

CHIESA SANTI PIETRO E PAOLO A VIGARANO PIEVE DI VIGARANO MAINARDA



8.1. CENNI STORICI

LA PIEVE DI VIGARANO, SORTA AI LATI DEL PO, È RICORDATA COME UNA DELLE PRIME COSTITUENTI LA DIOCESI DI FERRARA. IL CENTRO ABITATO DI VIGARANO PIEVE, COME TUTTE LE CITTÀ ITALIANE SI È FORMATO ATTORNO ALLA CHIESA PARROCCHIALE. LA PRIMITIVA PIEVE ESISTEVA GIÀ NEL XV SEC., MA NEL '600 RISULTAVA CADENTE, IN STATO DI DEGRADO TALE CHE FU ABBATTUTA VERSO LA FINE DEL SECOLO.

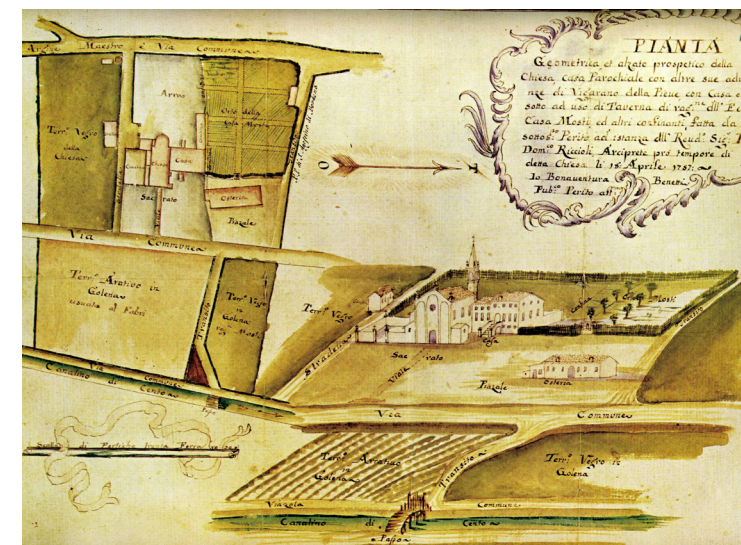


FIG. 134. CARTA STORICA DELLA PAINTA E ALZATO PROSPETTI DELLA CHIESA DI VIGARANO PIEVE DEL 18 APRILE 1957

L'ATTUALE ASPETTO DELLA CHIESA DI VIGARANO PIEVE È IL RISULTATO, AD ECCEZIONE DI INTERVENTI DI NATURA PER LO PIÙ CONSERVATIVA, DELLA FASE DI RISTRUTTURAZIONE CHE DOPO LA METÀ DEL XVIII SEC., HA MUTATO LA STRUTTURA ARCHITETTONICA ARRICCHENDOLA CON SONTUOSE E FANTASIOSE SOLUZIONI DECORATIVE CHE NE HANNO FATTO UN SINGOLARE ESEMPIO DI BAROCCO. NEL 1776 L'ARCHITETTO ANTONIO FOSCHINI HA DISEGNATO L'ATTUALE EDIFICIO SACRO, DEDICATO ALLA MADONNA ASSUNTA E AI SANTI PIETRO E PAOLO. INVECE LA FACCIATA DI MATTONI A VISTA CON PARASTE, COLONNE E NICCHIE, DOVE SONO POSTE DUE STATUE IN TUFO, È OPERA DELL'ARCHITETTO BASEGGIO. DA TALE COLLABORAZIONE SI ATTUÒ UN COMPLESSO ARCHITETTONICO E DECORATIVO UNITARIO IN CUI GLI ELEMENTI PITTORICI E DI ARREDO, COESISTONO E SI COMPENETRANO A QUELLI STRUTTURALI, SECONDO UNA TENDENZA ED UN GUSTO DELL'EPOCA, MA COMUNQUE UNICI NEL PANDRAMA DEL BAROCCO LOCALE.

IL RISULTATO È UN ORGANISMO OMOGENEO E COMPATTO SIA PER STILE E DATAZIONE, CHE PER L'USO DI MATERIALI IMPIEGATI: IL COMPLESSO DEGLI ARREDI, IN PREVALENZA APPARTENENTE ALLA SECONDA METÀ DEL XVIII SEC., È PER LA QUASI TOTALITÀ COSTRUITO CON LE-

GNO E STUCCO (PROVENIENTE DALLA CITTÀ DI CARPI, ALL'EPOCA SPECIALIZZATA NELLA LAVORAZIONE DELLA SCAGLIOLA), COSÌ PER GLI OGGETTI FISSI (ALTARI, BALAUSTRATE, PORTALAMPADE, ECC.), COME PER QUELLI MOBILI (STATUE, CANDIELIERI, GROCIFISSI, RELIQUIARI, CORNICI, ECC.). FANNO ECCEZIONE IL CORO E UN CROCIFISSO SEICENTESCHI ED ALCUNI PARAMENTI, LAMPADE PENSILI E CANDIELIERI OTTO-NOVECENTESCHI.

GLI INTERVENTI DI RIPRISTINO E DI CONSOLIDAMENTO E LE MODIFICHE, CHE DA ALLORA SI SONO SUSSEGUITE FIN QUASI AI NOSTRI GIORNI, NON HANNO SOSTANZIALMENTE ALTERATO L'ASSETTO E LA DISPOSIZIONE DELLA CHIESA. TUTTAVIA, ALL'INTERNO, IN TALUNI INTERVENTI DI RESTAURO, FACILMENTE RICONOSCIBILI, IL DIFFUSO UTILIZZO DELLA RIDIPINTURA, ORA IN MISURA LIEVE E A PICCOLE PORZIONI, ORA IN MODO PESANTE E AD AMPIE CAMPITURE, HA OFFUSCATO L'INTERO CONTESTO ED HA RESO, SPESSO, ARBITRARI LA LETTURA DEI SINGOLI DOCUMENTI. QUESTO, A PARTIRE DAI PRIMI RESTAURI OTTOCENTESCHI, DALLE PITTURE DELLA VOLTA ABSIDALE, DEGLI INIZI NOVECENTO, FINO AI PIÙ REGENTI (1969-1979) DI PULITURA E REINTEGRAZIONE DEGLI ALTARI E DELLA DECORAZIONE PITTORICA E ORNAMENTALE.



FIG. 135. FACCIATA DELLA CHIESA DI VIGARANO PIEVE PRIMA DEL SISMA DEL MAGGIO 2012



FIG. 136. VEDUTA DELLA FACCIATA E DEL FIANCO DELLA CHIESA DI VIGARANO PIEVE



FIG. 137. VEDUTA DELL'ABSIDE E DEL FIANCO DELLA CHIESA DI VIGARANO PIEVE

8.2. DESCRIZIONE

LA CHIESA PARROCCHIALE DI VIGARANO PIEVE È COSTITUITA DA PIÙ EDIFICI ADDOSSATI TRA LORO, I QUALI FURONO COSTRUITI IN TEMPI DIVERSI, IN CONTINUITÀ A QUELLI GIÀ ESISTENTI. LA PLANIMETRIA È QUELLA TIPICA DELLE CHIESE ERETTE NEL XVIII SECOLO NEL NORD ITALIA. COME GIÀ DETTO L'EDIFICIO DI CULTO È AFFIANCATO DA ALTRI MANUFATTI CHE CONTENGONO LA SACRESTIA, LA CENTRALE TERMICA, PICCOLE CAPPELLE E UNA CAPPELLA PIÙ GRANDE DOVE VENGONO CELEBRATE LE FUNZIONI QUANDO L'AFFLUENZA DI FEDELI È RIDOTTA. ANCHE IL CAMPANILE È STATO ERETTO IN ADERENZA ALLA CHIESA E ADESSO È COMPLETAMENTE INGLOBATO NELL'AGGLOMERATO.

INTERNAMENTE LA CHIESA PRESENTA UN'UNICA AULA CON LA PARTE DEL PRESBITERIO DI DIMENSIONI RIDOTTE COME DA CONSUETUDINE. SONO PRESENTI QUATTRO GRANDI NICCHIE SULLE MURATURE PERIMETRALI, DOVE SONO PRESENTI DEGLI OGGETTI CHE AFFACCIANO ALL'INTERNO DELL'AMBIENTE. SONO PRESENTI ALTRE QUATTRO NICCHIE NELLE MURATURE DI RACCORDO CURVE CHE UNISCONO LE MURATURE PERIMETRALI ALLA FACCIATA E ALL'ABSIDE. QUESTE ULTIME NICCHIE SONO DI DIMENSIONI RIDOTTE RISPETTO A QUELLE PRECEDENTEMENTE DESCRITTE, E CONTENGONO DELLE STATUE. A DIFFERENZA DI ALTRE CHIESE SIMILI A QUESTA, GLI ALTARI MINORI NON GIACCIONO SUI MURI DELL'AULA, MA SONO CONTENUTI IN SPAZI RICAVATI NEGLI SPAZI AFFIANCATI ALL'AULA. LE DIMENSIONI IN PIANTA SONO DI 29,87 METRI

DI LUNGHEZZA E DI 9,89 METRI DI LARGHEZZA. IL PRESBITERIO, CHE TERMINA CON L'ABSIDE È LUNGO 9,64 METRI E LARGO 4,69 METRI NELLA PRIMA PARTE, PER POI ALLARGARSI A 6,57 METRI DOPO L'ALTARE MAGGIORE. NELLE MURATURE DI RACCORDO SOPRA CITATE PRESENTANO DELLE APERTURE CHE PORTANO IN AMBIENTI SECONDARI. STUDIANDO LA PIANTE DELL'EDIFICIO SI NOTA COME GLI SPESSORI DELLE MURATURE DELLA CHIESA SIANO MOLTO MAGGIORI RISPETTO A QUELLI DEI CORPI ANNESSI.

SULLE MURATURE PERIMETRALI TROVIAMO POCHE FINESTRE, INFATTI SOLO DUE, ALLE QUALI SI SOMMANO QUELLE PRESENTI SULL'ABSIDE E QUELLA IN FACCIATA. PERTANTO LA CHIESA RISULTA POCO ILLUMINATA. LA CAUSA DI QUESTO È ANCHE DATA DAL FATTO CHE I CORPI LATERALI SONO MOLTO ALTI E NON PERMETTONO APERTURE VERSO L'ESTERNO.

LE VOLTE CHE SOVRASTANO LA CHIESA SONO IN INCANNUCCIATO E INTONACATE ALL'INTERNO. SONO PRESENTI INFATTI CENTINATURE LIGNEE ALL'ESTRADOSSO CHE PERMETTONO LA STABILITÀ DI QUESTE VOLTE CHE NON ESSENDO STRUTTURALI HANNO IL COMPITO DI PORTARE SOLO IL LORO PESO E QUELLO DELL'INTONACO.

LA COPERTURA È LIGNEA E ED È A CAPANNA SULL'AULA SORRETTA DA CAPRIATE. AD UNA QUOTA PIÙ BASSA SI TROVA LA COPERTURA DELL'ABSIDE ANCH'ESSA DI GEOMETRIA SIMILE A QUELLA SOPRA DESCRITTA. LE COPERTURE DEGLI EDIFICI ACCOSTATI SONO A FALDA UNICA E ANCH'ESSE SONO IN LEGNO.

L'ALTEZZA INTERNA DELLA CHIESA È ABBASTANZA COSTANTE, RAGGIUNGENDO I 11,20 METRI NELL'AU-

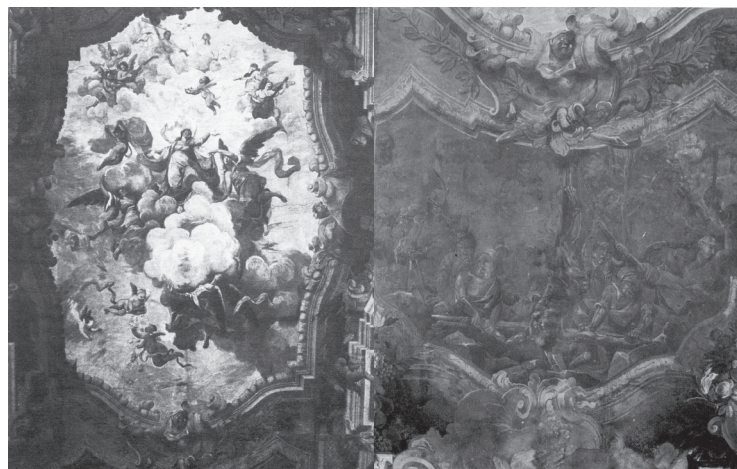


FIG. 138. VEDUTA DELLE DECORAZIONI DELLE VOLTE. IN ORDINE DA SINISTRA A DESTRA: TRIONFO DELL'ASSUNTA E MARTIRIO DI S.PIETRO



FIG. 139. VEDUTA DELLE DECORAZIONI DEL CORO E DELLA PALA DEDICATA ALLA VERGINE E AI SS. PIETRO E PAOLO



FIG. 140. VEDUTA DI CONFENSIONALI SETTECENTESCHI INTAGLIATI DAL CORBI E DEGLI ORNAMENTI INTERNI

LA E DI 8,10 METRI NEL PRESBITERIO. LE ALTEZZE DEI CORPI AFFIANCATI SONO PIÙ MODESTE E VARIANO DA EDIFICIO A EDIFICIO.

INTERNAMENTE LA CHIESA PRESENTA DECORAZIONI DI LESENE DI ORDINE DORICO, SULLE QUALI È PRESENTE LA TRABEAZIONE. LA TRABEAZIONE COSTITUITA DA STUCCHI HA UN ANDAMENTO RETTILINEO; ALLA BASE DEI CAPITELLI SONO PRESENTI STUCCHI RAFFIGURANTI IMMAGINI SACRE.

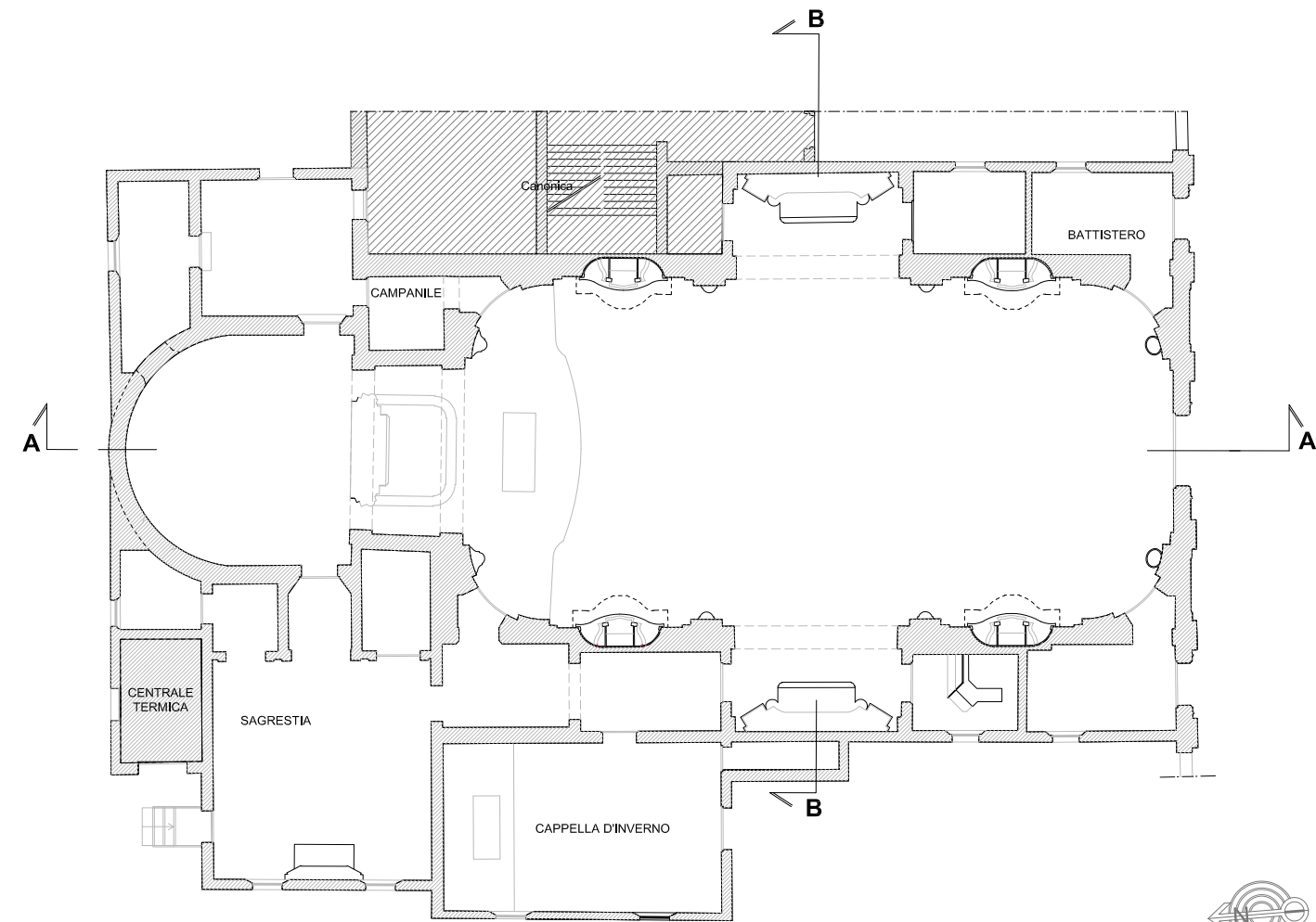
IL SOGGETTO ICONOGRAFICO CHE PREDOMINA, UNITAMENTE AD ALTRI CONCETTI TEOLOGICI, QUI ESPRESSI, È RIFERITO ALLA VERGINE ASSUNTA E I Ss. PIETRO E PAOLO, TITOLARI DELLA CHIESA. RICORRE NELLE STATUE POSTE NELLA FACCIATA, NELLA DECORAZIONE DEL SOFFITTO, NELLA PALA DEL BASTIA-

NINO SITUATA IN FONDO AL CORO. NELL'INTERNO, DECORATO IN STILE POST-BAROCO, SI AMMIRA LA PREGEVOLE PALA CON LA VERGINE, I SANTI PIETRO E PAOLO DIPINTA DA SEBASTIANO FILIPPI. SULL'ALTARE DI DESTRA SI NOTA LA STATUA IN COTTO DI S. ANTONIO ABATE DEL '600 CON A FIANCO DEI QUADRETTI DEI MISTERI DELLA CROCE. LA CHIESA È INOLTRE ARRICCHITA DA ARTISTICI CONFENSIONALI SETTECENTESCHI, INTAGLIATI DAL CORBI. NEL CORO, ALL'INTERNO DELLA CHIESA, GLI STALLI IN NOCE RECANO LA DENOMINAZIONE DEI SETTE VILLAGGI FACENTI PARTE UN TEMPO DEL VICARIATO.

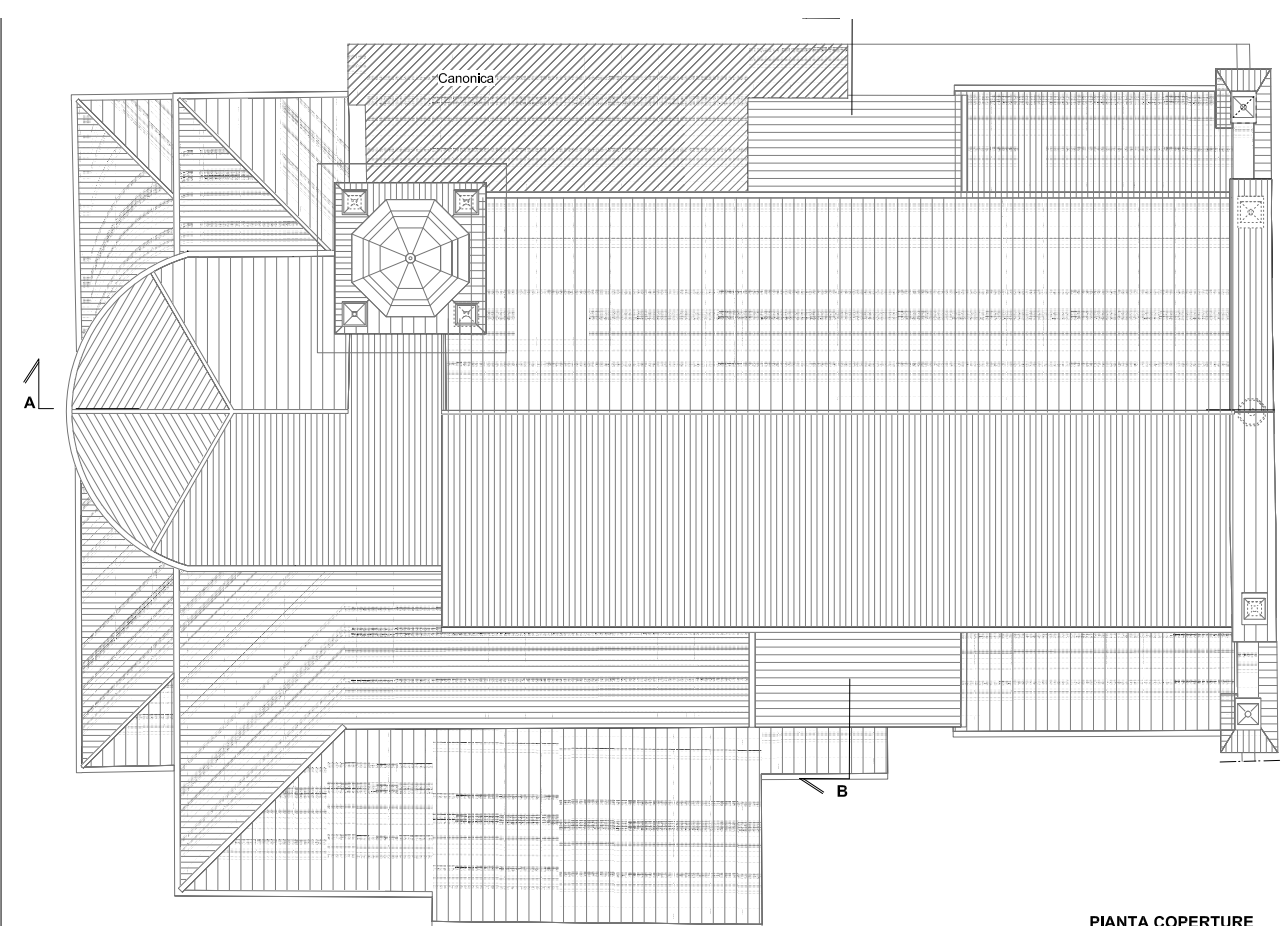
LA FACCIATA DI STILE NEOCLASSICO È LARGA 17,11 METRI, E RAGGIUNGE UN'ALTEZZA DI 18,30 METRI. NELLA FACCIATA SONO PRESENTI DUE ORDINI DI PARASTE, QUELLO INFERIORE DORICO, POSTO DI UN'ALTO BASAMENTO, ALL'INTERNO DEL QUALE È INQUADRATO IL GRANDE PORTONE DI ACCESSO SORMONTATO DA UNA GRANDE FINESTRA. L'ORDINE SUPERIORE È ANCH'ESSO DORICO, LE LESENE NON HANNO BASAMENTO E SOSTENGONO UNA TRABEAZIONE E UN TIMPANO CLASSICO DI FORMA TRIANGOLARE. IN FACCIATA SONO PRESENTI TRE NICCHIE, SUE AL PRIMO ORDINE E UNA AL SECONDO, CONTENENTI STATUE RAFFIGURANTI DEI SANTI.

IN FACCIATA SONO PRESENTI DUE PINNACOLI AL LIVELLO DEL SECONDO ORDINE E DUE SUL TIMPANO.

IL CAMPANILE DI PIANTE QUADRATA È INGLOBATO NELLA CHIESA ED È ALTO 24,47 METRI, SOPRA LA CELLA CAMPANARIA È PRESENTE UNA COPERTURA A PUNTA MOLTO SLANCIATA, AFFIANCATA DA QUATTRO PINNACOLI POSTI AGLI ANGOLI DELLA STRUTTURA.



SCALA 1:200



PIANTA COPERTURE

SCALA 1:200

ALLEGATO 10



FIG. 141. LESIONE SUL MURO LONGITUDINALE DELLA CHIESA NEL PUNTO DI ADIACENZA CON UN CORPO SECONDARIO

8.3. RILIEVO DEI DANNI

IL SISMA HA COLPITO LA CHIESA DI VIGARANO PIEVE IN PIÙ PARTI. SI NOTANO DIVERSE FESSURE LUNGO LE PARETI LATERALI, E SUI CORPI DI FABBRICA ANNESSI ALLA CHIESA.

SI NOTANO INFATTI, FESSURE NELLE DUE PARETI LATERALI A RIDOSSO DELLA FACCIATA, AD UNA DISTANZA DI CIRCA 1,8 METRI. SUL PROSPETTO OVEST, SI VEDE UNA LESIONE STACCARSI DAL PUN-



FIG. 142. LESIONE SUL MURO LONGITUDINALE DELLA CHIESA IN PROSSIMITÀ DELLA FACCIATA

TO DI CONTATTO TRA IL MURO DELLA CHIESA, E QUELLO DEL EDIFICIO ADIACENTE. TALE LESIONE PARTE DALLO SPIGOLO SUPERIORE E SALE FINO ALLA GRONDA DEL TETTO. NEI CORPI SECONDARI SI EVIDENZIANO FESSURE A TAGLIO IN CORRISPONDENZA DELLE FINESTRE.

NEL PROSPETTO EST NOTIAMO UN QUADRO MIGLIORE. INFATTI LE FESSURAZIONI CHE INTERESSANO IL SETTO MURARIO, SONO SOLO QUELLE SULLE PARETI DELLA CHIESA A RIDOSSO DELLA FACCIATA.

L'ABSIDE RISULTA QUASI INTATTO, GIÒ NONOSTANTE, SI TROVA UNA LIEVE LESIONE CHE PARTE DAL CENTRO DI UNA DELLE FINESTRE E SALE PER CIRCA 1,5 METRI CON UN INCLINAZIONE DI 30°.

IN FACCIATA SI NOTA UNA LESIONE CHE PARTE DAL CENTRO DEL TIMPANO E SCENDE IN DIREZIONE VERTICALE INTERCETTANDO LA NICCHIA, CONTENENTE UNA STATUA, E IL FINESTRONE SOPRA LA PORTA DI INGRESSO. SI NOTA UNA FESSURA SULLA PORTA SECONDARIA DI DESTRA E DUE PICCOLE CAVILLATURE CHE INTERESSANO GLI SPIGOLI DEL PORTONE CENTRALE. A CAUSA DEL SISMA SONO CROLLATI IL PORTACROCE E I DUE PINNACOLI CHE ERANO SITUATI SUL TIMPANO, AI QUALI SI SOMMA IL PINNACOLO DI DESTRA SOPRASTATE LA TRABEAZIONE DEL PRIMO ORDINE.

IL CAMPANILE È STATO AMPIAMENTE LE-



FIG. 143. LESIONE VERTICALE SUL TIMPANO DELLA FACCIATA



FOTO. 144. LESIONE VERTICALE IN FACCIATA CHE SCENDE SOTTO LA NICCHIA



FIG. 145. VEDUTA DEL CAMPANILE DOPO IL CROLLO DELLA COPERTURA

SIONATO, È INFATTI CROLLATA LA COPERTURA A GUGLIA E I QUATTRO PINNACOLI POSTI AGLI ANGOLI. DIVERSE FESSURE SI NOTANO SULLE MURATURE PERIMETRALI, AL LIVELLO DELLA CELLA CAMPANARIA.

INTERNAMENTE LE LESIONI SONO ABBASTANZA CONTENUTE. SI RISCOVRA IN FATTI LEGGERE LESIONI IN CHIAVE NELL'ARCO TRIONFALE E NEGLI ARCHI LATERALI CONTENENTI GLI ALTARI MINORI. SI NOTANO DELLE FESSURAZIONI DI BREVE LUNGHEZZA IN ALCUNE DELLE NICCHIE INTERNE E DEI DISTACCHI, ANCHE SE MOLTO CONTENUTI, NELLE VOLTE IN CAMORCANNA DELL'ABSIDE.



FIG. 146. LESIONE SULL'ABSIDE

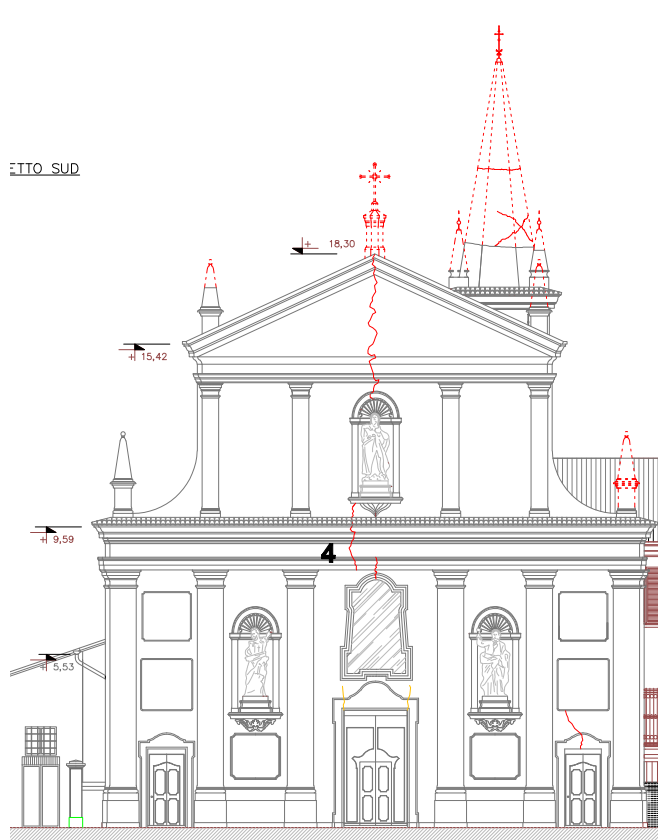
SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI
N° 3 MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA

LE LESIONI PRESENTI IN FACCIATA INDICANO CHIARAMENTE LA FORMAZIONE DI MECCANISMI DI COLLASSO NEL PIANO DELLA FACCIATA. SONO INFATTI PRESENTI DELLE FESSURAZIONI CHE INTERESSANO IL CENTRO DELLA FACCIATA IN DIREZIONE VERTICALE ED INTERCETTANO LE APERTURE PRESENTI, CORRELATE A LESIONI DIAGONALI NELLA PARTE SOMMITALE DELLE PARETI LATERALI. LA FESSURA PIÙ GRAVE PARTE AL CENTRO DEL TIMPANO DEL SECONDO ORDINE, ALL'ALTEZZA DEL CORNICIONE E SCENDE INTERCETTANDO SIA LA NICCHIA CONTENENTE LA STATUA, CHE LA FINESTRA POSTA SOPRA IL PORTONE DI INGRESSO. QUESTA LESIONE SEMBRA DIVIDERE IN DUE PARTI SIMMETRICHE IL FRONTE PRINCIPALE. È PRESENTE ANCHE UNA FESSURA PIÙ LIEVE SOPRA LA PORTA DI DESTRA, CHE PARTE DAL CENTRO DELL'ARCHITRAVE E SALE PER CIRCA UN METRO. SONO PRESENTI DUE FESSURE DI MODESTA ENTITÀ CHE PARTONO DAGLI SPIGOLI DEL PORTONE DI INGRESSO E SALGONO PER CIRCA 0,3 METRI. QUESTO TIPO DI MECCANISMO È STATO INNESCATO DA DUE PRINCIPALI FATTORI: PER PRIMO LA PRESENZA DELLA GRANDE FINESTRA CENTRALE E NICCHIA SOPRASTANTE, CHE VANNO AD INDEBOLIRE IL CENTRO DELLA FACCIATA. UN SECONDO FATTORE È RAPPRESENTATO DALLA SNELLEZZA DELLA SEZIONE MURARIA, IN QUANTO LO SPESSORE IN RELAZIONE ALL'ALTEZZA RISULTA ESSERE TROPPO PICCOLO.

PRESIDI ANTISISMICI:

INDICATORI DI VULNERABILITÀ:

PRESENZA DI APERTURE DI GRANDI DIMENSIONI O IN NUMERO ELEVATO.
ELEVATA SNELLEZZA.

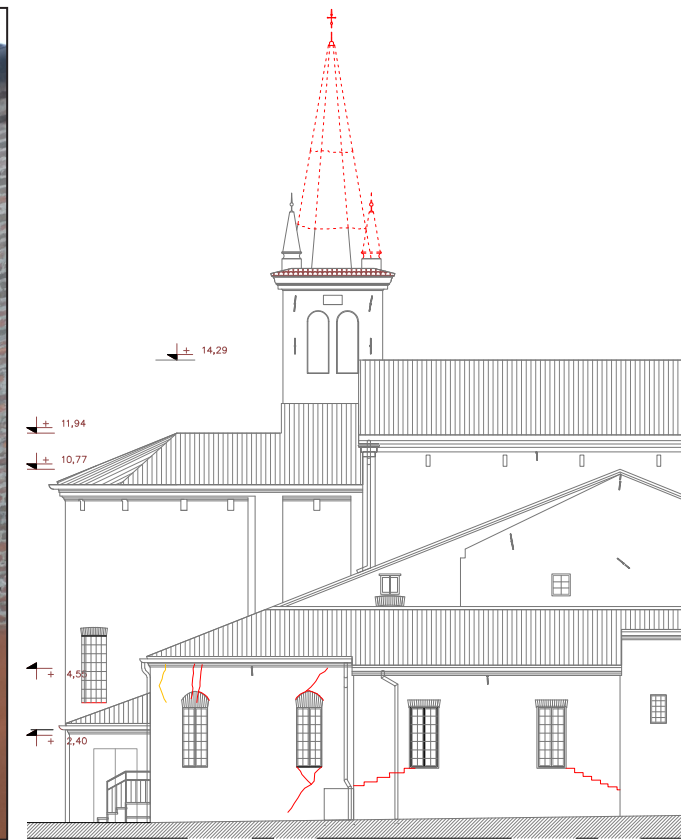


SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI
N° 25 MECCANISMI IN PRESENZA DI INTERAZIONI PLANOALTIMETRICHE

PRESIDI ANTISISMICI:

INDICATORI DI VULNERABILITÀ:

PRESENZA DI UN'ELEVATA DIFFERENZA DI RIGIDEZZA TRA I DUE CORPI.



LA MURATURA IN OGGETTO HA SUBITO DANNI CAUSATI DALL'INTERAZIONE CON ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI E CON ALTRI CORPI DI FABBRICA COSTRUITI IN ADERENZA E NON AMMORSATI ADEGUATAMENTE. QUESTO SI PUÒ NOTARE IN MODO ABBASTANZA CHIARO SIA DALLE FOTO CHE DAI QUADRI FESSURATIVI. IL TIPO DI FESSURA E LA SUA POSIZIONE MOSTRA CHIARAMENTE I DANNI SUBITI A CAUSA DELL'INTERAZIONE TRA IL MURO PERIMETRALE DELLA CHIESA ED IL CORPO PIÙ BASSO. LA MURATURA NON ADEGUATAMENTE AMMORSATA, O COSTRUITA IN ADERENZA A QUELLA PERIMETRALE DELL'AULA, HA AVUTO DANNI CAUSATI DA UNO SPOSTAMENTO NON OMOGENEO DEI DUE MANUFATTI. IL MARTELLAMENTO DELL'EDIFICIO PIÙ BASSO HA FORMATO UNA FESSURA VERTICALE, CHE PARTE DALLA GRONDA DEL CORPO ANNESSO E SALE PER CIRCA 3 METRI. L'INTERAZIONE CON L'EDIFICIO PIÙ BASSO ANTISTANTE LA MURATURA IN OGGETTO HA CAUSATO DEGLI SBANDAMENTI FUORI DAL PIANO DI QUEST'ULTIMA, INNESCANDO UN MECCANISMO AD ARCO NEL MURO. LA LESIONE AVVIENE INFATTI NEL PUNTO DI CONGIUNZIONE DEI DUE SETTI MURARI, CHE CON MOLTA PROBABILITÀ NON SONO STATI ADEGUATAMENTE AMMORSATI.

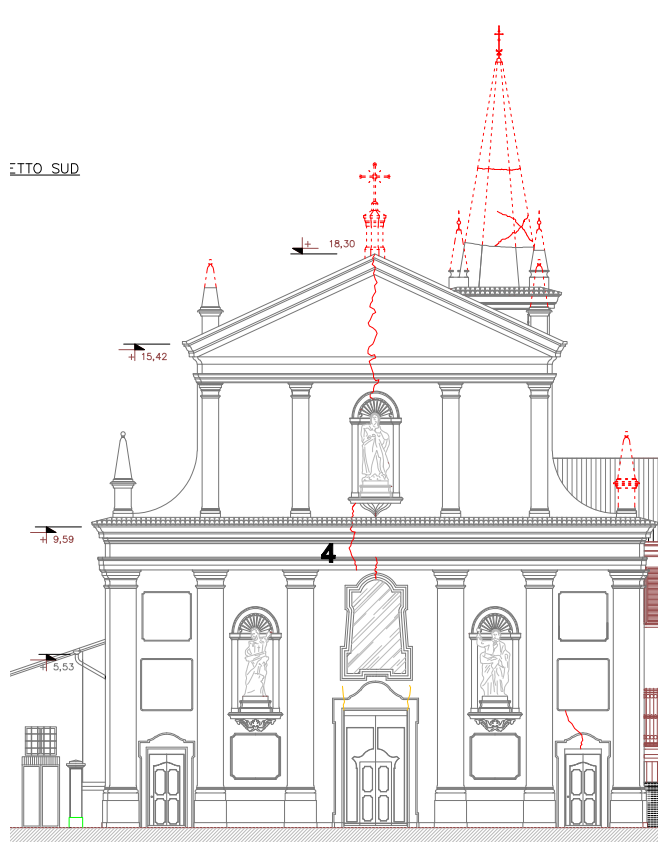
SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI
N° 26 AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)

IN CONSEGUENZA ALL'EVENTO SISMICO SONO CROLLATI ALCUNI PINNACOLI IN FACCIATA, IL PORTA CRUCE E LA GUGLIA DEL CAMPANILE. I CROLLI SONO AVVENUTI PER IL DISTACCO DI PARTE DEI PARAMENTI MURARI CHE COSTITUIVANO L'ANCORAGGIO DEGLI ELEMENTI. QUESTI SI SONO STACCATI PRECIPITANDO SUL SAGRATO DELLA CHIESA FRANTUMANDOSI IN PIÙ PARTI. LA CADUTA DEGLI ELEMENTI IN FACCIATA INDICA UN NOTEVOLE SPOSTAMENTO DURANTE IL SISMA DI QUESTO ELEMENTO. ANCHE IL CROLLO IN DUE MOMENTI DELLA GRANDE GUGLIA CHE SOVRASTAVA IL CAMPANILE È DOVUTA ALL'OSCILLAZIONE DELL'ELEMENTO, LA QUALE HA PORTATO UN'ENORME ACCELERAZIONE NELLA PARTE SOMMITALE DELLA TORRE, PORTANDO A ROTTURA LA PARTE SUPERIORE DELLA GUGLIA. LE IMPORTANTI LESIONI, SOMMATE ALLA VENUTA DI ALTRE SCOSSE DI NOTEVOLE IMPORTANZA, HANNO PORTATO AL CROLLO TOTALE DELLA GUGLIA E DEI PINNACOLI DEL CAMPANILE. SI NOTA NEI QUADRI FESSURATIVI CHE LA LESIONE DOVUTA ALLA PRIMA SCOSSA È CAUSATA DALLO SCORRIMENTO DELLA PARTE SUPERIORE DELLA GRANDE GUGLIA.

PRESIDI ANTISISMICI:

INDICATORI DI VULNERABILITÀ:

ELEMENTI DI ELEVATA SNELLEZZA.

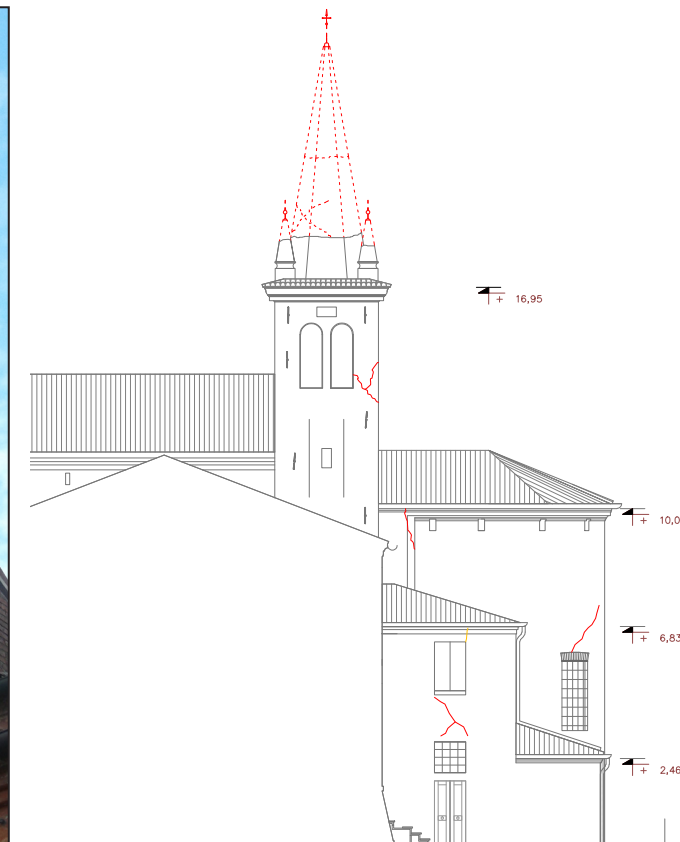


SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI
N° 27 MECCANISMI NELLA TORRE CAMPANARIA

PRESIDI ANTISISMICI:

INDICATORI DI VULNERABILITÀ:

COME BEN SI NOTA DAL DISEGNO E DALL'IMMAGINE, LE FESSURAZIONI MAGGIORI SI TROVANO A RIDOSSO O IMMEDIATAMENTE SOTTO LA CELLA CAMPANARIA. I DANNI RIPORTATI DALLA TORRE SONO DOVUTI AD UNA ROTAZIONE E AD UNA TRASLAZIONE DELLA PARTE SOMMITALE DEL CAMPANILE CONCENTRATI NEL PUNTO DI MAGGIORE DEBOLEZZA DELL'ELEMENTO. DAL QUADRO FESSURATIVO SI EVINCE INFATTI LA PRESENZA DI DUE LESIONI CHE INTERESSANO LO SPIGOLO NORD-OVEST DEL CAMPANILE. LE FESSURE SONO SITUATE AD UN'ALTEZZA DI 13,6 METRI, OVVERO ALLA STESSA ALTEZZA DELLE APERTURE DELLA CELLA CAMPANARIA. IL CAMPANILE RISULTA ESSERE L'ELEMENTO PIÙ LESIONATO DELL'EDIFICIO. QUESTO È SICURAMENTE LEGATO ALLA SUA GEOMETRIA E ALLA SUA ALTEZZA, CORRELATA AD UN LIMITATO SPESSORE DEI SETTI MURARI.



ALLEGATO 1 1

ALLEGATO 1 2

8.4. ANALISI MODALE CON SPETTRO DI RISPOSTA

L'ANALISI MODALE È STATA EFFETTUATA UTILIZZANDO LO SPETTRO DI PROGETTO DA NTC2008 DEL COMUNE DI VIGARANO MAINARDA DI CUI VIGARANO PIEVE È UNA FRAZIONE. E' STATO QUINDI USATO IL MASSIMO SISMA CHE POTREBBE PRESENTARSI IN QUELL'AREA, SEMPRE CONSIDERANDO CHE LA NORMATIVA INDICA VALORI PER LA PROGETTAZIONE A FAVORE DI SICUREZZA. IN REALTÀ, NEL COMUNE DI PEGOGNAGA, LA SERIE DI EVENTI SISMICI AVVENUTI NEL

MAGGIO DEL 2012 PRESENTANO VALORI DI ACCELERAZIONE DI PICCO MINORI, A CAUSA DELLA DISTANZA DALL'EPICENTRO. QUINDI I DANNI REALMENTE AVVENUTI PRESENTANO CARATTERI QUALITATIVAMENTE CONFRONTABILI CON LE ANALISI, MA QUANTITATIVAMENTE ATTENUATI.

L'ANALISI MODALE PUÒ ESSERE UTILIZZATA PER STIMARE I MODI PRINCIPALI DI VIBRAZIONE DELLA STRUTTURA NELLE DUE DIREZIONI (X E Y) E LE CORRISPONDENTI MASSE PARTECIPANTI. GLI EFFETTI DI TALI MODI SARANNO POI SOVRAPPosti NEL CORSO DELL'ANALISI DINAMICA LINEARE. DATA

LA GEOMETRIA DEI MANUFATTI, SI ESCLUDONO DALLE ANALISI I MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE VERTICALE.

NELLA FRAZIONE DI VIGARANO PIEVE, DURANTE L'EVENTO SISMICO DEL 20/05/2012, È STATA REGISTRATA UN'ACCELERAZIONE DI PICCO PARI AL 12% DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ.

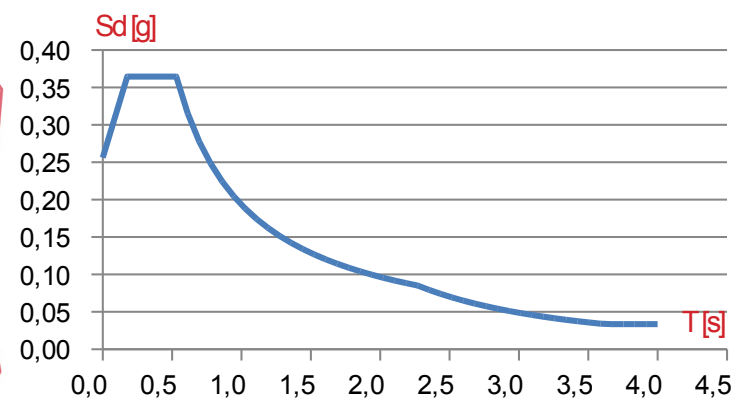
LA GEOMETRIA PARTICOLARE E I MATERIALI SCADENTI FANNO SÌ CHE LE STRUTTURE COME LE CHIESE SIANO PARTICOLARMENTE SOLLECITATE IN CASO DI EVENTO SISMICO.

8.4.1 VALUTAZIONE ANALISI

DALLE ANALISI EFFETTUATE A 150 MODI, LUNGO L'ASSE X SI NOTANO PICCHI DI MASSA ECCITATA CHE VANNO DAL 4 ALL' 30% CORRISPONDENTI AD UN PERIODO MOLTO RISTRETTO CHE VARIA TRA 0,19s E GLI 0,22s, CHE RICADONO OVVIAMENTE NELLA PARTE DI SPETTRO DI RISPOSTA CON ACCELERAZIONE DI PICCO PARI A 0,37g. LA CHIESA DI VIGARANO PIEVE RISULTA QUINDI MAGGIORMENTE SOLLECITATA NELLA PARTE DI SPETTRO CORRISPONDENTE AD ACCELERAZIONI MAGGIORI. LA PARTE PIÙ SOLLECITATE SONO LA FACCIATA, L'ABSIDE E LA TORRE CAMPANARIA. SI POSSONO NOTARE ANCHE DEFORMAZIONI ABBASTANZA SIGNIFICATIVE NELLE PARETI RACCHIUDENTI L'AULA, CON ANDAMENTO DI TIPO SINUSOIDALE. LE DEFORMAZIONI NEI CORPI LATERALI SONO MODESTISSIME E PERTANTO POCO SIGNIFICATIVE.

LUNGO L'ASSE Y NOTIAMO PICCHI DI MASSA ECCITATA CHE VANNO DAL 5 ALL' 15% CORRISPONDENTI AD UN PERIODO CHE VARIA TRA 0,2s E GLI 0,42s, CHE RICADONO NELLA PARTE DI SPETTRO DI RISPOSTA CON ACCELERAZIONE DI PICCO PARI A 0,37g. ANCHE IN QUESTO CASO IL MAGGIOR QUANTITATIVO DI MASSA ECCITATA È COLLEGATO AL TRATTO DI PICCO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA. IN DIREZIONE Y SI NOTANO SPANCIAMENTI CON ANDAMENTO PARABOLICO NEI MURI PERIMETRALI DELLA NAVATA. ANCHE IN QUESTI CASI SI NOTA UN ANDAMENTO SINUSOIDALE DELLE MURATURE LATERALI E UN LEGGERO RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA, A CUI SI SOMMA UN INTERESSAMENTO ABBASTANZA SIGNIFICATIVO DEL CAMPANILE. ANCHE ALCUNI SETTI MURARI RISULTANO INTERESSATI E PRESENTANO DEFORMATE ABBASTANZA PRONUNCIATE.

SPETTRO DI RISPOSTA DI PROGETTO NTC2008 VIGARANO MAINARDA



PARAMETRI INDIPENDENTI		
ag		0,168 g
Fo		2,562
Tc*		0,275 s
Ss		1,528
Cc		1,928
St		1,000
q		1,800

PARAMETRI DIPENDENTI		
S		1,528
η		0,556
Tb		0,177 s
Tc		0,530 s
Td		2,270 s

TAB. 9. SPETTRO DI RISPOSTA DI PROGETTO DA NTC2008 DEL COMUNE DI VIGARANO MAINARDA DI CUI VIGARANO PIEVE È UNA FRAZIONE

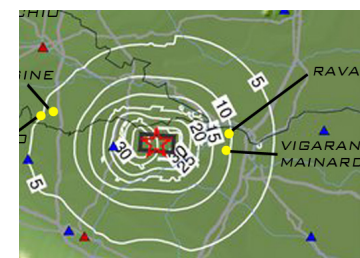


FIG. 147. SISMA DEL 20/5/2012

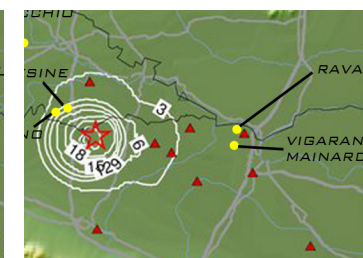


FIG. 148. SISMA DEL 3/6/2012

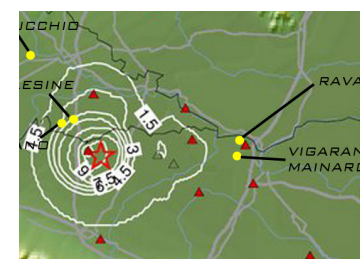


FIG. 149. SISMA DEL 29/05/2012 (EVENTO1)

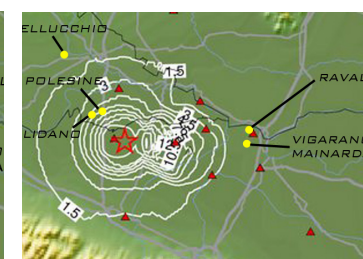
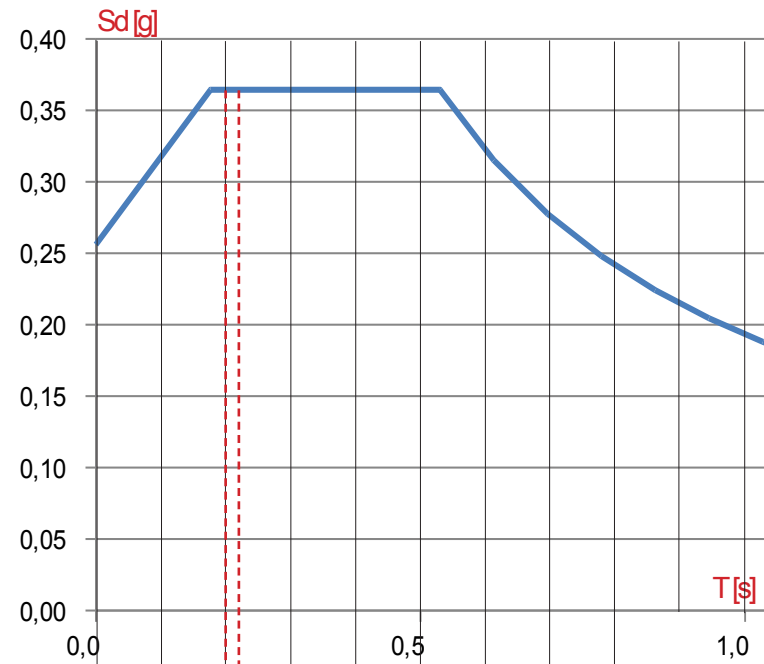
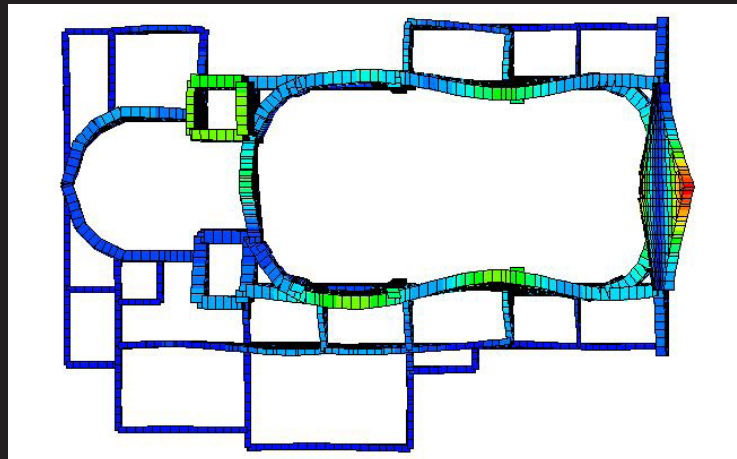


FIG. 150. SISMA DEL 29/05/2012 (EVENTO2)

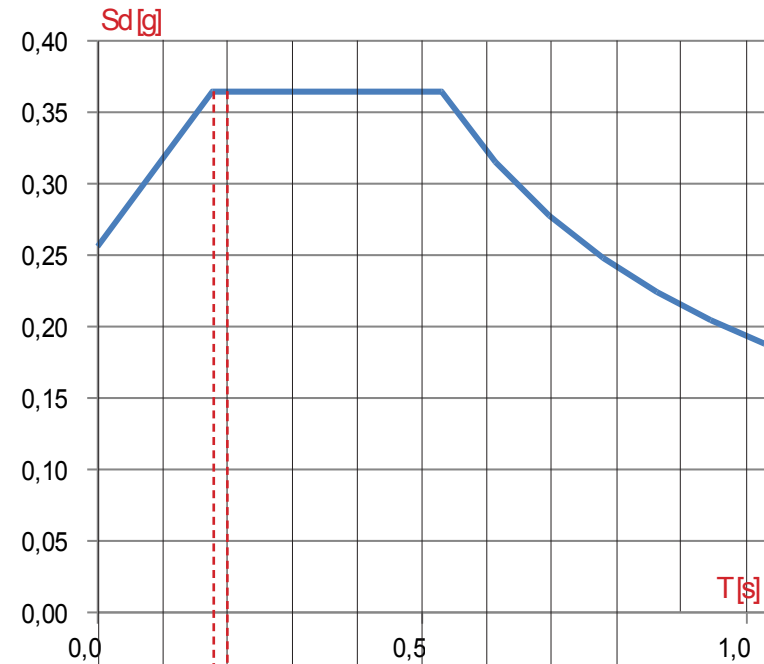
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2088



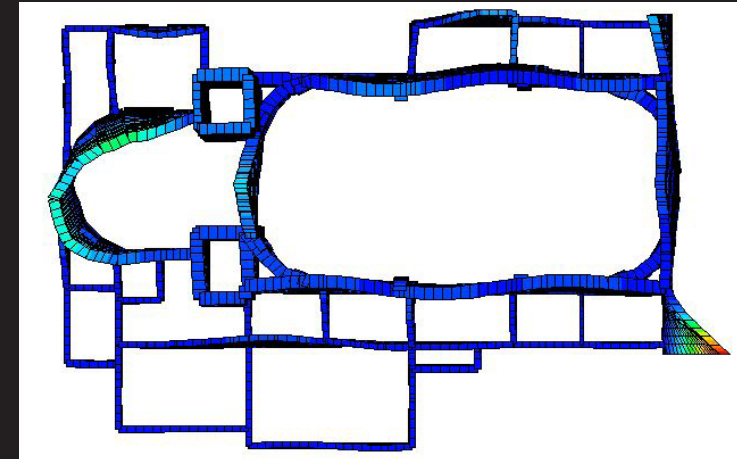
MODDO DI VIBRARE 15 (A)



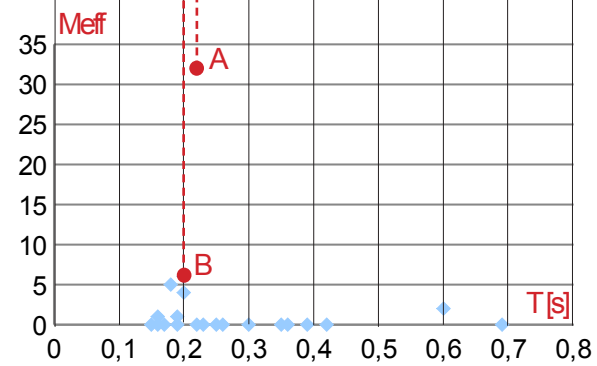
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2088



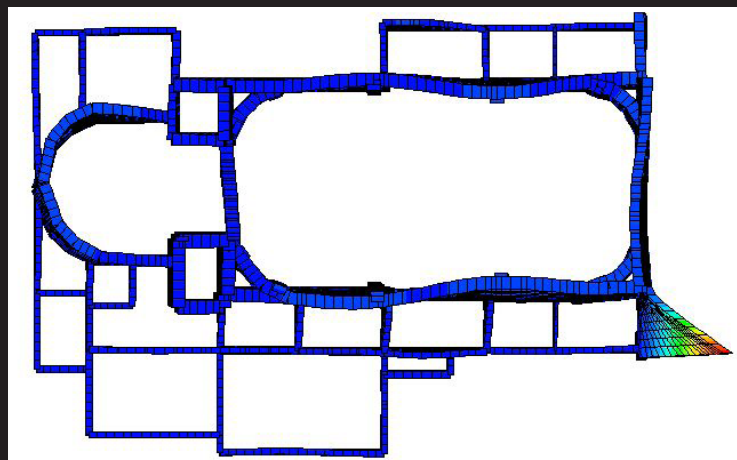
MODDO DI VIBRARE 20 (C)



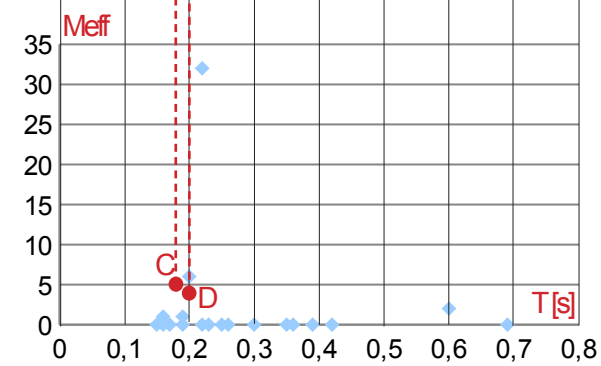
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



MODDO DI VIBRARE 17 (B)



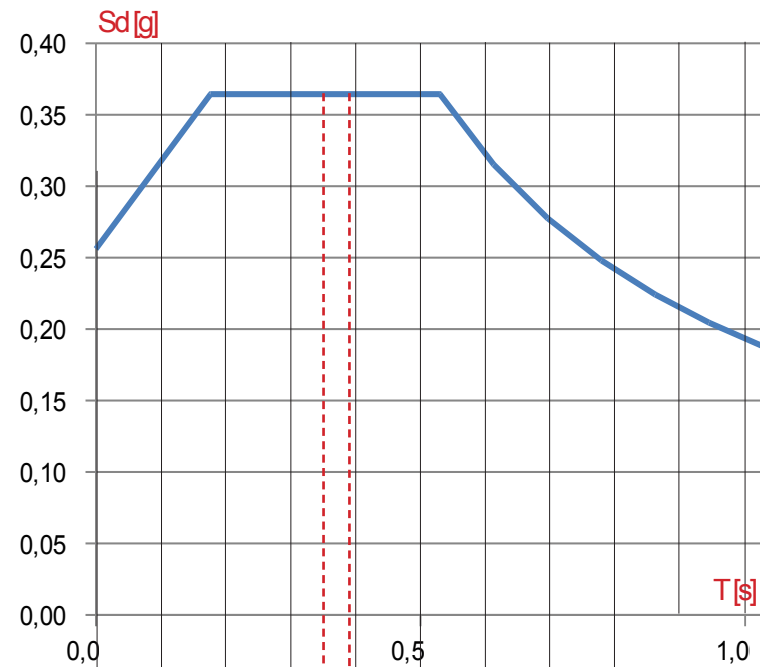
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



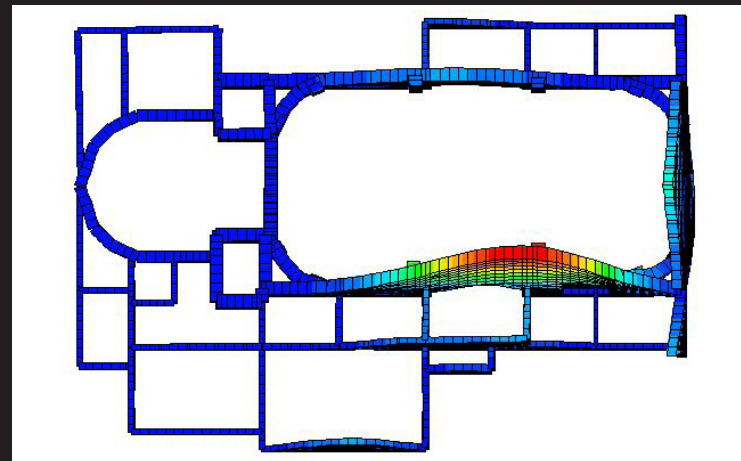
MODDO DI VIBRARE 16 (D)



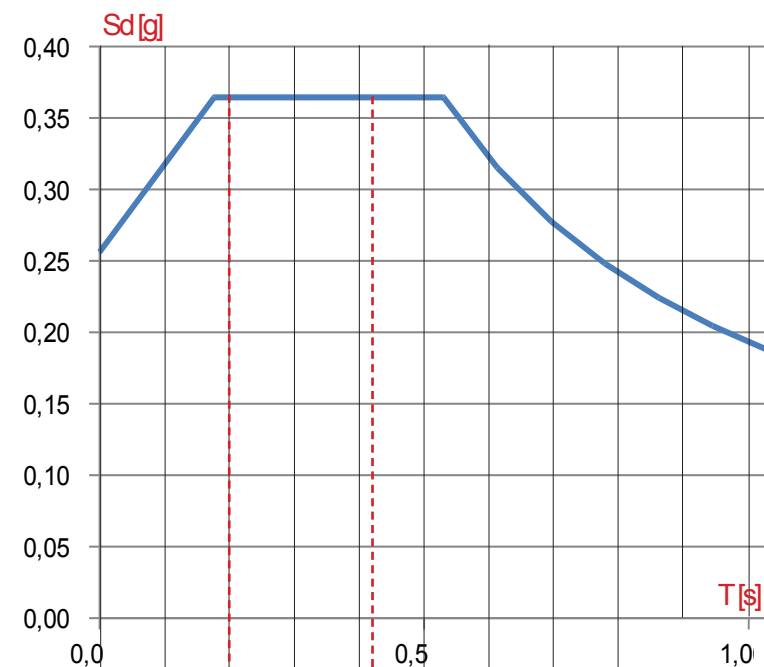
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2088



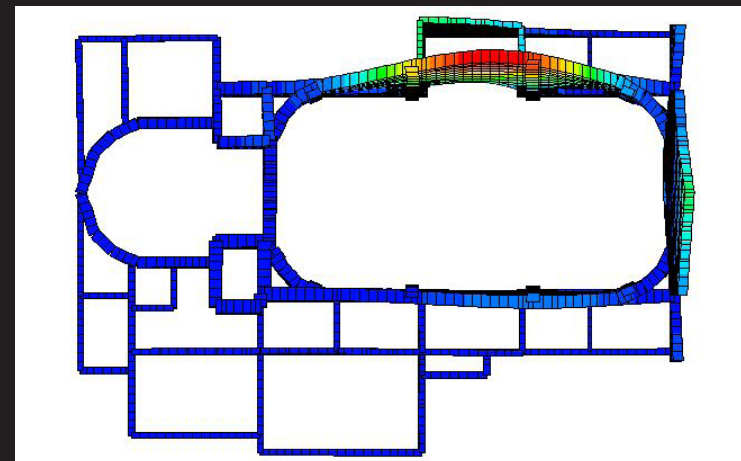
MODDO DI VIBRARE 4 (A)



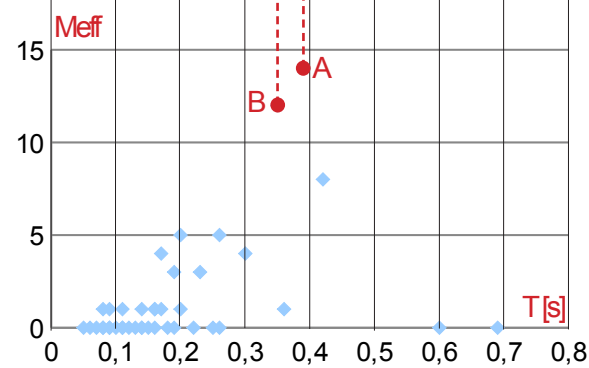
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2088



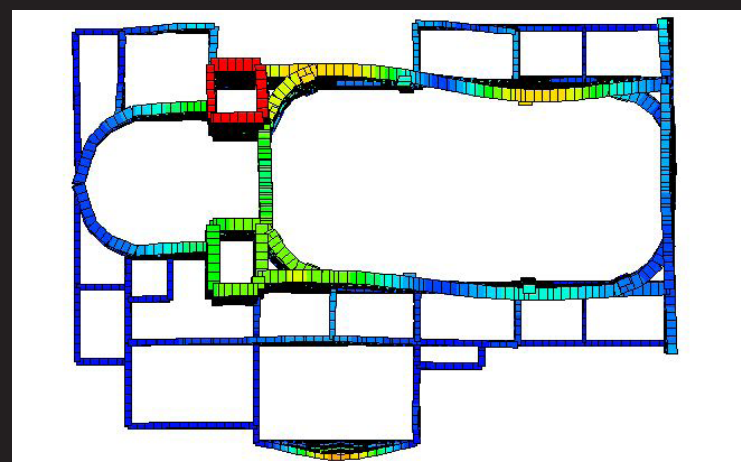
MODDO DI VIBRARE 3 (C)



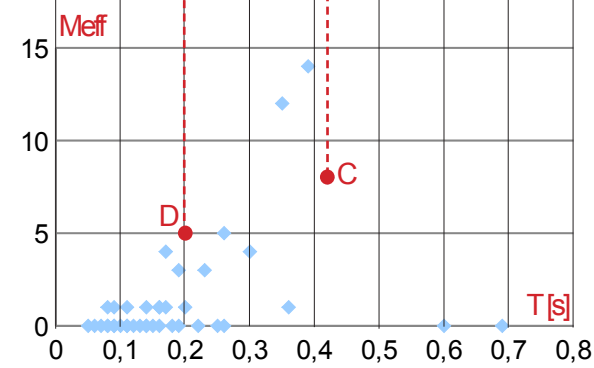
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



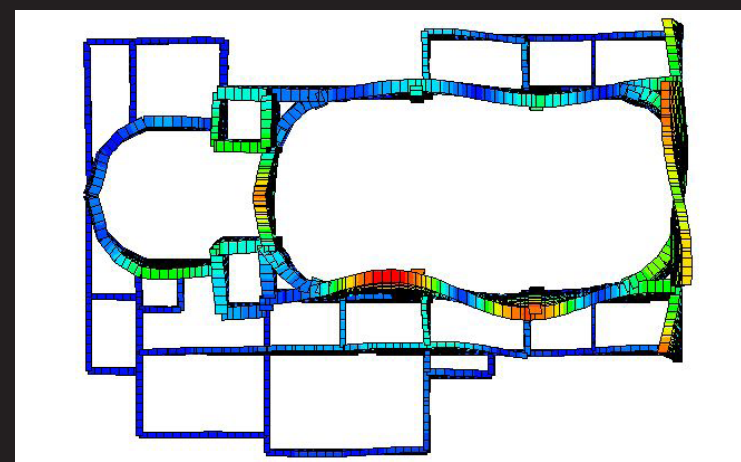
MODDO DI VIBRARE 6 (B)



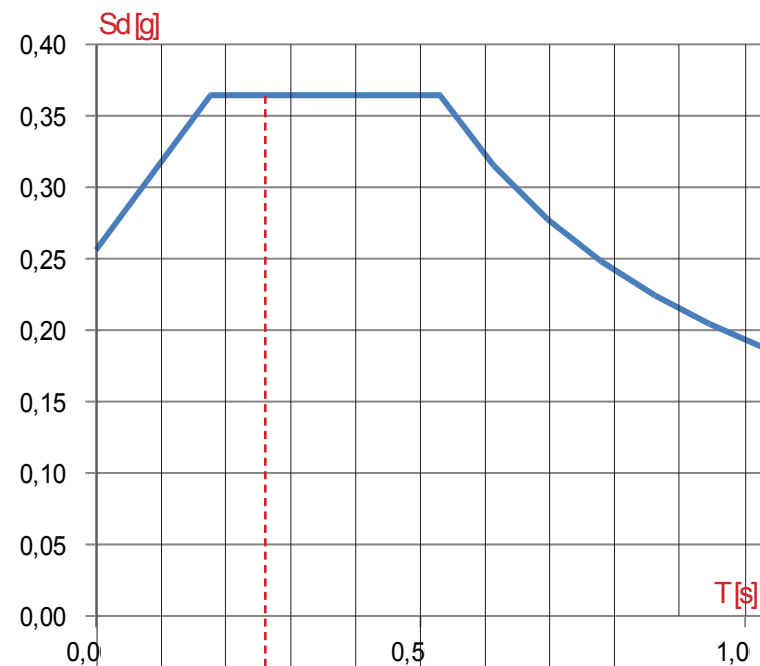
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



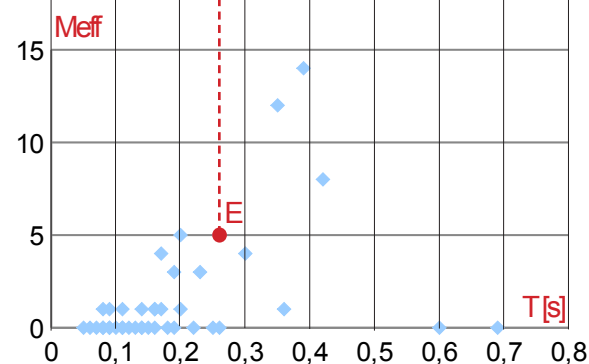
MODDO DI VIBRARE 16 (D)



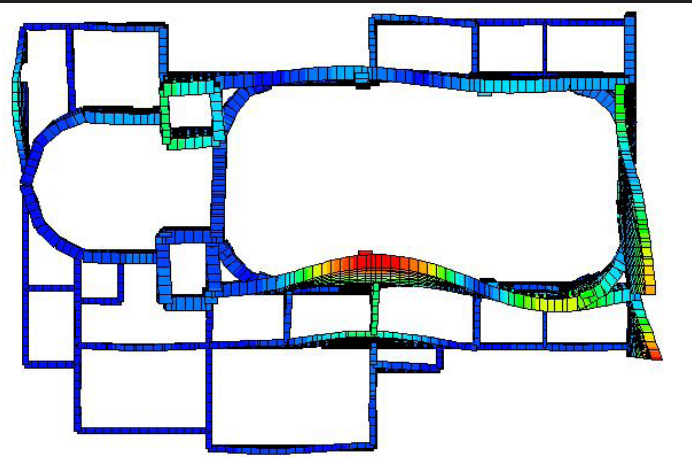
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



MODO DI VIBRARE 8 (E)



8.5. VALUTAZIONE VERIFICHE

LA VERIFICA PER PRESSOFLESSIONE NEL PIANO DI UNA SEZIONE DI UN ELEMENTO STRUTTURALE VIENE ESEGUITA CONFRONTANDO IL MOMENTO SOLLECITANTE CON IL MOMENTO RESISTENTE ULTIMO CALCOLATO CONSIDERANDO LA MURATURA NON REAGENTE A TRAZIONE. NEL CASO DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE IL MOMENTO ULTIMO (MU) PUÒ ESSERE CALCOLATO COME:

$$M_u = (l^2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2) \cdot [1 - (\sigma_0 / 0.85 \cdot f_d)]$$

DOVE:

l = LUNGHEZZA TOTALE DELLA PARETE, INCLUSA LA ZONA TESA;

t = SPESSORE DELLA ZONA COMPRESA DELLA PARETE;

σ_0 = TENSIONE NORMALE MEDIA, RIFERITA ALL'AREA TOTALE DELLA SEZIONE

NELLE VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE FUORI PIANO I VALORI DEI MOMENTI FLETTENTI DI COLLASSO PER AZIONI ORTOGONALI AL PIANO DELLA PARETE SONO CALCOLATI ASSUMENDO UN DIAGRAMMA RETTANGOLARE DELLE COMPRESIONI, TRASCURANDO LA RESISTENZA A TRAZIONE DELLA MURATURA E CONSIDERANDO UN VALORE DI RESISTENZA DI CALCOLO A COMPRESIONE PARI A:

$$0,85 \cdot f_d$$

LA RESISTENZA A TAGLIO DEI MASCHI MURARI HA UN RUOLO FONDAMENTALE PER IL COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI IN MURATURA. INFATTI LA NORMATIVA ITALIANA FINO AL 1981 RIPORTAVA UN UNICO

CRITERIO DI ROTTURA PER LA VERIFICA SISMICA DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PREVEDEVA UN COLLASSO A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE. ORIGINARIAMENTE FORMULATO DA TURNSEK E CACOVIC VENIVA UTILIZZATO ALL'INTERNO DI UNO SCHEMA DI VERIFICA BASATO SULL'ANALISI NON LINEARE. CON QUESTO CRITERIO SI SUPPONEVA CHE LA PRIMA LESIONE SI ORIGINASSE NEL CENTRO DEL PANNELLO, IN CORRISPONDENZA DEL RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA A TRAZIONE DELLA MURATURA E IN SEGUITO, CHE ESSA SI PROPAGASSE SEGUENDO LA DIAGONALE DEL PANNELLO STESSO.

LA NORMATIVA ATTUALE HA RAFFINATO IL CRITERIO ORIGINARIO E RIPORTA CHE CONSIDERATE LA NOTEVOLI VARIETÀ DI TIPOLOGIE E DI MECCANISMI DI ROTTURA DEL MATERIALE, LA RESISTENZA A TAGLIO DI CALCOLO PER AZIONI NEL PIANO DI UN PANNELLO IN MURATURA PUÒ ESSERE CALCOLATA CON UN CRITERIO DI ROTTURA PER FESSURAZIONE DIAGONALE O CON UN CRITERIO DI SCORRIMENTO. PERTANTO PER UNA COSTRUZIONE ESISTENTE LA RESISTENZA A TAGLIO PUÒ ESSERE CALCOLATA MEDIANTE LA FORMULA:

$$V_u = l \cdot t \cdot (1.5 \cdot \tau_{od} / b) \cdot \sqrt{1 + (\sigma_0 / 1.5 \cdot \tau_{od})}$$

DOVE:

l = LUNGHEZZA DEL PANNELLO;

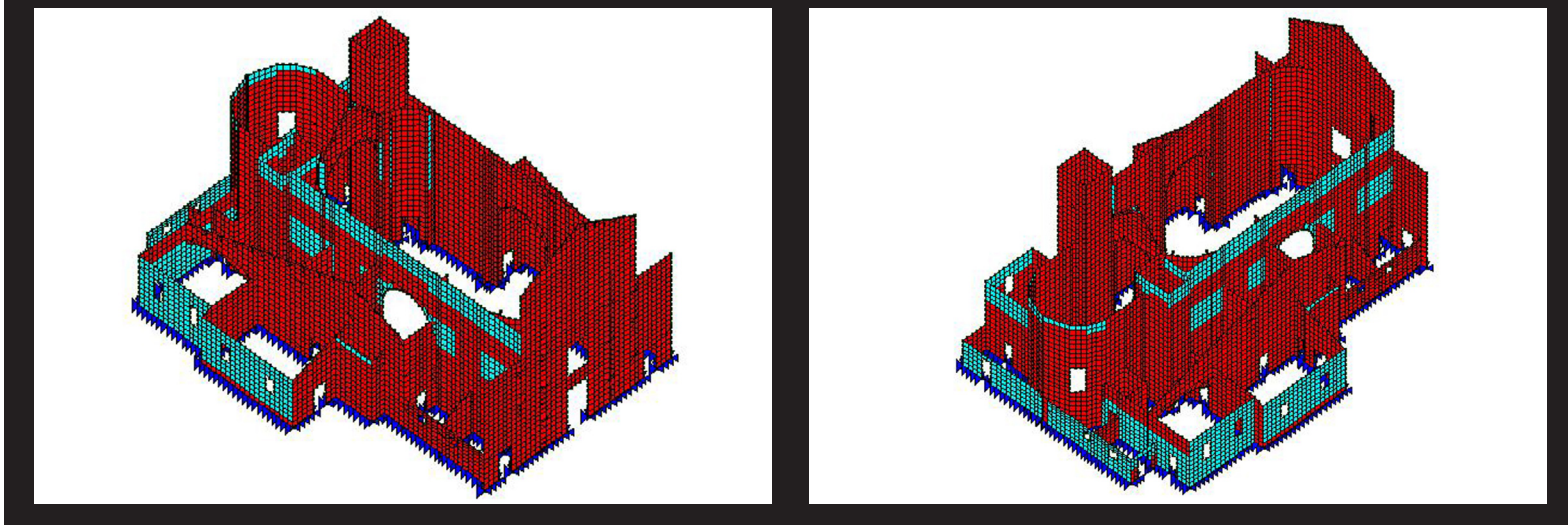
t = SPESSORE DEL PANNELLO;

σ_0 = TENSIONE NORMALE MEDIA, RIFERITA ALL'AREA TOTALE DELLA SEZIONE;

τ_{od} = RESISTENZA A TAGLIO DI RIFERIMENTO DELLA MURATURA

b = COEFFICIENTE DI FORMA LEGATO ALLA DISTRIBUZIONE DEGLI SFORZI SULLA SEZIONE, DIPENDENTE DALLA SNEL-

STATO GENERALE, COMPRENDE LE QUATTRO VERIFICHE EFFETTUATE.



LEZZA DELLA PARETE. LA NORMATIVA PROPONE DI UTILIZZARE VALORI DI b IN FUNZIONE DELLA SNELLEZZA $\lambda = h/L$ DEI PANNELLI, SECONDO LA RELAZIONE PROPOSTA INIZIALMENTE DA:

$$b = \begin{cases} 1.0 & \text{CON } \lambda < 1 \\ \lambda & \text{CON } 1 < \lambda < 1.5 \\ 1.5 & \text{CON } \lambda > 1.5 \end{cases}$$

LE VERIFICHE RISULTANO QUINDI SODDISFATTE SE:

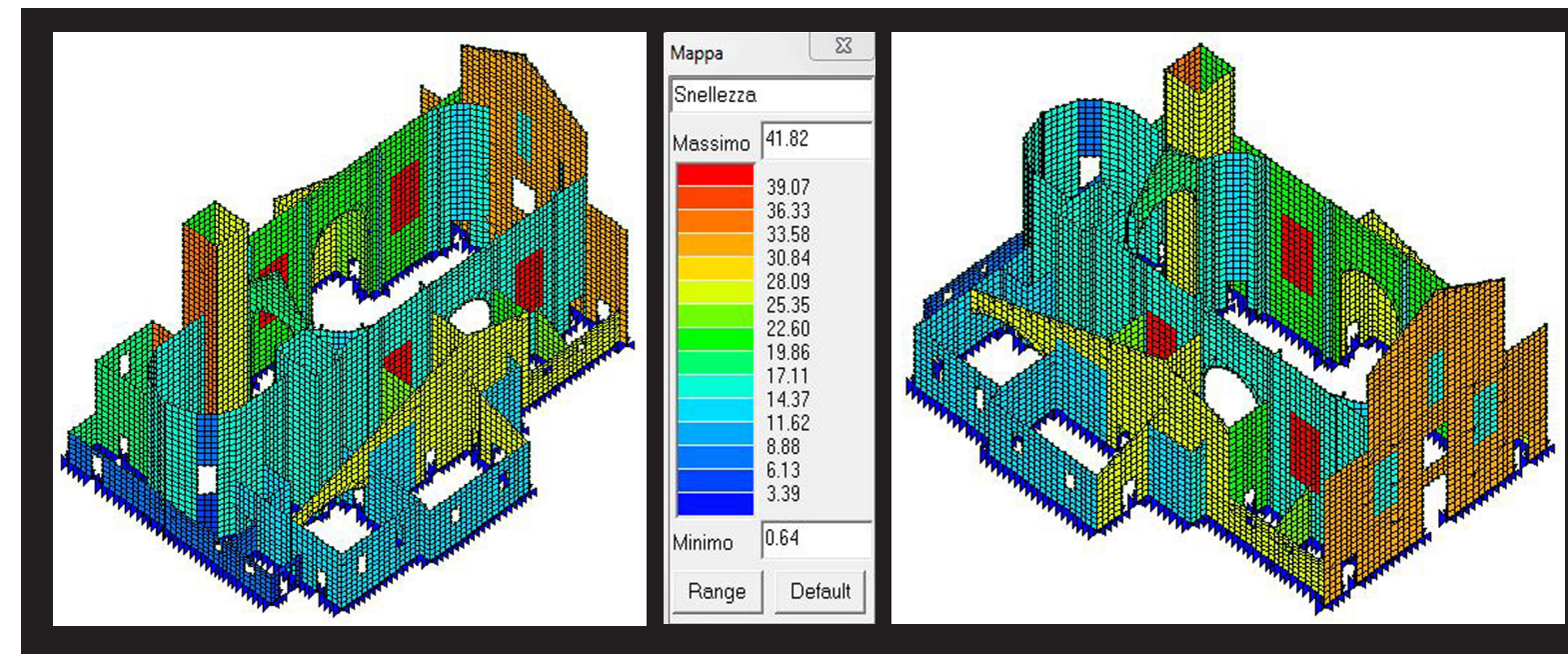
$$\begin{aligned} M_p/M_u &< 1 \\ M_o/M_u &< 1 \\ V/V_u &< 1 \end{aligned}$$

DALLE VERIFICHE EFFETTUATE CON PRO_SAP SI POSSONO NOTARE GLI ELEMENTI MAGGIORMENTE SOLLECITATI.

COME SI PUÒ VEDERE DALL'IMMAGINE A FIANCO LA MAGGIOR PARTE DELLA STRUTTURA RISULTA NON VERIFICATA RISPETTO AI PARAMETRI CHE DETTA LA NORMATIVA. SOLO GLI ELEMENTI IN AZZURRO RISULTANO VERIFICATI DA TUTTI E QUATTRO I CASI CHE SI ANDRANNO AD ANALIZZARE. PER CAPIRE IL MECCANISMO CHE PORTA LA STRUTTURA AL COLASSO, TUTTI GLI ELEMENTI VERRANNO POI ANALIZZATI NEL DETTAGLIO IN OGNI TIPOLOGIA DI VERIFICA.

LA STRUTTURA SARÀ VERIFICATA A:

- PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (S.L.U.)
- PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)
- PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)
- TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V)

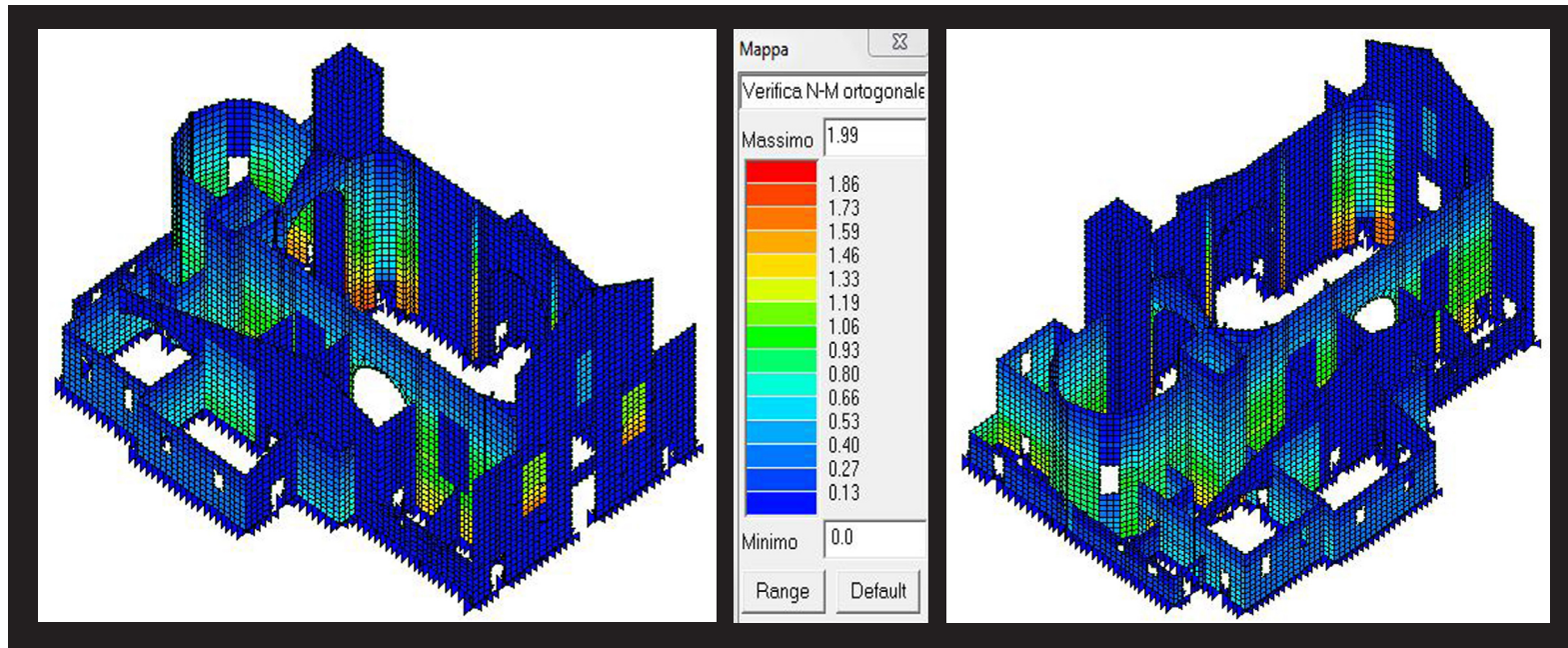


8.5.1. SNELLEZZA

LA SNELLEZZA PERMETTE DI VISUALIZZARE, TRAMITE MAPPA DI COLORE, I VALORI DI SNELLEZZA DELLE PARETI IN MURATURA; SE IL VALORE È SUPERIORE A 20 (COME DA NORMATIVA) LA PARETE RISULTA NON VERIFICATA.

SI OSSERVA COME MOLTE MURATURE RISULTINO SNELLE È NON VERIFICATE. QUESTI RISULTATI SONO CONSEGUENZA DEL FATTO CHE I SETTI MURARI RAGGIUNGONO ALTEZZE ELEVATE IN RAPPORTO ALLO

SPESSORE RELATIVAMENTE CONTENUTO DELLA SEZIONE MURARIA.

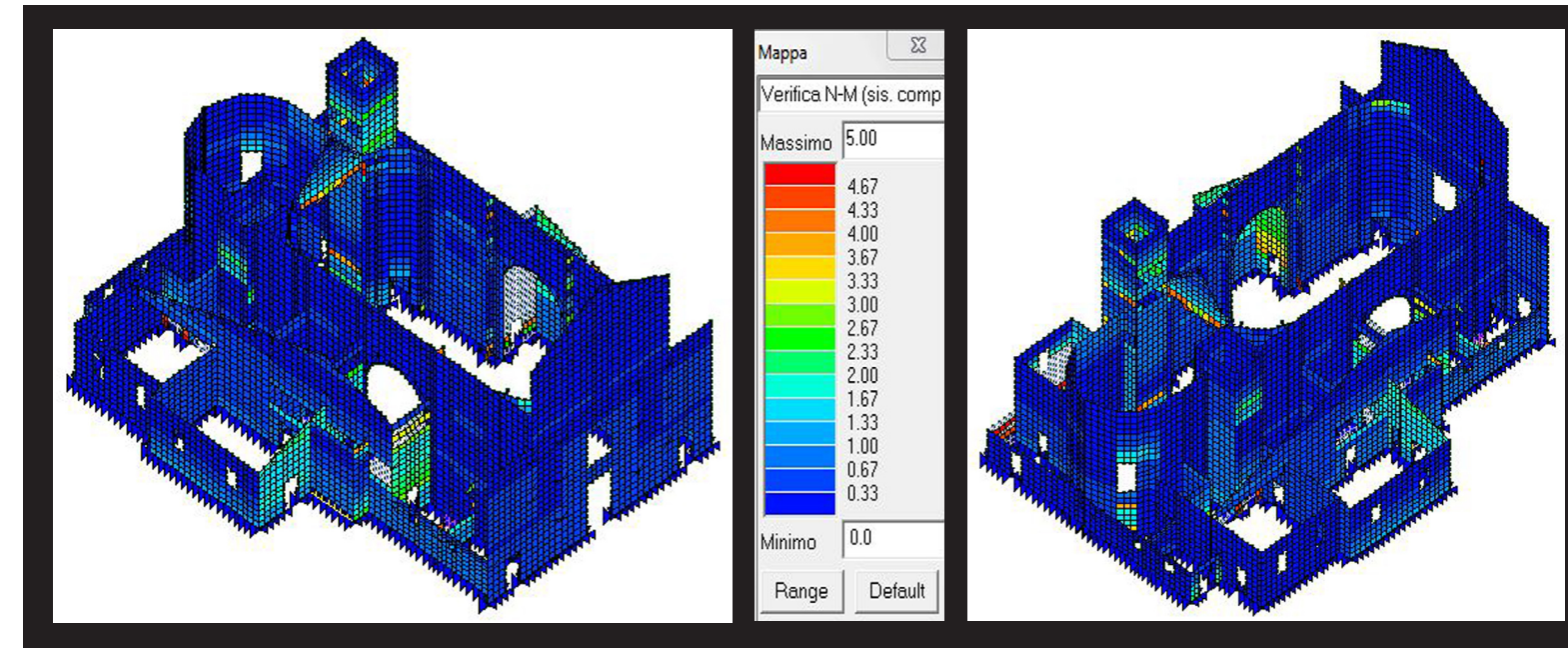


8.5.2. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (S.L.U.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO, SENZA CONSIDERARE L'AZIONE SISMICA, PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE, MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL RAPPORTO TRA IL CARICO NORMALE AGENTE E IL CARICO LIMITE DELLA MURATURA. SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA COME I MA-

SCHI MURARI NON SIANO VERIFICATI ALLA BASE, IN QUANTO SOSTENGONO BUONA PARTE DEL PESO DELLA STRUTTURA. MENTRE LE PARETI DEGLI EDIFICI ANNESSI ALLA CHIESA RISULTANO DI POCO NON VERIFICATE, LE PARASTE INTERNE LA NAVATA ED I MASCHI MURARI DELLA NAVATA, DELL'ABSIDE E DELL'ARCO TRIONFALE HANNO UNO STATO TENSIONALE CHE SUPERA QUASI DEL DOPPIO IL LIMITE SOPPORTATO DALLE MURATURE.

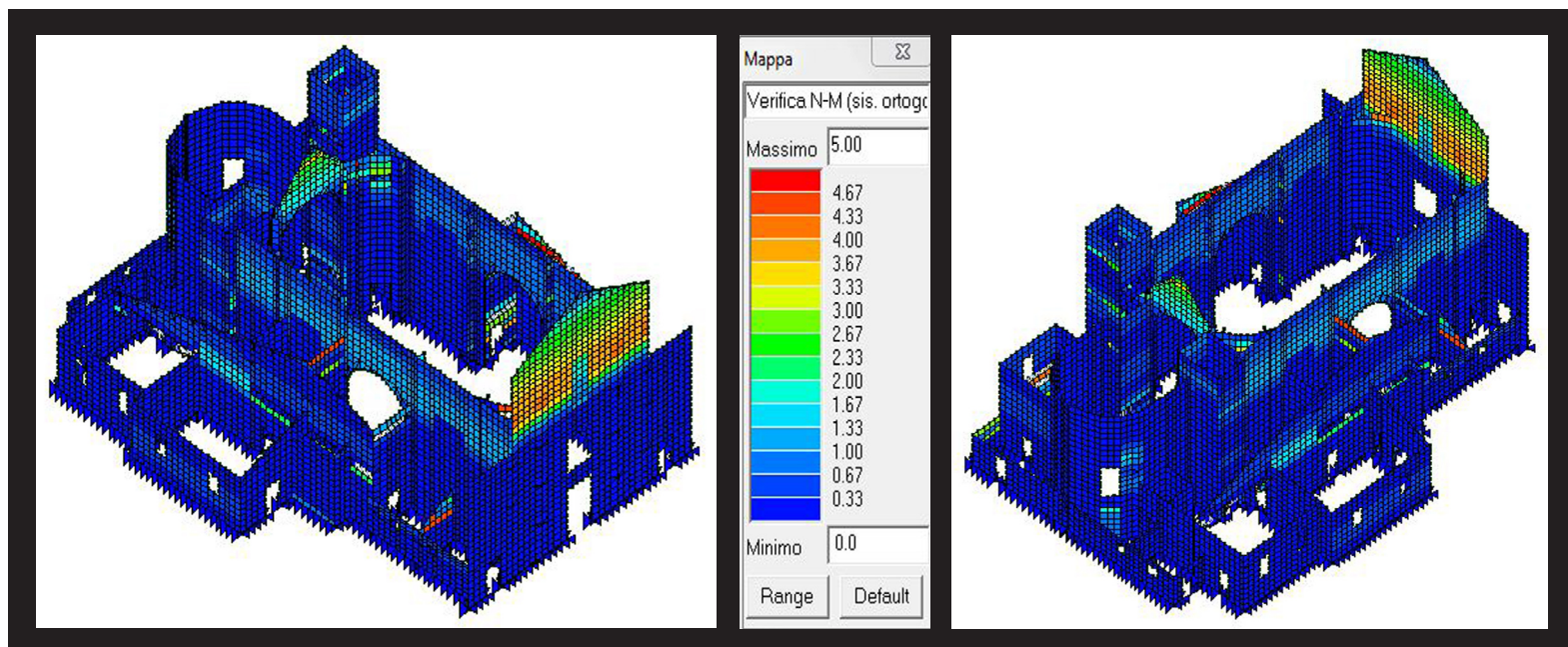


8.5.3. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO VALORE DEL RAPPORTO TRA IL MOMENTO AGENTE NEL PIANO DEL MURO E IL MOMENTO CORRISPONDENTE AL COLLASSO PER FLESSIONE, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA; SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SOD-

DISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE RISULTANO L'ARCO TRIONFALE, LE PARETI TRASVERSALI LA NAVATA, CONTENENTI LE CAPPELLE LATERALI, LA PARTE SOMMITALE DELLA TORRE CHE SI INNESTA CON L'ARCO TRIONFALE E LE ZONE DELL'ABSIDE COMPREDENTI LE APERTURE.

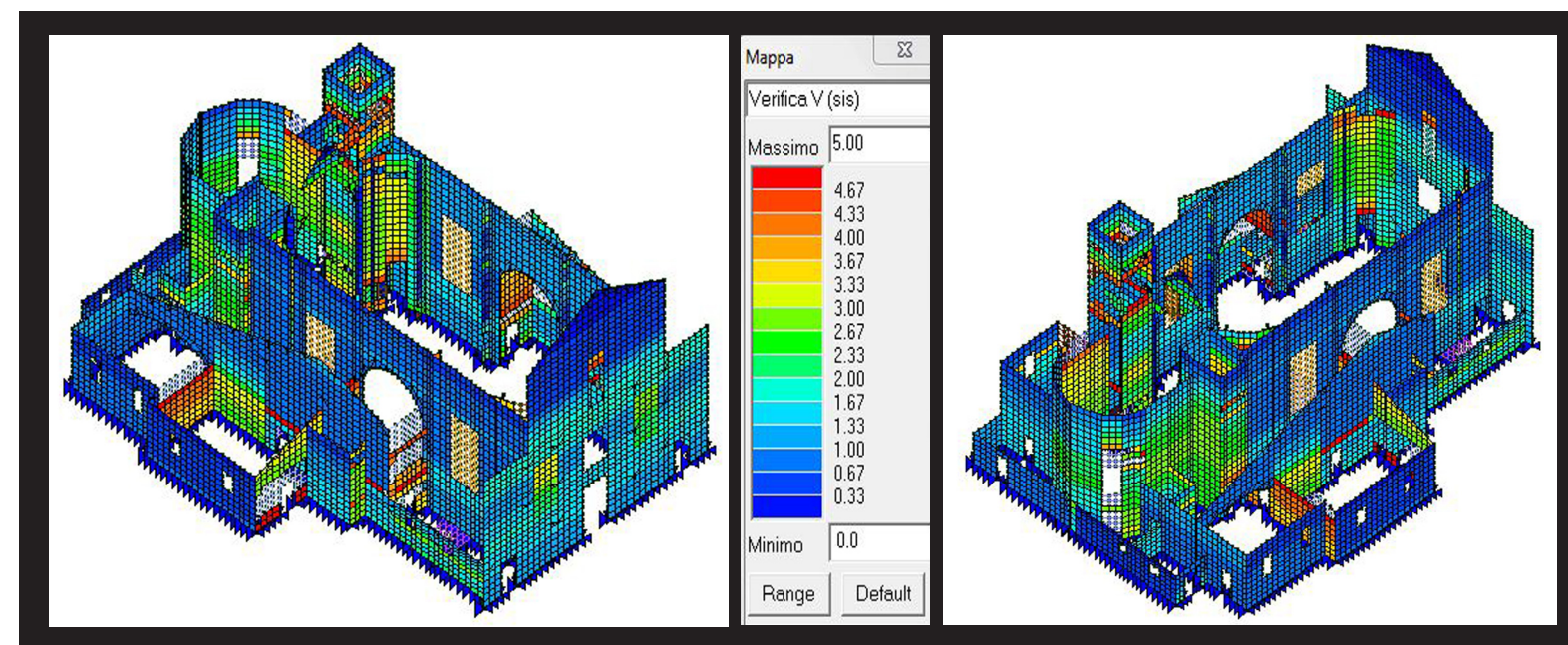


8.5.4. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO RAPPORTO TRA IL MOMENTO AGENTE PERPENDICOLARE AL PIANO DEL MURO E IL MOMENTO CORRISPONDENTE AL COLLASSO PER FLESSIONE, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA;

SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA CHE LE AREE PIÙ SOLLECITATE SONO LE PARTI SUPERIORI DELL'ARCO TRIONFALE E DELLA FACCIATA E GLI ELEMENTI TRASVERSALI ALLA NAVATA, CONTENENTI LE CAPPELLE LATERALI. QUESTO TIPO DI SOLLECITAZIONE PRESUPPONE DEI RIBALTAMENTI FUORI DAL PIANO DEGLI ELEMENTI SOPRACITATI.



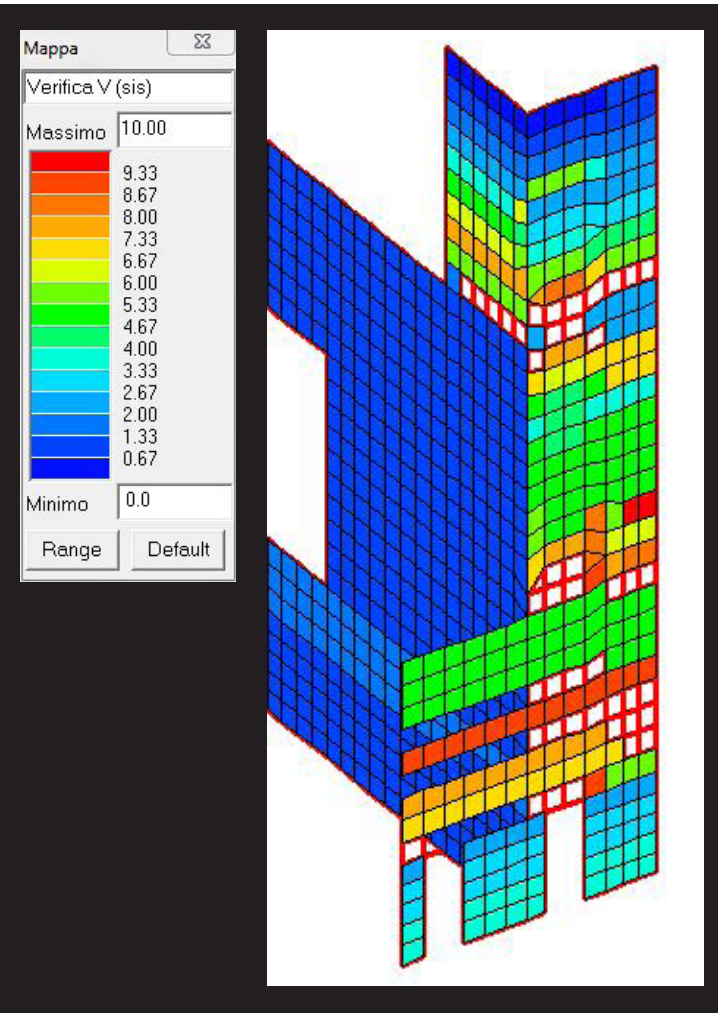
8.5.5. VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO RAPPORTO TRA IL TAGLIO NEL PIANO DEL MURO E IL TAGLIO ULTIMO, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA; SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI PUÒ NOTARE CHE QUASI TUTTA LA STRUTTURA RISULTA

NON VERIFICATA AL TAGLIO, ESSENDO LA MURATURA POCO RESISTENTE A QUESTO TIPO DI SFORZO. IN PARTICOLARE SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE RISULTANO LE MURATURE DELLA ZONA ABSIDALE, DELL'ARCO TRIONFALE, DEL CAMPANILE, E DELLE PARETI TRASVERSALI LA NAVATA, CONTENENTI LE CAPPELLE LATERALI.

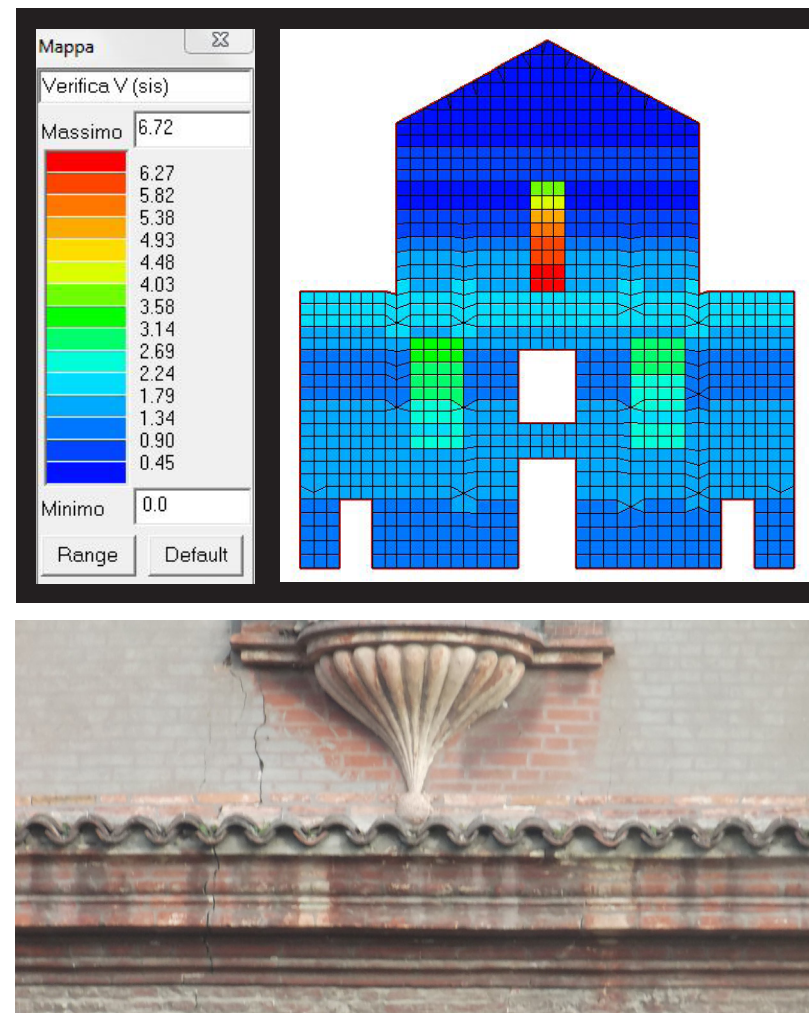
COMPARAZIONE TRA MODELLO E DANNO EFFETTIVO - CAMPANILE



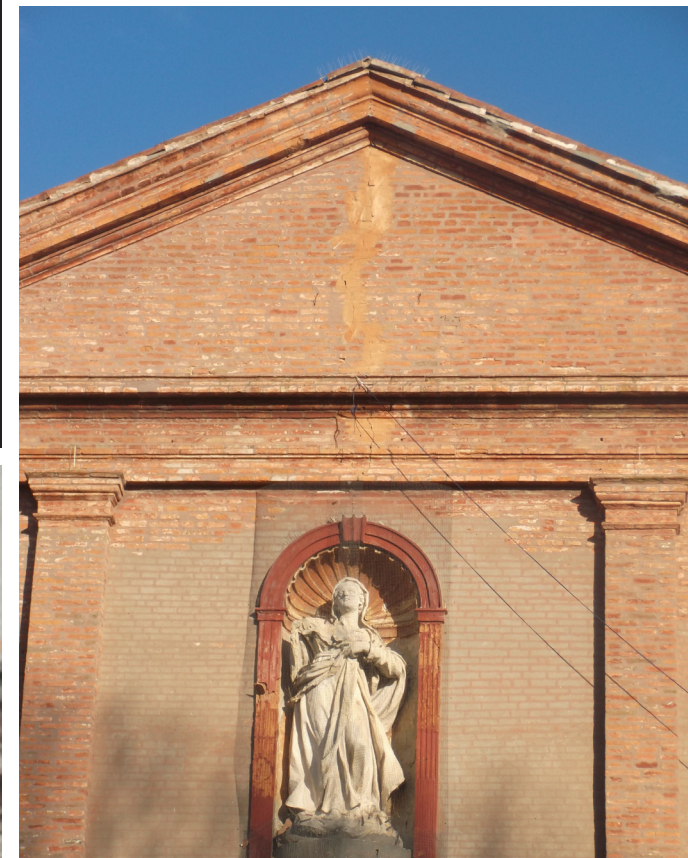
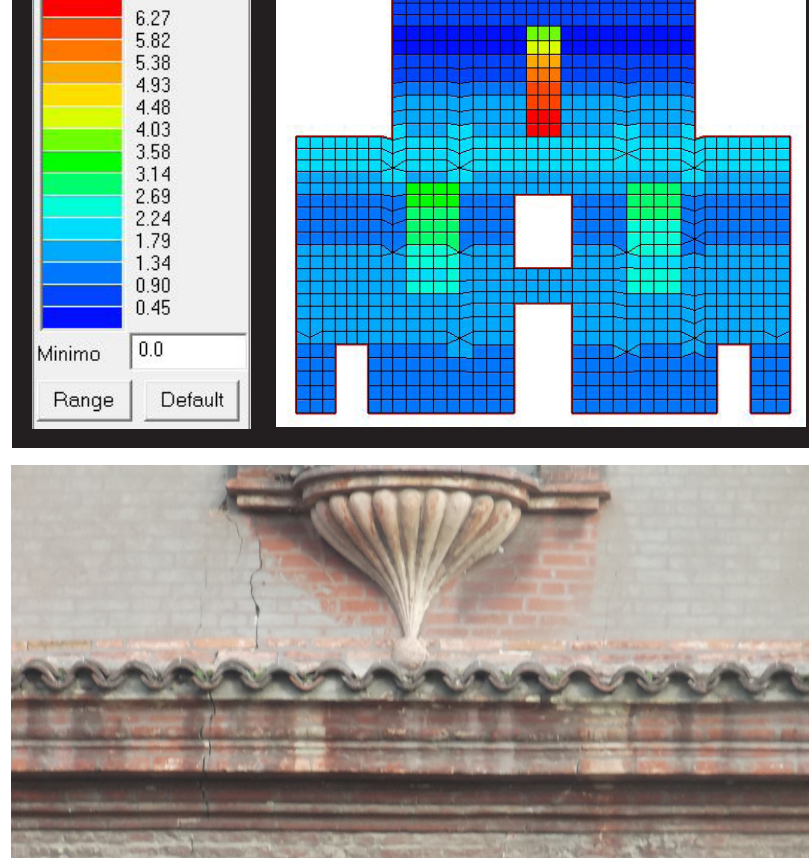
COME DA VERIFICHE EFFETTUATE SI POSSONO RISCOTRARE LESIONI AL CAMPANILE AVVENUTE PER SOLLECITAZIONE A TAGLIO.



COMPARAZIONE TRA MODELLO E DANNO EFFETTIVO - FACCIATA



COME DA VERIFICHE EFFETTUATE SI PUÒ RISCOTRARE UNA LESIONE VERTICALE IN FACCIATA CHE PARTE DAL CENTRO DEL TIMPANO AVVENUTA PER SOLLECITAZIONE A TAGLIO.



CHIESA SANTI FILIPPO E GIACOMO APOSTOLO A RAVALLE DI FERRARA

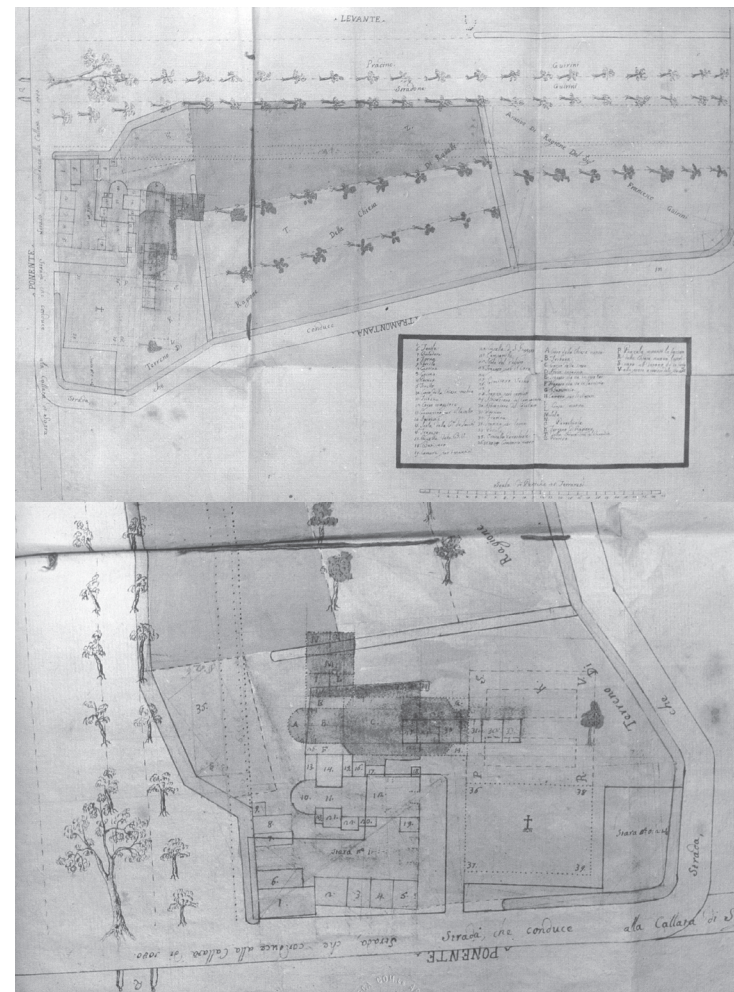


FIG. 151. RAVALLE, ARCHIVIO PARROCCHIALE, PIANTE DELLA CHIESA NUOVA E VECCHIA, DELLA CANONICA E DEI TERRENI E DELLE STRADE PROSPICIENTI A ESSE

9.1. CENNI STORICI

RAVALLE SI TROVA SUL CONFINE OCCIDENTALE DEL COMUNE DI FERRARA, AL PIEDE DEGLI ALTI ARGINI DEL PO. LA SUA ORIGINE È MOLTO ANTICA. INFATTI LUDOVICO ANTONIO MURATORI SCOPRÌ UN DOCUMENTO AUTENTICO CON DATA DEL 3 MAGGIO 903 IN CUI SI NOMINAVA RAVALLE.

NEL 1432 IL PAESE E LA SUA CHIESA SONO STATI ERETTI A PARROCCHIA INTITOLATA A S. GIACOMO.

NEL 1784 LA CHIESA, UN SECOLO PRIMA DEFINITIVAMENTE INTITOLATA AI SANTI FILIPPO E GIACOMO APOSTOLI, È CADUTA PER VETUSTÀ E IN QUELLO STESSO ANNO IL PARROCO DON PERELLI HA COMINCIATO LA RICOSTRUZIONE AFFIDANDO IL DISEGNO E L'ESECUZIONE ALL'ARCHITETTO MASSIMINO BASEGGIO, CHE AVEVA GIÀ COLLABORATO ALLA COSTRUZIONE DELLA CHIESA DI VIGARANO PIEVE. LA POPOLAZIONE HA LARGAMENTE PARTECIPATO CON COPIOSE OFFERTE PERCHÈ I LAVORI GIUNGESSERO A TERMINE.

APPENA ULTIMATA, NEL 1796 LE TRUPPE FRANCESI LA DEVASTARONO. E' STATA RESTAURATA SUBITO DOPO, CONSERVANDO LE SUE BELLE LINEE SETTECENTESCHE. LA FACCIATA SI PRESENTA SECONDO UN MODELLO CHE GIÀ PRELUDE ALLO

STILE NEOCLASSICO. ACCANTO ALL'ATTUALE ABSIDE SORGE ANCORA L'ANTICO ABSIDE DELLA CHIESA QUATTROCENTESCA.

LA CHIESA DI RAVALLE OCCUPA UN POSTO DI RILIEVO NELLA STORIA DELL'ARCHITETTURA FERRARESE DEL '700, RAPPRESENTANDONE UN INTERESSANTE E ORIGINALE ESEMPIO.

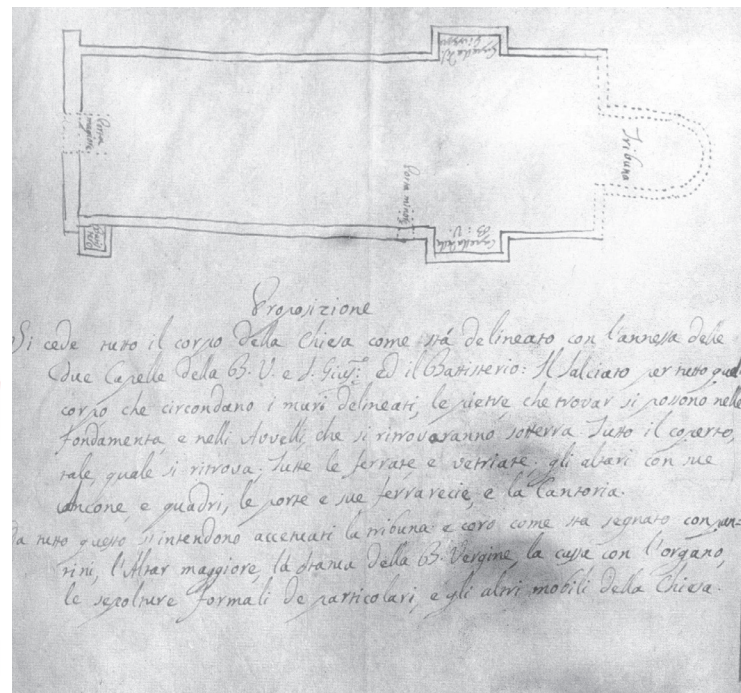


FIG. 152. RAVALLE, ARCHIVIO PARROCCHIALE, DISEGNO PERIMETRALE DELLA VECCHIA CHIESA, 1785

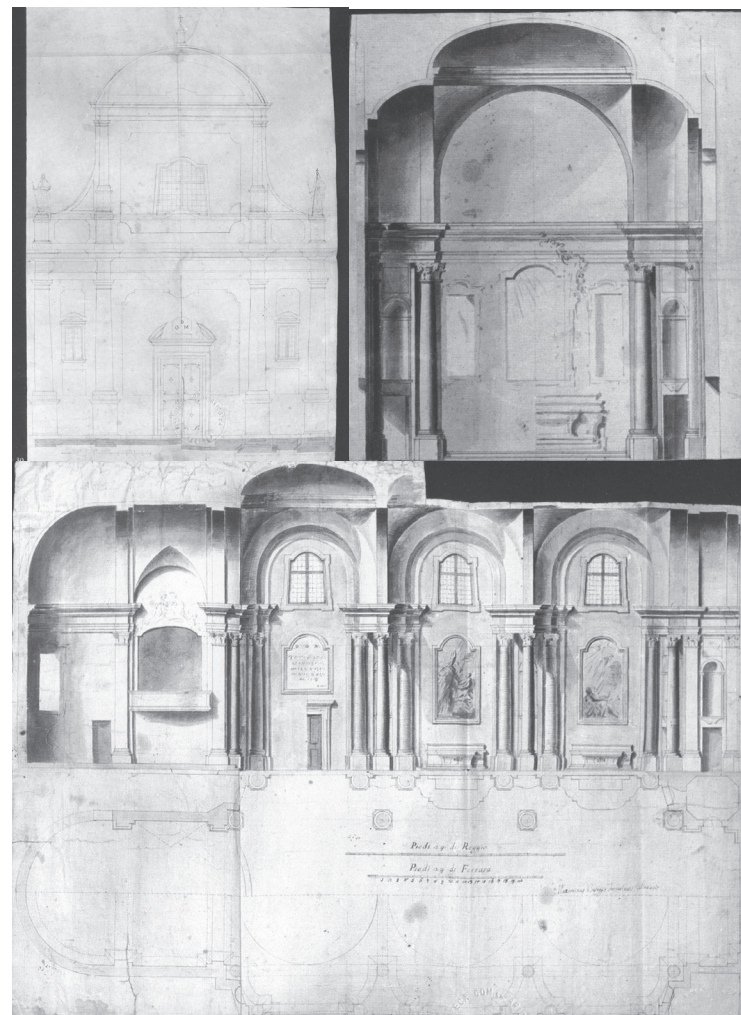


FIG. 153. RAVALLE, ARCHIVIO PARROCCHIALE: DISEGNO DELLA FACCIATA E DEGLI INTERNI DELLA NUOVA CHIESA ESEGUITI DAL BASSEGGIO



FIG. 154-155. VEDUTE GENERALI DELL'INTERNO DELLA CHIESA

9.2. DESCRIZIONE

NEL DISEGNARE LA CHIESA, IL BASEGGIO SI ISPIRÒ A MISURE MULTIPLE DEL NUMERO TRE: LUNGA 45M, LARGA 15M, LE ARCADE MISURANO 9M, LA NAVATA È DIVISA IN TRE QUADRILATERI: IL PRESBITERIO-CORO È LUNGO 15M E LARGO 6M. LA CHIESA PARROCCHIALE DI RAVALLE HA UNA FORMA INSOLITA RISPETTO AGLI ALTRI EDIFICI DI CULTO SORTI NELLA PIANURA PADANA. PLANIMETRICAMENTE RICORDA LE PIEVI MEDIOEVALI, CON LE LORO TIPICHE NAVATE CONTRADDISTINTE DA COLONNATI IN PIETRA, MA A DIFFERENZA DI QUELLE CHIESE, QUELLA DI RAVALLE HA UNA GRANDE NAVATA CENTRALE CHE DIMENSIONALMENTE È GRANDE COME L'ABSIDE E DUE PICCOLE NAVATELLE LATERALI. LE NAVATELLE IN REALTÀ CONTENGONO GLI ALTARI LATERALI, PERTANTO RISULTANO ESSERE MOLTO STRETTE. L'ALTRA COSA INSOLITA STA NEL FATTO CHE NON PARTONO DALLA FACCIATA PER FINIRE IN UN TRANSETTO O IN QUALCHE SPAZIO DEFINITO ORTOGONALMENTE A LORO, MA PARTONO E FINISCONO CON DEI MURI E PORTANO IN SPAZI SECONDARI. LE DUE NAVATELLE SONO GRANDI CIRCA UN TERZO DELLA NAVATA CENTRALE E, ALTRO FATTO INSOLITO, LA COPERTURA È LA MEDESIMA SU TUTTE LE NAVATE, NON VI SONO NE RIBASSAMENTI DELLO SPAZIO, NE CAMBIAMENTI NELLA TIPOLOGIA DEI SOLAI O DELLE VOLTE. GLI OTTO GRANDI PILASTRI INTERNI DEL DIAMETRO DI CIRCA 0,70 METRI, SOSTENGONO UN SISTEMA DI

ARCHI CHE DETERMINANO DELLO SPAZIO INTERNO TRE GRANDI QUADRATI AVENTI DIMENSIONI DEL LATO DI CIRCA 8,30 METRI. LO SPAZIO ANTECEDENTE IL PRESBITERIO È SORMONTATO DA UNA CUPOLA RIBASSATA CHE SLANCIA LO SPAZIO. L'ABSIDE È DEFINITO STRUTTURALMENTE SOLO NELLA PARTE FINALE, OVVERO QUELLA DI FORMA SEMICIRCOLARE. IL PRESBITERIO CONTENENTE L'ALTARE MAGGIORE NON SI RESTRINGE RISPETTO ALL'AULA, ANCHE SE PROSPETTICAMENTE NON SI AVVERTE QUESTO, INFATTI IL PROGETTISTA HA POSTO DUE MURI A CHIUSURA DELLE NAVATELLE, CHE DANNO LA SENSAZIONE DI UNA RESTRINGIMENTO DELLO SPAZIO. LE MURATURE PERIMETRALI CORRONO RETTILINEE DALLA FACCIATA FINO AL FONDO DELLA CHIESA E SU DI ESSE SI TROVANO QUATTRO GRANDI APERTURE PER OGNI LATO CHE PERMETTONO L'ILLUMINAZIONE DELLO SPAZIO INTERNO. LE VOLTE CHE SOVRASTANO LA CHIESA SONO IN INCANNUCCIATO E INTONACATE ALL'INTERNO. SONO PRESENTI INFATTI CENTINATURE LIGNEE ALL'ESTRADOSSO CHE PERMETTONO LA STABILITÀ DI QUESTE VOLTE CHE NON ESSENDO STRUTTURALI HANNO IL COMPITO DI PORTARE SOLO IL LORO PESO E QUELLO DELL'INTONACO. LA COPERTURA È LIGNEA ED HA UNA GEOMETRIA MOLTO PARTICOLARE, ESSA INFATTI, È REALIZZATA IN TRE PARTI, DUE CON UNA QUOTA DI GRONDA PIÙ BASSA, MENTRE LA TERZA, LA CENTRALE, È PIÙ ALTA. LE TRE PARTI SONO STATE RACCORDATE DA FALDE INCLINATE CHE RISULTANO AVERE GEOMETRIE ABBASTANZA COMPLICATE ED INUSUALI.



FIG. 156-157. VEDUTE DELLE VOLTE INTERNE DELLA CHIESA



FIG. 158-159. VEDUTE DELLE VOLTE DELLE NICCHIE INTERNE DELLA CHIESA

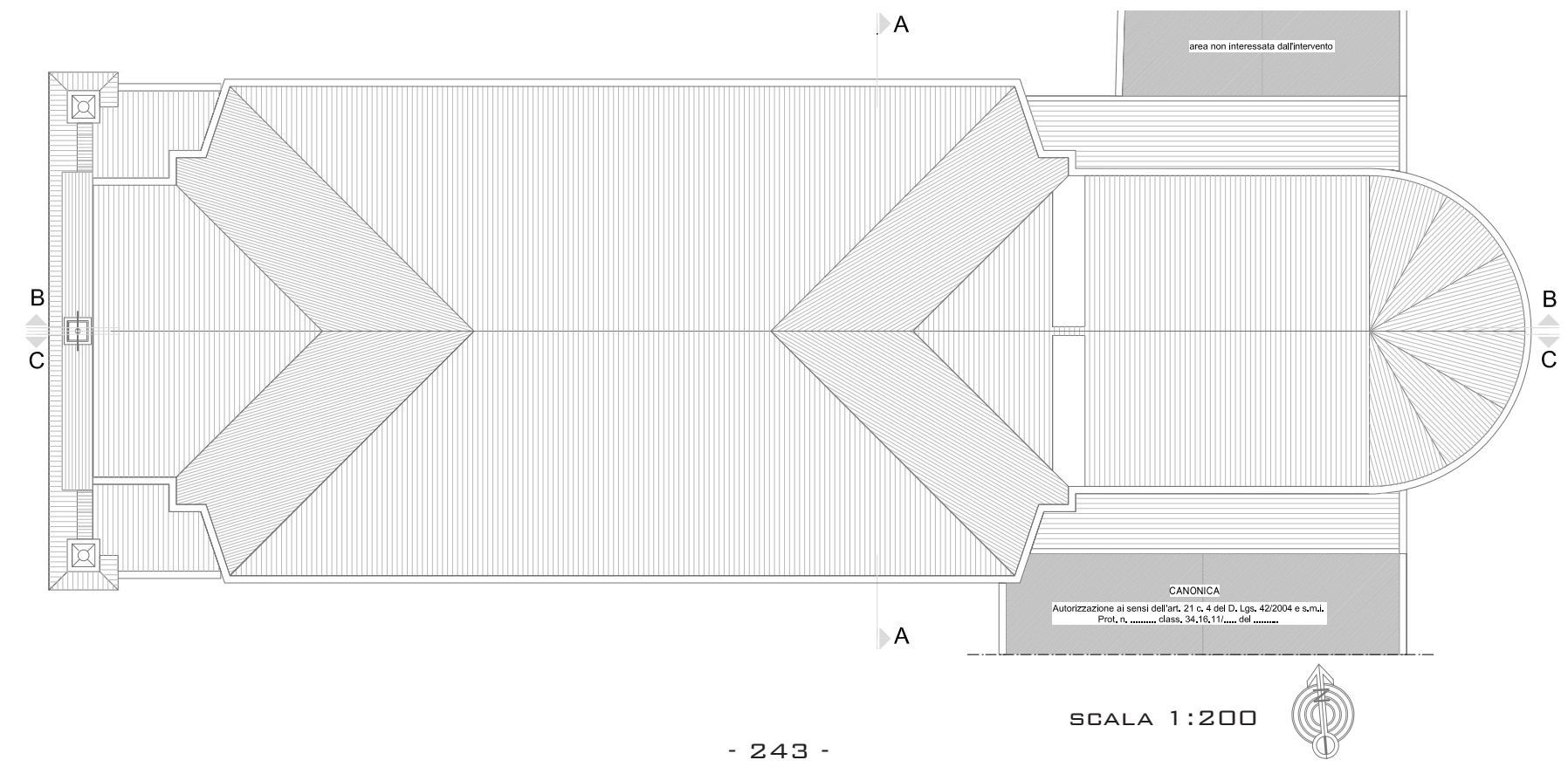
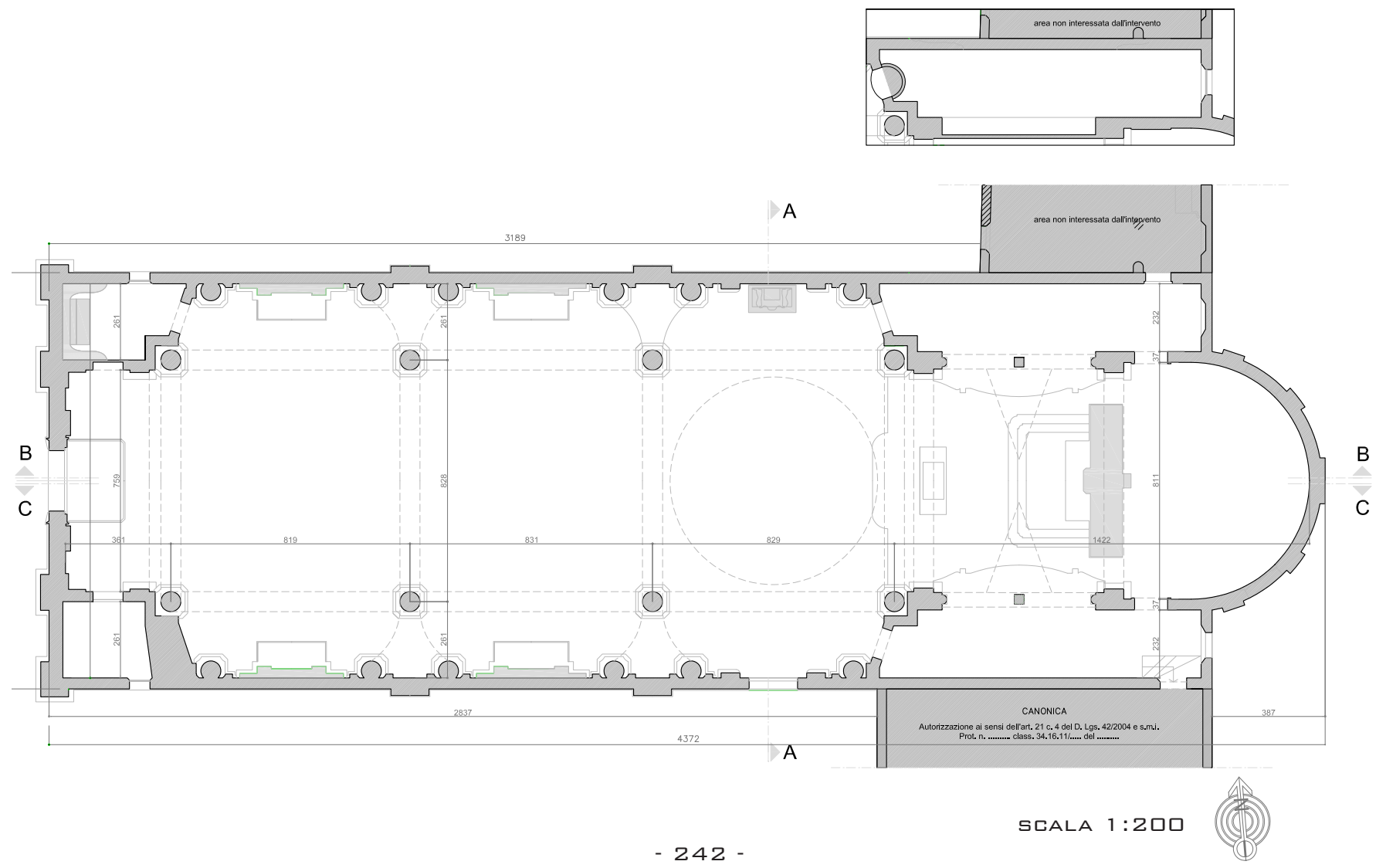
L'ALTEZZA INTERNA DELLA CHIESA È ABBASTANZA COSTANTE, RAGGIUNGENDO I 13,76 METRI, L'UNICO PUNTO DI DISCONTINUITÀ È RAPPRESENTATO DALLA CUPOLA, DOVE L'ALTEZZA È DI 16,71 METRI.

INTERNAMENTE LA CHIESA PRESENTA DECORAZIONI DI LESENE DI ORDINE COMPOSITO SULLE QUALI SONO PRESENTI FREGIO E TRABEAZIONE. LA TRABEAZIONE COSTITUITA DA STUCCHI HA UN ANDAMENTO RETTILINEO, TRANNE SOPRA GLI ALTARI LATERALI, DOVE ESSA VIENE CURVATA E SI TROVA AD AVERE LA FORMA DI UN ARCO A SESTO RIBASSATO.

LA FACCIATA DI STILE NEOCLASSICO È LARGA 15,11 METRI, E RAGGIUNGE UN'ALTEZZA DI 19,41 METRI. NELLA FACCIATA SONO PRESENTI DUE ORDINI DI PARASTE, QUELLO INFERIORE DORICO, POSTO DI UN'ALTO BASAMENTO, ALL'INTERNO DEL QUALE È INQUADRATO IL GRANDE PORTONE DI ACCESSO SORMONTATO DA UN TIMPANO SPEZZATO. L'ORDINE SUPERIORE È ANCH'ESSO DORICO MA MOLTO ANOMALO, LE LESENE HANNO DUE BASAMENTI MOLTO ALTI E PERTANTO RISULTANO ESSERE MOLTO CORTE E POCO SLANCIATE, ESSE NON RISPETTANO INFATTI I CANONI E LE PROPORZIONI DELL'ARCHITETTURA CLASSICA. L'ORDINE SUPERIORE CONTIENE UNA TRABEAZIONE, E SU DI ESSA È PRESENTE IL TIMPANO, ANCH'ESSO MOLTO ATIPICO, DI FORMA SEMICIRCOLARE. IN FACCIATA SONO PRESENTI DUE PINNACOLI AL LIVELLO DEL SECONDO ORDINE.

PIANTA DELL'ATTACCO A TERRA

PIANTA DELLA COPERTURA



ALLEGATO 13



FIG. 160. PARTICOLARE DELLE LESIONI IN CORRISPONDENZA DELLE APERTURE SULLE MURATURE LONGITUDINALI

9.3. RILIEVO DEI DANNI

IL SISMA DEL MAGGIO 2012 HA COLPITO LA CHIESA IN PIÙ PARTI. SI NOTANO DIVERSE FESSURE LUNGO LE PARETI LATERALI, ANCHE SE DI ENTITÀ LIEVE. VI SONO INFATTI FESSURE IN CORRISPONDENZA DI QUASI TUTTE LE APERTURE E A CIRCA TRE METRI DALLA FACCIATA. NEL PROSPETTO SUD NOTIAMO UN QUADRO LEGGERMENTE PEGGIORE. INFATTI LE FESSURAZIONI CHE INTERESSANO IL SETTO MURARIO SONO IN NUMERO MAGGIORE, ANCHE SE NON GRAVI. SI NOTANO INFATTI CAVILLATURE SOPRA LA PORTA LATERALE DI ACCESSO ALL'EDIFICIO, SOMMATE A QUELLE PRESENTI SULLA PICCOLA APERTURA A RIDOSSO DELLA FACCIATA.

LE LESIONI PRESENTI AMBO I LATI IN CORRISPONDENZA DELLE FINESTRE, PARTONO DAGLI ARCHI DI SCARICO E PROSEGUONO VERSO IL BASSO PER CIRCA 2,5 METRI, CON UNA INCLINAZIONE DI 5-10°.

LE FESSURAZIONI A RIDOSSO DELLA FACCIATA SI FORMANO IN CORRISPONDENZA DELL'UNIONE DI DUE MURI GIACENTI SU PIANI DIVERSI. QUESTO ANGOLO VA ROMPERE LA CONTINUITÀ DEL MASCHIO MURARIO, CREANDO COSÌ UNA DEBOLEZZA STRUTTURALE. QUESTA LESIONE È PRESENTE SIA SULL'AFFACCIO A NORD, CHE SU QUELLO A SUD.

L'ABSIDE RISULTA QUASI INTATTO, TUTTAVIA, SI TROVA UNA LIEVE FESSURA CHE PARTE DAL CENTRO DI UNA DELLE FINESTRE E SALE PER CIRCA 2 METRI CON UN INCLINAZIONE DI 45°.

IN FACCIATA NON VI SONO PARTICOLARI LESIONI, LE UNICHE LESIONI VISIBILI SONO QUELLE PRESENTI SUI DUE PINNACOLI, ESSI INFATTI PRESENTANO UNA LESIONE PASSANTE A CIRCA DUE TERZI DELL'ALTEZZA.

INTERNAMENTE LE LESIONI SONO ABBASTANZA CONTENUTE. SI RISCOVRA IN FATTI LEGGERE LESIONI NEI PUNTI DI RACCORDO TRA LE MURATURE PERIMETRALE E LE VOLTE IN INCANNUCCIATO. SI NOTANO DELLE FESSURAZIONI DI BREVE LUNGHEZZA SULLE FINESTRE CHE SI INCONTRANO APPENA ENTRATI NELL'EDIFICIO.



FIG. 161. LESIONI AI PINNACOLI DELLA FACCIATA



FIG. 162. LESIONI IN CORRISPONDENZA DELLE APERTURE SULLE MURATURE LONGITUDINALI

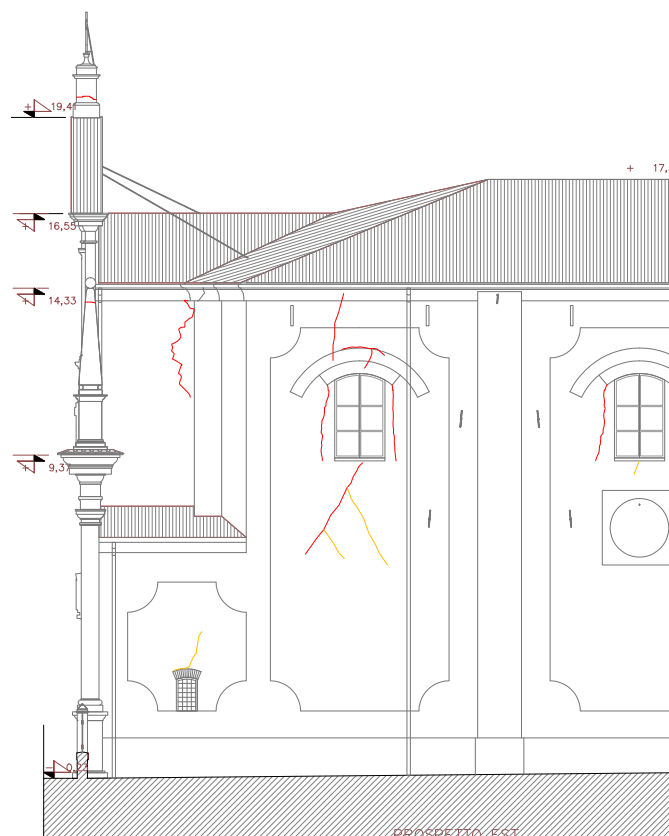
SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI
N° 6 MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI

DAL QUADRO FESSURATIVO PRESENTE NEL PROSPETTO SUD DELLA CHIESA DI RAVALLE, SI NOTANO DIVERSE LESIONI IN CONCOMITANZA DELLA PRIMA FINESTRA CHE SI TROVA DOPO LA FACCIATA. A DIFFERENZA DELLE LESIONI RILEVATE A RIDOSSO DELLE ALTRE APERTURE, QUESTE MOSTRANO CHIARAMENTE L'INSORGENZA DI MECCANISMI DI TAGLIO SIA SOPRA CHE SOTTO L'APERTURA. SI NOTA MOLTO BENE COME LA LESIONE PIÙ GRANDE PARTA DAL CENTRO DELLA PARETE SOTTO L'APERTURA, CON ANDAMENTO DIAGONALE AVENTE UN'ANGOLAZIONE DI CIRCA 45°. DA QUESTA FESSURA, SE NE STACCANO ALTRE DUE, CHE HANNO UN'ANDAMENTO QUASI PERPENDICOLARE A QUELLA SOPRA DESCRITTA. TUTTAVIA QUESTE DUE LESIONI SONO DI MODESTA ENTITÀ, PERTANTO HANNO UNA GRAVITÀ MINORE RISPETTO A QUELLA PRINCIPALE. LA MURATURA VIENE PORTATA A ROTTURA PER AZIONI DI TAGLIO, FORMANDO FESSURAZIONI DIAGONALI NELLA PARETE. SI TROVANO FESSURE ANCHE SOPRA L'APERTURA, LE QUALI PARTONO DAGLI ARCHI DI SCARICO PER RAGGIUNGERE IL CORNICIONE SOPRASTANTE.

PRESIDI ANTISISMICI:

INDICATORI DI VULNERABILITÀ:

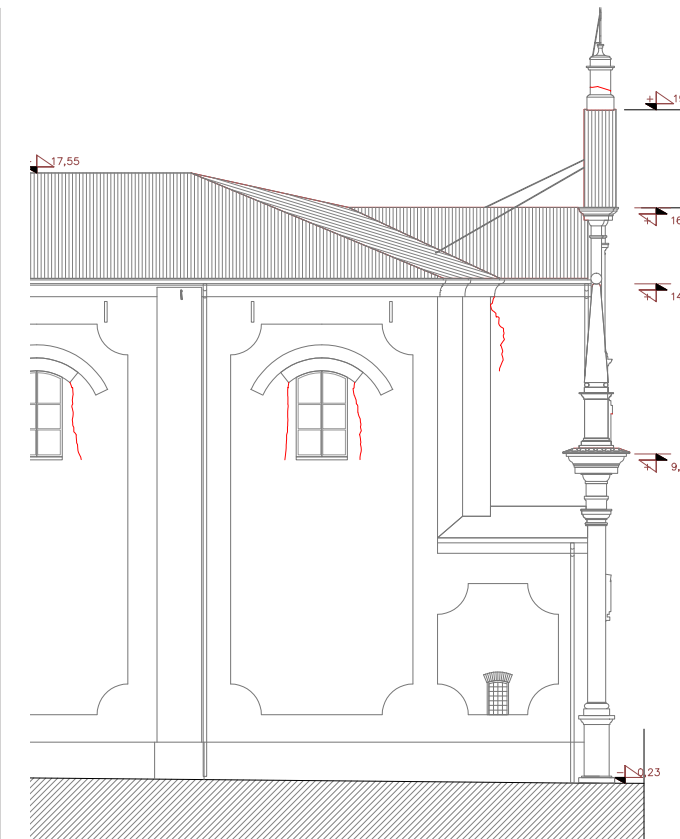
PRESENZA DI GRANDI APERTURE O DI AMPIE ZONE CON MURATURA DI LIMITATO SPESSORE.



SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI
N° 25 MECCANISMI IN PRESENZA DI INTERAZIONI PLANOALTIMETRICHE

PRESIDI ANTISISMICI:

INDICATORI DI VULNERABILITÀ:



TRA LE LESIONI PIÙ SIGNIFICATIVE CHE LA CHIESA PARROCCHIALE DI RAVALLE HA SUBITO, SI OSSERVANO DELLE FESSURAZIONI IN CORRISPONDENZA DI UNA DISCONTINUITÀ STRUTTURALE NEI MURI PERIMETRALI. QUESTI SETTI MURARI, AD UNA DISTANZA DI 2,73 METRI DALLA FACCIATA SONO RACCORDATI CON DEI MURI POSTI DIAGONALMENTE, ALLA MURATURA PERIMETRALE DELL'AULA. QUESTO FA SÌ CHE VI SIA UNA DISCONTINUITÀ STRUTTURALE CHE INDIVIDUA UN PUNTO DI DEBOLEZZA. SI NOTA MOLTO BENE COME LE LESIONI ABBIANO UN ANDAMENTO PRESSOCHÉ VERTICALE, PARTENDO DALLA GRONDA E SCENDENDO PER CIRCA 2,90 METRI. LA LESIONE SEGUE L'ANDAMENTO DEI MATTONI E PERTANTO L'ANDAMENTO NON È PERFETTAMENTE RETTILINEO. LE CAUSE DI QUESTE FESSURAZIONI POSSONO ESSERE DOVUTE AD UNA CONCENTRAZIONE DI CARICO IN QUESTI PUNTI, OPPURE AD UNO SCARSO AMMORSAMENTO DEI PARAMENTI MURARI.

ALLEGATO 14

ALLEGATO 15

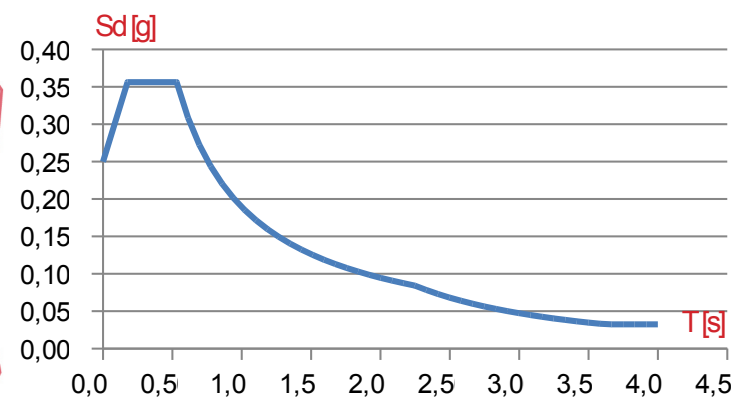
9.4. ANALISI MODALE CON SPETTRO DI RISPOSTA

L'ANALISI MODALE È STATA EFFETTUATA UTILIZZANDO LO SPETTRO DI PROGETTO DA NTC2008 DEL COMUNE DI FERRARA DI CUI RAVALLE È UNA FRAZIONE. E' STATO QUINDI USATO IL MASSIMO SISMA CHE POTREBBE PRESENTARSI IN QUELL'AREA, SEMPRE CONSIDERANDO CHE LA NORMATIVA INDICA VALORI PER LA PROGETTAZIONE A FAVORE DI SICUREZZA. IN REALTÀ, NEL COMUNE DI PEGOGNAGA, LA SERIE DI EVENTI SISMICI AVVENUTI NEL MAGGIO DEL

2012 PRESENTANO VALORI DI ACCELERAZIONE DI PICCO MINORI, A CAUSA DELLA DISTANZA DALL'EPICENTRO. QUINDI I DANNI REALMENTE AVVENUTI PRESENTANO CARATTERI QUALITATIVAMENTE CONFRONTABILI CON LE ANALISI, MA QUANTITATIVAMENTE ATTENUATI.

L'ANALISI MODALE PUÒ ESSERE UTILIZZATA PER STIMARE I MODI PRINCIPALI DI VIBRAZIONE DELLA STRUTTURA NELLE DUE DIREZIONI (X E Y) E LE CORRISPONDENTI MASSE PARTECIPANTI. GLI EFFETTI DI TALI MODI SARANNO POI SOVRAPPosti NEL CORSO DELL'ANALISI DINAMICA LINEARE. DATA

SPETTRO DI RISPOSTA DI PROGETTO NTC2008 FERRARA



PARAMETRI INDIPENDENTI		PARAMETRI DIPENDENTI	
ag	0,162 g	S	1,543
Fo	2,567	η	0,556
Tc*	0,276 s	Tb	0,177 s
Ss	1,543	Tc	0,531 s
Cc	1,924	Td	2,248 s
St	1,000		
q	1,800		

TAB. 10. SPETTRO DI RISPOSTA DI PROGETTO DA NTC2008 DEL COMUNE DI FERRARA DI CUI RAVALLE È UNA FRAZIONE

LA GEOMETRIA DEI MANUFATTI, SI ESCLUDONO DALLE ANALISI I MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE VERTICALE.

NELLA FRAZIONE DI RAVALLE DI FERRARA, DURANTE L'EVENTO SISMICO DEL 20/05/2012, È STATA REGISTRATA UN'ACCELERAZIONE DI PICCO PARI AL 11% DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ.

LA GEOMETRIA PARTICOLARE E I MATERIALI SCADENTI FANNO SÌ CHE LE STRUTTURE COME LE CHIESE SIANO PARTICOLARMENTE SOLLECITATE IN CASO DI EVENTO SISMICO.



FIG. 163. SISMA DEL 20/05/2012

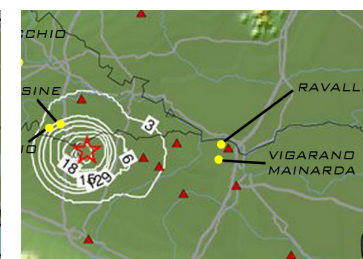


FIG. 164. SISMA DEL 3/6/2012

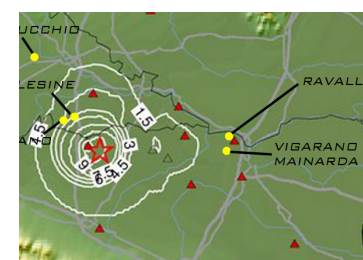


FIG. 165. SISMA DEL 29/05/2012 (EVENTO1)

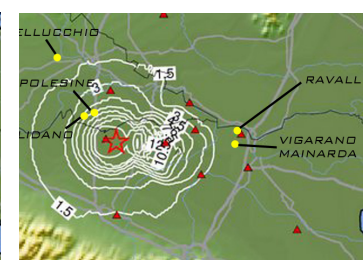


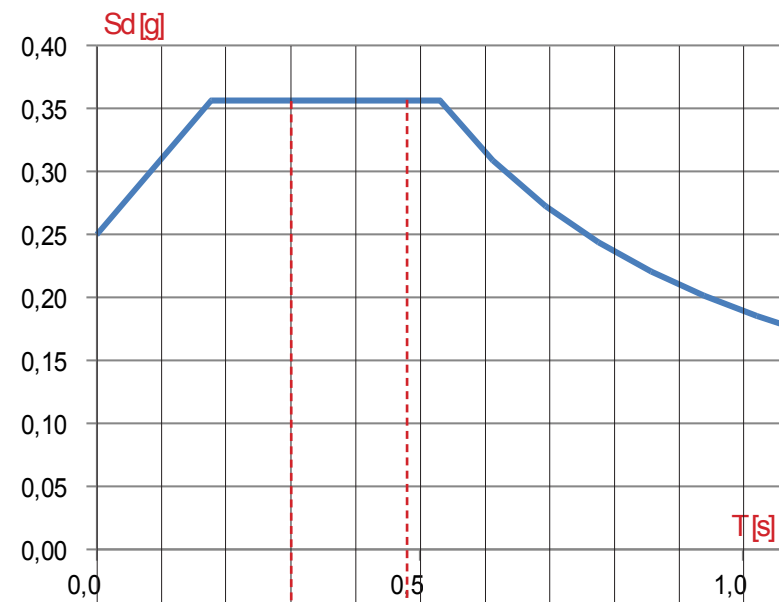
FIG. 166. SISMA DEL 29/05/2012 (EVENTO2)

5.4.1 VALUTAZIONE ANALISI

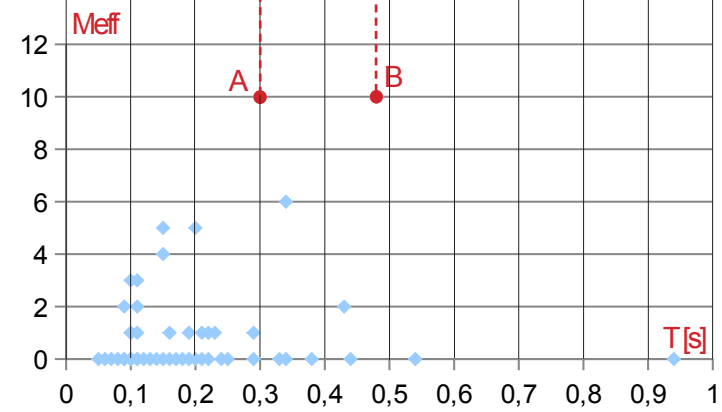
DALLE ANALISI EFFETTUATE A 180 MODI, LUNGO L'ASSE X SI NOTANO PICCHI DI MASSA PARTECIPANTE CHE VANNO DAL 4 ALL' 10% CORRISPONDENTI AD UN PERIODO CHE VARIA TRA 0,15s E GLI 0,48s, CHE RICADONO NELLA PARTE DI SPETTRO DI RISPOSTA CON ACCELERAZIONE DI PICCO PARI A 0,36g. LA CHIESA PARROCCHIALE DI RAVALLE RISULTA QUINDI MAGGIORMENTE SOLLECITATA NELLA PARTE DI SPETTRO CON MAGGIORE ACCELERAZIONE. GLI ELEMENTI MAGGIORMENTE SOLLECITATI SONO L'ARCO TRIONFALE COSÌ COME LA FACCIATA L'ABSIDE E ALCUNI MURI PERIMETRALI. SI PUÒ NOTARE UN RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA E DELLA PARTE SOMMITALE DELL'ARCO TRIONFALE, COSÌ COME ALCUNI DEGLI ELEMENTI INTERMEDI. SI NOTANO SPANGIAMENTI DI TIPO PARABOLICO DELLE MURATURE PERIMETRALI E DI QUELLE DELL'ABSIDE.

LUNGO L'ASSE Y NOTIAMO PICCHI DI MASSA ECCITATA CHE VANNO DAL 6 ALL' 38% CORRISPONDENTI AD UN PERIODO ABBASTANZA AMPIO DELLO SPETTRO, CHE VARIA TRA 0,14s E GLI 0,94s, SI NOTA CHE LA PERCENTUALE DI MASSA MAGGIORE PARI AL 38% CORRISPONDE AD UN PERIODO DI 0,94s. IN DIREZIONE Y SI NOTANO SPOSTAMENTI LUNGO L'ASSE Y DI QUASI TUTTI GLI ELEMENTI CHE SI TROVANO TRA LA FACCIATA E L'ARCO TRIONFALE. DEFORMAZIONI DI TIPO PARABOLICO SI NOTANO NELLE MURATURE DELL'ABSIDE E IN QUELLE PERIMETRALI. ANCHE IN QUESTI CASI SI NOTA UNA DEFORMAZIONE IN FACCIATA CONNESSA A QUELLE DEGLI ELEMENTI ADIACENTI E COLLEGATI AD ESSA.

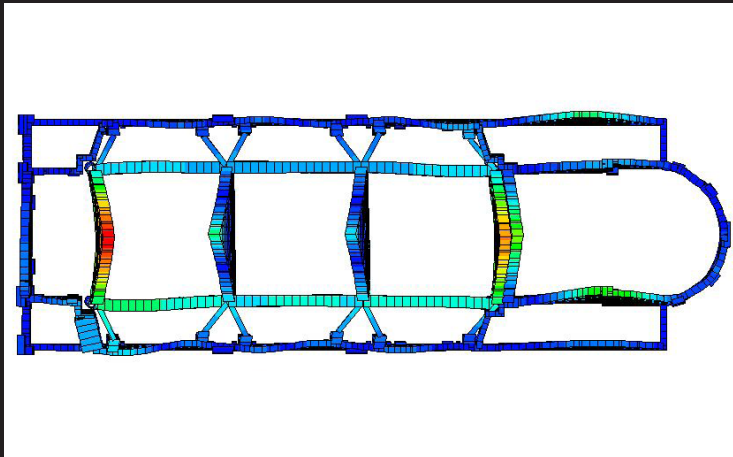
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



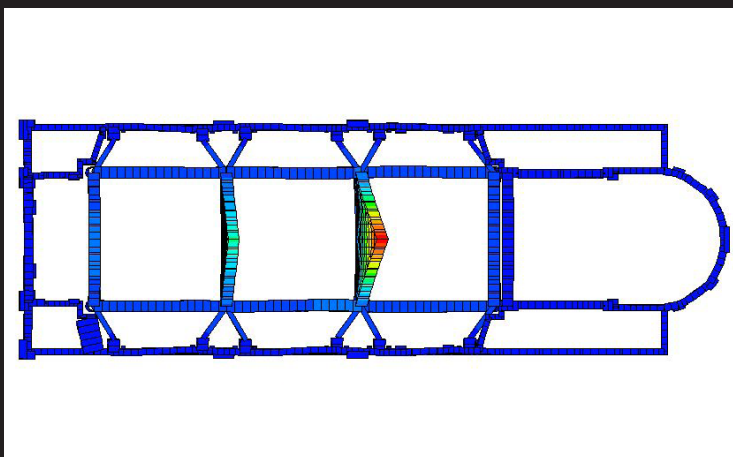
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



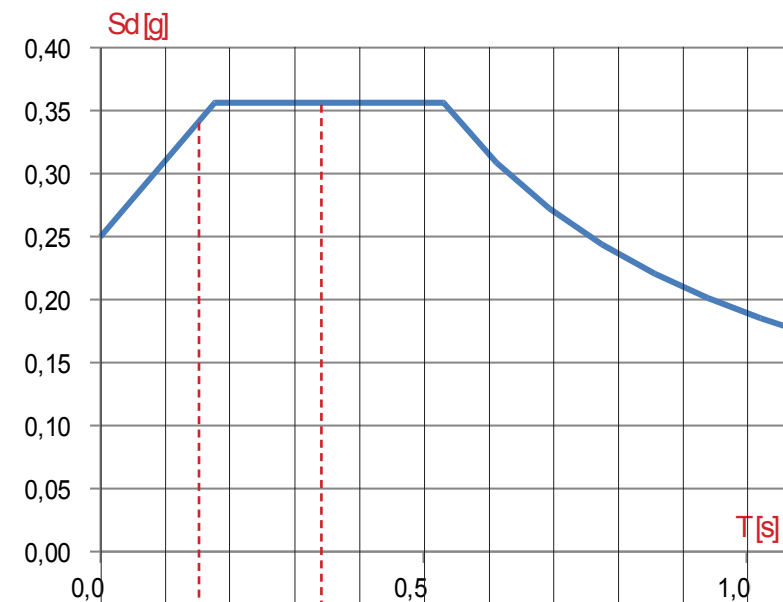
MODDO DI VIBRARE 11 (A)



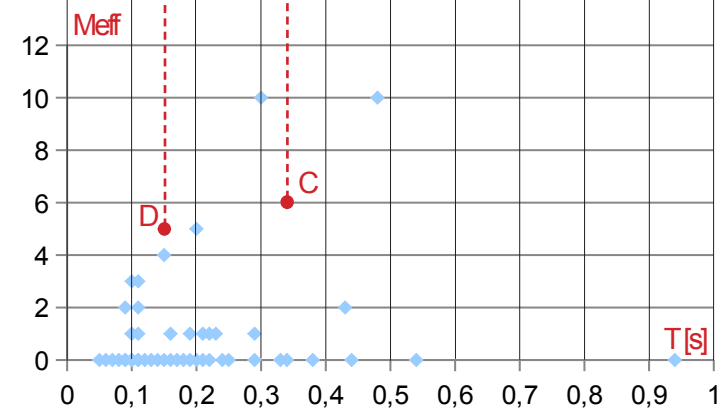
MODDO DI VIBRARE 3 (B)



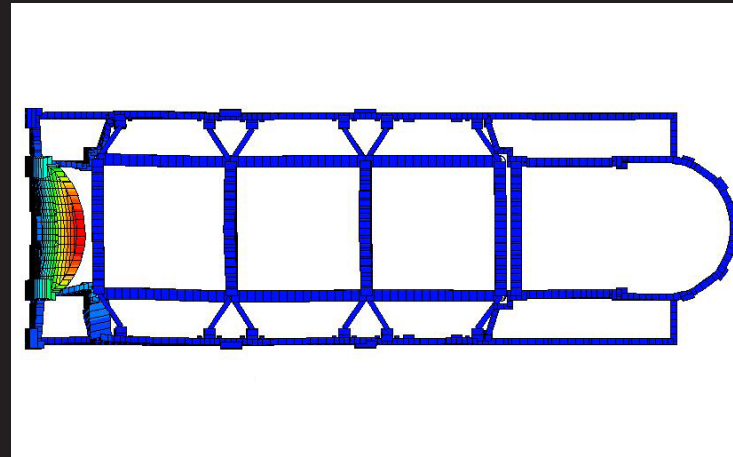
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



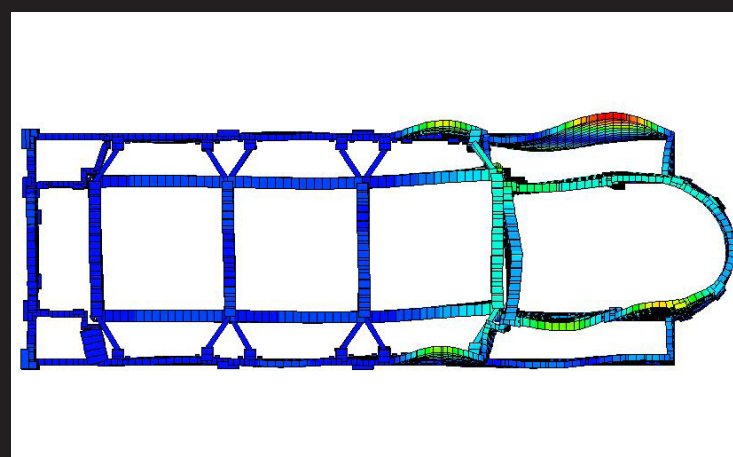
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



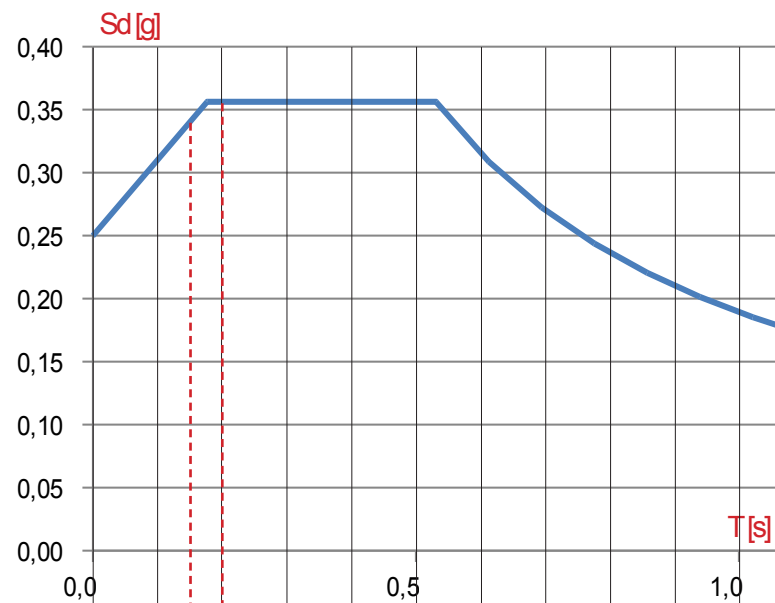
MODDO DI VIBRARE 7 (C)



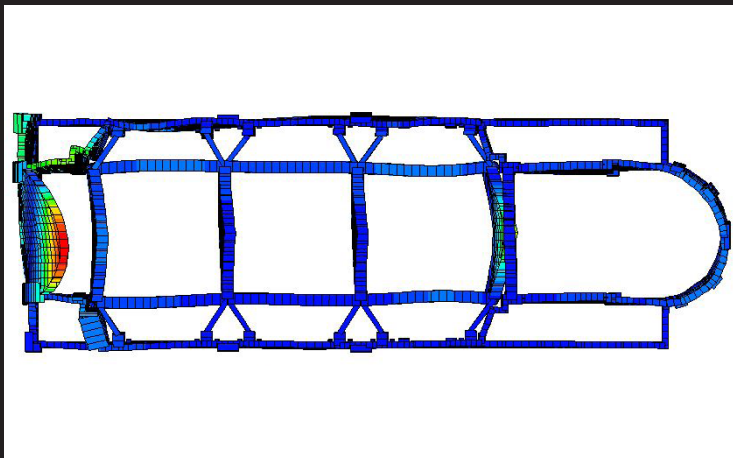
MODDO DI VIBRARE 35 (D)



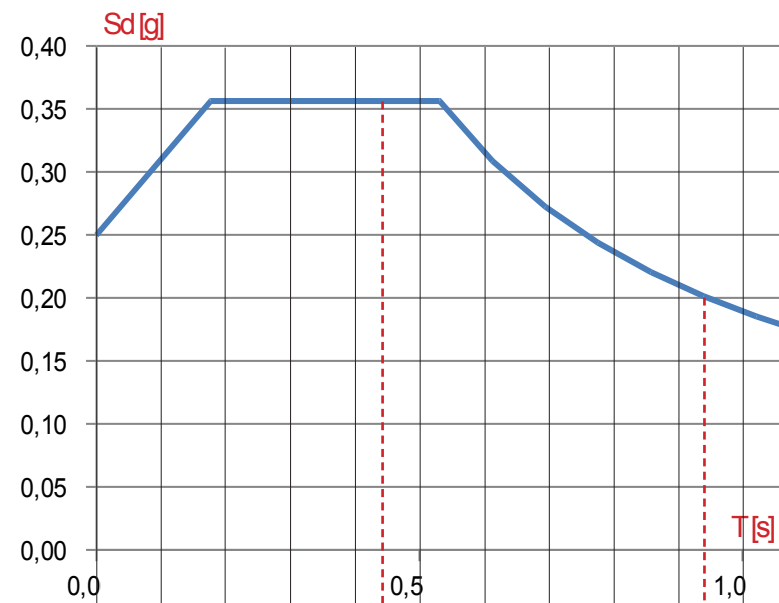
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



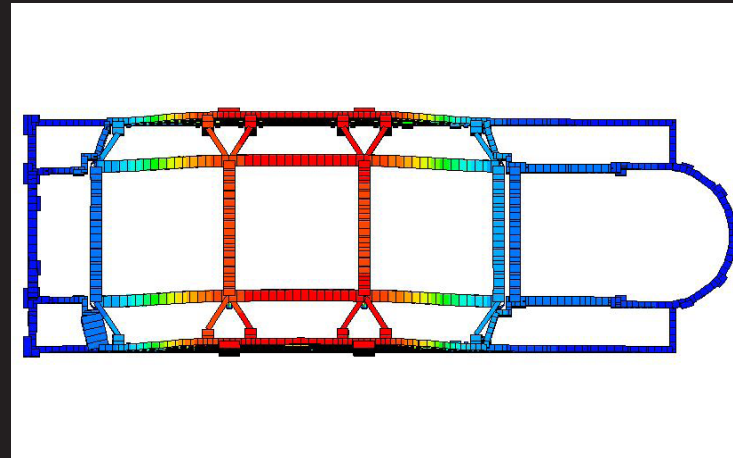
MODO DI VIBRARE 23 (E)



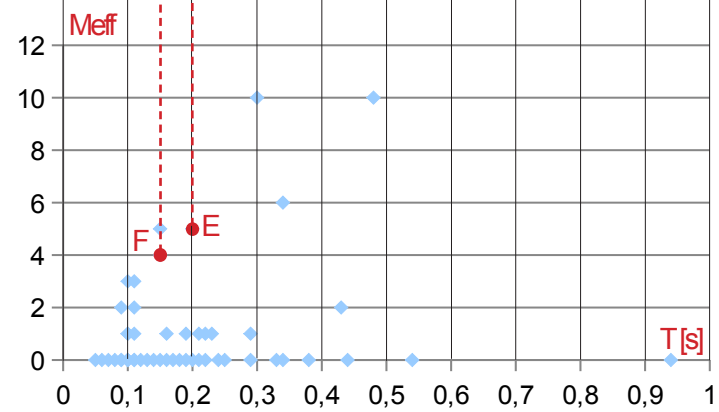
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



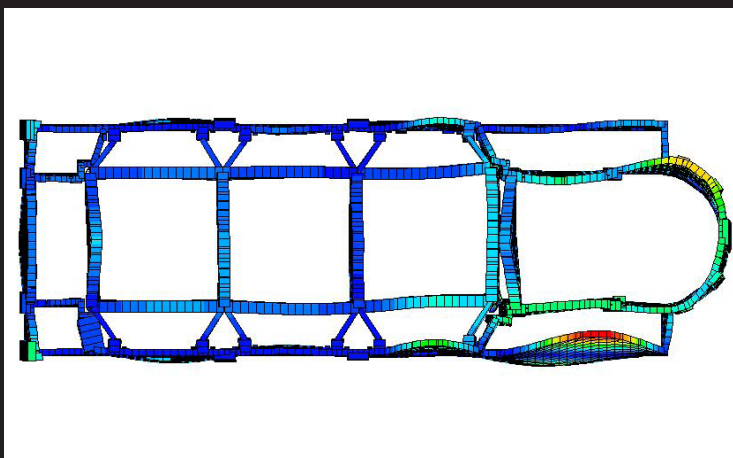
MODO DI VIBRARE 1 (A)



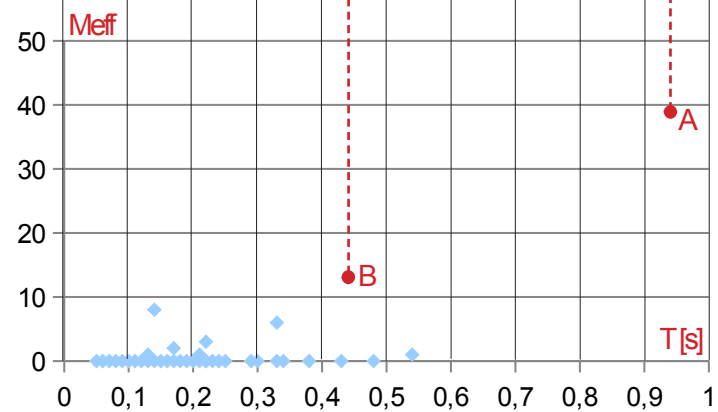
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



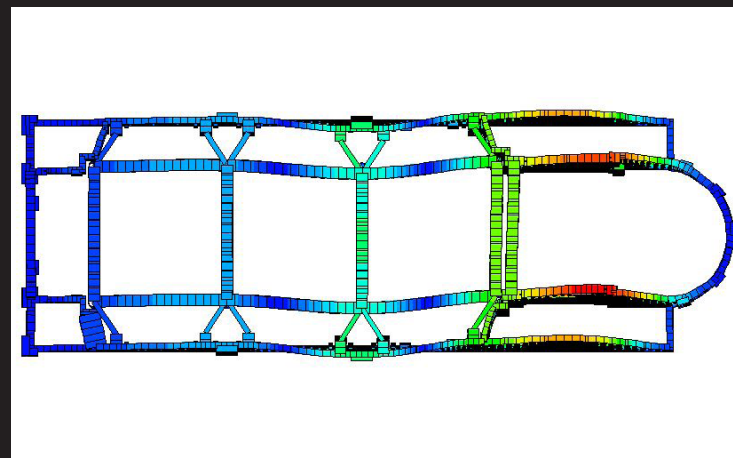
MODO DI VIBRARE 34 (F)



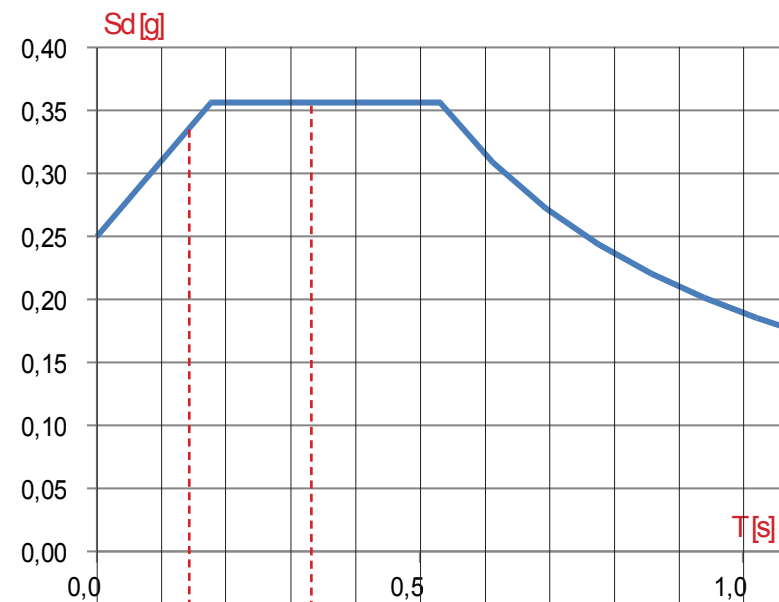
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



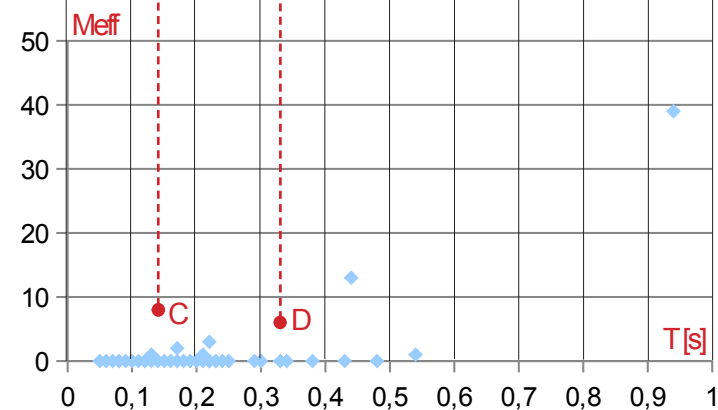
MODO DI VIBRARE 4 (B)



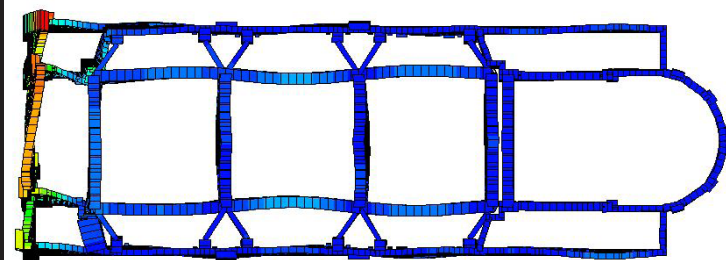
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



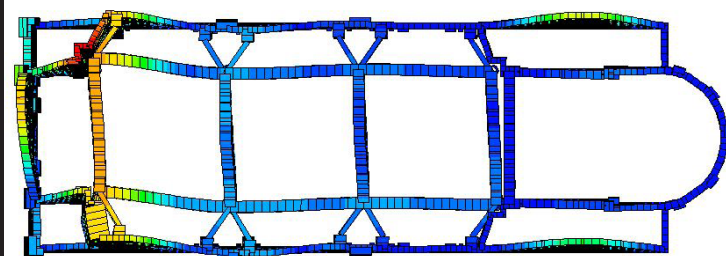
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



MODO DI VIBRARE 38 (C)



MODO DI VIBRARE 10 (D)



9.5. VALUTAZIONE VERIFICHE

LA VERIFICA PER PRESSOFLESSIONE NEL PIANO DI UNA SEZIONE DI UN ELEMENTO STRUTTURALE VIENE ESEGUITA CONFRONTANDO IL MOMENTO SOLLECITANTE CON IL MOMENTO RESISTENTE ULTIMO CALCOLATO CONSIDERANDO LA MURATURA NON REAGENTE A TRAZIONE. NEL CASO DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE IL MOMENTO ULTIMO (MU) PUÒ ESSERE CALCOLATO COME:

$$M_u = (l^2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2) \cdot [1 - (\sigma_0 / 0.85 \cdot f_d)]$$

DOVE:

l = LUNGHEZZA TOTALE DELLA PARETE, INCLUSA LA ZONA TESA;

t = SPESSORE DELLA ZONA COMPRESA DELLA PARETE;

σ_0 = TENSIONE NORMALE MEDIA, RIFERITA ALL'AREA TOTALE DELLA SEZIONE

NELLE VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE FUORI PIANO I VALORI DEI MOMENTI FLETTENTI DI COLLASSO PER AZIONI ORTOGONALI AL PIANO DELLA PARETE SONO CALCOLATI ASSUMENDO UN DIAGRAMMA RETTANGOLARE DELLE COMPRESIONI, TRASCURANDO LA RESISTENZA A TRAZIONE DELLA MURATURA E CONSIDERANDO UN VALORE DI RESISTENZA DI CALCOLO A COMPRESIONE PARI A:

$$0,85 \cdot f_d$$

LA RESISTENZA A TAGLIO DEI MASCHI MURARI HA UN RUOLO FONDAMENTALE PER IL COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI IN MURATURA. INFATTI LA NORMATIVA ITALIANA FINO AL 1981 RIPORTAVA UN UNICO

CRITERIO DI ROTTURA PER LA VERIFICA SISMICA DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PREVEDEVA UN COLLASSO A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE. ORIGINARIAMENTE FORMULATO DA TURNSEK E CACOVIC VENIVA UTILIZZATO ALL'INTERNO DI UNO SCHEMA DI VERIFICA BASATO SULL'ANALISI NON LINEARE. CON QUESTO CRITERIO SI SUPPONEVA CHE LA PRIMA LESIONE SI ORIGINASSE NEL CENTRO DEL PANNELLO, IN CORRISPONDENZA DEL RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA A TRAZIONE DELLA MURATURA E IN SEGUITO, CHE ESSA SI PROPAGASSE SEGUENDO LA DIAGONALE DEL PANNELLO STESSO.

LA NORMATIVA ATTUALE HA RAFFINATO IL CRITERIO ORIGINARIO E RIPORTA CHE CONSIDERATE LA NOTEVOLI VARIETÀ DI TIPOLOGIE E DI MECCANISMI DI ROTTURA DEL MATERIALE, LA RESISTENZA A TAGLIO DI CALCOLO PER AZIONI NEL PIANO DI UN PANNELLO IN MURATURA PUÒ ESSERE CALCOLATA CON UN CRITERIO DI ROTTURA PER FESSURAZIONE DIAGONALE O CON UN CRITERIO DI SCORRIMENTO. PERTANTO PER UNA COSTRUZIONE ESISTENTE LA RESISTENZA A TAGLIO PUÒ ESSERE CALCOLATA MEDIANTE LA FORMULA:

$$V_u = l \cdot t \cdot (1.5 \cdot \tau_{od} / b) \cdot \sqrt{1 + (\sigma_0 / 1.5 \cdot \tau_{od})}$$

DOVE:

l = LUNGHEZZA DEL PANNELLO;

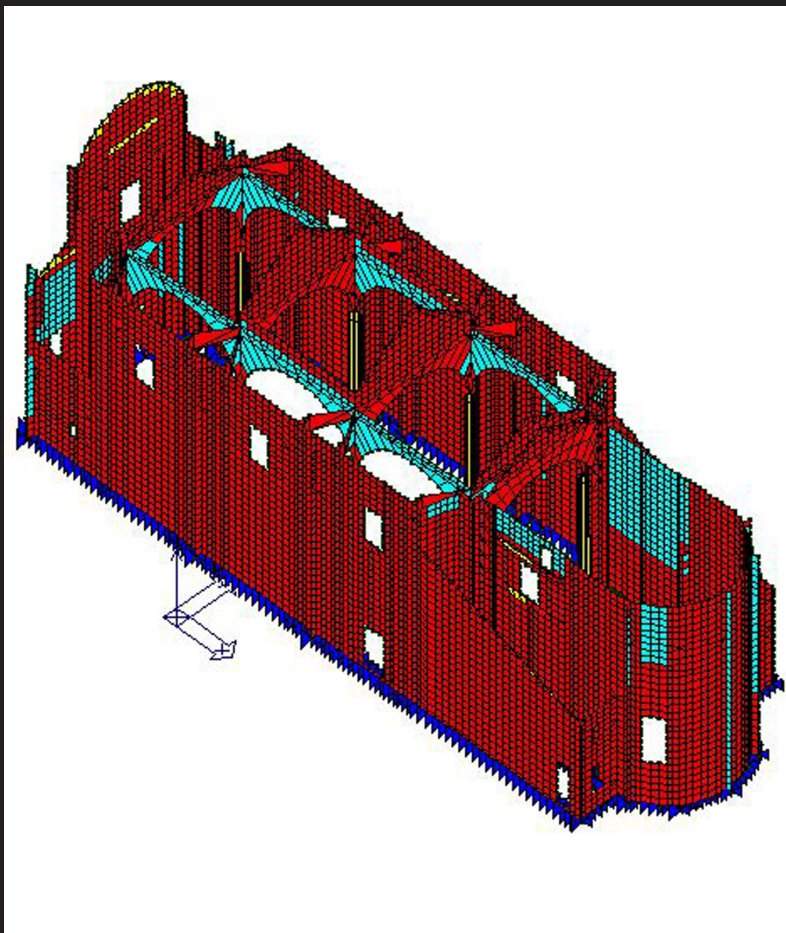
t = SPESSORE DEL PANNELLO;

σ_0 = TENSIONE NORMALE MEDIA, RIFERITA ALL'AREA TOTALE DELLA SEZIONE;

τ_{od} = RESISTENZA A TAGLIO DI RIFERIMENTO DELLA MURATURA

b = COEFFICIENTE DI FORMA LEGATO ALLA DISTRIBUZIONE DEGLI SFORZI SULLA SEZIONE, DIPENDENTE DALLA S/NEL

STATO GENERALE, COMPRENDE LE QUATTRO VERIFICHE EFFETTUATE.



LEZZA DELLA PARETE. LA NORMATIVA PROPONE DI UTILIZZARE VALORI DI B IN FUNZIONE DELLA SNELLEZZA $\lambda = h/L$ DEI PANNELLI, SECONDO LA RELAZIONE PROPOSTA INIZIALMENTE DA:

$$b = \begin{cases} 1.0 & \text{CON } \lambda < 1 \\ \lambda & \text{CON } 1 < \lambda < 1.5 \\ 1.5 & \text{CON } \lambda > 1.5 \end{cases}$$

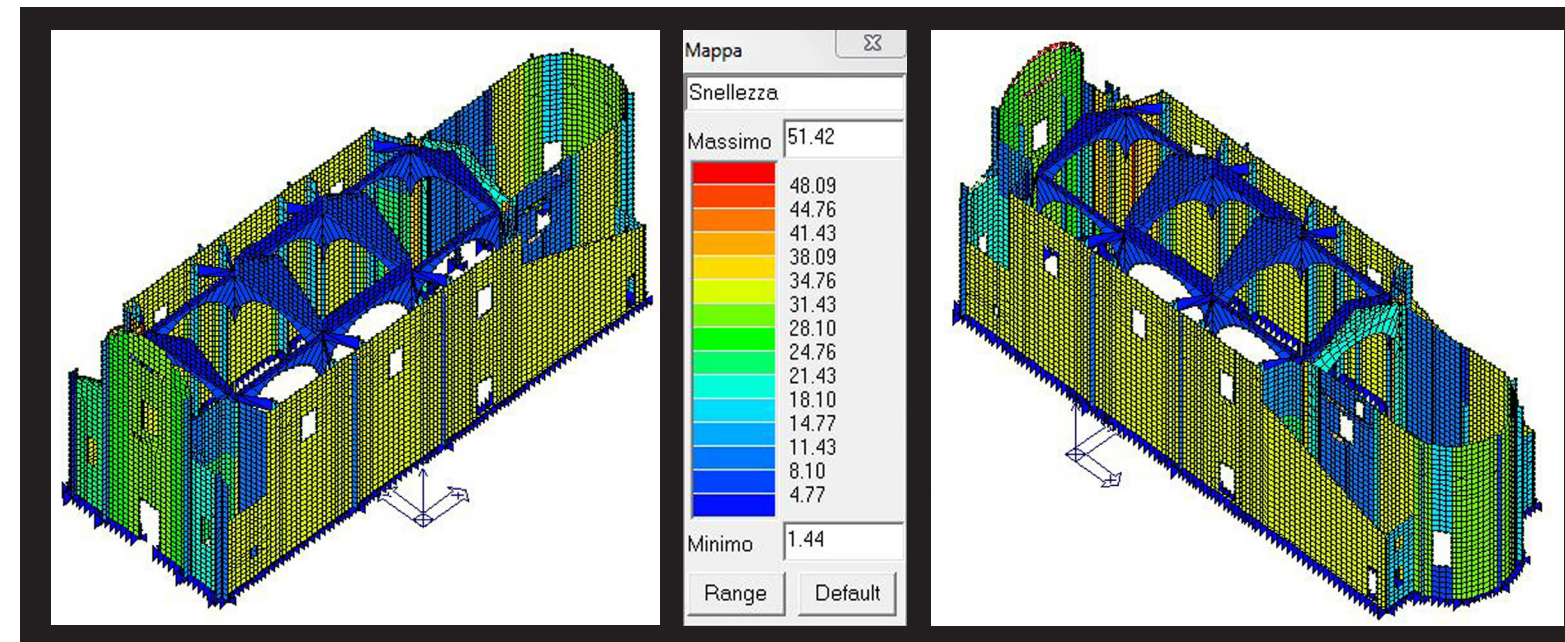
LE VERIFICHE RISULTANO QUINDI SODDISFATTE SE:

$$\begin{aligned} M_p/M_u &< 1 \\ M_o/M_u &< 1 \\ V/V_u &< 1 \end{aligned}$$

DALLE VERIFICHE EFFETTUATE CON PRO_SAP SI POSSONO NOTARE GLI ELEMENTI MAGGIORMENTE SOLLECITATI. COME SI PUÒ VEDERE DALL'IMMAGINE A FIANCO QUASI TUTTA LA STRUTTURA RISULTA NON VERIFICATA RISPETTO AI PARAMETRI CHE DETTA LA NORMATIVA. SOLO GLI ELEMENTI IN AZZURRO RISULTANO VERIFICATI DA TUTTI E QUATTRO I CASI CHE SI ANDRANNO AD ANALIZZARE. PER CAPIRE IL MECCANISMO CHE PORTA LA STRUTTURA AL COLLASSO, TUTTI GLI ELEMENTI VERRANNO POI ANALIZZATI NEL DETTAGLIO IN OGNI TIPOLOGIA DI VERIFICA.

LA STRUTTURA SARÀ VERIFICATA A:

- PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (S.L.U.)
- PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)
- PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)
- TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

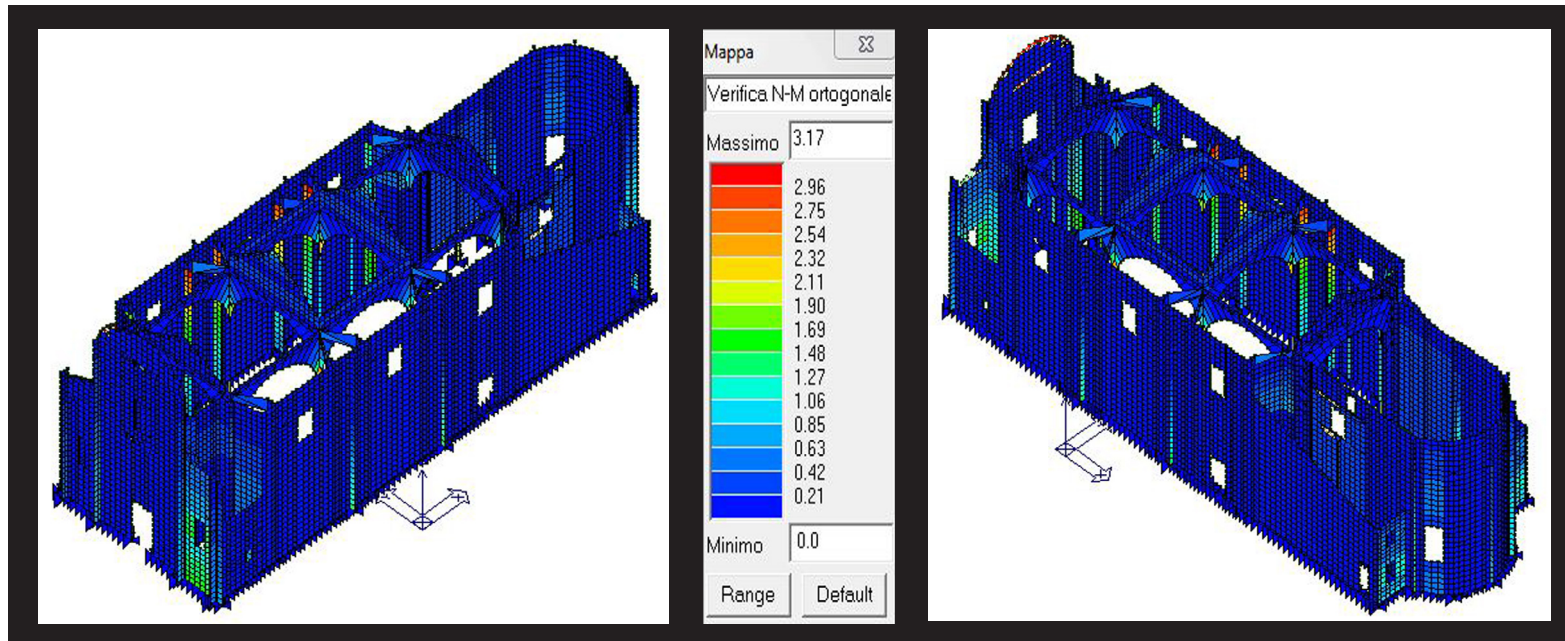


9.5.1. SNELLEZZA

LA SNELLEZZA PERMETTE DI VISUALIZZARE, TRAMITE MAPPA DI COLORE, I VALORI DI SNELLEZZA DELLE PARETI IN MURATURA; SE IL VALORE È SUPERIORE A 20 (COME DA NORMATIVA) LA PARETE RISULTA NON VERIFICATA.

SI OSSERVA COME LA MAGGIOR PARTE DELLE MURATURE RISULTINO SNELLE È NON VERIFICATE. QUESTI RISULTATI SONO CONSEGUENZA DEL FATTO CHE I SETTI MURARI RAGGIUNGONO ALTEZZE ELEVATE

IN RAPPORTO ALLO SPESSORE RELATIVAMENTE CONTENUTO DELLA SEZIONE MURARIA.

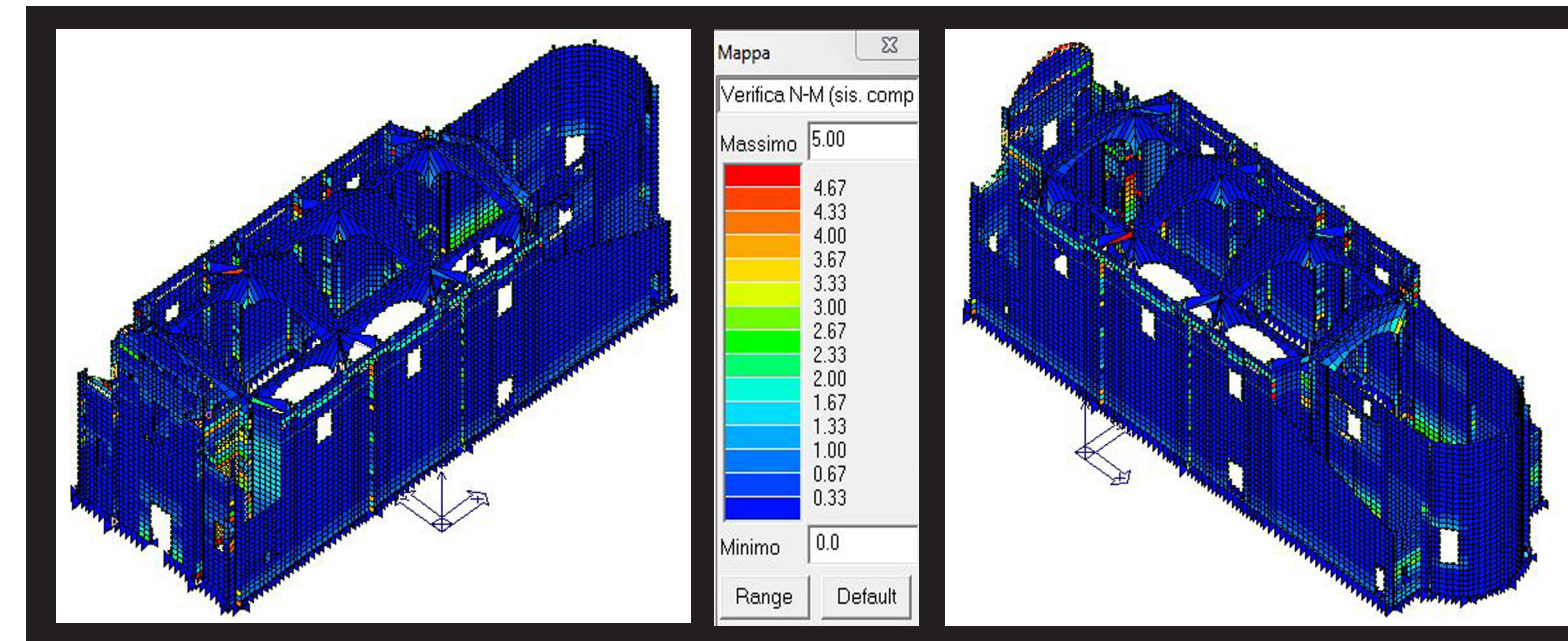


9.5.2. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (S.L.U.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO, SENZA CONSIDERARE L'AZIONE SISMICA, PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE, MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL RAPPORTO TRA IL CARICO NORMALE AGENTE E IL CARICO LIMITE DELLA MURATURA. SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA GRA PARTE

DELLA STRUTTURA RISULTA VERIFICATA TRANNE LE PARASTE INTERNE ALLA NAVATA CHE SOSTENGONO GLI ARCHETTI, LE PARASTE ESTERNE ALLA NAVATA CHE SOSTENGONO IL PESO DELLA COPERTURA E ALCUNI MASCHI MURARI COME QUELLI LATERALI ALLA PARTE CENTRALE DELLA FACCIATA.

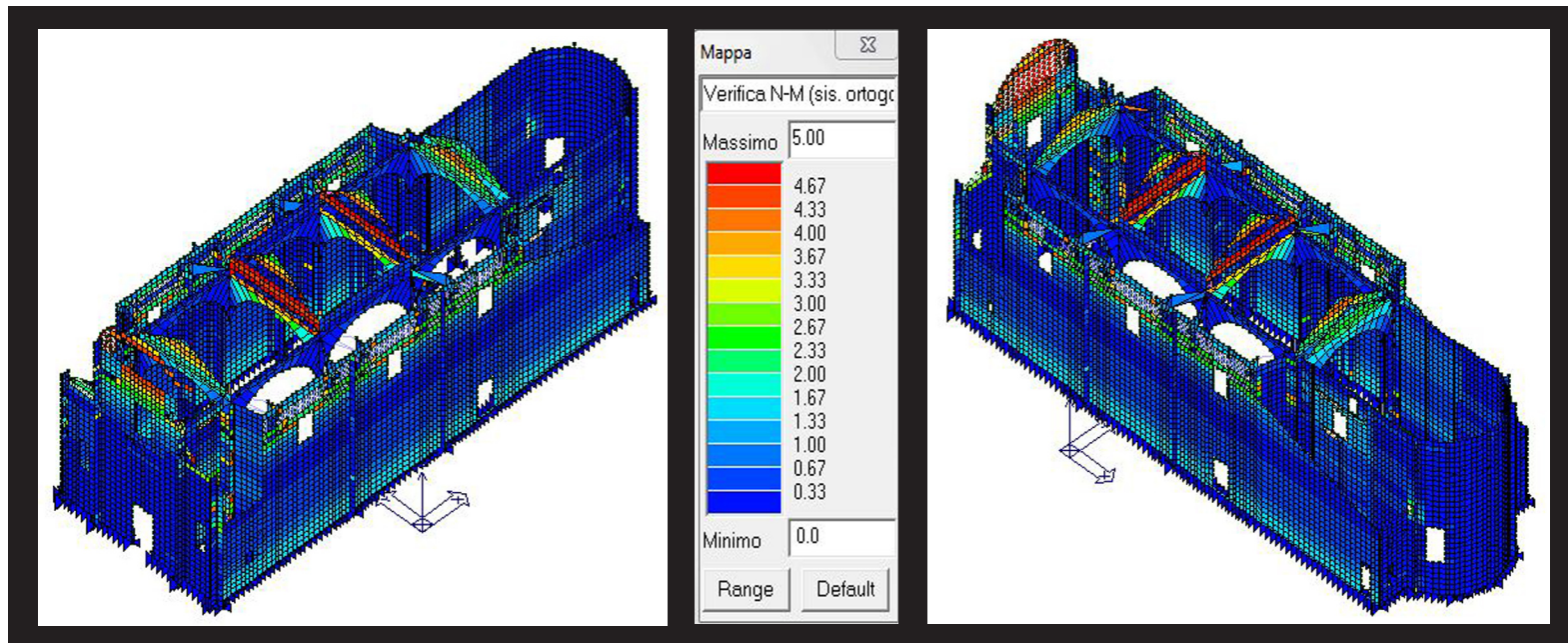


9.5.3. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO VALORE DEL RAPPORTO TRA IL MOMENTO AGENTE NEL PIANO DEL MURO E IL MOMENTO CORRISPONDENTE AL COLLASSO PER FLESSIONE, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA; SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SOD-

DISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE RISULTANO ESSERE I MASCHI MURARI TRASVERSALI LA FACCIATA, L'ARCO TRIONFALE, LE PARASTE INTERNE ALLA NAVATA CHE SORREGGONO GLI ARCHETTI E ALCUNE PARTI DELL'ABSIDE.

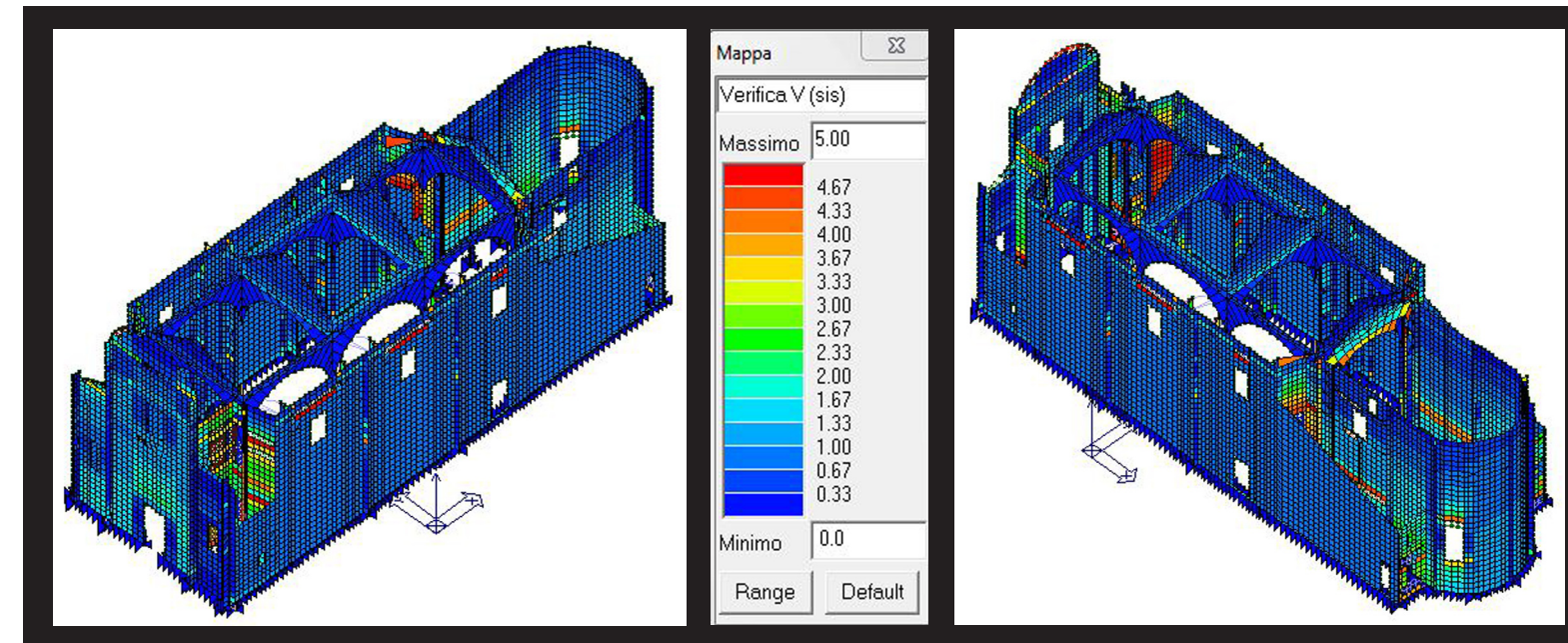


9.5.4. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO RAPPORTO TRA IL MOMENTO AGENTE PERPENDICOLARE AL PIANO DEL MURO E IL MOMENTO CORRISPONDENTE AL COLLASSO PER FLESSIONE, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA;

SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA CHE LE AREE PIÙ SOLLECITATE SONO LE PARTI SUPERIORI DELL'ARCO TRIONFALE, DELLA FACCIATA, DEI TRE ARCHI CHE SORMONTANO LA NAVATA E DELLE MURATURE LATERALI SOPRA ALLE APERTURE. QUESTO TIPO DI SOLLECITAZIONE PRESUPPONE DEI RIMBALTAMENTI FUORI DAL PIANO DEGLI ELEMENTI SOPRACITATI.



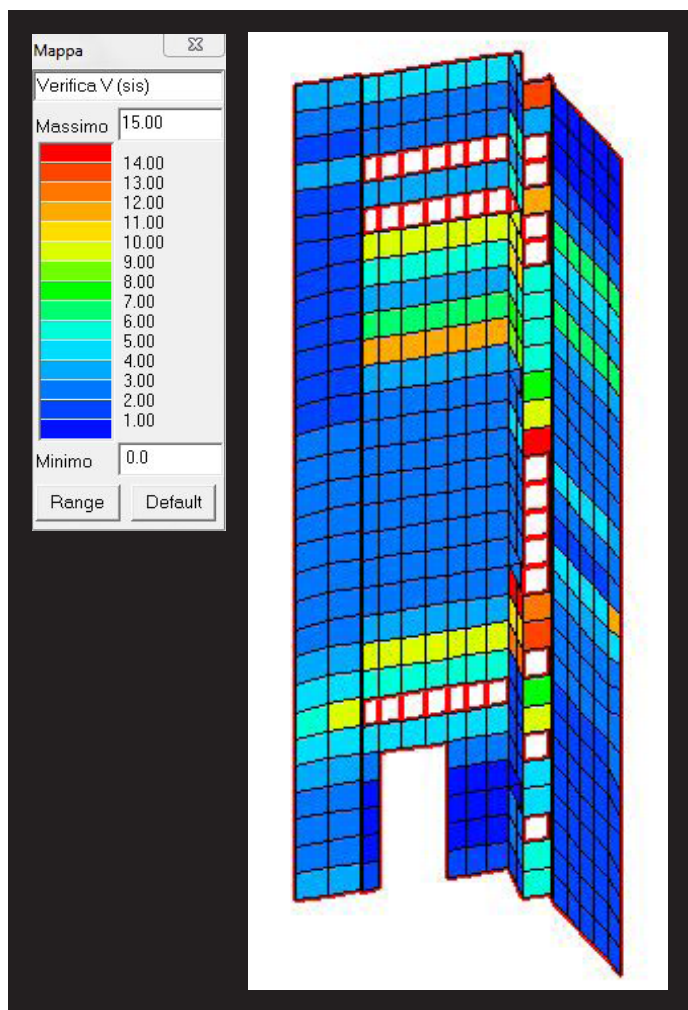
9.5.5. VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO RAPPORTO TRA IL TAGLIO NEL PIANO DEL MURO E IL TAGLIO ULTIMO, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA; SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI PUÒ NOTARE CHE GRAN PARTE DELLA STRUTTURA RISUL-

TA NON VERIFICATA A TAGLIO, ESSENDO LA MURATURA POCO RESISTENTE A QUESTO TIPO DI SFORZO. IN PARTICOLARE SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE RISULTANO LE MURATURE DELLA ZONA ABSIDALE, DELL'ARCO TRIONFALE DELLA FACCIATA E DELLE PARETI INTERNE TRASVERSALI ALLA FACCIATA.

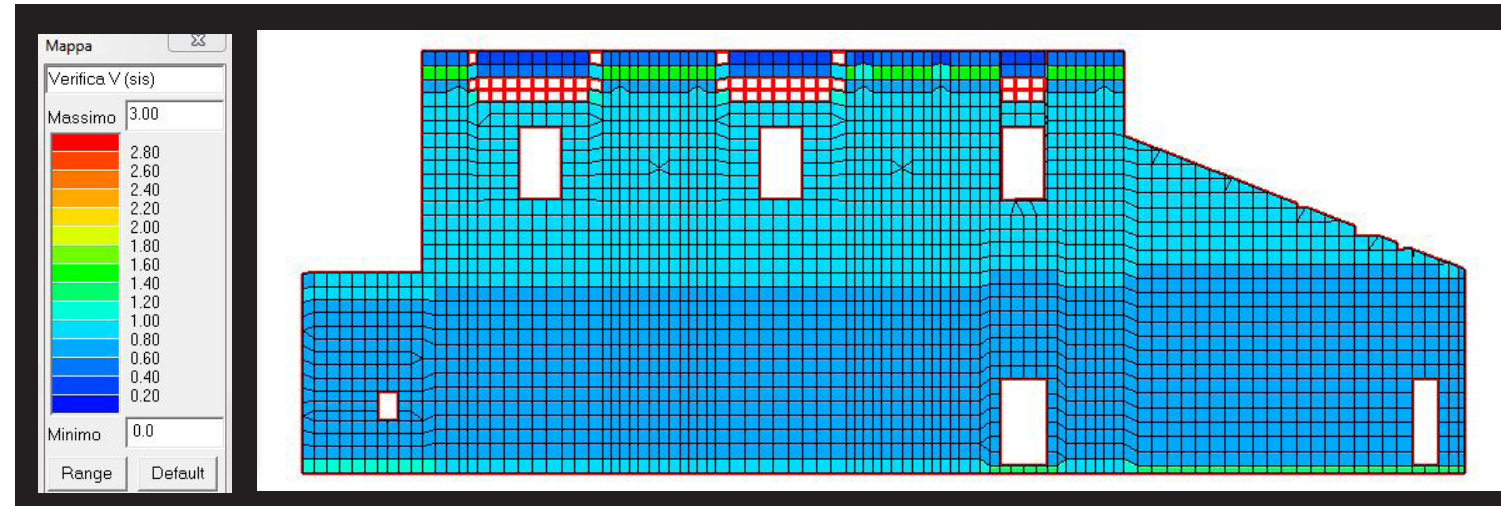
COMPARAZIONE TRA MODELLO E DANNO EFFETTIVO - IRREGOLARITÀ DELLA PARETI LATERALI



COME DA VERIFICHE EFFETTUATE SI POSSONO RISCOVTRARE DELLE LESIONI NELLE MURATURE LATERALI LA NAVATA IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ GEOMETRICHE PER SOLLECITAZIONE A TAGLIO.



COMPARAZIONE TRA MODELLO E DANNO EFFETTIVO - PARETI LATERALI DELLA NAVATA



COME DA VERIFICHE EFFETTUATE SI POSSONO RISCOVTRARE DELLE LESIONI NELLE MURATURE LONGITUDINALI IN PROSSIMITÀ DELLE APERTURE, AVVENUTE PER SOLLECITAZIONE A TAGLIO.



RESOCONTO DELLE ANALISI EFFETTUATE

LE CINQUE CHIESE STUDIATE NEI CAPITOLI PRECEDENTI SONO STATE EDIFICATE NELLA SECONDA METÀ DEL XVIII SEC., QUINDI RIFERIBILI ALLO STESSO ARCO TEMPORALE. IN TUTTI I CASI ANALIZZATI SONO STATI TROVATI DOCUMENTI CHE TESTIMONIANO COME QUESTI EDIFICI SIANO STATI COSTRUITI IN SEGUITO ALLA DEMOLIZIONE DELLE CHIESE PRECEDENTI. LE CAUSE SONO ASCRIVIBILI ALLA FATISCENZA, CARENZE STRUTTURALI O IN SEGUITO AD EVENTI BELLICI CHE NE HANNO COMPROMESSO LA STABILITÀ.

LO STILE ARCHITETTONICO PREDOMINANTE È IL NEOCLASSICO, ANCHE SE COME SPES- SO SI RISPONDE NELLE ARCHITETTURE, IN CONTESTI DI MINORE IMPORTANZA, SI POSSONO TROVARE DEGLI STILI IBRIDI, IN CUI RIMANGONO DELLE INFLUENZE BAROCHE, SOPRATTUTTO NEGLI INTERNI.

IL MATERIALE CON CUI QUESTI EDIFICI SONO STATI EDIFICATI È LA MURATURA, COSTITUITA DA MATTONI PIENI LEGATI DA CORSI DI MALTA. IN ALCUNI CASI, COME AD ESEMPIO A CASTELLUCCHIO, È FACILE TROVARE PARTI COSTRUITE COL IL MATERIALE DI RECUPERO DERIVANTE DALLE VECCHIE CHIESE DEMOLITE. PER QUESTI EDIFICI VENIVANO SCELTI MATERIALI DI BUONA QUALITÀ E REALIZZATI DA MANOVALANZA SPECIALIZZATA.

QUESTO DERIVA DAL FATTO CHE LE CHIESE, ALL'INTERNO DELLE PICCOLE REALTÀ CONTADINE, ERANO CONSIDERATI GLI EDIFICI PIÙ RAPPRESENTATIVI.

IN QUESTE AREE È TIPICO TROVARE NELLE CHIESE, ELEMENTI VOLTATI COSTITUITI DA ARELLE INTONACATE E SORRETTI DA CENTINE LIGNEE ALL'ESTRADOSSO. INFATTI TUTTE LE CHIESE STUDIATE PRESENTANO QUESTO TIPO DI STRUTTURE, FATTA ECCEZIONE DI CASTELLUCCHIO DOVE LE VOLTE SONO REALIZZATE IN MATTONI. IN QUEST'ULTIMA CHIESA LE VOLTE DELLA NAVATA E DEL TRANSETTO SONO COSTITUITE DA MATTONI DISPOSTI IN FOGLIO, MENTRE QUELLE A CROCIERA DELLE CAPPELLE SONO REALIZZATE CON MATTONI DISPOSTI A COLTELLO.

LE COPERTURE SONO IN LEGNO A FALDA, DOVE È RICORRENTE L'USO DELLA CAPRIATA, CON TAMPONAMENTI IN ASSITO E MANTO DI COPERTURA COSTITUITO DA COPPI IN LATERIZIO. A CASTELLUCCHIO INVECE IL TAMPONAMENTO TRA I TRAVETTI È REALIZZATO CON TAVOLATI IN LATERIZIO.

LA CHIESA PARROCCHIALE DI CASTELLUCCHIO HA UNA PIANTA A CROCE GRECA ABSIDATA, PRESENTA UNA NAVATA CENTRALE ED UN TRANSETTO. LE ALTRE QUATTRO CHIESE PRESENTANO INVECE UNA PLANIMETRIA PIÙ

CONFRONTO GEOMETRIA E DATAZIONE

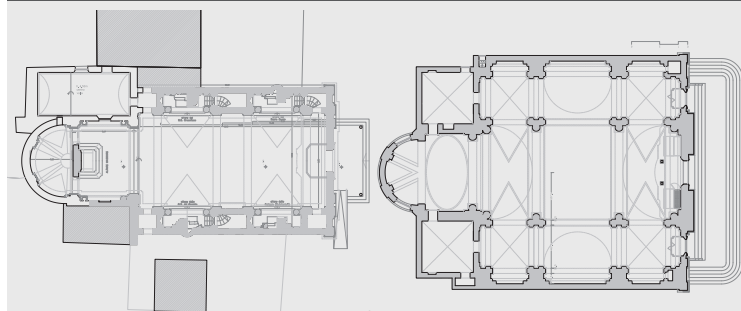


FIG. 167. CHIESA S. GIACOMO MAGGIORE A POLESINE (1775)

FIG. 168. CHIESA S. GIORGIO MARTIRE A CASTELLUCCHIO (1757)

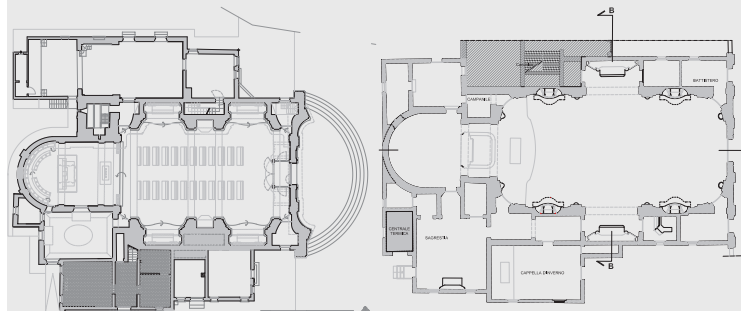


FIG. 169. CHIESA S. SISTO II A PALIDANO (1771-1775)

FIG. 170. CHIESA S. S. PIETRO E PAOLO A VIGARANO PIEVE (1776)

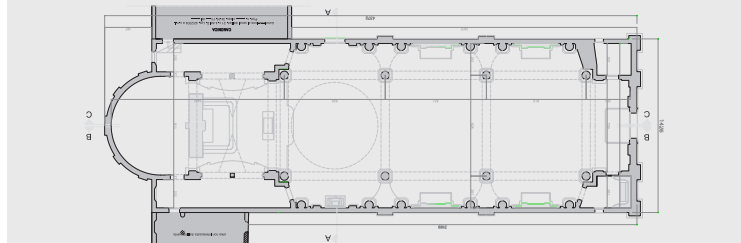


FIG. 171. CHIESA S. S. FILIPPO E GIACOMO APOSTOLO A RAVALLE (1796)

SEMPLICE, COMPOSTA DA UNA NAVATA UNICA CON DELLE PICCOLE CAPPELLE AI LATI. LE CHIESE DI VIGARANO PIEVE E PALIDANO SONO CARATTERIZZATE DALL'UNIONE DELLA CHIESA CON CORPI ADDOSSATI, EDIFICATI IN MOMENTI DIVERSI. QUEST'ULTIME DUE CHIESE HANNO IL CAMPANILE INGLOBATO NELL'EDIFICIO. MENTRE NELLE ALTRE CHIESE SI TROVA A METRI DI DISTANZA DAL CORPO DI FABBRICA, TRANNE CHE A CASTELLUCCHIO DOVE È ASSENTE.

DAL PUNTO DI VISTA STRUTTURALE, LA TRASMISSIONE DEI CARICHI AL SUOLO È AFFIDATA ALLE MURATURE PORTANTI LATERALI E DELL'ABSIDE O A UN SISTEMA DI ARCHI E PILASTRI INTERNI ALLA NAVATA. I CARICHI CONSISTONO NEL PESO DELLA COPERTURA, DELLE VOLTE E IL PESO PROPRIO DEI SETTI MURARI, AL QUALE SI SOMMANO EVENTUALI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI COME IL PESO DELLA NEVE. LE FACCIAE DELLE CHIESE, A DIFFERENZA DEGLI ALTRI ELEMENTI, SORREGGONO SOLO IL LORO PESO. NELLA CHIESA DI CASTELLUCCHIO SI HA UN PESO MAGGIORE TRASMesso DALLE VOLTE, ESSENDO QUESTE IN MURATURA. IN QUESTA CHIESA SONO PRESENTI QUATTRO GRANDI PILASTRI CENTRALI CHE ASSORBONO GRAN PARTE DELLE AZIONI DERIVANTI DALLE VOLTE PRINCIPALI.

COME GIÀ DETTO NEI CAPITOLI PRECEDENTI, LA DISTANZA DEI SITI SU CUI GIACCONO LE CHIESE DALL'EPICENTRO DEL SISMA, HA INFLUENZATO LA PORTATA DEL DANNO

RISCONTRATO NEGLI EDIFICI. LE CHIESE CHE HANNO RICEVUTO UN'ACCELERAZIONE ABBASTANZA IMPORTANTE DA TUTTI GLI EVENTI SISMICI, SONO STATE QUELLE DI POLESINE E PALIDANO. LE DUE CHIESE DEL FERRARESE HANNO SUBITO I DANNI MAGGIORI CON LA SCOSSA DEL 20 MAGGIO 2012, MENTRE QUELLA DI CASTELLUCCHIO, ESSENDO LA PIÙ DISTANTE DALL'EPICENTRO HA SUBITO ACCELERAZIONI MOLTO RIDOTTE.

NELLE CHIESE SI INDIVIDUANO DEI MACRO-ELEMENTI CHE SONO TIPICI DI QUESTA TIPOLOGIA EDILIZIA, PERTANTO SI ANDRANNO AD EVIDENZIARE QUALI DI QUESTI SONO STATI LESIONATI DAGLI EVENTI SISMICI ALL'INTERNO DEI CINQUE CASI STUDIATI. I MACRO ELEMENTI INDIVIDUATI SONO: FACCIATA, VOLTE, PARETI LATERALI, ABSIDE, CAMPANILE, ARCO TRIONFALE, GUGLIE E PINNACOLI. SI EVIDENZIANO ANCHE I DANNI CHE SONO DOVUTI

AD INTERAZIONE TRA LE STRUTTURE O A DISCONTINUITÀ STRUTTURALI.

PER ANALIZZARE LO STATO DI DANNO DELLE CHIESE, SI SONO STUDIATI I MACRO-ELEMENTI CHE LE COMPONGONO. SI EVIDENZIA NELLA TABELLA SOTTOSTANTE QUALI DI QUESTI ELEMENTI SONO STATI INTERESSATI DALLE LESIONI CAUSATE DAL SISMA. SI MOSTRANO ANCHE I DANNI DOVUTI AD INTERAZIONE TRA LE STRUTTURE O A DISCONTINUITÀ STRUTTURALI. COME SI NOTA DALLA TABELLA SOTTOSTANTE, LA CHIESA CHE HA SUBITO MAGGIORI DANNI È QUELLA DI PALIDANO, ESSA INFATTI HA SUBITO ACCELERAZIONI IMPORTANTI NEI TRE EVENTI SISMICI PRINCIPALI, E PRESENTA DANNI DIFFUSI IN QUASI TUTTI I MACRO-ELEMENTI INDIVIDUATI. ANCHE LA VICINA CHIESA DI POLESINE HA SUBITO DANNI DIFFUSI, NEGLI STESSI ELEMENTI, TUTTAVIA L'ASSENZA DI CORPI ADDOSSATI HA EVITATO

TABELLA DEI DANNI SUBITI

	Facciata	Volte	Pareti laterali	Abside	Campanile	Arco trionfale	Guglie e Pinnacoli	Interazioni con altri elementi
Polesine								
Castellucchio								
Palidano								
Vigarano								
Ravalle								

TAB. 11. TABELLA DEI DANNI SUBITI DIVISI PER MACROELEMENTI E PER CHIESA. IN ROSSO SONO STATE COLORATE LE CASELLE CHE CORRISPONDONO AL DANNO REALMENTE SUBITO

CONFRONTO MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA

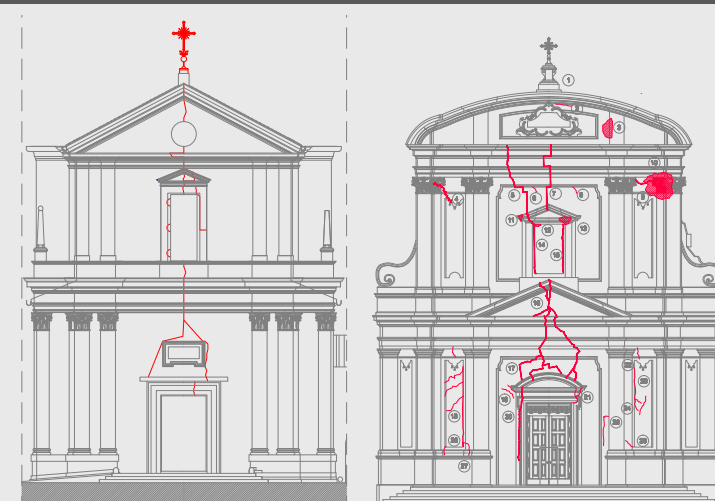
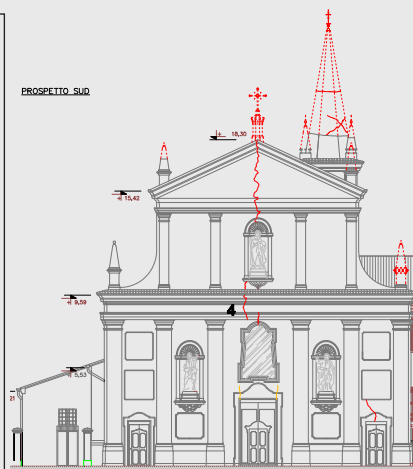


FIG. 172 (SOPRA A SINISTRA).
CHIESA S. GIACOMO
MAGGIORE A POLESINE

FIG. 173 (SOPRA A DESTRA).
CHIESA S. SISTO II A
PALIDANO

FIG. 174 (A FIANCO).
CHIESA S.S. PIETRO E
PAOLO A VIGARANO PIEVE



LE LESIONI DOVUTE ALLE INTERAZIONI. LE ALTRE CHIESE PRESENTANO DANNI MINORI, INFATTI, COME GIÀ DETTO IN PRECEDENZA SONO SITUATE AD UNA DISTANZA MAGGIORE DALL'EPICENTRO ED HANNO SUBITO UN CARICO ORIZZONTALE MINORE. VIGARANO HA NOTEVOLI LESIONI NEL CAMPANILE E IN FACCIATA, MENTRE DANNI DI MINORE ENTITÀ SI RISCONTRANO NELLE PARETI LATERALI E PER INTERAZIONI CON CORPI ADDOSSATI. LA CHIESA DI RAVALLE PRESENTA DANNI ALLE GUGLIE, IN FACCIATA E LESIONI PER DISCONTINUITÀ STRUTTURALI.

LA CHIESA PIÙ DISTANTE, E QUINDI LA MENO LESIONATA, È QUELLA DI CASTELLUCCHIO, CHE HA SUBITO DANNI DI LIEVE ENTITÀ SOLO NELLE VOLTE, TRANNE IN UNA VOLTA A CROCIERA DI UNA CAPPELLA (VEDI SCHEDA RILIEVO DEL DANNO N°9 PAG. 132), CHE HA RIPORTATO LESIONI PIÙ SEVERE.

UN'ULTERIONE OSSERVAZIONE SULLA LIMITATA ENTITÀ DEI DANNI SUBITI DALLA CHIESA DI CASTELLUCCHIO, CONSISTE NELLA SUA REGOLARITÀ E SIMMETRIA GEOMETRICA IN PIANTA, CHE QUINDI NON PRESENTA UNA DIREZIONE PIÙ DEBOLE RISPETTO AD UN'ALTRA DURANTE L'EVENTO SISMICO.

LE LESIONI CHE SI RISCONTRANO NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI SOPRA CITATI, SONO RICONDUCEBILI A MECCANISMI DI DANNO CHE INSORGONO IN PRESENZA DI AZIONI ORIZZONTALI DI NOTEVOLE IMPORTANZA. NELLE FACCIATE, NOTIAMO DELLE FESSURAZIONI

VERTICALI CHE DIVIDONO SIMMETRICAMENTE L'ELEMENTO. QUESTE LESIONI, CHE AVVENGONO IN PUNTI DEBOLI, IN QUANTO INTERESSATI DA APERTURE O NICCHIE, SONO RICONDUCEBILI A MECCANISMI NEL PIANO DELL'ELEMENTO. QUESTO MECCANISMO FA INSORGERE AZIONI DI TAGLIO NEL CENTRO DELL'ELEMENTO, OVVERO IN UN PUNTO GIÀ INDEBOLITO DA APERTURE O RIDUZIONI DELLO SPESSORE MURARIO. UN'ULTERIORE EFFETTO CAUSATO DA QUESTO MECCANISMO È DATO DALL'INSORGENZA DI FESSURE PRESENTI NELLE PARETI LATERALI DI FESSURE A RIDOSSO DELLA FACCIATA.

NELLE PARETI LATERALI SI NOTANO FESSURAZIONI DIAGONALI SIA NEI PARAMENTI INTERNI CHE IN QUELLI ESTERNI. QUESTE LESIONI METTONO IN EVIDENZA L'INSORGENZA DEI MECCANISMI DI TAGLIO DOVUTI ALLA RISPOSTA LONGITUDINALE DELL'AULA. LE FESSURE SI PRESENTANO A RIDOSSO DELLE APERTURE; INTERNAMENTE SI PUÒ BEN NOTARE COME LE LESIONI SI TROVINO SOTTO LE FINESTRE E VANNO AD INTERESSARE GLI ARCHI SOTTOSTANTI.

IL SISMA METTE IN MOTO NEGLI ARCHI TRIONFALI, DEI MECCANISMI NEL PIANO E A TAGLIO. SI FORMANO INFATTI DELLE FESSURAZIONI CHE PORTANO QUESTO ELEMENTO A SUDDIVERSI IN PIÙ PARTI E NEI CASI PIÙ GRAVI AL CROLLO. NELLA CHIESA DI POLESINE, DOVE QUESTI MECCANISMI SI SONO ATTIVATI, SI NOTA BENISSI-

CONFRONTO MECCANISMI A TAGLIO DELLE PARETI LATERALI

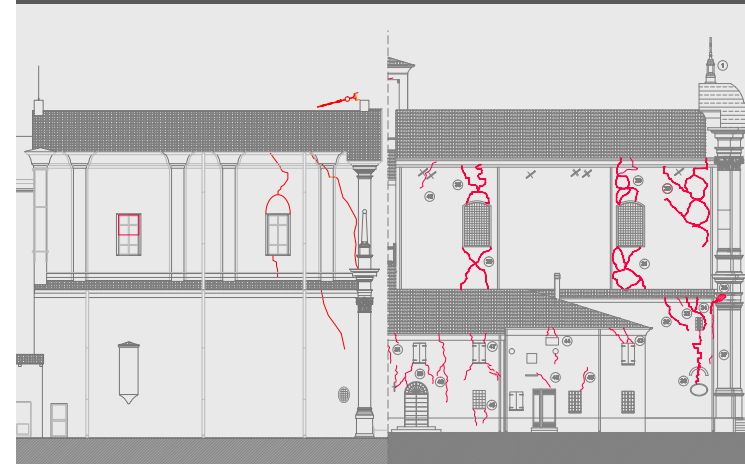


FIG. 175. CHIESA S. GIACOMO MAGGIORE A POLESINE

FIG. 176. CHIESA S. SISTO II A PALIDANO



FIG. 177. CHIESA S.S. FILIPPO E GIACOMO APOSTOLO A RAVALLE

CONFRONTO MECCANISMI NELLA TORRE CAMPANARIA

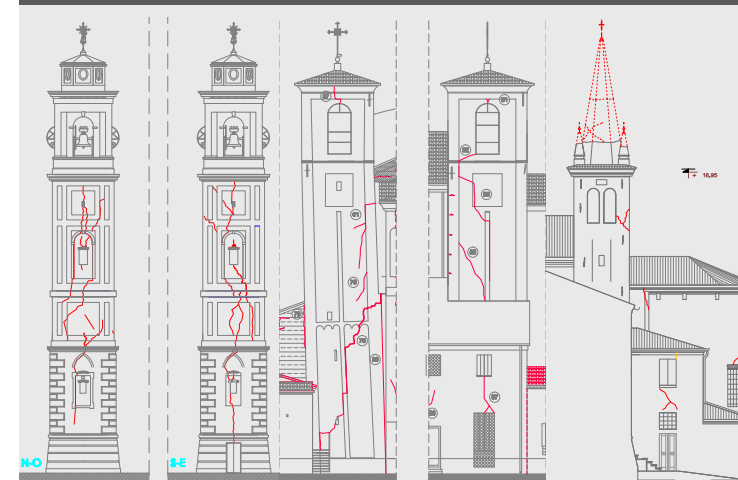


FIG. 178. CHIESA S. GIACOMO MAGGIORE A POLESINE

FIG. 179. CHIESA S. SISTO II A PALIDANO

FIG. 180. CHIESA S.S. PIETRO E PAOLO A VIGARANO PIEVE

MO UNA LESIONE IN CHIAVE CHE DIVIDE IN DUE L'ELEMENTO.

LE VOLTE SONO ELEMENTI COMPLESSI. I DANNI CHE SI RISCOVTRANO SONO DI FESSURAZIONI O DI DISTACCAMENTI A LIVELLO DELL'INTONACO. LE LESIONI NELLE VOLTE IN INCANNUCIATO SONO MENO PREOCCUPANTI, IN QUANTO NON VANNO A COMPROMETTERE LA STABILITÀ STRUTTURALE. NELLA CHIESA DI CASTELLUCCHIO INVECE LE VOLTE IN MATTONI SE LESIONATE PESANTEMENTE SONO SOGGETTE A CROLLO E PO-

TREBBERO INSTABILIZZARE ALTRI ELEMENTI, IN QUANTO VERREBBERO A MANGARE LE SPINTE DATE DALLE FORZE TRASMESSE.

I CAMPANILI SONO ELEMENTI CHE PER LORO NATURA SI SVILUPPANO IN ALTEZZA. SE QUESTI ELEMENTI SONO INGLOBATI NELLA STRUTTURA POTREBBERO PORTARE AD INTERAZIONI TRA ELEMENTI, SPECIALMENTE SE LE MURATURE HANNO UN BASSO GRADO DI AMMORSAMENTO. I CAMPANILI SONO SOGGETTI A MECCANISMO FUORI DAL PIANO OPPURE A TAGLIO IN CONCOMITANZA DELLA CELLA CAMPANARIA E NELLA COPERTURA. NEI CAMPANILI ISOLATI SI NOTANO FESSURE CON ANDAMENTO VERTICALE, CHE INTERESSANO IL CENTRO DELLE PARETI, PER EFFETTO DI MECCANISMI SIMILI A QUELLE NEL PIANO DELLE FACCIATE.

NEGLI ABSIDI SI RISCOVTRANO FESSURE NELLE PARTI CURVE DI QUESTE ELEMENTI, IN PARTICOLARE IN PRESENZA DELLE APERTURE. SI INNESCANO PRINCIPALMENTE MECCANISMI DI RIBALTAMENTO E DI TAGLIO NELL'ABSIDE A CAUSA DELLA GEOMETRIA IRREGOLARE E PER LA PRESENZA DI APERTURE CHE INDEBOLISCONO LE MURATURE. NELLE CHIESE UNA LESIONE TIPICA È APPUNTO UNA LESIONE A CUNEO CHE SI FORMA NELLA PARTE FINALE DI QUESTI ELEMENTI E PORTA A RIBALTAMENTI FUORI DAL PIANO.

I DATI OTTENUTI DALLE VERIFICHE ESEGUITE CON IL PROGRAMMA DI CALCOLO,

SONO RIFERITE AL CARICO MASSIMO CHE PUÒ INVESTIRE LE CHIESE, PERTANTO NON SONO DIRETTAMENTE COMPARABILI CON I DANNI REALI. TUTTAVIA SONO IMPORTANTI PER CAPIRE QUALI SONO I MECCANISMI DI DANNO CHE SI ATTIVANO NELLE CHIESE, QUALI APPARTENGONO A TUTTI GLI EDIFICI E QUALI SONO SPECIFICI DELLA CHIESA STUDIATA. NELLA TABELLA N°12 SONO COMPARATE TUTTE LE VERIFICHE FATTE NELLE CHIESE SUDDIVISE PER ELEMENTI STRUTTURALI. MEDIANTE GAMMA DI COLORE, SI INDICANO QUALI SONO GLI ELEMENTI SU CUI NON SONO STATE ESEGUITE VERIFICHE, QUELLI DI POCO NON

VERIFICATI E QUELLI AMPIAMENTE NON VERIFICATI. SI NOTA INFATTI COME NELLE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER L'AZIONE ASSIALE, SENZA CONSIDERARE IL SISMA, ELEMENTI COME LE PARETI LATERALI O L'ABSIDE NON SIANO VERIFICATI. MENTRE SI NOTA COME NELLA CHIESA PARROCCHIALE DI CASTELLUCCHIO SIA LA FACCIATA AD ENTRARE IN CRISI PER QUESTO TIPO DI CARICO CON VALORI CHE SUPERANO DI QUASI TRE VOLTE QUELLI MASSIMI DATI DA NORMATIVA.

PER QUANTO RIGUARDA LA VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA A PRESSOFLESSIONE NEL PIA-

NO, SI NOTA COME L'ARCO TRIONFALE, COSÌ COME LE PARETI DELLE CAPPELLE, SIANO GLI ELEMENTI NON VERIFICATI NELLA MAGGIOR PARTE DELLE CHIESE. NELLA CHIESA DI PALIDANO, LA FACCIATA RISULTA NON VERIFICATA PER QUESTA SOLLECITAZIONE, CON VALORI CHE SUPERANO DEL DOPPIO I LIMITI. SI NOTA COME QUESTO MECCANISMO DI DANNO SI PRESENTI, IN PIÙ PARTI, NELLE CHIESE PIÙ VICINE ALL'EPICENTRO DEL SISMA. NELLA CHIESA DI CASTELLUCCHIO NON SI EVIDENZIANO MECCANISMI DI QUESTO TIPO, PROBABILMENTE, SIA PER FATTORI

TABELLA DEI DANNI RISULTATI DALLE ANALISI EFFETTUATE

	Polesine				Castellucchio				Palidano				Vigarano Pieve				Ravalle			
	N	N-Mp	N-Mo	V	N	N-Mp	N-Mo	V	N	N-Mp	N-Mo	V	N	N-Mp	N-Mo	V	N	N-Mp	N-Mo	V
Facciata																				
Volte																				
Pareti laterali																				
Pareti cappelle																	/	/	/	/
Abside																				
Arco trionfale									/	/	/	/								
discontinuità	/	/	/	/	/	/	/	/												
Campanile	/	/	/	/	/	/	/	/									/	/	/	/
Pilastrini	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Paraste					/	/	/	/	/	/	/	/								

TAB. 12. TABELLA DEI DANNI RISULTATI DALLE ANALISI EFFETTUATE. DIVISIONE PER MACROELEMENTI E PER CHIESA. LEGENDA: IN VERDE SONO INDICATE LE CASELLE CHE NON VENGONO VERIFICATE DALLE ANALISI. IN ROSSO SONO STATE COLORATE LE CASELLE CHE CORRISPONDONO AI MAGGIOR DANNO CHE L'EDIFICIO PUÒ SUBIRE. LE CASELLE ARANCIONI CORRISPONDONO AD UN STATO DI DANNO MENO IMPORTANTE, CHE L'EDIFICIO PUÒ SUBIRE, SECONDO LE ANALISI EFFETTUATE. MENTRE LE CASELLE BARRATE INDICANO CHE QUEL MACROELEMENTO NON È PRESENTE IN QUELLA CHIESA.

CONFRONTO ARCO TRIONFALE (NMP)

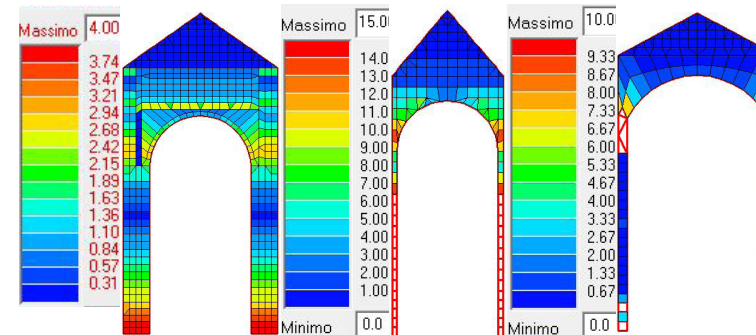


FIG. 181. NMP-ARCO TRIONFALE. POLESINE
FIG. 182. NMP-ARCO TRIONFALE. VIGARANO PIEVE
FIG. 183. NMP-ARCO TRIONFALE. RAVALLE

CONFRONTO PARETI DELLE CAPPELLE (NMP)

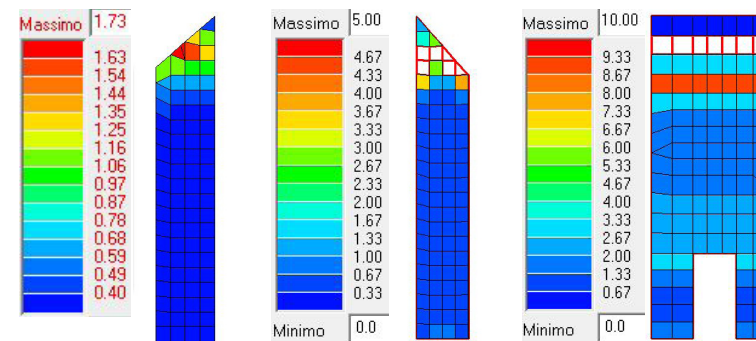


FIG. 184. NMP-PARETI DELLE CAPPELLE. POLESINE
FIG. 185. NMP-PARETI DELLE CAPPELLE. PALIDANO
FIG. 186. NMP-PARETI DELLE CAPPELLE. VIGARANO PIEVE

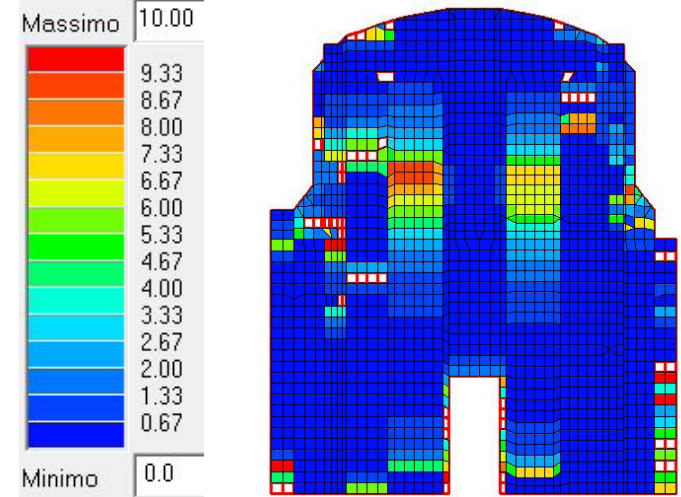


FIG. 187. NMP-FACCIATA. PALIDANO

CONFRONTO PARETI LATERALI (NMo)

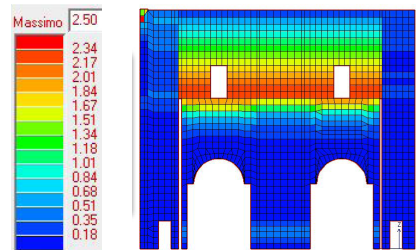


FIG. 188. NMP-PARETI LATERALI. POLESINE

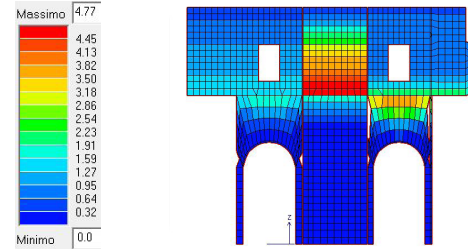


FIG. 189. NMP-PARETI LATERALI. PALIDANO

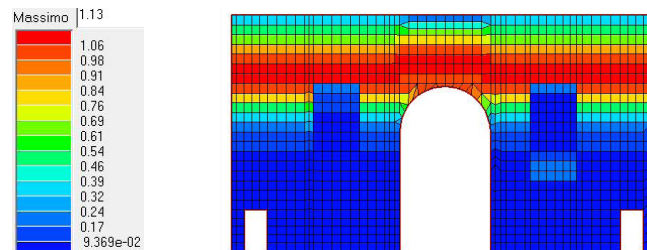


FIG. 190. NMP-PARETI LATERALI. VIGARANO PIEVE

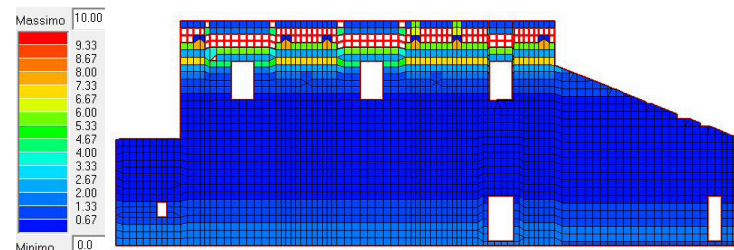


FIG. 191. NMP-PARETI LATERALI. RAVALLE

CONFRONTO FACCIATE (NMo)

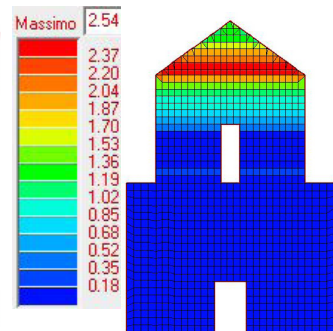


FIG. 192. NMO-FACCIATA. POLESINE

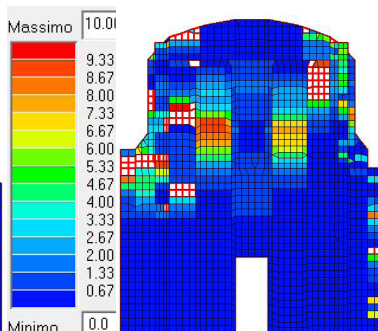


FIG. 193. NMO-FACCIATA. PALIDANO

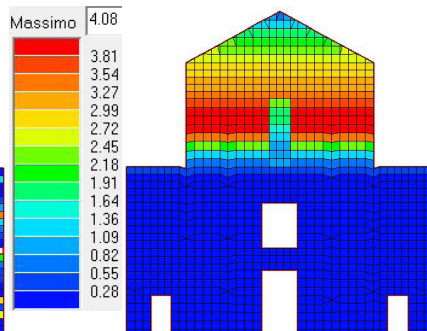


FIG. 194. NMO-FACCIATA. VIGARANO PIEVE

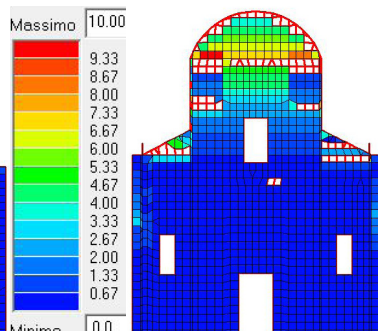


FIG. 195. NMO-FACCIATA. RAVALLE

CONFRONTO ARCO TRIONFALE (NMo)

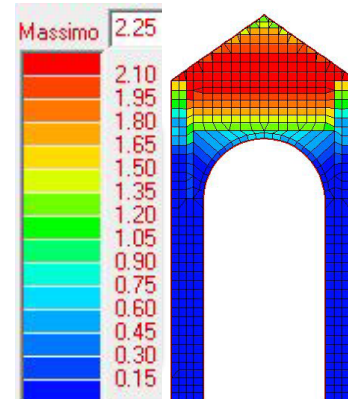


FIG. 196. NMO-ARCO TRIONFALE. POLESINE

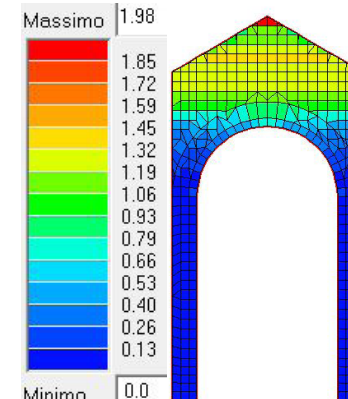


FIG. 197. NMO-ARCO TRIONFALE. CASTELLUCCHIO

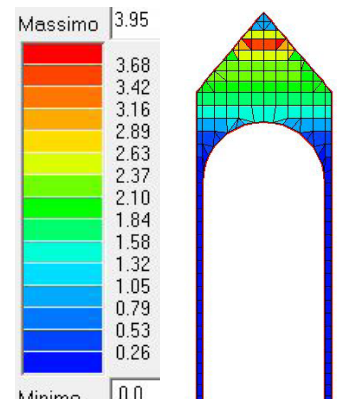


FIG. 198. NMO-ARCO TRIONFALE. VIGARANO PIEVE

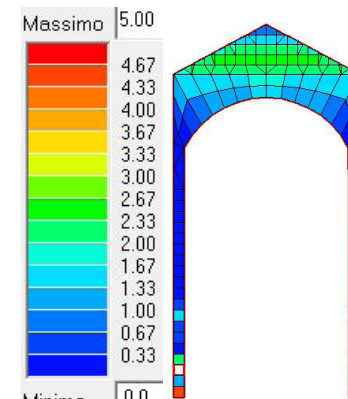


FIG. 199. NMO-ARCO TRIONFALE. RAVALLE

DOVUTI ALLA SCARSA ACCELERAZIONE SUBITA, SIA PER CARATTERISTICHE GEOMETRICHE CHE HANNO EVITATO QUESTA TIPOLOGIA DI DANNO.

LA VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA A PRESSOFLESSIONE ORTOGONALE AL PIANO, NON È MAI SODDISFATTA NELLE FACCIATE, NEGLI ARCHI TRIONFALI E NELLE PARETI LATERALI. I VALORI CHE SI OTTENGONO DAL PROGRAMMA DI CALCOLO, SUPERANO ABBONDANTEMENTE I LIMITI DEL MATERIALE. NELLA CHIESA DI CASTELLUCCHIO, SI OSSERVA CHE QUESTO MECCANISMO NON VIENE REGISTRATO NELLE PARETI LATERALI. QUESTO È DOVUTO ALLA GEOMETRIA REGOLARE DELL'EDIFICIO, CHE NON PRESENTA PARETI CON LUCI DI INFLESSIONI CONTENUTE.

L'AZIONE CHE METTE PIÙ IN CRISI LE CHIESE IN MURATURA È IL TAGLIO. ESSA INFATTI ESSENDO COSTITUITA DA PIÙ ELEMENTI CONNESSA DA MALTA, HA MOLTI PUNTI DI DEBOLEZZA, SPECIALMENTE NEI CONFRONTI DI QUESTA AZIONE. DALLA VERIFICA A TAGLIO ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA SI VEDE COME IN TUTTE LE CHIESE GLI ELEMENTI CHE SUPERANO IL VALORE LIMITE E VENGONO PORTATI A ROTTURA SONO LE FACCIATE, LE PARETI LATERALI, E L'ABSIDE. ANCHE LE PARETI CHE RACCHIUDONO LE CAPPELLE SONO INTERESSATE DA QUESTI MECCANISMI. QUESTI ELEMENTI INFATTI OLTRE A RISULTARE NON VERIFICATI DAL PROGRAMMA DI CALCOLO, PRESENTANO NELLA MAGGIOR PARTE DEI CASI UNO STATO REALE DI DANNO. ANCHE GLI ARCHI TRIONFALI SONO ELEMENTI CHE

SOFFRONO QUESTO TIPO DI AZIONE. SI NOTA INFATTI COME NELLE CHIESE DI RAVALLE, VIGARANO PIEVE E POLESINE QUESTO ELEMENTO NON SIA VERIFICATO CON VALORI CHE SUPERANO DI ALMENO TRE VOLTE IL LIMITE DI RESISTENZA DEL MATERIALE.

LA VERIFICA A SNELLEZZA CHE IL PROGRAMMA ESEGUE, È DI CARATTERE PURAMENTE GEOMETRICO. LA SNELLEZZA CONSISTE NEL RAPPORTO TRA ALTEZZA E LO SPESSORE

CONFRONTO FACCIATA (V)

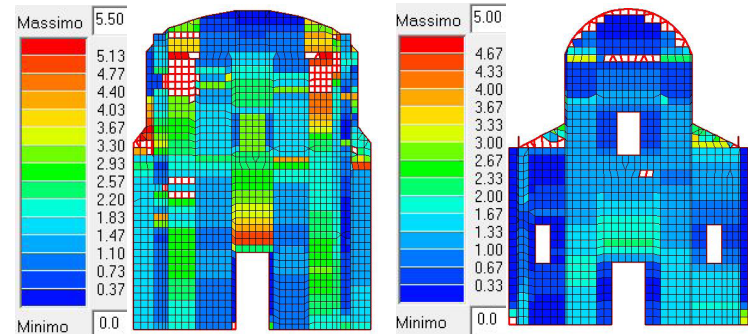


FIG. 200 NMO-FACCIATA. PALIDANO

FIG. 201. NMO-FACCIATA. RAVALLE

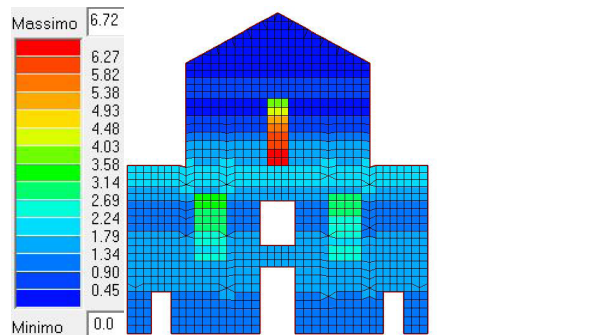


FIG. 202. NMO-ARCO TRIONFALE. VIGARANO PIEVE

CONFRONTO PARETI LATERALI (V)

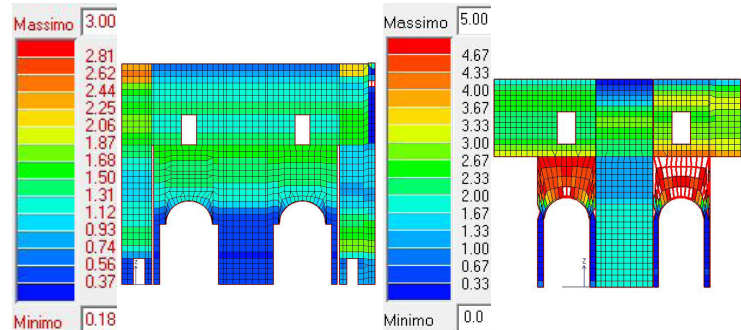


FIG. 203. NMO-PARETI LATERALI. POLESINE

FIG. 204. NMO-PARETI LATERALI. PALIDANO

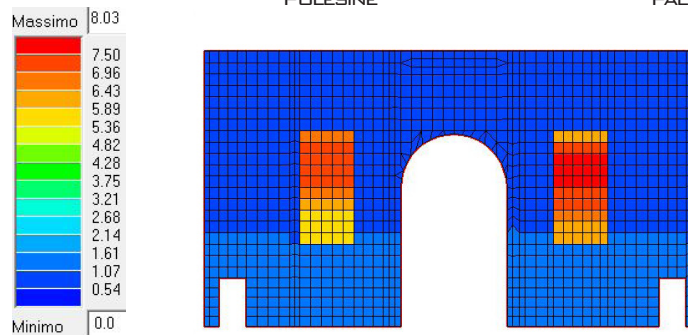


FIG. 205. NMO-PARETI LATERALI. VIGARANO PIEVE

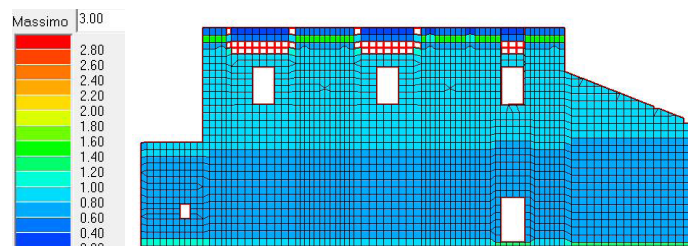


FIG. 206. NMO-ARCO TRIONFALE. RAVALLE

CONFRONTO PARETI CAPPELLE (V)

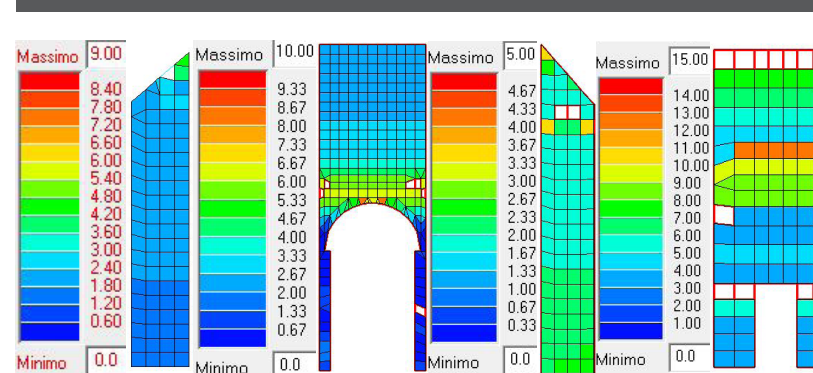


FIG. 207. NMO-PARETI CAPPELLE. POLESINE

FIG. 208. NMO-PARETI CAPPELLE. CASTELLUCCHIO

FIG. 209. NMO-PARETI CAPPELLE. LE.PALIDANO

FIG. 210. NMO-PARETI CAPPELLE. VIGARANO PIEVE

CONFRONTO ARCO TRIONFALE (V)

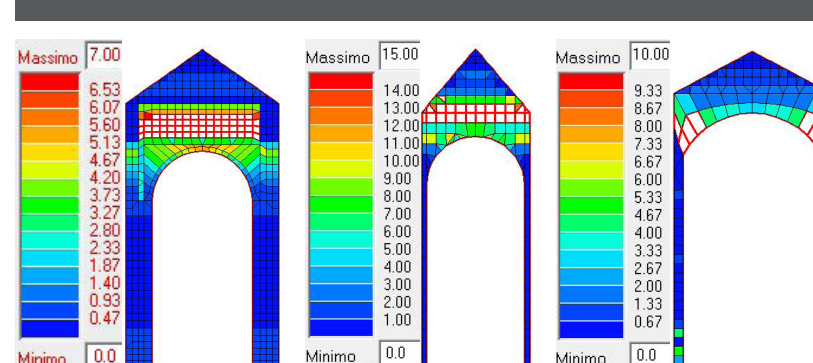


FIG. 211. NMO-ARCO TRIONFALE. POLESINE

FIG. 212. NMO-ARCO TRIONFALE. VIGARANO PIEVE

FIG. 213. NMO-ARCO TRIONFALE. RAVALLE

CONFRONTO ABSIDE (V)

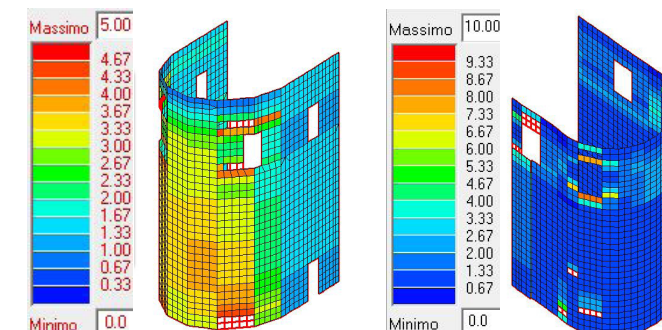


FIG. 214. NMO. POLESINE

FIG. 215. NMO. PALIDANO

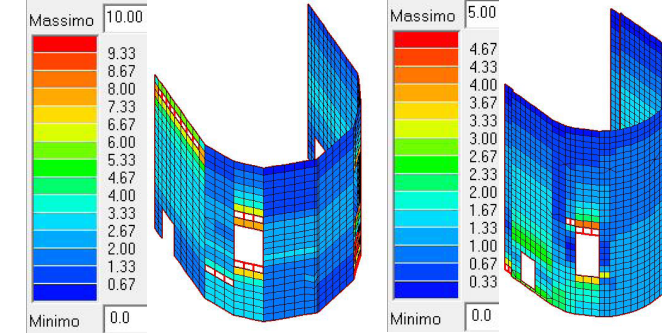


FIG. 216. NMO. VIGARANO PIEVE

FIG. 217. NMO. RAVALLE

DELL'ELEMENTO. QUESTO DATO CI INDICA CHE GLI ELEMENTI TROPPO SNELLI POTREBBERO CEDERE PER INSTABILITÀ, SENZA RAGGIUNGERE I LIMITI DI ROTTURA DEL MATERIALE. SI NOTA DALLE VERIFICHE CHE LA MAGGIOR PARTE DEGLI ELEMENTI IN TUTTE LE CHIESE RISULTANO SNELLI, IN QUANTO HANNO UN RAPPORTO TRA ALTEZZA E SEZIONE CHE SUPERA IL VALORE LIMITE, OVVERO 20.

CONCLUSIONI

LO STUDIO EFFETTUATO SULLE CHIESE PRESE IN ESAME PORTA A RISULTATI ABBASTANZA CONCORDANTI TRA LORO. SI VEDE COME QUESTI EDIFICI NON SIANO VERIFICATI, SE NON IN ALCUNE PARTI, RISPETTO ALLE NORMATIVE VIGENTI. QUESTE COMPLESSE STRUTTURE PROGETTATE E REALIZZATE NON BASANDOSI SU CALCOLI STRUTTURALI, MA SUL “SAPER FARE” DEI PROGETTISTI E DEI CAPOMASTRI DELL'EPOCA, RISULTANO MOLTO DEBOLI, SPECIALMENTE RISPETTO A QUELLE AZIONI ALLORA SCONOSCIUTE, OVVERO LE AZIONI ORIZZONTALI. L'APPROCCIO CON METODO EMPIRICO NELLA PROGETTAZIONE, TRALASCIA COMPLETAMENTE TUTTI GLI ASPETTI STUDIATI DELL'INGEGNERIA E CHE OGGI RENDONO QUESTE COMPLESSE STRUTTURE NON VERIFICATE RISPETTO ALLE VIGENTI NORMATIVE. LE CHIESE, CAPOLAVORI DI ARTE E DI ARCHITETTURA, SONO TRA GLI EDIFICI CON LE CARATTERISTICHE MENO ADATTE A CONTRASTARE LE AZIONI SISMICHE. I RISULTATI OTTENUTI DAI PROGRAMMI DI CALCOLO DANNO UN QUADRO ABBASTANZA PREOCCUPANTE, CHE OVVIAMENTE È POSSIBILE CONFRONTARE CON IL REALE STATO DI DANNO, CON I DOVUTI ACCORGIMENTI. I RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA CON SPETTRO DI RISPOSTA, DERIVANO DA UN AC-

CELERAZIONE MASSIMA ESTRAPOLATA DALLE N.T.C 2008, CHE DÀ VALORI DIFFERENTI IN BASE AI LUOGHI SU CUI GIACCIONO GLI EDIFICI PRESI IN ESAME. I DANNI CHE OGGI OSSERVIAMO SULLE CHIESE SONO DI ENTITÀ MINORE RISPETTO A QUELLI PREVENTIVATI DAL PROGRAMMA DI CALCOLO. L'ACCELERAZIONE CHE HA INVESTITO LE STRUTTURE NON È QUELLA MASSIMA PREVISTA DALLE N.T.C 2008, MA È MOLTO PIÙ BASSA, CIÒ DIPENDE DAL FATTO CHE L'EPICENTRO DEL SISMA DEL MAGGIO 2012 È DISTANTE DIVERSI CHILOMETRI DAGLI EDIFICI STUDIATI.

LE VERIFICHE MOSTRANO COME ALCUNI DANNI SIANO PRESENTI IN TUTTE E CINQUE LE CHIESE PRESE IN ESAME, MOSTRANDO QUALI SONO LE PARTI MAGGIORMENTE SOLLECITATE DALL'AZIONE SISMICA.

DA QUANTO VISTO NEI CAPITOLI PRECEDENTI, SI NOTA COME QUESTI EDIFICI IN ALCUNI CASI NON SIANO VERIFICATI NEMMENO AI CARICHI GRAVITAZIONALI, E CHE LE VERIFICHE SISMICHE CHE RILEVANO DATI PEGGIORI SIANO QUELLE A TAGLIO E A PRESSOFLESSIONE ORTOGONALE AL PIANO.

SI VEDE COME SI INNESCHINO NELLE FACCIATE DEI MECCANISMI DI COLLASSO FUORI DAL PIANO, ESATTAMENTE COME NELLE PA-

RETI PERIMETRALI E NEGLI ARCHI TRIONFALI. QUEST'ULTIMI NON RISULTANO VERIFICATI A TAGLIO CHE A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO, CON VALORI DI CIRCA TRE VOLTE SUPERIORI A QUELLI DATI DALLE NORMATIVE.

GLI ABSIDI RISULTANO NON VERIFICATI A TAGLIO A CAUSA DELLA LORO GEOMETRIA E AL FATTO CHE SI TROVANO NELL'IMMEDIATA VICINANZA DEGLI ARCHI TRIONFALI.

RAPPORTANDO, NELLE VERIFICHE, I RISULTATI TENSIONALI AGENTI SULLA STRUTTURA CON QUELLI MASSIMI CHE ESSA PUÒ SOPPORTARE, SECONDOGLI STATI LIMITE ULTIMI, SI RISCOSTRANO, LADDOVE GLI ELEMENTI NON SIANO VERIFICATI, VALORI AGENTI DI ALMENO DUE O TRE VOLTE SUPERIORI AI LIMITI DI CARICO TOLLERATI DALLA STRUTTURA.

DALLE ANALISI SVOLTE SI EVIDENZIA COME IN TUTTE E CINQUE LE CHIESE STUDIAE, SI RISCOSTRINO PUNTI DI DEBOLEZZA NEI MEDESIMI ELEMENTI, SEGNO DI PROBLEMATIITÀ DEL TIPO EDILIZIO PIÙ CHE DEL SINGOLO EDIFICIO.

I RISULTATI OTTENUTI SONO IN ALCUNE PARTI COMPARABILI AI DANNI REALI OSSERVATI NELLE CHIESE. SI NOTA COME NEGLI EDIFICI PIÙ VICINI ALL'EPICENTRO, CHE QUINDI HANNO SUBITO UN'ACCELERAZIONE MAGGIORE, SI SIANO ATTIVATI QUEI MECCANISMI DI COLLASSO DESCRITTI ANCHE DAL PROGRAMMA DI CALCOLO, EVIDENZIANDO UNA CORRISPONDENZA TRA IL MODELLO NUMERICO E LA REALTÀ.

I RISULTATI SONO INFLUENZATI DA UN FATTORE DI CONFIDENZA PARI A 1,35 DATO DALLA NORMATIVA, IN QUANTO LA CONOSCENZA DEI MANUFATTI ERA LIMITATA AI SOLI RILIEVI GEOMETRICI E TUTTE LE PROPRIETÀ DEI MATERIALI ERANO SCONOSCIUTE.

LE ANALISI SVOLTE, PERTANTO, FORNISCONO UN METODO DI APPROCCIO ALLE PROBLEMATICHE STRUTTURALI DI QUESTI EDIFICI MOLTO COMPLESSI, CHE DEVE ESSERE AFFIANCATO AD UNO STUDIO APPROFONDITO DEL MANUFATTO STORICO E PUÒ DIVENTARE UN VALIDO STRUMENTO PER LO STUDIO E L'INTERVENTO DI ADEGUATE TECNICHE DI RESTAURO CHE POSSANO MIGLIORARE IL COMPORTAMENTO SISMICO DELL'INTERA STRUTTURA. OVVIAMENTE PER FAR ADERIRE IL PIÙ POSSIBILE IL RISULTATO NUMERICO ALLA REALTÀ, QUESTE ANALISI DEVONO ESSERE AFFIANCATE DA PROVE STRUMENTALI, CHE PERMETTANO DI INSERIRE DATI PRECISI SULLE RESISTENZE DEI MATERIALI E LA LORO CONSERVAZIONE.

ANCHE SE LE VIGENTI NORMATIVE SUGGERISCONO DI EFFETTUARE ANALISI LIMITATE AI SINGOLI MACROELEMENTI, A CAUSA DELLE COMPLESSITÀ STRUTTURALI, GLI STUDI EFFETTUATI IN QUESTO ELABORATO INTENDONO DARE UN QUADRO COMPLETO SULLO STATO DELLE CHIESE ED INDIVIDUARE QUEGLI ELEMENTI CHE EVIDENZIANO UNA SOSTANZIALE DEBOLEZZA PER POI ELABORARE INTERVENTI LOCALI CHE NE MIGLIORINO IL COMPORTA-

MENTO COMPLESSIVO.

L'ELEVATA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO ITALIANO, DOVE SI VERIFICANO EVENTI SISMICI IN ARCHI TEMPORALI ABBASTANZA RISTRETTI, IMPONE AI PROGETTISTI, ADDETTI AL RESTAURO DI EDIFICI STORICI IN MURATURA, DI TENERE CONTO DEL COMPORTAMENTO STRUTTURALE DI QUESTI MANUFATTI. GLI EVENTI SISMICI, ORMAI SEMPRE PIÙ FREQUENTI, RISCHIANO DI DANNEGGIARE IL PATRIMONIO STORICO IN MODO ANCHE IRREVERSIBILE, METTENDO IN PERICOLO VITE UMANE. PER QUESTO È IMPORTANTE E DOVEROSO, PER QUANTO POSSIBILE, INTERVENIRE SE NECESSARIO ANCHE IN MANIERA PREVENTIVA PER EVITARE EVENTUALI CROLLI. IN QUESTO QUADRO GENERALE LE ANALISI STRUTTURALI EFFETTUATE CON PROGRAMMI DI CALCOLO, RISULTANO ESSERE UNO STRUMENTO D'APPOGGIO E VALIDO PER L'INDIVIDUAZIONE DI INTERVENTI SIA DI RESTAURO POST-DANNEGGIAMENTO CHE PREVENTIVI.

SOLO CONOSCENDO I PUNTI LABILI DELLE STRUTTURE È POSSIBILE CAPIRE DOVE E COME AGIRE, PER PORTARE MIGLIORAMENTI STRUTTURALI A QUESTI EDIFICI CHE OLTRE AD ESSERE LUOGHI DI AGGREGAZIONE E DI CULTO, RAPPRESENTANO IL PATRIMONIO ARTISTICO E ARCHITETTONICO DELLA NOSTRA CULTURA E QUINDI UN'EREDITÀ DA DIFENDERE.

BIBLIOGRAFIA

ALBANO G. (2012), *PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI STRUTTURE IN MURATURA IN ZONA SISMICA PER EDIFICI ESISTENTI E NUOVI*, SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN)

CANOVA F. (2011), VOL.1-2. *CHIESE DELLA PROVINCIA E DELLA CITTÀ DI MANTOVA*, REGGIOLO (RE)

DI PIETRO L. - GHERSI A. (2011), *EDIFICI IN MURATURA ALLA LUCE DELLA NUOVA NORMATIVA SISMICA*, PALERMO

PETRINI V. - MORETTI A. - DOGLIONI F. (1994), *LE CHIESE E IL TERREMOTO: DALLA VULNERABILITÀ CONSTATATA NEL TERREMOTO DEL FRIULI AL MIGLIORAMENTO ANTISISMICO NEL RESTAURO, VERSO UNA POLITICA DI PREVENZIONE*, TRIESTE

PEVERADA E. (1983), *RAVALLE: DA CHIESA PARROCCHIALE A CHIESA BATTESIMALE*, FERRARA

RODA R. (1985), *RAVALLE. AUDIOVISIVI E TERRITORIO*, PORTOMAGGIORE (FE)

SITTI R. (1983), *VIGARANO STORIA/ATTUALITÀ*, VIGARANO MAINARDA (FE)

SITOGRAFIA

BANCHE DATI SISMA MAGGIO 2012 INGV
<[HTTP://ISTITUTO.INGV.IT/L-INGV/ARCHIVI-E-BANCHE-DATI](http://istituto.ingv.it/l-ingv/archivi-e-banche-dati)>

STORICO TERREMOTI INGV
<[HTTP://ISTITUTO.INGV.IT/L-INGV/ARCHIVI-E-BANCHE-DATI](http://istituto.ingv.it/l-ingv/archivi-e-banche-dati)>

AZIONI SISMICHE - SPETTRI DI RISPOSTA VERSIONE 1.03
<[HTTP://WWW.CSLP.IT/CSLP/INDEX.PHP?OPTION=COM_CONTENT&TASK=VIEW&ID=75&ITEMID=20](http://www.cslp.it/cslp/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=20)>

RELAZIONE GEOSISMOLOGICA:
<[HTTP://WW3.COMUNE.FE.IT/PRG/PSC/QC/GEO/1_02-01_RELAZIONE_GEOLOGICA.PDF](http://ww3.comune.fe.it/prg/psc/qc/gco/1_02-01_RELAZIONE_GEOLOGICA.PDF)>

<[HTTP://WWW.COMUNEFINALE.NET/SERVIZI%20COMUNALI/ELENCO%20ANALITICO/PAE/DOWNLOAD/RELAZIONE%20GEOLOGICA.PDF](http://www.comunefinale.net/servizi%20comunali/elenco%20analitico/pae/download/relazione%20geologica.pdf)>

<[HTTP://SPECIALI.ESPRESSO.REPUBBLICA.IT/PDF/FERRARA_E_I_TERREMOTI.PDF](http://speciali.espresso.repubblica.it/pdf/ferrara_e_i_terremoti.pdf)>

<[HTTP://INGVTERREMOTI.WORDPRESS.COM/2012/05/26/TERREMOTO-IN-PIANURA-PADANA-EMILIANA-INQUADRAMENTO-GEOLOGICO-2/](http://ingvterremoti.wordpress.com/2012/05/26/terremoto-in-pianura-padana-emiliana-inquadramento-geologico-2/)>