristiche non sono da attribuire a deformazioni a seguito delle sollecitazioni sismiche ma a caratteristiche geometriche dovute alla impostazione di costruzione originale.

Come si evince anche dalle note storiche di cui all'allegato n. 3 del presente progetto, mentre la navata centrale, nell'intervento di costruzione definitivo, corrisponde grosso modo a quanto era preesistente, le navate laterali sono state completamente ricostruite adattando quanto era presente al nuovo disegno architettonico di progetto. Ciò ha probabilmente generato le suddette anomalie geometriche.

Nell'immagine seguente sono state evidenziate alcune delle situazioni anomale in cui compaiono disallineamenti geometrici e curvature negli archi delle navate laterali.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

COPERTURA

La struttura portante la copertura, posta al di sopra del soffitto in volte e archi in mattoni, è costituita da:

- trabeazione principale in capriate lignee
- terzere in travi lignee
- travetti in pendenza di falda

Il piano di copertura all'epoca del sisma era costituito da tavelloni forati in laterizio su cui poggiava il manto in coppi.

Con l'esecuzione delle opere provvisionali per la messa in sicurezza provvisoria del fabbricato, i tavelloni sono stati rimossi e sono state poste in opera lastre di lamiera ondulata in alluminio.

Originariamente il piano di copertura era stato realizzato in tavelle di cotto.

Nell'intervento realizzato nel 1986 il piano in tavelle e l'orditura secondaria dei travetti è stata completamente rifatta ponendo in opera nuovi travetti lignei e tavelloni forati in laterizio.

Ciò vale sia per la navata centrale che per le navate laterali.



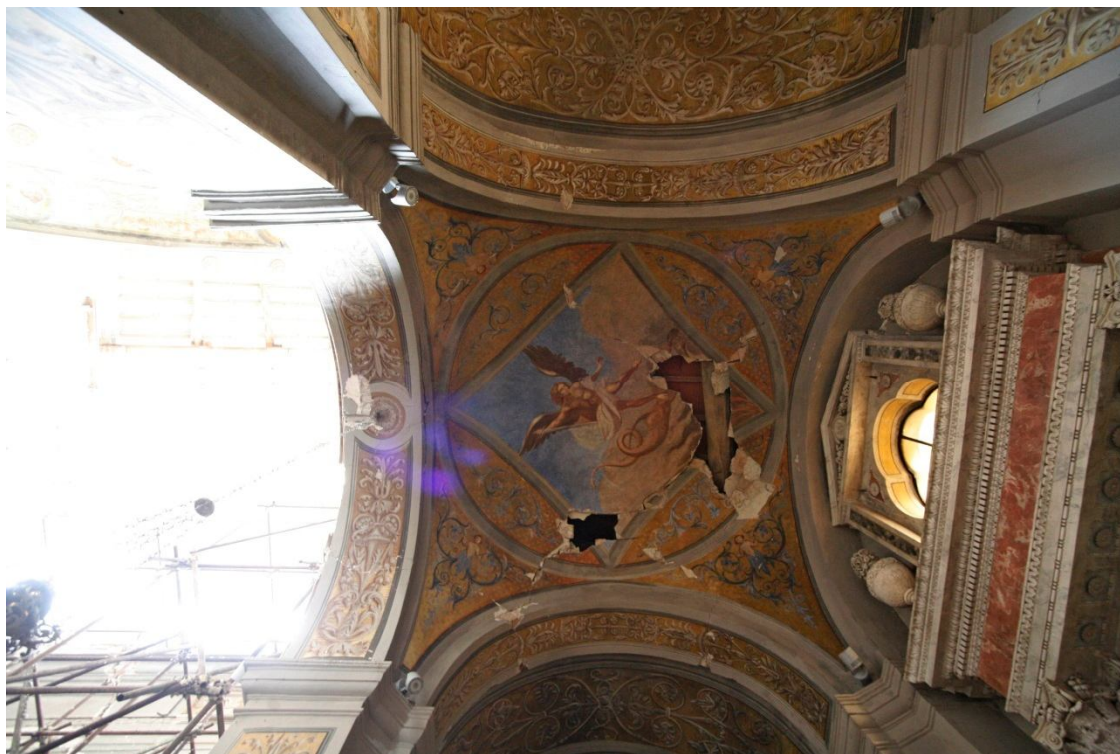
Nella foto soprariportata si vede la situazione attuale della struttura di copertura attraverso lo squarcio generatosi con il crollo di una volta.

Nella navata centrale il passo delle capriate non coincide con la partizione geometrica dettata da archi e volte.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Nella foto seguente si riesce a intravedere la struttura di copertura della navata laterale sinistra attraverso la porzione di volta crollata: si nota la trave lignea che costituisce la terza e il piano di copertura in tavelloni forati di laterizio.



La foto seguente mostra la serie di capriate che costituiscono la struttura portante principale della copertura della navata centrale.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Fase delle operazioni relative all'intervento di opere provvisorie (quindi temporaneo) con la sostituzione del manto di copertura in tavelloni di laterizio forato e coppi, con le lastre in alluminio.



Le capriate sono posizionate al di sopra degli archi e appoggiano sulla muratura longitudinale della navata. Archi e struttura lignea sono indipendenti.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

L'ispezione alle strutture del tetto è possibile attualmente solo dal ponteggio posto in facciata. Da tale posizione non si riesce a rilevare l'esatta geometria di tutte le capriate e a valutare lo stato di conservazione delle membrature lignee.

Dai dati acquisiti si può riportare quanto segue:

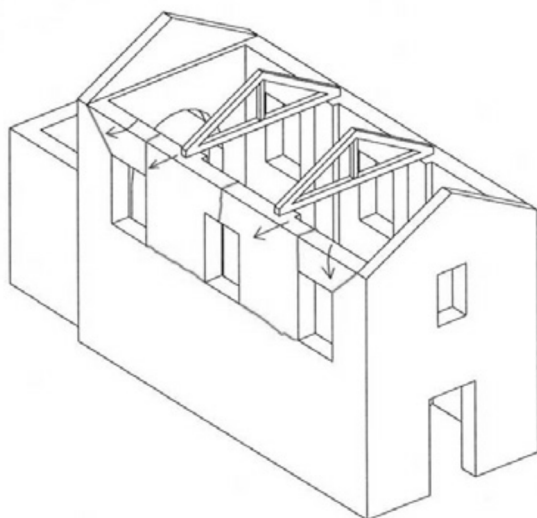
- alcune capriate sono ammalorate a causa delle infiltrazioni di acqua recente ma anche passata;
- da un punto di vista statico la capriata “tipo” è sottodimensionata: sarebbe necessario sostituire le saette che in molti casi si sono già staccate e che comunque hanno sezione molto esile;
- i nodi, in particolare quello tra catena e puntoni non parrebbero ben bloccati;
- i nodi saetta/puntone e saetta/monaco non sono ben bloccati.



Il nodo tra puntone e catena non bloccato può ingenerare spinte verso l'esterno alla sommità della muratura. Una serie di fessurazioni presenti sulle murature longitudinali della navata potrebbero essere imputate a tale causa.

Tale meccanismo di danno è classificato nell'abaco di cui all'allegato C del DPCM 9/02/2011 come di seguito riportato:

- N° 19 – elementi di copertura aula.





Appoggio della capriata ammalorato e rinforzato con trave in acciaio (intervento probabilmente eseguito nel 1986).

Si noti che lo spazio tra la sommità della muratura originaria e il piano in tavelloni è stato chiuso con mattoni in D/UNI con rinzafo di malta di cemento.





Si noti la presenza di umidità e muffe che denunciano il rischio di grave ammaloramento delle strutture lignee.



Non tutte le terzere sembrerebbero avere la sezione adeguata e idonea al carico previsto.
Per la realizzazione di un piano sufficientemente regolare sono stati posizionati spessori costituiti da listelli lignei a sezione quadrata e/o rettangolare.
Il nodo terza/puntone non è adeguatamente bloccato.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Le fotografie sopra riportate mostrano la copertura dell'abside dove si ritrovano le stesse caratteristiche prima descritte per la copertura della navata centrale.

Le fotografie seguenti sono relative all'intervento del 1986 e sono state eseguite durante i lavori sulla copertura delle navate laterali e dei locali sagrestia e cappella laterale.

Pur non potendo individuare esattamente la posizione di tali manufatti si nota come il tetto sia costituito da travi e travetti lignei con piano in tavelloni di laterizio forato e come siano stati posizionati dei tiranti al fine di evitare effetti spingenti di volte e tetto inclinato.

Dalla fotografia si potrebbe desumere l'esistenza di una catena estradossale agli archi della navata laterale (il cui posizionamento dovrebbe essere coevo all'esecuzione dello stesso arco) e un cavo in acciaio per bloccare l'azione spingente della trave lignea inclinata (posa in opera probabilmente del 1986).



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno





La muratura su cui poggiano le capriate è costituita dal muro originario in mattoni pieni e malta di calce a tre teste (sp. 45cm circa).

Probabilmente durante l'intervento di rifacimento del tetto è stata realizzata la chiusura in sommità del muro nella porzione interna, con un mattone d'uni e malta di cemento.



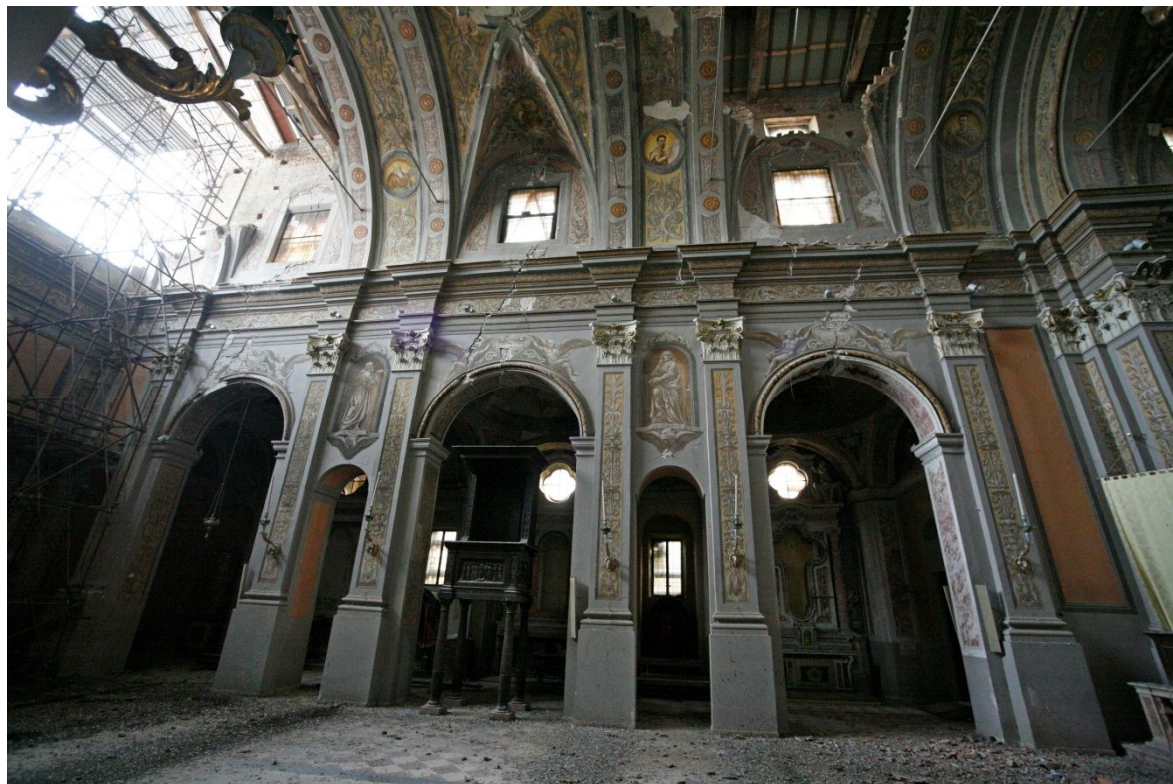
Particolare della gronda durante l'intervento delle opere provvisionali. Si noti come la superficie superiore della gronda sia stata livellata con una rasatura in malta (probabilmente di cemento) e la presenza di un blocco in mattone d'UNI posto tra un travetto e l'altro.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

LESIONI SULLE PARETI LONGITUDINALI

Gravi lesioni si sono manifestate sulle pareti longitudinali della navata centrale.
Le fessurazioni hanno andamento sub-verticale e interessano le zone murarie a partire dalle arcate fino alle finestrate superiori e alla gronda.



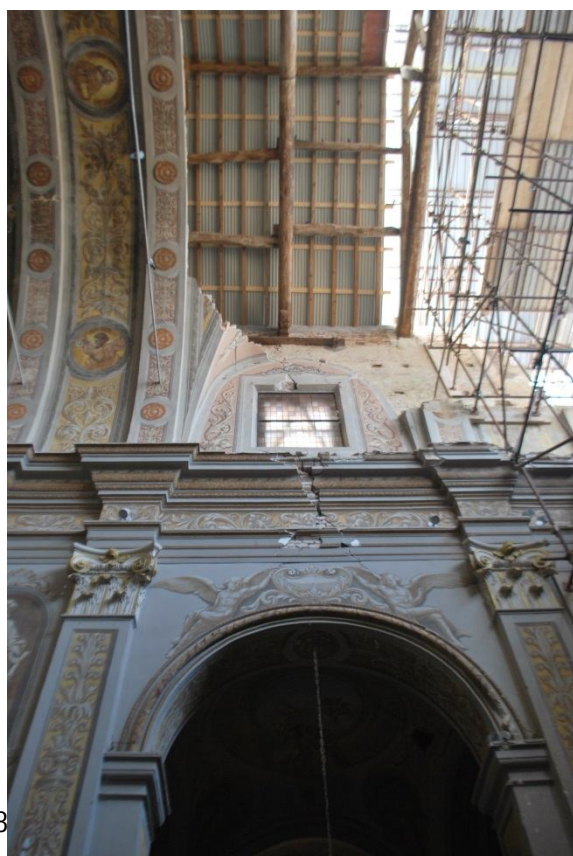
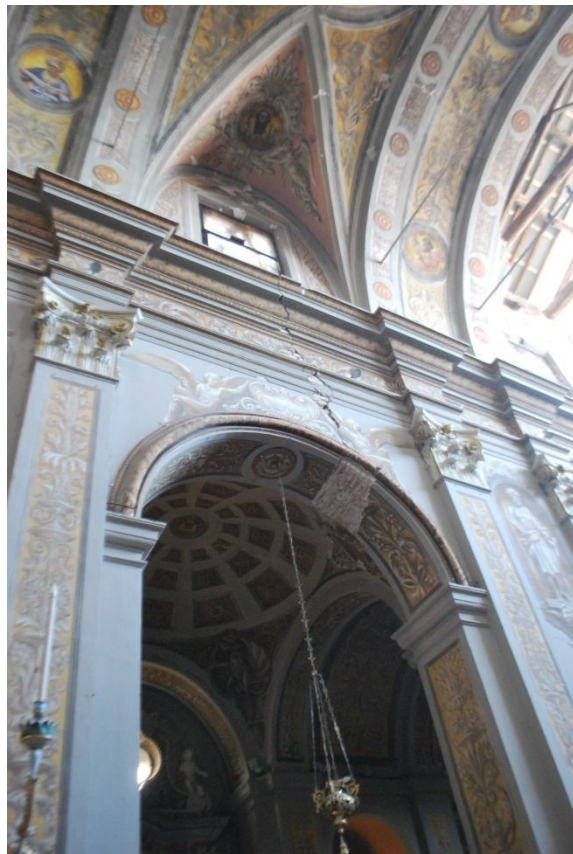
**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



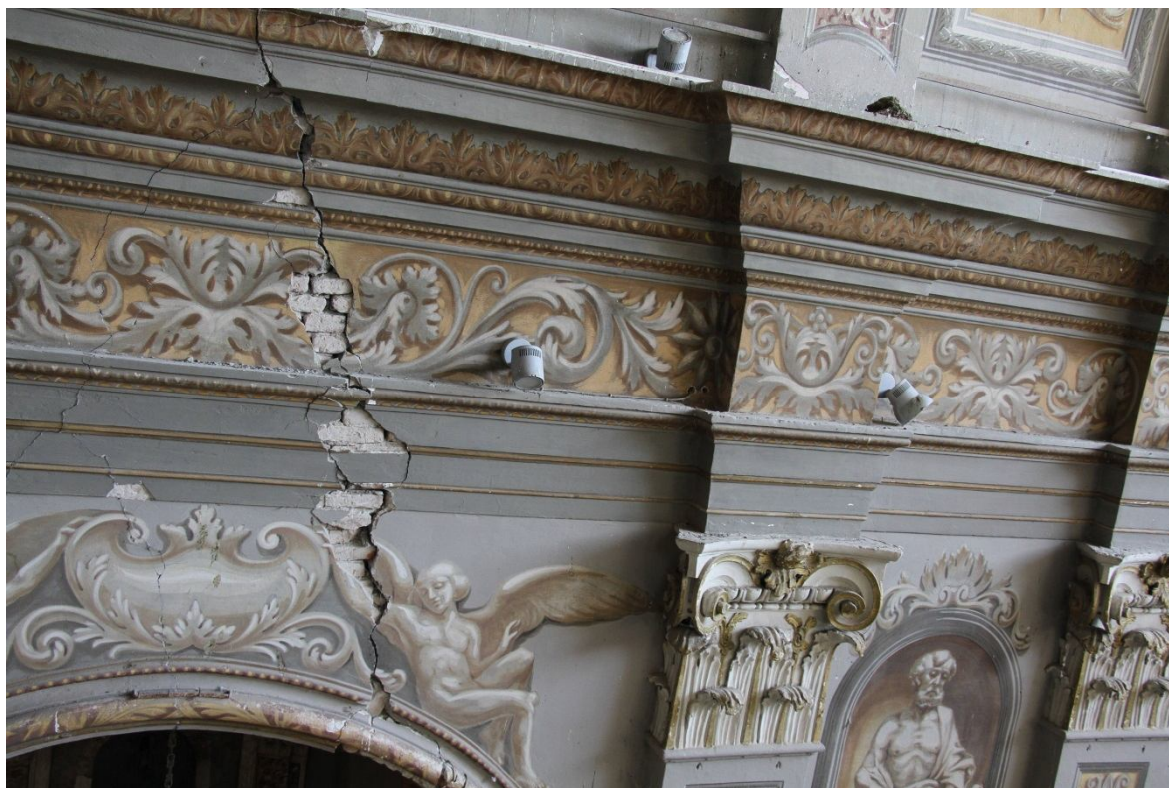
**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

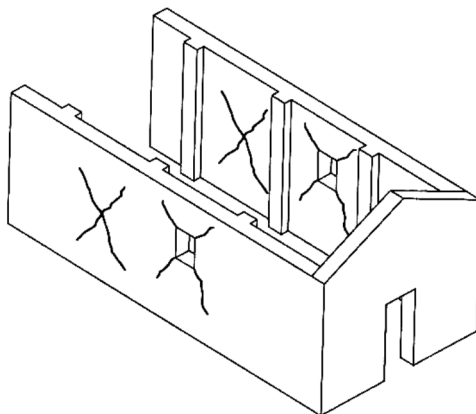


**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

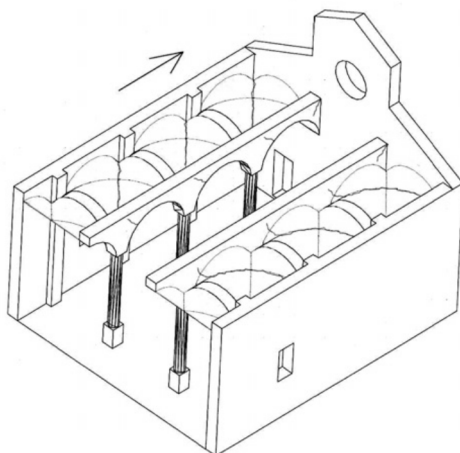
PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

I meccanismi di danno sopra individuati sono classificati nell'abaco di cui all'allegato C del DPCM 9/02/2011 come di seguito riportato:

- N° 6 – meccanismo di taglio nelle pareti laterali (risposta longitudinale)



- N° 7 – risposta longitudinale del colonnato.



La presenza di lesioni inclinate singole e in alcuni casi incrociate (in questo caso quelle in una direzione sono di maggior ampiezza rispetto a quelle nella direzione ortogonale), che interessano le pareti longitudinali della navata a partire dalle arcate fino a raggiungere la gronda, denunciano una carenza di resistenza della muratura alle sollecitazioni di taglio nel piano della muratura stessa. Le scarse caratteristiche meccaniche della muratura e in particolare la cattiva qualità della malta sono infatti uno dei motivi che determinano questo tipo di quadro fessurativo. Inoltre l'assenza di cordolature e di incatenamenti efficaci ha favorito la genesi di tali fessurazioni.

Le lesioni si concentrano, ovviamente, in corrispondenza delle aperture presenti nella muratura.

CATENE LONGITUDINALI

Al di sopra della cornice interna alla navata centrale, posta a circa 10,00m di altezza, è presente una catena metallica costituita da un piatto in ferro di sezione 13x32mm circa. La catena è posizionata parallelamente al muro longitudinale della navata a circa 30 cm al di sopra della trabeazione esistente. Il piatto è esterno alla muratura per tutta la sua lunghezza ma in corrispondenza dei ringrossi della muratura delle arcate è stato incassato nel muro.

Il tratto di parete legato dalla suddetta catena è compreso tra l'arco a ridosso della facciata e il primo arco verso l'arco trionfale.

Sulla muratura esterna, alla stessa altezza, è presente una ulteriore catena sempre realizzata con un piatto in acciaio, incassata nella muratura e richiusa con malta di cemento.

Probabilmente la posa in opera di tali rinforzi è stata eseguita negli anni '80.

Con le azioni del sisma del maggio 2012 le catene poste al di sopra della cornice all'interno della navata centrale sono state fortemente sollecitate e in particolare:

- le porzioni incassate nelle lesene hanno generato il distacco del ricoprimento in malta;
- all'altezza della prima volta verso l'arco trionfale (volta crollata) il giunto della catena è saltato;
- complessivamente il sistema di tirantatura esistente è completamente dissesato e pertanto si è dimostrato inefficace.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Il giunto della catena è saltato completamente in corrispondenza del terzo arco sul lato sinistro della navata principale.



Giunto della catena sul lato destro della navata.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Ancoraggio della catena nel primo arco a ridosso della facciata sul lato destro della navata.



Ancoraggio della catena nel primo arco a ridosso della facciata sul lato sinistro della navata.



Ancoraggio della catena nel primo arco a ridosso verso l'arco trionfale sul lato sinistro della navata.

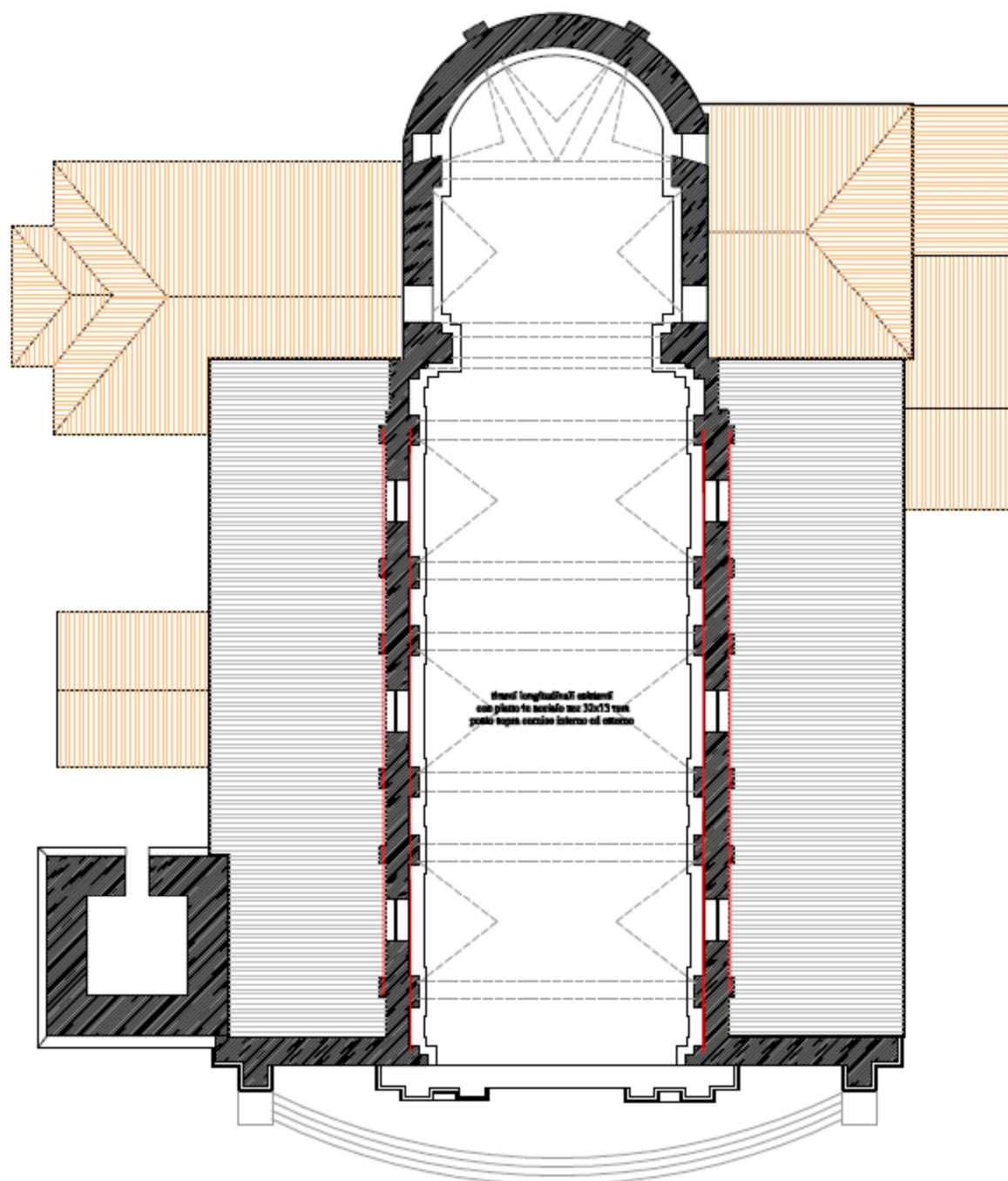
Nelle foto che seguono si evidenzia il tirante posto sui lati esterni delle murature longitudinali. Non è stato possibile verificare se le due catene (una interna e l'altra esterna) sono collegate tra loro. Le catene esterne hanno subito minori dissesti rispetto a quanto avvenuto internamente.

Il posizionamento delle catene esterne è analogo a quello interno e pertanto va dal primo all'ultimo arco senza agganciare la facciata ed il muro dell'arco trionfale.

Il fatto che le catene longitudinali non fossero ancorate alla facciata e al muro dell'arco trionfale ha impedito sicuramente un'azione di contenimento rispetto all'attivazione del meccanismo di ribaltamento della facciata.

Inoltre sono saltati i giunti e gli ancoraggi intermedi della catena e pertanto non si è attivata una efficace azione di contrasto alle sollecitazioni nel piano lungo il muro longitudinale della navata.

Nello schema planimetrico sotto riportato si evidenzia il posizionamento in pianta delle catene esistenti.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Nelle fotografie che seguono si evidenzia la presenza di una catena incassata nella muratura longitudinale della navata centrale sia sul prospetto est che su quello ovest della chiesa.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



PILASTRI NAVATA CENTRALE

Gravi sono anche le lesioni sulla muratura del primo pilastro a destra nella navata centrale. Il pilastro corrispondente a sinistra mostra qualche cavillatura di modesta entità. Gli altri pilastri sono sostanzialmente integri. Le piccole fessurazioni presenti sono da imputarsi per lo più a problemi di intonaco e a tubi elettrici incassati.

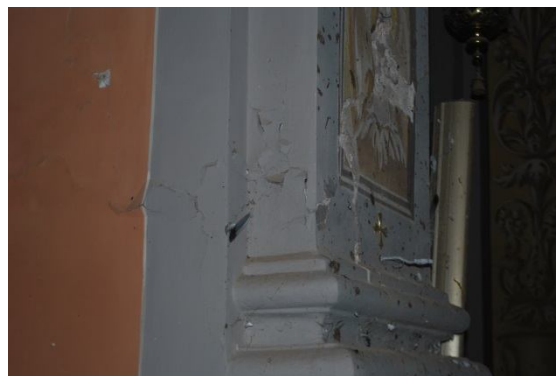
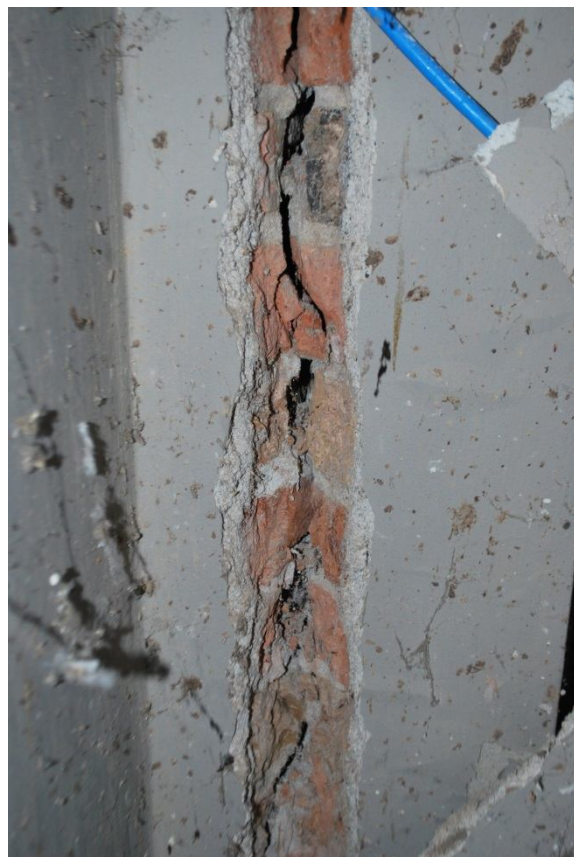
Il pilastro lesionato mostra sia fessure ad andamento verticale che lesioni orizzontali con distacco e/o sollevamento dello strato di intonaco. Le lesioni orizzontali potrebbero essere associate alla risposta trasversale dell'aula alle sollecitazioni sismiche.

I distacchi verticali lasciano supporre un cedimento meccanico alla compressione del blocco murario probabilmente composto da paramenti accostati e non bene immaschiati e connessi.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Pilastro a sinistra



TORRE CAMPANARIA

Anche la torre campanaria è stata danneggiata dal sisma del maggio 2012 anche se in modo non particolarmente grave.

La struttura, completamente staccata dal corpo di fabbrica della chiesa, è costituita da muri portanti in mattoni pieni, a sezione quadrata di 5,10x5,10m per una altezza di 26,90m e più sopra a sezione ottagonale su cui poggia la parte terminale a cupola ogivale.

L' altezza complessiva è pari a circa 37,65m.

La cella campanaria, posta a circa 18,75m di altezza presenta quattro pilastri d'angolo in muratura con le aperture al centro del lato.

La muratura ha uno spessore medio di circa 90 cm che aumenta nello zoccolo di base. La tessitura muraria è di buona fattura con mattoni ben posati e sovrapposti e con malta che all'esame visivo pare di buona qualità.

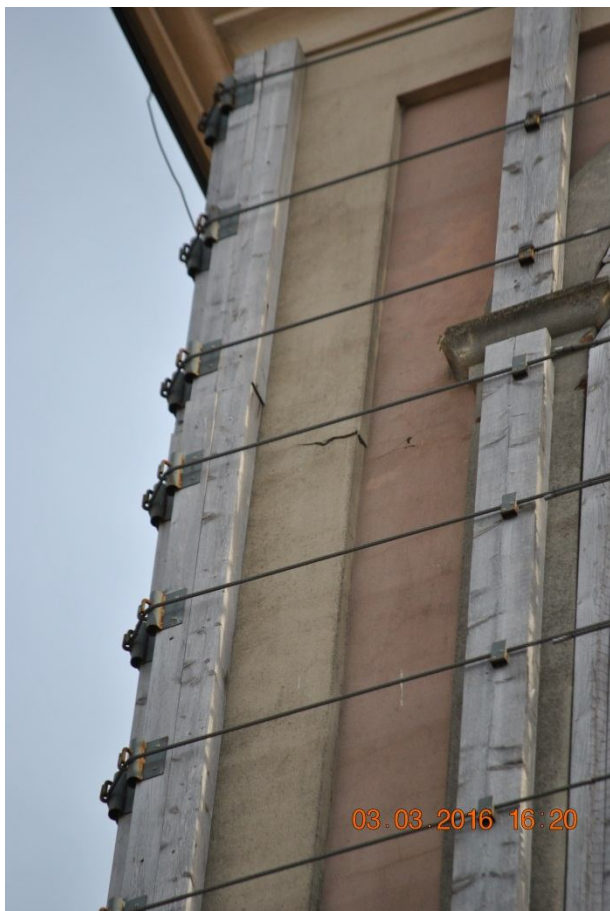
I danni a seguito del sisma si sono verificati su due pilastri della cella campanaria come evidenziato nelle fotografie seguenti.

Il resto della struttura appare integra e priva di fessurazioni e lesioni.

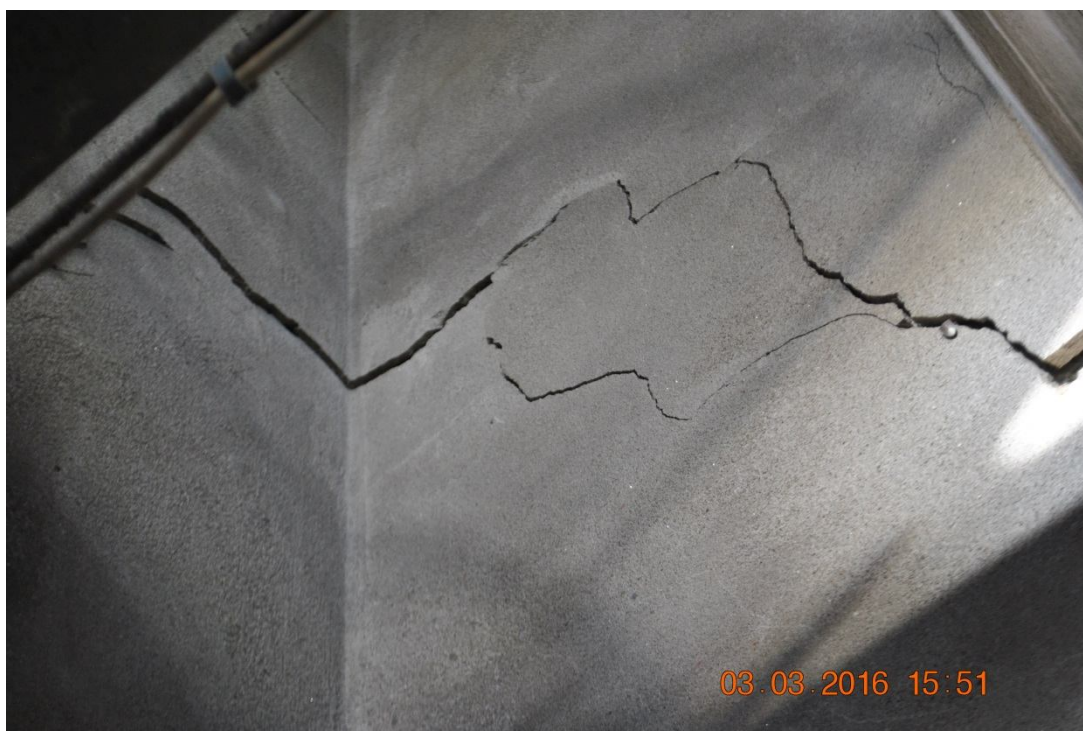


**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



Lesioni sui pilastri della cella campanaria



Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

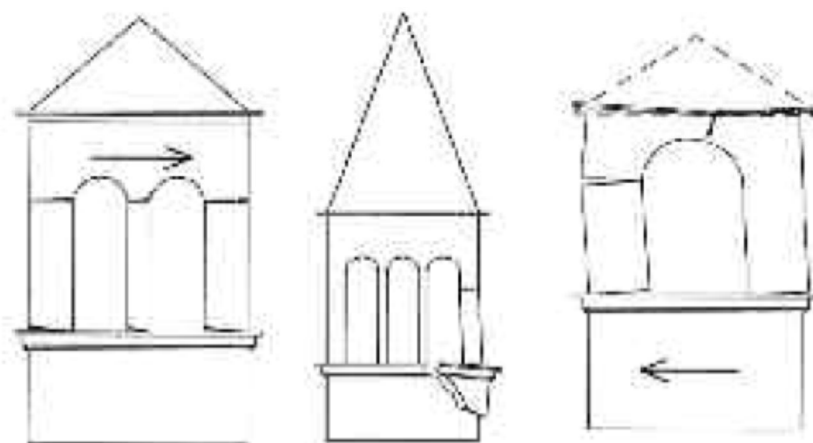
Le foto sotto riportate testimoniano come le strutture murarie del corpo della torre campanaria e della cupola ogivale e i solai intermedi risultino di buone caratteristiche strutturali e di buona fattura, ben conservate e non particolarmente ammalorate.



Il meccanismo di danno attivatosi e sopra descritto è individuabili nell’abaco di cui all’allegato C del DPCM 9/02/2011 come di seguito riportato:

- N° 28 – Cella campanaria

28. CELLA CAMPANARIA



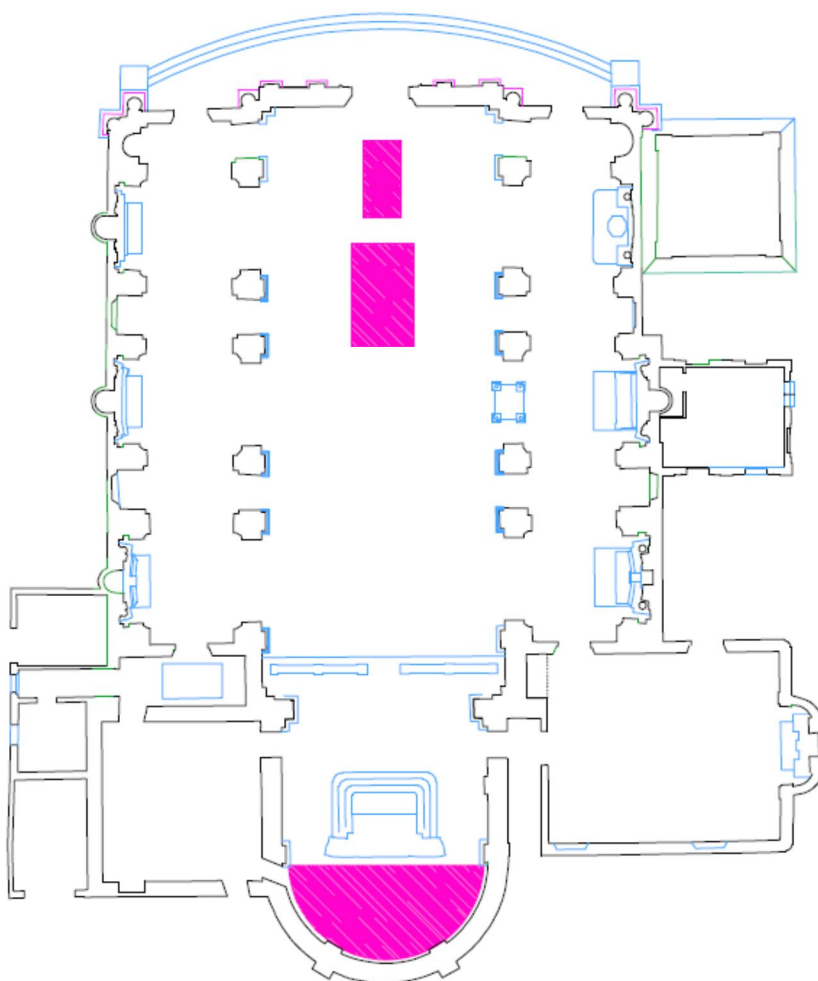
POSIZIONE PRESUNTA VANI INTERRATI

Durante i lavori del 2001 è stata completamente rifatta la pavimentazione.

Essa è oggi costituita da un massetto da 15/20cm in calcestruzzo con rete elettrosaldata diam 10 maglia 10x10 cm su cui è stato posato il pavimento in marmo a scacchi allettato con sottofondo in malta.

Nella tavola seguente si è evidenziato un'ipotesi sulla possibile presenza di vani funerari nella navata centrale e di una cripta nell'abside.

Ad oggi non è possibile verificarne l'effettiva presenza e le caratteristiche geometriche.



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

INDAGINI SUI MATERIALI

E' stata effettuata una prima campagna per individuare le caratteristiche meccaniche dei materiali ed individuare eventuali carenze strutturali non immediatamente visibili.

Indagini effettuate:

- indagine termografica sulle murature
- indagine su mattoni, malta e intonaco
- sondaggio per evidenziare le caratteristiche di fondazione
- indagini geotecniche.

Indagine termografica.

In data 26/06/2015 è stata effettuata una campagna con camera termografica con riprese sulle murature principali dell'edificio sia all'interno che all'esterno a varie ore della giornata al fine di verificare la possibile presenza di mancanza di integrità della struttura muraria anche non visibili dall'esterno.

Nell'allegato n.8 sono riportate le risultanze dell'indagine.

L'immagini termografiche ottenute non hanno aggiunto particolari conoscenze aggiuntive rispetto a quanto visibile all'occhio umano. Si notano infatti le fessurazioni presenti sulla muratura e ben visibili anche a distanza.

Non si sono evidenziati particolari vuoti e/o lacune all'interno della muratura, distacchi o altri difetti che la termografia potesse mettere in evidenza.

Indagine su mattoni e malta.

In data 26/06/2015 sono stati prelevati campioni di mattoni e di malta. Sono state inoltre eseguite prove di tipo sclerometrico sulla malta.

I risultati sono riportati nell'allegato B.

Dai risultati delle prove si desume quanto segue:

le caratteristiche meccaniche dei mattoni sono discrete;

le caratteristiche meccaniche delle malte sono molto scadenti.

Ciò era già desumibile da un'analisi qualitativa della muratura nelle zone oggetto dei crolli dove si nota che:

anche ad una analisi visiva la malta appare con scarsissima capacità di aderenza e coesione;

lo scorrimento e le rotture avvenute sulla muratura interessano i corsi di malta e non il corpo dei mattoni.

Le valutazioni quantitative sulle caratteristiche meccaniche utilizzate nelle verifiche di calcolo sono riportate nell'elaborato “Relazione di calcolo strutturale”.

Indagine su intonaci.

In data 26/06/2015 sono stati prelevati campioni dell'intonaco esterno.

I campioni sono stati prelevati in facciata nella parte bassa e nella porzione al di sopra della cornice del 1° ordine, dove è stato eseguito lo smontaggio della muratura pericolante.

Sostanzialmente risulta che entrambi i campioni sono stati ottenuti miscelando un legante a base di calce idraulica e cemento con un aggregato prevalentemente silicatico.

I risultati delle prove sono riportati nell'allegato n. 8.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Sondaggio per evidenziare le caratteristiche di fondazione.

Sono stati effettuati due scavi di sondaggio per verificare la profondità di posa delle fondazioni, come autorizzato dalla Soprintendenza sul lato destro della chiesa e sul muro dell'abside.

La profondità di posa del muro esterno è di circa 120cm dal piano di campagna con la sezione muraria di circa 15cm più larga di quella fuori terra.



Lo scavo a fianco dell'abside ha portato alla luce altre strutture murarie interrato e accostate all'esterno alla muratura stessa. Non è stato pertanto possibile valutare le caratteristiche e la profondità di posa della fondazione in quel punto.

I tecnici che hanno operato sull'edificio nell'intervento degli anni '80 ci hanno indicato in di circa 2,50 m la profondità delle fondazioni delle murature e dei pilastri della navata centrale. Tale dato non è attualmente verificabile.

**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

**PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno**

Indagine geotecnica.

In fase di progettazione preliminare si erano recuperate le relazioni di due indagini geotecniche:

- relazione dell'indagine del 2006 a cura del dott. Geologo Achille Cremaschi redatta in occasione della costruzione dell'oratorio; l'indagine si basa su due prove penetrometriche statiche spinte fino a 10m di profondità, eseguito sul retro della chiesa.
- relazione dell'indagine nel giugno del 2013 redatta dalla società Teknos di Bergamo a cura di dott. Ing. Pier Paolo e Christian Rossi: l'indagine si basa su di un sondaggio con profondità pari a 15m, eseguito nella piazzetta davanti al municipio e posta sulla destra della facciata della chiesa.

Le due indagini, pur relative a prove realizzate a distanza di circa 70/80m una dall'altra, individuano una stratigrafia litologica completamente diversa una dall'altra.

Nella prima indagine il terreno risulta sostanzialmente di matrice coesiva mentre nella seconda compare un banco consistente di limi sabbiosi.

Nell'indagine del 2013 si evidenzia che il terreno ha caratteristiche tali da risultare sensibile a fenomeni di liquefazione.

Nel maggio 2015 la ditta En.Geo. di Parma, a cura del dott. geologo Carlo Caleffi, ha effettuato un'approfondita indagine geotecnica (eseguita in coordinamento con i tecnici che curano il progetto di consolidamento del vicino municipio) con l'esecuzione di un sondaggio e di 7 prove penetrometriche statiche spinte fino a 30m di profondità.

L'indagine ha confermato la situazione litologica individuata dalle indagini precedenti con la porzione di area posta verso via XX settembre interessata da un banco di terreno limoso-sabbioso mentre il terreno in corrispondenza dell'abside risulta a matrice coesiva.

Le caratteristiche litologiche del banco limoso-sabbioso unitamente alla presenza della falda sono tali da generare pericolo di liquefazione.

Durante gli episodi sismici del maggio 2012 nel comune di Moglia si sono effettivamente avuti fenomeni di liquefazione dei terreni con genesi di “vulcanelli” e fuoriuscite da fessure nel terreno o da pozzetti fognari di acqua e sabbia. Non sono stati registrati episodi di cedimenti di fabbricati.

L'accelerazione denominata PGA ha raggiunto nell'evento sismico del 29/05/2012 il valore di 0,24g.

Il geologo ha effettuato una serie di valutazioni sulla base di vari metodi di calcolo su base empirica, individuando nel metodo “Robertson 2009” quello maggiormente affidabile. Secondo i valori così ricavati, con un terremoto con PGA 0,24g il rischio di liquefazione per i terreni di cui trattasi, risulta elevato.

In realtà l'evento sismico non ha procurato alcun tipo di cedimento e/o deformazione.

Allo scopo è stata effettuata una verifica accurata della base del fabbricato sia sul perimetro esterno che all'interno.

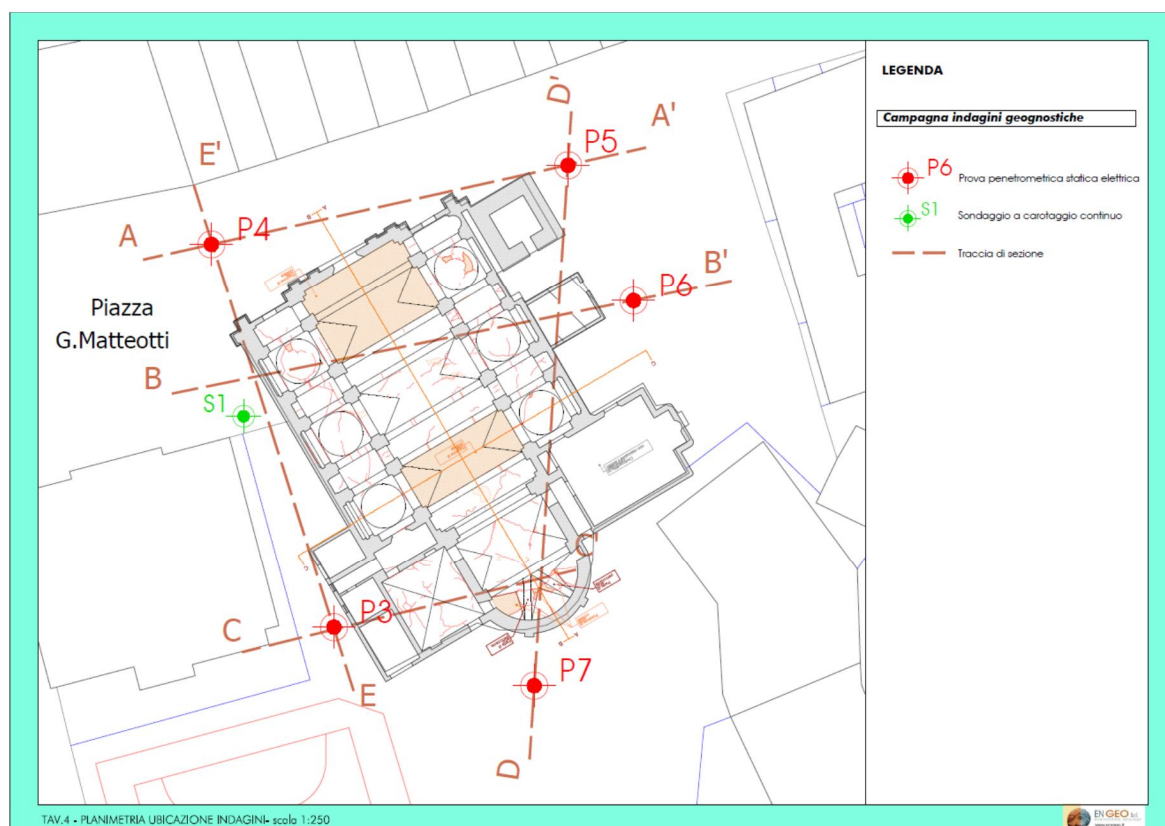
Non si sono individuati segnali di deformazioni della base delle murature, delle pavimentazioni interne, dei marciapiedi esterni, delle zoccolature o altro che possa lasciar supporre che si sia attivato, durante il manifestarsi delle azioni sismiche, un movimento/cedimento di tipo fondazionale. Anche il quadro fessurativo generale non lascia supporre la genesi di tali cedimenti.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica di cui all'allegato C.

Si allega di seguito la planimetria con l'ubicazione delle prove e le sezioni geotecniche stratigrafiche individuate.

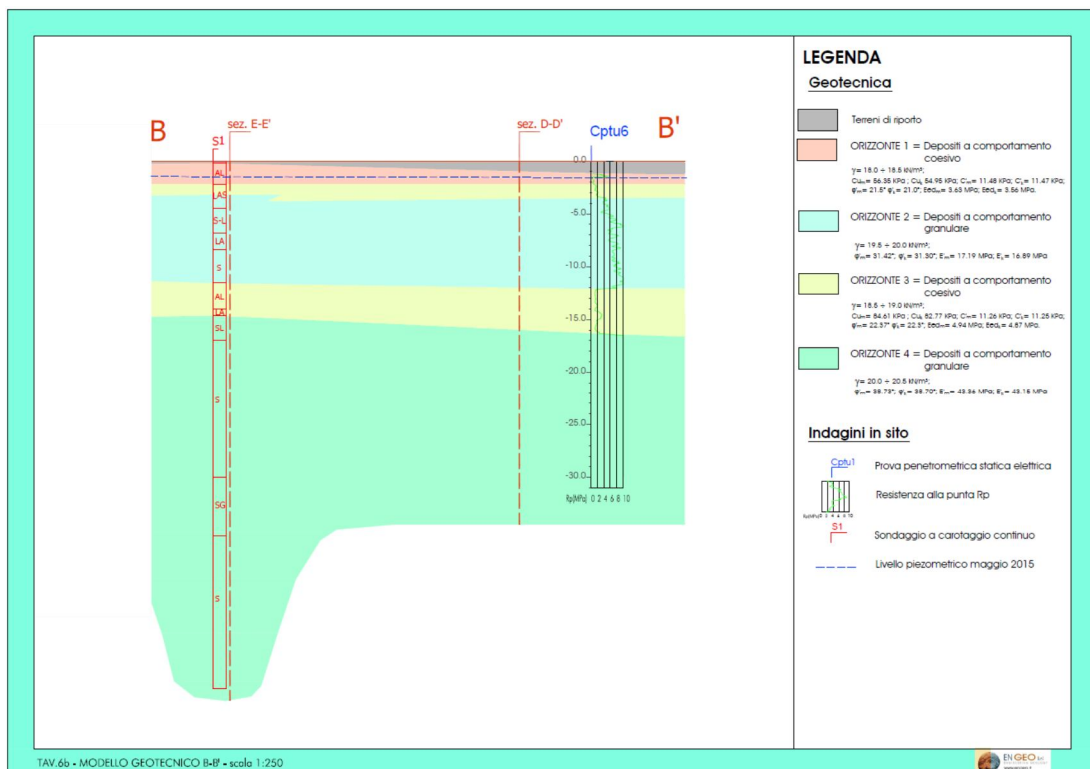
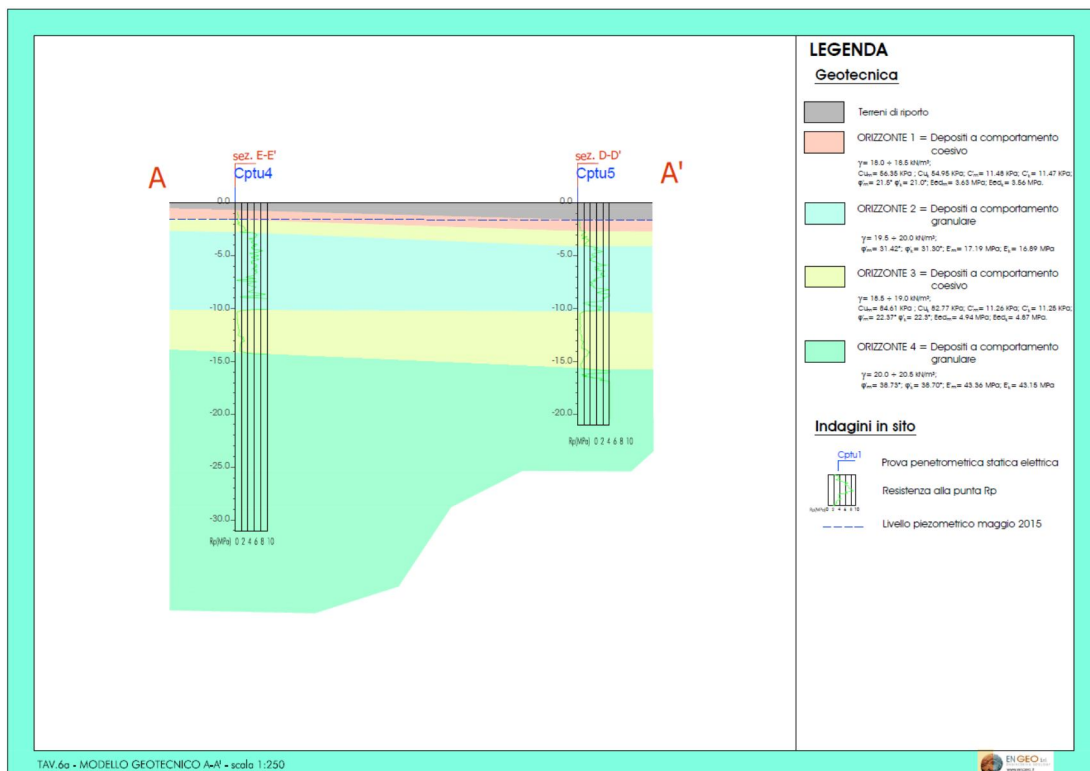
**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



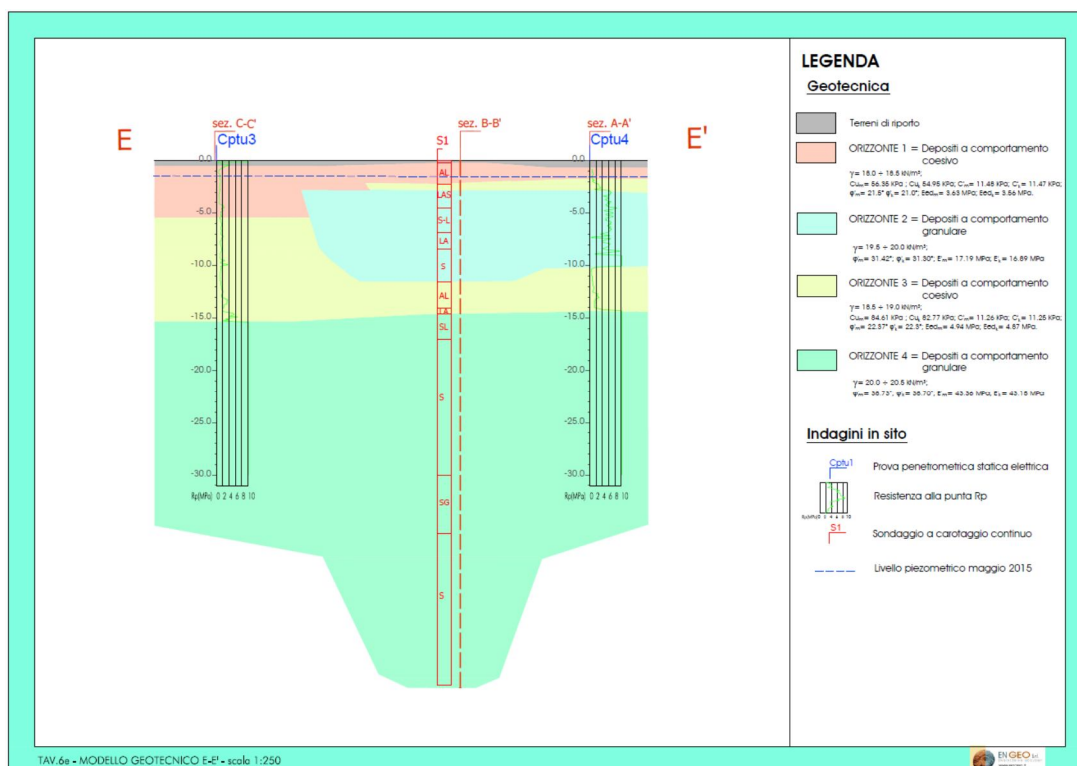
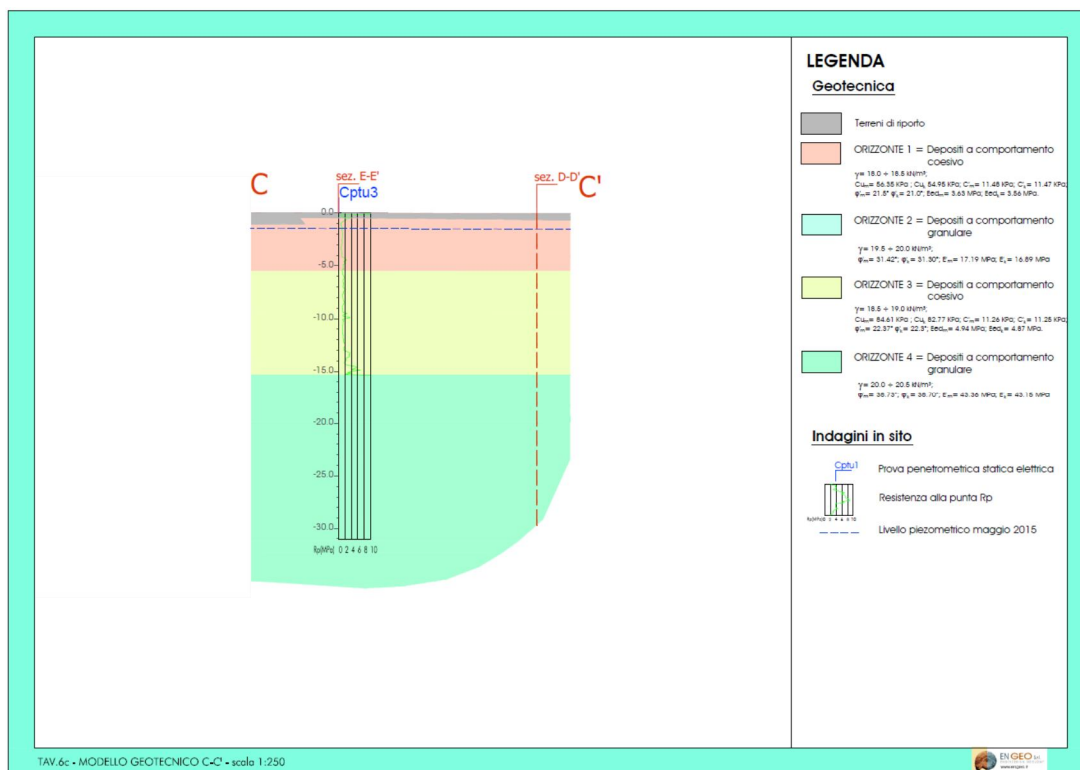
**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale "San Giovanni Battista" di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno



**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale "San Giovanni Battista" di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

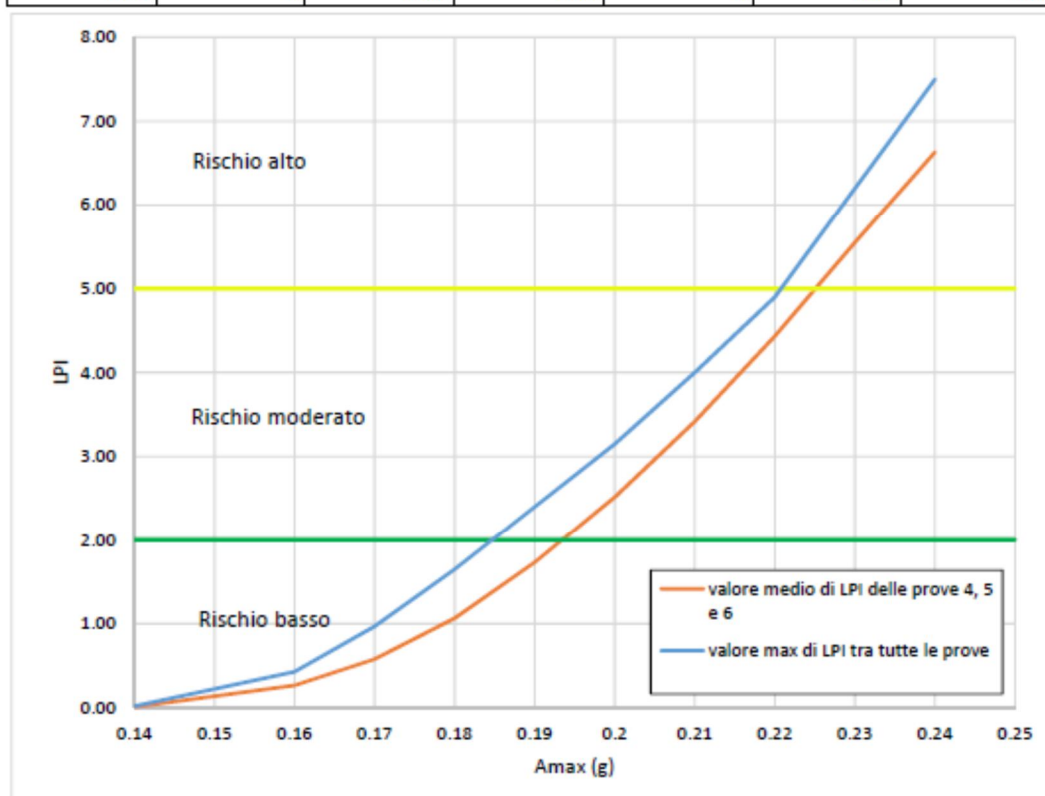


**Intervento di recupero della Chiesa Parrocchiale “San Giovanni Battista” di Moglia (MN)
dopo i danni subiti dal terremoto del maggio 2012.**

PROGETTO ESECUTIVO
Indagine conoscitiva e analisi del danno

Nella relazione si è valutato anche il rischio con accelerazioni PGA di entità più modesta.
Nella tabella di seguito riportata si evidenzia come il rischio di liquefazione diminuisce sensibilmente con la diminuzione dell'accelerazione di PGA.

Amax	LPI					Max	media (4-5-6)
	1	4	5	6			
0.24	2.28	5.5	6.9	7.5	7.5	7.5	6.63
0.23	1.6	4.5	5.95	6.2	6.2	6.2	5.55
0.22	1	3.55	4.9	4.85	4.9	4.9	4.43
0.21	0.6	2.65	4	3.6	4	4	3.42
0.2	0.33	2	3.15	2.4	3.15	3.15	2.52
0.19	0.2	1.4	2.4	1.4	2.4	2.4	1.73
0.18	0.1	0.9	1.65	0.65	1.65	1.65	1.07
0.17	0.02	0.55	0.97	0.22	0.97	0.97	0.58
0.16	0	0.31	0.43	0.06	0.43	0.43	0.27
0.14	0	0.02	0.01	0	0.02	0.02	0.01



LPI
LPI = 0.00 - Liquefaction risk nul
LPI between 0.00 and 2.00 - Liquefaction risk low
LPI between 2.00 and 5.00 - Liquefaction risk moderate
LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high
LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

Classificazione Sonmez (2003)

NB: verifica effettuata con il metodo di Roberson (2009) con Mw=5.9